

OAK ST. HDSF

THE UNIVERSITY

OF ILLINOIS

LIBRARY


506

SAIP

Ser. 8

v. 15





Digitized by the Internet Archive
in 2019 with funding from
University of Illinois Urbana-Champaign

<https://archive.org/details/zapiskiimperator1519unse>

ЗАПИСКИ
ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ
ПО
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

ТОМЪ XV.
(СЪ 28 ТАБЛИЦАМИ).

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES
DE
ST.-PÉTERSBOURG.

CLASSE DES SCIENCES PHYSIQUES ET MATHÉMATIQUES.

VIII^e SÉRIE.

TOME XV.
(AVEC 28 PLANCHES).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:

Н. И. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербургѣ, Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Petersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Petersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St.-Petersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 16 руб. 90 к. = Prix: 42 Mrk. 50 Pf. ₤

5
С
С
С
С
С

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Апрель 1904 г. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лнн., 12.

СОДЕРЖАНИЕ XV ТОМА. — TABLE DES MATIÈRES DU TOME XV.

- № 1. **В. Заленскій.** Анатомическія изслѣдованія надъ аппендикуляріями. (Окончаніе). II. *Oikopleura rufescens Fol.* — III. *Fritillaria pellucida Busch.* — IV. *Fritillaria borealis Lohmann.* (Съ 12 таблицами). 1904. 106 страницъ.
- № 2. **Н. Коростелевъ.** Новороссійская бора. (Съ картой Новороссійской бухты, 2 фототипіями, 4 картами путей антициклоновъ, 24 синоптическими картами, 1 листомъ графиковъ и 1 баро- и термограммой). 1904. IV + 135 страницъ.
- № 3. **Н. Булгаковъ.** Вычисленіе электрической емкости плоскаго конденсатора ограниченныхъ размѣровъ. 1904. 25 страницъ.
- № 4. **Н. Введенскій.** Телефонъ какъ показатель нервнаго возбужденія. 1904. 13 страницъ.
- № 5. **І. Шукевичъ.** Термометрическія изслѣдованія и повѣрка метеорологическихъ и другихъ термометровъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи съ 1869 до 1901 г. 1904. II + 116 страницъ.
- № 6. **В. Лепешкинъ.** Изслѣдованіе надъ выдѣленіемъ водныхъ растворовъ растеніями. 1904. VIII + 80 страницъ.
- № 7. **В. Стекловъ.** Объ одномъ замѣчательномъ свойствѣ многихъ разложеній, часто употребляемыхъ въ анализѣ. 1904. 32 страницы.
- № 8. Отчетъ по Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1902 г., пред-
- № 1. **W. Salensky.** Etudes anatomiques sur les appendiculaires. (Suite). II. *Oikopleura rufescens Fol.* — III. *Fritillaria pellucida Busch.* — IV. *Fritillaria borealis Lohmann.* (Avec 12 planches). 1904. 106 pages.
- № 2. **N. Corostélev.** La «bora» de Novorossiisk. (Avec 1 carte de la baie de Novorossiisk, 2 phototypies, 4 cartes des voies des anticyclons, 24 cartes synoptiques, 2 tables avec des courbes). 1904. IV + 135 pages.
- № 3. **N. Boulgakov.** Calcul de la capacité électrique d'un condensateur plan de dimensions finies. 1904. 25 pages.
- № 4. **N. Wédensky.** Le téléphone comme indicateur d'une excitation nerveuse. 1904. 13 pages.
- № 5. **N. Schoukévitich.** Etudes thermométriques, et vérification des thermomètres météorologiques et autres à l'Observatoire Central Physique Nicolas depuis 1869 jusqu'en 1901. 1904. II + 116 pages.
- № 6. **W. Lépeschkine.** Recherches sur la sécrétion des solutions aqueuses par les plantes. 1904. VIII + 80 pages.
- № 7. **W. Stekloff.** Sur certaines égalités générales communes à plusieurs séries de fonctions souvent employées dans l'analyse. 1904. 32 pages.
- № 8. Compte-rendu de l'Observatoire Physique Central Nicolas pour 1902, présenté à

ставленный Императорской Академіи
Наукъ М. Рыкачевымъ, директоромъ Ни-
колаевской Главной Физической Obser-
ваторіи. (Съ 2 планами). 1904. VI—150
страницъ.

№ 9. М. Городенскій. Къ вопросу о вліяніи
вращенія Земли на возмущенія въ атмо-
сферѣ. (Съ картою). 1904. IV—94—III
страницъ.

№ 10. А. Лапуновъ. Объ уравненіи Клеро и о
болѣе общихъ уравненіяхъ теоріи фи-
гуры планетъ. 1904. 66 страницъ.

№ 11. Г. Юсифовъ. Къ ученію о лимфатической
системѣ головастика, лягушки и яще-
рицы. (Съ 1 таблицею). 1904. 20 стра-
ницъ.

l'Académie Impériale des Sciences par
M. Rykatchev, directeur de l'Observatoire
Physique Central Nicolas. (Avec 2 plans).
1904. VI—150 pages.

№ 9. N. Gorodensky. Recherches concernant
l'influence de la rotation de la terre sur
les perturbations dans l'atmosphère. (Avec
une carte). 1904. IV—94—III pages.

№ 10. A. Liapounoff. Sur l'équation de Clairaut
et les équations plus générales de la théorie
de la figure des planètes. 1904. 66 pages.

№ 11. G. Jossifov. Sur le système lymphatique
du têtard, de la grenouille et du lézard.
(Avec 1 planche). 1904. 20 pages.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 1.

Volume XV. № 1.

TRAVAUX DU LABORATOIRE ZOOLOGIQUE ET DE LA STATION BIOLOGIQUE DE SÉBASTOPOLE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE
DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

№ 5.

ÉTUDES ANATOMIQUES
SUR LES APPENDICULAIRES.

PAR

W. Salensky.

(Suite.)

II. OIKOPLEURA RUFESCENS *Fol.* — III. FRITILLARIA PELLUCIDA *Busch.* —
IV. FRITILLARIA BOREALIS *Lohmann.*

AVEC 12 PLANCHES.

(Présenté à l'Académie le 16 avril 1903.)

C.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

В. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
И. И. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
И. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
И. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasonnof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Peters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Petersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Petersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 3 р. 20 к. — Prix: 8 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Январь 1904 г.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

II. *Oikopleura rufescens* (Fol).

(Planches VI—X.)

Oikopleura rufescens habite principalement les mers chaudes. Fol¹⁾ qui établit l'espèce n'en trouva dans le détroit de Messine qu'«une dizaine d'exemplaires», tandis que la Plankton Expedition²⁾ en pêchait en abondance dans l'océan Atlantique et l'océan Indien et Langerhans³⁾ en trouva aussi près de l'île Madère.

J'ai reçu le matériel qui servit à cette étude de Mr. K. Davidoff qui le recueillit dans les parages des îles Aroe et de la nouvelle Guinée occidentale. Comme il trouvait exclusivement l'*Oikopleura rufescens* pendant ces pêches pélagiques, je crois que cette espèce doit être fort répandue dans ces latitudes.

Je le remercie beaucoup de m'avoir procuré ce matériel si bien conservé que j'ai pu étudier là-dessus la formation de la coquille. Je remercie en même temps le docteur Redikorzeff de m'avoir confectionné la plupart des coupes.

L'*oikopleura rufescens* appartient aux espèces d'*Oikopleura* qui se reconnaissent facilement d'après leur forme externe. La partie antérieure de son corps (Fig. 1), dans laquelle siègent les organes digestifs et le système nerveux, est séparée par un sillon dorsal profond de la partie postérieure, qui renferme les organes génitaux et qui fait saillie en arrière sous l'aspect d'un appendice sphérique.

Cette forme du corps est le caractère distinctif de l'*Oikopleura rufescens*. Sa queue assez longue, est élargie dans sa partie médiane. La face dorsale du corps est arquée; la face ventrale présente une ligne à peu près droite à peine recourbée dans la région de l'anus. L'extrémité antérieure du corps est rétrécie; la bouche est inclinée d'avant en arrière, et son extrémité inférieure s'allonge un peu et constitue une lèvre inférieure assez courte.

1) Fol. Etudes sur les Appendiculaires du détroit de Messine. p. 27.

2) Lohmann. Appendicularien der Plankton-Expedition. p. 75.

3) Langerhans. Die Madeiras Appendicularien. Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie. Bd. 34. p. 144—146.

Les autres particularités distinctives de cette espèce, d'ailleurs très caractéristiques, furent signalées par Lohmann (dans ses « Appendicularien der Plankton Expedition p. 74 »). notamment : une longueur considérable des tubes branchiaux, qui s'ouvrent en arrière de l'anus par les orifices branchiaux et un fort développement des deux lobes de l'estomac.

Ces deux particularités exercent une grande influence sur la structure de plusieurs de ses organes internes, notamment : du pharynx et des organes procardiques ce qui va être démontré à la description anatomique de ces parties.

Le tégument.

Dans mon étude précédente je n'ai pu que décrire brièvement la structure du tégument ou de l'ectoderme de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Comme il ne m'a pas été possible d'observer chez cette espèce la sécrétion des cellules ectodermiques, j'ai dû me borner à faire une esquisse générale de la partie oikoplastique, où j'ai retrouvé tous les éléments qui furent si soigneusement décrits par Lohmann chez les autres Oikopleurides.

La collection des *Oikopleura rufescens*, qui j'ai étudiée, m'a fourni des spécimens très intéressants sous le rapport de la structure de l'ectoderme, sur lesquels, en outre, j'ai pu étudier quelques stades de la formation de la coquille, qui m'ont expliqué les phases principales de son évolution.

Avant de relater la formation de la coquille je ferai d'abord une description détaillée de la structure du tégument.

A. *La structure du tégument.* Chez l'*Oikopleura rufescens*, comme chez toutes les Oikopleurides en général, les deux portions du tégument, que nous pouvons désigner comme *région oikoplastique* et *région ectothéliale*, sont nettement délimitées l'une de l'autre.

La région oikoplastique, qui consiste en grandes cellules épaisses, recouvre la partie antérieure de la face ventrale, les parties latérales et une portion considérable de la face dorsale de son corps, en formant dans son ensemble une figure très prononcée et très caractéristique dont la forme a une ressemblance frappante avec un frac. (Fig. 1).

La partie antérieure du corps, à partir de la bouche jusqu'à l'anus, est complètement recouverte par la région oikoplastique. A la face ventrale du corps, en avant de l'anus, cette couche se termine sous forme d'un arc (fig. 2) qui contourne les parties antérieures du rectum. De là le tégument oikoplastique se continue sous forme d'un large prolongement, qui ne recouvre que les côtés et la face dorsale du corps, laissant à nu sa face ventrale. Le bord de cette partie postérieure s'arrondit à la face dorsale du corps, où il recouvre le canal digestif et la plus grande portion des organes génitaux (fig. 3).

B. *La structure de la couche oikoplastique.* La structure de la couche oikoplastique est remarquable, non seulement par la régularité de la distribution des cellules oikoplastiques,

mais encore par l'étonnante persistance avec laquelle cette distribution se retrouve chez toutes les espèces d'Oikopleura et probablement chez les Oikopleurides.

Cela démontre, que la couche oikoplastique est un organe, qui remplit une fonction importante dans la vie des Appendiculaires.

Il fut noté par Lohmann, ce qui est d'ailleurs conforme à mes recherches actuelles, que chaque cellule de la région oikoplastique a une fonction spéciale à remplir à la formation de la coquille; comme la coquille est très complexe et se trouve admirablement adaptée à remplir des fonctions déterminées en suppléant aux différents besoins de l'animal, il est évident que la répartition des cellules sécrétantes doit être d'une régularité absolue.

Les Oikoplastes sont d'une forme différente dans les diverses parties de la couche oikoplastique: aussi ceux de la partie orale et ventrale d'après leur forme se distinguent de ceux de la partie postérieure ou dorsale.

Cette différence permit à Lohmann de signaler plusieurs régions oikoplastiques nettement délimitées les unes des autres. J'ai déjà mentionné toutes ces régions dans mon mémoire précédent. Cependant je dois faire observer, que le groupement de Lohmann n'embrasse ni toute la variabilité, ni toute la régularité de la disposition des cellules susnommées chez les Oikopleurides; attendu que dans les régions-mêmes, établies par Lohmann, on peut encore distinguer quelques groupes complètement différenciés ayant des limites très nettes. Ainsi, dans la région ventrale toutes les cellules ne sont pas uniformes: on y distingue des cellules allongées et des cellules polyédriques qui sont reconnaissables dans différents endroits. Dans la région dorsale, une observation attentive fait aussi distinguer plusieurs espèces de cellules, disposées très régulièrement: les unes siègent dans la région médiane du corps, les deuxièmes dans ses parties latérales, les troisièmes forment la bordure de la région dorsale et ainsi de suite.

Parmi ces cellules qui, pour la plupart, sécrètent la substance mucilagineuse de la coquille, se trouvent deux groupes de cellules, qui se distinguent des autres par leur structure et leur volume considérable; ils donnent naissance aux portions spéciales de la coquille. Ce sont 1° deux groupes d'Oikoplastes, situés dans la partie antérieure du corps que Lohmann dénomma *Oikoplastes de Fol* et 2° deux autres groupes, situés dans la partie postérieure de la couche oikoplastique qu'il désigna sous la dénomination d'*Oikoplastes d'Eisen*.

Les Oikoplastes de Fol servent à la formation des organes capteurs, depuis longtemps observés chez les Appendiculaires, qui affectent la forme de nasses employées pour la pêche.

Les Oikoplastes d'Eisen donnent naissance à un autre organe de la coquille, non moins important, notamment aux entonnoirs avec leurs treillages, qui servent à introduire dans l'intérieur de cette coquille l'eau ambiante après l'avoir filtrée.

Fol fut le premier à signaler, ce que plus tard fut confirmé par les recherches de Lohmann que la structure de la coquille est très complexe. Elle renferme plusieurs cavités, dont la forme et la distribution régulière, sont excessivement bien adaptées à leur fonction, qui est de conduire l'eau et la nourriture vers l'animal qui est dedans. Je suppose

que c'est la complexité de la coquille qui a nécessité la variabilité des Oikoplastes et leur distribution régulière. Pour la formation de la coquille dans tout son ensemble, la sécrétion d'une seule substance mucilagineuse homogène, qui enveloppe le corps de l'Oikopleura, n'est pas suffisante. Reste encore à constituer la structure si complexe de la coquille, à construire sa charpente, et à faire la répartition de toutes les chambres ou divisions dans les cavités; attendu que les diverses fonctions de ces dernières ne sont possibles qu'avec une distribution excessivement régulière.

Passons à la description des Oikoplastes.

Bien que je conserve aux portions de la couche oikoplastique les dénominations de Lohmann, je crois nécessaire de subdiviser sa « région dorsale » en région dorsale, proprement dite, et en région marginale qui, d'après sa structure et la distribution de ses cellules, se distingue notablement de la première.

Ainsi la couche oikoplastique comprend les régions suivantes.

- 1° La région circumorale
- 2° Les plaques oikoplastiques de Fol
- 3° La région dorsale
- 4° La région marginale
- 5° La région ventrale
- 6° Les plaques oikoplastiques d'Eisen.

1) *La région circumorale* (Fig. 1 *ocm*) s'étend latéralement à partir de la bouche jusqu'aux oikoplastes de Fol. A la face dorsale elle est délimitée par la région dorsale, et à la face ventrale par la région ventrale. Elle entoure comme une ceinture toute la région antérieure ou orale du corps et se constitue de menues cellules tantôt polyédriques, tantôt ovalaires, disposées en cercles concentriques parallèlement au bord de l'ouverture buccale. On peut en compter jusqu'à six rangées.

Les cellules qui avoisinent la bouche sont excessivement menues; elles s'accroissent d'avant en arrière au fur et à mesure qu'elles s'approchent des oikoplastes dorsaux, mais n'égalent jamais le volume de ces derniers.

Les oikoplastes circumoraux consistent en protoplasma finement granuleux, sont munis de noyaux ovalaires et sont séparés les uns des autres par des interstices qui restent incolores.

2) *Les plaques oikoplastiques de Fol* (Fig. 1 — 6 *OF*) représentent deux plaques ovalaires situées latéralement en arrière de la région circumorale; elles se signalent par une disposition très caractéristique et stable de leurs cellules. Elles ont un rôle très important à la formation d'une portion substantielle de la coquille, notamment d'un organe, (Fang-apparat) qui d'après Lohmann sert à capturer, ou plutôt à emmagasiner les animalcules, entrés dans la cavité de la coquille.

Fol a dénommé ce groupe d'Oikoplastes « plaques ovales » d'après leur forme ovalaire. Lohmann se servit d'abord de cette dénomination, qu'il proposa ensuite de changer et de

les désigner en l'honneur de Fol sous la dénomination d'«Oikoplastes de Fol», dénomination que je conserve en mémoire de ce savant dont les travaux contribuèrent à enrichir nos connaissances sur les Appendiculaires.

Les plaques oikoplastiques de Fol consistent en cellules variées, disposées d'une manière très régulière, qui persiste chez toutes les Oikopleurides. L'*Oikopleura rufescens* peut servir de modèle typique en ce qui concerne la structure de cet organe. Toutes ces cellules constituantes, à l'exception des cellules centrales, se disposent sous forme d'arc. D'après leur structure et leur disposition, on peut distinguer quatre espèces de cellules: a) Dans la partie centrale de la plaque de Fol siègent de menues cellules qui dans leur ensemble forment un groupe ovalaire que je vais dénommer **oikoplastes** ou **cellules centrales** (fig. 4 *oc*); b) En avant des cellules centrales sont situées six cellules polyédriques, qui sous forme d'arc, bordent la partie antérieure de cet organe; ce sont les **oikoplastes** ou **cellules antérieures cubiques** (fig. 4 *ocb*); c) En arrière du groupe central sont logées des cellules énormes, reconnaissables à première vue grâce à leur volume considérable, qui sont aussi disposées sous forme d'arc, dont les extrémités touchent l'arc antérieur: ce sont les **oikoplastes** ou **cellules géantes** (*cg*) et enfin d) En arrière de ces dernières siègent trois rangées de cellules d'un volume insignifiant, disposées sous forme de trois arcs concentriques, parallèlement aux oikoplastes géants. Je vais les dénommer **oikoplastes** ou **cellules postérieures zonées**. (Fig. 4 *cz*¹, *cz*², *cz*³).

Les caractéristiques de toutes ces cellules sont:

Les cellules centrales (fig. 1, 4 *Cc*) comparativement aux autres éléments sont exigües. Elles sont prismatiques, ce qui se distingue nettement sur des coupes; sont rétrécies, assez hautes. Sur des coupes transversales (fig. 15 *cc*.) elles apparaissent sous forme de menues carrés ou rhombes; sur des coupes longitudinales (fig. 13 *cc*) sous celle de petites colonnes carrées.

Lohmann leur attribue une disposition radiale concentrique. Je n'ai pu la retrouver chez l'*Oikopleura rufescens*. Ou pourrait plutôt admettre qu'elles se disposent en rangées régulières, comme on peut le voir sur la figure 15 *cc*, où est figurée une partie considérable des oikoplastes centraux. Quant à leur structure, je peux noter que leur protoplasma fixe plus énergiquement le carmin et l'heamalun, que le protoplasma des autres oikoplastes, et que leurs noyaux sont tantôt sphériques, tantôt ovalaires.

Les cellules géantes sont disposées sous forme d'arc en arrière des cellules centrales (Fig. 1, 4, 11, 13, 14, 15 *cg*). Il est à remarquer que le nombre de ces cellules persiste non seulement chez diverses espèces d'*Oikopleura* mais encore chez plusieurs genres d'Oikopleurides. Chez *Oikopleura rufescens* on en compte toujours 7. Chez *Stegosoma magna*, qui offre un excellent sujet pour l'étude des Oikoplastes j'en ai toujours retrouvé le même nombre.

Ces cellules affectent la forme de prismes tétraédriques; ce n'est que sur des coupes que leurs angles paraissent quelque fois arrondis, ce qui rend un peu vague leur forme tétraédrique. Leur protoplasma fixe l'heamalun plus énergiquement que le carmin; c'est pour-

quoi leurs noyaux qui, par contre, se colorent vivement par le carmin se distinguent nettement sur des préparations, soumises à l'action de ces deux matières colorantes.

Les noyaux des cellules géantes sont très caractéristiques: Ils affectent la forme de bande (fig. 4 *Acg*) tantôt mince, tantôt épaisse, contournée de haut en bas dans l'intérieur de la cellule. Quelques uns d'entre ces noyaux donnent des prolongements qui quelquefois se joignent aux prolongements des noyaux avoisinants. Je n'ai pas réussi à distinguer nettement dans l'intérieur du noyau de réseau chromatique, qui doit être excessivement dense, attendu que tout le noyau, sans exception, se colore vivement par le carmin. Le protoplasma est plus clair au voisinage du noyau qu'à la périphérie de la cellule.

La forme caractéristique des noyaux est déjà un indice de l'énergique activité sécrétoire de ces cellules. En effet, en étudiant la formation de la coquille j'ai pu constater qu'elles sécrétaient une énorme quantité de substance gélatineuse.

D'après leur structure les cellules antérieures cubiques (fig. 1 *ocb*), situées à l'extrémité antérieure de la plaque oikoplastique de Fol, sont à peu près similaires aux cellules géantes. Elles siègent vis-à-vis de ces dernières et n'en sont séparées que par les cellules centrales. Groupées sous forme d'arc, elles délimitent l'extrémité antérieure de la plaque oikoplastique de Fol, et confinent aux oikoplastes circumoraux. Les cellules antérieures cubiques ne se distinguent des cellules géantes que par leur forme, plutôt cubique, que prismatique. Sous tous les autres rapports elles sont semblables aux cellules géantes: leur protoplasma se colore faiblement par le carmin et leurs noyaux affectent la même forme de bandes.

Les cellules postérieures zonées (fig. 13, 14, 15 *cz¹, cz², cz³*) comprennent trois rangées de menues cellules disposées sous forme de trois arcs concentriques en arrière des oikoplastes géantes, à la limite postérieure de la plaque oikoplastique de Fol.

Lohmann fut le premier à signaler leur disposition et leur valeur importante à la formation des parties complexes du «Fangapparat» de la coquille. Pour ma part je suis complètement d'accord avec Lohmann que ces cellules ont un rôle important à la formation de cet appareil de la coquille.

Le volume des cellules zonées est insignifiant; leur forme est en tous points semblable à celle des oikoplastes centraux; sur des coupes transversales elles paraissent rhombiques (fig. 4 *cz², cz³*) et sur des coupes longitudinales (fig. 13, 14 *cz¹, cz², cz³*) elles affectent la forme de piliers étroits. Leurs noyaux ne présentent aucune particularité, ils sont soit sphériques, soit ovalaires et renferment un dense réseau de chromatine.

3) *La région dorsale* ou plutôt *région dorso-latérale* car elle embrasse non seulement la face dorsale, mais aussi les côtés du corps de l'animal, consiste en cellules de différent volume disposées dans un ordre symétrique et régulier (fig. 3). Sur la ligne medio-dorsale sont situées deux rangées parallèles de menues cellules quadrangulaires (*a*) qui longent toute la région dorsale, à partir des plaques oikoplastiques de Fol jusqu'à la région marginale. Ces deux rangées de cellules sont délimitées de chaque côté par deux plaques triangulaires (*b*)

dont les sommets, regardant la région postérieure du corps, consistent en une seule rangée, et les bases sont composées de deux rangées de cellules, dont le volume est plus considérable que celui des cellules medio-dorsales. Des deux côtés ces plaques sont à leur tour délimitées par deux rangées parallèles de cellules (*c*) dirigées obliquement de l'extrémité postérieure de la région dorsale vers son extrémité antérieure, où elles touchent à la plaque oikoplastique de Fol. Dans leur ensemble, ces cellules affectent la forme d'étroites plaques quadrangulaires.

Enfin la plus grande portion des oikoplastes de la région dorsale se constitue de grosses cellules polyédriques, qui bordent latéralement les plaques quadrangulaires susnommées, et arrivent à la région ventrale (*d*).

Malgré la disposition régulière et la variabilité des cellules constituant dans les oikoplastes dorsaux, leur fonction est uniforme. Ils ne sécrètent que la substance mucilagineuse homogène de la coquille.

4) *La région marginale.* J'ai distrait de la région dorsale les oikoplastes, qui bordent la partie postérieure de la couche oikoplastique et je les ai rangées dans un groupe séparé, car ces cellules ont une disposition originale et complètement différente de celle qui subsiste dans la région dorsale. Elles sont disposées sous forme de bandes transversales, parallèles au bord postérieur de la couche oikoplastique. On peut nettement distinguer trois bandes semblables, qui diffèrent les unes des autres d'après la forme de leurs cellules, notamment : une bande antérieure (fig. 3 *e*), une médiane (*m*) et une postérieure (*p*).

La bande antérieure (*e*) comprend trois rangées de cellules quadrangulaires allongées. Ces rangées sont situées parallèlement les unes aux autres et sont séparées par des interstices assez larges. Les cellules de chaque rangée ne sont pas superposées les unes sur les autres, mais se succèdent alternativement comme des briques dans un mur.

La bande médiane (*m*) représente une rangée unique de cellules quadrangulaires allongées, situées dans la direction longitudinale. Elles sont munies de noyaux ovalaires allongés, disposés régulièrement à une certaine distance les uns des autres. Sur des animaux entiers, observés par transparence, les limites entre ces cellules sont peu nettes.

La bande postérieure (*p*) consiste en grosses cellules aux limites effacées, mais qui, à en juger d'après la distribution des noyaux, doivent affecter la forme de quadrangles allongés, parallèles au bord de la couche oikoplastique. Ces cellules se signalent par des noyaux originaux d'une forme ovalaire fort allongée. A la face dorsale du corps je n'ai pu compter dans cette bande que 3 noyaux et par conséquent trois cellules.

Pour le moment je ne puis trancher la question de savoir : si les cellules de la région marginale sécrètent une substance spéciale, qui servirait à la formation de certaines portions de la coquille, car sur des coupes il ne m'a pas été possible de distinguer leur sécrétion. Cependant une figure dessinée par Lohmann¹⁾ (pl. II, fig. 2) démontre qu'une portion de la

1) Lohmann. Das Gehäuse der Appendicularien. (Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. XI. Heft 2. Kiel. 1899.

coquille complètement différenciée, se trouve juste en dessus des oikoplastes de la région marginale, ce qui donne lieu à supposer qu'elle est le produit immédiat de leur sécrétion.

5) *La région ventrale* qui s'étend à partir du bord postérieur des plaques oikoplastiques de Fol jusqu'au bord postérieure de la couche oikoplastique, d'après la disposition de ses cellules peut être subdivisée en trois portions, dont une *médiane* et *deux latérales* (fig. 2).

La portion médiane (fig. 2 *mv*) qui siège dans le plan médian de la région ventrale, consiste en cellules quadrangulaires rétrécies, d'un volume insignifiant, disposées transversalement en trois rangées parallèles au bord postérieur de la couche oikoplastique.

Les deux groupes latéraux (*lv*) siègent des deux côtés de la portion médiane, en la séparant de la région dorso-latérale. Ils sont composés de grosses cellules polyédriques, à l'exception de leurs portions antérieures, qui consistent en une rangée de cellules allongées, placées parallèlement au bord postérieur de la plaque oikoplastique de Fol.

6) *Les plaques oikoplastiques d'Eisen* (fig. 1, 2, 3. *OE*) représentent deux groupes de cellules, situés symétriquement des deux côtés du plan médian du corps, au voisinage des cellules marginales. Elles affectent une forme circulaire, grâce à laquelle Lohmann dans ses premiers mémoires les dénomma «ronde». (Appendikularien der Plankton-Expedition, et Zoologische Ergebnisse der Groenland-Expedition).

Elles consistent en deux espèces de cellules. Leur partie centrale consiste en quatre grosses cellules, disposées comme les quartiers d'un cercle (fig. 1 *OE*) et séparées par deux lignes croisées incolores; leur partie périphérique est composée de menues cellules qui, sous forme d'anneau, cernent les quatre cellules centrales. Lohmann dénomma les cellules centrales **cellules principales** et les cellules périphériques **cellules auxiliaires** (Nebenzellen). Je leur conserve ces dénominations.

Or ce ne sont que les cellules principales qui interviennent dans la formation du treillage; les menues cellules périphériques n'y concourent point. Je ne les ai rangées aux oikoplastes d'Eisen que par ce qu'en cernant les cellules centrales, elles forment dans leur ensemble un groupe séparé.

Les cellules centrales ou principales se signalent par leurs noyaux qui affectent la forme de bandes et sont semblables à ceux des oikoplastes géants. Elles sont plutôt larges que hautes; leurs faces, adhérentes aux cellules périphériques, sont arrondies; celles, qui touchent aux cellules centrales avoisinantes sont rectilignes.

Les cellules périphériques s'appliquent si fortement aux cellules centrales que la face adjacente à ces dernières devient concave, et la cellule, considérée en coupe, acquiert une forme semilunaire.

La coquille.

La structure de la coquille. Bien que la coquille des Appendiculaires ait été connue depuis longtemps, le mode de sa formation ne fut observé que dans ces derniers temps.

Fol fut le premier à étudier en détails la structure et les fonctions de la coquille chez les *Oikopleura* et chez la *Kowalevskaja*; il nous donna une belle description générale de cet appareil remarquable et, pour ainsi dire, unique dans son genre. Lohmann compléta les observations de Fol, en consacrant à la structure et à l'évolution de cet organe un mémoire spécial ¹⁾. Dans ces recherches du savant allemand on trouve à côté d'une description détaillée de la coquille, des observations très intéressantes, qui concernent son développement.

Pour ma part, jusqu'ici je n'ai pas eu l'occasion d'observer ni des Appendiculaires vivantes, revêtues de leurs coquilles, ni la structure des coquilles fraîches qui n'auraient pas été soumises à l'action des liquides conservatifs. Pour ce motif, mes observations concernent exclusivement le mode de leur formation.

Pour que le lecteur puisse s'orienter plus facilement à la relation de mes observations, je ferai d'abord une brève description de la coquille de l'*Oikopleura* définitivement formée, en tenant principalement compte des descriptions et des figures données par Lohmann et par Fol.

La coquille, dont la description va suivre, appartient à l'*Oikopleura albicans* et peut servir de modèle typique sous ce rapport, car chez les autres espèces elle est à peu près de la même forme et de la même structure.

La coquille représente une vessie ovoïde dont les parois sont constituées par une substance mucilagineuse transparente, et la cavité comprend plusieurs divisions ou chambres, qui communiquent les unes avec les autres. Son extrémité antérieure, qui est obtuse possède des appendices spéciaux, et son extrémité postérieure s'allonge en un prolongement filiforme qui est le rostrum (v. Fig. 3 p. 54).

A son extrémité antérieure se trouve une grande ouverture sphérique (*aδ*), qui conduit dans l'intérieur de la cavité, et qui rejète dehors l'eau superflue. A la face ventrale de l'extrémité postérieure, à la base de la coquille, siège un deuxième orifice ovalaire (*flk*), par lequel l'animal fuit en cas de danger, ou bien lorsqu'il veut quitter sa coquille, où il ne rentre jamais après l'avoir abandonnée. La coquille abrite le corps de l'animal et sa queue.

D'après les observations de Lohmann la coquille sert non seulement de demeure et d'abri aux Appendiculaires, mais encore d'appareil dans lequel une nourriture abondante leur est approvisionnée pour toute la durée de leur court séjour dans cette demeure péremptoire.

1) Lohmann. Das Gehäuse der Appendicularien. (Schriften der Naturwiss. Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. XI. Heft 2. Kiel. 1899).

Conformément à ces deux buts la cavité de la coquille présente une structure excessivement complexe et se trouve munie d'appareils spéciaux qui servent 1° à conduire l'eau ambiante dans l'intérieur de la coquille et 2°, à capturer, et à accumuler les animalcules suspendus dedans.

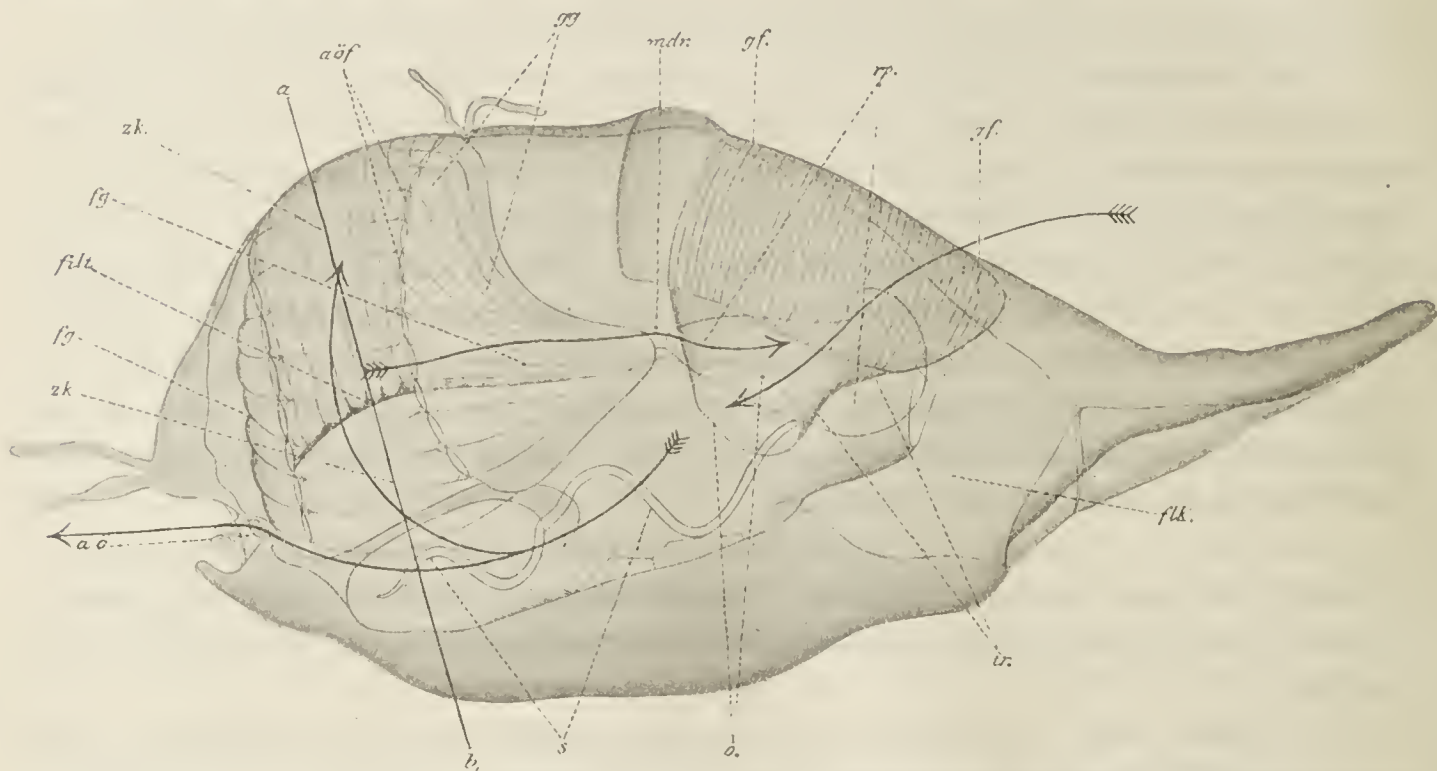


Fig. 4.

La coquille d'*Oikopleura albicans* vue du profil copiée d'après H. Lohmann, (Neue Untersuchungen über den Reichtum des Meeres an Plankton, pl. IV, fig. 1).

Le corps de l'Appendiculaire est dessiné dans sa position naturelle; sa bouche adhère au tube buccal (*mdr*) du piège (*fg*); *aö* — l'ouverture efférente, *aöf* — les ouvertures du piège, *fg* — le piège, *filz* — les organismes, retenus dans le piège, *flk* — la chambre d'évasion, *gf* — le treillage, *gg* — les sacs du piège, *tr* — l'entonnoir, *ö* — l'orifice interne de l'entonnoir, *zk* — la chambre intermédiaire.

Les traits indiquent la direction de l'eau dans la coquille.

L'eau entre dans l'intérieur de la coquille par deux tubes situés symétriquement dans sa portion postérieure¹⁾; ils s'ouvrent au dehors sous forme d'entonnoirs par de larges orifices, dont l'entrée est défendue par un réseau ou «treillage» (Fig. 4 *gf.*) comme l'a dénommé Fol, consistant en fibrilles longitudinales et transversales, qui se croisent à angle droit.

D'après Lohmann ce treillage serait si fin qu'il ne laisse entrer dans l'intérieur de la coquille que des animalcules dont le volume ne mesure pas plus d'un trentième de mm. Les entonnoirs (Fig. 4 *tr*) susmentionnées se dirigent d'arrière en avant pour s'ouvrir dans l'intérieur de la coquille. Pour que l'eau, une fois entrée dans la coquille, ne puisse refluer

1) Que Fol considère comme portion antérieure.

et sortir par les orifices des entonnoirs, en dessous des treillages sont situées des valvules spéciales, qui affectent la forme de minces plaques. Quand le courant se dirige dans l'intérieur de la coquille, les valvules s'ouvrent, en laissant à l'eau un libre passage. Mais dès que l'eau reflue dans un sens inverse, grâce à la pression exercée par l'eau elle-même, ces valvules se redressent et s'appliquent fortement à la surface du treillage, en fermant de la sorte les orifices des entonnoirs. De cette manière toute l'eau, entrée dans la cavité de la coquille, ne peut en sortir qu'après avoir circulé dedans, que par l'orifice efférent antérieur.

Pour recueillir différents organismes, entrés dans la cavité de la coquille et les conduire vers la bouche de l'animal, il se trouve un appareil situé dans la région antérieure de la coquille, que nous pouvons dénommer **piège**, conformément à la fonction qu'il remplit. D'ailleurs cette dénomination correspond à peu près à celle de « Fangapparat » désignée par Lohmann.

Le piège se compose de deux portions symétriques droite et gauche, réunies dans la ligne médiane de la cavité de la coquille, qui sont d'une structure très complexe. Chacune d'elle représente une lamelle, roulée latéralement sous forme d'une trompette élargie dans sa partie antérieure. Les parties nutritives suspendues dans l'eau pénètrent dans chacune de ces trompettes avec le courant d'eau qui les chasse. Aussi dans une coquille qui a fonctionné quelque temps on rencontre dans l'intérieur de cet appareil un grand nombre de menues diatomées, d'infusoires, de bactéries etc. (v. Fig. 4 *filt*).

Comme je viens de faire observer, les lamelles du piège sont d'une structure complexe; creuses en dedans, elles sont revêtues par une membrane de substance mucilagineuse. De grosses fibres parallèles sont disposées longitudinalement, dans la paroi antérieure de cette membrane; probablement elles remplissent le rôle de charpente, qui la maintient à l'état tonique.

Sur des coupes, confectionnées à travers les lamelles du piège on peut distinguer à de forts grossissements, dans chaque fibre une lumière insignifiante ou plutôt une fente.

En dessous de toute la paroi supérieure du piège s'étend un vaste sac (fig. 4 *cd*) délimité par des parois excessivement minces, d'une structure très originale. Ce sac que je vais dénommer **sac antérieur** du piège correspond à la « Reuse » de Lohmann, si j'ai bien saisi la description de cet auteur. Les parois du sac susnommé consistent en un nombre infini de fibrilles disposées perpendiculairement aux grosses fibres. Elles sont si fines qu'étant considérées en coupes elles apparaissent sous forme de points exigus. Dans quelques endroits, les parois du sac antérieur se soudent suivant la direction des fibres longitudinales, pour former des cloisons qui divisent la cavité du sac en une série de chambres, situées parallèlement à l'axe longitudinal du piège (fig. 4 *gg*). Sur les préparations, que j'ai observées, le nombre des chambres n'égalait jamais celui des fibres. Lohmann suppose que ces cloisons servent de supports (Stützapparat) disposés à certaine distance dans le sac antérieur du piège pour soutenir ses parois et les empêcher de se joindre. Or leur présence peut être plutôt expliquée par le processus même de l'évolution du piège, ce qui va être démontré plus loin.

En ce qui concerne les fibres du piège, il n'y a pas à en douter qu'elles remplissent la fonction de charpente, qui maintient les lamelles du piège et les empêche de s'affaisser. D'après la description de Lohmann, la cavité du sac antérieur communique avec la chambre dorsale de la coquille.

Outre le sac antérieur, un deuxième sac s'applique à la face interne de la paroi ventrale du piège qu'il longe dans toute son étendue; c'est le **sac postérieur** du piège. Sur la coupe que représente la figure 14 *Sp*, sa structure se distingue nettement. A de forts grossissements (Zeiss Im. $\frac{1}{12}$), on peut constater qu'elle est similaire à celle du sac antérieur: ses parois consistent en fibrilles excessivement fines, disposées transversalement à l'axe longitudinal du piège, et la cavité comprend plusieurs chambres séparées les unes des autres par des cloisons.

Ma description du piège diffère de celle de Lohmann, en ce que j'affirme que les deux sacs, ou cavités du piège, sont délimitées par des parois fibrillaires, ce que ce savant n'admet pas pour la cavité postérieure.

D'après Lohmann les cavités du piège seraient en communication avec différentes chambres de la coquille. Pour se figurer la structure compliquée de la coquille, il faut connaître la distribution des cavités qu'elle renferme. Sa cavité principale est subdivisée en plusieurs portions ou chambres, dont deux, notamment les entonnoirs ont déjà été examinés. Ils s'ouvrent dans une grande cavité, située à la face ventrale de la coquille, qui a été dénommée par Lohmann **chambre ventrale**. Après avoir donné dans la direction du piège deux diverticules, délimités par les parois internes de ce dernier, qui représentent les **chambres intermédiaires** (*zk*) (Zwischenkammern «de Lohmann»), la chambre ventrale se continue en avant et s'ouvre par l'orifice efférent. A la face dorsale de la coquille se trouve la **chambre dorsale** (*chd*), terminée en avant, par un cul de sac. Elle siège en dessus de la paroi antérieure du piège, laquelle lui sert de plancher.

Ainsi le piège se trouve interposé entre les chambres intermédiaires, situées à la face ventrale et la chambre dorsale, située à la face dorsale de l'*Oikopleura*. Lohmann affirme que les sacs postérieurs du piège s'ouvrent dans les chambres intermédiaires, et ses sacs antérieurs — dans la chambre dorsale.

Du point où les deux moitiés du piège, la droite et la gauche, se réunissent, un tube se dirige dans le plan médian; il fut dénommé par Lohmann **tube oral**. L'animal glisse dedans la partie antérieure de son corps et affecte ce rapport avec la coquille tout le temps qu'il y demeure. De cette manière la partie antérieure ou orale du corps de l'*Oikopleura* regarde l'orifice antérieur ou efférent de la coquille et son extrémité postérieure ou génitale regarde l'ouverture par laquelle l'animal s'enfuit, quand il vent abandonner sa coquille. La queue loge dans une division spéciale de la chambre ventrale, que Lohmann dénomma **chambre caudale**. Au point où le corps de l'*Oikopleura* s'attache au tube oral la chambre dorsale se réunit avec la chambre ventrale. En conséquence le corps de l'animal se loge dans la cavité

centrale dans laquelle s'ouvrent les orifices internes des entonnoirs, du piège et des chambres de la coquille.

Par les mouvements de sa queue l'*Oikopleura* peut produire un courant d'eau qui sert à conduire vers sa bouche de menus animalcules.

Fol « en amenant une goutte d'eau, qui renferme du carmin broyé près de l'endroit où nage un *Oikopleura* dans sa coquille » a vu le courant d'eau pénétrer dans la coquille, mais n'ayant pas réussi à suivre ce courant dans tout son parcours, il n'a pu ni apprécier les détails très importants de la structure de la coquille, ni suivre la fonction remplie par le piège, qui est d'attirer la nourriture vers la bouche de l'animal.

« L'eau », dit-il, pénètre par les deux ouvertures des entonnoirs et vient baigner le corps de l'animal; une petite partie est introduite par les fentes branchiales et sert à l'alimentation et à la respiration; le reste continue son chemin par le canal qui renferme la queue et sort par l'ouverture de ce canal. C'est le jeu ondulatoire de la queue qui met cette eau en mouvement ». Aussi-a-t-il vu et dessiné le tube oral. « J'ai observé un canal étroit qui partait de la bouche, mais je n'ai pu déterminer son parcours » (Fol loc cit p. 20. Pl. II. fig. 5).

Lohmann compléta ces recherches en interprétant les fonctions du piège et du tube oral.

L'eau tamisée par les treillages des entonnoirs remplit la grande chambre ventrale de la coquille. De là, après avoir passé par les chambres intermédiaires, elle entre dans les chambres postérieures du piège, avec lesquelles les premières sont en communication immédiate. Ici l'eau est tamisée encore une fois; les menus animalcules, suspendus dedans, s'arrêtent dans les sacs postérieurs du piège et l'eau pure passe, à travers le treillis des fibres, dans les sacs antérieurs, et de là — dans la chambre dorsale de la coquille, laquelle chambre communique avec le sac antérieur du piège. C'est dans les sacs postérieurs du piège que s'accumule une grande quantité de matières nutritives, que l'animal consomme peu à peu par l'intermédiaire du tube oral. Par conséquent le piège sert de filtre à l'eau en même temps que de garde — manger au matériel nutritif.

Lohmann n'a pas réussi à suivre la voie, par laquelle l'eau passe des chambres intermédiaires dans le piège et c'est là une des plus importantes questions, à trancher pour les observateurs. Il n'a distingué que l'ouverture, par laquelle l'eau sortait du sac antérieur du piège, pour entrer dans la chambre dorsale de la coquille.

Il fut déjà observé que la chambre dorsale se termine en cul de sac; en conséquence l'eau, une fois entrée dedans, n'a plus d'issue. Lohmann (p. 353 loc. cit.) suppose qu'elle sort par des orifices, qui se trouvent à la face dorsale de la coquille, sur les appendices, qu'il a dénommés « *filles dorsaux* ».

Pour compléter la description de la coquille il faut encore mentionner une cavité, qui communique avec la chambre ventrale et s'ouvre au dehors par l'orifice d'évasion (Fig. 4 *flk*). C'est par cette cavité que l'*Oikopleura* s'enfuit en quittant sa coquille. Lohmann a désigné

cette cavité sous la dénomination de « chambre d'évasion » (Fluchtkammer). Il paraît qu'elle ne remplit pas d'autre fonction.

Développement de la coquille. Ayant donné un aperçu général de la coquille et de ses fonctions, passons à la formation de cet appareil. Lohmann l'observa aussi chez l'*Oikopleura rufescens*.

La formation de la coquille débute par la sécrétion de la substance mucilagineuse, à la surface de la région oikoplastique de l'ectoderme. La couche mucilagineuse, dont dérivent les parois de la coquille, qui délimitent toutes ses cavités, est sécrétée par tous les oikoplastes, à l'exception des plaques oikoplastiques de Fol et celles d'Eisen, qui donnent naissance à des organes spéciaux; les plaques de Fol — au piège; et les plaques d'Eisen — aux treillages des entonnoirs. L'évolution de ces organes est très compliquée.

La fonction des Oikoplastes n'aboutit pas à la sécrétion de la substance mucilagineuse, qui se dépose à leur surface. Des cellules oikoplastiques, quelquefois des amas cellulaires, émigrent dans la substance mucilagineuse, pour y dégénérer; ce qui fut constaté par Seeliger¹⁾. Certes, une semblable perte de cellules, précieuses pour l'organisme, doit avoir un but précis; en d'autres termes, elles contribuent au développement de la coquille. Mes observations m'ont démontré, que l'émigration des amas cellulaires dans la substance mucilagineuse et la formation des replis de l'ectoderme, rentrant dans la substance susnommée, affectent un lien intime avec l'apparition des chambres de la coquille. L'émigration des cellules isolées n'est pas d'une valeur aussi importante, car elle pourrait être expliquée par la dégénérescence des cellules ectodermiques.

Dans les endroits où par la suite apparaîtront de spacieuses cavités, de forme plus ou moins complexe, l'ectoderme constitue toujours des replis que rentrent dans l'intérieur de la substance mucilagineuse. Ainsi à certains stades de l'évolution de la coquille, on distingue dans la région antérieure du corps, en avant des plaques oikoplastiques de Fol, deux replis symétriques de la couche oikoplastique, (fig. 2, 3, 6 *rp.*) qui, rentrant dans la couche mucilagineuse, servent pour ainsi dire de moule à la chambre dorsale. A des stades plus avancés l'on peut constater qu'autour de chacun de ces replis apparaît une cavité; les cellules, qui formaient ces replis dégénèrent; leur lien se rompt; elles deviennent granuleuses; quelques unes d'entre elles se divisent en menus granules de protoplasma. Comme les deux replis de l'ectoderme, qui concourent à la formation de la chambre dorsale, sont réunis à la face dorsale, il est évident qu'après leur dégénération définitive les cavités se confondront au même endroit pour former une cavité unique qui est la chambre dorsale.

La chambre d'évasion se forme à peu près de la même manière. Son développement s'observe facilement sur des coupes longitudinales (fig. 7 *Chev*). Bien que je n'ai pu étudier que des stades, où son évolution était avancée, l'intervention des cellules ectodermiques dans le moulage de cette cavité est hors de doute. Sur la fig. 7 *chev*, la chambre d'évasion

1) Seeliger, Einige Beobachtungen über die Bildung des äusseren Mantels der Tunicaten. (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. 56. 1893. p. 501—503.)

se présente sous forme d'un canal, qui s'ouvre au dehors par l'orifice d'évasion, et par son extrémité supérieure confine à l'ectoderme. Dans cet endroit, l'on distingue un groupe de cellules ectodermiques, faisant saillie dans l'intérieur de la cavité. Evidemment, au début, elles formaient un repli, qui servait de moule à la substance mucilagineuse, sécrétée à leur surface. Au fur et à mesure de l'accroissement de la sécrétion la chambre d'évasion devient plus spacieuse.

Bien que le mode de la formation des **chambres intermédiaires** m'ait échappé, je suppose que leur origine est similaire à celle des cavités, que nous venons d'examiner. A des stades, où le développement de la coquille était considérablement avancé, j'ai distingué en arrière des plaques oikoplastiques de Fol et du piège, qui est leur dérivé, deux cavités complètement différenciées, dont la situation correspondait aux chambres intermédiaires.

En ce qui concerne la **chambre ventrale**, elle n'a point d'origine spéciale. Elle correspond à l'interstice, qui se trouve entre la surface du corps, qui sécrète la substance mucilagineuse de la coquille et la paroi de cette dernière, et n'apparaît qu'au moment où cette paroi s'écarte du corps de l'animal.

Passons maintenant à la formation des appareils spéciaux de la coquille, notamment : *des treillages avec les entonnoirs, et du piège.*

Lohmann fut le premier à signaler que ces deux organes pairs se forment aux dépens des plaques oikoplastiques de Fol et de celles d'Eisen. Les treillages et les entonnoirs dérivent des plaques d'Eisen, et les pièges avec toutes leurs parties complexes, leurs fibres, fibrilles etc., sont les produits des plaques oikoplastiques de Fol.

1) *Formation du treillage.* L'apparition des entonnoirs et de leurs treillages est simultanée à celle des autres parties de la coquille. Sur des coupes appartenant aux individus chez lesquels la sécrétion de la substance mucilagineuse était à peine commencée, la formation des treillages était déjà manifeste. Lohmann a signalé que chacun des treillages qui, à l'état développé, représente une plaque unique, consistant en fibrilles croisées à angle presque droit, apparaît sous forme de deux membranes indépendantes; l'une externe, où les fibrilles sont disposées suivant son axe longitudinal, l'autre interne dans laquelle les fibrilles sont parallèles à son axe transversal. De la réunion de ces deux membranes (l'externe étant superposée sur l'interne) résulte un treillage, dans lequel les fibrilles sont disposées fort régulièrement.

En général je puis confirmer cette description du savant allemand, bien que dans beaucoup de détails mon opinion soit contradictoire.

Comme on était en droit de supposer à priori, c'est la **membrane externe**, où les fibrilles sont longitudinales, qui apparaît en premier lieu. D'après Lohmann elle serait formée aux dépens des Oikoplastes antérieurs ou auxiliaires. Comme ces derniers ne délimitent que la partie antérieure des Oikoplastes principaux, cette membrane s'accroîtrait d'avant en arrière; après s'être attachée à la substance mucilagineuse qui enveloppe l'extrémité postérieure de la plaque d'Eisen elle recouvrirait les cellules centrales de cette dernière.

Je ne puis confirmer cette description. Sur des préparations colorées par l'heamelun appartenant aux premiers stades du développement, la membrane externe affecte la forme d'une glace de montre, dont la surface s'applique fortement aux cellules principales de la plaque d'Eisen, et les bords sont fixés aux cellules auxiliaires (fig. 8 *tre*). Cette situation seule indique que sa formation est due aux cellules principales.

A l'appui de mon opinion je dois noter un autre phénomène non moins convaincant.

En observant attentivement le protoplasma des cellules principales on peut y constater deux couches parallèles : l'une supérieure adhérente au treillage, l'autre inférieure adjacente au mesenchyme. La couche supérieure, d'une structure à peu près homogène, sur des préparations colorées par l'heamalun se distingue par la même couleur bleuâtre, qui caractérise la membrane du treillage. Le protoplasma de la couche inférieure est finement granuleux. Cette différenciation du protoplasma ne peut être expliquée que par ce qu'une sécrétion active de substance mucilagineuse se produit dans la couche périphérique. La substance mucilagineuse sortie des cellules en durcissant constitue la membrane externe.

Dans les cellules glandulaires des autres Appendiculaires, notamment chez *Fritillaria pellucida*, une différenciation semblable de protoplasma précède souvent la sécrétion de la substance mucilagineuse. On voit des cellules se diviser en deux portions : l'une, dans laquelle s'accumule la substance mucilagineuse prête à être sécrétée, devient homogène tandis que l'autre conserve son état finement granuleux.

En outre des stades plus avancés du développement de la coquille (fig. 9) démontrent d'une manière convaincante que ce sont les cellules principales et non les cellules auxiliaires qui interviennent dans la formation de la membrane externe.

La coupe que représente la figure 9 est surtout intéressante sous le rapport de structure de cette portion du treillage. Cette coupe longitudinale frontale a été pratiquée sur un individu qui a déjà sécrété une mince couche de substance mucilagineuse. Elle recouvre les parties postérieures et antérieures du corps, mais n'intéresse pas encore la membrane externe, qui reste à nu et conserve la même forme et la même position qu'elle présentait sur la coupe précédente, avec la seule différence qu'entre elle et les cellules principales de la plaque d'Eisen, auxquelles elle était adhérente, apparaît une fente. C'est aussi à ce stade que j'ai distingué, pour la première fois, une striure dans la membrane externe. Il se peut que la striure subsistait au stade précédent, mais comme je n'en avais que des coupes longitudinales, sur lesquelles les stries ne sont pas manifestes, il ne m'a pas été possible de la distinguer.

Comme au stade 10 les stries étaient en voie de formation, j'ai pu étudier ce processus intéressant dans tous les détails.

La membrane externe du treillage se compose de stries claires et foncées, disposées régulièrement dans un ordre alternant, comme c'est le cas dans les muscles striés. Les raies claires, qui correspondent aux interstices entre les stries elles-mêmes ne touchent pas à la surface de la membrane, ce qui permet de conclure qu'elle n'est pas encore trouée. En

même temps on signale un phénomène très intéressant dans la structure de la couche périphérique des cellules de la plaque d'Eisen. Toute leur surface est semée de minuscules pseudopodes filiformes, qui se dirigent vers le haut, dans la direction de la membrane. La forme des pseudopodes est variée; quelques uns apparaissent sous forme de fils contournés, qui se réunissent entre eux, d'autres sont élargis à leur base, mais tous, sans exception, s'allongent en fils excessivement fins au voisinage de la membrane. Grâce à ce que les pseudopodes sont finement granulés, à de forts grossissements on peut nettement distinguer leur disposition. Ainsi l'on peut constater qu'ils se dirigent directement vers les interstices foncés de la membrane externe, pour y pénétrer. (Pl. VII, fig. 9 *prf.*)

La disposition semblable des pseudopodes filiformes, produits par les cellules principales de la plaque d'Eisen, nous explique le mode de la formation des fibrilles longitudinales du treillage. Evidemment les pseudopodes, en pénétrant dans l'intérieur de la membrane externe, donnent naissance à ces fibrilles. Je suppose que la substance constituante de ces dernières est sécrétée aux extrémités des pseudopodes et, qu'au fur et à mesure de l'accroissement de la sécrétion, les pseudopodes se retirent vers la cellule, en continuant leur activité sécrétoire, jusqu'au moment où la substance sécrétée n'ait atteint la surface de cette dernière. A l'appui de mon hypothèse je dois noter que l'on distingue un grand nombre de pseudopodes qui sont en contact avec les fibrilles. Comme ces dernières sont disposées dans un ordre très régulier parallèlement les unes aux autres, on est en droit de conclure que chaque fibrille est formée par tout une série de pseudopodes, disposés dans le même ordre et intimement liés entre eux. Souvent les pseudopodes, qui en sortant de la cellule principale affectent des formes variées, tantôt recourbées, tantôt ramifiées, se réunissent en dessous de la membrane externe en une mince couche, qui à son tour donne naissance à de pseudopodes secondaires très courts, disposés dans un ordre régulier qui pénètrent au fond de la membrane externe. Comme ces courts pseudopodes secondaires se trouvent à proximité de la membrane externe, ils peuvent pénétrer dedans plus facilement que les longs pseudopodes primaires.

Je suppose que les pseudopodes n'apparaissent pas au début de la formation de la membrane externe du treillage. Celle-ci doit être sécrétée en premier lieu, sous forme d'une couche homogène continue, qui constitue sa surface externe. Ce n'est que par la suite qu'apparaissent les pseudopodes dont dépend la structure si caractéristique de cette membrane. Autrement on ne saurait expliquer la raison, pour laquelle les interstices, situés entre les fibrilles dès leur apparition ne s'ouvrent pas au dehors. L'épaississement ultérieur de la membrane externe est dû aux pseudopodes. Au stade, où les stries deviennent manifestes, elle n'adhère plus à la surface des cellules principales; en conséquence elle ne peut s'accroître aux dépens de la sécrétion immédiate de ces dernières. Son épaississement ne peut dépendre que des éléments avec lesquels elle affecte un lien intime; et les cellules principales sont les seules avec lesquelles elle est en communication.

Avant de passer à la description des stades ultérieurs de l'évolution des treillages je

dois noter un phénomène très intéressant qui caractérise le développement de cette portion de la coquille. Au début de la formation des treillages, les plaques d'Eisen et la membrane externe sont à nu. Aux stades ultérieurs du développement, on les voit recouvertes par une substance mucilagineuse (Pl. VII, fig. 10, *Cq*). Or cette couche ne peut naître dans l'endroit où elle devient reconnaissable, car les plaques d'Eisen qui sont recouvertes par la membrane externe, ne peuvent sécréter aucun produit à travers la membrane susnommée.

Ainsi la substance mucilagineuse ne peut être que le dérivé des cellules situées en arrière ou en avant des plaques d'Eisen. Je suppose qu'elle est le produit des cellules antérieures 1° par ce qu'au stade fig. 10, que nous venons de considérer, on peut constater que la substance mucilagineuse, située en avant des plaques d'Eisen envahit quelque peu leur portion antérieure; elle est encore excessivement mince et affecte la forme d'une membrane cuticulaire. 2°. Aux stades ultérieurs de l'évolution de la coquille, la substance mucilagineuse, qui recouvre les plaques d'Eisen et les treillages, n'adhère pas à ces parties, mais s'étend en dessus sous forme d'une voûte qui en est séparée par une cavité, ce qui permet de conclure que la substance susnommée s'accroît sous forme d'une couche indépendante qui peu à peu enveloppe les plaques d'Eisen.

Au stade fig. 10 devient reconnaissable la deuxième membrane interne du treillage (*mit*) qui siège en dessous de la membrane externe. Elle aussi est exclusivement le produit des cellules principales de la plaque d'Eisen. Par ses bords extérieurs, elle est fixée aux cellules susnommées, et toute sa portion médiane, située parallèlement à leurs surfaces, en est séparée par une fente similaire à celle, qui la sépare de la membrane externe. A ce stade elle est encore très mince et complètement unie et lisse. Du moins je n'ai pu y distinguer de stries. Elles apparaissent plus tard; j'ai eu la chance d'observer le stade du développement qui explique le mode de leur formation. Sous ce rapport mes observations ne confirment point l'opinion de Lohmann, qui suppose que les stries sont produites par un plissage de la membrane interne. Il la décrit comme «une membrane finement plissée dans la direction dorso-ventrale». («In dorso-ventrale Richtung, ganz fein zusammengefaltete Membran» loc. cit p. 378). Or ici il ne peut être question de plissage: la membrane interne, complètement unie et lisse au moment de son apparition, ne devient striée qu'au cours de son développement; le mode de la formation des stries est semblable à celui qui fut signalé dans la membrane externe.

La fig. 11 A (Pl. VII) représente une coupe longitudinale des oikoplastes d'Eisen et du treillage. L'évolution de ce dernier est notablement avancée. Il se présente sous forme d'une mince lamelle, recourbée sous forme d'un *S*; il est enveloppé d'en haut par la couche mucilagineuse et siège en dessus des oikoplastes d'Eisen, dont il est séparé par une cavité assez spacieuse. Sa portion antérieure, plus épaisse que la portion postérieure, se repose sur des cellules oikoplastiques, et son extrémité postérieure, en s'amincissant, se transforme en une mince membrane, fixée aux cellules postérieures de la plaque d'Eisen. Les deux membranes constituantes se distinguent nettement.

La membrane externe, (*mex*) qui a conservé la même structure qu'elle avait au stade précédent, paraît maintenant beaucoup plus mince, sa surface est onduleuse ; quant à sa face interne, elle est striée, bien que cela ne soit pas manifeste sur la coupe 11 A, qui est longitudinale.

La membrane interne est striée dans toute son étendue. Les stries filiformes, excessivement fines, se disposent par groupes, dont le volume et la forme varient d'après leur situation. Ainsi, dans la partie antérieure du treillage, se trouvent de grands groupes de stries, disposées parallèlement les unes aux autres, mais un peu obliquement vers la surface de la membrane elle-même. En arrière sont reconnaissables d'autres groupes, dans lesquels le nombre de stries est réduit. Les stries ne sont plus parallèles les unes aux autres, mais se rapprochent en avoisinant la surface de la membrane ; ce qui rend la forme de chaque groupe vaguement triangulaire. Encore plus en arrière, apparaissent des groupes triangulaires, consistant seulement en trois stries, réunies à angle droit à la surface de la membrane interne. A l'extrémité postérieure de cette dernière se retrouve la disposition parallèle des stries.

Je n'ai pu signaler de disposition absolument parallèle de ces stries, dans des coquilles, qui étaient en voie de formation. Si toutefois elle existe dans des coquilles définitivement formées, il faut croire qu'une modification dans leur disposition se produit au moment où la membrane interne s'accôle à la membrane externe ou bien au moment où la coquille se déploie. Je n'ai signalé non plus aucun indice de plissage de la membrane interne, d'où résulteraient les stries susnommées. Aussi ne pouvais-je la reconnaître sur les figures données par Lohmann.

Quelle est donc l'origine de ces stries ? Elles se forment de la même manière que les stries de la membrane externe, à l'exception de quelques modifications insignifiantes reconnaissables sur la coupe fig. 11 (Pl. VII), qui représente un stade où le développement du treillage est fort avancé. On peut y constater que sa partie interne ou, en d'autres termes, sa membrane interne (*mit*) s'appuie sur un amas de protoplasma (*cf*), qui n'est en définitive qu'une portion de la cellule principale, adhérente à la face interne de cette membrane. Un peu plus en arrière, vers la partie médiane du treillage, se distingue une seconde cellule qui envoie un prolongement lobé, qui de même s'applique fortement à la face interne de la membrane interne du treillage. En examinant attentivement à un fort grossissement (*Zeiss*, Imm. $\frac{1}{12}$ — *Oc. B*) ces cellules, on peut distinguer que chacune d'elles, juste dans l'endroit où elle confine à la membrane interne, donne une série de pseudopodes filiformes, dont chacun siège en dessous de la strie de la membrane interne. Ils sont de suite reconnaissables, grâce à leur coloration plus vive, que celle des stries ; aussi peut-on constater que chaque pseudopode est fixé à la strie correspondante. A la limite du protoplasma, à leur début, les pseudopodes sont plus forts et plus vivement colorés ; au voisinage de la membrane ils s'effilent, leur coloration devient de plus en plus pâle, pour disparaître lorsqu'ils ont pénétré dans l'intérieur de la membrane, où leurs contours s'effacent complètement.

Cela met en évidence, que la formation des stries transversales de la membrane interne du treillage s'opère de la même manière, que celle qui fut signalée à la formation des stries longitudinales de la membrane externe. La seule différence consiste en ce, que les pseudopodes ne dérivent pas immédiatement de la surface des cellules principales de la plaque d'Eisen, mais sont les produits des prolongements que ces dernières envoient dans la direction de la membrane interne. Cette différence, d'ailleurs d'une valeur secondaire, dépend probablement de ce que la membrane interne s'écarte des cellules principales dès le début de sa formation, et en est séparée par un espace considérable, à travers lequel des pseudopodes filiformes excessivement tenus n'auraient pu l'atteindre pour s'y fixer.

2) *Formation des entonnoirs.* Lohmann attribue aux entonnoirs une formation très compliquée. Il relate que chaque entonnoir se forme aux dépens d'une gouttière spéciale qui du treillage se dirigerait vers la face dorsale. Je n'ai pu trouver de gouttière semblable chez l'*Oikopleura rufescens*.

D'après ce que j'ai pu observer relativement au développement des entonnoirs chez cette espèce, il me paraît beaucoup plus simple. On a vu que les treillages au début de leur formation s'écartent de la plaque oikoplastique d'Eisen. En dessus et en dessous des treillages, apparaissent des cavités. Celles qui siègent en dessus ont déjà été mentionnées; elles se forment entre le treillage et la couche mucilagineuse, qui peu à peu recouvre ce dernier. Les cavités, situées en dessous du treillage, se forment comme je viens de le noter, entre la plaque oikoplastique d'Eisen et le treillage lui-même, lorsque ce dernier en s'écartant de la plaque oikoplastique d'Eisen se soulève un peu. Ces cavités, dont deux côtés sont délimités par la substance mucilagineuse, ont pour plancher les plaques oikoplastiques d'Eisen. Elles sont de forme cylindrique. Au stade fig. 11 (Pl. VII) elles sont encore courtes et peu spacieuses, car la couche de la substance mucilagineuse est encore excessivement mince. Lorsque la formation de la coquille est achevée et qu'en se déployant elle atteint son volume définitif, la substance mucilagineuse se gonfle; en conséquence les cavités s'allongent considérablement. Comme au dehors elles sont recouvertes par les treillages et conduisent dans la cavité principale de la coquille elles correspondent complètement aux entonnoirs.

3) *Formation du piège.* Lohmann décrit le mode de la formation du piège chez l'*Oikopleura rufescens* et chez l'*Oikopleura albicans*, et relate que le piège se forme aux dépens des plaques oikoplastiques de Fol. A en juger d'après les figures, qu'il a données, il a dû observer ce processus sur des coupes transversales optiques et sur des coupes transversales réelles. Des deux figures, qu'il nous donne (loc. cit Taf. II, fig. 6 et 7) la figure 6 représente une coupe transversale optique, et la figure 7 une coupe transversale réelle. Je me suis convaincu que les coupes transversales optiques, même colorées par l'heamatoxylin, grâce à l'épaisseur de l'animal sont défavorables à l'étude de la structure intime du piège. Du moins je n'ai pu distinguer là-dessus les différentes portions du piège, qui sont en voie de formation, avec autant de netteté que les représente Lohmann sur sa figure 6. Pour ce motif je tiens cette figure pour schématique. Quant à la coupe transversale réelle (fig. 7 loc.

cit) je la trouve aussi quelque peu schématisée. Comme les oikoplastes de Fol n'y sont point figurés je la trouve peu probante sous le rapport de l'origine de diverses portions du piège aux dépens d'un groupe déterminé d'Oikoplastes. Les autres figures données par Lohmann concernent plutôt la structure intime du piège que son évolution. Ce manque de figures explicatives rend sa description un peu vague..

Mes observations confirment complètement quelques unes des thèses de Lohmann, notamment: l'intervention des cellules postérieures ou zonées dans la formation de certaines portions du piège et la sécrétion de la substance mucilagineuse par les cellules géantes. Sous d'autres rapports mon opinion diffère de la sienne.

Les phases suivantes sont à signaler à l'évolution du piège.

1°. La sécrétion de la substance gélatineuse par les cellules géantes.

2°. L'apparition d'une cavité dans la substance susnommée et la formation des sacs postérieurs et antérieurs qui viennent s'y loger.

3°. L'accroissement des sacs susnommés et la différenciation de la substance gélatineuse du piège.

4^m. La formation des fibres du piège.

Les parties substantielles du piège, notamment les sacs antérieurs et les sacs postérieurs sont formés exclusivement aux dépens des cellules postérieures ou zonées de la plaque oikoplastique de Fol. Les cellules géantes ne sécrètent que la substance gélatineuse, qui sert d'ébauche aux parois du piège; toutes les autres cellules de la plaque ci-dessus ne concourent point à sa formation.

La première ébauche du piège apparaît simultanément à celle du treillage. Les cellules géantes commencent à fonctionner en premier lieu. Elles sécrètent une substance semblable à la substance mucilagineuse, mais qui en diffère d'après le rapport qu'elle affecte avec les matières colorantes.

Pendant la sécrétion de cette substance, on signale dans les cellules géantes les mêmes modifications intéressantes, qui caractérisent les cellules principales des plaques d'Eisen au moment de la sécrétion de la membrane externe du treillage. Sur des préparations, colorées par l'heamalun (fig. 12, Pl. VII), le protoplasma de chaque cellule se constitue de deux couches: supérieure et inférieure qui diffèrent notablement l'une de l'autre par leur coloration et leur granulation. La couche supérieure (*pgel*) plutôt homogène ne renfermant qu'un nombre insignifiant de granules est plus vivement colorée que la couche inférieure (*pgr*), finement granulée. Ces deux couches sont nettement délimitées l'une de l'autre.

La cause de cette différenciation du protoplasma est la même, qui a produit un phénomène semblable dans les cellules principales des plaques d'Eisen. C'est que toute la couche supérieure du protoplasma est imbue de substance gélatineuse, prête à être sécrétée à la surface de la cellule.

La substance sécrétée par les cellules géantes des plaques oikoplastiques de Fol n'est pas identique à celle qui est sécrétée par les autres cellules ectodermiques. Elle fixe plus

énergiquement l'heamalun, est moins homogène et moins vitreuse. La différence entre les deux substances devient surtout manifeste après que tout le corps de l'Oikopleura se recouvre par la substance mucilagineuse. Sur des coupes appartenant à ces stades de l'évolution cette différence paraît très prononcée. Evidemment la composition chimique des deux substances est différente. Aussi pour ne pas les confondre je vais désigner la substance sécrétée par les cellules géantes sous la dénomination de **substance gélatineuse**. Au début de sa formation elle affecte la forme d'une lentille : épaissie dans sa partie médiane elle est amincie vers ses bords.

Aussitôt après l'apparition de cette première ébauche du piège s'opère la sécrétion de la substance mucilagineuse, ou de la coquille proprement dite, sur toute la surface de la couche oikoplastique à l'exception des plaques de Fol et celles d'Eisen. Toutes les deux, ainsi que leurs dérivés : le treillage et les deux sacs du piège restent encore à nu et ne se recouvrent que dans la suite, par les parties avoisinantes de la substance mucilagineuse.

Un stade semblable de l'évolution de la coquille et du piège est sur la fig. 13 (Pl. VII) qui donne une coupe longitudinale frontale. La substance mucilagineuse, encore assez mince, a envahi tout le corps de l'Oikopleura et recouvre les plaques d'Eisen et les treillages, ne laissant à nu que la partie postérieure de la plaque oikoplastique de Fol ; les cellules centrales et les cellules cubiques qui constituent sa portion antérieure, en sont déjà recouvertes. La coupe 13 démontre que c'est la substance mucilagineuse, sécrétée par les cellules de la portion antérieure du corps, qui a enveloppé les oikoplastes susnommés. Au stade précédent, nous les avons vus encore recouverts par la couche gélatineuse, sécrétée par les cellules géantes de la plaque oikoplastique de Fol. En s'accroissant sous forme d'une lamelle excessivement mince, la substance mucilagineuse (*lba*) s'est introduite graduellement entre les oikoplastes antérieurs de la plaque de Fol et la substance gélatineuse, et en soulevant peu à peu la portion antérieure de cette dernière elle a rompu le lien qui réunissait ces deux parties. Ainsi à ce stade la plaque gélatineuse, dont la portion antérieure se repose sur la couche mucilagineuse de la coquille, n'adhère qu'aux cellules géantes et aux cellules zonées. Ici sa limite est nettement tracée.

La portion postérieure de la plaque gélatineuse a aussi subi des modifications, non moins considérables : la couche mucilagineuse, située en arrière (*lbp*), en s'appliquant fortement contre son extrémité l'a soulevée quelque peu, sans toutefois s'introduire entre elle et les cellules zonées. Ainsi la plaque gélatineuse, qui au début de sa formation s'appliquait fortement contre la plaque oikoplastique de Fol, n'est plus fixée à cette dernière que par sa portion médiane, adhérente aux cellules géantes et aux cellules zonées. Ses deux extrémités, détachées des oikoplastes, se reposent sur la substance mucilagineuse de la coquille. Comme ses extrémités sont soulevées, sa surface externe de convexe qu'elle était au stade précédent, devient concave. Je dois noter qu'en même temps, la portion médiane de la plaque oikoplastique de Fol s'enfonce dans les limites des cellules géantes et des cellules zonées. Il se peut que la concavité de la plaque gélatineuse dépende de cet enfoncement.

En même temps dans la portion postérieure de la plaque gélatineuse (fig. 13 *cpg*) se creuse une cavité (*cp.*) délimitée par une couche excessivement mince de la dite substance. Son apparition est probablement due à la liquéfaction de la substance gélatineuse qui s'opère dans cet endroit. Cette cavité, que je vais dénommer **cavité du piège**, intéresse toute la portion postérieure de la plaque gélatineuse, s'étend en demi-cercle en dessus des deux rangées postérieures des oikoplastes zonées auxquels elle aboutit évidemment. De cette manière, tous les produits sécrétés par ces cellules pénètrent immédiatement dedans. Le rapport que la cavité du piège affecte avec les oikoplastes zonés a une grande valeur pour la formation du piège, comme je vais le démontrer.

Je n'ai pu observer les tous premiers stades de l'évolution des sacs du piège. Au stade fig. 13, où la formation du sac antérieur est commencée, on peut constater facilement qu'il prend naissance dans la deuxième rangée des cellules zonées (*cz*²) de la plaque oikoplastique de Fol, avec lesquelles il affecte un lien intime pendant toute la durée de son évolution. A ce stade, peu avancé de son développement, il se constitue de fibrilles excessivement fines. Sur des coupes longitudinales et sagittales ces fibrilles apparaissent tantôt sous forme de menus points, tantôt sous forme de fibrilles, disposées transversalement à l'axe longitudinal du piège.

Il serait difficile d'expliquer le fait que dans divers endroits de la même coupe, les fibrilles se présentent sous deux aspects si différents, si l'on acceptait que la cavité du sac est indivise. Or il a été signalé à la description du piège, qu'à des stades plus âgés, la cavité du sac antérieur est divisée en plusieurs chambres, par de minces cloisons, situées parallèlement à l'axe longitudinal du piège (fig. 18, Pl. VIII). Les fibrilles, constituant ces cloisons, se dirigent de la paroi postérieure du sac vers sa paroi antérieure, transversalement à l'axe longitudinal du piège. Aussi apparaissent-elles intactes sur des coupes, qui ont passé parallèlement à l'une des cloisons susnommées sans l'entamer.

Ainsi la présence des fibrilles, dans toute leur intégrité, sur une coupe longitudinale démontre la présence des cloisons, qui divisent le sac antérieur du piège en plusieurs chambres. Comme les cloisons et les chambres sont reconnaissables dans le sac antérieur sur des coupes appartenant à des stades peu avancés de son développement, je crois qu'on est en droit de conclure, que chacun des sacs antérieurs, à son début, apparaît sous forme de plusieurs chambres séparés, produits par chacune des cellules zonées de la deuxième rangée, et qu'au cours de l'évolution les parois des chambres adhèrent les unes aux autres, en formant de la sorte un sac commun, qui est le sac antérieur. Les parois soudées des chambres représentent les cloisons du sac antérieur.

Jusqu'ici, je n'ai pas eu l'occasion d'observer le processus de la formation des fibrilles. Or, comme elles sont incontestablement les dérivés des oikoplastes, comme les fibrilles du treillage, le mode de leur formation doit être identique dans les deux cas.

Assurément elles sont les produits des pseudopodes filiformes, qui prennent naissance dans les oikoplastes zonés. Sur l'une des coupes longitudinales (Pl. VIII, fig. 15 *cz*²) j'ai

pu constater le lien intime du sac antérieur avec les cellules zonées de la deuxième rangée. Bien que cela ne permette pas de trancher définitivement la question sur la genèse des fibrilles, toujours c'est un indice important relativement à leur origine.

Sur la figure 15 (Pl. VIII) l'on distingue nettement que, dans un endroit, la portion proximale du sac antérieur (*sa*) se rétrécit et passe insensiblement en un long prolongement (*cz*) de la cellule zonée de la deuxième rangée. Ce prolongement est cylindrique, il consiste en protoplasma finement granuleux, comme la cellule elle-même, et se termine par une dilatation insignifiante. En examinant cette coupe à un fort grossissement (Immers. homog. $\frac{1}{12}$ Zeiss) l'on peut constater que les parois du sac se continuent à une certaine distance, à la surface du prolongement ci-dessus et l'embrassent (Pl. VIII, fig. 15 A). A la limite du prolongement et du sac antérieur, l'on distingue nettement dans les parois de ce dernier des fibrilles transversales, ou peut-être circulaires, que l'on peut suivre jusqu'au sommet du sac (fig. 15 A, *fb*). Ces fibrilles se distinguent nettement sur la portion du sac, qui est creuse, et sont indistinctes sur celle, que remplit encore le protoplasma de la cellule zonée; ce qui d'ailleurs est fort naturel, car des fibrilles aussi grêles n'auraient pu s'accuser nettement sur le fond du protoplasma vivement coloré par l'haemalun, même dans le cas où elles seraient complètement formées. Si le protoplasma des cellules zonées était homogène, peut-être aurait on pu distinguer à sa surface les coupes transversales des fibrilles. Or comme il est finement granuleux, et que ses granules sont dispersés dans toute la cellule et à la périphérie de son prolongement, certes, ils peuvent rendre instincts et même complètement dérober à la vue, les contours des fibrilles coupées transversalement.

Une autre coupe appartenant à la même série (Pl. VIII, fig. 15 B.) est encore plus appréciable sous le rapport de la formation des fibrilles aux dépens des prolongements des cellules zonées. Sur cette coupe se remarque un prolongement de la cellule zonée de la 3-me rangée, qui donne naissance au sac postérieur du piège. Ce prolongement est en tous points semblable à celui qui dérive des cellules de la 2-me rangée. Il représente un lobe cylindrique, consistant en protoplasma finement granuleux qu'embrasse la portion proximale du sac postérieur. Un examen attentif fait constater, à la périphérie de ce prolongement, de menus pseudopodes filiformes, nettement distincts, disposés en une rangée longitudinale. La disposition de ces pseudopodes et la distance qui les sépare correspondent complètement à celles des fibrilles du sac postérieur, qui sont représentées sur la figure 15 A.

La présence de ces pseudopodes similaires à ceux qui ont été signalés à la formation des fibrilles du treillage, suggère que dans tous les deux cas le mode de leur formation est identique, et que les fibrilles sont les produits de la transformation des pseudopodes filiformes des cellules zonées.

Ainsi tous les phénomènes que je viens de signaler, notamment: 1° le lien intime du sac antérieur avec les prolongements des oikoplastes zonés de la deuxième rangée; 2° l'embrassement de ce prolongement par la portion proximale du sac antérieur, et 3° l'apparition

des pseudopodes filiformes, qui correspondent à l'apparition postérieure des fibrilles dans les deux sacs du piège, sont autant d'indices que ces dernières sont sécrétées par le protoplasma des cellules zonées des deux rangées postérieures.

Assurément, au début de leur formation les fibrilles affectent la forme d'anneaux, qui embrassent les prolongements protoplasmiques des oikoplastes; au fur et à mesure de l'apparition de nouvelles fibrilles, les premières se détachent des prolongements susnommés, étant poussées en avant par celles qui viennent de se former. C'est ainsi que l'on peut imaginer l'accroissement graduel des petits sacs, dérivés des oikoplastes zonés, dont dépend l'accroissement des sacs antérieurs et postérieurs du piège, ou en d'autres termes, du piège lui-même.

Le sac postérieur doit apparaître après le sac antérieur; au moins je ne l'ai jamais distingué à des jeunes stades de l'évolution de la coquille.

J'ai insisté sur la description du stade figuré en 15, 15 A et 15 B (Pl. VIII), eu égard à sa valeur importante à l'évolution du piège. C'est à ce stade que se produit la formation de ses parties principales.

Anssitôt après s'opère la formation de sa paroi antérieure, qui dépend des modifications que subit la plaque gélatineuse. Simultanément à l'accroissement du piège dans toutes les parties, que nous venons de considérer, la plaque gélatineuse s'accroît en dehors, en changeant sa forme primitive de plaque contre celle d'un entonnoir. Sur des coupes elle affecte la forme d'un triangle, dont le sommet regarde les cellules géantes, avec lesquelles pendant longtemps il affecte un lien intime. Sa portion, adhérente au sac antérieur, se différencie sous forme d'une mince couche qui, en avant recouvre le dit sac, en constituant de la sorte la paroi antérieure du piège. Tout le reste de la plaque gélatineuse reste libre entre le piège et la portion antérieure de la substance mucilagineuse de la coquille. D'après ce qu'aux stades ultérieurs, la plaque gélatineuse devient de plus en plus friable et ses contours s'effacent, on est en droit de conclure qu'elle dégénère peu à peu.

Après la formation de ses parois antérieures chacune des deux pièges représente une lamelle creuse, élargie en avant (Pl. VI, fig. 5, 6 *pp*) logée dans une cavité spéciale, délimitée en avant et en arrière par la substance mucilagineuse de la coquille. Les deux moitiés du piège, qui intéressent la face dorsale de l'*Oikopleura*, se disposent à droite et à gauche de la ligne médio-dorsale du corps.

Bien que très rapprochées elles sont séparées par une cavité ovoïde (*epo*) peu spacieuse, aux contours nettement tracés, dont la fonction et la signification jusqu'ici, me sont restées inexplicables.

Pour que le piège ait atteint son évolution définitive il ne lui manque que des fibres. Je ne puis préciser le moment d'où débute leur formation; elles ne deviennent reconnaissables qu'à des stades assez avancés.

Une série de coupes sagittales est surtout favorable à l'observation de leur développement, ainsi que de celui des sacs du piège; car sur quelques-unes d'entre elles on peut

distinguer en même temps tout une rangée de fibres à côté des cellules zonées de la 1-re rangée qui, il n'y a pas à en douter, leur donnent naissance.

Une coupe semblable est représentée sur la fig. 16 B (Pl. VIII). Cette coupe intéresse toutes les trois rangées des cellules zonées (cz^1 , cz^2 , cz^3), les parties basales des fibres (fbr), les parois du piège (pg), et la substance gélatineuse (sg); une cellule géante (cg) s'y distingue aussi. En examinant cette coupe l'on constate que les fibres sont toujours situées vis-à-vis des cellules zonées de la première rangée, comme si elles n'en étaient que la continuation immédiate. A gauche de la coupe se trouve une cellule zonée de forme triangulaire, dont le sommet allongé se dirige vers une fibre qui siège en dessus. A droite, les rapports des fibres avec les cellules zonées de la 1-re rangée s'accusent davantage. On y distingue quatre cellules zonées, qui non seulement s'allongent dans la direction des fibres, mais s'implantent par leur prolongements dans les fibres mêmes qui sont creuses. Ainsi, d'après les rapports que les fibres affectent avec les cellules de la première rangée, d'après leur disposition vis-à-vis des cellules susnommées, et enfin, d'après leur contact mutuel, il y a lieu de conclure que les fibres sont les produits des cellules zonées de la 1-re rangée.

La sécrétion de la substance, qui constitue les parois de ces fibres creuses, s'opère à la périphérie des cellules zonées. Elle apparaît sous forme d'une couche continue, qui s'accroît graduellement de bas en haut et se soude à la paroi externe du piège. De cette manière les parties, sécrétées en premier lieu, se trouvent au sommet de la fibre et les produits de la sécrétion ultérieure, siègent à sa base. Je suppose que la sécrétion des fibres débute à des stades primitifs de la formation de la coquille; mais comme je n'ai pu obtenir des coupes sagittales, appartenant aux stades ci-dessus, je n'ai pu le constater. Probablement l'accroissement des fibrilles s'opère simultanément à l'accroissement du piège.

D'après Lohmann le piège modifie sa position au fur et à mesure de son évolution ultérieure. Comme je n'ai pas eu l'occasion d'observer les derniers stades de son développement je ne puis encore me prononcer là-dessus.

En résumant mes observations sur l'évolution de la coquille, je peux signaler les résultats suivants :

1° La formation de la coquille débute par l'évolution de deux organes spécifiques : du piège et des entonnoirs.

2° Le piège se forme aux dépens des cellules géantes et des cellules zonées des plaques oikoplastiques de Fol. Les autres cellules des plaques susnommées, telles que les cellules cubiques et centrales n'interviennent point dans sa formation.

3° Les cellules géantes sécrètent une substance gélatineuse, qui sert de première ébauche au piège.

4° Les trois rangées des cellules zonées donnent naissance aux sacs du piège et aux fibres de ce dernier dans l'ordre suivant. La première rangée sécrète les fibres, la deuxième — le sac antérieur et la troisième — le sac postérieur du piège.

5° Les fibres, qui sont creuses, sont secrétées à la surface des cellules zonées de la 1-re rangée, sans l'intervention des pseudopodes.

6° Les parois antérieures et postérieures du piège sont constituées par la substance gélatineuse qui, après leur formation, dégénère peu à peu.

7° Le treillage qui défend l'entrée des entonnoirs est composé de deux membranes : l'une externe, constituée par des fibrilles longitudinales et l'autre interne, formée par des fibrilles transversales. Ces deux membranes naissent exclusivement aux dépens des plaques d'Eisen.

8° Les entonnoirs ne sont en définitive que des interstices qui se forment entre les oikoplastes d'Eisen et les treillages.

9° La plus grande portion de la coquille consiste en une substance mucilagineuse, sécrétée à la surface de tous les oikoplastes à l'exception des plaques oikoplastiques d'Eisen et celles de Fol.

10° Les chambres de la coquille se forment à l'aide des saillies spéciales et des replis de la couche oikoplastique du tégument.

Les glandes buccales.

Les glandes buccales d'*Oikopleura rufescens* ne diffèrent guère de celles d'*Oikopleura Vanhoeffeni*. La description détaillée de leur structure a été donnée dans ma première étude.

Elles sont de forme ovulaire, se constituent de deux couches : l'une externe et l'autre interne. La première consiste en protoplasma finement granuleux, qui se colore vivement par le carmin et l'haemalun.

La couche interne est formée du même protoplasma ; mais comme il est déjà imbu des produits de la sécrétion, qui sont indifférents aux matières colorantes, elle paraît presque incolore. La limite entre ces deux couches est peu nette. Le protoplasma périphérique envoie dans la profondeur du protoplasma intérieur une quantité de prolongements très fins, qui se dirigent radialement vers le point de la réunion de la glande avec l'ectoderme.

La glande buccale s'attache à l'ectoderme par son pôle externe. Or la cavité, qui chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni* sert de réservoir aux sécrétions de la glande, fait complètement défaut chez l'*Oikopleura rufescens*. Probablement les produits de la sécrétion sont déversés immédiatement au dehors.

Les noyaux de la glande ne fixent pas énergiquement les matières colorantes, aussi sur des préparations colorées sont-ils beaucoup plus pâles, que la couche périphérique du protoplasma qui les renferme. Ils sont très rapprochés les uns des autres, affectent la forme de vésicules pour la plupart ovalaires, rarement de forme irrégulière. Leur nombre varie dans différentes coupes.

Lohmann considère les glandes buccales comme unicellulaires. A l'appui de son opinion, il donne un dessin (Lohmann, loc. cit. pag. 373. Pl. II, fig. 12). Il dessine la glande avec un noyau unique fortement ramifié, dont les ramifications se dilatent pour former des lobes arrondis; considérant de la sorte les noyaux indépendants comme des lobes d'un noyau commun.

Je ne puis confirmer son opinion à cet égard; je suis complètement de l'avis de Fol, qui tient ces glandes pour multicellulaires. Je regarde les lobes nucléaires, dessinés par Lohmann, comme des noyaux indépendants. Nulle part je n'ai pu distinguer entre eux le lien qui a été dessiné par ce savant. Il est vrai que les limites entre les cellules constituant les glandes buccales sont effacées. Pour ce motif elles pourraient plutôt être considérées comme syncytium.

Quant aux noyaux ils sont toujours nettement délimités. Dans tous les cas ces glandes doivent être rangées au nombre des glandes multicellulaires.

Le ganglion céphalique et les organes des sens.

Ganglion Céphalique. La structure du ganglion céphalique chez l'*Oikopleura rufescens* est excessivement semblable à celle de cet organe chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*.

Chez ces deux espèces subsistent des particularités distinctives qui, apparemment, ne caractérisent que le genre *Oikopleura* et ne se retrouvent point chez le genre *Fritillaria*. Je suppose que les particularités de la structure intime du ganglion céphalique peuvent servir de caractères distinctifs pour différents groupes d'Appendiculaires, ainsi que celles qui signalent la structure du canal digestif, des organes génitaux etc.

Le caractère qui signale la structure du ganglion céphalique chez les deux espèces d'*Oikopleura*, que j'ai observées, c'est la présence dans cet organe de cellules de deux sortes différentes. Les premières, plus menues, renferment des noyaux comparativement pauvres en chromatine; elles donnent naissance à de différents prolongements: aux dendrites, comme aux neurites. Les secondes, plus volumineuses, pourvues de gros noyaux avec un riche réseau de chromatine, ne donnent qu'un nombre restreint de dendrites. Ces dernières, que chez *Oikopleura Vanhoeffeni* j'ai désignées sous la dénomination de **grosses cellules** caractérisent ces deux espèces d'*Oikopleura* et se retrouvent probablement chez toutes les espèces de ce genre. Grâce à quelques préparations, très bien réussies sous le rapport de la conservation, j'ai pu étudier d'une manière plus détaillée la structure du ganglion céphalique de l'*Oikopleura rufescens*. Les spécimens, surtout favorables à cette recherche sont ceux chez lesquels, probablement en vertu d'une faible macération, les cellules ganglionnaires se trouvent légèrement écartées, c'est pourquoi sur des coupes, pratiquées à travers des spécimens semblables, la forme des cellules s'accuse nettement et peut être facilement étudiée.

Les figures 19—19 B (Pl. IX) représentent trois coupes longitudinales frontales, confectionnées consécutivement à partir de la face dorsale du ganglion. Dans chacune d'elles on peut distinguer le côté gauche, où siège la vésicule sensorielle et les grosses cellules adhérentes à cette dernière (*grc*), et le côté droit, qui regarde la fossette vibratile, reconnaissable sur les coupes 19 A et 19 B.

Le ganglion est fusiforme; ces portions antérieure et postérieure sont rétrécies. La portion médiane, élargie dans la direction dorsoventrale, est concave du côté gauche. Cette concavité renferme la plus grande portion de la vésicule sensorielle.

Nous allons considérer séparément chaque portion du ganglion.

La portion antérieure du ganglion céphalique (Pl. IX, fig. 19—19 B, *pan*) consiste en cellules fusiformes bipolaires et en cellules multipolaires, disposées très régulièrement. A sa face ventrale (fig. 19) se trouvent des cellules volumineuses, qui donnent en avant de forts prolongements. Le nombre de ces cellules tantôt bipolaires, tantôt multipolaires, est restreint. Chacune donne deux ou trois prolongements très courts, qui la réunissent probablement avec les autres cellules. Peut-être donnent-elles aussi naissance aux fibres, qui se réunissent aux fibres des cellules avoisinantes pour former dans leur ensemble, le faisceau nerveux central, qui siège au voisinage de la face dorsale du ganglion. Le point de départ des prolongements courts varie d'après la situation des cellules; ainsi dans les cellules antérieures il se trouve à leur extrémité postérieure, et dans les cellules médianes — tantôt à leur face antérieure, tantôt aux faces latérales.

Les cellules antérieures donnent en avant de forts neurites (*pnv*) dont incontestablement dérive le nerf antérieur. Trois cellules semblables, assez volumineuses, qui donnent de longs et forts neurites, intéressent le côté gauche et la partie centrale de cette portion. Trois cellules multipolaires siègent du côté droit; elles donnent des rameaux plus faibles.

Dans la couche centrale de la portion antérieure du ganglion (fig. 19 A) se trouvent de grosses cellules, pour la plupart multipolaires, qui envoient des prolongements dans plusieurs directions. Dans leur ensemble, elles constituent un amas de grosses cellules nerveuses, de forme tantôt vaguement quadrilatère, tantôt triangulaire, délimité à sa périphérie par des cellules plus menues. Leurs prolongements courts, mais effilés, se disposent par deux ou trois de chaque côté de la cellule. Or, l'une d'entre elles, située à la limite de la portion médiane du ganglion donne quatre prolongements, qui se dirigent: en avant, en haut, en bas et vers le centre du ganglion. Leur protoplasma fort dense se colore vivement c'est pourquoi ces derniers sont plus accusés.

La couche supérieure ou dorsale de la portion antérieure (fig. 19 B) consiste en cellules bipolaires, rarement tripolaires. Ces dernières, de forme triangulaire, disposées à la périphérie du côté gauche du ganglion sont munies de trois prolongements, dont l'un se dirige vers le faisceau fibrillaire, dans lequel il pénètre, le deuxième se dirige en avant et le troisième en arrière. Les cellules bipolaires sont munies de prolongements courts antérieurs, qui communiquent avec les cellules situées en dessous, et de prolongements postérieurs plus

longs, qui pénètrent dans le milieu du ganglion et concourent à la formation du faisceau fibrillaire.

Entre les cellules périphériques du côté droit se trouvent peut-être aussi quelques cellules multipolaires.

Le faisceau fibrillaire, après avoir passé en longueur tout le ganglion, se transforme en nerf dorsal, qui longe tout le corps de l'*Oikopleura rufescens* et pénètre dans sa queue. Dans sa portion antérieure, le faisceau fibrillaire est formé exclusivement aux dépens des cellules périphériques, qui siègent à la face dorsale du ganglion; probablement les prolongements des cellules centrales et ceux des cellules ventrales viennent s'y joindre plus loin.

Dans sa portion postérieure le faisceau fibrillaire s'accroît encore aux dépens des prolongements des cellules de la portion postérieure du ganglion.

Sous la dénomination de **portion médiane** du ganglion (Pl. IX, fig. 19 A, *pm*), je vais désigner celle, qui siège en dessus de la vésicule sensorielle et donne vers la droite deux nerfs, dont l'un communique avec le mesenchyme (fig. 19 A, *Nms*) et le second (fig. 19 B, *Nol*) avec la fossette vibratile.

Extérieurement cette partie du ganglion n'est pas nettement délimitée de sa portion antérieure; mais examinée en coupes elle en diffère notablement d'après le caractère de ces cellules. Or on peut poser ses limites antérieures: à gauche, au point où le ganglion commence à se dilater, et à droite au point de départ des deux nerfs ci-dessus. Du côté gauche et dans le milieu de la portion médiane siègent de grosses cellules multipolaires, qui donnent trois ou quatre prolongements, dont un se dirige toujours à droite, dans la direction des nerfs. Du côté droit s'accumulent toujours des cellules, moins volumineuses, pour la plupart fusiformes, qui constituent les portions initiales du **nerf olfactif** et du **nerf mesenchymatique**, comme nous allons dénommer provisoirement ce dernier en attendant que sa continuation ultérieure soit connue.

La forme et la structure de ces deux nerfs sont similaires. Elargis à leur base, ils se rétrécissent pour s'effiler au bout. Le nerf mesenchymatique (fig. 19 A, *Nms*) proche à la face ventrale du ganglion, est le plus court des deux; il se recourbe en arrière sous forme d'arc. Le nerf olfactif est rectiligne; il se dirige tout droit vers la fossette vibratile.

Tous les deux consistent en cellules comparativement menues, pourvues de noyaux oblongs au réseau chromatique peu développé. Les noyaux sont fort rapprochés les uns des autres, ce qui rend les limites des cellules peu nettes et rend indistinctes les fibrilles nerveuses, qui subsistent dans cet endroit.

Je n'ai pu distinguer la terminaison du nerf mesenchymatique. J'ai pu constater seulement que son extrémité effilée se rapproche du mesenchyme. En ce qui concerne le nerf olfactif, mes recherches sous ce rapport ont été plus réussies. Avant d'atteindre la périphérie de la fossette vibratile il se bifurque. Ces deux branches divergentes, excessivement tenues, se dirigent vers la fossette vibratile pour se confondre avec le protoplasma de ses cellules constituantes (fig. 19 *Nol*).

La portion postérieure du ganglion consiste en cellules de deux espèces différentes. Du côté droit, qui regarde la fossette vibratile, siègent des cellules ganglionnaires bipolaires et multipolaires (fig. 19 et 19 A) et du côté gauche — les grosses cellules.

Les cellules droites, qui en arrière s'allongent en une longue branche, donnent en avant un ou deux prolongements insignifiants. Ces cellules forment une couche unique, adhérente au côté droit du faisceau fibrillaire. Pour la plupart, elles sont munies de noyaux oblongs pauvres en chromatine.

A l'extrémité postérieure de cette portion, siègent deux cellules qui donnent des prolongements excessivement longs, qui interviennent dans la formation du nerf dorsal.

Le nombre des grosses cellules gauches est restreint. Je suppose qu'il ne dépasse jamais celui de 4 ou 5, nombre qui fut aussi signalé dans le ganglion d'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Elles intéressent la face gauche et la face ventrale de la portion postérieure du ganglion. Elles sont si rapprochées les unes des autres, qu'il est très difficile de préciser leur forme. Sur des coupes, même à un fort grossissement, elles apparaissent sous forme d'un amas cellulaire où toutes les limites sont effacées. Or sur des coupes bien réussies comme celle que représente la fig. 19, l'on peut distinguer entre quelques cellules des interstices insignifiants, alors les cellules légèrement écartées les unes des autres paraissent triangulaires ou polyédriques.

La face interne des grosses cellules adhère au faisceau fibrillaire. Il est très difficile de distinguer si elles affectent un lien plus intime avec ce dernier par l'intermédiaire de leurs prolongements, ou bien si elles s'y appliquent seulement. Sur des coupes aucun vestige de prolongements n'est reconnaissable. Il est bien probable que les grosses cellules communiquent avec les cellules nerveuses de la portion médiane du ganglion; du moins, sur une des coupes j'ai distingué le prolongement d'une grosse cellule qui s'y dirigeait. Les grosses cellules sont caractérisées par leurs noyaux qu'on aperçoit à première vue, grâce à leur volume considérable et à leur vive coloration, qui dépend d'un fort développement de leur réseau chromatique. Aussi leur protoplasma fixe-t-il énergiquement les matières colorantes.

L'extrémité postérieure du ganglion céphalique se prolonge en nerf dorsal (fig. 19, *Nd*). Sur des coupes je n'ai pu suivre sa continuation qu'à une distance insignifiante. Grâce à ce que le nerf dorsal est recourbé les coupes ne nous donnent l'image que de ses fragments. Cependant j'ai réussi à observer sa portion initiale, qui est la plus importante, car elle fait valoir les rapports du nerf dorsal avec le ganglion céphalique.

Le nerf dorsal n'est que la continuation immédiate du ganglion céphalique qui, en se rétrécissant graduellement en arrière, passe insensiblement en nerf dorsal (fig. 19 A). A la racine du nerf siègent deux cellules nerveuses, dont chacune donne un long neurite, qui se dirige vers le nerf dorsal et s'acole de chaque côté à sa portion centrale consistant en une substance pâle et translucide. On peut suivre à une courte distance ces prolongements, qui s'effilent pour disparaître complètement; alors le nerf dorsal ne représente qu'une substance

translucide. Sous cet aspect on le rencontre sur quelques coupes qui ont été pratiquées dans les parties qu'il traverse. Sur toute son étendue, le nerf dorsal représente un fil solide, où aucune lumière n'est manifeste. Aussi n'ai-je pu distinguer dans sa substance constituante des fibrilles, qui d'après toutes les conceptions théoriques devraient y subsister, comme des dérivés du faisceau fibrillaire.

En comparant les coupes consécutives, figurées en 19 et en 19 A, l'on peut constater que, sur la coupe 19 A, le faisceau fibrillaire se trouve coupé juste au point, où sur la coupe 19 débute le nerf dorsal. Cela démontre, ce que la théorie faisait déjà supposer à priori, que la partie centrale translucide du nerf dorsal n'est que la continuation immédiate du faisceau ci-dessus. Cependant le faisceau fibrillaire (fig. 19 A) paraît beaucoup plus large que la substance centrale du nerf, et les fibrilles, indistinctes dans le nerf, y sont nettement reconnaissables. Je suppose que cette différence s'explique par ce que la masse fibrillaire passant dans le nerf se rétrécit, car les fibrilles s'accolent les unes aux autres.

Après avoir terminé l'examen du ganglion céphalique et apprécié tous les détails de sa structure intime et de la distribution de ces cellules constituantes, on doit signaler que la disposition des cellules nerveuses et la direction des neurites correspond à celle des nerfs, auxquels le ganglion donne naissance. Les trois portions du ganglion répondent aux quatre nerfs, produits par ce dernier. La portion antérieure se caractérise par des neurites, qui se dirigent en avant pour former le nerf antérieur; la portion médiane renferme des cellules, dont les neurites sont dirigés vers le nerf olfactif et le nerf mesenchymatique, deux nerfs qui partent de la droite du ganglion. La portion postérieure, consistant en cellules nerveuses, envoie des neurites en arrière, où ils concourent à la formation du nerf dorsal.

En outre, toutes les cellules du ganglion donnent des dendrites qui, en partie, servent à la communication des cellules et, en partie, donnent naissance aux fibrilles, lesquelles dans leur ensemble constituent le faisceau nerveux, qui passe par la partie centrale de tout le ganglion.

Le nerf dorsal est le nerf principal qui longe tout le corps de l'*Oikopleura rufescens* et pénètre dans sa queue; il dérive des fibrilles, produites par toutes les cellules du ganglion.

Enfin, comme particularité distinctive du ganglion céphalique de l'*Oikopleura rufescens*, il faut signaler l'absence d'une cavité dans sa portion antérieure.

La vésicule sensorielle. J'ai signalé à la description anatomique de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, que sa vésicule sensorielle se distinguait de celles qui furent observées précédemment chez différents Appendiculaires par ce qu'elle représentait un double organe sensoriel, un organe auditif et probablement un organe visuel. J'ai cherché en vain dans la vésicule sensorielle de l'*Oikopleura rufescens* des vestiges d'un organe qui aurait pu être considéré comme organe visuel. Sa fonction est exclusivement auditive.

Chez cette espèce la vésicule sensorielle est d'un volume considérable; comme chez toutes les Appendiculaires une de ses moitiés rentre dans le fond de la concavité, qui se

trouve sur le côté gauche du ganglion. Son autre moitié libre et saillante est délimitée par des parois excessivement minces. Cette dernière portion de la vésicule sensorielle (fig. 19 A, 19 B, Pl. IX) est soutenue par de filaments fort grêles du mesenchyme, qui généralement réunissent avec l'ectoderme différents organes internes. Pour ce motif, sur des coupes la vésicule sensorielle n'apparaît pas toujours sphérique et affecte parfois une forme polyédrique.

J'ai pu constater sur des coupes (Pl. IX, fig. 20), que la vésicule sensorielle de l'*Oikopleura rufescens* est complètement différenciée du ganglion céphalique. Elle en est délimitée par des parois excessivement minces. Probablement chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, je n'ai pu distinguer sa paroi interne, adjacente à la concavité du ganglion, parce que ses cellules constituantes sont fort aplaties et écartées les unes des autres et, que dans toute son étendue, elle représente une membrane excessivement mince, qu'il était très difficile de reconnaître, car elle s'applique fortement contre le ganglion. Chez l'*Oikopleura rufescens* la coupe (fig. 20) a passé par la paroi interne au point où siègent plusieurs cellules assez épaisses, ce qui la fait nettement distincte. La figure représente trois cellules (*pvs*) quoique plates mais renflées dans leur portion médiane qui sont réunies par une membrane fort mince. Sur les autres coupes de la même série (fig. 19 A, 19 B), sur lesquelles ces cellules ne se trouvent pas, la membrane interne n'est pas distincte non plus.

L'**otolithe** représente un corpuscule de forme sphérique fixé à l'aide d'une tige à la portion antérieure de la vésicule sensorielle (fig. 19 B). Cette tige s'applique si fortement contre les cellules ganglionnaires, que je suppose qu'elle n'est que la continuation immédiate de ces dernières, comme c'est le cas chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Chez ces deux espèces, l'otolithe ne ressemble en rien à l'otolithe des animaux les plus affinés aux Appendiculaires, telles que les Ascidies. Il n'a point l'aspect d'une boule calcaire solide; par contre sur toutes les coupes il apparaît sous forme d'un saccule ridé, délimité par des parois excessivement minces, qui renferme un contenu diaphane, évidemment mou et peu fragile. A la face interne de cette membrane se trouvent deux noyaux, qui donnent des ramifications semblables au réseau protoplasmique. Il est probable que les sels calcaires déposés dans l'otolithe se sont dissous dans les liquides conservatifs, de manière que, sur des coupes nous ne voyons qu'une membrane cellulaire, qui constitue la matrice de l'otolithe.

La **fossette vibratile**. La fossette vibratile (Pl. VI fig. 3, Pl. IX fig. 19 A — 19 C, 20, *fv*) chez l'*Oikopleura rufescens* est constituée beaucoup plus simplement, que chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Elle affecte la forme d'un tube conique situé presque perpendiculairement à l'axe longitudinal du ganglion. Elle s'ouvre dans le pharynx à la droite du ganglion par un large orifice, passe à la face dorsale en dessus du ganglion et aboutit à sa gauche par une extrémité rétrécie. Son orifice pharyngien est cerné d'un anneau de cellules basales claires, dégarnies de cils (fig. 19 D, *cb*) qui paraissent triangulaires sur des coupes. Leurs sommets aigus passent insensiblement en paroi du pharynx. En dessus des cellules basales sont situées des cellules ciliaires, comme chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Ces dernières constituent un anneau, qui fait saillie dans la cavité de la fossette vibratile; leur face interne saillante

est arrondie et implantée de cils. Je n'ai pu déterminer le nombre des cellules, qui interviennent dans la formation de l'anneau ciliaire, mais je puis affirmer qu'elles sont les seules qui soient garnies de cils. Cela démontre que le tapis ciliaire de la fossette vibratile est plus faiblement développé chez l'*Oikopleura rufescens*, que chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, chez laquelle les cellules ciliaires se disposent en plusieurs étages.

Chez l'*Oikopleura rufescens* toute la fossette vibratile à l'exception des cellules ciliaires susnommées, consiste en cellules fort plates mais recourbées. Sur chacune des coupes transversales de la fossette vibratile l'on distingue toujours deux cellules. Elles affectent une forme semicirculaire, sont pourvues de noyaux ovalaires; en se réunissant par leurs bords elles constituent les parois de la fossette vibratile. Cela démontre que cette dernière est formée par deux gouttières, qui consistent en une chaîne de cellules incurvées, situées vis-à-vis l'une de l'autre et réunies par leurs bords. Dans la portion basale de la fossette vibratile, où ces cellules mesurent un volume plus considérable, toute la fossette vibratile est plus large, et vers son sommet elle se réduit conformément à la diminution du volume de ses cellules.

Le lien de la fossette vibratile avec le ganglion céphalique a déjà été signalé.

Les organes de la digestion et de la respiration.

Avant de décrire la structure intime des organes digestifs et respiratoires de l'*Oikopleura rufescens*, j'en ferai un aperçu anatomique.

La différence entre l'*Oikopleura Vanhoeffeni* et l'*Oikopleura rufescens*, sous ce rapport, concerne principalement la forme et le volume des différentes portions de ce système d'organes, qui sont d'ailleurs construits d'après le même type chez tous les Oikopleurides.

La bouche (fig. 1 et 3) coupée obliquement d'avant en arrière est placée à l'extrémité antérieure du corps. A la face dorsale, la bouche est délimitée par deux bords rectilignes qui, à la ligne médioventrale se croisent sous forme d'un V renversé légèrement en arrière. A la face ventrale, elle est délimitée par un prolongement de l'ectoderme ventral qui, faisant saillie en avant (Pl. VI, fig. 1 *lbc*), constitue sa lèvre inférieure, de forme triangulaire (Pl. VI, fig. 3 *lbc*). La cavité délimitée par ces lèvres n'est qu'un tube fort court qui représente un vestibule s'ouvrant dans le pharynx (Pl. VI fig. 1, Pl. IX fig. 21, *Ph*).

L'*Oikopleura rufescens* se signale par un pharynx comparativement court qui ne tient que le tiers de son corps. Il est d'une forme triangulaire (fig. 21); sa paroi antérieure est plate; sa paroi postérieure est convexe; au niveau des plaques oikoplastiques de Fol il se transforme en oesophage (fig. 1, 21 *Oes*) qui, recourbé sous forme d'arc, siège parallèlement à la paroi antérieure de l'estomac dans la portion antérieure duquel il s'ouvre. Sous ce rapport l'*Oikopleura rufescens* diffère notablement de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, chez laquelle le pharynx s'ouvre dans la portion postérieure de l'estomac.

Ces caractères, notamment : le volume comparativement insignifiant du pharynx, la forme de l'oesophage et la situation de l'ouverture cardiaque dépendent de la forme de l'estomac, qui diffère aussi de celle de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*.

L'*Oikopleura rufescens* se signale par la forme et par le fort développement de son estomac qui se produit aux dépens des autres portions des organes digestifs. Bien que, comme chez les autres Oikopleurides, son estomac consiste en deux lobes, droit et gauche, ces portions ne sont différenciées que dans la région postérieure de son corps. Tandis que chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni* le lobe gauche s'étend beaucoup plus en avant que le lobe droit, chez lui *Oikopleura rufescens* les deux lobes, dont la paroi supérieure est commune, mesurent un volume égal. La paroi supérieure, fort convexe, en déprimant la paroi postérieure du pharynx, lui empêche de s'accroître en avant. Cela explique pourquoi le pharynx est comparativement court.

L'oesophage s'ouvre dans le lobe gauche de l'estomac à angle fort aigu, ce qui dépend de sa situation à peu près parallèle à la paroi dorsale de l'estomac. Pour ce motif l'orifice cardiaque affecte une forme ovalaire qui s'accuse nettement sur des coupes.

Le lobe droit de l'estomac passe insensiblement en intestin (Pl. IX fig. 22 *H, int*), qui représente un tube large et court, dirigé de la droite vers la ligne médio-ventrale, où il se transforme en rectum (Pl. VI fig. 1, Pl. IX fig. 22, *G, H R*).

Le rectum (Pl. VI fig. 1, 2, Pl. XX, fig. 22 *F, R*), très long et très large, passe en dessous de l'estomac et se dirige en avant et en haut vers la ligne médio-ventrale, où il se rétrécit brusquement pour s'ouvrir au dehors, par un insignifiant orifice anal, immédiatement en arrière du bord postérieur de la couche oikoplastique. Les coupes longitudinales frontales (fig. 6 *R*) et les coupes transversales (fig. 22 *H. R*) démontrent que le rectum, qui siège en dessous de la paroi ventrale de l'estomac, en la déprimant l'enfonce en avant, ce qui amène la différenciation de l'estomac en deux lobes.

Pour compléter la description des organes digestifs de l'*Oikopleura rufescens*, il faut encore mentionner l'endostyle et les tubes branchiaux.

L'endostyle (Pl. IX, fig. 21, *end*) paraît être excessivement grand par comparaison avec le pharynx dans lequel il s'ouvre. Sur des coupes longitudinales (fig. 20) on peut constater qu'il longe toute la paroi antérieure du pharynx sous forme d'un sac allongé qui se réduit en arrière ; il s'ouvre dans le pharynx par son extrémité antérieure.

Les tubes branchiaux qui chez cette espèce sont très longs, constituent une de ses particularités distinctives. Ils s'étendent à partir de la paroi postérieure du pharynx jusqu'à la partie supérieure des testicules. Leur longueur extrême est aussi une conséquence du volume insignifiant du pharynx. Comme chez l'*Oikopleura rufescens* ce dernier est raccourci, ils prennent naissance beaucoup plus en avant, mais ils s'ouvrent dans les mêmes endroits que chez les autres espèces, d'*Oikopleura* par conséquent leur longueur doit être plus considérable.

En passant à l'examen de la structure intime des appareils digestifs et respiratoires de l'*Oikopleura rufescens*, je ne crois pas nécessaire d'insister sur la description des parties similaires à celles qui furent décrites en détails chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*; je vais plutôt indiquer les particularités caractéristiques pour l'*Oikopleura rufescens* et appuyer sur des détails que je n'ai pu étudier chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Ainsi, je vais omettre la description du pharynx et des arcs vibratils, qui ne présentent aucune différence substantielle chez les deux espèces.

Les parois du pharynx consistent en cellules excessivement plates. Les arcs vibratils, comme chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, prennent naissance en arrière de l'orifice de l'endostyle, à la face ventrale du pharynx, traversent obliquement ses parties latérales pour se souder à sa face dorsale en gouttière oesophagienne, qui représente le même aspect que celle de l'*Oikopleura Vanhoeffeni* (Pl. IX fig. 22 A, B, *gvr*). Or toutes les portions pharyngiennes de notre espèce sont plus courtes, relativement à celles de l'espèce susnommée qui est caractérisée par un pharynx fort long.

La structure de l'endostyle de l'*Oikopleura rufescens* (Pl. IX fig. 21, Pl. X fig. 23, 23 A, *end*) représente quelques particularités. D'une forme similaire à celle de l'endostyle de l'espèce précédente il est construit beaucoup plus simplement. Dans sa partie antérieure se trouvent deux grosses cellules, dépourvues de cils qui, d'après leur position, correspondent aux cellules ciliées, signalées dans l'endostyle de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Tout l'endostyle est d'une structure uniforme. A sa face dorsale se trouve une longue et étroite fente, dont les lèvres sont soudées à la gouttière efférente de l'endostyle, qui s'ouvre dans le pharynx (Voir *Oikopleura Vanhoeffeni*, Pl. III, fig. 13, 14). Son extrémité postérieure affecte la forme d'un cul de sac, dont les parois se composent de six à huit rangées de cellules.

Les portions médiane et antérieure de l'endostyle se constituent de quatre rangées de cellules, dont deux médianes représentent de menues cellules (fig. 23 *cv*, *cl*), et deux latérales consistent en grosses cellules (fig. 22 B, *egl*).

D'après le volume et la structure **des grosses cellules** on est en droit de conclure que ce sont les principales cellules sécrétoires de l'endostyle. Leur protoplasma consiste en substance finement granuleuse dans laquelle on peut distinguer deux portions nettement délimitées: l'une périphérique (fig. 22 A, 22 B, *sgv*) qui fixe énergiquement le carmin et l'hæmalun; et l'autre interne (*søx*) regardant la cavité de l'endostyle, qui reste à peu près incolore; certes cette dernière représente la substance sécrétoire de l'endostyle, probablement mucilagineuse. La sécrétion de la dite substance doit s'opérer sur toute l'étendue de l'endostyle, car la structure des cellules glandulaires est partout uniforme.

Les cellules médio-dorsales sont trièdres, élargies à la superficie de l'endostyle et rétréciées à sa face interne. Dans la portion postérieure de l'endostyle elles affectent quelquefois une forme quadrilatère. Quatre cellules semblables siègent à son extrémité postérieure (fig. 23 A, *cl*).

Le rapport que le protoplasma des cellules médio-dorsales affecte aux matières colo-

rantes varie d'après leur situation. Ainsi dans quelques parties de l'endostyle il se colore vivement par le carmin et l'haemalun; dans d'autres, il reste presque incolore étant fortement vacuolisé. Or partout il est pourvu de noyaux menus tantôt sphériques, tantôt ovalaires.

Les cellules médio-ventrales (cv) n'intéressent que la portion postérieure avuegle de l'endostyle. Elles se disposent en deux rangées; sur des coupes elles paraissent soit triangulaires soit quadrilatères, renferment un protoplasma fort clair, qui fixe faiblement les colorants; il est muni de noyaux sphériques.

Les cellules de la gouttière efférente de l'endostyle, bien que fort aplaties, sont plus hautes que les cellules adjacentes des parois du pharynx.

L'endostyle de *Oikopleura rufescens* présente une particularité remarquable, que d'abord j'ai signalée chez quelques autres Appendiculaires: c'est l'absence totale des cils. Par contre les glandes y sont plus fortement développées que dans l'endostyle de *Oikopleura Vanhoeffeni*. Il se peut que l'absence des cils dépende de l'étendue comparativement si insignifiante du pharynx, et que l'action des arcs vibratiles soit suffisante pour chasser la nourriture de la bouche dans l'oesophage.

L'oesophage possède un tapis ciliaire qui n'est que la continuation immédiate de la gouttière oesophagienne. Il affecte la forme d'un tube déprimé de deux côtés, ce qui le fait apparaître ovalaire sur les coupes (Pl. IX fig. 22 C — F, *oes*). Ces parois consistent en épithélium cylindrique complètement uniforme sur toute l'étendue de l'oesophage, les cellules en sont plus allongées que dans l'estomac. Près du cardia, qui affecte la forme d'une fente allongée, se trouve une valvule rudimentaire.

L'examen de la structure de l'estomac, de l'intestin et du rectum m'a fourni beaucoup de faits intéressants relativement à la fonction des cellules stomacales et intestinales, et à l'altération de leur forme pendant la digestion.

Parmi le matériel abondant, qui m'a été procuré par Mr. K. Davidoff, j'ai trouvé quelques spécimens dont l'estomac était rempli de nourriture ingérée, que les cellules épithéliales étaient en voie de digérer.

La structure intime de l'estomac, de l'intestin et du rectum est excessivement uniforme. A l'exception du lobe gauche de l'estomac, composé 1° de grosses cellules glandulaires et 2° de cellules cylindriques, les parois de toutes ces portions se constituent d'un épithélium cylindrique uniforme.

Sous ce rapport l'organisation de *Oikopleura rufescens* est beaucoup plus simple que celle de *Oikopleura Vanhoeffeni*.

Des deux espèces de cellules constituant les parois de l'estomac ce sont les grosses cellules glandulaires, disposées en une unique rangée longitudinale dans le lobe gauche (Pl. IX fig. 30), qui manifestent la plus grande spécialisation de fonction. A en juger d'après leur structure, leur fonction doit aboutir exclusivement à la sécrétion du sac gastrique. Apparemment elles ne sont pas adaptées à la digestion intracellulaire et ne concourent point à l'assimilation des substances digérées. La fonction des cellules cylindriques, qui sont prédo-

minantes dans l'appareil digestif, est plus généralisée. Comme entre ces dernières il est impossible de préciser les cellules qui sécrètent le suc gastrique, celles qui digèrent la nourriture et celles qui l'absorbent; on est en droit de conclure, à priori, que toutes ces fonctions sont dévolues à toutes les cellules cylindriques.

Avant de passer à la description des modifications que subissent ces cellules au moment de la digestion, je dirai quelques mots sur le caractère de la nourriture de l'*Oikopleura rufescens* et de l'aspect sous lequel elle se rencontre dans son appareil digestif.

Sa nourriture consiste en différents animalcules microscopiques, en infusoires, en bactéries, en diatomées etc., que l'on peut rencontrer en abondance dans l'estomac, l'intestin et le rectum d'un animal, qui fait sa digestion. Toutes ces matières nutritives s'enveloppent de substance muqueuse, probablement encore dans le pharynx, car dans l'estomac elles représentent une boule englobée par la dite substance (Pl. X fig. 24, 25 *nr*). On y trouve des infusoires (*Inf*) qui ont perdu leur forme mais chez lesquels les noyaux sont encore nettement distincts; des squelettes de diatomées (*Dit*) qui renferment quelquefois des corps protoplasmiques. Parfois on y rencontre des cellules indépendantes, renfermant des noyaux menus. Leur origine est difficile à préciser; il se peut qu'elles représentent des débris d'organismes multicellulaires qui furent captés par l'*Oikopleura* et se sont décomposés encore dans le pharynx. Plusieurs de ces organismes sont englobés directement par le mucus, d'autres sont entourés d'une substance liquide réfringente et paraissent être renfermés dans des vacuoles. Principalement ce sont les grands infusoires qui sont renfermés dans un liquide semblable.

Le mucus qui enveloppe ces matières nutritives est d'une structure variée. Tantôt il est fibrillaire, tantôt finement granuleux. Dans quelques points il est vivement coloré; il se peut que ces taches colorées, de forme indécise, représentent des matières nutritives décomposées. Je n'ai jamais trouvé de nourriture dans la portion antérieure de l'estomac; il est probable qu'elle ait déjà été digérée, ce qui est indiqué par la présence des filaments muqueux, reconnaissables dans quelques endroits et qui ont l'aspect d'être des débris de substance muqueuse. Dans la plupart des cas, la boule de nourriture adhère aux parois de l'estomac ou de l'intestin et, à en juger d'après l'altération des cellules, la digestion s'opère dans cet endroit.

Les cellules qui constituent les parois de l'estomac et de l'intestin affectent la forme d'épithélium cylindrique et sont en tous points semblables à celles qui furent signalées chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, que j'ai désignées sous la dénomination de cellules *muqueuses cylindriques*, car chez cette espèce elles sécrètent des gouttelettes d'une substance qui a tout l'aspect de substance muqueuse. Or un examen attentif de ces cellules chez l'*Oikopleura rufescens* démontre que leur fonction n'est pas limitée à la faculté de sécréter une substance muqueuse, qui contribue à la digestion; mais qu'elles prennent une part active à la digestion intracellulaire et à l'assimilation de la nourriture digérée.

Les cellules en question se caractérisent par leur forme cylindrique ou plutôt prismatique, leurs noyaux ovalaires, et une bordure qui s'étend à leur face interne.

Leur aspect à l'état d'inaction diffère notablement de celui qu'elles présentent lorsqu'elles sont en voie de fonction.

Dans toutes les portions du canal digestif, éloignées de la nourriture ingérée et qui, par conséquent, dans ce moment ne prennent aucune part à la digestion, les cellules restent inactives : leur protoplasma est finement granulé (fig. 24) ; les granules sont dispersés également dans toute la cellule ; leurs noyaux spériques fixent énergiquement les matières colorantes ; les bordures des cellules (*bep*) constituent une bordure continue, qui s'étend le long de la face interne de la couche épithéliale, dans laquelle les limites des cellules sont effacées.

Dans les portions du canal digestif, qui avoisinent la nourriture ingérée, l'aspect des cellules est modifié. Ces modifications fort variables aboutissent : 1° à la vacuolisation du protoplasma, 2° à la formation de nombreux pseudopodes, tantôt lobés, tantôt filiformes, et 3° à l'altération de leur bordure, quelquefois même à sa décomposition complète. Tous ces phénomènes, qui peuvent être observés sur des coupes, sont représentés sur les figures 24—29 (Pl. X).

Le protoplasma des cellules cylindriques, adhérentes à la boule de nourriture, a perdu son aspect granuleux uniforme (fig. 24) ; on voit y apparaître des vacuoles. Elles se disposent soit dans une portion quelconque de la cellule, ou bien remplissent toute la cellule en repoussant vers la périphérie son protoplasma granuleux (fig. 27). En observant à de forts grossissements les bordures des cellules semblables, on peut reconnaître qu'elles sont percées par des filaments d'une finesse extrême, qui consistent en protoplasma finement granuleux. Dans des cellules inactives, les bordures paraissent homogènes (fig. 24, *bep*) ; je n'ai pu y distinguer des canaux. Evidemment ces canaux subsistent, mais grâce à leur exiguité sont imperceptibles jusqu'au moment où le protoplasma s'y introduit. Les filaments, reconnaissables dans les bordures des cellules qui ont commencé à fonctionner (Pl. X fig. 25, *fp*), ne sont en définitive que des pseudopodes filiformes envoyés vers la boule de nourriture par le protoplasma à travers la bordure. L'on peut suivre leur marche à travers la bordure jusqu'au protoplasma dont ils dérivent. Dans le cas où la nourriture s'applique immédiatement contre l'épithélium du canal digestif, ces filaments sont fort courts (fig. 27). Probablement en touchant à la nourriture ils se fusionnent les uns avec les autres pour l'englober et pour digérer et assimiler ses couches périphériques.

Or, les cellules épithéliales envoient des pseudopodes à travers leur bordure même dans le cas où la nourriture en est éloignée. Seulement, alors les pseudopodes sont beaucoup plus longs. Sous forme de fils excessivement tenus, disposés parallèlement les uns aux autres, ils s'allongent à travers la cavité de l'estomac vers la boule de nourriture pour l'englober (fig. 25, *fp*). Ils consistent en granules excessivement menus de protoplasma et semblent renfermer un pigment brunâtre. C'est difficile à expliquer à quoi est due leur pigmentation. C'est peut-être une sécrétion protoplasmique d'une substance spécifique quelconque qui servirait à la digestion. L'apparition des pseudopodes dans les points où la nourriture adhère

à l'épithélium démontre qu'ils prennent une part active à la digestion, aussi est-il fort naturel de supposer qu'ils renferment une substance spécifique quelconque qui concourt à cette fonction.

L'apparition des pseudopodes filiformes n'est que la première étape de la digestion. Ils n'apparaissent que là où la boule de nourriture est encore intacte, ou quand la digestion est à peine commencée. Lorsque la digestion est plus avancée, les modifications des cellules et surtout de leur bordure sont plus notables. La coupe 26 nous donne une image d'altérations semblables. Elle figure une série de cellules dans lesquelles le protoplasma et les bordures ont subi des modifications suivantes: Dans la plupart des cellules le protoplasma est devenu strié; sa substance finement granuleuse est disposée en stries, qui par faisceaux se dirigent dès la périphérie de la cellule vers la bordure de sa face interne. Entre ces stries se trouve une substance réfringente, qui ne forme plus de vacuoles mais imbibe tout le protoplasma des cellules. Dans quelques points on peut encore distinguer de quelle manière les filaments protoplasmiques pénètrent à travers la bordure dans la cavité gastrique; dans d'autres on reconnaît, qu'après avoir atteint la bordure, ils se fusionnent avec elle.

Quant à la bordure elle-même, elle est à peu près décomposée. On n'en trouve que des fragments, qui ne forment plus une membrane continue. A en juger d'après ces vestiges de la bordure, on est en droit de conclure que sa substance constituante est aussi notablement modifiée: elle est gonflée, épaissie et visqueuse. Les contours internes de ces débris ne présentent pas une ligne de démarcation nette. Ils sont déchirés; à leur face interne, regardant la cavité gastrique, siègent des pseudopodes filiformes, finement granuleux qui, en se ramifiant, en se recourbant et en s'entrelaçant, se fusionnent pour former un réseau qui pénètre dans la cavité gastrique.

Le protoplasma des cellules délivré de sa bordure qui l'entravait, pénètre au fond de la cavité gastrique sous forme de pseudopodes lobés. Cela démontre que la bordure des cellules gastriques non seulement livre passage aux pseudopodes filiformes du protoplasma mais encore se décompose graduellement. Il est à remarquer qu'en se décomposant la bordure se gonfle, perd ses contours réguliers et acquiert probablement la propriété de produire elle-même des pseudopodes filiformes. Toutes ces modifications nous amènent à conclure, que la bordure n'est en définitive qu'un protoplasma altéré, qui dans différentes occasions retrouve la propriété de se mouvoir et d'émettre des pseudopodes.

La formation des pseudopodes lobés se rencontre aussi souvent que celles des pseudopodes filiformes; elle est en connexion immédiate avec la digestion intra-cellulaire.

La figure 28 nous représente une coupe transversale d'une portion de la paroi de l'estomac, dans laquelle toutes les cellules épithéliales émettent des pseudopodes lobés. En examinant une série de coupes, on peut souvent rencontrer des images semblables, qui ne diffèrent les unes des autres que d'après le nombre des cellules qui donnent des pseudopodes lobés. La formation de ces derniers est fort intéressante.

En examinant attentivement les cellules séparées, désignées sur la fig. 28 (Pl. X) par les lettres *a*, *c* l'on peut constater que ce n'est qu'une portion de leur protoplasma qui s'allonge en pseudopodes, tandis que l'autre reste recouverte par la bordure. La structure de cette portion est tout autre que celle des pseudopodes. Elle est moins solide; on peut y distinguer une substance homogène claire et liquide et une substance finement granulée.

Les pseudopodes (*ps*) consistent en protoplasma beaucoup plus dense, qui se colore plus vivement par le carmin et l'haemalun, que le protoplasma de la cellule elle-même. Les deux portions du protoplasma des cellules gastriques sont pour la plupart nettement délimitées les unes des autres. Or il arrive parfois que cette ligne de démarcation fait défaut et que toute la portion supérieure du protoplasma s'allonge en un pseudopode, qui s'introduit dans la cavité gastrique. Dans ce cas les pseudopodes renferment des noyaux qui se logent parfois à leur sommet. Pour pénétrer dans la cavité gastrique, après s'être intercalés entre les cellules, les pseudopodes écartent les bordures des cellules; leur partie basale, attachée à l'épithélium, est plus étroite que leur partie libre, arrondie sous forme de coupole, ce qui donne à tout le pseudopode un aspect pyriforme.

On peut observer la formation des pseudopodes lobés non seulement dans les cellules épithéliales adhérentes à la nourriture ingérée, mais aussi dans d'autres cellules, qui en sont éloignées. Là, où la nourriture s'applique immédiatement contre les cellules épithéliales, les pseudopodes prennent une part active à la digestion. Ils pénètrent en dedans de la boule de nourriture, se fusionnent les uns avec les autres pour englober différents corpuscules qu'elle renferme; d'autres se confondent à tel point avec la nourriture que les limites qui les en séparaient deviennent indistinctes.

La coupe figurée en 24 (Pl. X) nous donne une belle illustration de la fonction des pseudopodes lobés. Dans la portion médiane de la coupe se trouvent deux pseudopodes lobés (*a*, *b*), qui, d'après le nombre des noyaux dont ils sont pourvus, doivent dériver de quatre cellules. Les portions basales de ces pseudopodes sont séparées par une lacune. Leurs portions libres ont pénétré dans une vacuole, qui se trouve dans l'intérieur de la boule susnommée; leur portion médiane est fusionnée en une masse protoplasmique commune, et les extrémités lobées ont englobé le corps d'un infusoire dans lequel on peut encore reconnaître un noyau. Les extrémités de chacun de ces pseudopodes s'appliquent en arrière au corps de l'animalcule de manière, qu'on ne peut les distinguer qu'en baissant le tube du microscope. Alors leurs contours, bien que peu nets, transparaissent à travers le corps de l'infusoire.

Le rapport des pseudopodes lobés au corps de l'infusoire ne laisse aucun doute ni sur leur fonction digestive, ni sur le but de leur pénétration dans le monceau de nourriture. Il est évident qu'il s'agit ici de digestion intracellulaire et que les pseudopodes ont englobé le corps de l'infusoire pour le digérer peu à peu. La fusion des pseudopodes s'observe toujours dans les cas où l'épithélium du canal digestif doit digérer un morceau de nourriture assez volumineux, comme le corps de l'infusoire figurée en 24.

Des deux côtés des pseudopodes susnommés l'on peut observer une autre image où la fusion des pseudopodes dans le but d'englober la nourriture s'accuse davantage. Ici la boule de nourriture ne renferme pas de vacuoles; elle est tellement confondue avec l'épithélium, que leurs limites réciproques sont difficiles à tracer. Les pseudopodes de quatre cellules (*ep*) se fusionnent en une masse protoplasmique commune; elle se colore par l'haemalun plus vivement que la nourriture, mais au fur et à mesure qu'elle pénètre au fond de cette dernière, elle devient de plus en plus claire et ses contours s'effacent. Un examen fort attentif, fait distinguer dans l'intérieur de cette boule de faibles filaments, semblables aux pseudopodes filiformes, qui contournent dans plusieurs directions pour former une espèce de réseau qui divise la boule susmentionnée en plusieurs portions. Il est fort probable que ces filaments soient des expansions filiformes émises par la masse protoplasmique qui a pénétré dans la boule de nourriture. Dans quelques points on peut distinguer leur lien avec ce protoplasma. La boule de nourriture consiste en une masse muqueuse, qui renferme très peu de corps organisés. On y distingue quelques corpuscules bacilliformes, des carapaces de diatomées comprises dans la trame du réseau protoplasmique. On n'y trouve point de corps assez gros, qui pour être digéré aurait nécessité l'apparition des gros pseudopodes lobés. Il est beaucoup plus important pour la digestion de cette nourriture, qui consiste en une substance muqueuse, dans laquelle sont suspendues de particules fort menues, qu'elle soit divisée en portions plus susceptibles à être digérées. Aussi le réseau protoplasmique qui remplit cette fonction est parfaitement adapté à ce but.

Ainsi la considération de la fonction digestive des cellules épithéliales démontre que, bien que l'activité motrice de leur protoplasma se manifeste sous formes diverses, elle aboutit toujours à la digestion intra-cellulaire. Cela s'explique par la structure du canal digestif. Sur toute son étendue, à partir de l'estomac jusqu'au rectum, ses parois sont d'une structure uniforme. Elles consistent toujours en cellules cylindriques, ayant une bordure à leur face interne. Parmi ces cellules on chercherait en vain des cellules spécifiques glandulaires, qui élaborent des liquides digestifs, ou des cellules qui ont la propriété d'assimiler la nourriture digérée. Toutes ces fonctions sont dévolues à toutes les cellules cylindriques. Ce sont elles qui digèrent la nourriture et la conduisent à l'intérieur de la cellule; de là le chyme par diffusion passe dans le sang qui baigne l'épithélium de l'appareil digestif.

Les seules cellules du canal digestif qui ont une destination spéciale sont les **grandes cellules glandulaires** de l'estomac (Pl. X fig. 29, *glst*); elles siègent principalement dans le lobe gauche de ce dernier; on en rencontre quelques-unes dans le lobe droit, mais là leur nombre est fort restreint. Dans le lobe gauche elles sont disposées en une rangée longitudinale, ce n'est que dans sa portion antérieure que la rangée devient double. Les extrémités arrondies des cellules glandulaires font saillie dans la cavité digestive; leur protoplasma finement granuleux n'émet jamais de pseudopodes. Pendant la digestion, tout leur protoplasma est pourvu de vacuoles de volume différent. Tantôt sphériques, tantôt d'une forme indécise, ces vacuoles se fusionnent souvent. Elles consistent en une substance homogène liquide, qui, d'a-

près toutes les apparences, représente la sécrétion élaborée par ces cellules. Aussi doivent-elles être considérées comme cellules glandulaires.

Les formations cardio-procardiques.

Chez l'*Oikopleura rufescens*, ainsi que chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, les organes cardio-procardiques sont composés de deux sacs : du procarde droit et du procarde gauche, mais leur structure et leur rapport au pharynx sont fort différents chez les deux espèces.

Bien que les coupes longitudinales frontales et les coupes transversales soient également favorables à l'étude de la structure des organes cardio-procardiques, les coupes longitudinales frontales sont plus favorables sous ce rapport, que là-dessus on peut observer dans toute leur étendue les deux procardes ; tandis que sur des coupes transversales ne sont reconnaissables que leurs portions isolées. Aussi allons-nous examiner tout une série de coupes longitudinales.

Les figures 31 — 31 B (Pl. X) nous représentent une série comprenant 3 coupes consécutives confectionnées à partir de la face ventrale (fig. 31) vers la face dorsale. Sur la fig. 31, plus proches à la face ventrale on ne voit que le procarde gauche (*pcdg*). Il siège dans la cavité du corps, entre le rectum et le lobe gauche de l'estomac ; il représente un sac arqué, élargi en arrière et à la face dorsale ; le côté convexe regarde le rectum et le côté concave — le lobe gauche de l'estomac. Par son extrémité antérieure, il est fixé au tube branchial gauche (fig. 31 A *). Le point de leur contact est aussi nettement distinct sur des coupes transversales (Pl. XI fig. 32, *pcdg*). Comme le lien du procarde gauche avec le tube branchial est reconnaissable sur plusieurs coupes longitudinales frontales et sur des coupes transversales, on peut en déduire que son extrémité antérieure assez large est située dorso-ventralement. Or il n'existe aucune communication entre le tube branchial et le procarde gauche. L'extrémité antérieure de ce dernier est complètement close.

L'extrémité postérieure du procarde gauche recourbée de droite à gauche contourne l'extrémité postérieure du lobe gauche de l'estomac, se rétrécit et se fixe aux filaments mésenchymatiques.

La structure du procarde gauche est à peu près uniforme sur toute son étendue : sa paroi gauche, qui remplit les fonctions du cœur, consiste en cellules musculaires ; sa paroi droite représente une mince membrane, consistant en cellules épithéliales fort applaties.

La structure de sa paroi gauche s'observe le mieux sur des coupes assez épaisses pour qu'elle puisse se poser à plat. Sur des préparations semblables (Pl. X, fig. 33) il devient évident que la paroi gauche du procarde gauche représente une membrane striée dans laquelle sont disséminés des noyaux (fig. 33 A, *nms*). Bien que mince elle est toujours plus forte que la paroi droite. Les stries représentent ses fibrilles musculaires (fig. 33, *fms*) ; elles se dirigent longitudinalement d'avant en arrière, sont du même calibre dans toute leur

longueur, et se colorent faiblement par l'haemalun. La striation transversale y fait défaut. Elles sont séparées les unes des autres par des interstices plus clairs, qui forment des stries longitudinales à peu près de la même largeur que les fibrilles elles-mêmes.

Cette substance interfibrillaire homogène reste incolore sur des préparations colorées par l'haemalun. Entre les fibrilles musculaires sont dispersés des noyaux colorés plus vivement, de forme ovalaire plus ou moins allongée. Je n'ai jamais vu, que ces noyaux soient entourés de protoplasma; ils restent toujours à nu et renferment un réseau chromatique fortement développé. Je n'ai pu distinguer non plus des limites entre les cellules musculaires de la paroi gauche. Elles se fusionnent tout comme les cellules épithéliales de la paroi droite. Sous ce rapport il n'existe aucune différence entre les deux parois; et comme il n'y a pas à douter que toutes les deux prennent simultanément naissance sous forme de diverticule du tube branchial, je trouve que, malgré la différence de leur structure, toutes les deux représentent des parois épithéliales. La différence entre les deux aboutit à ce que dans la paroi gauche le protoplasma se différencie en fibrilles musculaires, et dans la paroi droite il reste homogène. Aussi je suppose que les muscles de la paroi gauche du procarde gauche représentent des muscles épithéliaux.

Il est très difficile de tomber sur une préparation où la marche des fibrilles musculaires aurait pu être suivie dans toute sa continuité. Mais, à en juger d'après ses portions isolées, assez volumineuses, qui sont reconnaissables sur des coupes consécutives, il y a lieu de supposer que les fibrilles musculaires, sous forme d'une couche continue longent toute la paroi gauche du procarde gauche.

A l'extrémité antérieure du procarde gauche, au point de sa fixation au tube branchial, la structure de la paroi gauche se modifie quelque peu. Les contours des cellules qui la constituent deviennent nets. Ces dernières, bien que légèrement dilatées dans leur portion médiane, sont étroites; leur protoplasma est finement granuleux (Pl. XI fig. 32, *pcdg*) d'ailleurs elles sont fort semblables aux cellules épithéliales ou endothéliales.

Le procarde droit (Pl. X fig. 31 A, Pl. XI fig. 31 B, *pcdd*) s'applique contre la face dorsale du procarde gauche. Il n'apparaît que sur des coupes, dans lesquelles le lien du tube branchial avec le procarde gauche n'est plus manifeste et où l'on ne distingue que la portion postérieure de ce dernier. Il représente un sac aux parois excessivement minces; sur quelques coupes il apparaît à peu près triangulaire. Son extrémité postérieure, qui est la plus épaisse de toutes ses parties, s'allonge en une pointe dirigée vers la droite; sous forme d'une mince membrane elle enveloppe la portion postérieure de l'intestin.

Cette membrane correspond complètement au prolongement membraneux du procarde droit de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*.

Le procarde droit siège entre le rectum, les testicules et le procarde gauche. Il est fixé à ce dernier par l'intermédiaire de sa paroi gauche. Sa paroi postérieure s'applique fortement contre le testicule, sa paroi antérieure reste libre.

La série des coupes figurée en 31—31 B démontre que le procarde droit s'élargit graduellement vers la face dorsale du corps. Sur des coupes confectionnées dans la région, où les deux lobes gastriques sont réunis (fig. 31 B) le procarde droit apparaît comme un sac pyriforme qui, à gauche, adhère à la portion postérieure du procarde gauche et en arrière — à la membrane mésenchymatique du corps.

Résumons nos observations sur les organes cardio-procardiques.

Les organes cardio-procardiques de l'*Oikopleura rufescens* diffèrent notablement de ceux de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*.

1° Ils sont fixés au tube branchial gauche et non au pharynx.

2° Ils ne communiquent ni avec la cavité pharyngiale, ni avec le tube branchial, qui n'est, en définitive, qu'une dépendance du pharynx, mais ils représentent des sacs complètement clos.

3° Ils ne communiquent pas les uns avec les autres. Ce ne sont que leurs parois qui sont soudés ensemble.

4° Le procarde gauche, dont la paroi gauche est musculeuse et remplit les fonctions du coeur, mesure un volume plus considérable que le procarde droit. Il s'étend en avant jusqu'à l'orifice branchial, représente un sac clos suspendu par une mince lamelle à la surface du tube branchial gauche. De forme recourbée semilunaire, il est concave vers la gauche et convexe vers la droite; il est rétréci en avant et dilaté en arrière. Sa concavité correspond complètement à la surface sphérique du lobe gauche de l'estomac, contre laquelle il vient s'appliquer au moment de la contraction de sa paroi musculeuse.

5° La paroi gauche musculeuse du procarde gauche est composée de cellules musculaires épithéliales, leur face externe consiste en fibres; et à leur face interne, où le sarcoplasma est disparu, siègent des noyaux. Les fibres sont lisses et sont disposées longitudinalement. Les muscles striés y font complètement défaut.

6° La paroi droite, qui est épithéliale, est excessivement mince et consiste en cellules fort applaties dont les limites sont indistinctes.

7° La fonction du procarde gauche peut être facilement imaginée d'après la disposition des fibres musculaires. Sa contraction doit se produire suivant l'axe longitudinal du procarde. A chaque systole sa paroi gauche se contracte longitudinalement et, comme ces deux extrémités sont fixées, elle devient rentrante et, en augmentant la distance qui la sépare du lobe gauche de l'estomac, livre passage au courant sanguin. A chaque diastole, lorsque les muscles du procarde s'affaiblissent, sa paroi gauche se dilate, s'applatit et en s'appliquant contre la paroi du lobe gastrique chasse le sang dans la cavité du corps.

8° Le procarde droit représente un sac à peu près pyriforme élargi en arrière, aux parois excessivement minces, qui s'applique fortement contre la face dorsale et le côté droit du procarde gauche. Son extrémité, allongée en pointe, adhère à l'intestin. Sa paroi gauche s'applique fortement contre le testicule gauche. En général le procarde droit est plus faiblement développé chez l'*Oikopleura rufescens* que chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*.

Les organes génitaux.

Mes recherches sur les organes génitaux de l'*Oikopleura rufescens* n'ont pas été plus heureuses que celles sur l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Je n'ai pu observer des stades avancés de leur évolution, où l'ovaire et les spermatozoaires eussent été définitivement développés.

La plupart des stades du développement des produits sexuels que j'ai pu observer chez l'*Oikopleura rufescens* correspondaient complètement à ceux que j'ai observés chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. En outre j'ai eu à ma disposition quelques *Oikopleura rufescens* fort jeunes, chez lesquels l'évolution des organes génitaux était à peine commencée.

Bien que je ne puisse encore donner une description détaillée de la genèse des organes génitaux, je me suis décidé à communiquer mes observations sur leur structure intime 1° parce que sous plusieurs rapports elle présente quelques particularités intéressantes, comparativement avec celle de l'*Oikopleura Vanhoeffeni* et, 2° parce que jusqu'ici on connaît encore si peu relativement à la structure intime des organes génitaux de toutes les Appendiculaires en général, et des Oikopleurides en particulier, que toute recherche, même incomplète, peut jeter quelque clarté dans la région encore fort obscure de leur anatomie.

L'ovaire. Fol, qui fut le premier à étudier l'organisation de l'*Oikopleura rufescens*, affirme que « l'ovaire et les testicules sont pairs et se composent de deux glandes symétriques ». (Fol, loc. cit. pag. 27.) Lohmann (Die Appendicularien der Plankton-Expedition pag. 74) confirme cette assertion de Fol. Quant à moi je ne puis confirmer leur opinion. Si l'on observe par transparence des animaux entiers, effectivement l'ovaire apparaît être pair (fig. 2 et 3 *ov*). Cela dépend de ce, que sur toute son étendue, il est longé par une gouttière assez profonde, qui semble le séparer en deux moitiés. Or, elle ne le sépare qu'extérieurement; ce qui est démontré d'une manière convaincante par des coupes longitudinales frontales et des coupes transversales. L'*oikopleura rufescens*, ainsi que l'*Oikopleura Vanhoeffeni* et beaucoup d'espèces, appartenant à ce genre ont un ovaire impair (comparez les coupes Pl. VI, fig. 6 et Pl. XI, fig. 34).

L'ovaire, recourbé sous forme d'arc siège entre les deux testicules à la face ventrale de la région postérieure du corps. La fig. 2 fait constater qu'il est rétréci en avant, est moins long que les testicules: sa face externe élargie le fait apparaître triangulaire sur des coupes transversales.

A des stades jeunes, lorsque le développement des organes génitaux est peu avancé (Pl. XI, fig. 39) l'ovaire et les testicules représentent des amas cellulaires en tous points semblables les uns aux autres. A ce stade du développement on ne peut encore discerner les cellules ovulaires des cellules épithéliales ou des cellules parenchymateuses ou nutritives.

A un stade un peu plus avancé (Pl. XI, fig. 40) ces amas cellulaires se sont transformés en trois organes, aux contours fort nets; à la surface de chacun d'eux, de l'ovaire

impair (*ov*), comme des deux testicules (*t*) les **cellules périphériques** se sont différenciées en une **tunique** consistant en cellules fort aplaties. Quant aux cellules **centrales** elles ont conservé leur forme primitive, mais se sont divisées en groupes, séparés par des interstices spacieux. La tunique de l'ovaire, comme celle des testicules, représente l'épithélium de ces glandes (*cef*); les cellules centrales constituent les ébauches des cellules ovulaires et des cellules parenchymateuses.

Sur des coupes, appartenant à des stades plus avancés de son développement, l'ovaire, à première vue, apparaît sous forme d'un corps compact, composé de cellules uniformes. Mais si l'on examine attentivement à un fort grossissement ces coupes, l'on peut reconnaître que les cellules constituantes de l'ovaire sont nettement différenciées en trois catégories (Pl. XI, fig. 35). A sa périphérie siègent des cellules aplaties, fort semblables aux cellules endothéliales, qui s'appliquent si fortement contre les cellules centrales qu'il est difficile de les distinguer à première vue (*cep*). Elles constituent la tunique externe ou la couche épithéliale de l'ovaire, qui d'ailleurs n'est pas continue. Dans quelques points des coupes les cellules aplaties ne sont point reconnaissables; parfois on peut les suivre à une certaine distance.

A de jeunes stades de l'évolution de l'ovaire, quand les cellules endothéliales n'adhèrent pas immédiatement aux cellules centrales, mais en sont séparées par une lacune considérable, la couche endothéliale est nettement accusée.

Entre les cellules centrales on peut aussi distinguer deux catégories de cellules: Des **cellules polyédriques** (*cplh*) et des **cellules sphériques** (*cov*). Or je dois noter qu'aux stades de l'évolution de l'ovaire, que j'ai observés, ces deux sortes de cellules ne sont pas distinctes sur toutes les préparations. Cela dépend de ce que la différenciation des cellules sphériques, étant à son début, ces dernières ne sont pas toujours bien marquées. Pour la coloration des coupes semblables je puis recommander l'haemalun, car il colore le protoplasma plus vivement que le carmin boracique. Comme ces deux espèces de cellules se distinguent par le caractère de leur protoplasma, les cellules sphériques, qui fixent l'haemalun plus énergiquement, s'accusent plus nettement. Sur des préparations, réussies sous le rapport de la coloration, on peut les distinguer à des grossissements comparativement faibles.

La distribution des cellules dans l'ovaire est fort distincte sur la coupe 34 (Pl. XI). On y constate que les cellules polyédriques constituent la masse principale de l'ovaire dans laquelle sont dispersées les cellules sphériques.

Les cellules sphériques se distinguent au premier coup d'oeil, grâce à la vive coloration de leur protoplasma, qui est due à la compacité de ce dernier; finement granuleux et peu serré à la périphérie de la cellule, il devient fort dense au voisinage du noyau. Les noyaux des cellules sphériques sont toujours plus clairs que ceux des cellules polyédriques. Ils consistent en une substance liquide, réfringente et en fils chromatiques, assez forts.

L'aspect de ces cellules, leur forme sphérique et leur volume plus considérable, que celui des cellules polyédriques environnantes, fait supposer qu'elles représentent **des cellules ovulaires**. D'après l'analogie qui existe entre la structure de l'ovaire de l'*Oikopleura rufes-*

cens et celle de cet organe chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*, je crois que cette hypothèse sera confirmée à l'observation des stades plus avancés de l'évolution des organes génitaux.

Si les cellules sphériques représentent des cellules ovulaires, les cellules polyédriques, qui les entourent, correspondent aux cellules parenchymateuses de l'ovaire de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Elles diffèrent notablement les unes des autres, d'après leur protoplasma et leurs noyaux. Sur des coupes le protoplasma des cellules polyédriques n'apparaît pas sous l'aspect d'une masse finement granulée. Il est moins compact, renferme plus de substance liquide, c'est pourquoi ces cellules se colorent faiblement par les matières colorantes et paraissent pâles. Par contre, leurs noyaux fixent énergiquement les colorants et surtout l'haemalun. Ils se colorent beaucoup plus vivement que les noyaux des cellules ovulaires, car ils renferment plus de chromatine.

Aussi, pour l'étude de la structure des noyaux des cellules parenchymateuses, la coloration par l'haemalun ne peut être recommandée, car les noyaux fixent trop énergiquement ce colorant. Le carmin boracique est préférable. Sur des préparations colorées par ce dernier on distingue nettement la distribution des fils chromatiques, tandis que si l'on recourt à l'haemalun la structure du noyau est fort indistincte.

Dans la plupart de ces noyaux les fibres chromatiques au nombre de 7 sont disposés sous forme de méridiens, espacés à égale distance; six d'entre elles s'appliquent fortement contre la paroi du noyau et la septième se dispose à la ligne centrale suivant l'axe longitudinal du noyau.

Sur une coupe optique transversale (Pl. XI, fig. 36) six fils chromatiques apparaissent sous forme de points qui indiquent les épaisissements de la paroi nucléaire et le septième sous forme d'un point situé au pôle du noyau.

Comme les ovaires des deux espèces d'*Oikopleura* que j'ai étudiées subissent à peu près les mêmes stades du développement, on peut aisément comparer leur structure. Cette comparaison fait signaler, en même temps, une grande ressemblance et une différence substantielle entre les deux ovaires. Chez les deux espèces, l'ovaire, à l'exception de sa tunique, consiste en deux sortes de cellules: en cellules ovulaires et en cellules parenchymateuses. Les premières sont en tous points semblables chez les deux espèces. Les dernières sont fort différentes. Chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni* elles sont amiboïdes, émettent des pseudopodes qui constituent des ramifications et des entrelacements fort compliqués. Chez l'*Oikopleura rufescens* les cellules parenchymateuses ne donnent jamais de ramifications et conservent toujours leur forme polyédrique. Or, cette différence fort signalée ne modifie pas leur fonction; et je crois que dans les deux cas ces cellules représentent des cellules nutritives.

Les testicules. Les testicules sont excessivement développés chez l'*Oikopleura rufescens*: ils intéressent à peu près la moitié de son corps (Pl. VI, fig. 9 et fig. 6 *T*). A la face dorsale, ils font saillie sous forme d'un tubercule, qui est séparé de la portion antérieure du

corps par une gouttière; à la face ventrale ils s'étendent jusqu'aux orifices branchiaux, s'introduisent entre l'estomac et le rectum et recouvrent la portion postérieure de ce dernier.

Ils sont de forme irrégulière, qui est due à l'apparition dans divers endroits de leur surface de plusieurs lobes accessoires, qui représentent une grande variabilité individuelle. La coupe longitudinale (Pl. VI, fig. 6) nous donne une belle image de la complexité des formes des testicules et de la formation des lobes accessoires.

Outre les lobes accessoires, réunis aux parties principales des testicules, on trouve encore des amas cellulaires insignifiants, qui parfois adhèrent au testicule, d'autre fois restent isolés dans son voisinage, ils ont la même structure que celle du testicule et appartiennent, évidemment, aux organes génitaux mâles. Ces portions accessoires des testicules sont surtout intéressantes; malgré leur volume insignifiant elles sont fort favorables à l'étude de leur structure intime, car leurs cellules sont moins entassées que dans les parties principales des testicules.

La structure des testicules, aux stades que j'ai eu l'occasion d'observer, paraît à première vue, fort uniforme. Tout le testicule semble consister en cellules uniformes, fort menues, qui s'appliquent fortement les unes contre les autres pour former un tissu compact. Entre ces cellules qui ordinairement fixent énergiquement les colorants se trouvent des lacunes claires, qu'un examen attentif fait reconnaître pour des cellules, pourvues de noyaux assez volumineux. Plus tard à la périphérie du testicule devient distincte une mince tunique consistant en cellules fort aplaties.

Ainsi un examen détaillé et soigneux démontre que dans le testicule, comme dans l'ovaire se trouvent trois catégories de cellules: 1° *Des cellules qui forment la tunique externe ou la couche épithéliale*; 2° *Des petites cellules* qui sont les plus nombreuses car elles constituent la portion principale du testicule, et 3° *Des grandes cellules fort pâles*, qui ne fixent guère les colorants et qui sont dispersées entre les menues cellules.

Passons à l'examen de chacune de ces catégories.

Les cellules de la tunique externe du testicule sont si aplaties que sur la plupart des préparations colorées elles se distinguent à peine de la masse centrale du testicule. Cependant dans quelques points la tunique est nettement distincte (Pl. XI, fig. 38, *cep*). Elle s'accuse surtout dans la région postérieure, au point où les testicules donnent naissance au vas deferens, qui dérive de la tunique externe. Dans ce point, la couche épithéliale de chacun des testicules s'allonge pour former un tube assez court; ces deux tubes se dirigent l'un vers l'autre et se réunissent en un canal commun, d'une longueur insignifiante, qui est le **vas deferens** (Pl. XI, fig. 37, *vd*). Aux stades que j'ai observés le vas deferens ne s'ouvre pas encore au dehors; il est soudé à l'ectoderme par son extrémité aveugle. Ses parois sont plus épaisses que les parois de la tunique; elles consistent en cellules épithéliales, de forme tantôt cubique, tantôt cylindrique.

Probablement chez l'*Oikopleura rufescens*, comme chez toutes les Appendiculaires en général, l'orifice génital masculin se forme au moment de la maturation des spermatozoïdes.

Les petites cellules principales (Pl. XI, fig. 38, *spg*) sont tantôt fusiformes, tantôt ramifiées; leur forme ne peut être distinguée qu'à de forts grossissements, sur des coupes excessivement minces. Un groupe de cellules semblables est représenté sur la figure 38 A. On y distingue une grosse cellule pâle (que nous allons considérer par la suite) entourée par des cellules principales fort entassées. Trois d'entre elles sont superposées sur la grande cellule pâle, ce qui permet de reconnaître qu'elles sont ramifiées; chacune d'elle renferme un noyau vivement coloré, entouré de protoplasma fort clair à peine coloré, qui donne dans différentes directions de trois à quatre prolongements de forme conique, effilés vers leurs extrémités qui s'entrelacent avec les prolongements des cellules avoisinantes. Leurs noyaux de forme ovale, d'après la distribution de chromatine sont semblables à ceux des cellules parenchymateuses de l'ovaire. La chromatine intéresse exclusivement la portion périphérique du noyau; sa portion centrale reste claire; aussi sur des préparations colorées par l'hæmalun les contours des noyaux sont fort nets.

Je n'ai pu trancher la question de savoir le rôle de ces cellules dans la spermatogénèse de l'*Oikopleura rufescens*. Je suppose tout de même que je ne suis pas dans l'erreur si je les considère comme des spermatogonies et les désigne sous cette dénomination.

Les cellules appartenant à la troisième catégorie représentent de grosses cellules pâles (fig. 38, *cyt*), qui ne sont pas susceptibles de coloration et qui dans un nombre fort restreint sont dispersées dans le tissu du testicule. Leurs contours sont difficiles à tracer, car elles sont toujours entourées par des spermatogonies. La plus grande portion de ces cellules est occupée par leurs noyaux colorés si faiblement, qu'ils échappent à une étude détaillée. Bien souvent leur protoplasma ne constitue qu'une mince bordure, qui cerce le noyau.

Bien que la fonction de ces cellules me soit problématique, je suppose qu'elle peut être expliquée, en quelque sorte, par l'examen minutieux des amas cellulaires appartenant aux testicules, dont il a été déjà question.

Ces amas cellulaires (fig. 38 B, *gc*) consistent en un protoplasma fort clair à la périphérie duquel sont disposés des noyaux qui, comme le protoplasma lui-même sont complètement semblables à ceux qui furent signalés dans les spermatogonies. Dans son ensemble, l'amas cellulaire rappelle les spermatogonies observées chez quelques vers, qui sont toujours réunies autour d'une grosse cellule, dénommée *cytophore*. Eu égard à cette similitude je suis porté à considérer les grosses cellules, dispersées dans les testicules, comme des *cytophores*.

C'est aux observateurs, qui auront à leur disposition des stades plus avancés de l'évolution des spermatozoaires, de confirmer ou de contester la justesse de mon hypothèse.



Explication des planches VI—XI.

(*Oikopleura rufescens* Fol).

- a* — auus.
avb — arc vibratile.
B — bouche.
bep — bordure des cellules épithéliales de l'estomac.
cb — cellules du sac branchial.
cd — cellules ventrales de l'endostyle.
cep — cellules épithéliales de l'ovaire.
cet — cellules ectodermiques de la coquille.
cg — cellules géantes de la plaque oikoplastique de Fol.
cge — cellules glandulaires de l'estomac.
cgl — cellule glandulaire de l'endostyle.
chi — chambre d'évasion.
chsa — chambre du sac antérieur du piège.
chv — chambre ventrale.
cov — cellules ovulaires.
cpch — cellules parenchymateuses de l'ovaire.
cpg — cavité dans laquelle se développe le piège.
Cq — coquille.
est — cavité entre le treillage et la coquille.
cv — lacune dans la substance mucilagineuse de la coquille.
cv — cellules dorsales de l'endostyle.
cvbr — cellules vibratiles de la fossette vibratile.
cyt — cellules nutritives du testicule (cytophore).
cz¹, cz², cz³ — cellules zonées de la plaque oikoplastique de Fol.
Dit — diatomées à l'intérieur de l'estomac.
ect — ectoderme.
end — endostyle.
ent — entonnoir.
Ff — faisceau fibrillaire du ganglion cérébral.
fbr — fibres du piège.
fms — filaments mésenchymatiques.
fv — fossette vibratile.
Ge — ganglion céphalique.
glb — glande buccale.
- glst* — cellules glandulaires de l'estomac.
gre — grandes cellules du ganglion cérébral.
gvr — gouttière vibratile.
Inf — infusoire à l'intérieur de l'estomac.
Int — intestin.
lac — lobes accessoires du testicule.
lb — lèvre inférieure.
lba — lobe antérieur de la coquille, délimitant la cavité où est disposé le piège.
lbp — lobe postérieur de la coquille délimitant la cavité où est disposé le piège.
lg (est) — lobe gauche de l'estomac.
lts — lobes accessoires du testicule.
mex — membrane externe du treillage.
mit — membrane interne du treillage.
Ms — mésoderme.
Nd — nerf dorsal.
Nms — nerf mésenchymatique.
Nol — nerf olfactif.
nr — nourritre dans la cavité de l'estomac.
obr — orifices branchiaux.
oc — oikoplastes centraux de la plaque oikoplastique de Fol.
ocb — oikoplastes cubiques de la plaque oikoplastique de Fol.
ocr — oikoplastes circumoraux.
ods — oikoplastes dorsaux.
OE — oikoplastes d'Eisen.
oes — oesophage.
OF — oikoplastes de Fol.
omg — oikoplastes marginaux.
ot — otolithe.
ovt — oikoplastes ventraux.
pan — portion antérieure du ganglion cérébral.
par — parois antérieure du piège.
pcdd — procarde droit.
pedg — procarde gauche.
pg — piège.

<i>pgel</i> — portion gélatineuse des oikoplastes de Fol.	<i>sex</i> — substance excretée par la cellule glandulaire de l'endostyle.
<i>pgr</i> — portion granuleuse des oikoplastes de Fol.	<i>sg</i> — substance gélatineuse.
<i>ph</i> — pharynx.	<i>sgr</i> — substance granuleuse de la cellule glandulaire de l'endostyle.
<i>pmd</i> — portion médiane du ganglion cérébral.	<i>sm</i> — substance mucilagineuse.
<i>pms</i> — parois musculieuse du procarde gauche.	<i>sp</i> — sac postérieur du piège.
<i>pnr</i> — neurites des cellules nerveuses antérieures du ganglion cérébral.	<i>spg</i> — spermatogonie.
<i>pps</i> — parois postérieure du piège.	<i>st</i> — stries dans la membrane externe et interne du treillage.
<i>prf</i> — prolongements filiformes des oikoplastes d'Eisen qui entrent dans les membranes du treillage.	<i>st</i> — fibrilles du sac antérieur ou postérieur du piège.
<i>ps</i> — pseudopodes des cellules épithéliales de l'estomac.	<i>T</i> — testicule.
<i>pvs</i> — parois propre de la vésicule sensorielle.	<i>tbr</i> — tube branchial.
<i>R</i> — rectum.	<i>Tr</i> — treillage.
<i>rp</i> — repli ectodermique, qui sert à la formation de la chambre dorsale.	<i>vc</i> — vacuoles dans les cellules épithéliales de l'estomac.
<i>sa</i> — sac antérieur du piège.	<i>vd</i> — vas deferens.

Planche VI.

- Fig. 1. *Oikopleura rufescens* vue de profil du côté gauche ($\frac{8.0}{1}$).
 Fig. 2. Idem de la face dorsale ($\frac{6.3}{1}$).
 Fig. 3. Idem de la face ventrale ($\frac{6.3}{1}$).
 Fig. 4. Les oikoplastes de Fol ($\frac{3.2.0}{1}$).
 Fig. 5. Le corps de l'*Oikopleura rufescens* dans une coquille presque formée, vu de la face dorsale ($\frac{1.1.5}{1}$).
 Fig. 6. Coupe longitudinale frontale du corps de l'*Oikopleura rufescens*, entouré par une coquille presque formée ($\frac{1.1.5}{1}$).
 Fig. 7. Coupe longitudinale sagittale par le côté du corps de l'*Oikopleura*, entouré par la coquille ($\frac{2.4}{1}$).

Planche VII.

- Fig. 8. Coupe transversale de la plaque d'Eisen. Formation de la membrane externe du treillage ($\frac{7.7.0}{1}$).
 Fig. 9. Coupe longitudinale de la plaque d'Eisen. Formation des fibrilles de la membrane externe du treillage ($\frac{7.7.0}{1}$).
 Fig. 10. Coupe longitudinale de la plaque d'Eisen et de la partie adhérente de la coquille ($\frac{4.2.0}{1}$).
 Fig. 11. Coupe transversale de la plaque d'Eisen pendant la formation des fibrilles dans la membrane interne du treillage ($\frac{4.2.0}{1}$).

- Fig. 11 A. Coupe de la même partie au stade de la formation des fibrilles un peu plus avancé que celui de la fig. 11 ($\frac{420}{1}$).
- Fig. 12. Coupe longitudinale frontale de la partie antérieure du corps de l'*Oikopleura rufescens* au stade de l'apparition de la substance gélatineuse ($\frac{420}{1}$).
- Fig. 13. Coupe longitudinale frontale de la plaque oikoplastique de Fol au stade du développement du sac antérieur du piège ($\frac{420}{1}$).
- Fig. 14. Coupe sagittale de la plaque oikoplastique de Fol à un stade avancé du développement du piège ($\frac{770}{1}$).

Planche VIII.

- Fig. 15. Coupe frontale de la plaque oikoplastique de Fol au stade du développement des fibrilles du sac antérieur du piège ($\frac{220}{1}$).
- Fig. 15 A. Une partie de la même coupe à un grossissement plus fort ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 15 B. Les cellules oikoplastiques zonées de la deuxième et de la troisième rangée au stade du développement des fibrilles du sac postérieur ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 16. Coupe frontale des oikoplastes zonées pendant la formation des fibres du piège ($\frac{320}{1}$).
- Fig. 17. Coupe frontale d'une partie du piège formé ($\frac{530}{1}$).
- Fig. 19. Coupe frontale du piège avec les chambres du sac antérieur ($\frac{390}{1}$).

Planche IX.

- Fig. 19—19 B. Trois coupes longitudinales frontales du ganglion cérébral ($\frac{770}{1}$); 19 C et 19 D — deux coupes transversales de la fossette vibratile ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 20. Coupe longitudinale frontale de la partie antérieure du ganglion cérébral et de la vésicule sensorielle ($\frac{530}{1}$).
- Fig. 21. Coupe sagittale de la partie antérieure du corps ($\frac{390}{1}$).
- Fig. 22—22 H. Série des coupes transversales du corps ($\frac{140}{1}$).

Planche X.

- Fig. 23—23 A. Deux coupes transversales de l'endostyle et des organes adhérents ($\frac{390}{1}$).
- Fig. 24. Coupe de la paroi de l'estomac et d'une boule de nourriture ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 25. Idem d'un autre individu ($\frac{240}{1}$).
- Fig. 26. Coupe de la paroi de l'estomac, la destruction des bordures des cellules épithéliales gastriques ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 27. Une partie de l'intestin où la striation de la bordure des cellules épithéliales s'accuse nettement ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 28. Coupe de la paroi de l'estomac au moment où s'opère la formation des pseudopodes lobés des cellules épithéliales ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 29. Coupe de la paroi de l'estomac qui démontre la structure des cellules glandulaires ($\frac{240}{1}$).
- Fig. 30. Trois cellules glandulaires de l'estomac où la forme des noyaux est fort distincte ($\frac{240}{1}$).
- Fig. 31—31 B (Pl. XI). Trois coupes longitudinales frontales dans la région des procardes ($\frac{115}{1}$).

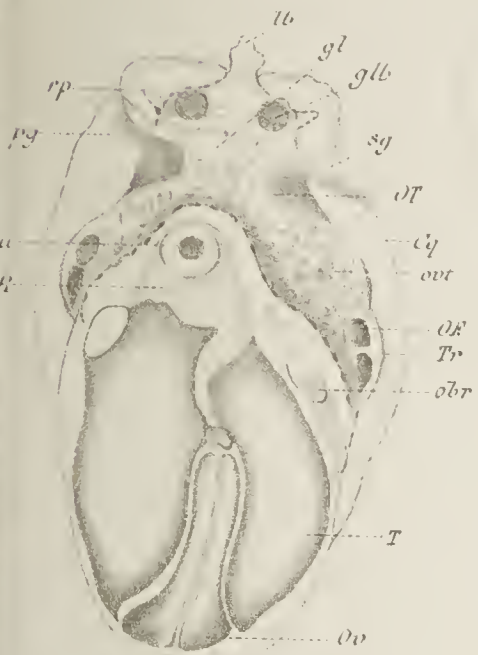
Planche XI.

- Fig. 32. Coupe transversale du tube branchial au point de la fixation du procarde gauche ($\frac{770}{1}$).
Fig. 33, 33 A. Deux coupes longitudinales de la paroi musculaire du procarde gauche ($\frac{770}{1}$).
Fig. 34. Coupe transversale de la partie génitale (ovaire et testicules) ($\frac{115}{1}$).
Fig. 35. Coupe transversale d'une partie de l'ovaire ($\frac{390}{1}$).
Fig. 36. Les cellules parenchymateuses ou nutritives de l'ovaire ($\frac{770}{1}$).
Fig. 37. Coupe transversale des testicules et de l'ovaire au niveau du vas deferens ($\frac{115}{1}$).
Fig. 38, 38 A et 38 B. Une partie d'une coupe transversale du testicule (Fig. 38 et 38 B — $\frac{390}{1}$,
Fig. 38 A $\frac{770}{1}$).
Fig. 39. Coupe transversale des organes génitaux d'un individu fort jeune ($\frac{530}{1}$).
Fig. 40. Coupe transversale des organes génitaux d'un individu jeune ($\frac{390}{1}$).

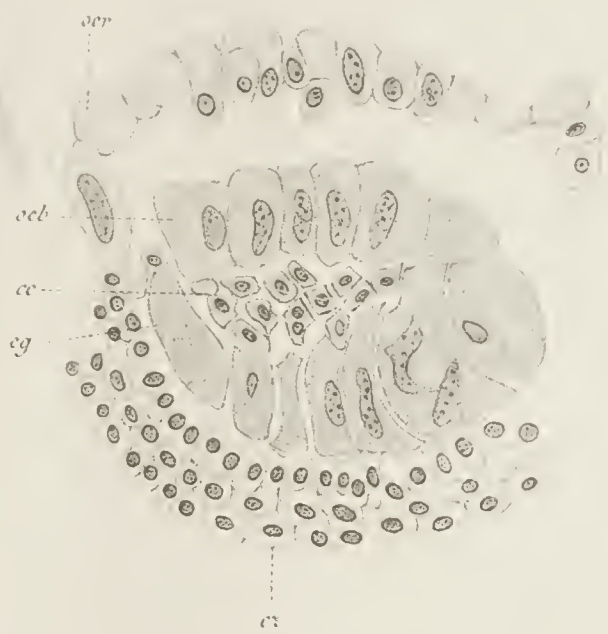




2.



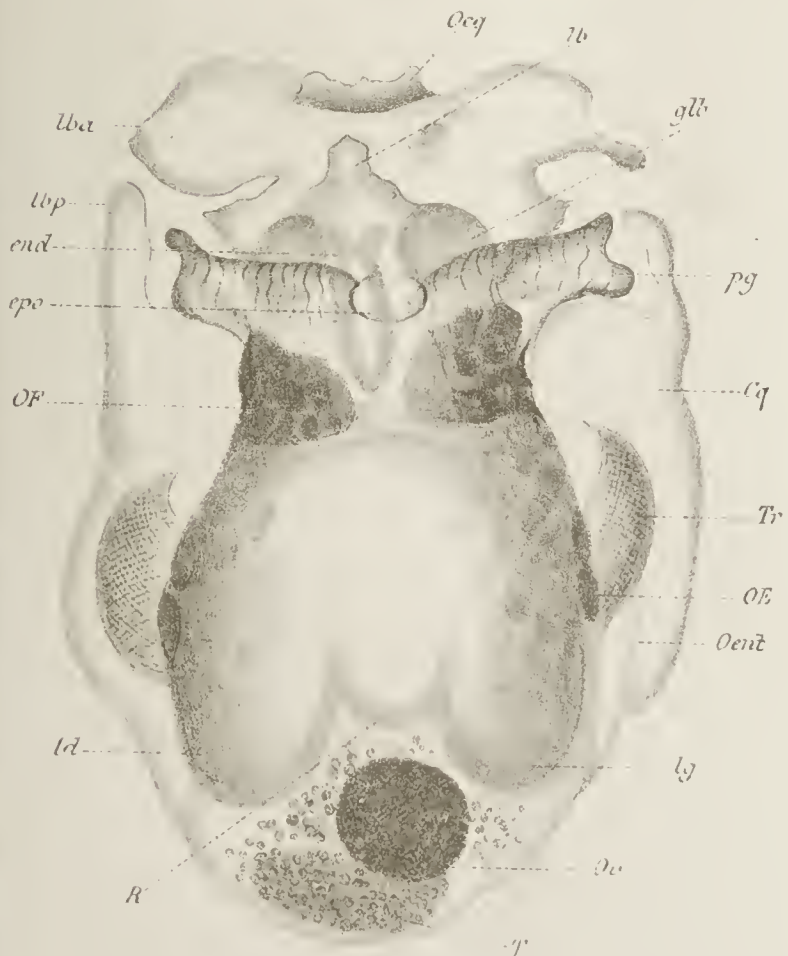
4.



7.



5.



6.



8.

9.

10.



14.



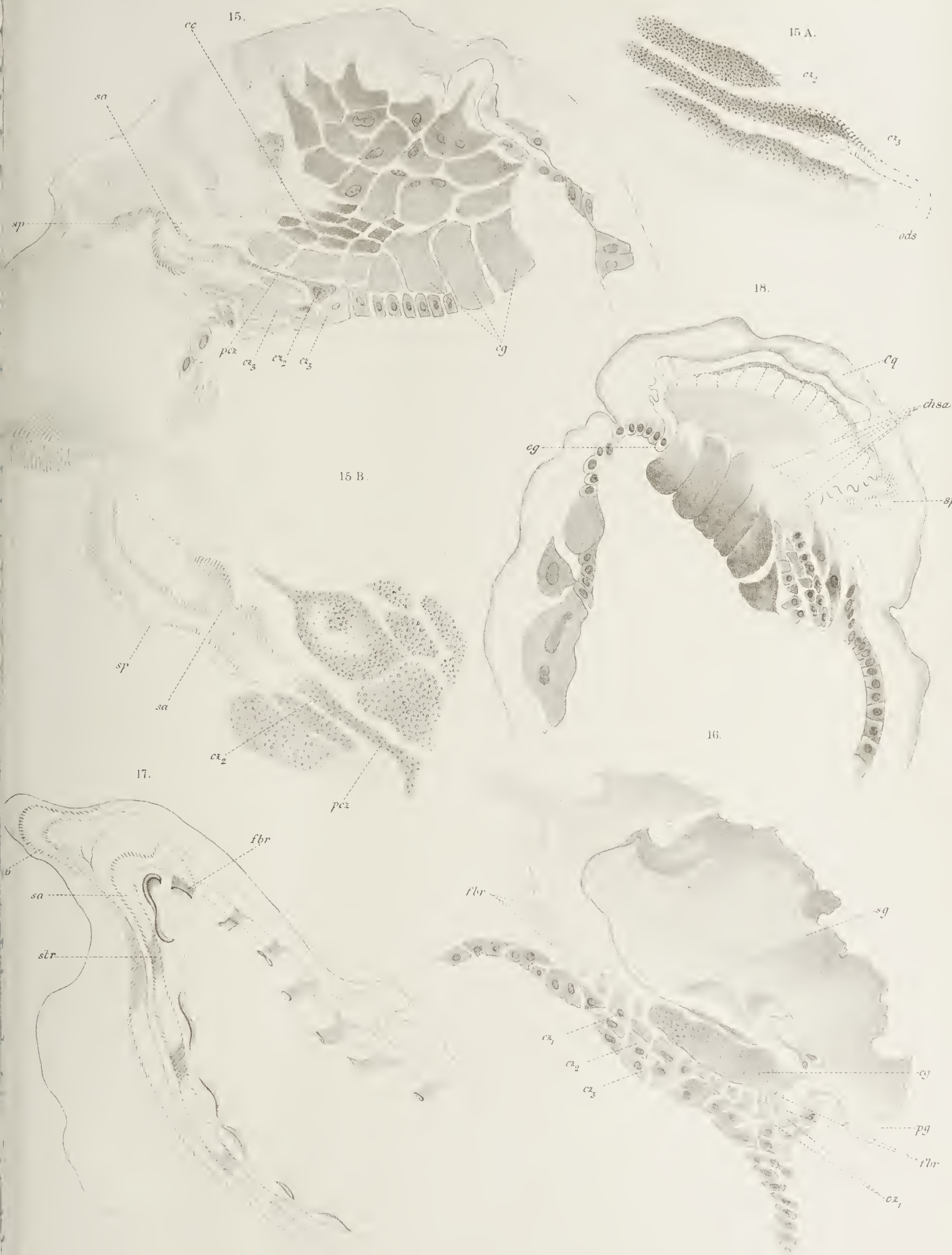
16.



12.



Oikopleura rufescens Fol.



Oikopleura rufescens Fol.

W. Salenski del.

1895. 10. 15. 10. 15. 10. 15.

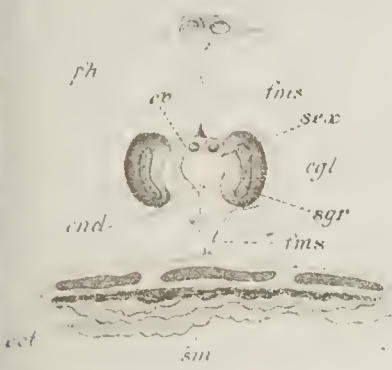


Oikopleura rufescens Fol.

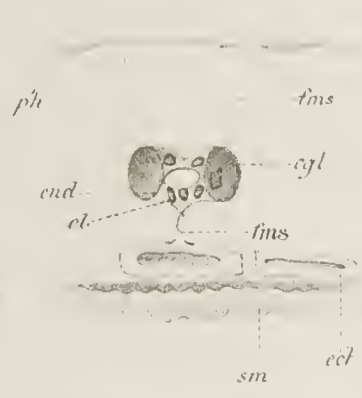
N. Salensky del.

Ed. K. Schmidt sculp.

23.



23 A.



25.



26.



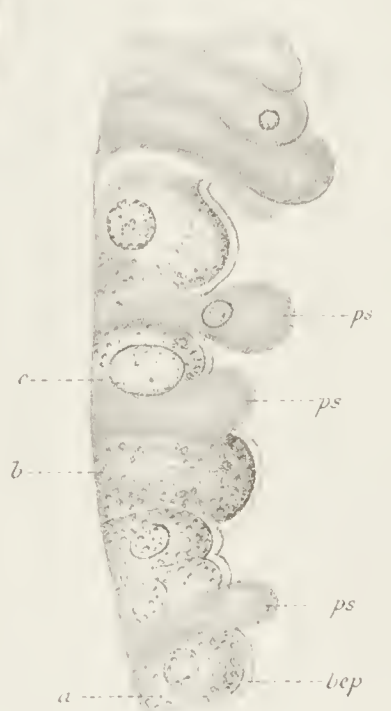
24.



27.



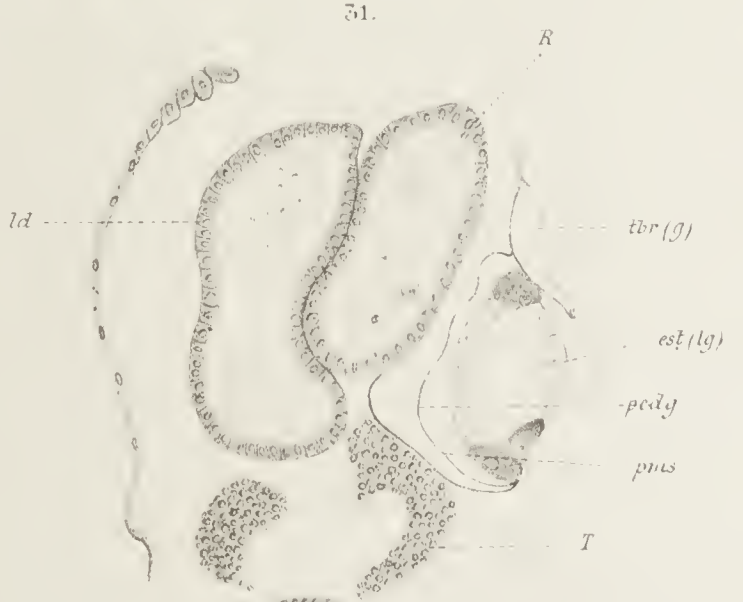
28.



29.



31.



30.



31A.



Oikopleura rufescens Fol.

51 B.



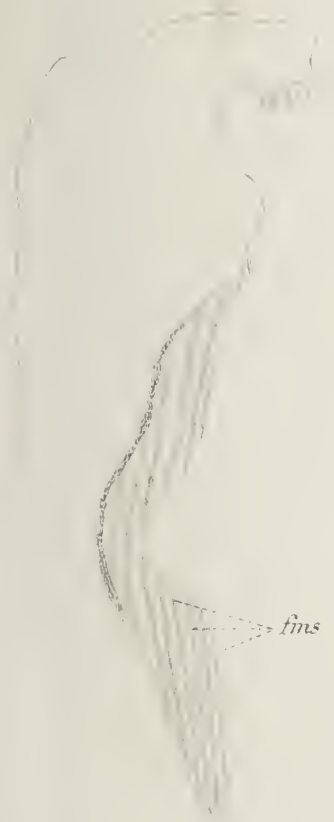
52.



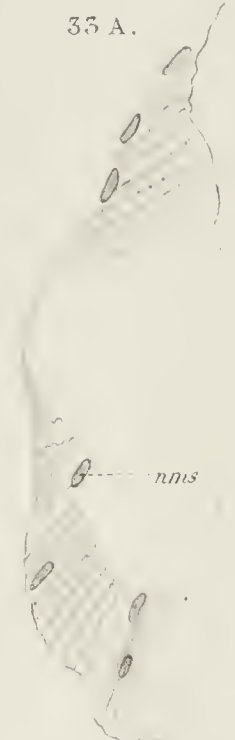
54.



55.



55 A.



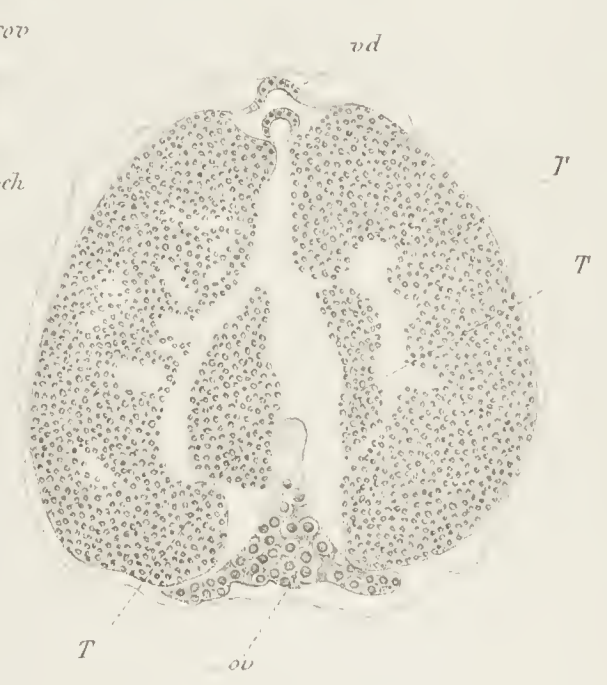
55.



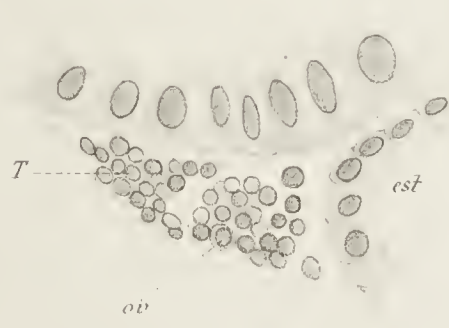
56.



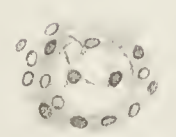
57.



59.



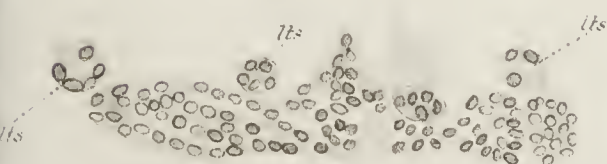
58 A.



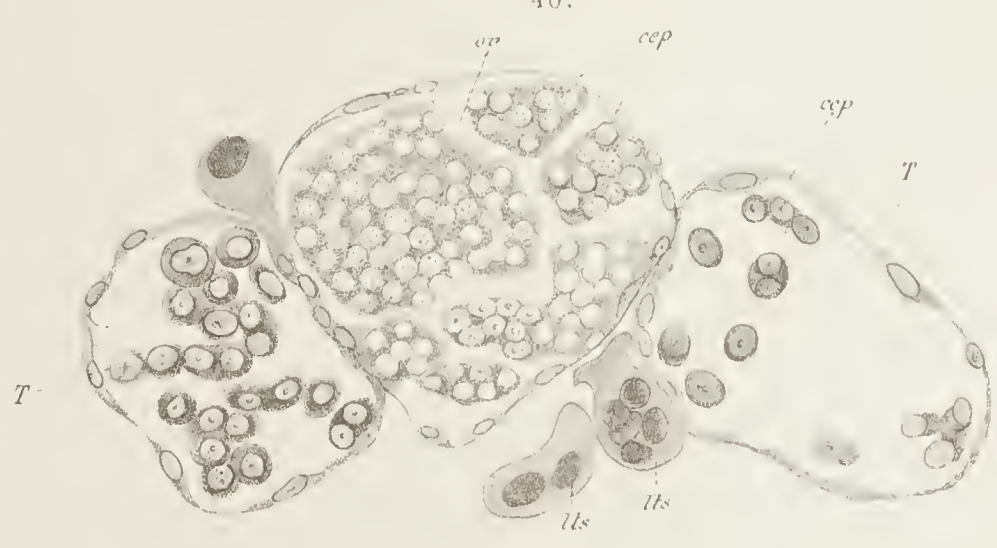
58.



58 B.



40.



III. *Fritillaria pellucida* (Busch) [*furcata* (Vogt)].

Pl. XII — XVI.

C'est à Fol¹⁾ qu'appartient le mérite d'avoir distrait du genre *Appendicularia* quelques espèces d'Appendiculaires et de les avoir rangées dans un genre séparé qu'il dénomma *Fritillaria*. Ce terme d'abord appliqué par Quoy et Gaimard à quelques espèces d'Appendiculaires, dont ces auteurs ont donné une description bien vague, fut employé plus tard par Fol pour en désigner plusieurs espèces dont la structure diffère notablement de celle des autres, appartenant à ce groupe de Tuniciers.

Comme caractères diagnostiques du genre *Fritillaria* Fol²⁾ considère: «Corps allongé, endostyle recourbé; queue $1\frac{1}{2}$ plus longue que le corps; un repli de l'épiderme en forme de capuchon». Or cette courte diagnostique, qui n'embrasse point toutes les particularités distinctives des *Fritillaria*, fut complétée plus loin par une description plus ou moins détaillée de plusieurs espèces appartenant à ce genre³⁾.

Lohmann³⁾ nous donna une caractéristique plus détaillée de ce genre qui, d'après sa classification, avec le genre *Appendicularia* forme la famille des *Appendicularidae*.

D'après cet auteur le genre *Fritillaria* est signalé par ces caractères: 1° La présence d'un capuchon ou repli de l'ectoderme qui recouvre la partie antérieure de son corps. 2° Une coquille fort primitive sécrétée par l'épithèle oikoplastique sous forme de vessie qui n'abrite que la région antérieure du corps de l'animal. 3° Une bouche délimitée par des grands lobes. 4° Un rectum fort court.

Sans encore discuter la classification de Lohmann et surtout la réunion des *Fritillaria* et des *Appendicularia* en une seule famille, je me bornerai à noter maintenant que la présence du capuchon n'est pas un caractère propre à toutes les espèces du genre *Fritillaria*. Par contre la forme recourbée de l'endostyle que Fol considère comme sa particularité distinctive se retrouve chez toutes les espèces de ce genre. Aussi la forme de leur

1) Fol. Études sur les Appendiculaires, p. 48.

2) Fol. loc. cit. p. 29—37.

3) Lohmann. Die Appendicularien der Plankton-

Expedition 1896. p. 19. (Ergebnisse der Plankton-Expedition. Bd. II.)

corps diffère-t-elle non seulement de celle du corps de toutes les *Oikopleura*, mais aussi de celle des Appendicularia que Lohmann considère comme genre affiné aux *Fritillaria*.

Toutes les espèces du genre *Fritillaria* ont une forme fort caractéristique : Chez la plupart d'entre elles la partie antérieure du corps est recouverte par un grand repli de l'ectoderme, recourbé en avant sous forme de capuchon. Ce repli est surtout développé dans la région médio-dorsale; il se continue latéralement, recouvre les côtés du corps et s'efface peu à peu pour mourir à la face ventrale. Le capuchon délimite une cavité assez spacieuse, qui sert de réservoir à la substance mucilagineuse, sécrétée par l'ectoderme des parties antérieure et dorsale du corps. Cette substance sert à la formation de la coquille, qui en se développant dans la cavité du capuchon déprime la portion antérieure du corps, et sous l'effet de cette pression se recourbe vers la face ventrale pour former un angle presque droit avec sa portion médiane et sa portion postérieure.

A l'extrémité antérieure du corps siège l'orifice buccal, entouré par trois lobes, dont un est situé à sa face dorsale et deux à sa face ventrale. Le lobe dorsal, qui peut être considéré comme lèvre supérieure (fig. 1, 2, 3 *lds*) représente un prolongement ectodermique fort mince qui affecte la forme d'un trapèze, rétréci dans sa partie médio-dorsale et élargi dans ses parties latérales qui se réunissent avec les lobes ventraux.

Les lobes ventraux constituent deux lobes semicirculaires, séparés l'un de l'autre à la ligne médio-ventrale par une légère échancrure. Leurs parois consistent en une couche ectodermique aussi mince que celle qui constitue les parois du lobe dorsal. Ils sont bordés extérieurement par des cellules ciliées assez volumineuses.

Tous ces trois lobes délimitent un vestibule de forme triangulaire au fond duquel siège l'orifice buccal.

La région médiane du corps de *Fritillaria* qui renferme l'oesophage et les organes digestifs s'aplatit en avant dans la direction dorso-ventrale. L'anus s'ouvre au dehors à la face ventrale. La queue est insérée en arrière de cet orifice.

La région postérieure du corps fort allongée est rétrécie en arrière; elle sert de réservoir aux organes génitaux. A l'extrémité postérieure siègent les deux appendices (fig. 1 *ap*) qui caractérisent *Fritillaria pellucida*. De forme légèrement conique ils sont rétrécis en arrière, recouverts d'une mince membrane ectodermique, consistant en une masse homogène dans laquelle on ne peut distinguer aucun élément cellulaire.

Fritillaria pellucida représente un sujet favorable à être observé. Grâce à une cavité du corps fort spacieuse et à la transparence de ses téguments on peut étudier la structure intime de la plupart des organes sur un animal entier soit vivant, soit conservé sans recourir aux coupes. Il faut encore noter que d'après le volume considérable des éléments cellulaires qui, parfois dans le canal digestif sont énormes, la *Fritillaria pellucida* parmi toutes les Appendiculaires doit être considérée comme le meilleur sujet pour des études anatomiques.

Le tégument.

Le tégument de *Fritillaria pellucida* représente une couche unique de cellules épithéliales. Comme chez toutes les Appendiculaires il comprend deux portions: une oikoplastique et une épithéliale. La portion oikoplastique fort réduite, n'embrasse que la portion antérieure du corps; la portion épithéliale recouvre tout le reste du corps.

La réduction notable de la couche oikoplastique chez cette espèce peut être expliquée par la structure fort primitive de la coquille, signalée chez cette Appendiculaire. Je n'ai pas eu l'occasion d'observer moi même sa coquille. Or Fol et Lohmann plus heureux que moi sous ce rapport en donnent une description détaillée. Fol dit: «Les masses muqueuses ne constituent jamais une véritable coquille enveloppant l'animal de toutes parts, elles ne font qu'entourer la bouche et constituent ici une masse de dimension variable et extrêmement délicate. Par moments, lorsque la queue est en mouvement, cette masse se gonfle et l'on reconnaît alors qu'elle constitue une sorte de vésicule creuse, percée de deux ouvertures opposées. L'une de ces ouvertures est occupée par la bouche, l'autre sert à l'écoulement de l'eau (Fol loc. cit. p. 30).

La coquille de *Fritillaria pellucida*, qui est fort rudimentaire en comparaison des coquilles très complexes des Oikopleurides se forme, comme l'ont démontré Fol et Lohmann aux dépens des cellules oikoplastiques qui siègent à la face dorsale en dessous du capuchon et à la face ventrale immédiatement en arrière de la bouche. La couche oikoplastique peut facilement être observée par transparence sur des animaux fixés dans des liquides conservatifs, et puis colorés par l'haemalum ou par le carmin boracique.

Les figures 1 et 2 (Pl. XII) représentent le même spécimen de *Fritillaria pellucida*; sur la figure 1 il est vu de la face dorsale et sur la fig. 2 — de la face ventrale. A la face dorsale, la couche oikoplastique représente une lamelle qui constitue le plancher de la coquille, dont le plafond est formé par le capuchon lui-même. Cette portion principale des Oikoplastes (fig. 1 *cod*) que nous allons dénommer **couche oikoplastique dorsale**, s'étend sur les parties latérales de la région antérieure du corps pour se réunir à la face ventrale avec une seconde couche oikoplastique assez considérable, que nous allons désigner sous la dénomination de **couche oikoplastique ventrale** (fig. 2 *cov*). Cette dernière étant située en dehors du repli que forme le capuchon, reste à nu; elle constitue une bande qui recouvre la région antérieure du corps.

Ainsi toute la région oikoplastique de *Fritillaria pellucida* représente un anneau, élargi à la face dorsale et rétréci à la face ventrale, qui entoure l'orifice buccal.

En ce qui concerne la structure intime et la distribution des oikoplastes, Lohmann en a fait des recherches détaillées. En étudiant la structure de la couche oikoplastique et principalement celle de sa portion dorsale chez différentes espèces de *Fritillaria* (*Fritillaria formica*, *Fritillaria pellucida* et *Fritillaria borealis*) il a signalé plusieurs différences dans la

forme et la structure des oikoplastes. D'après ces recherches la couche oikoplastique des *Fritillaria* sécréterait toujours deux substances différentes : 1° Une substance mucilagineuse et 2° des fibrilles renfermées dans cette substance.

D'après cet auteur (Lohmann loc. cit p. 395—398) les deux substances susnommées seraient sécrétées par des cellules différentes dont la situation est précise, notamment : La substance mucilagineuse serait sécrétée par deux grandes cellules, logées au bord postérieure du capuchon et les fibrilles seraient le produit de menues cellules fibrillogènes, disposées en cercles concentriques en avant des cellules ci-dessus. Chez *Fritillaria formica* subsisteraient toutes les deux sortes de cellules. Chez *Fritillaria pellucida* les grandes cellules postérieures feraient défaut, les cellules antérieures fibrillogènes subsisteraient seules ; ainsi la coquille de cette espèce ne consisterait qu'en fibrilles (Lohmann, Das Gehäuse etc. p. 398).

N'ayant pas eu à ma disposition des spécimens de *Fritillaria* à la coquille définitivement développée, je ne puis me prononcer relativement à la structure de cette dernière. Quant à la formation de la coquille, et à la structure intime de la couche oikoplastique, que j'ai étudiées en détails, sous ce rapport mes observations ne concordent pas toujours avec celles de Lohmann.

La portion dorsale de la couche oikoplastique représente une disposition d'oikoplastes strictement symétrique. Lohmann nous en donna une description fort brève. D'après lui (loc. cit. p. 398) la portion médiane consiste en grandes cellules médianes, disposées dans la direction medio-dorsale et en groupes de cellules qui affectent la forme d'osselets, disposés latéralement des deux côtés des cellules médianes».

Mes observations m'ont démontré que la structure intime de cette portion est beaucoup plus complexe : Au bord antérieur et au bord supérieur de la portion dorsale de la couche oikoplastique siègent plusieurs zones cellulaires disposées en lignes transversales qui dans leur ensemble constituent deux bandes transversales, dont l'une antérieure et l'autre postérieure. La bande antérieure (fig. 4 *bta*) comprend quatre rangées de cellules allongées transversalement munies de noyaux oblongs. Cette bande se recourbe à la face ventrale où elle passe insensiblement en couche oikoplastique ventrale. En arrière de cette bande siègent des oikoplastes qui constituent la masse principale des oikoplastes dorsaux. On y distingue une portion médio-dorsale et deux portions latérales.

La portion médio-dorsale consiste en cellules variées, qui dans leur ensemble représentent une figure triangulaire ou plutôt lyriforme. A la ligne médiane siège une seule cellule triangulaire (*bdm*) dont le sommet aigu regarde en arrière. Elle constitue pour ainsi dire le point central de cette portion, tous les oikoplastes étant situés soit en arrière, soit à ses deux côtés. « Ils se disposent sous forme de deux bandes dirigées du bord postérieur de la portion dorsale, vers la bande transversale antérieure. Toutes les trois bandes se recourbent sur la face ventrale pour se joindre à la couche oikoplastique ventrale. Comme à partir de la ligne médiane de la portion dorsale elles se dirigent obliquement vers les parties latérales, elles peuvent être dénommées *bandes latérales obliques* (*blo* fig. 2). Leurs extrémités

postérieures se terminent par deux gros oikoplastes disposés symétriquement. Leurs portions latérales et antérieures comprennent quatre rangées de cellules, pour la plupart ovalaires. Les cellules postérieures de la première rangée font seules exception : elles affectent la forme de triangles dont les sommets regardent en arrière.

Les parties latérales de la portion oikoplastique dorsale consistent en cellules polyédriques d'un volume considérable ; leur nombre est restreint ; je n'en ai jamais compté plus de 15 de chaque côté. Leur protoplasma est finement granulé ; quelques unes renferment de grosses vacuoles sphériques (fig. 4). Leurs noyaux ovalaires siègent au centre des cellules, mais dans le cas où des vacuoles s'y forment, le noyau s'écarte vers la périphérie de la cellule.

La bande transversale postérieure (*btp* fig. 4) comprend de deux à trois rangées de cellules ovalaires munies aussi de noyaux ovalaires ; elles sont disposées parallèlement les unes aux autres dans la direction transversale. Cette bande constitue la bordure postérieure de la portion oikoplastique dorsale.

La portion oikoplastique ventrale (fig. 2, *cov*) est d'une structure beaucoup plus simple. Elle consiste en cellules uniformes tantôt ovalaires, tantôt fusiformes, disposées en six rangées transversales, qui dans leur ensemble constituent une bande transversale située entre les lobes buccaux inférieurs (*lvt* fig. 2) et les orifices branchiaux (*fbr*).

Bien que la couche oikoplastique de *Fritillaria* soit fort réduite par comparaison à celle des *Oikopleura* je suppose que l'on peut y reconnaître des parties homologues de cette dernière. Ainsi la bande dorsale de la région dorsale correspond à une formation semblable chez les *Oikopleura* ; les groupes latéraux sont homologues aux groupes latéraux ; la bande transversale postérieure correspond à la portion marginale, et la région oikoplastique ventrale doit être homologue à la portion circumorale de la région ventrale de la couche oikoplastique des *Oikopleura*.

La coquille.

Passons à l'examen de la sécrétion de la coquille par les oikoplastes.

Les spécimens fixés à l'aide du liquide d'Hertwig ou de l'acide osmique, colorés par l'haemalun sont surtout favorables à l'observation de la sécrétion des oikoplastes et de la formation de la coquille.

La substance de la coquille consiste en substance mucilagineuse et en substance fibrillaire qui toutes les deux sont les produits de la sécrétion des oikoplastes. Comme la substance mucilagineuse se colore vivement par l'haemalun, pour observer sa sécrétion il suffit de colorer par cette matière colorante un spécimen fixé au sublimé. Mais sur des préparations semblables les fibres ne s'accusent pas nettement sur la substance mucilagineuse ; par contre elles sont fort prononcées sur des préparations fixées à l'aide de l'acide osmique et

puis colorées par l'haemalun. La coloration par le carmin boracique donne des préparations moins réussies.

D'après l'examen des coupes confectionnées à des stades précoces de l'évolution de la coquille, je suis arrivé à conclure que la substance mucilagineuse est sécrétée par les groupes latéraux des oikoplastes; les fibrilles — par les oikoplastes de la bande médio-dorsale.

La sécrétion de la substance mucilagineuse chez *Fritillaria pellucida* peut être observée sur beaucoup de coupes. On y trouve des oikoplastes isolés, ainsi que des groupes d'oikoplastes en voie de sécrétion.

Ce sont ces groupes cellulaires qui sont les plus intéressants à être observés. Ils siègent ordinairement dans les parties latérales de la plaque oikoplastique au point où cette plaque se transforme en voûte du capuchon. Là où se produit la sécrétion de la substance mucilagineuse les groupes des cellules sécrétantes se disposent en deux ou trois couches superposées, font des proëminences de forme irrégulière (Pl. XII, fig. 6, 7). Souvent les cellules se confondent de manière que leurs limites s'effacent; dans quelques endroits leur lien se rompt et elles émigrent dans la cavité du capuchon. En un mot dans les endroits où la sécrétion de la substance mucilagineuse se produit énergiquement, où elle résulte de la fonction de tout un groupe de cellules, une grande activité des cellules sécrétantes devient manifeste, en se signalant par leur déplacement ou même par leur multiplication, indiquée par la présence de quelques cellules munies de deux noyaux.

Il est aussi à remarquer que les noyaux sont fort modifiés dans des cellules semblables; ils acquièrent une forme tantôt allongée, tantôt cylindrique et recourbée, tantôt pyriforme; tandis qu'à l'ordinaire ils sont sphériques.

Cette modification des noyaux est d'autant plus intéressante que dans les oikoplastes des *Oikopleura* ainsi que dans les cellules glandulaires des insectes les noyaux des cellules acquièrent les mêmes formes originales qui dépendent évidemment de leur fonction sécrétoire.

Le protoplasma des cellules qui fonctionnent activement est imbu d'une substance mucilagineuse transparente, réfringente et vitreuse qui paraît être ductile. Sur la coupe (fig. 7, Pl. XII) sont représentées quelques cellules semblables, dans lesquelles la substance réfringente se distingue nettement au fond du protoplasma. Dans quelques unes d'entre elles cette substance, sous forme de gouttelettes minuscules, ressort à la surface de la cellule et fait paraître dentelé son contour. Dans d'autres, où la sécrétion de la substance mucilagineuse est plus avancée, cette dernière découle de la cellule sous forme de longs fils réfringents, aux contours échancrés; ils se réunissent pour former un réseau qui se dirige vers la cavité du capuchon. Un réseau semblable, reconnaissable en dessus des cellules *a, b, c* (fig. 7) peut donner une juste image de la forme sous laquelle la substance mucilagineuse découle des cellules. La substance mucilagineuse qui remplit la cavité du capuchon enveloppe les cellules qui ont émigré dedans. Une semblable cellule *g* est représentée sur la fig. 7. Elle est probablement dégénérée, car étant dépourvue de noyau elle ne présente qu'un amas de pro-

toplasma. Or je n'ai jamais distingué dans la substance mucilagineuse, qui remplit le capuchon, des cellules complètement normales. Ordinairement toutes les cellules qui y sont émigrées dégèrent et meurent. Aussi je suppose que la cellule *g* représente une cellule morte en voie de décomposition.

La substance mucilagineuse complètement formée qui remplit le capuchon, constitue une masse anhiste, homogène et vitreuse qui ne fixe ni le carmin, ni les autres colorants. Cependant dans quelques endroits on y distingue des amas finement granulés, colorés par le carmin qui ont l'aspect de détritrus. Je tiens pour probable que ces amas sont des cellules ectodermiques décomposées qui avaient émigré dans la cavité du capuchon.

La formation des fibrilles (Pl. XII, fig. 6) débute évidemment après que la sécrétion de la substance mucilagineuse soit commencée. Le processus de la sécrétion des fibrilles ne diffère en rien de celui de la sécrétion de la substance mucilagineuse. Les fibrilles découlent aussi des cellules mais apparaissent sous forme de filaments qui durcissent aussitôt et se distinguent nettement de la substance mucilagineuse dans laquelle elles sont plongées.

La figure 6 nous représente une coupe de la couche oikoplastique; dans sa partie postérieure est manifeste la sécrétion énergique de substance mucilagineuse, et dans sa partie antérieure — la formation des fibrilles. On y distingue des oikoplastes de la bande médio-dorsale qui donnent naissance aux filaments excessivement fins, constituant les fibrilles, (*fbr*) qui se recourbent en arrière et pénètrent au fond de la substance mucilagineuse. Sur cette coupe on peut constater que chaque cellule donne naissance à une fibrille isolée, qui plus tard se confond avec les fibrilles avoisinantes pour former dans leur ensemble un faisceau assez épais.

Les glandes.

Les glandes de *Fritillaria pellucida* sont fort nombreuses et fort variées. Comme elles furent décrites plusieurs fois, je n'aurais pas insisté sur leur description si elles ne présentaient pas tant de variabilité dans leur structure et en conséquence dans leur fonction. Pour ce motif je les ai étudiées soigneusement et je trouve qu'il est utile d'en donner une description détaillée pour signaler davantage leurs différences.

Toutes les glandes sont unicellulaires. C'est à tort que Seeliger considère la glande qui siège dans la bifurcation de la queue comme glande pluricellulaire. On peut les diviser en quatre catégories suivantes.

1° Les glandes du tronc (*gt*, fig. 1, Pl. XII) qui sont les plus nombreuses et sont disposées dans le corps.

2° Les glandes buccales (*glb*, fig. 3, Pl. XII) situées dans les lobes buccaux inférieurs.

3° Les glandes caudales médianes (*gpc*, fig. 1), qui, au nombre de deux paires, siègent dans la partie postérieure de la queue et

4° La glande caudale terminale (*gic*, fig. 1).

Toutes ces glandes à leur tour peuvent être rangées en deux catégories.

A) Les glandes qui possèdent un canal efférent et B) les glandes qui en sont dépourvues. A l'exception des glandes du tronc toutes appartiennent à la première catégorie.

Les glandes du corps. Ces petites glandes sont distribuées fort régulièrement dans différentes parties du corps. Fol qui en a donné une description exacte dit : On en trouve une au milieu du feuillet dorsal du capuchon ; deux autres sont symétriquement placées en arrière de la lèvre inférieure et au dessous de l'endostyle (Pl. V, fig. 1, *gt*). Puis viennent deux glandes situées sur les côtés, en arrière de la base du capuchon ; trois glandes, dont une médiane et deux latérales, à la face ventrale en arrière de l'insertion de la queue ; et enfin une au milieu du bord postérieur du corps (Fol loc. cit. p. 33).

La structure de ces glandes est fort typique. Pour la plupart elles sont à moitié remplies par le produit de leur sécrétion (fig. 5, 5 A) ; beaucoup plus rarement elles se rencontrent à l'état où la sécrétion est au début. Elles sont triangulaires (fig. 27, 28, Pl. XIV, *gt*) ; leur surface est recouverte par une mince membrane, qui est fort distincte sur des préparations fixées à l'aide de l'acide osmique. Leur protoplasma consiste en granules assez volumineux entre lesquels se disposent des vacuoles de volume différent qui certes représentent des produits de la sécrétion de la glande. Les vacuoles, sont disposées dans tout le protoplasma. Presque au centre de la glande siège un noyau ovalaire vivement coloré par l'haemalun.

Au fur et à mesure de l'accroissement du sécrét qui consiste en un liquide homogène et translucide, les vacuoles isolées se confondent pour former une grosse goutte unique (fig. 5 A). Une glande semblable comprend deux portions : une portion protoplasmique munie d'un noyau et une vésicule remplie d'un liquide translucide ; la vésicule intéresse toujours la portion de la glande adhérente au tégument. Le noyau est entouré de menues vacuoles. Les sécrétions nouvelles se confondent graduellement avec les sécrétions précédentes. Lorsque la sécrétion ait atteint son maximum elle découle au dehors. Je n'ai jamais distingué de pore excréteur. Il est fort probable qu'il provient de la déhiscence des cellules ectodermiques et n'apparaît que temporellement au moment de l'excrétion pour se refermer aussitôt après.

Les glandes buccales (fig. 3 *gbc* a fig. 3 A). D'après leur volume les glandes buccales sont similaires aux glandes du corps, mais en différent d'après leur forme. On en compte deux. Elles siègent dans chacun des lobes buccaux. Chaque glande est de forme ovalaire. Sa portion élargie qui renferme le noyau et le protoplasma se trouve en avant. En arrière à la face dorsale du lobe buccal siège un grand orifice efférent. Le noyau affecte une forme oblongue et recourbée (fig. 3 A). La sécrétion de ces glandes ne s'accumule pas dans le protoplasma sous forme de vésicule, comme dans les glandes du corps, que nous venons de considérer, mais au fur et à mesure de son apparition est emportée au dehors par l'intermédiaire du pore excréteur.

Les glandes médianes caudales (fig. 1 *gpc*, fig. 9, 9 A). Les glandes médianes caudales chez *Fritillaria pellucida* ont une position si caractéristique que d'après leur situation on peut de suite déterminer cette espèce de *Fritillaria*.

Parmi les espèces du genre *Fritillaria*, *Fritillaria megachile* est aussi pourvue de glandes médianes caudales, mais chez cette espèce elles sont fort rapprochées. Chez *Fritillaria pellucida* les glandes médianes caudales siègent par paires des deux côtés de la région musculaire de la queue et sont éloignées les unes des autres. Ces glandes sont fort remarquables, non seulement d'après leur volume considérable qui dépasse celui de toutes les autres glandes unicellulaires, rencontrées dans le corps de l'animal, mais encore d'après leur structure et leur fonction. Or cette dernière n'est pas encore définitivement expliquée. Le corps de la glande est pyriforme. Son extrémité qui regarde les muscles de la queue s'allonge en un prolongement qui sert de canal efférent et s'ouvre au dehors par un large pore excréteur. Les glandes médianes situées en dessous de l'ectoderme consistent en une mince membrane et en un corps protoplasmique muni d'un gros noyau. La membrane n'est que le prolongement immédiat de la couche cuticulaire de la queue; elle fait un repli, qui en tapissant le canal efférent du pore excréteur recouvre le corps protoplasmique de la glande. Le protoplasma est finement granuleux; ses granules s'accumulent quelquefois pour former des filaments finement granulés, séparés par des vacuoles assez nombreuses, ce qui donne au protoplasma un aspect spongieux.

La fonction des glandes médianes doit être fort différente de celle des autres cellules glandulaires de *Fritillaria pellucida*. A en juger d'après l'aspect varié sous lequel elles se présentent leur fonction n'aboutit pas à la sécrétion d'un liquide, comme c'est le cas pour les autres glandes; elles ont encore la propriété de faire des mouvements amiboïdes et de sécréter outre les liquides des corpuscules solides.

Les mouvements amiboïdes signalés dans ces glandes consistent en ce que leur protoplasma débouche du pore excréteur sous forme d'un pseudopode (fig. 9 A, *ps*). Sous cet aspect les glandes médianes caudales se rencontrent fort souvent. D'après mes observations je puis affirmer que le pseudopode n'apparaît dans les glandes qu'au moment où elles n'élaborent point de sécrétions solides. Le pseudopode apparaît sous forme d'un prolongement cylindrique, à extrémité effilée; il émet de menus prolongements tuberculiformes. Pour la plupart à l'intérieur du pseudopode se trouvent des vacuoles. Chaque glande ne donne qu'un prolongement unique, qui se dirige vers l'axe longitudinal de la queue. Jamais je n'ai rencontré de pseudopodes bifurqués ou ramifiés.

Bien que Lohmann ne relate pas la formation des pseudopodes, il les dessine exactement sur la fig. 6 de la planche IV des « Appendicularien der Plankton-Expedition ». Cela démontre que ce phénomène est assez ordinaire chez *Fritillaria pellucida*. C'est d'autant plus remarquable que la formation des pseudopodes n'a jamais été observée dans des cellules glandulaires. Ce qu'elle se produit dans les cellules caudales de *Fritillaria* est un indice que ces glandes remplissent encore quelque autre fonction outre la fonction sécrétoire. Je ne puis expliquer maintenant le but de l'apparition des pseudopodes et celui des mouvements amiboïdes de ces cellules glandulaires. Pour trancher cette question il faudrait recourir aux expériences sur des animaux vivants, que je n'ai pas eu à ma disposition.

On considère ordinairement les mouvements amiboïdes et l'apparition des pseudopodes comme résultante des impulsions nutritives ou locomotives. Dans notre cas il ne s'agit point de locomotion, car la cellule qui émet le pseudopode ne quitte pas son enveloppe. Reste à supposer que ces pseudopodes servent à la nutrition et ont la destination spéciale d'englober les corps solides qui s'accrochent à la queue de cette Appendiculaire. Dans ce cas, la fonction des glandes médianes caudales serait en tous points semblable à la fonction des cellules phagocytaires qui servent à débarrasser le corps d'un animal de différents organismes qui lui sont peut être nuisibles.

Or ce n'est qu'une hypothèse qui peut provoquer de nouvelles recherches et de nouvelles expériences sur ces intéressants organes.

Les sécrétions des glandes caudales médianes sont non moins remarquables, car outre une sécrétion liquide elles élaborent encore des excréments durs. Aucun de mes devanciers n'a fixé son attention sur ces excréments qui, à mon avis, méritent plus de considération. Ainsi Lohmann les dessine, mais ne les mentionne pas.

Elles représentent des corpuscules jaunâtres fort réfringents de forme ellipsoïde irrégulière. Fort souvent, leur surface est recouverte de tubercules. Parfois des corpuscules isolés se réunissent sous forme de rosette ou de chapelet (fig. 9). Ces corpuscules se rencontrent en abondance dans les glandes caudales médianes. Elles s'accumulent tantôt à la périphérie de ces dernières, tantôt au voisinage du pore excréteur. Chez les animaux chez lesquels s'opère l'excrétion de ces corpuscules, ils sont dispersés sur toute la surface de la queue.

La présence des corpuscules solides dans les glandes caudales médianes démontre que la fonction de ces dernières est excrétoire et non sécrétoire; car ces corpuscules représentent assurément des produits de l'excrétion.

Je n'ai pu faire une analyse exacte de la composition chimique de ces corpuscules, mais à en juger d'après leur forme, leur réfringence considérable et leur ressemblance avec les concrémets uriques des Ascidies et des Salpes, qui furent décrits d'abord par Roule ¹⁾ et dernièrement par Dahlgrün ²⁾, on peut supposer avec beaucoup de probabilité que les corpuscules ci-dessus représentent aussi des concrémets consistant en sels uriques et qu'en conséquence, les glandes médianes caudales représentent des organes urinaires.

Il est fort étrange que les glandes susmentionnées soient si rares qu'elles ne se rencontrent que chez deux espèces de *Fritillaria*. Il est vrai que chez les autres espèces de ce genre un grand nombre de cellules glandulaires plus menues est situé dans la queue. Il se peut que des observateurs ultérieurs constateront que ces glandes remplissent la même fonction que les glandes caudales médianes chez *Fritillaria pellucida*.

1) Roule. Recherches sur les Ascidies simples des côtes de Provence (An. du Musée d'hist. nat. de Marseille. Zoologie, T. II).

2) Dahlgrün. Untersuchungen über den Bau der Excretionsorgane der Tunicaten (Arch. f. micr. Anat. Bd. 58. 1901).

Les glandes caudales terminales (Pl. XII, fig. 10). Outre les glandes caudales médianes on trouve encore chez *Fritillaria pellucida* une paire de glandes qui siègent à l'extrémité postérieure de la queue. Bien que Fol ne mentionne pas ces glandes, il les dessine (Fol loc. cit. pl. VI, fig. 1). Seeliger (Tunicaten in Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs, Bd. III Supplement p. 100) les considère comme une seule glande pluricellulaire. Lohmann (Appendicularien der Plankton-Expedition) ne les mentionne point; mais en les dessinant comme deux glandes unicellulaires en donne une figure fort exacte.

Effectivement ces glandes représentent deux glandes unicellulaires et non une glande pluricellulaire impaire comme le suppose Seeliger. Ces deux glandes que je vais dénommer glandes caudales terminales siègent en dessous du tégument de la queue (fig. 1 *gic*) l'une à sa face ventrale et l'autre à sa face dorsale. Elles sont ovalaires et, comme les glandes caudales médianes sont recouvertes d'une mince cuticule et se composent d'un protoplasma finement granuleux et d'un noyau ovalaire. Elles s'allongent en arrière et s'ouvrent au dehors au point de la bifurcation de la queue. Le produit de leur sécrétion m'est resté inconnu. Des sécrétions solides n'y sont jamais reconnaissables.

Le ganglion céphalique et la vésicule sensorielle.

Chez la *Fritillaria pellucida* la situation du ganglion céphalique est la même que chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Il siège la face dorsale du corps vis-à-vis de l'endostyle (fig. 20 *Gc*), entre la paroi dorsale du sac branchial et l'ectoderme dorsal; il est pyriforme, rétréci dans sa partie antérieure; il se distingue du ganglion céphalique de l'*Oikopleura Vanhoeffeni* par une structure beaucoup plus simple.

Les figures 11—16 (Pl. XIII) représentent une série de coupes longitudinales qui ont passé par le ganglion céphalique, la vésicule sensorielle et la fossette vibratile de l'animal.

La première de ces coupes (fig. 11) qui a passé par le côté droit du ganglion céphalique représente l'extrémité antérieure du ganglion, qui est rétrécie et ne consiste qu'en deux cellules allongées en avant sous forme de prolongements filiformes. En arrière du ganglion se trouve la vésicule sensorielle, dont la paroi inférieure est très mince, et la paroi supérieure est formée par les cellules ganglionnaires susnommées. Dans la région antérieure de la vésicule sensorielle siège un otolithe exigü (*ot*) de forme semilunaire et non sphérique comme le sont les otolithes des Ascidies et d'autres animaux affinis.

Sur la coupe suivante (fig. 12) outre la région antérieure du ganglion est aussi reconnaissable sa paroi supérieure, constituée par des cellules cubiques qui, d'après leur forme, sont semblables aux cellules épithéliales. Il est fort probable que ce n'est que sur des coupes que ces cellules paraissent être cubiques, et qu'effectivement elles sont allongées ou fusiformes. Les cellules de la région antérieure du ganglion sont réunies par des faibles prolongements aux cellules opposées de la paroi supérieure.

Sur la coupe suivante (fig. 13) le volume du ganglion est diminué. C'est surtout la vésicule sensorielle qui est réduite. Les cellules ganglionnaires ont toujours le même aspect de cellules épithéliales, mais leur volume est considérablement augmenté. Bien que le nombre des cellules ganglionnaires, reconnaissables sur la coupe figurée en 13 soit fort restreint — on en compte sept seulement — on peut nettement y distinguer deux espèces différentes de cellules. 1° des cellules au protoplasma finement granuleux et 2° des cellules au protoplasma qui fixe énergiquement les colorants. Toutes les cellules sont munies de noyaux qui se colorent vivement par les matières colorantes. Quelques unes d'entre elles donnent des prolongements.

La paroi de la vésicule sensorielle est toujours excessivement mince et évidemment anhiste.

Sur la coupe suivante (fig. 14) la paroi de la vésicule sensorielle n'est plus distincte, bien que sa cavité soit encore reconnaissable (fig. 14, *vs*). Les deux parois du ganglion consistent toujours en une assise unique de grandes cellules cubiques. La cavité délimitée par ces cellules affecte une forme triangulaire; elle représente une portion de la cavité de la vésicule sensorielle. C'est la dernière coupe dans laquelle apparaît le ganglion céphalique; la fossette vibratile se distingue en dessous.

Si on essaye de faire la reconstruction du ganglion céphalique et de la vésicule sensorielle d'après les images données par les coupes ci-dessus, il devient évident que le ganglion céphalique représente une vésicule dont trois parois notamment: la paroi supérieure, la paroi inférieure et la paroi gauche consistent en cellules volumineuses qui parfois émettent des prolongements dans la direction des cellules avoisinantes, et la quatrième paroi droite se constitue d'une mince membrane qui paraît être anhiste.

La simplicité extrême de la structure du ganglion, la composition de ses parois d'une seule assise de cellules ganglionnaires, la similitude de cette assise cellulaire avec la couche épithéliale observée dans l'ébauche du ganglion des embryons des Ascidies, tout cela donne à cet organe des *Fritillaria* adultes le caractère d'un organe embryonnaire.

La fossette vibratile.

La fossette vibratile de *Fritillaria pellucida* est recourbée d'avant en arrière. Elle représente un tube conique qui débute par une large ouverture en avant du ganglion céphalique (Pl. XIII, fig. 14), se continue sous forme de tube assez étroit (fig. 15), et se recourbe en arrière dans la direction du ganglion (fig. 15). En l'avoisinant la fossette vibratile fait une deuxième courbure et se termine à sa limite en un cul de sac arrondi (fig. 15).

La coupe 14 a été pratiquée à travers la paroi droite de la fossette vibratile. Au bord antérieur de l'orifice, par lequel elle s'ouvre dans le pharynx, se distingue une grande cel-

lule munie d'un gros noyau ovalaire; elle correspond probablement à la cellule basilaire de la fossette vibratile de l'*Oikopleura Vanhoeffeni*. Bien qu'elle soit isolée et n'ait point de cellule opposée (comme c'est le cas chez l'*Oikopleura Vanhoeffeni*) sa situation est néanmoins analogue à la position des cellules basilaires. La cavité de la fossette vibratile n'est point reconnaissable sur la fig. 14, car ici la coupe a passé seulement par la paroi droite, dont une grosse cellule constituante se distingue nettement.

Sur la coupe suivante (fig. 15) apparaît toute la cavité de la fossette vibratile. Dans la région inférieure de la coupe est reconnaissable l'orifice de la fossette vibratile; qui conduit dans un étroit canal incliné en avant, dont les parois consistent en un épithélium dépourvu de cils vibratiles. Cette portion initiale de la fossette vibratile mène à une région médiane élargie au début de laquelle siègent des cellules volumineuses garnies de faisceaux de cils qui se dirigent en haut et en arrière vers le sommet de la fossette vibratile. La portion supérieure de la région médiane se constitue de menues cellules non ciliées; elle se rétrécit graduellement et passe insensiblement en région postérieure, dont les parois consistent aussi en épithélium plat, dégarni de cils.

L'extrémité de la fossette vibratile se recourbe dans la direction du ganglion, à la paroi duquel elle s'accôle probablement.

Je n'ai pu constater sur des coupes la réunion de la fossette vibratile au ganglion. Mais à en juger d'après la situation de l'extrémité postérieure de la fossette vibratile (comparez les fig. 14 et 15) qui sur la coupe 15 apparaît dans l'endroit même où sur la coupe 14 se trouve le ganglion céphalique, on est en droit de conclure que les parois de ces deux formations sont adhérentes, mais que leurs cavités ne communiquent point.

Chez *Fritillaria borealis* j'ai observé sur des coupes la soudure de ces deux organes; aussi je suppose que le même phénomène se produit ici.

Le ganglion caudal.

Le ganglion caudal (Pl. XIII, fig. 17—19, *gcd*) est fortement développé chez *Fritillaria pellucida*; il mesure à peu près le même volume que le ganglion céphalique. Sur des coupes longitudinales il apparaît fusiforme; les éléments qui le composent sont plus variés que ceux du ganglion céphalique.

Les figures 17, 18 et 19 représentent trois coupes consécutives du ganglion caudal. Sur les coupes 17 et 18 est distinct le nerf que le ganglion envoie en arrière; sur la coupe 19 le nerf n'est plus reconnaissable c'est pourquoi l'extrémité postérieure du ganglion paraît arrondie.

On peut constater sur toutes ces coupes que les cellules constitutives du ganglion caudal sont de deux espèces différentes et se distinguent principalement par le volume de leurs

noyaux et le rapport que ces derniers affectent aux matières colorantes. Les cellules qui siègent à la face ventrale du ganglion renferment de gros noyaux vésiculaires, qui se colorent faiblement par le carmin et sont munis d'un réseau de chromatine; celles qui sont logées à la face dorsale renferment de menus noyaux ovalaires allongés fixant énergiquement le carmin entre lesquels se distingue un fin réseau de fibrilles. Les limites entre toutes les cellules sont peu nettes.

Le prolongement postérieur du ganglion caudal se présente sous forme d'un nerf filiforme excessivement fin (fig. 17). On peut le suivre jusque dans la région médiane du ganglion où après avoir dépassé les cellules postérieures il disparaît parmi les cellules antérieures.

Il est bien fâcheux qu'il soit difficile d'observer le prolongement et de distinguer les ramifications du nerf caudal sur des spécimens colorés par le carmin. J'ai dû remettre mes recherches jusqu'au jour où je pourrai les faire sur des animaux vivants et recourir à un autre mode de préparation. Maintenant je me bornerai à noter que par comparaison avec le ganglion céphalique la structure du ganglion caudal est fort complexe. Aussi la complexité de sa structure fait supposer que sa fonction est d'une grande importance.

Etant logé dans la queue, c'est dire dans l'organe principal de locomotion de la *Fritillaria pellucida*, le ganglion caudal devrait consister exclusivement en cellules nerveuses motrices. Si sa fonction se bornait exclusivement à la locomotion il aurait une structure uniforme ou en d'autres termes consisterait en cellules uniformes. Or nous avons vu que ses cellules constitutives sont plus variées que dans le ganglion céphalique qui est le centre qui pourvoit de nerfs tous les organes du corps de *Fritillaria pellucida*.

La variété des cellules dans le ganglion caudal démontre que sa fonction n'est pas exclusivement locomotrice; que probablement il s'y trouve des cellules sensorielles qui donnent naissance à des nerfs sensoriels, et que des appareils sensoriels doivent subsister dans la queue de *Fritillaria*.

Or ils ne peuvent être étudiés que sur des animaux vivants traités par le bleu métilène ou par d'autres matières colorantes. Des recherches semblables seraient d'une valeur importante et du plus grand intérêt.

Les organes digestifs.

Les organes digestifs chez toutes les espèces du genre *Fritillaria* sont d'une structure fort caractéristique et en même temps, sont beaucoup plus simples que ceux des Oikopleurides. Ainsi, le pharynx est fort petit relativement aux autres portions du canal digestif; il n'intéresse que la partie antérieure du corps, approximativement la région du capuchon; les fentes branchiales sont situées dans le voisinage de l'extrémité antérieure du corps;

l'oesophage affecte la forme d'un entonnoir fort allongé; l'estomac, fort simple, n'est point divisé en deux lobes, comme chez l'*Oikopleura*, mais apparaît sous forme d'un sac sphérique. L'intestin est insignifiant et le rectum assez spacieux. L'estomac, l'intestin et le rectum sont fort rapprochés les uns des autres.

Le pharynx et ses dépendances.

Sur des coupes longitudinales sagittales le pharynx de *Fritillaria pellucida* paraît ovaire (Pl. XV, fig. 41—46, *ph*). Aplati dans la direction dorso-ventrale, il est élargi d'avant en arrière. Ainsi que chez les *Oikopleura* il consiste en parois excessivement minces, composées de cellules fort plates. Ce n'est que dans sa région antérieure que deux ou trois rangées de cellules avoisinant l'ouverture buccale augmentent de volume et deviennent tantôt sphériques, tantôt ovalaires. Dans leur ensemble elles forment un anneau qui délimite le vestibule du pharynx.

Les cellules de la région postérieure du pharynx deviennent aussi plus volumineuses au voisinage de l'oesophage, leurs contours s'accusent nettement, et à sa limite elles acquièrent la forme et le volume des cellules épithéliales oesophagiennes.

L'orifice buccal et les lobes qui l'entourent furent décrits par Fol, qui les observa par transparence sur des animaux vivants. Or je dois noter que chez des animaux fixés dans des liquides conservatifs les tendres tissus, qui entourent la bouche, se rident, ce qui rend l'observation fort difficile.

D'après Fol les parties qui entourent la bouche consistent en cellules pourvues de filets nerveux et remplissent la fonction de cellules sensorielles. Aussi les désigna-t-il sous la dénomination de **cellules tactiles**.

Sur plusieurs coupes longitudinales j'ai pu reconnaître les cellules susnommées et observer leur structure. Bien qu'elles remplissent incontestablement le rôle de cellules tactiles, ce n'est pas leur fonction unique; elles représentent en même temps des cellules vibratiles (fig. 30, 41—43, *est*). Leur structure est fort intéressante. Menues, de forme ovale, elles consistent en protoplasma finement granuleux. A l'extrémité externe de chaque cellule (fig. 30) se trouve une fossette insignifiante qui fixe énergiquement le carmin, au voisinage de laquelle est implanté un cirre raide, qui d'après son aspect paraît être immobile (*ccl*). A la face de la cellule qui regarde la cavité branchiale, siège un gros faisceau de cils, dont le volume l'emporte de beaucoup celui de la cellule elle-même. Ces cils forts nombreux, (fig. 30, 41—43) implantés sur un petit disque, logé à la surface de la cellule, se recourbent de manière que sur des coupes longitudinales ils se présentent sous forme d'une queue de cheval. Leurs extrémités regardent la cavité du corps.

Ainsi les **cellules tactiles** sont munies de deux appareils: 1° d'un appareil sensoriel, qui est le cirre tactile, et 1° d'un appareil moteur, représenté par le faisceau de cils vibratiles.

Il est fort probable que l'excitation du cirre tactile se transmet aux cils vibratiles et suscite leurs mouvements. De quelle manière se produit cette transmission, par l'intermédiaire du protoplasma ou bien par une autre voie quelconque, c'est difficile à arrêter pour le moment. Il fut déjà mentionné que d'après Fol, des filets nerveux viennent se terminer dans les cellules tactiles. Leur ténuité extrême m'empêcha de les distinguer sur mes préparations fixées à l'aide de l'acide osmique. La présence des nerfs susnommés démontre qu'il est peu probable que l'excitation du cirre tactile soit transmise aux cils vibratiles par l'intermédiaire du protoplasma. Elle indique plutôt que cet appareil ciliaire (le cirre tactile et les cils vibratiles) dans son ensemble représente un appareil réflectoire complexe, dont le centre siège dans le ganglion céphalique, et que les faibles nerfs décrits par Fol lui servent de conducteurs.

Tous ces éléments sont si menus chez *Fritillaria pellucida* qu'il est fort douteux que la structure de cet appareil réflectoire soit jamais étudiée en détails. Aussi dans nos conceptions relativement à sa fonction, nous devons nous baser sur l'analogie qui subsiste entre cet organe de *Fritillaria* et ceux d'autres animaux.

Les organes vibratiles pharyngiens. Les organes vibratiles pharyngiens sont fortement développés chez *Fritillaria pellucida*. Bien qu'ils soient composés des mêmes parties que chez les *Oikopleura*, quelques uns d'entre eux sont organisés plus complètement que ceux des *Oikopleura*. Telle est la bande vibratile ventrale qui chez les *Oikopleura* reste à l'état presque rudimentaire et chez *Fritillaria pellucida* égale à peu près par son développement les arcs vibratiles dorsaux.

Chez *Fritillaria pellucida* les organes vibratiles pharyngiens consistent en deux portions: l'une dorsale représentée par deux bandes vibratiles que nous allons dénommer **arcs vibratiles dorsaux**, et l'autre ventrale, consistant en une bande unique, qui longe la face médio-ventrale et que l'on peut désigner sous la dénomination de **bande vibratile ventrale**.

Les organes vibratiles du pharynx furent signalés par Fol, mais il n'en donna pas de description détaillée.

Il a observé et décrit avec exactitude la bande longitudinale ventrale, il a dessiné les arcs vibratiles dorsaux (fig. 1, Pl. V, Fol loc. cit.) sans les mentionner dans sa description. En ce qui concerne la répartition et la direction de la bande vibratile ventrale, je puis complètement confirmer les observations de Fol.

A) *Arcs vibratiles dorsaux.* En examinant une série de coupes frontales consécutives, l'on distingue sur les coupes antérieures (Pl. XIII, fig. 21) quatre cellules ciliées (*ard*) dont deux siègent à la surface antérieure de l'endostyle et deux autres sont logées dans les parois latérales du pharynx. Chaque paire de ces cellules représente une coupe d'un arc vibratile dorsal; l'une de l'arc droit, l'autre de l'arc gauche. Sur des coupes suivantes les arcs vibratiles se retrouvent dans les parois latérales du pharynx (fig. 22, 23). Sur des coupes qui intéressent le coeur et le canal digestif, les arcs vibratiles apparaissent à la face dorsale du

pharynx (fig. 24, 25 *ard*) où ils se rapprochent pour se réunir à la ligne médio-dorsale en une seule bande vibratile dorsale (fig. 26) qui se compose de deux rangées de cellules ciliées.

Sur la coupe 28 (Pl. XIV) l'on reconnaît en dessous de la bande vibratile entre la paroi dorsale du pharynx et l'ectoderme une cavité longitudinale peu spacieuse, qui représente probablement le sinus sanguin dorsal (*sg*). Sur la coupe suivante (fig. 29) l'on constate que la partie médiane de la paroi dorsale du pharynx au niveau des orifices branchiaux s'enfonce dans la cavité pharyngienne.

L'examen des coupes frontales de *Fritillaria pellucida* nous permet de concevoir la forme et la distribution des arcs vibratiles dorsaux. Ces organes représentent deux bourrelets vibratiles consistant chacun en une rangée unique de cellules vibratiles qui dérivent de l'épithélium de la paroi pharyngienne. Ils prennent naissance dans la paroi antérieure de l'endostyle, se continuent dans les parois latérales du pharynx, passent à la face dorsale pour se réunir sur la ligne médiane de la paroi dorsale pharyngienne qu'ils longent dans toute son étendue et pour se confondre auprès de l'ouverture oesophagienne avec l'épithélium vibratile de l'oesophage.

Cette description des arcs vibratiles de *Fritillaria* démontre que bien que semblables aux arcs vibratiles de l'*Oikopleura Vanhoeffeni* ils sont beaucoup plus faiblement développés. Ainsi ils ne constituent pas à leur face dorsale de gouttière vibratile différenciée. Cela peut être expliqué par le volume insignifiant du pharynx de *Fritillaria* ou en d'autres termes par la distance insignifiante entre la bouche et l'ouverture oesophagienne, qui rend inutile la présence d'un puissant organe vibratile, attendu que des organes assez faibles sont suffisants pour attirer des matières nutritives vers l'ouverture oesophagienne.

B) *La bande vibratile ventrale* (Pl. XIII et XIV, fig. 24—29, *bdv*). La bande vibratile ventrale peut aussi être suivie sur une série de coupes frontales. Elle débute en arrière de l'endostyle et sous forme d'une bande longitudinale rectiligne longe la face médio-ventrale du pharynx et atteint l'ouverture oesophagienne.

Sur la coupe antérieure (Pl. XIII, fig. 23) la bande vibratile ne consiste qu'en deux cellules fusiformes; leur face regardant la cavité branchiale est garnie de deux cils vibratiles. Sur la troisième coupe, confectionnée en arrière de celle que nous venons de considérer et qui est plus proche à la face dorsale, les cellules constituant la bande vibratile s'aplatissent; elle-même affecte la forme d'un bourrelet arrondi à la face qui regarde la cavité du pharynx. Sur toutes les coupes suivantes elle se présente sous la même forme, et ne s'élargit que dans sa portion postérieure. Dans toute son étendue elle consiste en deux rangées de cellules vibratiles et ce n'est qu'au voisinage de l'oesophage où elle s'élargit qu'elle comprend plusieurs rangées de cellules (Pl. XIV, fig. 29, *bdv*).

La bande vibratile des *Fritillaria* est l'homologue de la plaque vibratile des *Oikopleura*. Comme cette dernière elle n'est qu'un épaissement de la paroi ventrale pharyngienne, qui en arrière de l'endostyle se dirige vers l'oesophage. Or la plaque vibratile de l'*Oikopleura* n'atteint pas l'ouverture oesophagienne, tandis que la bande vibratile de la

Fritillaria pellucida y arrive et se confond avec l'épithélium vibratile de l'oesophage. Cela démontre que la bande vibratile ventrale de *Fritillaria* est plus fortement développée que la plaque vibratile de l'*Oikopleura*. Je suppose que son évolution plus considérable est due 1° à ce que les autres organes vibratiles, l'endostyle par exemple, sont moins appréciables chez la *Fritillaria* que chez l'*Oikopleura*, et 2° à ce que l'ouverture oesophagienne de *Fritillaria* siège juste au milieu du plancher du pharynx, tandis que chez l'*Oikopleura* elle est rejetée vers la face dorsale.

Si nous prenons en considération que 1° le pharynx de l'*Oikopleura* est beaucoup plus spacieux que celui de *Fritillaria*, chez laquelle il n'intéresse que la partie antérieure du corps, et que 2° chez les *Oikopleura* les sacs vibratiles dorsaux sont fortement développés, qu'ils y forment une gouttière qui aboutit à l'oesophage, il devient évident que la plaque vibratile ventrale de l'*Oikopleura* ne peut jouer un rôle aussi important à la distribution de la nourriture dans l'appareil digestif, que remplit la bande vibratile ventrale de *Fritillaria*, chez laquelle elle représente le principal organe vibratile qui sert à conduire la nourriture vers l'oesophage.

Je suppose que ces particularités de la structure de son pharynx expliquent le développement vigoureux de la bande vibratile ventrale de *Fritillaria pellucida*.

Les fentes branchiales. Les tubes branchiaux sont nuls chez *Fritillaria pellucida*. Le pharynx s'ouvre immédiatement au dehors par deux ouvertures situées des deux côtés de l'extrémité postérieure de l'endostyle; elles représentent les *fentes branchiales*. Il est à remarquer que chacune des fentes branchiales, bien que fort spacieuse, n'est délimitée que par deux cellules. La situation et la structure de ces cellules sont surtout manifestes sur des animaux entiers, observés par transparence (Pl. XII, fig. 2, 3, *fbr*). Les deux cellules ciliées (Pl. XIV, fig. 31, *cbr*) qui constituent les parois des fentes branchiales ont une forme semi-circulaire aplatie. L'une d'elles constitue le bord antérieur et l'autre le bord postérieur de la fente branchiale; elles se soudent par leurs extrémités pour former un anneau qui borde les fentes branchiales. Le protoplasma des cellules ci-dessus fixe faiblement le carmin boracique et l'hæmalun. Il est d'une structure fibrillaire; les fibrilles se disposent parallèlement aux bord des cellules, ou en d'autres termes, en cercles concentriques. Leurs noyaux oblongs fort menus se disposent vis-à-vis les uns des autres dans les parties postérieures et antérieures des fentes branchiales. Ces cellules sont implantées de cils énormes et fort denses, qui sont si longs qu'ils recouvrent complètement les fentes branchiales (Fol loc. cit. Pl. V, fig. 1). Sur des spécimens fixés dans des liquides conservatifs ils sont quelque peu retractés.

Entre les deux fentes branchiales on reconnaît chez *Fritillaria pellucida* des cellules énormes fort intéressantes, dont la fonction est problématique. D'après leur structure elles peuvent être considérées comme glandes. Fol les a observées chez quelques espèces de *Fritillaria*. Evidemment que dans sa phrase. « En avant du cœur sur la ligne médiane-ventrale se trouve une glande pluricellulaire simple, qui rappelle par sa position l'organe en forme de rosette de « Doliolum » (Fol loc. cit. pl. VII, fig. 2 (*Fritillaria formica*) et Pl. IX,

fig. 3 (*Fritillaria urticans*) il s'agit des cellules susnommées. Chez *Fritillaria urticans*, à en juger d'après la figure donnée par Fol la glande est pluricellulaire. Chez les deux espèces la glande pluricellulaire simple comme l'a dénommée Fol, occupe la même situation que les cellules susmentionnées de *Fritillaria pellucida*, et il n'y a pas à en douter qu'elle ne leur corresponde complètement.

Lohmann les observa aussi chez *Fritillaria pellucida* et les décrit comme «un paquet de grosses cellules granuleuses». «Ein Packet grosser körniger Zellen.» Lohmann. (Die Appendicularien der Plankton-Expedition p. 32). Il retrouva aussi des paquets semblables chez *Fritillaria tenella* et chez *Fritillaria venusta*.

Chez *Fritillaria pellucida* ces cellules ne forment pas de «paquet», attendu qu'il n'y en a que deux. Comme je suppose qu'elles fonctionnent comme glandes je changerai le terme un peu vague employé par Lohmann de «grosses cellules granuleuses» contre la dénomination plus déterminée de **glandes branchiales**. Elles sont disposées assymétriquement en arrière de l'endostyle étant rejetées vers la fente branchiale gauche. Elles s'observent très bien par transparence sur des animaux entiers colorés par l'haemalun (Pl. XII, fig. 2 et Pl. XIV, fig. 31, *gbr*). Les glandes apparaissent dans le plan médian, l'une en arrière de l'autre, sont de forme irrégulière; par leurs faces antérieures elles s'appliquent fortement contre l'endostyle et par leurs faces gauches elles adhèrent à la fente branchiale gauche, c'est pourquoi ces deux faces présentent des échancrures arciformes.

L'examen des coupes longitudinales frontales (Pl. XIII, fig. 22, 23) fait ressortir quelques détails de leur structure, qui ne sont pas manifestes sur des animaux entiers. Ainsi l'on distingue dans la glande branchiale quatre prolongements lobés, dont le rapport avec l'ectoderme et le pharynx est très intéressant. Deux lobes postérieurs se dirigent latéralement en arrière, se soudent à l'ectoderme faisant saillie en dessus de sa surface. Un des lobes antérieurs s'accôle au pharynx et le second adhère à l'endostyle, sans toutefois se confondre avec lui. La glande branchiale remplit toute la lumière de la cavité, située entre la paroi latérale du pharynx et l'endostyle. Sur ces coupes (fig. 20, 22 et 23), son protoplasma, vivement coloré par le carmin, paraît granuleux; quelques vacuoles y sont reconnaissables au voisinage du noyau; ce dernier de forme ovale est aussi vivement coloré par le carmin.

Le protoplasma des glandes branchiales n'a pas toujours une structure semblable. Ainsi sur la coupe longitudinale sagittale (fig. 20) il présente un aspect différent. Sa portion qui regarde l'ectoderme, vivement colorée par le carmin est finement granulée; tandis qu'à la face de la cellule regardant le pharynx, le protoplasma consiste en menus corpuscules sphériques séparés par un réseau protoplasmique excessivement fin. On aurait pu considérer ces corpuscules comme des vacuoles remplies de substance liquide, si un examen plus attentif des coupes suivantes ne démontrait que c'est une substance spécifique qui est le produit des glandes branchiales (Pl. XIV, fig. 33).

L'examen de cette coupe fait déjà ressortir que ces corpuscules sont beaucoup plus re-

fringents que les vacuoles ; ensuite sur d'autres coupes on distingue nettement qu'au bord des glandes branchiales et quelquefois dans leur portion médiane, le protoplasma sécrète une substance glaireuse translucide, en tous points semblable à la substance mucilagineuse de la coquille, sécrétée par les grandes cellules ectodermiques qui tapissent le plancher du capuchon. Aussi suis-je enclin de considérer ces corpuscules comme le produit sécrétoire des cellules que j'ai dénommées glandes branchiales.

J'ai déjà fait observer que les glandes branchiales sont liées à la paroi du pharynx et à l'ectoderme. Il est difficile d'établir définitivement à laquelle de ces couches cellulaires est due leur origine, avant d'avoir étudié le mode de leur formation ; mais d'après ce que leur lien avec les parois du pharynx est plus intime, je suppose qu'elles dérivent de ces dernières, qui ont d'ailleurs la faculté de se transformer en cellules glandulaires. L'origine de l'endostyle, qui n'est en définitive qu'une énorme glande muqueuse, le démontre d'une manière convaincante. Aussi il n'y a rien d'impossible que les glandes branchiales ne soient les dérivés de la transformation des cellules de la paroi pharyngiale en cellules glandulaires.

Je viens de noter que les glandes branchiales sécrètent une substance glaireuse en tous points semblable à la substance mucilagineuse de la coquille. En pénétrant dans la cavité du pharynx cette substance sert probablement à retenir et à englober les matières nutritives, tout comme la substance mucilagineuse sécrétée par les cellules de l'endostyle.

La présence des glandes branchiales chez *Fritillaria pellucida* et leur défaut chez les *Oikopleura* et chez les autres Appendiculaires s'explique par le développement insignifiant de l'endostyle chez les *Fritillaria*.

Eu égard à ce que Lohmann a constaté la présence des glandes branchiales chez trois espèces du genre *Fritillaria* et à ce qui a été signalé par Fol relativement à ces glandes chez deux autres espèces de ce genre, on est en droit de conclure qu'elles se retrouvent chez beaucoup d'espèces de ce genre.

D) *L'endostyle*. Toutes nos connaissances sur l'endostyle du genre *Fritillaria* étaient jusqu'ici fort inexactes. Toutes les descriptions concernaient exclusivement les grosses cellules glandulaires. Il est presque impossible de concevoir la forme précise de cet organe d'après les descriptions et même les figures des auteurs précédents. Fol qui fut le premier à indiquer la forme recourbée de l'endostyle et à la considérer comme caractère distinctif du genre *Fritillaria* décrit sa structure en ces termes : « L'endostyle vu de profil est toujours recourbé en un arc de cercle, situé dans le plan médian. Il se compose de moins de 20 cellules sécrétantes. » (Fol loc. cit. p. 31.) Seeliger en dit à peu près la même chose : « L'endostyle ne consiste qu'en deux rangées de cellules glandulaires. Chez *Fritillaria urticans* chaque rangée ne comprend que quatre cellules, et chez *Fritillaria furcata (pellucida)* chacune se compose de huit. (Tunicaten in Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreichs. p. 112.)

Lohmann parle encore plus vaguement de sa structure : « L'endostyle consiste en un nombre restreint de cellules sécrétantes ; en avant et en arrière il se recourbe presque toujours vers le haut. » (loc. cit. p. 22.)

Que représente donc en définitive l'endostyle ? Est-ce une lamelle recourbée qui comprend deux rangées de cellules ou est-ce un sac recourbé ? Seeliger (loc. cit. fig. 6, Pl. VI) à en juger d'après son dessin, l'imagine comme une lamelle recourbée, ce qui est inexact comme l'est la figure qu'il donne. L'endostyle représente effectivement un sac recourbé. On peut s'en convaincre facilement en observant par transparence des animaux colorés (fig. 32, *end*). Les spécimens fixés à l'aide de l'acide osmique et colorés par l'haemalun sont surtout favorables pour étudier là-dessus la structure de l'endostyle et celle des cellules glandulaires. Ces dernières, les seuls éléments constituant de l'endostyle qui furent décrits jusqu'ici, constituent sa paroi ventrale ou son plancher ce qui revient au même.

Ses parois latérales s'observent le mieux sur des coupes transversales et frontales (Pl. XII fig. 3 b et Pl. XIII fig. 21, 22, *end*) attendu qu'elles sont si minces que sur des animaux observés par transparence elles ne sont point distinctes. Sur des coupes transversales (fig. 36, *plm*) on constate qu'elles se réunissent à angle aigu à la face dorsale, ce qui fait paraître l'endostyle sous forme d'un triangle dont le sommet regarde la face dorsale. Dans la partie antérieure de l'endostyle, à sa face dorsale siège l'orifice qui communique sa cavité avec le pharynx (Pl. XIV fig. 32, *oren*).

La principale portion constituante de l'endostyle sous le rapport anatomique et physiologique est représentée par les cellules glandulaires du plancher. Elles se distinguent nettement et même elles peuvent être comptées sur des animaux colorés, observés par transparence de profil ou de la face ventrale (Pl. XIV fig. 33 et 32, *end*). Ce plancher, qui constitue en même temps la paroi ventrale de l'endostyle, comprend 6 paires de cellules disposées en deux rangées longitudinales. En avant siègent deux cellules triangulaires recourbées (Pl. XIV fig. 31 *a*) fortement élargies à leur base, qui par leurs extrémités antérieures s'accolent à la paroi antérieure du pharynx (fig. 32 *a*). En arrière de ces cellules sont situées deux cellules quadrilatères, assez volumineuses (*b*). Elles sont suivies de deux paires de cellules allongées (*c*, *d*) qui constituent toute la portion médiane de la paroi ventrale de l'endostyle. Ces cellules de forme recourbée sont si accolées les unes aux autres que leurs limites sont effacées et l'on ne peut constater la présence de deux paires de cellules que d'après la présence de deux paires de noyaux, dont les uns siègent à la limite antérieure des cellules antérieures et les deux autres, à la limite postérieure des cellules postérieures. Enfin le dernier chaînon de cette chaîne cellulaire est composé de deux paires de cellules triangulaires qui se recourbent vers la face dorsale de l'endostyle à laquelle elles s'accolent. Elles constituent l'extrémité postérieure de l'endostyle.

Toutes les cellules que nous venons de signaler ont un protoplasma finement granuleux qui se colore par l'haemalun aussi vivement que les glandes branchiales, ce qui est un indice de leur fonction sécrétoire. En effet l'examen des coupes démontre que ces cellules sont

incontestablement des cellules glandulaires, qui sécrètent une substance muqueuse semblable à celle qui est sécrétée par les cellules oikoplastiques et par les glandes branchiales. Cette sécrétion ne s'observe que lorsque les cellules ci-dessus sont en voie de fonction. Ainsi dans quelques coupes aucun vestige de sécrétion n'est manifeste dans les cellules. Dans d'autres on y distingue nettement une substance mucilagineuse qui d'après son aspect est en tous points semblable à la substance de la coquille. Elle se présente sous forme d'une masse vitreuse fort réfringente, recouvre tout le plancher de l'endostyle et sur les coupes paraît être en contact immédiat avec la sécrétion des cellules oikoplastiques, de manière que la paroi du corps excessivement mince, qui siège en dessous de l'endostyle n'est point distincte.

Les parois latérales de l'endostyle, distinctes sur des coupes transversales et des coupes longitudinales frontales, sont fort minces et paraissent être anhistes. Bien que je n'ai pu y distinguer de noyaux, je ne vais pas contester la présence des cellules, attendu que la paroi du pharynx, qui consiste en cellules excessivement aplaties, a aussi l'aspect d'une membrane anhiste.

La paroi dorsale de l'endostyle représente une mince bande qui réunit ses parois latérales ; elle consiste en un nombre restreint de cellules insignifiantes.

Comme particularité distinctive de l'endostyle de *Fritillaria pellucida* il faut signaler l'absence totale de cellules ciliées, ce qui d'ailleurs s'observe aussi chez quelques espèces d'*Oikopleura*.

Le canal digestif.

L'oesophage. L'oesophage représente un tube élargi en avant et rétréci en arrière. Sur des coupes transversales il apparaît toujours sous forme d'un anneau cylindrique, déprimé dans la direction dorso-ventrale. Les parois de sa région antérieure consistent en cellules cubiques, qui augmentent graduellement en hauteur pour devenir cylindriques à la limite de l'estomac. Elles sont garnies de cils qui se dirigent vers l'estomac.

Au voisinage de la partie cardiaque de l'estomac les cellules oesophagiennes présentent des particularités fort intéressantes, qui méritent une description détaillée.

Fol en parlant de l'oesophage fait observer : « Au cardia les cils vibratiles acquièrent une longueur et une puissance exceptionnelle. Ils frappent tous à la fois, et produisent par leur ondulation simultanée une illusion d'optique semblable à celle de la fosse nasale. On croit d'abord avoir affaire à une membrane cylindrique ondulante, et ce n'est qu'après une étude attentive et l'emploi de réactifs, que l'on parvient à distinguer les cils qui produisent le phénomène. »

Pourtant la première impression que cet appareil vibratile a produit sur Fol a été complètement vraie. C'est effectivement une membrane ondulante et non des cils vibratiles. On peut s'en convaincre par la combinaison des coupes longitudinales avec des coupes trans-

versales. Ces dernières sont surtout probantes sous ce rapport. N'observant que des animaux vivants de profil ou du côté ventral et que des coupes longitudinales, sans contrôler ses recherches par l'examen des coupes transversales, on peut facilement être induit en erreur.

Sur des coupes longitudinales qui ont passé par l'ouverture cardiaque on peut distinguer d'abord entre les cellules oesophagiennes, même à de faibles grossissements, deux cellules qui siègent juste à l'entrée du cardia, l'une dans la paroi dorsale et l'autre dans la paroi ventrale de l'oesophage. Elles se signalent par leur transparence et par leurs contours nettement tracés (Pl. XV fig. 41, *cod*). Chacune d'elles envoie un prolongement filiforme qui ressemble à un cil vibratile fort long (fig. 41, *mod*). Ces deux prolongements entrent dans la cavité de l'estomac et délimitent l'orifice cardiaque.

A des grossissements plus forts deviennent reconnaissables quelques autres détails de leur structure. La figure 34 (Pl. XIV) représente au grossissement Appochr. Immers. 2,0 mm. —+ comp. Oc 4 Zeiss, la portion postérieure de l'oesophage qui s'ouvre dans le cardia. A l'entrée du cardia siègent les deux cellules ci-dessus.

La cellule dorsale (*cod*) est presque fusiforme. L'une de ces extrémités rétrécies est insérée entre les cellules de l'oesophage et les grandes cellules de l'estomac, sa portion médiane dilatée rentre dans le cardia. Sa face interne qui délimite l'oesophage est revêtue d'une épaisse membrane qui se continue dans la cavité gastrique sous forme d'un long prolongement ondulant qui sur des coupes sagittales a l'aspect d'un cil vibratile. La cellule ventrale (*cov*) présente une structure similaire; elle est pyriforme, est située entre les cellules postérieures de l'oesophage; sa face interne est aussi revêtue d'une membrane épaisse, qui dépasse les limites de la cellule comme un prolongement ciliforme.

Ainsi si l'on se bornait à l'examen de cette coupe longitudinale unique, l'opinion de Fol que « nous avons affaire aux cils vibratiles » serait complètement confirmée.

Or les coupes transversales font ressortir la structure de ces cellules sous une lumière différente. Les figures 37 (Pl. XIV) et les fig. 38, 39 et 40 (Pl. XV) nous représentent quatre coupes transversales consécutives, confectionnées d'avant en arrière, juste dans l'endroit où l'oesophage se réunit au cardia. L'oesophage siège au milieu de la coupe antérieure. Il est entouré de quatre cellules transparentes, dont deux ventrales (*cov*) et deux dorsales (*cod*). Elles s'accolent les unes aux autres dans le plan médian si intimement que les limites entre les cellules dorsales et les cellules ventrales sont impossibles à tracer.

Sur la coupe 37 du côté droit du cercle formé par les quatre cellules susnommées, que je vais désigner comme **anneau cardiaque**, sont reconnaissables des cellules épithéliales de l'oesophage entourées par des cellules gastriques (*cgs*). A leur face interne qui délimite l'oesophage les cellules de l'anneau cardiaque sont revêtues d'une membrane épaisse qui a été distincte et sur la coupe longitudinale. Leur protoplasma, qui ne se colore pas par le carmin renferme un nombre restreint de granules. De menus noyaux ovalaires, vivement colorés par le carmin, se distinguent dans les cellules gauches. Les cellules droites en sont dépourvues.

Sur les coupes suivantes fig. 38 et 40 (Pl. XV) la structure de l'anneau cardiaque est similaire à celle qu'il présente sur la coupe que je viens de décrire; mais il n'est entouré qu'à moitié par les cellules gastriques, attendu que sa portion considérable rentre dans la cavité gastrique. Dans une des cellules gauches le noyau est encore distinct.

Grâce à l'épaisseur de la coupe fig. 38 (Pl. XV) la paroi interne d'une des cellules constituant de l'anneau cardiaque (*cod*) s'est posée à plat, ce qui permet de distinguer nettement sa structure intime. On y aperçoit des stries longitudinales très faibles qui ont l'aspect de cils vibratiles accolés.

Ce fait est d'une grande valeur car il jète une clarté sur la structure intime des cellules constituant l'anneau cardiaque et sur celle de son prolongement ciliforme.

Sur la coupe suivante fig. 39 (Pl. XV) les cellules de l'anneau cardiaque ne sont plus reconnaissables. On n'y distingue que les prolongements de leurs parois épaissies qui apparaissent sous forme de membrane ovale déprimée latéralement, délimitée par deux contours parallèles fort minces (fig. 39 *mod*). C'est la même formation que nous avons signalée sur les coupes longitudinales sur lesquelles elle avait l'aspect de cils vibratiles. Or ces prétendus cils vibratiles ne sont en définitive qu'une membrane qui est la continuation immédiate des parois oesophagiennes, qui sous forme de tube se prolongent dans la cavité gastrique.

Cette membrane que nous pouvons désigner sous la dénomination de **membrane tubiforme ondulante**, car d'après Fol elle produit des mouvements ondulatoires, dérive probablement de l'accolement intime de cils vibratils, ce qui est indiqué par la striure que nous venons de signaler sur l'une des coupes (fig. 38). D'après le mode de sa formation cette membrane appartient au type des plaques ondulantes des cténophores.

Il n'est pas difficile de déterminer sa valeur physiologique. Elle est double: 1° D'une part la membrane tubiforme, étant ondulante sert à attirer les matières nutritives dans l'estomac; en conséquence elle remplit le rôle d'un organe auxiliaire de l'appareil vibratile de l'oesophage. 2° D'autre part elle remplit la fonction d'une valvule qui ferme l'entrée de l'estomac et empêche à la nourriture de rentrer dans l'oesophage.

Les trois portions du canal digestif, notamment l'estomac, l'intestin et le rectum sont fort rapprochées les unes des autres chez *Fritillaria pellucida* (fig. 35) et sont composées d'un nombre restreint de cellules assez volumineuses. L'estomac (*est*) est rejeté quelque peu vers la gauche; dans le plan médian du corps il passe insensiblement en intestin (*Int*), qui de la face dorsale se recourbe vers la face ventrale où il se transforme en rectum (*R*), qui siège à la face ventrale et s'ouvre au dehors par l'orifice anal.

Examinons séparément chacune de ces portions.

Estomac. L'estomac de *Fritillaria pellucida* est d'une forme et d'une structure beaucoup plus simple que celui de l'*Oikopleura*. On n'y trouve ni lobes cardiaques ni lobes pyloriques. Il est d'une forme sphérique légèrement allongée. Sa portion antérieure, qui se réunit à l'oesophage représente le cardia et sa portion postérieure, qui communique avec l'intestin, constitue le pylore. Aussi son volume est-il insignifiant comparativement à celui qu'il mesure chez l'*Oikopleura* (Pl. XII, fig. 1). Sa structure intime est aussi fort simple. Il consiste pour la plupart, en grosses cellules à peu près uniformes. Ce n'est que dans sa portion pylorique rétrécie que le volume des cellules diminue, et que leur disposition devient originale.

A l'exception de sa portion pylorique, l'estomac ne comprend que 12 grosses cellules épithéliales. Elles sont tantôt quadrilatères, tantôt pentagones. La portion médiane de chaque cellule est dilatée et fait saillie sous forme de coupole, ce qui donne à l'estomac de *Fritillaria* un aspect fort caractéristique d'un oeuf segmenté. Le protoplasma des cellules gastriques est finement granuleux. Les bords des cellules sont dentelés de manière que les dentelures correspondent aux échancrures des cellules avoisinantes, ce qui s'observe quelquefois dans des cellules épithéliales et surtout dans des cellules épidermiques. Sur la figure 35 ces cellules sont légèrement écartées les unes des autres, grâce à quoi leurs bords dentelés se distinguent nettement.

Les noyaux des cellules gastriques affectent des formes diverses. Ils sont tantôt ovaires, tantôt cylindriques, quelquefois émettent des prolongements cylindriques, d'autrefois se recourbent à angle droit.

La portion pylorique rétrécie se compose de deux rangées circulaires de cellules : Une droite (Pl. XV, fig. 35, *plcz*) et une gauche (fig. 35, *pl*). La première adhère à l'intestin, la deuxième aux grosses cellules gastriques. Chacun de ces cercles ne comprend que quatre cellules. Celles du cercle gauche (*pl*) affectent la forme de trapèzes dont les bases élargies reposent sur les cellules gastriques. Les cellules gauches sont pourvues de noyaux sphériques cernés d'une mince bordure de protoplasma homogène. Les cellules droites (*plcz*) représentent de larges cellules plates, munies de noyaux cylindriques ; elles sont disposées perpendiculairement à l'axe longitudinal de l'estomac.

La face interne des cellules gastriques est ordinairement revêtue d'une mince membrane dans laquelle sur quelques coupes (Pl. XVI, fig. 50) devient manifeste une bordure striée transversalement, semblable à celle qui s'observe dans les cellules gastriques de l'*Oikopleura*.

Probablement cette striation a induit Fol en erreur et l'a fait affirmer que « l'estomac de *Fritillaria* paraît être tapissé de cils extrêmement fins ». L'estomac de *Fritillaria*, comme chez toutes les Appendiculaires en général est complètement dépourvu de cils.

La fonction des cellules épithéliales gastriques de *Fritillaria* est en tous points semblable à celle qui fut signalée chez l'*Oikopleura rufescens*. Comme chez *Fritillaria pellucida* la digestion est principalement intracellulaire, leur activité se manifeste par la formation des pseudopodes lobés et filiformes (Pl. XVI, fig. 49 et 50).

La figure 49 représente une cellule épithéliale gastrique dans laquelle la formation des pseudopodes filiformes est à son début. A sa face interne se distingue une portion insignifiante de la bordure qui ne persiste que dans cet endroit au bord de la cellule (fig. 49, *bd*). Sur toute la surface de la cellule la bordure est décomposée; on n'en trouve que des vestiges sous forme de membrane glaireuse, excessivement mince, détachée du protoplasma. Dans ce dernier on reconnaît deux couches parallèles: l'une externe, constituée par une substance solide finement granulée, l'autre interne regardant la cavité gastrique (Pl. XVI, fig. 49, *pstr*) où la dite substance apparaît sous forme de stries excessivement fines, parallèles les unes aux autres et perpendiculaires à la surface de la cellule. La structure et la disposition des stries sont complètement conformes à la structure et à la situation des pseudopodes filiformes reconnaissables dans une des cellules représentées sur la figure 50. Pour ce motif je considère l'apparition des stries comme le début de la formation des pseudopodes filiformes.

Le noyau de la cellule épithéliale est lobé, c'est pourquoi sur des coupes il apparaît sous forme de morceaux séparés.

La figure 50 représente deux cellules fort intéressantes, sur lesquelles on peut observer simultanément la formation des pseudopodes filiformes et celle des pseudopodes lobés. La cellule *a* émet des pseudopodes filiformes et la cellule *b* donne naissance à un grand pseudopode lobé.

Dans la cellule *a* la formation des pseudopodes filiformes est fort avancée. Dans sa portion médiane la bordure est complètement décomposée, c'est pourquoi la portion de la cellule qui regarde la cavité gastrique est à nu; elle est excavée, car une cavité caliciforme vient de s'y creuser, du plancher de laquelle part un faisceau de pseudopodes filiformes, parallèles les uns aux autres; il se dirige vers la cavité gastrique dans laquelle il pénètre et englobe un morceau de nourriture (il n'est pas dessiné sur la figure), qui paraît être à peu près digéré. Les pseudopodes filiformes ont l'aspect de faibles stries finement granuleuses. Evidemment chez *Fritillaria pellucida* ils contribuent aussi à la digestion intracellulaire.

La structure de la cellule *b* est fort différente. Sa bordure encore intacte sur une moitié de sa face interne, est épaisse et accuse une striure fort prononcée. Sa moitié adjacente à la cellule *a* est dépourvue de bordure. Juste à la limite des deux cellules la cellule *b* donne un grand prolongement lobé (*psl*) qui se dirige vers le faisceau des pseudopodes filiformes de la cellule *a*.

La structure du pseudopode lobé diffère de celle du protoplasma de la cellule *b*. Il est fortement vacuolisé de manière que son protoplasma finement granuleux se présente sous forme d'un fin réseau qui siège entre les vacuoles. Il est nettement délimité de la cellule *b*.

Bien que chez *Fritillaria* je n'aie pas observé le processus de l'enveloppement de la nourriture par le pseudopode lobé, je suppose d'après l'analogie des phénomènes que j'ai signalés chez *Oikopleura rufescens* qu'ici les pseudopodes lobés servent aussi à englober et

à digérer la nourriture. La structure des parois gastriques de *Fritillaria* est si simple, que déjà à priori il faut accepter une digestion intracellulaire.

Les modifications des cellules épithéliales, que je viens de relater, confirment complètement cette hypothèse.

L'intestin représente un tube transversal qui s'étend transversalement en dessous de l'ectoderme de la face dorsale du corps et réunit l'estomac avec le rectum. Comme ces deux portions du canal digestif sont si rapprochées que leurs parois sont adjacentes, il est évident que la longueur de l'intestin doit être insignifiante.

L'orifice pylorique fort large siège dans la paroi dorsale de l'estomac. Sa paroi ventrale opposée rentre dans la cavité gastrique pour former une valvule assez primitive (Pl. XV, fig. 47, *vl*).

La forme des cellules intestinales s'observe fort bien par transparence sur des animaux fixés dans des liquides conservatifs (Pl. XIV, fig. 35, *Int*). Le nombre des cellules intestinales est fort restreint; j'en ai comptées seulement quatre; elles sont allongées sous forme de bande et sont disposées le long de l'intestin. Leur face externe fait saillie sous forme de prolongements triangulaires aigus, dirigés à droite, qui probablement servent à fixer l'intestin à la paroi du corps par l'intermédiaire des filaments mésenchymatiques, auxquels ils s'unissent. Leurs noyaux de forme ovale, sont menus.

L'examen des coupes (fig. 47, *In*) démontre que les cellules intestinales sont aplaties et que nul vestige de bordure n'est reconnaissable à leur face interne.

Le rectum constitue la portion la plus considérable du canal digestif. Il est situé à la face ventrale et représente un sac conique, qui se réduit vers l'orifice anal. Il communique avec l'intestin par un orifice assez étroit (*rof*, fig. 47) et se dilate aussitôt après, en mesurant à peu près $\frac{2}{3}$ de la largeur de l'estomac.

Plus épaisses que les parois de l'intestin, les parois du rectum par leur structure rappellent celles de l'estomac. Outre quelques cellules de volume insignifiant elles consistent en grosses cellules proéminentes, qui siègent dans la portion antérieure du rectum au voisinage de l'orifice anal. Les grosses cellules sont pourvues de noyaux tantôt menus, qui fixent énergiquement le carmin, tantôt volumineux et fort pâles qui ont un réseau chromatique fortement développé.

La portion antérieure du rectum est séparée par un étranglement de sa portion postérieure. Elle affecte la forme d'un sac insignifiant qui s'applique fortement contre l'ectoderme ventral et qui s'ouvre au dehors par un pore menu qui est l'orifice anal.

Les organes cardio-procardiques.

Les formations cardio-procardiques qui sont fortement développées chez les *Oikopleura*, sont notablement réduites chez *Fritillaria pellucida*. Chez cet espèce le procarde droit fait

complètement défaut et le procarde gauche est plus faiblement développé. Aussi chez *Fritillaria pellucida* sous la dénomination d'organes cardio-procardiques ne faut-il entendre que le procarde gauche avec l'organe musculoux qui en dépend et qui remplit les fonctions du coeur.

Le meilleur mode d'observer les organes cardio-procardiques c'est de recourir à la confection des coupes sagittales, attendu que la portion initiale de ces organes siège en dessous du pharynx et se distingue plus nettement sur des coupes sagittales que sur des coupes transversales ou longitudinales frontales.

Les figures 41—48 (Pl. XV) représentent une série de coupes sagittales consécutives, confectionnées de gauche à droite. Toutes ces coupes ont été pratiquées sur un spécimen de *Fritillaria* chez lequel la couche oikoplastique, grâce à la formation de la coquille, n'était pas rectiligne mais recourbée vers la face dorsale à angle presque droit. Le pharynx tient à peu près la même situation envers l'oesophage. Le sac procardique siège dans l'espace triangulaire délimité par le pharynx, l'oesophage, l'estomac et la paroi gauche du corps. Juste à la limite de l'oesophage le pharynx donne un diverticule insignifiant auquel le procarde est fixé et que l'on peut désigner comme **diverticule procardique**. Ce diverticule se distingue sur deux coupes consécutives (fig. 41, 42 et 48, *dvpc*).

Le procarde de *Fritillaria pellucida* est fixé au pharynx de la même manière que le procarde de l'*Oikopleura rufescens* au tube branchial gauche. Dans tous les deux cas il représente un sac clos, dont le bout antérieur s'allonge pour former une tige très fine à l'aide de laquelle chez la *Fritillaria* il est suspendu à la paroi du pharynx, et chez l'*Oikopleura* à la paroi du tube branchial gauche. A son extrémité antérieure il constitue un prolongement creux (fig. 48, *pcr*), qui longe la paroi ventrale du pharynx et en dessous de ce dernier se termine en cul de sac. Ses parois: antérieure et ventrale sont si minces que leurs cellules constitutantes ne sont point distinctes. Quant à la paroi dorsale, dans sa partie antérieure elle représente une mince membrane, et sa partie postérieure est composée de fibres musculaires disposées parallèlement les unes aux autres dans la direction transversale.

Ainsi l'on peut distinguer deux portions dans le procarde: L'une antérieure (Pl. XV, fig. 41, 42, 43, *pcd*) qui consiste en une mince membrane et représente la **portion procardique** proprement dite et l'autre postérieure qui peut être dénommée **portion cardiaque** (*cd*) car sa paroi dorsale, qui consiste en une couche de fibres musculaires, remplit les fonctions du coeur. Chez *Fritillaria pellucida*, comme chez toutes les Appendiculaires, la portion cardiaque adhère à la paroi du canal digestif, seulement elle siège un peu plus haut, à la limite de l'oesophage et de l'estomac.

Le procarde se présente à peu près sous le même aspect sur les coupes 41, 42 et 43. Les deux dernières ne diffèrent de la coupe 41 qu'en ce que: 1° la tige qui réunissait le procarde avec le pharynx disparaît et 2° la paroi dorsale du procarde s'invagine dans la cavité de ce dernier, en constituant une cloison qui sépare la portion cardiaque de la portion procardique.

Sur des coupes suivantes la portion procardique n'est plus reconnaissable. On ne distingue que la portion cardiaque que nous allons dénommer **coeur** (fig. 44—45, *Cd*). Il affecte la forme d'un sac triangulaire, dont la paroi ventrale consiste en une mince membrane, et la paroi dorsale en une membrane musculense.

Le coeur, observé par transparence sur des animaux entiers, se présente sous forme d'un sac ovalaire allongé situé transversalement en dessus de l'estomac (fig. 1, *Cr*). Il a été exactement dessiné par Fol d'après des animaux vivants. Il se distingue nettement et sur des animaux fixés à l'aide de l'acide osmique. La paroi ventrale du coeur est attachée aux parois du corps par des fibres mésenchymatiques (Pl. XVI, fig. 52, *fms*). En outre elle donne naissance à des fibrilles excessivement fines qui la fixent à la paroi du pharynx. De cette manière elle se trouve attachée aux organes qui l'avoisinent, tandis que la paroi dorsale musculense qui est la plus active des deux, reste complètement libre. Cela joue un rôle important dans les fonctions qu'elle remplit, car rien n'entrave ses mouvements contractiles.

La partie la plus substantielle de la portion cardiaque est certes la membrane musculense. Elle est constituée par les éléments suivants : 1° Une rangée de fibres disposées à peu près parallèlement à l'axe principal du coeur, et par conséquent, perpendiculairement à l'axe longitudinal du corps. 2° Deux grosses cellules logées aux pôles gauche et droit du coeur (fig. 24, 27, *ct*) que nous allons dénommer **cellules terminales** et 3° un nombre insignifiant de menues cellules disposées en une rangée longitudinale.

Quel est donc le rapport que ces éléments affectent les uns avec les autres ?

En ce qui concerne les cellules terminales il y a deux opinions différentes là-dessus. Ray Lankester ¹⁾ les considère comme des cellules musculaires, donnant des prolongements qui représentent des fibres musculaires. Aussi admet-il que le coeur de *Fritillaria furcata* n'est composé que de deux cellules. Or ces prétendues cellules musculaires de Ray Lankester remplissent une autre fonction ; les vraies cellules musculaires sont les **menues cellules disposées en une rangée longitudinale** qui ont été désignées par ce savant sous la dénomination de « corpuscules secondaires » (Secondary corpuscules).

Seeliger ²⁾ attribue aux cellules terminales le rôle de cellules glandulaires et trouve leur présence dans le péricarde (membrane dorsale de la portion cardiaque) fort remarquable.

Quant à moi je ne puis me joindre à aucune de ces opinions. Rien n'indique une fonction sécrétoire dans les cellules terminales ; d'ailleurs l'apparition de cellules glandulaires dans les parois du péricarde aurait été un phénomène extraordinaire. Aussi ne puis-je me ranger non plus du côté de l'opinion de Ray Lankester et de considérer les cellules ci-dessus comme des cellules qui donnent naissance aux fibres musculaires.

1) Ray Lankester. On the heart of *Appendicularia furcata* and the Development of the muscular fibres. Quarterly Journal of micr. Sc. Vol. 14. 1874. p. 275.

2) Seeliger. Tunicaten. p. 28.

Je suis persuadé que les cellules terminales remplissent le rôle des organes de fixation pour les fibres musculaires, en servant en même temps de supports qui maintiennent le coeur à l'état de tension, ne laissant pas s'affaisser ses parois. La forme originale de coupole qu'elles affectent les fait paraître semilunaires sur toutes les coupes.

La figure 52 représente la cellule terminale droite (*ct*). Sa portion médiane épaissie est fixée aux parois du corps par des filaments mésenchymatiques, excessivement tenus, qui embrassent les cellules et dans leur ensemble se présentent sous forme de cône dont le sommet regarde la paroi du corps. Les points où ces filaments se fixent à la cellule terminale sont signalés par de menus tubercules fort proéminants. Un protoplasma vacuolisé entoure d'une mince couche un noyau vaguement ovalaire qui tient la plus grande portion de la cellule.

Les cellules terminales sous forme de deux calottes embrassent les deux extrémités du coeur, dont les parois sont fixées à leurs portions marginales, qui sous forme de minces lamelles passent insensiblement en parois du coeur, comme on peut le constater sur la fig. 52, qui représente une coupe longitudinale de ce dernier. Elles n'affectent aucun rapport avec les fibres musculaires qui eût indiqué que ces dernières en dérivent.

Or dans le coeur de *Fritillaria pellucida* se trouvent des cellules, dont le lien intime avec les fibres musculaires est indubitable, et qui certes leur donnent naissance. Ce sont les menues cellules disposées en une rangée longitudinale, auprès de l'extrémité gauche du coeur, qui jusqu'ici ont été considérées comme «nucleï». Ray Lankester les dénomma «secondary corpuscles» et ne leur attribua aucune valeur à la structure du coeur. Cependant, elles ne sont ni «corpuscles secondaires» ni noyaux, mais représentent de vraies cellules, bien qu'à première vue elles peuvent être comptées pour des «nucleï» grâce à leurs noyaux fort volumineux, qui donnent dans l'oeil, et à leur bordure protoplasmique excessivement mince qui reste inaperçue au premier coup d'oeil.

L'examen des coupes transversales (Pl. XVI, fig. 51, *cm*) et longitudinales (fig. 52, *cm*) fait ressortir que leurs noyaux tantôt ovoïdes, tantôt coniques, qui rentrent dans la cavité du coeur, fixent énergiquement l'haemalun, tandis que la mince couche protoplasmique qui les entoure, se colore à peine par cette matière colorante. La portion droite de chacune de ces cellules représente une courte lamelle, fixée à la partie marginale de la cellule terminale droite (fig. 52). La portion gauche qui est plus longue, s'étend en longueur jusqu'à la cellule terminale gauche; elle est différenciée en une série de fibres musculaires.

Sur la figure 53 qui représente la portion droite de la paroi dorsale du coeur sont reconnaissables deux cellules musculaires (*cm*, *mc*) sur lesquelles l'origine des fibres musculaires se distingue nettement. Ces dernières prennent naissance dans le protoplasma des cellules, lequel se prolonge vers la gauche, s'effile et passe insensiblement en fibrilles musculaires. Chaque cellule produit plusieurs fibrilles, qui se dirigeant à gauche constituent tout une rangée de fibrilles musculaires parallèles; depuis longtemps elles furent remarquées et des-

sinées par différents auteurs (Gegenbaur, Fol, Ray Lankester) d'après des animaux vivants.

A la formation de la couche musculaire du coeur participent six cellules ; leurs limites sont complètement effacées ; évidemment que chez *Fritillaria* ces cellules se confondent comme cela a été signalé chez l'*Oikopleura*. Les fibres musculaires sont lisses. Jamais je n'ai pu y distinguer de striation transversale qui, d'après Ray Lankester subsiste chez *Fritillaria*. Les fibres musculaires sont insérées dans la paroi du coeur qui, bien que fort mince, est délimitée par deux lamelles, entre lesquelles se trouve une substance translucide qui ne se colore pas par l'haemalun (fig. 51, *ims*). Les fibrilles musculaires, situées dans un ordre régulier à distance égale, sont probablement soudées aux deux lamelles.

Ainsi l'organe cardio-procardique de *Fritillaria pellucida* représente un sac, dont la portion antérieure fixée au pharynx consiste en parois fort minces, et la portion postérieure donne à angle presque droit un prolongement creux, qui se dirige vers la gauche. La portion antérieure représente le procarde, le prolongement gauche — la portion cardiaque ou coeur.

Chez *Fritillaria pellucida* ce n'est que la portion postérieure de l'organe cardio-procardique qui est pourvue de muscles, ce qui constitue une différence substantielle avec le procarde gauche de l'*Oikopleura*, chez laquelle toute la paroi gauche est musculeuse et remplit les fonctions du coeur. Le coeur de *Fritillaria* présente encore une autre particularité distinctive. Ses fibres musculaires sont disposées perpendiculairement à l'axe longitudinal de son corps, tandis que dans le coeur de l'*Oikopleura* elles lui sont parallèles. Cette disposition des fibres musculaires s'explique par la situation du coeur. Chez l'*Oikopleura*, où tout le procarde gauche est situé suivant l'axe longitudinal du corps, les muscles aussi se disposent longitudinalement. Chez *Fritillaria pellucida*, où le procarde est composé de deux portions dont l'une siège suivant l'axe longitudinal et l'autre lui est perpendiculaire, les muscles qui siègent dans cette dernière occupent la même situation, où en d'autres termes sont perpendiculaires à l'axe longitudinal du corps.

Chez *Fritillaria pellucida* le sac cardio-procardique, qui d'après sa situation correspond au procarde gauche de l'*Oikopleura*, est notablement plus différencié. Outre que sa partie antérieure ou procardique se signale par l'absence totale des muscles, ce qui la distingue de la portion cardiaque, cette dernière manifeste une différenciation considérable par la présence des cellules terminales. Cela donne lieu à conclure que d'après sa structure le procarde de l'*Oikopleura* est plus proche à la structure primitive des organes cardio-procardiques des Appendiculaires, et que l'organe cardio-procardique de *Fritillaria* a notablement dévié du type primordial.

Les organes génitaux.

Le peu de connaissances que nous avons jusqu'ici sur l'ovogénèse et la spermatogénèse des Appendiculaires, concernaient *Fritillaria pellucida*, qui a servi aux recherches spéciales de Boles Lee ¹⁾ et de M. Davidoff ²⁾. Les conclusions de ces deux auteurs sur la naissance des cellules ovulaires sont complètement concordantes. Boles Lee donne une belle description de l'ovogénèse en général. D'après lui «L'ovaire et les testicules apparaissent sous forme d'une ébauche commune» qu'il désigne sous la dénomination d'**ovotestis**. «Cet organe consiste en un nid de cellules à noyaux arrondis, enfouies dans une masse globuleuse de protoplasme. Il se produit sur l'équateur de ce globe de protoplasme une constriction étroite, qui s'approfondissant divise la masse en deux parties, dont l'une, en général plus petite, sera l'ovaire et l'autre le testicule.» (loc. cit. p. 647). «Les noyaux que nous pouvons appeler désormais les «gros noyaux» de ces cellules bourgeonnent et produisent un essaim de petits noyaux libres, qui montent à la surface du stroma protoplasmique, s'y rangent en une couche, s'entourent chacun de protoplasme et d'une membrane et forment ainsi un épithélium qui recouvre l'ovaire de toutes parts et le sépare définitivement du testicule. L'organe croît; de nouvelles fournées de bourgeons viennent s'intercaler entre les cellules déjà formées de l'épithélium, lesquelles n'augmentent pas leur nombre par division. Ce processus continue, mais il arrive un moment où les bourgeons arrivés à la surface ne se constituent plus en cellules épithéliales. Ils se placent sous l'épithélium et acquièrent des corps de protoplasme. Leurs noyaux se distinguent de ceux de l'épithélium primitif en ce qu'ils deviennent rapidement clairs au lieu de devenir de plus en plus homogènes. Ils croissent et bientôt il devient de toute évidence que les cellules ne sont autre chose que des ovules.»

Telle est la conception de Boles Lee sur l'ovogénèse de *Fritillaria pellucida*, qui fut confirmée par les recherches de M. Davidoff. Ce qui est à remarquer, c'est que malgré un grand nombre de noyaux et de cellules constituant l'ovaire, Boles Lee a rarement observé le processus du bourgeonnement. D'ailleurs il remarque lui-même (p. 652 loc. cit.) que «les processus du bourgeonnement sont très difficiles à observer.»

M. Davidoff qui décrit d'une manière fort détaillée les noyaux qui d'après son opinion dérivent des gros noyaux qu'il a désignés sous la dénomination de «Karyoblastes» ne figure pas de bourgeonnement sur les dessins qu'il nous donne.

1) Boles Lee. Recherches sur l'ovogénèse et la spermatogénèse chez les Appendiculaires. (Recueil zoolog. suisse. T. I. p. 645—663.

2) M. Davidoff. Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der *Distaplia magnilarva*. Della Valle. I. (Mittheilung der Zoolog. Station zu Neapel. Bd. II. p. 141—142.

L'ovaire.

Bien que je n'aie pas eu à ma disposition des stades précoces du développement de l'ovaire et des cellules ovulaires de *Fritillaria pellucida* j'ai eu la chance d'observer les mêmes stades de leur évolution qui ont été figurés par M. Davidoff. Malgré une recherche minutieuse de coupes, fort réussies sous le rapport de la coloration, je n'ai pu reconnaître aucun vestige de bourgeonnement des gros noyaux. Les noyaux de futures ovules, dispersés dans le protoplasma n'affectaient aucun lien avec les gros noyaux.

Dans mon étude précédente concernant les *Oikopleura* chez lesquelles j'ai observé l'ovaire à des stades comparativement avancés de la formation des ovules je n'ai pu qu'émettre mon hypothèse sur le mode de la formation des oeufs et des cellules épithéliales chez les Appendiculaires.

Chez *Fritillaria pellucida* j'ai observé trois stades du développement de l'ovaire dont la description suit.

Au premier stade (Pl. XVI, fig. 55) l'ovaire est représenté au moment où ses cellules épithéliales déjà développées se sont rangées en une couche unique à sa périphérie. Les cellules ovulaires sont en voie de formation. La figure 55 représente une portion d'une coupe longitudinale de l'ovaire, confectionnée à ce stade. La portion principale de l'ovaire consiste en une masse protoplasmique qui a été si heureusement dénommée par Boles Lee «stroma protoplasmique». A de forts grossissements (Immer. $\frac{1}{12}$) elle apparaît sous l'aspect d'une substance finement fibrillaire (fig. 55, *ps*) qui se colore faiblement par le carmin et l'haemalun. Elle renferme deux sortes de noyaux. Les uns sont gros, leur nombre est restreint. Jamais je n'ai pu en compter plus de 9. Ce sont «les gros noyaux» de Boles Lee ou les «karyoblastes» de M. Davidoff (*grn*). Les autres plus menus, de volume différent, aux contours fort nets, sont dispersés dans tout le protoplasma. Leur volume augmente au fur et à mesure qu'ils avoisinent la périphérie de l'ovaire (*nov*). Ce sont les noyaux qui par la suite se transformeront en noyaux de cellules ovulaires.

Les cellules épithéliales (*eo*, *ep*) s'accusent nettement sur des coupes grâce à ce que leur protoplasma et leurs noyaux fixent plus énergiquement les matières colorantes que la substance centrale de l'ovaire. Sur des préparations colorées leurs noyaux paraissent très foncés. Sur des coupes les cellules épithéliales affectent la forme de triangles dont les bases regardent la périphérie de l'ovaire. Le stroma protoplasmique est intercalé entre ces cellules sous forme de lobes semi-circulaires qui constituent les ébauches des cellules ovulaires.

Passons à la considération des noyaux plongés dans le stroma protoplasmique.

«Les gros noyaux» sont de forme et de volume varié. Ils se distinguent des petits noyaux par leur structure. 1° Je n'ai jamais pu reconnaître de membrane externe qui les eût enveloppés; aussi leurs contours sont-ils effacés. 2° Leur substance constituante ou leur

nucléoplasma se colore plus vivement par le carmin et par l'haemalun que le nucléoplasma de petits noyaux. 3° Leur substance chromatique apparaît sous l'aspect de corpuscules libres, de formes variées, dispersés dans le nucléoplasma.

Les petits noyaux (*n, nov*) dispersés dans le stroma protoplasmique sont de différent volume et de différente structure intime. Sur toutes les coupes ils sont toujours reconnaissables au voisinage de la périphérie ou à la périphérie même de l'ovaire. Jamais ils ne se rencontrent dans la partie centrale de ce dernier. Ceux d'entre eux qui siègent dans le lobe du stroma protoplasmique et sont entourés par des cellules épithéliales, mesurent un volume plus considérable. Ce sont les noyaux des cellules ovulaires définitivement formés (*nov*). Parmi les petits noyaux enfouis plus en profondeur qui se trouvent au même niveau, se rencontrent des noyaux de différent volume. Il est à remarquer que ceux d'entre eux qui siègent plus profondément ne sont pas toujours plus menus que ceux qui sont plus proches à la périphérie. Or si les petits noyaux étaient le produit du bourgeonnement des gros noyaux, on serait en droit de s'attendre que les noyaux qui se sont écartés du centre ou du lieu de leur origine et se sont rapprochés de la périphérie de l'ovaire, mesureraient un volume plus considérable que ceux qui se trouvent en dessous.

Les «petits noyaux» sont pourvus de chromatine qui intéresse leur périphérie. Leur exiguité extrême ne permet pas de reconnaître la forme qu'acquiert cette dernière. Dans les noyaux qui se sont déjà transformés en noyaux de cellules ovulaires et qui sont plus volumineux, la disposition de la chromatine est fort nette et fort originale. Elle se dispose sous forme de cercles transversaux qui ont l'aspect de cercles de tonneau. Cette ressemblance est d'autant plus frappante que les noyaux eux-mêmes sont ovalaires. Etant cerclés par des anneaux de chromatine ils rappellent effectivement un vrai tonneau (fig. 55 *nov*).

Cette description démontre qu'au début de sa formation l'ovaire de *Fritillaria pellucida* représente un syncytium entouré d'une couche de cellules épithéliales. Sa masse ou son stroma protoplasmique renferme de gros et de petits noyaux. Les observations précédentes ont fait connaître que la fonction de ces noyaux est différente et que les gros noyaux donnent naissance aux petits.

Laissant de côté la question sur l'origine des petits noyaux aux dépens des gros, je suppose que la différence entre les deux est plus substantielle qu'on ne le croyait. Il est connu qu'à mesure de la croissance de l'oeuf, les grosses cellules disparaissent. A en juger d'après ce qu'à des stades de l'évolution où toutes les cellules ovulaires sont montées à la périphérie de l'ovaire, les gros noyaux persistent toujours et ne disparaissent qu'après que la croissance des oeufs soit achevée, on est en droit de conclure que les gros noyaux servent à la nutrition des cellules ovulaires.

Les petits noyaux dérivent-ils des gros noyaux et sont-ils effectivement le produit de leur bourgeonnement: ce sont des questions que je n'ai pu trancher définitivement relativement à la *Fritillaria pellucida*. Je n'avais pas à ma disposition de matériel suffisant.

Les observations de Boles Lee et de M. Davidoff ne sont pas suffisamment probantes pour la trancher dans un sens affirmatif. Aussi l'ovaire de *Fritillaria pellucida* se prête-t-il peu à la solution de ce problème; il est fort défavorable, à l'observation de l'ovogénèse, car la structure de ses gros noyaux, qui en outre fixent faiblement les colorants, diffère énormément de celle des noyaux des cellules ovulaires et épithéliales.

Le stade suivant de l'évolution de l'ovaire de *Fritillaria pellucida* correspond complètement aux descriptions de Boles Lee et de M. Davidoff, aussi n'en donnerai-je qu'une description succincte.

A ce stade (Pl. XVI, fig. 54) les cellules ovulaires (*ov*) forment à la périphérie de l'ovaire une couche entourée par des cellules épithéliales. Elles sont aussi nettement délimitées du stroma protoplasmique ou du syncytium. Des cellules épithéliales (*eo*) elles se distinguent par leur protoplasma et leurs noyaux clairs. Leur protoplasma est en tous points semblable au stroma protoplasmique dont il dérive. Leurs noyaux clairs sont munis de chromatine qui intéresse leurs parois. La disposition circulaire des fils chromatiques n'est plus reconnaissable à ce stade.

Les gros noyaux (*grn*), dont le nombre reste toujours le même, sont fort peu modifiés comparativement au stade précédent. Outre ces gros noyaux, quelques petits noyaux sont dispersés principalement à la périphérie de l'ovaire. Quelques-uns d'entre eux sont vivement colorés; d'autres présentent le même aspect qu'au stade précédent.

Au dernier stade que j'ai observé, les cellules ovulaires sous forme de globules font saillie, en dessus de la surface de l'ovaire; notablement accrues, elles affectent une forme tantôt sphérique, tantôt pyriforme et s'attachent au stroma protoplasmique par leur portion rétrécie. A mon grand regret je n'ai pu confectionner des coupes au stade dont il s'agit. Boles Lee plus heureux que moi sous ce rapport décrit et dessine des stades semblables. D'après lui on ne trouve à ce stade de l'évolution dans l'ovaire de *Fritillaria* que des fragments des gros noyaux. Quant aux petits noyaux ils sont toujours distincts dans le stroma protoplasmique.

Le testicule.

Comme je n'ai pu observer que des stades avancés de l'évolution du testicule de *Fritillaria pellucida* je ne m'arrêterai pas ici sur la génèse des spermatogonies. Je laisserai cette question jusqu'au chapitre concernant *Fritillaria borealis*, chez laquelle j'ai réussi à observer des stades précoces de l'évolution du testicule. Je me bornerai pour le moment à décrire brièvement un stade assez avancé de son développement.

Chez *Fritillaria pellucida*, comme chez toutes les espèces de ce genre, le testicule est impair. D'après sa structure il se rapproche de celui des *Oikopleura*. Ainsi que dans ce dernier et ainsi que dans l'ovaire de *Fritillaria* on peut y reconnaître trois catégories de cel-

lules: 1° des spermatogonies, 2° de grosses cellules munies de gros noyaux, et 3° des cellules épithéliales.

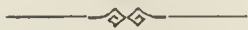
La masse principale du testicule est constituée par les spermatogonies (fig. 5, 6, *spg*). Ce sont de menues cellules aux noyaux sphériques, qui fixent énergiquement les matières colorantes. Sur des coupes les limites des spermatogonies sont peu nettes, c'est pourquoi tout le testicule paraît consister en une masse de menus noyaux vivement colorés. Entre leur masse sont intercalées quelques grosses cellules pâles (*cyt*), au protoplasma finement granuleux, pourvues de gros noyaux ovalaires; ce sont les cellules de la 2-me catégorie. Ici comme chez l'*Oikopleura rufescens* elles sont si entourées par les spermatogonies que leurs contours sont difficiles à tracer, mais en général leur forme paraît vaguement ovulaire. Leurs noyaux ovalaires, sont fort semblables aux gros noyaux centraux de l'ovaire. Comme ces derniers, ils se composent de substance homogène qui fixe les colorants et de chromatine qui, sous l'aspect de menus corpuscules de forme indécise, est disséminée dans tout le noyau. Leurs contours s'accusent plus nettement que ceux des noyaux de l'ovaire.

La troisième catégorie des cellules testiculaires est représentée par des cellules épithéliales aplaties qui s'appliquent si fortement contre les spermatogonies qu'il est souvent difficile de les distinguer les unes des autres.

Fol a décrit chez *Fritillaria furcata (pellucida)* une glande pluricellulaire, qui siège dans la partie postérieure de son corps. (Fol. Recherches sur les Appendiculaires, p. 33.) Or cette prétendue glande n'est en définitive que le vas deferens, comme le fait ressortir l'examen des coupes longitudinales sagittales. Il débute dans la portion antérieure du testicule, adjacente à l'ovaire (fig. 58, *vd*) passe à sa face ventrale, où en se rétrécissant graduellement il s'ouvre au dehors par un orifice (fig. 58—60, *vd*). Ses parois assez épaisses consistent en cellules glandulaires. Ces cellules sont munies de vacuoles (fig. 56, *vd*).

Aux stades du développement des organes génitaux que j'ai observés, la cavité du vas deferens était à peine perceptible. Dans l'endroit où probablement elle apparaîtra par la suite se trouvait un grand nombre de vacuoles.

Or à ces stades le vas deferens n'a pas encore atteint son développement définitif.



IV. *Fritillaria borealis* (Lohmann).

Planche XVII.

Cette espèce de *Fritillaria* n'est connue que depuis 1896. Elle a été établie et décrite par Lohmann d'après des spécimens recueillis par l'expédition Groenlandaise ¹⁾ et par la Plankton-Expedition. Elle appartient à la faune polaire arctique et antarctique. Au nord, où elle est répandue à partir du 55-me jusqu'au 70-me degré de latitude, elle a été capturée dans la mer d'Irming près de Groenland, dans la mer du Nord, aux côtes d'Angleterre et de Hollande, et dans la mer Baltique dans le golfe de Kiel. Le matériel qui servit à mes recherches fut recueilli dans la mer de Murman par les docteurs Breitfuss et Redikorzeff, auxquels je suis bien obligé de me l'avoir fourni. En outre je témoigne ma vive reconnaissance à M. Redikorzeff pour la confection des séries de coupes.

Lohmann ²⁾ a donné une description fort détaillée des caractères propres à cette espèce; aussi n'insisterai-je pas là-dessus. J'ajouterai seulement que *Fritillaria borealis* est caractérisée par un étranglement de la partie médiane du corps, située entre la région antérieure ou pharyngiale et la région postérieure qui renferme l'estomac, l'intestin et les organes génitaux. Chez aucune des espèces du genre *Fritillaria* qui se distinguent par un corps allongé, dont la portion médiane est rétrécie, cette dernière ne s'amincit si fort que chez *Fritillaria borealis*. Il faut encore signaler un appendice insignifiant qui se trouve à l'extrémité postérieure de son corps et qui est caractéristique pour cette espèce. Lohmann l'a dessiné sans le décrire. (Lohmann. loc. cit. Pl. VIII, fig. 6.)

L'organisation de *Fritillaria borealis* ne diffère de celle de *Fritillaria pellucida* que par quelques détails fort intéressants et fort instructifs; en général il existe une grande similitude entre ces deux espèces. Aussi donnerai-je une description succincte de tous ses organes en n'insistant que sur la considération de ceux qui en même temps mettent en lumière la structure de *Fritillaria pellucida*.

1) Lohmann. Zoolog. Ergebnisse von Drygalsky Groenland Expedition. Bibliotheca zoologica. Hft 20. 1896.

2) Lohmann. Die Appendicularien der Plankton-Expedition p. 49.

Le tégument.

En observant par transparence *Fritillaria borealis* in toto l'on peut être induit en erreur et admettre qu'elle est dépourvue de capuchon ; mais l'examen des coupes longitudinales (fig. 3) démontre que le capuchon, quoique moins développé que chez *Fritillaria pellucida* ne manque jamais chez notre espèce, seulement étant fortement appliqué contre la couche oikoplastique dorsale, il est indistinct sur des animaux entiers. La portion postérieure de la couche oikoplastique dorsale qu'une gouttière sépare de sa portion antérieure, se soulève raidement en haut pour former un repli, qui sert de portion initiale au capuchon. Sur des animaux entiers, observés par transparence, on n'aperçoit que cette portion initiale, ce qui fait supposer que le capuchon est rudimentaire et ne comprend que cette portion.

L'examen des coupes démontre que son capuchon assez bien développé est composé de deux parois, dont l'externe est extrêmement mince (fig. 3, Cp_1) et l'interne assez épaisse (fig. 3, Cp_2), consiste en cellules cubiques nettement accusées, pourvues de noyaux. Elles adhèrent ou plutôt s'accolent à la surface de la couche oikoplastique dorsale. Chez tous les spécimens de *Fritillaria borealis* que j'ai observés n'est reconnaissable aucun vestige de coquille. Cela explique pourquoi leur capuchon est accolé à la surface du corps, tandis que chez tous les spécimens figurés par Lohmann, où la coquille est en voie de formation, le capuchon écarté de la surface du corps délimite extérieurement la coquille. (Lohmann, loc. cit. fig. 3, 5, 6, Pl. VIII).

Le capuchon de *Fritillaria borealis* est moins volumineux que celui de *Fritillaria pellucida* et de beaucoup d'autres espèces appartenant à ce genre. Son extrémité antérieure atteint à peine la région du corps dans laquelle siège le ganglion céphalique. Ses parties latérales ne passent pas à la face ventrale.

La couche oikoplastique dorsale est tout à fait semblable à celle de *Fritillaria pellucida*. On y distingue les mêmes cellules oikoplastiques disposées dans le même ordre que chez l'espèce susnommée. La distribution des cellules est symétrique. Toutes les cellules oikoplastiques, parmi lesquelles se trouvent de menues et de grosses, sont situées des deux côtés des cellules médio-dorsales. On peut compter six rangées obliques de grosses cellules oikoplastiques qui, à partir de la ligne médio-dorsale de la portion postérieure du corps, se dirigent sous forme d'éventail vers ses parties latérales. Quelques menues cellules sont intercalées entre ces rangées obliques. Il est à remarquer que chez *Fritillaria borealis* les gros oikoplastes, qui comme chez les *Oikopleura* sécrètent la substance mucilagineuse de la coquille, sont toujours pourvus de menus noyaux vésiculaires sphériques, tandis que chez les *Oikopleura* ils renferment des noyaux tantôt cylindriques, tantôt sphériques.

Le ganglion céphalique et les organes des sens.

Le ganglion céphalique et la vésicule auditive de *Fritillaria borealis* ne présentent pas de différence essentielle avec ceux de *Fritillaria pellucida*.

Le ganglion céphalique (fig. 2—4, *G*) consiste en cellules multipolaires extrêmement entassées. A sa face ventrale siègent des cellules plus volumineuses que celles qui se trouvent à sa face dorsale. Son extrémité postérieure est composée de cellules fort menues. Sur des coupes longitudinales je n'ai jamais pu compter plus de 7 cellules ganglionnaires. Leur volume insignifiant et leur extrême entassement empêchent d'étudier en détails leurs rapports réciproques.

La partie antérieure du ganglion céphalique en se rétrécissant brusquement vers la paroi dorsale du corps, se transforme en un nerf fort court, qui se termine dans les cellules du tégument dorsal pour former un organe des sens que je n'ai rencontré ni chez *Fritillaria pellucida*, ni chez les *Oikopleura* que j'ai observées. Cet organe intéressant, dont la nature sensorielle est révélée par le rapport qu'il affecte avec le nerf émis par le ganglion céphalique, représente une plaque (fig. 4, *Pls*) que nous allons désigner sous la dénomination de **plaque sensorielle dorsale**; elle consiste en deux cellules ectodermiques, épaisses dans leur portion médiane et rétrécies vers la périphérie. A sa face interne regardant la cavité du corps, cette plaque a un enfoncement dans lequel s'introduit l'extrémité du nerf susmentionné. Le nerf (fig. 4, *Ns*) prend naissance dans deux cellules triangulaires situées à l'extrémité postérieure du ganglion. En s'allongeant en avant, elles s'accolent l'une à l'autre pour se terminer par un renflement qui affecte la forme de massue et correspond complètement à l'enfoncement de la plaque sensorielle dorsale où il se loge.

Il est très difficile de préciser la nature de cet organe, d'autant plus qu'il ne se retrouve chez aucune espèce d'Appendiculaires. D'après sa structure et d'après les rapports que les cellules de la plaque sensorielle dorsale affectent avec le nerf il est fort probable qu'on a affaire avec un organe de tact.

L'otocyste (fig. 2, *ot*) ne diffère en rien des otocystes des autres Appendiculaires.

La fossette vibratile (fig. 2, *Fvb*) fort mince, recourbée d'avant en arrière, consiste en cellules aplaties. Son ouverture est entourée de cellules pyriformes ciliées.

Les organes de digestion et de respiration.

Les organes digestifs et respiratoires de *Fritillaria borealis*, d'après leur structure sont tellement semblables à ceux de *Fritillaria pellucida*, considérés en détails dans le cha-

pitre précédent, que pour ne pas répéter la même chose je me bornerai à signaler les caractères morphologiques de *Fritillaria borealis*.

1° Le pharynx et l'oesophage sont très allongés (fig. 3, *Ph* et *Est*).

2° Les fentes branchiales (fig. 1, 2, *fvr*) sont situées dans la région antérieure du pharynx.

3° L'estomac (fig. 1, 3, *Est*) est en tous points semblable à celui de *Fritillaria pellucida*. Sa paroi consiste en un nombre restreint de grosses cellules, munies de superbes noyaux ramifiés; chaque noyau renferme un faisceau de fils chromatiques qui se disposent suivant les ramifications du noyau.

4° L'intestin fort court siège à la face dorsale en arrière de l'estomac (fig. 1, 3, *Int*).

5° Le rectum est vaste, il se dirige transversalement de la face dorsale vers la face ventrale du corps (fig. 1, 3, *R*).

6° Le plancher de l'endostyle est composé de 12 cellules glandulaires distribuées par paires. Huit en sont assez volumineuses; les quatre cellules antérieures sont minces et aplaties (fig. 4, *End*, *Ed*₁, *Ed*₂, *Ed*₃, *Ed*₄).

L'ouverture de l'endostyle est fort large.

Les organes cardio-procardiques.

Les organes cardio-procardiques (fig. 5, *Cp*) de *Fritillaria borealis* sont si réduits que, à proprement parler, ils ne méritent point cette dénomination, que je ne leur laisse que pour signaler leur homologie avec les mêmes organes de *Fritillaria pellucida* et des *Oikopleura*. De tout l'appareil complexe qui subsiste chez les *Oikopleura* on ne retrouve chez *Fritillaria borealis* que le sac qui remplit les fonctions du coeur et qui doit être considéré comme le dérivé du procarde gauche. Ce sac est situé plus en arrière que le coeur de *Fritillaria pellucida*. Il siège entre l'estomac et le rectum (fig. 3 *Cr*, 5, *Cp*), tandis que chez *Fritillaria pellucida* le coeur est logé entre l'oesophage et l'estomac. En vertu de son volume insignifiant et de ce qu'il est masqué par l'estomac et le rectum, il est imperceptible sur des animaux entiers observés par transparence, et n'est reconnaissable que dans des coupes longitudinales fort minces.

Malgré tous mes soins de trouver un lien quelconque entre cet organe et les autres viscères je me suis convaincu qu'il n'existait pas. Il siège libre dans l'espace délimitée par le rectum et l'estomac et ne s'attache qu'aux parois du corps par des filaments mésenchymatiques. Considéré en coupe il paraît reniforme; dans ses traits généraux sa structure est semblable à celle du coeur, ou plutôt à celle de la portion cardiaque du procarde gauche, des *Oikopleura* et de *Fritillaria pellucida*. Sa paroi interne, adhérente à l'estomac est musculieuse, et sa paroi interne, regardant le tégument est membraneuse.

La paroi musculieuse (fig. 3, 5, *Mcr*) qui remplit les fonctions du coeur se compose de quatre cellules musculaires; elles sont si fortement appliquées les unes contre les autres que l'on ne trouve entre elles aucun interstice. En observant deux ou trois coupes longitu-

dinales consécutives du coeur. on peut constater que ses cellules constituantes s'allongent transversalement, tout comme chez *Fritillaria pellucida*; elles sont munies de noyaux portant vers l'extérieur.

La paroi membraneuse représente une membrane fort mince, dans laquelle on ne reconnaît nul vestige de cellules.

La cavité du coeur est insignifiante.

Les organes génitaux.

La situation des organes génitaux de *Fritillaria borealis* diffère de celle de *Fritillaria pellucida* en ce que son ovaire siège en avant du testicule sur le même axe, et non à côté, comme cela a été signalé chez cette dernière. Cela constitue d'ailleurs un des caractères spécifiques de *Fritillaria borealis*. L'ovaire est à peu près sphérique; le testicule de forme cylindrique est légèrement effilé en arrière et arrondi au bout (fig. 1, *ov T*). Outre sa partie principale, le testicule comprend des lobes secondaires.

L'organisation des glandes sexuelles ainsi que l'évolution des produits sexuels, ou en d'autres termes l'ovogénèse et la spermatogénèse, dans tous les traits essentiels sont à peu près semblables chez ces deux espèces de *Fritillaria*. On signale chez toutes les deux le stade de syncytium et celui de la formation des cellules sexuelles (oeufs et spermatogonies) mais en même temps on observe une grande différence entre la structure des noyaux du syncytium de *Fritillaria borealis* et celle des gros noyaux de *Fritillaria pellucida*. Les noyaux du syncytium ressemblent beaucoup plus aux noyaux des cellules sexuelles que les gros noyaux. Cette particularité de structure de ses glandes sexuelles permet d'observer avec plus de facilité le processus de la formation des noyaux, dans les cellules sexuelles de *Fritillaria borealis*.

Je n'ai pas eu l'occasion d'observer les tout jeunes stades de l'évolution de l'ovaire et du testicule, où la formation des noyaux des cellules sexuelles n'était pas encore commencée; mais ceux que j'ai réussi à observer m'ont permis d'étudier en détails le processus de la formation des noyaux des cellules sexuelles aux dépens des gros noyaux du syncytium. En outre, en observant l'évolution du testicule j'ai réussi à suivre le sort ultérieur de ses gros noyaux. A mon grand regret je n'ai pas été si heureux par rapport à l'ovaire. Or comme la formation des cellules sexuelles aux dépens du syncytium s'opère identiquement dans le testicule et dans l'ovaire, et comme la partie profonde du syncytium ovarien où siègent les gros noyaux ne se transforme pas en cellules ovulaires, il est fort probable qu'ici comme dans le testicule ces derniers dégénèrent. S'il en est ainsi on peut alors signaler à l'évolution des deux glandes génitales trois stades principaux. 1° Le stade du syncytium. 2° Le stade de la formation des cellules sexuelles (oeufs et spermatogonies) et 3° Le stade de la dégénération des gros noyaux du syncytium.

Dans le processus de l'ovogénèse je n'ai pu observer que les deux premiers stades; dans celui de la spermatogénèse j'ai observé tous les trois.

L'ovaire et l'ovogénèse. *Le stade du syncytium* ovarien que j'ai observé est représenté sur la figure 7. La forme de l'ovaire n'est pas précisément sphérique: dans un point il s'allonge pour former un petit lobe secondaire. Il consiste en une masse de protoplasma finement granuleuse ou plutôt finement fibrillaire, dans laquelle sont dispersés en grande quantité des noyaux de volume différent mais de structure similaire. Dans la partie centrale du syncytium siègent des noyaux volumineux, qui correspondent aux gros noyaux de *Fritillaria pellucida* mais en différent par leur structure. Ils consistent en nucleoplasma fort clair et en un réseau de chromatine fort dense régulièrement distribué (fig. 7, Ng). Dans la partie périphérique du syncytium se trouve un grand nombre de menus noyaux formant plusieurs amas (fig. 7, Ndv). Ces noyaux d'après leur structure, sont fort semblables aux gros noyaux centraux. Ils affectent la même forme de vésicules, remplies de nucleoplasma clair, munies d'un réseau chromatique. Entre les gros noyaux centraux et les menus noyaux périphériques siègent des noyaux de volume moyen dont la structure est semblable à celle des noyaux ci-dessus.

Le réseau chromatique des noyaux présente une disposition caractéristique. Au centre des gros noyaux (fig. 7, Ng) est toujours reconnaissable une agglomération de substance chromatique de volume et de forme variable, tantôt sphérique, tantôt ovalaire, tantôt de forme indécise, d'où partent sous forme de rayons des expansions filiformes qui se dirigent vers la périphérie du noyau. Ces rayons filiformes émettent à leur tour des prolongements encore plus grêles, ce qui dans son ensemble forme tout un réseau. Arrivés à la périphérie du noyaux les rayons filiformes constituent des élargissements triangulaires qui concourent à la formation de la membrane nucléaire.

La masse chromatique centrale du noyau, dans laquelle on rencontre parfois des vacuoles ne constitue pas de nucléole, comme on pourrait le croire au premier coup d'oeil. Elle consiste en une substance identique à celle des filaments chromatiques radiaux, qui ne sont en définitive que sa continuation immédiate (fig. 8, Ng).

Les menus noyaux périphériques sont aussi pourvus de substance chromatique centrale dont le volume dépend de celui du noyau. Dans les noyaux les plus exigus elle a l'aspect d'un point. La masse centrale de chromatine constitue le centre qui, pendant la karyokinèse sert d'attraction aux filaments chromatiques filiformes. Les petits noyaux et les noyaux moyens, situés à la périphérie de l'ovaire, représentent les futurs noyaux des cellules épithéliales et ovulaires. Les petits noyaux, qui siègent immédiatement en dessous de la surface de l'ovaire, se transforment en noyaux des cellules épithéliales. Au stade que nous considérons, ils ne constituent pas encore de couche continue autour du syncytium, mais forment des groupes isolés. Les noyaux dont le volume est intermédiaire entre celui des gros et des petits noyaux se transforment en noyaux des cellules ovulaires. D'après leur disposition les gros noyaux doivent être les noyaux mères qui donnent naissance aux plus

petits noyaux périphériques; ce qui d'ailleurs a été signalé chez *Fritillaria pellucida* par Boles Lee qui observa de très jeunes stades d'ovogénèse chez cette espèce.

Bien que chez *Fritillaria borealis* je n'aie pu suivre en détails le mode de la formation des noyaux périphériques aux dépens des gros noyaux centraux du syncytium ovarien, j'ai réussi plusieurs fois à observer des figures karyokinétiques, ainsi que différents stades de la division des noyaux, que je n'ai pu trouver chez *Fritillaria pellucida*. Toutes les figures karyokinétiques que j'ai observées, intéressaient exclusivement les noyaux périphériques; jamais je ne les ai rencontrées dans les noyaux centraux, tandis que dans les noyaux périphériques moyens elles se remarquaient souvent (fig. 7, *Ndv*).

A côté des stades karyokynétiques se rencontrent des noyaux complètement divisés, ce qui me fait supposer que les petits noyaux périphériques dérivent d'une division graduelle des noyaux plus volumineux, que nous avons désignés, comme noyaux moyens. Quant à l'origine de ces derniers il est fort probable qu'elle est due à la division des gros noyaux. Une division continue de noyaux doit s'opérer pendant toute la durée de l'ovogénèse. Il se peut que quelques-uns restent indivis; ce sont les gros noyaux qui siègent dans le centre du syncytium. Un peu éloignés du centre, se portant vers la périphérie, se rencontrent des noyaux un peu moins gros, qui sont probablement les produits de la division des gros noyaux. Enfin à la périphérie même sont situés de menus noyaux, dont le volume augmente de la périphérie au centre.

Cette structure conjointement avec la présence des figures karyokynétiques permet d'avancer avec beaucoup de probabilité que la division des noyaux dans l'ovaire, et en conséquence la formation des noyaux des cellules épithéliales et des cellules ovulaires, s'opère par division et non par bourgeonnement.

Le stade de la formation des oeufs (Pl. XVII, fig. 8) est complètement identique chez *Fritillaria borealis* et chez *Fritillaria pellucida*. Les jeunes oeufs apparaissent à la périphérie du syncytium ovarien sous l'aspect de petits bourgeons ou tubercules dans l'intérieur desquels s'introduisent des noyaux. A la périphérie de chaque oeuf se disposent de menues cellules épithéliales, qui représentent des follicules ovulaires. Leur origine est identique à celle de l'oeuf dont elles ne diffèrent que par leur volume. La cellule ovulaire se trouve d'abord en continuité immédiate avec le syncytium ovarien; elle s'en sépare graduellement par étranglement. La figure 8 représente des cellules ovulaires à différents stades de leur formation. Les unes sont encore en continuité immédiate avec le syncytium; d'autres en sont complètement séparées. En définitive la périphérie de l'ovaire se recouvre par une couche continue d'ovules, dont chacun se compose d'une cellule ovulaire entourée de cellules folliculaires. Sa partie centrale conserve encore la forme de syncytium.

Je n'ai pu suivre le sort ultérieur de cette masse centrale, de ce résidu de l'ovaire primitif, ou en d'autres termes du syncytium ovarien, mais d'après ce que dans les ovaires de toutes les *Fritillaria* les oeufs se disposent en une seule couche périphérique et d'après

l'analogie de l'ovaire avec le testicule je suppose que la masse centrale se décompose pour servir à la nutrition des oeufs.

Le testicule et la spermatogénèse. (Les trois stades de la spermatogénèse sont représentés sur les figures 5, 6 et 7 du texte).



Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Trois stades du développement du testicule et de la spermatogénèse de la *Fritillaria borealis*.

Ov — ovaire; *grn* — gros nuclei de l'ovaire; *T* — testicule; *Ng* — gros nuclei du testicule; *Sp* — spermatogonie; *Ptp* — protoplasma du syncytium; *n* — nuclei des cellules ovulaires et des cellules épithéliales; *Ovl* — cellules ovulaires; *Ch* — chromatine provenant de la destruction des gros nuclei du testicule.

Stade du syncytium testiculaire. La spermatogénèse chez *Fritillaria borealis* procède parallèlement à l'ovogénèse. Aussi chez chaque individu les deux organes de l'appareil hermaphrodite, l'ovaire et le testicule, subissent simultanément les mêmes stades de l'évolution.

Le syncytium testiculaire a une structure excessivement semblable à celle du syncytium ovarien. Il consiste en une masse finement fibrillaire, dans laquelle sont enfouis de gros noyaux, dont la structure est identique à celle des gros noyaux du syncytium ovarien (fig. 10, Pl. XVIII). Chaque noyau est muni d'un réseau chromatique qui comprend une masse centrale et plusieurs filaments radiaux qui, à leur tour, donnent des expansions filiformes latérales. Parmi ces noyaux, qui sont pour la plupart sphériques, se distinguent quelques-uns qui sont allongés, d'autres affectent la forme de massue, qui est due à l'épaississement d'une seule moitié du noyau, laquelle conserve sa forme sphérique, tandis que la seconde, en s'allongeant devient cylindrique. En outre quelques noyaux manifestent des vestiges de division. Un noyau semblable est représenté sur la fig. 10 *. Il est allongé; un étranglement s'accuse nettement à sa surface, ce qui est un indice de ce que ce noyau est en voie de division.

Sur d'autres préparations sont reconnaissables les derniers stades de la division des noyaux. Ainsi sur la fig. 9 sont représentés deux noyaux qui ne sont pas encore complètement séparés l'un de l'autre, leur parois étant encore réunies. Sur toutes les figures que nous venons de considérer on peut constater que les gros noyaux du syncytium testiculaire subissent une division régulière, en vertu de laquelle les noyaux dérivés du noyau primordial sont d'un volume égal.

Pourtant il existe quelque différence entre le syncytium ovarien et le syncytium testiculaire. Dans ce dernier outre des gros noyaux se remarquent aussi de petits, dispersés dans le protoplasma, qui correspondent aux petits noyaux et aux noyaux moyens du syncytium ovarien. Mais, tandis que dans ce dernier se rencontrent tous les degrés possibles entre le volume des gros noyaux centraux et celui des petits noyaux périphériques, dans le syncytium testiculaire tous les noyaux disséminés entre les gros noyaux mesurent un volume égal, qui diffère énormément de celui des gros noyaux. Ils sont fort petits (fig. 9, *Nsp*) en comparaison des gros noyaux; ils sont tantôt sphériques, tantôt ovalaires et sont pourvus d'un réseau chromatique. Si ces noyaux, qui par la suite constitueront les noyaux des futures spermatogonies et ceux des cellules épithéliales du testicule, sont effectivement les produits des gros noyaux, ils ne peuvent en dériver que par bourgeonnement, car aucun indice de division consécutive des gros noyaux, aucune transition entre le volume des petits noyaux périphériques et celui des gros noyaux centraux ne se remarque dans le syncytium testiculaire.

En effet un examen attentif des gros noyaux fait constater différents stades de bourgeonnement qui aboutit à la naissance des petits noyaux.

Sur la figure 9 sont représentés plusieurs gros noyaux en voie de bourgeonnement. L'un d'eux *a*, où ce processus est au début, est surtout démonstratif. A l'un des pôles de ce noyau, qui est sphérique, apparaît une protubérance insignifiante, effilée au bout. Les fils chromatiques du gros noyau se continuent dans ce bourgeon et touchent à une plaque de chromatine, qui tient sa partie médiane et le sépare en deux moitiés. Sur la même figure, à droite du noyau ci-dessus, se voit un stade plus avancé de la séparation de noyau. Un

petit noyau *b* complètement séparé du gros siège dans son voisinage immédiat (fig. 9, *b*). Sur la figure 10 se distingue un petit noyau *n* dérivé par bourgeonnement d'un gros auquel il est encore adhérent.

Les petits noyaux dérivés par bourgeonnement des gros se transforment par la suite en noyaux des spermatogonies. L'examen des stades ultérieurs (fig. 5 et 6 du texte) le démontre nettement. A des jeunes stades (fig. 5 du texte) les noyaux sont pour la plupart accumulés à l'extrémité postérieure du testicule. Au cours de l'évolution leur nombre s'accroît et ils se propagent dans tout le protoplasma du syncytium testiculaire.

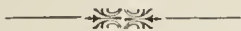
Stade de la formation des spermatogonies. A ce stade la plus grande part du protoplasma du syncytium testiculaire est envahie par les spermatogonies dérivées des petits noyaux ci-dessus et du protoplasma différencié à leur pourtour. Toute la masse protoplasmique centrale est différenciée en cellules (spermatogonies). Une couche de spermatogonies est aussi reconnaissable à la partie périphérique du testicule; les cellules superficielles se transforment probablement en épithélium. Dans le sein de cette masse de spermatogonies siègent des dépôts isolés de protoplasma non différencié (fig. 6 du texte). Quelques gros noyaux y sont épars. Leur volume est fort variable, or toujours celui des plus menus l'emporte de beaucoup celui des spermatogonies. Comparativement au stade précédent (fig. 10, Pl. XVII) le volume des noyaux des spermatogonies est notablement diminué. Cela est un indice de leur division ultérieure directe ou mitosique qu'à mon grand regret je n'ai pu observer; aussi ne puis-je rien avancer à ce sujet.

En observant à de forts grossissements ($\frac{240}{1}$) des coupes confectionnées à ce stade (fig. 11) on peut constater que la forme et la structure des spermatogonies de *Fritillaria borealis* diffèrent peu de ce qui a été signalé à ce sujet chez *Fritillaria pellucida* et chez les *Oikopleura*. Ici les spermatogonies affectent aussi la forme de cellules tantôt allongées, tantôt fusiformes, tantôt étoilées, réunies par des prolongements (fig. 11, Pl. XVII). La forme et la structure des gros noyaux ne sont point modifiées comparativement au stade précédent représenté sur la figure 10.

Stade de la dégénération des gros noyaux. Si l'on observe des coupes du testicule confectionnées à des stades du développement un peu plus avancés que celui que nous venons de considérer, on n'y trouvera plus de gros noyaux (fig. 7 du texte). L'on distingue, dispersés dans la masse du testicule parmi les spermatogonies, un grand nombre de corpuscules fort susceptibles de coloration. Ils consistent en chromatine et ne sont en définitive que des produits de décomposition de la substance chromatique des gros noyaux (fig. 7 du texte). A un fort grossissement l'on constate que (fig. 14, Pl. XVII) ces corpuscules sphériques consistent en une substance chromatique, fort semblable à celle qui était reconnaissable au centre des gros noyaux et qui a donné naissance aux filaments chromatiques. La décomposition des noyaux procède simultanément dans tout le testicule. En premier lieu disparaissent les filaments chromatiques, qui d'après leur volume insignifiant sont surtout susceptibles à être décomposés ou à être résorbés par le protoplasma environnant et peut-être par les sperma-

togonies-mêmes. La décomposition de la masse centrale de chromatine s'opère après. Sur quelques préparations (fig. 13, *Chm*) sous l'aspect d'amas insignifiants de chromatine situés auprès du paquet principal de la chromatine, se distinguent des vestiges des filaments chromatiques démembrés. Les points du testicule, où les détritres des gros noyaux sont situés entre des dépôts protoplasmiques (fig. 13), sont surtout favorables à l'observation du processus de la décomposition de la chromatine, car là ses particules démembrées ne sont point masquées par des spermatogonies.

A l'évolution ultérieure du testicule le nombre des produits de décomposition diminue, ce qui permet de conclure qu'ils ont été résorbés par les spermatogonies.



Explication des planches XII — XVII.

- a* — anus.
ap — appendice du corps.
ard — arc vibratile dorsale.
B — bouche.
bd — bordure de la cellule épithéliale gastrique.
bdd — bande vibratile dorsale.
bdm — bande oikoplastique médiane.
bdr — bande vibratile ventrale.
bdp — oikoplastes postérieures.
blo — bande latérale des oikoplastes.
Bt — Epaissement du nerf de la plaque sensitive.
bta — bande transversale des oikoplastes.
cd — partie cardiaque du procarde (coeur).
ccl — cil rigide de la cellule sensitive (est).
Ch — chorde dorsale.
chm — chromatine qui provient de la destruction des gros nuclei du testicule.
cl — paroi épithéliale du coeur.
cm — cellules musculaires du coeur.
cod — cellules dorsales de l'oesophage qui donnent naissance à la membrane ondulante.
cod — oikoplastes dorsaux.
col — entonnoir vibratile de l'oesophage.
cov — oikoplastes ventraux.
cov — cellules ventrales de l'oesophage qui donnent naissance à la membrane ondulante.
cp — capuchon.
Cp — paroi externe du capuchon.
cp — paroi interne du capuchon.
Cr — coeur.
cst — cellules sensibles au bord de la bouche.
ct — cellules terminales du coeur.
cvp — cavité du capuchon.
cyt — grandes cellules du testicule.
dvpc — diverticule du procarde se réunissant à l'oesophage.
eet — ectoderme.
end — endostyle.
- enf* — pli dorsal du pharynx.
epcr — portion procardique du procarde.
cst — estomac.
fbr (fig, 6) — fibrilles de la coquille.
fbr — fentes branchiales.
Fl — nuclei des cellules épithéliales de l'ovaire.
fms — fibres mésenchymatiques.
fo — fossette vibratile.
G, gc — ganglion cérébral.
gbc — glandes buccales.
gbr — glandes branchiales.
gcd — ganglion caudal.
gic — glandes caudales impaires.
gl — glandes unicellulaires du corps.
gpc — glandes caudales paires.
grn — les gros nuclei de l'ovaire.
gtl — oikoplastes latéraux.
ims — Interstices entre les fibres musculaires du coeur.
Int — intestin.
lds — lèvre supérieure.
lvt — lèvre inférieure.
M — muscles de la queue.
mc — fibres musculaires du coeur.
Mep — paroi épithéliale.
Mcr — paroi musculaire du coeur.
mcr — fibres musculaires du coeur.
mod — membrane ondulante de l'oesophage.
n — nuclei de l'ovaire.
Ndv — nuclei de l'ovaire en état de division.
Ng — gros nuclei de l'ovaire.
No — nuclei des cellules ovulaires.
Npsm — nucléoplasma.
Ns — nerf de la plaque sensitive.
Nsg — gros nuclei.
Nsp — nuclei des spermatogonies.
oes — oesophage.
ofv — orifice de la fossette vibratile.

<i>oik</i> — oikoplastes.	<i>pm</i> — portion muqueuse de la cellule oikoplastique.
<i>oiv</i> — oikoplastes ventraux.	<i>ps</i> — pseudopode.
<i>Opd</i> — oikoplastes dorsaux.	<i>psf</i> — pseudopodes filiformes de la cellule épithéliale gastrique.
<i>Opv</i> — oikoplastes ventraux.	<i>pstr</i> — stries protoplasmiques des cellules gastriques.
<i>or</i> — orifice de la glande caudale paire.	<i>pt</i> — protoplasma de la glande caudale paire.
<i>oren</i> — orifice de l'endostyle dans la cavité du pharynx.	<i>Pt</i> — protoplasma de l'ovaire.
<i>ot</i> — otolithe.	<i>pyl</i> — pylorus.
<i>Ov</i> — ovaire.	<i>sm</i> — substance muqueuse.
<i>ovd</i> — orifice du vas deferens.	<i>spg</i> — spermatogonies.
<i>ovl</i> — cellules ovulaires.	<i>T</i> — testicule.
<i>ovn</i> — gros nuclei de l'ovaire.	<i>vr</i> — concrétions dans la glande caudale paire.
<i>p</i> — appendice du corps.	<i>vb</i> — cils vibratiles de la cellule sensitive (est).
<i>pcd</i> — procarde.	<i>vd</i> — vas deferens.
<i>per</i> — prolongement antérieur du procarde.	<i>vl</i> — valvule rudimentaire entre l'estomac et l'intestin.
<i>ph</i> — pharynx.	<i>es</i> — vésicule sensorielle.
<i>pl</i> — cellules pyloriques antérieures.	
<i>plcn</i> — paroi latérale de l'endostyle.	
<i>plcz</i> — cellules pyloriques postérieures.	
<i>Pls</i> — plaque sensitive.	

Fritillaria pellucida (Busch).

Pl. XII — XVI.

Planche XII.

- Fig. 1. *Fritillaria pellucida* vue du côté dorsal ($\frac{38}{1}$).
- Fig. 2. Partie antérieure du corps de la face ventrale ($\frac{74}{1}$).
- Fig. 3. Partie antérieure de l'animal vu en profil ($\frac{74}{1}$).
- Fig. 3 A. Glande buccale ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 4. Partie antérieure du corps vue du côté dorsal ($\frac{74}{1}$).
- Fig. 5, 5 A. Glandes unicellulaires du corps ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 6. Oikoplastes pendant la formation des fibrilles ($\frac{770}{1}$).
- Fig. 7. Oikoplastes dorsaux et latéraux pendant la sécrétion de la substance mucilagineuse (Ap. 2,0+4).
- Fig. 8. Oikoplastes dorsaux pendant la sécrétion de la substance mucilagineuse ($\frac{940}{1}$).
- Fig. 9, 9 A. Glandes caudales paires ($\frac{770}{1}$) pendant la formation des pseudopodes (Fig. 9 A) et pendant l'excrétion (Fig. 9).
- Fig. 10. Glandes caudales impaires ($\frac{770}{1}$).

Planche XIII.

- Fig. 11 — 16. Série des coupes longitudinales du ganglion cérébral et de ses annexes (Zeiss Ap. 0,4 + Oc. 12).
 Fig. 17 — 19. Série des coupes longitudinales du ganglion caudal (Zeiss Ap. 0,4 + Oc. 12).
 Fig. 20. Coupe sagittale de la partie antérieure du corps ($\frac{17.5}{1}$).
 Fig. 21 — 26. Série des coupes longitudinales frontales du corps ($\frac{39.0}{1}$).

Planche XIV.

- Fig. 27 — 29. Trois coupes de la même série que les coupes Fig. 21 — 26 de la Planche XIII.
 Fig. 30. Partie antérieure du corps (Im. Ap. 2,0 + Oc. 4, Zeiss).
 Fig. 31. L'endostyle, les fentes branchiales et les glandes branchiales vues de la face ventrale ($\frac{53.0}{1}$).
 Fig. 32. Partie antérieure du corps vue de profil ($\frac{42.0}{1}$).
 Fig. 33. Glande branchiale pendant la sécrétion ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 34. L'ouverture de l'oesophage dans l'estomac ($\frac{53.0}{1}$).
 Fig. 35. L'estomac, l'intestin et le rectum, vus de la face dorsale.
 Fig. 36. Coupe transversale du corps dans la région de l'endostyle ($\frac{17.5}{1}$).
 Fig. 37. Coupe transversale à travers l'oesophage et l'estomac à l'endroit de leur communication ($\frac{93.0}{1}$).

Planche XV.

- Fig. 38 — 40. Trois coupes de la série à laquelle appartiennent les Fig. 37 (Pl. XIV). (Fig. 38 et 40 $\frac{94.0}{1}$ et la Fig. 39 — ($\frac{39.0}{1}$)).
 Fig. 41 — 46. Série des coupes longitudinales du corps ($\frac{17.5}{1}$).
 Fig. 47. Coupe transversale de l'estomac, de l'intestin et du rectum ($\frac{39.0}{1}$).
 Fig. 48. Coupe sagittale du corps à l'endroit de la fixation du procarde à la paroi du pharynx ($\frac{39.0}{1}$).

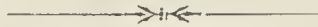
Planche XVI.

- Fig. 49 — 50. Cellules gastriques pendant la formation des pseudopodes ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 51. Coupe sagittale de la portion cardiaque du procarde ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 52. Partie d'une coupe frontale du coeur ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 53. Cellules et fibres musculaires du coeur ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 54. Coupe longitudinale de l'ovaire ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 55. Partie d'une coupe longitudinale de l'ovaire ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 56. Partie d'une coupe du testicule ($\frac{94.0}{1}$).
 Fig. 57. Coupe longitudinale des organes génitaux.
 Fig. 58 — 60. Série des coupes longitudinales du testicule et du vas deferens ($\frac{18.7}{1}$).

Fritillaria borealis* (Lohmann).*Planche XVII.**

- Fig. 1. *Fritillaria borealis* vue du côté gauche ($\frac{14.0}{1}$).
 Fig. 2. Coupe sagittale de la partie antérieure ($\frac{39.0}{1}$).
 Fig. 3. La même de la partie antérieure et médiane ($\frac{37.5}{1}$).

- Fig. 4. Coupe sagittale de la partie antérieure ($\frac{53^0}{1}$).
Fig. 5. Coupe sagittale par la région du coeur ($\frac{94^0}{1}$).
Fig. 6. Trois cellules d'estomac vues de la surface ($\frac{39^0}{1}$).
Fig. 7. Coupe longitudinale de l'ovaire ($\frac{53^0}{1}$).
Fig. 8. Partie d'une coupe longitudinale de l'ovaire au stade de la formation des cellules ovulaires ($\frac{77^0}{1}$).
Fig. 9. Partie d'une coupe du testicule au stade de la formation des nuclei des spermatogonies ($\frac{94^0}{1}$).
Fig. 10. Coupe longitudinale du testicule ($\frac{77^0}{1}$).
Fig. 11. Partie d'une coupe du testicule au stade de la formation des spermatogonies ($\frac{94^0}{1}$).
Fig. 12. Partie d'une coupe tangentielle de l'ovaire ($\frac{53^0}{1}$).
Fig. 13. Partie d'une coupe du testicule au stade de la destruction de la chromatine dans les gros noyaux ($\frac{84^0}{1}$).
Fig. 14. Partie d'une coupe du testicule à un stade un peu plus avancé que celui de la figure précédente ($\frac{77^0}{1}$).





Fritillaria pellucida Busch

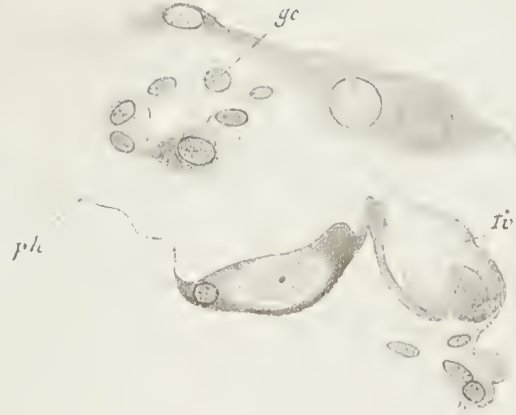
11.



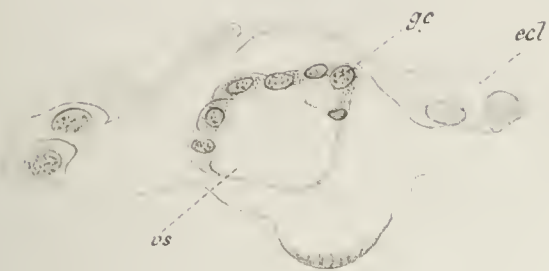
13.



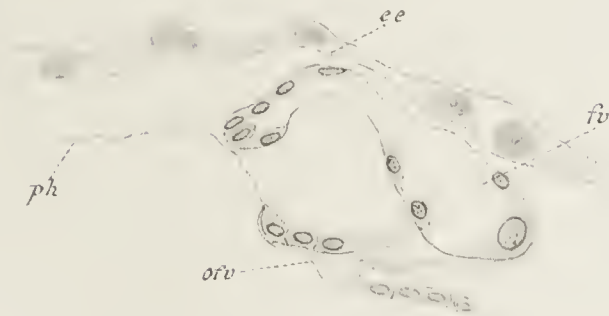
14.



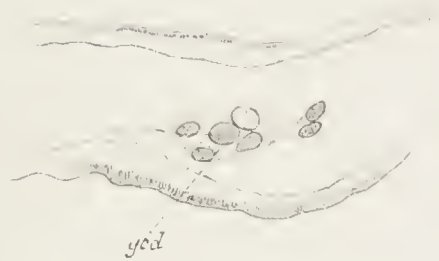
12.



15.



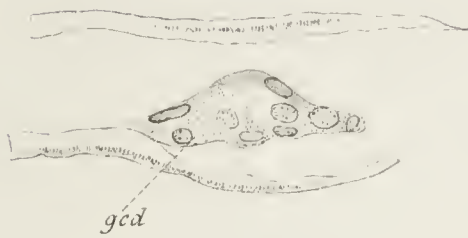
17.



16.



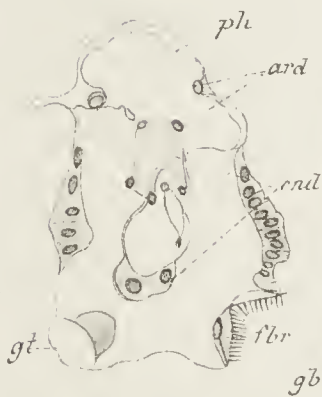
18.



19.



21.



22.



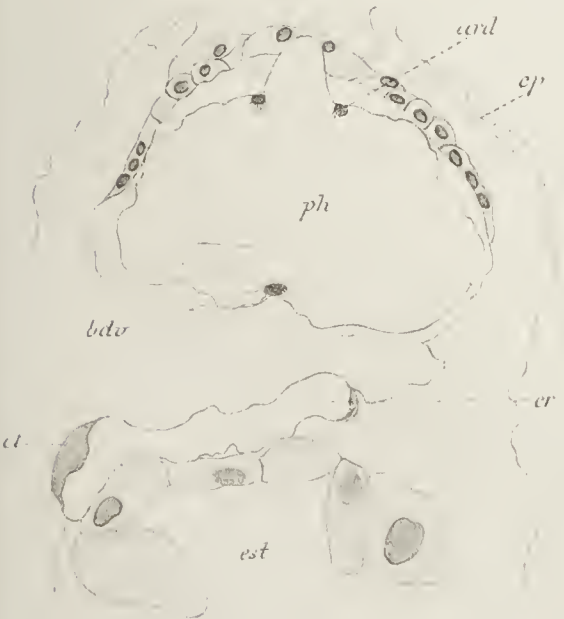
25.



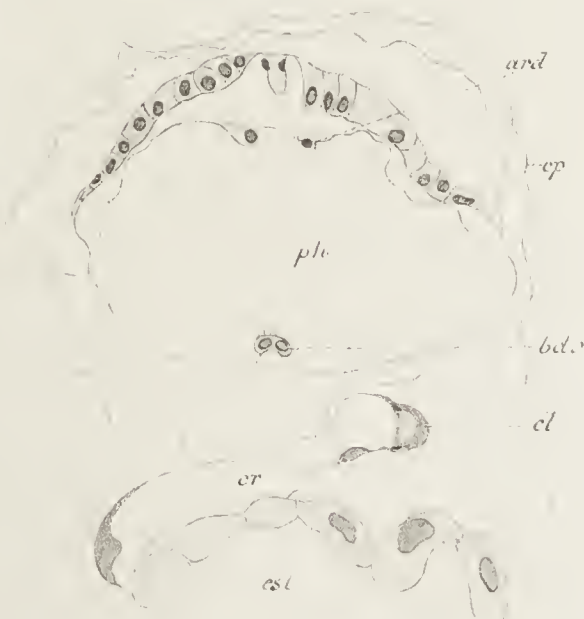
20.



24.



25.



26.



Fritillaria pellucida Busch.

58.



41.



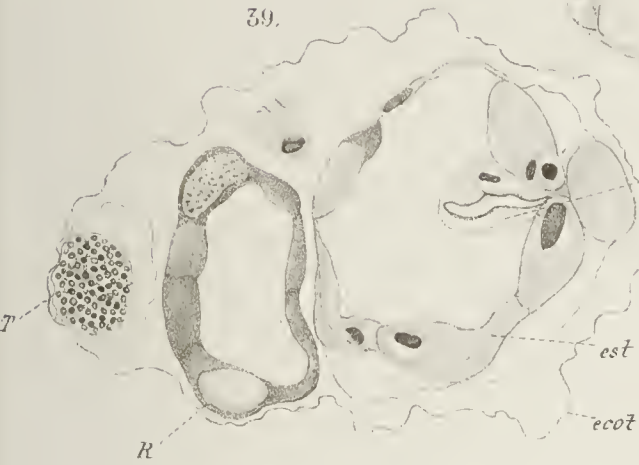
cp

ovid

42.



39.



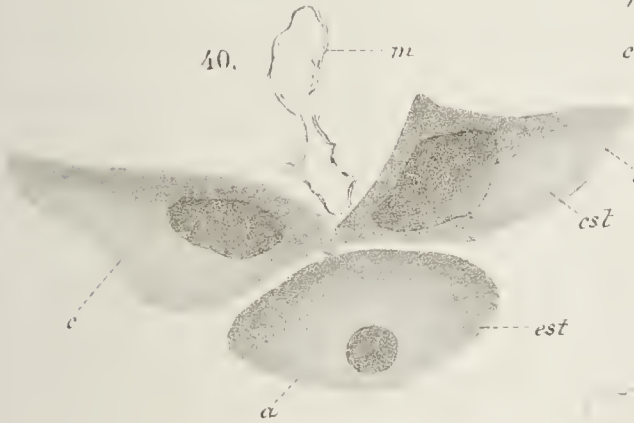
43.



44.



40.



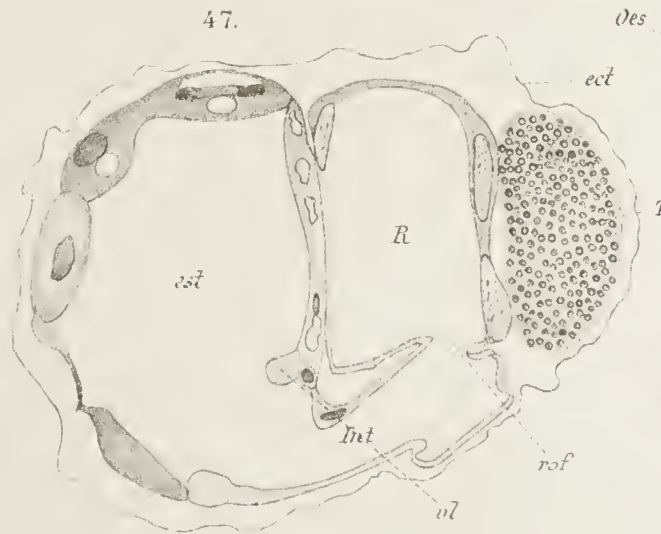
45.



46.



47.



48.



Fritillaria pellucida Busch



Frullaria borealis Lohm

W. Sarsensky del.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.
Томъ XV. № 2.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.
Volume XV. № 2.

НОВОРОССИЙСКАЯ БОРА.

Н. А. Коростелевъ.

Съ картой Новороссійской бухты, 2 фототипіями, 4 картами путей антициклоновъ, 24 синоптическими картами, 1 листомъ графиковъ и 1 баро- и термограммой.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 5 марта 1903 года).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской Академіи Наукъ:
Н. Н. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Pétersbourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et Vilna,
N. Oglobline à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 2 р. 40 коп. — Prix: 6 Mrk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Февраль 1904 года.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 линія, № 12.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТРАН.
I. Опредѣленіе боры и современное объясненіе этого явленія. Особенная важность изслѣдованія Новороссійской боры	1
II. Топографическое описаніе Новороссійской бухты. Описаніе Новороссійской боры. Организація метеорологическихъ наблюденій въ районѣ Новороссійска. Матеріалы для изслѣдованія Новороссійской боры	3
III. Климатическія особенности Новороссійскаго района. Неустойчивость равновѣсія атмосферы въ районѣ Новороссійска. Преобладающія бури.	7
IV. Повторяемость, продолжительность и сила сѣверовосточныхъ бурь въ Новороссійскѣ. Боры, вошедшія въ изслѣдованіе.	13
V. Общія метеорологическія условія, при которыхъ наблюдается бора въ Новороссійскѣ: положеніе барометрическихъ максимумовъ, ихъ развитіе и движеніе; минимумы на Черномъ морѣ. Преимущественное значеніе для боры антициклоновъ.	20
VI. Изслѣдованіе метсорологическихъ условій въ районѣ Новороссійска при борѣ. Состояніе давленія, температуры и воздушныхъ течевій въ Новороссійскомъ портѣ и на Мархотскомъ перевалѣ передъ борой, во время и послѣ боры. Сопоставленіе метеорологическихъ условій при борѣ въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ. Динамическое повышеніе барометра въ Новороссійскѣ при борѣ. Вертикальная температурная аномалія. Состояніе температуры при Новороссійской борѣ въ Кубанской низмевности	29
VII. Изслѣдованіе боры 17—24 декабря 1899 года	55
VIII. Записи самопишущихъ приборовъ во время нѣкоторыхъ Новороссійскихъ боръ	59
IX. Причины происхожденія Новороссійской боры. Аналогія съ феномъ	66
X. Результаты изслѣдованія Новороссійской боры. Возможность предсказанія боры.	69
XI. Приложение. Метеорологическія наблюденія во время боры въ Новороссійскѣ за періодъ 1891—1900 гг. и на Мархотскомъ перевалѣ 1894—1900 гг.	74

ОПЕЧАТКИ.

Стр.	Строка.	Напечатано:	Должно быть:
11	15 сн.	10 лѣтъ	7 лѣтъ
29	3 сн.	а также	а для боры 17—24 дек. 1899 г. также
56	1 сн.	непрерваннымъ	непрерывнымъ.

ОШИБКИ ВЪ ТАБЛИЦАХЪ.

Стр.	Таблица.	Столбецъ	Строка.	Напечатано.	Должно быть:
7	I	4	8	24.6	24.6
40	X	3	3	7.9	4.4
»	»	6	»	1.3	— 2.0
»	»	12	»	— 3.4	— 4.2

I.

Опредѣленіе бора и современное объясненіе этого явленія. Особенная важность изслѣдованія Новороссійской бора.

На Кавказскомъ берегу Чернаго моря, между Анапой и Туапсе, наблюдаются, особенно часто въ холодное время года, характерныя бури съ сильнымъ сѣверовосточнымъ вѣтромъ, свергающимся съ прибрежныхъ горъ, которыя, казалось бы, по своему положенію должны защищать указанное побережье какъ разъ отъ этихъ воздушныхъ теченій. Эти бури, извѣстныя подъ именемъ бора, съ наибольшей силой свирѣпствуютъ въ Новороссійской бухтѣ: здѣсь сѣверовосточный вѣтеръ доходитъ до степени урагана, причемъ температура можетъ опуститься ниже -20° , и даже возможно, какъ это показала бора въ декабрѣ 1899 г., замерзаніе гавани.

По мнѣнію бар. Майделя¹⁾, много поработавшаго по гидрографіи Чернаго моря, бора является столь грознымъ бичемъ Новороссійскаго порта, что служитъ даже препятствіемъ къ его коммерческому развитію; всю пользу изъ многомилліонныхъ затратъ, положенныхъ на устройство порта, можно будетъ извлечь лишь тогда, когда удастся предсказывать наступленіе бора не менѣе, какъ за сутки, чтобы суда могли сдѣлать всѣ приготовленія и выйти въ море. Министерство Путей Сообщенія, устранивая въ Новороссійскѣ портъ, разумѣется, не могло не считаться съ этимъ грознымъ явленіемъ выбранной гавани, представляющей во всѣхъ другихъ отношеніяхъ громадныя естественныя удобства сравнительно съ другими бухтами Чернаго моря; съ цѣлью изученія бора это Министерство организовало въ Новороссійскѣ три метеорологическихъ станціи: центральную въ портѣ, на восточномъ берегу бухты, горную на Мархотскомъ перевалѣ, откуда низвергается въ бухту бора, и городскую на западной сторонѣ бухты.

Слѣдуетъ, однако, замѣтить, что бора не представляетъ явленія свойственнаго исключительно сѣверовосточному берегу Чернаго моря, она извѣстна также и на сѣверовосточномъ побережьѣ Адриатическаго моря, гдѣ топографическія условія приблизительно таковы же,

1) Срезневскій. О буряхъ на Черномъ и Азовскомъ моряхъ. Зап. по Гидрографіи. 1888. Вып. III.
Зап. Физ.-Мат. Отд.

какъ и на Кавказскомъ побережьѣ. Но бора Адриатическаго моря не достигаетъ такой силы, какъ въ Новороссійскѣ, и менѣе опасна для судоходства вслѣдствіе болѣе высокой температуры дующаго здѣсь сѣверовосточнаго вѣтра; тѣмъ не менѣе она, какъ вообще интересное явленіе, уже давно стала привлекать къ себѣ вниманіе метеорологовъ: изслѣдованіемъ Адриатической боры занимались Lorenz¹⁾, Prettner²⁾, Buchich³⁾, Seydl⁴⁾, Mazelle⁵⁾ и друг., Относительно Новороссійской боры литература бѣдна: можно указать только на два научныхъ изслѣдованія: первое изъ нихъ бар. Врангеля «Die Ursachen der Bora in Noworossisk», (Rep. f. Met. B. V, № 4, Petersburg 1876) появилось уже болѣе 25 лѣтъ тому назадъ и даетъ теоретическое объясненіе явленія, но не основанное на точныхъ метеорологическихъ наблюденіяхъ; другое — кап. Скаловскаго «Бора въ Новороссійскѣ, выдержанная судами практической эскадры Чернаго моря 3-го и 4-го октября 1896 года». (Морской Сборникъ №№ 7 и 8, 1899), какъ видно уже изъ заглавія, относится къ одному случаю боры, и притомъ далеко невыдающемуся.

Не касаясь въ отдѣльности всѣхъ этихъ работъ, изъ которыхъ нѣкоторыя появились еще въ 60-тыхъ годахъ, когда только начала создаваться синоптическая метеорологія, мы укажемъ, что позднѣйшіе изслѣдователи приходятъ въ общемъ къ тому выводу, что бора не есть явленіе мѣстное, вызываемое мѣстными причинами и условіями, какъ предполагали раньше, а только мѣстное видоизмѣненіе общаго состоянія погоды. Бора наступаетъ, говоритъ Hann въ своемъ недавно вышедшемъ курсѣ метеорологіи⁶⁾, когда внутри страны давленіе воздуха быстро поднимается, образуется барометрической максимумъ, и такимъ образомъ является сильное паденіе давленія по направленію къ теплому морю, гдѣ постоянно существуютъ благопріятныя условія для возникновенія барометрическихъ минимумовъ. Между Адриатическимъ моремъ и странами, лежащими къ сѣверовостоку отъ него, (а тѣмъ болѣе между Чернымъ моремъ и юговосточной Россіей) зимой и въ среднемъ выводѣ существуетъ большой барометрической градиентъ, которымъ обуславливаются преобладающіе на этомъ морѣ въ зимніе мѣсяцы сѣверовосточные вѣтры (такъ же, какъ и на Черномъ); стоитъ только, хотя немного, увеличиться этому градиенту, (появится барометрической максимумъ внутри страны или минимумъ на морѣ), чтобы на побережныхъ горахъ возникъ уже сильный сѣверовосточный вѣтеръ. При неустойчивомъ вертикальномъ равновѣсіи воздуха, которое можетъ возникнуть при слишкомъ низкой температурѣ на вершинахъ горъ сравнительно съ температурой внизу у моря, вѣтеръ этотъ, переваливая черезъ горы, будетъ обрушиваться внизъ и произведетъ такимъ образомъ бору.

1) J. v. Lorenz, Physikalische Verhältnisse des Quarnero. Wien 1863. J. v. Lorenz. Zu den Betrachtungen über die Bora, Zeitschrift für Meteor. B. II, 1867.

2) Prettner, Die Bora und der Tauerwind, Zeitschrift für Meteor. B. I, 1866.

3) Buchich, Ueber eine mit der Bora verbundene eigenthümliche Art von Nebel und über die Verbreitung der Bora, Zeitschr. für Meteor. B. I, 1866.

4) Seydl, Bemerkungen über Karstbora, Met. Zeitschr.

B. XXVI, 1891. Seydl. Luftwellen bei Bora im Golfe von Triest, Meteor. Zeitschr. B. XXXIII, 1898.

5) Mazelle, Zur Bestimmung der Stärke einzelner Borastöße, Meteor. Zeitschr. B. XXVIII, 1893. Mazelle, Stürmische Bora in der nördlichen Adria, Meteor. Zeitschrift, B. XXX, 1895.

6) Dr. Julius Hann, Lehrbuch der Meteorologie, Leipzig 1901, S. 605.

Такое объясненіе происхожденія боры теоретически вполне допустимо, однако при отсутствіи наблюденій наверху, надъ мѣстомъ дѣйствія боры, оно все же является только вѣроятнымъ предположеніемъ. Кромѣ того, систематическаго изслѣдованія боры, основаннаго на метеорологическихъ наблюденіяхъ за болѣе или менѣе продолжительный періодъ, вообще не имѣется. Въ этомъ отношеніи наблюденія, организованныя въ Новороссійскѣ, по своей полнотѣ должны представлять цѣнный матеріалъ, отъ разработки котораго, кромѣ того, можно ожидать полезныхъ указаній и относительно постановки чрезвычайно важнаго для Новороссійскаго порта вопроса о предсказаніи боры.

Такъ какъ вопросъ объ изслѣдованіи Новороссійской боры возбуждался, между прочимъ, и на первомъ метеорологическомъ сѣздѣ 1900 г., которымъ была признана желательность подобнаго изслѣдованія, то настоящая работа можетъ такимъ образомъ представлять вполне современный интересъ для широкаго круга метеорологовъ.

II.

Топографическое описаніе Новороссійской бухты. Описаніе Новороссійской боры. Организация метеорологическихъ наблюденій въ районѣ Новороссійска. Матеріалы для изслѣдованія Новороссійской боры.

Новороссійская бухта врѣзывается въ материкъ въ сѣверозападномъ направленіи и имѣетъ около $6\frac{1}{2}$ верстъ длины, считая до косы Суджукской, и отъ 2 до $4\frac{1}{2}$ верстъ ширины. Открытая съ юговостока къ морю, со всѣхъ остальныхъ сторонъ бухта окружена горами, которыя, кромѣ сѣверозападной части, гдѣ находится болотистая долина рѣки Цемесь, весьма близко подходятъ къ берегамъ бухты. По сѣверовосточной сторонѣ, параллельно берегу, тянется крутой горный кряжъ Варада, составляющій продолженіе Кавказскаго хребта; высота этого кряжа колеблется отъ 400 до 650 метровъ надъ уровнемъ моря. Вершины хребта совершенно лишены растительности, только крутые его скаты покрыты мѣстами мелкимъ кустарникомъ; верхняя линія хребта отстоитъ на $2\frac{1}{2}$ версты отъ береговой линіи. Далѣе за этимъ хребтомъ, какъ указываетъ бар. Врангель, на высотѣ около 150 метровъ надъ уровнемъ моря лежитъ замкнутая горами котловина, въ которой берутъ начало двѣ горныя рѣчки, впадающія въ Кубань; посредствомъ этихъ рѣчекъ, слѣдовательно, только съ сѣверовостока, котловина соединяется съ другими долинами Сѣвернаго Кавказа и съ Кубанской низменности. Эта котловина, при объясненіи причинъ происхожденія боры бар. Врангелемъ, какъ увидимъ ниже, играетъ большую роль.

Въ бухтѣ, на разстояніи около 2 верстъ отъ ея вершины, выдвинуты съ обоихъ береговъ два мола, которые и образуютъ нынѣшній Новороссійскій портъ. На западной сторонѣ бухты расположенъ городъ.

Самое явленіе бору въ Новороссійскѣ, по словамъ лоціи Чернаго моря и описаніямъ очевидцевъ, въ общихъ чертахъ таково.

За нѣсколько времени передъ борой на вершинахъ горъ восточной части бухты начинаются появляться небольшія бѣловатыя облачка, выходящія изъ-за хребта; облака эти садятся на вершины, спускаются нѣсколько ниже и, по мѣрѣ накопленія, какъ будто толпятся, стремясь упредить другъ друга; въ воздухѣ замѣтенъ беспорядокъ, вода въ бухтѣ у сѣверовосточнаго берега начинаетъ какъ бы кипѣть, порывы вѣтровъ находятъ иногда отъ совершенно противоположныхъ румбовъ. Но вотъ наконецъ скопляющіяся на горахъ облака начинаютъ поодиночкѣ отрываться отъ общей массы и падать внизъ; порывы вѣтра усиливаются и достигаютъ вскорѣ невыразимой жестокости. Вихри рвутъ воду въ бухтѣ и гонятъ ее съ брызгами, такъ что все пространство рейда какъ бы покрыто паромъ. Въ городѣ въ это время всякія занятія на открытомъ воздухѣ и движеніе по улицамъ прекращаются: мелкіе камни, поднимаемые вѣтромъ, бьютъ столь сильно, что могутъ изувѣчить; прочныя каменные зданія колеблются отъ напора страшнаго вѣтра, и сильные порывы его срываютъ кровли. Особенно ужасна бора зимой, когда поднимаемая вѣтромъ водяныя брызги тотчасъ же леденѣютъ, и суда, находящіяся въ бухтѣ, могутъ обмерзнуть; образующіяся леденныя массы бывають настолько велики, что судно можетъ затонуть, какъ это и было съ тендеромъ «Струя» въ бору 12 января 1848 года¹⁾. Брызги отъ вздымаемыхъ волнъ несутся и на городской берегъ, гдѣ покрываются леденой корой не только береговыя и ближайшія строенія, но и зданія внутри города, причемъ непрерывно гололедица совершенно замуравливаетъ окна, двери и печныя трубы, такъ что во время зимней бору, сопровождающейся обыкновенно сильнымъ морозомъ, жители не могутъ топить печей. Иногда брызги, не достигнувъ Суджукской косы, заворачиваютъ назадъ и, подымаясь къ верху, образуютъ облака самой фантастической формы, которыя то подымаясь, то опускаясь, сильно вращаются и затѣмъ незамѣтно исчезаютъ; часто во время бору показываются и настоящіе водяные смерчи. Сила вѣтра, безпрестанно мѣняющаяся во время бору между NNE и ENE, настолько велика, что волненіемъ выбрасываются на берегъ океанскіе пароходы.

Главный центръ разрушительныхъ дѣйствій бору предполагается въ самой бухтѣ; подъ восточнымъ берегомъ порывы вѣтра менѣе сильны, всплески тамъ гораздо ниже и суда, стоящія ближе къ восточному берегу, менѣе обмерзають; еще чувствительнѣе бора слабѣетъ въ самомъ городѣ. Дѣйствительно, судя по имѣющимся двухлѣтнимъ одновременнымъ наблюденіямъ на обѣихъ сторонахъ бухты средняя скорость вѣтра на сѣверовосточномъ берегу во время бору равняется 18 метрамъ въ секунду, а на сѣверозападномъ, въ самомъ городѣ, только — 10 метрамъ. Иногда же центръ бору какъ бы перемѣщается къ горамъ: наблюдались такіе случаи, что на восточной сторонѣ бухты

1) Въ эту бору по наблюденіямъ на судахъ, находившихся въ бухтѣ, температура опускалась ниже—20°. Морской Сборникъ 1848 г. IX и X.

бора свирѣпствуетъ съ силой урагана, а въ городѣ — штиль. Наконецъ, въ открытомъ морѣ бора переходитъ въ обыкновенный нордостъ, слабѣющей по мѣрѣ удаленія отъ берега: бывали случаи, что суда, находившіяся, во время боры въ Новороссійскѣ, въ близкомъ разстояніи отъ берега, крѣпили марсели, между тѣмъ какъ другія, шедшія мористѣе, несли брамсели. Къ югу отъ Новороссійска бора также быстро слабѣетъ: такъ на Дообскомъ маякѣ, находящемся въ 13 верстахъ отъ порта, судя по 4-хлѣтнимъ наблюденіямъ (1893—1896) во время боры средняя скорость NE равняется только 8 метрамъ.

Метеорологическія наблюденія ведутся въ Новороссійскѣ съ 1872 года, но первоначально станція находилась въ самомъ городѣ, гдѣ, какъ мы уже видѣли, наблюдаются, собственно говоря, болѣе или менѣе ослабленныя явленія боры¹⁾. Ввиду этого обстоятельства, когда Министерство Путей Сообщенія, при устройствѣ порта въ Новороссійскѣ, рѣшило организовать метеорологическія наблюденія специально для изслѣдованія боры, то для этой цѣли, по указаніямъ Главной Физической Обсерваторіи, было выбрано мѣсто на сѣверовосточномъ берегу бухты, у послѣдняго уступа склона Варада, въ 200 метрахъ отъ берега. Здѣсь была устроена прекрасно обставленная метеорологическая станція 2-го разряда 1-го класса, которая и начала функционировать съ іюня 1891 года. Эта станція была снабжена также самопишущими приборами системы Ришара: анемографомъ, барографомъ, термографомъ и гигрографомъ. Высота барометра этой станціи 37.1 метра надъ уровнемъ моря, анемометръ и флюгеръ — высота 18.2 метра надъ поверхностью земли — превышаютъ всѣ окружающія зданія. Станціей съ ея основанія и по настоящее время завѣдуетъ окончившая высшіе женскіе курсы г-жа Преображенская.

Въ томъ же 1891 году Министерствомъ Путей Сообщенія были устроены еще двѣ филиальныхъ станціи: одна въ самомъ городѣ, на южной его окраинѣ, въ разстояніи около 2½ верствъ отъ портовой станціи, почти на одинаковой съ послѣдней высотѣ надъ уровнемъ моря, другая на Мархотскомъ перевалѣ, представляющемъ сѣдловину хребта Варада, въ сѣверномъ направленіи отъ нижней центральной станціи и въ разстояніи отъ нея по проэкціи тоже около 2½ верствъ. Первоначально на этихъ обѣихъ станціяхъ были поставлены только самопишущіе приборы: барографъ, термографъ и гигрографъ, но съ іюля 1893 года на Мархотскомъ перевалѣ начала дѣйствовать устроенная къ тому времени уже полная станція 2 разряда 1 класса.

Положеніе станціи на Мархотскомъ перевалѣ совершенно открытое. До іюня 1894 г. наблюденія надъ давленіемъ воздуха производились по анероиду, показанія котораго были потомъ путемъ сравнительныхъ наблюденій въ іюнѣ и іюлѣ 1894 г. приведены къ ртутному барометру.

Высота барометра на Мархотскомъ перевалѣ, опредѣленная нивеллировкой, оказалась

1) Эта станція часто переносилась, и наблюденія надъ вѣтромъ до 1882 года совершенно ненадежны: напр., съ 1878—1881 г. не отмѣчено ни одной бури въ Новороссійскѣ; въ 1877, 1886 и 1887 г. наблюденія прерывались.

435.5 метровъ надъ уровнемъ моря. Высота флюгера (до марта 1894 г. съ однимъ указателемъ силы вѣтра) — 8.3 метра надъ поверхностью земли, высота анемометра системы Ришара, установленнаго въ сентябрѣ 1893 г. — 7.8 метра. Ближайшая вершина горъ къ NW отстоитъ отъ этой станціи на 200 метровъ и поднимается на 30 метровъ выше флюгера, а къ SE ближайшая вершина находится на разстояніи 250 метровъ и на 60 метровъ превышаетъ флюгеръ. Наблюдателемъ на Мархотскомъ перевалѣ съ 1893 г. до 1902 года состоялъ бывшій штурманъ г. Клебергъ.

На городской станціи за самопишущими приборами присматриваетъ сторожъ, которымъ и дѣлаются соответствующія отмѣтки на записяхъ въ срочные часы. За отсутствіемъ здѣсь непосредственныхъ наблюденій, записи этихъ приборовъ могутъ имѣть только относительное значеніе, такъ какъ даютъ только ходъ измѣненій метеорологическихъ элементовъ.

Наконецъ до апрѣля 1893 г. въ Новороссійскѣ, кромѣ того, продолжались метеорологическія наблюденія и на прежней городской станціи при городскомъ училищѣ.

Относительно самопишущихъ приборовъ на всѣхъ этихъ станціяхъ, устроенныхъ Министертвомъ Путей Сообщенія, слѣдуетъ замѣтить, что конструкція этихъ приборовъ, особенно анемометровъ, для такого явленія, какъ бора, оказалась вообще несовершенной, и надежды, возлагавшіяся на нихъ при устройствѣ станцій, не вполне оправдались. Такъ на Мархотскомъ перевалѣ во время боры происходило столь сильное намерзаніе льда на чашкахъ анемометра (до 9 фунтовъ на каждой чашкѣ), что онъ обламывался, а при большой силѣ вѣтра и безъ обледенѣнія срывало чашки анемометра, такъ что уже съ 1894 года на Мархотскомъ перевалѣ при усиленіи вѣтра чашки анемометра стали сниматься. На центральной станціи анемометръ, за исключеніемъ наиболее сильныхъ боръ, дѣйствовалъ сравнительно исправно, но, къ сожалѣнію, самыя интересныя записи трудно поддаются обработкѣ, такъ какъ при вѣтрахъ скоростью около 20 метровъ въ секунду, вслѣдствіе небольшого діаметра барабана, контакты получаются такъ тѣсно одинъ отъ другого, что запись силы вѣтра, не говоря уже о записяхъ направленій, представляетъ почти сплошную полосу. Термометры и гигрографы при сильныхъ борахъ вслѣдствіе гололедицы также подвергались порчѣ, и записи этихъ приборовъ прекращались. Одни только барометры работали почти непрерывно, хотя нельзя не пожалѣть, что они не были съ ежедневнымъ заводомъ, такъ какъ тогда бы наблюдающіяся во время боры колебанія давленія выступали значительно нагляднѣе.

Такимъ образомъ, основнымъ матеріаломъ для изслѣдованія боры въ Новороссійскѣ должны считаться главнымъ образомъ непосредственныя срочныя метеорологическія наблюденія на центральной станціи и на Мархотскомъ перевалѣ. Въ предлагаемомъ изслѣдованіи былъ использованъ имѣющійся матеріалъ непосредственныхъ метеорологическихъ наблюденій обѣихъ станцій по 1900 годъ включительно: для Новороссійскаго порта, слѣдовательно, за 10 лѣтъ (1891—1900), и для Мархотскаго перевала за 7½ лѣтъ (іюнь 1893—1900 г.). То обстоятельство, что наблюдателями какъ на верхней, такъ и на нижней станціи, за изслѣдуемый періодъ оставались одни и тѣ же лица, даетъ большую увѣренность въ одно-

родности и устойчивости качественной оцѣнокъ явленій, которыя иногда во время боры наблюдались безъ помощи инструментовъ (опредѣленіе, напр., силы вѣтра по ощущенію).

Записи же самопишущихъ приборовъ, ввиду частаго перерыва анемографовъ во время боры, оказались пригодными только для иллюстрацій отдѣльныхъ боръ, а не для систематической обработки.

III.

Климатическія особенности Новороссійскаго района. Неустойчивость равновѣсія атмосферы въ районѣ Новороссійска. Преобладающія бури.

Предварительно считаемъ необходимымъ ознакомиться съ нѣкоторыми климатическими особенностями района дѣйствія боры: для этой цѣли приводимъ въ нижеслѣдующей таблицѣ среднія наиболѣе важныхъ для нашего изслѣдованія метеорологическихъ элементовъ, выведенныя за періодъ одновременныхъ наблюденій въ Новороссійскомъ портѣ и на Мархотскомъ перевалѣ, причемъ семилѣтнія среднія давленія, температуры и влажности воздуха послѣдней станціи были приведены къ 10-лѣтнимъ среднимъ порта, а прочіе элементы для обѣихъ станцій были выведены изъ наблюденій за періодъ 1894—1900 гг.

Таблица I.

	Барометръ.		Темпера-тура.		Абсолют-ная влажн.		Облачность въ % по-крытія неба.		Скорость вѣ-тра въ метр. въ секунду.		Число дней съ бурей.		Годовая повторяе-мость вѣтровъ въ %.		
	Новоросс.	Мархотъ.	Новоросс.	Мархотъ.	Новоросс.	Мархотъ.	Новоросс.	Мархотъ.	Новоросс.	Мархотъ.	Новоросс.	Мархотъ.	Направ. вѣтра.	Новоросс.	Мархотъ.
Январь	760.4	723.3	2.8	— 1.0	4.4	3.8	76	74	6.3	9.4	6	11			
Февраль	59.2	21.9	3.3	— 0.7	4.5	3.9	80	80	6.6	10.6	7	12	N	9.0	8.0
Мартъ	58.3	21.3	5.7	1.9	5.0	4.6	70	74	6.2	10.4	7	15	NE	21.9	36.5
Апрѣль	58.5	22.2	10.1	6.6	6.5	5.9	66	63	5.7	9.9	5	11	E	5.3	1.6
Май	57.3	21.9	16.0	13.0	9.8	8.9	63	55	4.1	7.8	2	7	SE	14.7	0.6
Іюнь	56.4	21.5	20.6	16.6	13.0	11.9	62	61	4.3	8.1	1	8	S	10.5	8.1
Іюль	55.1	20.9	24.3	20.4	14.7	13.8	40	34	3.6	6.9	2	5	SW	4.5	31.2
Августъ	56.1	21.8	24.6	20.4	13.3	12.5	35	30	5.1	8.9	4	10	W	3.7	3.6
Сентябрь	59.1	24.1	19.5	15.7	11.0	10.1	42	37	4.0	7.3	2	5	NW	6.1	0.7
Октябрь	60.6	25.0	15.6	11.8	9.4	8.3	51	50	5.0	9.5	4	10	Штиль	24.3	9.7
Ноябрь	63.1	26.1	7.6	3.1	6.0	5.5	63	69	7.3	11.7	8	15			
Декабрь	61.1	24.0	4.5	0.2	5.0	4.5	75	79	6.3	9.8	6	12			
Годъ	758.8	722.9	12.9	9.0	8.5	7.7	60	59	5.4	9.2	54	121			

Какъ видно изъ приведенныхъ данныхъ, ходъ барометра въ Новороссійскомъ портѣ и на Мархотскомъ перевалѣ въ общемъ согласенъ: максимумъ наступаетъ на обѣихъ станціяхъ въ ноябрѣ, минимумъ — въ іюлѣ, кромѣ того замѣтно въ обоихъ пунктахъ повышеніе давленія въ апрѣлѣ; амплитуда колебаній барометра въ Новороссійскѣ больше, чѣмъ на Мархотѣ почти на 3 мм. Въ среднемъ за годъ атмосферное давленіе на нижней станціи превышаетъ давленіе на верхней на 35.9 мм., разница эта измѣняется въ зависимости отъ времени года: въ холодные мѣсяца, когда плотность воздуха больше, она доходитъ до 37.3 мм., а лѣтомъ опускается до 34.2 мм.

Но если привести давленіе, вычисленное для Мархота, къ уровню Новороссійска, пользуясь высотой, опредѣленной нивелировкой, то получается неожиданный результатъ: давленіе воздуха на Мархотскомъ перевалѣ оказывается ниже давленія въ Новороссійскомъ портѣ за періодъ одновременныхъ наблюденій на 0.6 мм. въ годовомъ выводѣ, тогда какъ по общему распредѣленію атмосфернаго давленія показанія барометровъ на обѣихъ станціяхъ, такъ близко расположенныхъ, по приведеніи къ одному уровню, должны быть въ этомъ случаѣ одинаковыми. Точно также и мѣсячныя среднія давленія на Мархотскомъ перевалѣ, по приведеніи къ уровню Новороссійска, получаются ниже соответствующихъ давленій Новороссійскаго порта; дѣйствительно, среднія мѣсячныя давленія для Новороссійска за періодъ 1894—1900 гг. таковы:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годъ.
						700	—					
61.2	58.6	58.2	58.6	57.4	56.5	55.3	55.9	59.2	60.9	63.0	61.3	58.8

а давленіе на Мархотѣ за тотъ же періодъ, приведенное по формулѣ Рюльмана¹⁾ къ Новороссійску:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Годъ
						700	—					
60.8	57.8	57.4	57.8	56.7	55.9	54.8	55.3	58.7	60.4	62.3	60.8	58.2

Трудно допустить, что указанная разница въ давленіяхъ зависитъ отъ неточности опредѣленной нивелировкой высоты Мархотскаго перевала, такъ какъ при такихъ условіяхъ ошибка въ нивелировкѣ должна бы равняться 6.7 метра. Опредѣленіе высоты нуля барометра на Мархотѣ надъ уровнемъ моря, произведенное въ 1894 г. инженерами путей сообщенія, на самомъ дѣлѣ, было сдѣлано весьма точно: при нивелировкѣ отъ уровня моря высота нуля Мархотскаго барометра получилась 204.123 саж., при обратной нивелировкѣ — 204.149 саж., такъ что принимаемая высота барометра на Мархотѣ 435.5 метра опредѣлена, слѣдовательно, съ точностью до 0.03 м.

1) Таблицы для вычисленія метеорологическихъ наблюденій. Прилож. къ инструкціи Имп. Ак. Наукъ метеорол. станціямъ. Спб. 1896.

Съ другой стороны извѣстно, что за разсматриваемый періодъ измѣненіе поправокъ барометровъ на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ было незначительно и недостаточно для объясненія указанной разности давленій: дѣйствительно, въ 1894 году поправка барометра на Мархотѣ (Фусъ № 207) принималась ± 0.09 мм.¹⁾, а въ Новороссійскѣ (Фусъ № 344) ± 0.30 мм.²⁾; въ концѣ 1898 г. при осмотрѣ станцій г. Гласекомъ для этихъ барометровъ получились слѣдующія поправки: для № 207 ± 0.01 мм., для № 344 ± 0.04 мм. Такое измѣненіе поправокъ барометровъ, происходившее во всякомъ случаѣ постепенно въ теченіе пятилѣтія 1894—1898 гг., могло бы дать въ среднемъ разницу между давленіями вверху и внизу не болѣе 0.1 мм., между тѣмъ какъ за разсматриваемое пятилѣтіе разница между приведенными барометрами въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ составляла 0.8 мм. Судя однако по тому обстоятельству, что въ слѣдующіе послѣ ревизіи г. Гласека годы, 1899 и 1900, разница между приведенными давленіями обѣихъ станцій становится значительно меньше (0.2 мм.), можно думать, что въ предшествовавшіе годы отсчеты по барометрамъ на этихъ станціяхъ производились не достаточно точно. Въ отчетѣ г. Гласека относительно осмотра станціи на Мархотѣ имѣется указаніе на то, что винтъ у барометра Фуса № 207, поднимающій ртуть, вращался такъ туго, что при установкѣ ртути на нижній визирь нужны были нѣкоторыя усилія; возможно, такимъ образомъ, что при наблюденіяхъ на Мархотѣ (до 1898 г. включительно) ртуть въ барометрѣ не доводилась до нуля, вслѣдствіе чего и получались меньшія высоты барометра.

Если же разницу между показаніями барометровъ на Мархотскомъ перевалѣ и въ Новороссійскомъ портѣ, которая все же остается и послѣ 1898 г., признать реальной, то слѣдуетъ допустить, что воздушный столбъ между Мархотомъ и Новороссійскомъ и въ среднемъ выводѣ не находится въ стаціонарномъ состояніи, и что *разность между давленіями воздуха на верхней и нижней станціи обуславливается не только вѣсомъ находящагося между ними воздушнаго столба, но и существующими между разсматриваемыми пунктами восходящими и нисходящими токами воздуха.*

Дѣйствительно, въ дальнѣйшемъ изложеніи при изслѣдованіи боры намъ придется встрѣтиться въ отдѣльныхъ случаяхъ съ такими большими разностями между давленіями воздуха въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ, которыя только и можно объяснить динамическимъ вліяніемъ воздушныхъ теченій.

Температура на обѣихъ станціяхъ въ теченіе года измѣняется согласно: максимумъ наступаетъ въ августѣ (на Мархотѣ, впрочемъ, и июль также тепль, какъ августъ), минимумъ въ январѣ; годовая амплитуда колебаній температуры вверху и внизу приблизительно одинакова, 22°. Въ годовомъ выводѣ въ Новороссійскѣ на 3°9 теплѣе, чѣмъ на Мархотскомъ перевалѣ, а съ ноября по январь и въ августѣ разница между температурами превышаетъ 4°. Для такой разности высотъ, какая существуетъ между Новороссійскимъ пор-

1) Определена въ 1891 г. при ревизіи г. Шенро-комъ.

Зап. Физ.-Мат. Отд.

2) Определена въ 1892 г. по сравненію съ барометромъ Фуса № 207.

томъ и Мархотскимъ переваломъ (398.4 метра), указанныя разности температуръ слишкомъ велики для того, чтобы между верхней и нижней станціей могло существовать устойчивое равновѣсіе воздуха. Такимъ образомъ, судя по этимъ даннымъ, *въ Новороссійскѣ*, вообще говоря, *должны постоянно существовать благоприятныя условія для паденія воздушныхъ массъ съ восточныхъ горъ въ бухту*. Эта аномалія въ то же время ясно указываетъ на существованіе мѣстныхъ причинъ, способствующихъ болѣе сильному нагрѣванію въ бухтѣ, чѣмъ на Мархотѣ, гдѣ температура менѣе подвержена вліянію топографическихъ условій и должна ближе подходить къ температурѣ соответствующаго слоя воздуха въ свободной атмосферѣ.

Влажность въ Новороссійскѣ, какъ и слѣдовало ожидать, больше, чѣмъ на Мархотѣ. Облачность приблизительно одинакова; въ теплые мѣсяцы, впрочемъ, наверху нѣсколько яснѣе.

Сила вѣтра на Мархотскомъ перевалѣ весьма значительна: въ среднемъ годовомъ выводѣ 9.2 метра въ секунду, на 3.8 метра больше, чѣмъ въ Новороссійскѣ — *столь большой средней годовой скорости вѣтра еще нигдѣ не наблюдалось въ Россіи*. Измѣненіе скорости вѣтра по мѣсяцамъ на обѣихъ станціяхъ происходитъ согласно: наиболѣе сильные вѣтры наверху и внизу бываютъ въ ноябрѣ, когда, слѣдовательно, наступаетъ максимумъ давленія воздуха, наиболѣе слабые вѣтры — въ іюлѣ, при минимумѣ давленія; кромѣ того, на обѣихъ станціяхъ замѣтно усиленіе вѣтровъ въ февралѣ и ослабленіе ихъ въ сентябрѣ.

Слѣдующая графа таблицы I наглядно показываетъ, какъ часто въ изслѣдуемой мѣстности вѣтры переходятъ въ бури, т. е. достигаютъ скорости 15 и выше метровъ въ сек.: *на Мархотѣ бури свирѣпствуютъ въ общей сложности треть года, а въ Новороссійскѣ въ среднемъ на годъ приходится 54 бурныхъ дня*. Наиболѣе часто бываютъ бури на обѣихъ станціяхъ въ ноябрѣ и мартѣ: на Мархотѣ въ среднемъ въ эти мѣсяцы бываетъ 15 бурныхъ дней, а въ портѣ 8 и 7 дней съ бурей; рѣже всего бури наверху наблюдаются въ іюлѣ и сентябрѣ (по 5 бурныхъ дня), а въ Новороссійскѣ — въ іюнѣ (одинъ только день); лѣтомъ на обѣихъ станціяхъ замѣтно увеличеніе числа бурь въ августѣ.

Изъ приведенныхъ въ таблицѣ I данныхъ повторяемости вѣтровъ видно, что въ Новороссійскомъ портѣ чаще всего наблюдается штиль, затѣмъ наиболѣе преобладающими вѣтрами являются NE и SE, рѣже всего дуютъ W и SW. На Мархотѣ преобладающія направленія вѣтровъ выражены значительно рѣзче: оказывается, что тамъ чередуются главнымъ образомъ два противоположныхъ воздушныхъ теченія, NE и SW, и затѣмъ штили; вѣтры же SE и NW почти совершенно отсутствуютъ. Отсутствіе этихъ вѣтровъ, конечно, зависятъ отъ топографическихъ условій перевала, такъ какъ въ этихъ направлепяхъ отъ станціи, хотя и на значительномъ растояніи отъ нея, находятся, какъ уже указывалось, горы, нѣсколько превышающія флюгеръ Мархотской станціи; благодаря этимъ горамъ число штилей на Мархотскомъ перевалѣ надо считать нѣсколько повышеннымъ на счетъ сѣверозападныхъ и юговосточныхъ вѣтровъ. Указанное преобладаніе на Мархотѣ NE и SW вообще сохраняется въ теченіе всего года, причемъ ходъ повторяемости этихъ вѣтровъ

оказывается совершенно противоположнымъ, т. е. если въ какомъ либо мѣсяцѣ увеличивается повторяемость NE, то повторяемость SW, наоборотъ, уменьшается. Такъ по семилѣтнимъ наблюденіямъ въ ноябрѣ, напр., и въ августѣ на Мархотскомъ перевалѣ повторяемость NE достигаетъ своего максимума (48% и 46% всѣхъ направленій), тогда какъ SW какъ разъ въ эти мѣсяцы дуетъ всего рѣже (21% и 23%); съ другой стороны наибольшая повторяемость SW (45%) приходится на июль, когда повторяемость NE — наименьшая (24%).

Такимъ образомъ, между этими вѣтрами на Мархотѣ существуетъ какъ бы чередованіе, обусловливаемое, надо думать, направлениемъ Мархотской сѣдловины. Интересно, однако, при этомъ отмѣтить, что въ объясненіяхъ происхожденія бору Лоренца и Преттнера верхнимъ югозападнымъ воздушнымъ теченіямъ отводилась большая роль: Преттнеръ, напр., прямо объяснялъ бору борьбой, происходящей при вторженіи полярнаго теченія въ югозападный пассатъ.

Разсматривая направленія бурь, наблюдающихся на Мархотскомъ перевалѣ, мы находимъ, что направленія ихъ совпадаютъ съ преобладающими вѣтрами: 55% всѣхъ бурь на Мархотѣ составляютъ сѣверовосточныя бури, остальные 45% приходятся на югозападные бури. *Въ Новороссійскомъ портѣ сѣверовосточныя бури наблюдаются рѣже, чѣмъ сверху, на Мархотѣ, но преобладающее направленіе ихъ выражено значительно рѣже:* онѣ составляютъ 73% всѣхъ бурь, причемъ въ маѣ, августѣ и сентябрѣ бываютъ почти исключительно сѣверовосточныя бури, и только въ одномъ мѣсяцѣ, въ февралѣ, чаще наблюдаются бури другого направленія.

Въ общемъ отношеніе числа дней съ сѣверовосточной бурей въ портѣ къ числу такихъ же дней на Мархотѣ равняется 0,59 (275 и 468 дней), между сильными же бурями (отъ 20 метровъ въ сек.) отношеніе это уменьшается до 0,41 (105 и 257 дней). При этомъ почти всѣ сѣверовосточныя бури въ портѣ наблюдались при такихъ же буряхъ на перевалѣ: именно, за 10 лѣтъ мы нашли только 3 дня съ бурей въ Новороссійскѣ безъ соотвѣтствующей бури на Мархотѣ.

Такъ какъ среди метеорологовъ держится мнѣніе, что для осуществленія бору большое значеніе имѣетъ тепловое состояніе воздуха въ лежащей за хребтомъ низменности, то для насъ чрезвычайно важно ознакомиться съ этимъ вопросомъ. Бар. Врангель для этой цѣли пользовался наблюденіями въ Ставрополѣ, который однако находится отъ Новороссійска на разстояніи болѣе 300 верстъ и почти на 600 метровъ выше уровня моря, т. е. выше даже Мархотскаго перевала. Въ настоящее время мы имѣемъ несравненно болѣе подходящія и надежныя данныя для сужденія о температурѣ въ низменности за хребтомъ, это — наблюденія въ Екатеринодарѣ, который лежитъ, такъ сказать, на днѣ Кубанской низменности, отстоитъ отъ Новороссійска менѣе 100 верстъ и находится съ нимъ приблизительно на одной широтѣ; высота Екатеринодара надъ уровнемъ моря (34 метра) близко подходитъ къ высотѣ Новороссійска, что весьма удобно при сравненіи температуръ въ обоихъ пунктахъ.

По одновременнымъ пятилѣтнимъ наблюденіямъ (1896—1900 гг.) среднія мѣсячныя и годовыя температуры для Екатеринодара, Мархота и Новороссійска получились такковыя:

	Янв.	Фев.	Мартъ	Апр.	Май	Іюнь	Іюль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябрь	Дек.	Годъ
Екатеринодаръ	—2.1	0.7	3.5	11.0	17.7	20.7	24.0	23.1	18.0	12.4	3.7	—0.3	11.0
Мархотъ . . .	—1.2	—0.5	1.2	7.1	13.5	16.4	20.4	20.0	15.9	11.4	2.8	—0.3	8.9
Новороссійскъ	3.0	3.5	5.1	10.6	16.4	20.4	24.3	24.5	19.8	15.2	7.2	4.7	12.8

Въ среднемъ годовомъ выводѣ въ Екатеринодарѣ, слѣдовательно, на $1^{\circ}8$ холоднѣе, чѣмъ въ Новороссійскѣ; эта разница температуръ обусловливается исключительно топографическими различіями въ обоихъ пунктахъ. Сравнительно съ Мархотомъ Екатеринодаръ на $2^{\circ}1$ теплѣе, т. е. съ поднятіемъ на каждые 100 метровъ между Екатеринодаромъ и Мархотомъ температура понижается въ среднемъ на $0^{\circ}52$, что представляетъ приблизительно нормальное пониженіе.

Въ отдѣльные мѣсяцы, однако, отношеніе между температурами разсматриваемыхъ пунктовъ значительно измѣняется. Такъ въ декабрѣ и январѣ Новороссійскъ оказывается теплѣе Екатеринодара уже на 5° ; судя по соотвѣтствующимъ температурамъ на Мархотѣ, въ эти мѣсяцы, особенно въ январѣ, въ Екатеринодарѣ наблюдается значительное переохлажденіе. По той же причинѣ слѣдуетъ признать, что и въ мѣсяцы октябрь, ноябрь и февраль въ Екатеринодарѣ существуетъ тоже переохлажденіе, хотя и менѣе значительное. Съ апрѣля температура въ Кубанской низменности становится, наоборотъ, выше, чѣмъ въ Новороссійскѣ, въ маѣ въ Екатеринодарѣ уже на $1^{\circ}3$ теплѣе, чѣмъ въ Новороссійскѣ, но затѣмъ температуры начинаютъ сравниться, и въ іюлѣ средняя температура Новороссійска опять выше, чѣмъ въ Екатеринодарѣ. Для насъ особенно интересно то обстоятельство, что въ холодное время года, съ октября по февраль, въ Кубанской низменности, дѣйствительно, наблюдается застой холоднаго воздуха, причемъ наибольшее переохлажденіе наступаетъ въ декабрѣ и январѣ, когда, наоборотъ, въ Новороссійской бухтѣ замѣчается наибольшее повышеніе температуры сравнительно съ Мархотомъ.

Такимъ образомъ, по обѣ стороны хребта Варада въ эти мѣсяцы мы имѣемъ разнородныя массы воздуха, температуры которыхъ, находясь подъ вліяніемъ какъ бы противоположныхъ факторовъ, представляютъ значительные контрасты между собой.

Резюмируя всѣ эти выводы, мы должны признать, что *климатическія условія района Новороссійской бухты представляютъ, дѣйствительно, значительныя особенности, указывающія, вообще говоря, на крайнюю неустойчивость атмосферы вблизи Новороссійска.*

Послѣ этого предварительнаго ознакомленія какъ съ самымъ явленіемъ боры, такъ и съ топографическими и климатическими условіями мѣстности, въ районѣ которой бора проявляется съ наибольшей силой, мы переходимъ уже къ самому изслѣдованію этого грознаго бича Новороссійскаго порта.

Первоначально однако мы ознакомимся съ общимъ характеромъ вообще сѣверовосточныхъ бурь Новороссійска, одинъ изъ видовъ которыхъ и представляетъ бора; мы изучимъ повторяемость, продолжительность и силу этихъ вѣтровъ; затѣмъ уже изъ общаго числа сѣверовосточныхъ бурь намъ будетъ удобнѣе выдѣлить спеціально боры, пользуясь для выбора тѣми указаніями, которыя мы получимъ изъ общаго изслѣдованія Новороссійскихъ сѣверовосточныхъ бурь.

IV.

Повторяемость, продолжительность и сила сѣверовосточныхъ бурь въ Новороссійскѣ.
Боры, вошедшія въ изслѣдованіе.

Въ слѣдующей таблицѣ мы приводимъ всѣ случаи, когда въ Новороссійскѣ въ періодъ 1891—1900 гг. наблюдался хотя бы въ одинъ изъ сроковъ наблюдений за сутки вѣтеръ сѣверовосточнаго направленія (NNE-NE-ENE) скоростью въ 15 или болѣе метровъ въ секунду; вѣтеръ такой силы, согласно инструкціи Импер. Акад. Наукъ, считается бурей. Выборка бурь была сдѣлана изъ Лѣтописей Глав. Физ. Obs., причемъ кромѣ срочныхъ наблюдений мы пользовались и примѣчаніями, относя ночныя бури къ слѣдующему дню. Въ этой таблицѣ цифры, стоящія въ графахъ мѣсяцевъ, обозначаютъ послѣднія цифры годовъ изъ взятого періода, когда именно въ соотвѣтствующіе мѣсяць и число наблюдалась въ Новороссійскѣ сѣверовосточная буря, при этомъ цифры, напечатанныя обыкновеннымъ шрифтомъ, относятся къ вѣтрамъ скоростью отъ 15—20 метровъ въ секунду, курсивныя — къ вѣтрамъ скоростью отъ 20—24 метровъ, и, наконецъ, жирнымъ шрифтомъ напечатаны годы, когда вѣтеръ былъ отъ 24 и выше метровъ въ секунду.

Таблица II.

Новороссійскъ 1891—1900.

Число.	Янв.	Фев.	Март.	Апр.	Май.	Іюнь.	Іюль.	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Общее ч. бурь.
1	—	—	1	—	2.8	2.5	2	—	0	1.2	—	1.5	11
2	—	—	2.5	3.4	2.3.8	—	—	—	0	—	4	1.5	11
3	3.6.7	—	4	3	2.6.8	—	—	—	3.6	—	1.4	—	12
4	3.4	—	—	4.9	3	9	—	—	1	4	0	—	9
5	3.4.7	3	3.0	9	—	—	—	—	1	—	7.0	4	11
6	3.4	—	—	—	0	—	—	2.4	—	—	7.0	4	8
7	3.4.6	—	8.9	0	2.3.0	—	—	2.4	—	1.6	1.2.9.0	—	17
8	3.0	—	8	0	1.3.9	—	—	2	6	1	1.2.0	3	14
9	3.0	1	8	2	1	—	—	2.7	6	6	1.0	3.0	14
10	1.0	1	2.3.8	2.0	1.5	5	—	2.7	1.6.7	6.9	1.4.7	3.0	23
11	4	9	8	5.0	5	—	—	2	6	1.3.6.8.9	1.3.7	3.5	18
12	4	8	7.0	—	—	—	—	1	—	1.8.9	1.3.8	3.5	13
13	4	8	2	4	—	—	—	—	8	1	1.3.5	3	10
14	—	—	—	—	2	—	—	2	1.2.3	1.6.7	3.0	1.3	12
15	8	—	7	8	2.3	7	—	2.6.8	1.2	1.6.7	3.0	—	16
16	2.3.4	—	5.7	4	2	1	4	2.6.8	—	1.6.7	4.5.9	—	18
17	2.3.4	—	2	4.8	2	—	—	7.8.0	3	1.6.7	4.6	9	17

Число.	Янв.	Фев.	Март.	Апр.	Май.	Июнь.	Июль.	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябр.	Дек.	Общее ч. бурь.
18	2.3.4.6	—	2	8	2	—	—	0	2	—	4.5.8.0	9	14
19	3.6	9.0	2	6	2	—	1.3	3.7.0	2	5	4.5	4.5.9	19
20	3.7	1.4.9	2.6.0	—	—	—	1	3.7	—	5.8	2.4.5.8	4.5.9	20
21	2.7	2.4.9	2.0	—	1	—	—	3	—	—	2.4.8.0	9	14
22	6	1.2.4	2.3.4.7	5	1.6	2	—	8	—	—	9.0	6.8.9	18
23	6	1.2	3	4.5	1.3.6	—	5.8	6.8	5	1	5.6	6.8.9	20
24	1.2	5.8.0	—	4.8.0	3.0	—	8	5.8	2	—	4.6	1.2.8.9	20
25	1.2.3	5.8.0	4	8.9.0	3	—	—	2.5.8.0	1.2	—	4	2.8	20
26	6.8.9	6.8.0	4	7.9	3	—	—	2.0	1.5	—	4.6	3	17
27	4.8	1.2.8.9	4.9	5.9	—	—	—	1	—	2	2	2	14
28	2.3.6	1.2.4	8.9	5.9	—	2	—	1	3.9	2.7	2	2	18
29	1	—	4.5.6	—	—	2	6	1	—	2.7	2.5	2.3.7	14
30	1	—	4	2	—	—	2.6	0	1.4	1.5	5.6	3.5.6	15
31	—	—	4	—	9	—	2	0	—	1	—	—	5
Общее число сѣверовосточ. бурь	56	35	44	36	38	9	12	44	31	42	67	48	462
Число бурь отъ 20 метр. въ сек.	36	20	19	15	20	3	4	17	13	20	34	29	230
Число бурь отъ 24 метр. въ сек.	24	11	5	4	10	1	1	8	5	8	16	16	109

	Зима.	Весна.	Лѣто.	Осень.	Холодное полугодіе.	Теплое полугодіе.
Среднее число сѣверов. бурь отъ 15 м. въ с.	13.9	11.8	6.5	14.0	28.2	18.0
» » » » отъ 20 м. въ с.	8.5	5.4	2.4	6.7	15.8	7.2
» » » » отъ 24 м. въ с.	5.1	1.9	1.0	2.9	8.0	2.9

Судя по итогамъ, представляющимъ общее число сѣверовосточныхъ бурь въ Новороссійскѣ за 10 лѣтъ, на годъ въ Новороссійскѣ приходится 46 дней съ сильнымъ сѣверовосточнымъ вѣтромъ, изъ нихъ половина бываетъ съ вѣтромъ, достигающимъ скорости 20 и выше метровъ въ секунду, и 11 дней съ весьма сильной сѣверовосточной бурей, когда скорость вѣтра превышала 24 метра въ секунду.

Изъ этого числа на холодное полугодіе (октябрь-мартъ) приходится 61% всѣхъ сѣверовосточныхъ бурь, % же наиболѣе сильныхъ бурь въ это полугодіе повышается до 73% годового числа. По временамъ года чаще всего разражаются въ Новороссійскѣ сѣверовосточныя бури осенью и зимой (14 дней), самое спокойное въ этомъ отношеніи время года —

лѣто (6—7 бурныхъ дней); но *наибольше сильныя* сѣверовосточныя бури въ Новороссійскѣ бывають чаще зимой, чѣмъ осенью.

Разсматривая повторяемость сѣверовосточныхъ бурь въ Новороссійскѣ по мѣсяцамъ, мы видимъ, что чаще всего эти бури наблюдаются вообще въ ноябрѣ, когда давленіе въ Новороссійскѣ достигаетъ максимума, рѣже всего — въ іюнѣ; въ дальнѣйшемъ ходѣ повторяемости Новороссійскихъ сѣверовосточныхъ бурь замѣтно учащеніе ихъ въ январѣ, мартѣ, маѣ и августѣ и уменьшеніе — въ декабрѣ, февралѣ, апрѣлѣ и сентябрѣ. Но максимумъ *сильныхъ* бурь, какъ видно изъ данныхъ второй и третьей группы, перемѣщается на январь, съ этого мѣсяца и до апрѣля число сильныхъ сѣверовосточныхъ бурь понижается, въ маѣ снова увеличивается почти до февральскаго количества, послѣ чего въ іюнѣ быстро падеть до минимума; затѣмъ опять начинается учащеніе сильныхъ бурь, особенно быстрое въ августѣ. Въ сентябрѣ повторяемость бурь уменьшается, также и въ декабрѣ сильныя сѣверовосточныя бури менѣе часты, чѣмъ въ ноябрѣ.

По отдѣльнымъ годамъ количество сѣверовосточныхъ бурь въ Новороссійскѣ значительно измѣняется: наибольшее число бурь за разсматриваемый періодъ наблюдалось въ 1892 году (74 дня), рѣже всего были бури въ 1897 году (27 дней). О вѣроятности наступленія сѣверовосточныхъ бурь въ каждомъ отдѣльномъ мѣсяцѣ можно судить по слѣдующимъ даннымъ: въ мартѣ, сентябрѣ, ноябрѣ и декабрѣ во всѣ взятые годы наблюдались сѣверовосточныя бури; въ январѣ, февралѣ, апрѣлѣ, августѣ и октябрѣ было по одному году, когда сѣверовосточной бури не наблюдалось въ теченіе всего мѣсяца; въ маѣ годовъ безъ сѣверовосточныхъ бурь было изъ 10 два, въ іюлѣ — три, и, наконецъ, въ іюнѣ — пять.

Группируя сѣверовосточныя бури Новороссійска за періодъ 1891—1900 гг. по ихъ продолжительности, мы получаемъ такую таблицу:

Таблица III.

Новороссійскъ 1891—1900 гг.

Продолжительность сѣверовосточныхъ бурь.	Янв.	Фев.	Мартъ	Апр.	Май.	Іюнѣ.	Іюль.	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябр.	Дек.	Общее ч. бурь.
Однодневныя	14	7	18	7	8	7	4	3	12	7	14	6	107
2-дневныя.	7	5	4	12	4	1	4	7	7	5	9	9	74
3-дневныя.	4	5	2	—	3	—	—	5	—	3	3	1	26
4-дневныя.	1	1	—	1	2	—	—	2	1	2	1	1	12
5-дневныя.	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3
6-дневныя.	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	2	—	5
7-дневныя.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	4
8-дневныя.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Общ. число бурь . . .	28	18	26	20	18	8	8	18	20	18	31	19	232
Средняя продолжительно. сѣверовост. бурь въ дняхъ	2.0	2.0	1.7	1.8	2.2	1.1	1.5	2.5	1.5	2.3	2.2	2.4	2.0

Случай, когда буря захватывала два послѣдовательныхъ мѣсяца, въ этой таблицѣ отнесены къ тому мѣсяцу, въ которомъ буря длилась дольше, при равной же продолжительности въ обоихъ мѣсяцахъ — къ предшествующему.

Чаще всего въ разсматриваемый періодъ наблюдались въ Новороссійскѣ однодневныя сѣверовосточныя бури, затѣмъ двухдневныя, причемъ эти послѣднія бури даютъ въ суммѣ наибольшее число бурныхъ дней. Самая продолжительная буря была въ декабрѣ, именно въ 1899 году, когда она длилась непрерывно 8 дней; затѣмъ въ мѣсяцы съ октября по январь наблюдалось по одной семидневной бури (1891 и 1893 гг.); въ мартѣ, маѣ и августѣ наиболѣе продолжительныя сѣверовосточныя бури длились по 6 дней подъ рядъ (всѣ въ 1892 году); въ апрѣлѣ и сентябрѣ самыми продолжительными бурями были четырехдневныя (въ 1899 и 1896 гг.), но въ іюнѣ и іюлѣ болѣе двухъ дней подъ рядъ сѣверовосточныхъ бурь не наблюдалось.

Эти случаи возможной продолжительности сѣверовосточныхъ бурь въ Новороссійскѣ въ достаточной степени показываютъ, что Новороссійская бора представляетъ, дѣйствительно, нѣчто исключительное по своей интенсивности: трудно даже представить, какъ велика сумма живой силы, развиваемой борой и выражающейся въ разнообразной работѣ, которую бора выполняетъ въ движеніи воздуха, волненіи моря и во всѣхъ своихъ разрушительныхъ дѣйствіяхъ. Въ самомъ дѣлѣ, предполагая даже, что во время боры декабря 1899 г. всѣ 8 дней вѣтеръ дулъ съ постоянной скоростью въ 20 метровъ въ секунду (въ дѣйствительности скорость нѣроста въ данномъ случаѣ была, судя по срочнымъ наблюденіямъ отъ 14 до 34 метр. въ сек.¹⁾), мы получимъ что кинетическая энергія каждаго кубическаго метра воздуха $\frac{1}{2}mv^2$ составляла 26.4 килограмметра въ сек., что за 8 дней даетъ сотни тысячъ лошадиныхъ силъ работы; работа же всей массы воздуха, участвующей въ бурѣ, выразится милліонами силъ.

Возвращаясь къ таблицѣ III и приводя эти данныя къ одному году, мы находимъ, что въ среднемъ на годъ въ Новороссійскѣ приходится по 10—11 однодневныхъ сѣверовосточныхъ бурь, 7—8 двухдневныхъ, отъ 2—3 трехдневныхъ, по двѣ бури продолжительностью отъ 4—6 дней, и наконецъ въ среднемъ черезъ годъ, возможна, кромѣ того, буря продолжительностью отъ 7—8 дней. *Въ общемъ всего на годъ приходится въ Новороссійскѣ 23 бури различной продолжительности*; принимая же во вниманіе, что въ среднемъ въ году въ Новороссійскѣ насчитывается 46 дней съ сѣверовосточной бурей, мы можемъ отсюда заключить, что, такъ сказать, *средняя продолжительность Новороссійской сѣверовосточной бури равняется вообще двумъ днямъ*.

Вычисляя такимъ же образомъ среднюю продолжительность сѣверовосточной бури для каждаго мѣсяца (таблица III), мы получаемъ довольно интересные результаты: оказывается, что наибольшая средняя продолжительность бурь приходится на августъ, т. е. условія, создающія сѣверовосточныя бури въ Новороссійскѣ, отличаются какъ бы большею устойчивостью въ августѣ, а не въ ноябрѣ или январѣ, когда, какъ мы видѣли, наблюдается

1) Анемографъ не дѣйствовалъ.

наибольшая повторяемость сѣверовосточныхъ бурь, и онѣ отличаются наибольшей силой. Ближе къ августу въ этомъ отношеніи подходятъ мѣсяцы декабрь и октябрь; замѣчательно, что и въ маѣ средняя продолжительность сѣверовосточныхъ бурь вообще больше чѣмъ въ январѣ и равна средней продолжительности ноябрьскихъ бурь. Наименьшей же продолжительностью бурь, какъ и слѣдовало ожидать, отличается іюнь, за нимъ слѣдуютъ іюль и сентябрь; въ эти мѣсяцы, слѣдовательно, причины, обуславливающія сѣверовосточныя бури въ Новоросійскѣ, вообще неустойчивы.

Слѣдуетъ, впрочемъ, отмѣтить, что въ рассматриваемый періодъ въ Новоросійскѣ были и такіе случаи, когда сѣверовосточная буря, стихшая, черезъ день или два снова возобновлялась; чаще всего бури съ такими перерывами наблюдались въ январѣ и ноябрѣ, рѣже всего лѣтомъ. Если такимъ образомъ бурю съ перерывами въ день или два, въ теченіе которыхъ однако продолжалъ дуть вѣтеръ НЕ, считать за одну бурю, то тогда, разумѣется, средняя продолжительность бурь увеличится, особенно январскихъ и ноябрьскихъ, но и при такихъ условіяхъ средняя продолжительность августовскихъ сѣверовосточныхъ бурь все же остается наибольшей.

Намъ остается рассмотреть наблюдавшіяся скорости вѣтра во время Новоросійскихъ сѣверовосточныхъ бурь. Нѣкоторое представленіе объ этомъ даютъ уже выводы, приведенные въ таблицѣ II относительно распредѣленія сѣверовосточныхъ бурь въ Новоросійскѣ въ теченіе года въ зависимости отъ различной скорости вѣтра. Здѣсь мы дополнимъ эти свѣдѣнія данными о томъ, до какой скорости въ среднемъ выводѣ доходитъ вѣтеръ при сѣверовосточныхъ буряхъ въ Новоросійскѣ въ разные времена и мѣсяцы года. Произведенныя вычисленія по срочнымъ наблюденіямъ дали такія величины скорости сѣверовосточнаго вѣтра въ метрахъ въ секунду:

Янв.	Февр.	Мартъ	Апр.	Май	Іюнь	Іюль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябрь	Дек.	Годъ
23	21	19	19	20	18	18	19	19	20	20	21	20
					Зима	Весна	Лѣто	Осень				
					22	19	18	20				

Въ общемъ, слѣдовательно, скорость вѣтра при сѣверовосточныхъ буряхъ въ Новоросійскѣ доходитъ до 20 метровъ въ секунду: самыя сильныя бури бываютъ зимой (январь) самыя слабыя — лѣтомъ (іюнь-іюль); осенью бури — сильнѣе, чѣмъ весной. Обнаруживающійся такимъ образомъ годовой ходъ скорости вѣтра при сѣверовосточныхъ буряхъ въ Новоросійскѣ нарушается въ маѣ: въ этомъ мѣсяцѣ сѣверовосточныя бури бываютъ въ среднемъ сильнѣе, чѣмъ въ апрѣлѣ и даже въ мартѣ. Максимальныя скорости сѣверовосточнаго вѣтра, наблюдавшіяся въ Новоросійскѣ за періодъ 1891—1900 гг. таковы (въ метрахъ въ секунду):

Янв.	Февр.	Мартъ	Апр.	Май	Іюнь	Іюль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябрь	Дек.
40	30	40	28	30	24	30	40	40	40	40	34
4-5,7-8,19-20 (1893)	(21,27,1892) (5,1893)	(30,1894)	(2,1893) (16,1894)	(2,1892)	(29,1892)	(20,1891)	(29,1891)	(14,1891)	(12,1891)	(3,1891)	(23,1899)

(Въ скобкахъ приведены даты, когда наблюдались указанные скорости вѣтра).

Величины максимальныхъ скоростей для мѣсяцевъ съ іюля по ноябрь намъ кажутся сомнительными: всѣ онѣ приходятся на 1891 годъ, когда только что начались наблюденія на портовой станціи, и возможно, что г-жа Преображенская въ началѣ своихъ наблюденій слишкомъ высоко отмѣчала скорость вѣтра во время бурь, тѣмъ болѣе что слѣдующія наибольшія скорости вѣтра за остальные 9 лѣтъ уже значительно отличаются отъ приведенныхъ максимумовъ: іюль 20, августъ, сентябрь и октябрь 28, ноябрь 30. Но все же мы должны признать, что *въ Новороссійскѣ вѣтеръ можетъ доходить до такой силы, какой, насколько извѣстно, нигдѣ еще не было отмѣчено во всей Россіи*. Отдѣльные порывы вѣтра при борѣ, разумѣется бываютъ еще сильнѣе: возможно, что они превышаютъ 50 метровъ въ секунду (въ Триестѣ, напр., гдѣ бора вообще слабѣе Новороссійской, при борѣ наблюдались порывы до 55 метр. въ секунду)¹⁾; при такой возможной скорости NE давленіе вѣтра на 1 кв. метръ будетъ превышать 300 килограммовъ.

О суточномъ ходѣ скорости вѣтра во время сѣверовосточныхъ бурь можно въ нѣкоторой степени судить по слѣдующимъ даннымъ, полученнымъ по обработкѣ имѣющихся записей анемографовъ для Новороссійска въ дни сѣверовосточныхъ бурь 1894—1895 гг. Скорости NE даются здѣсь въ километрахъ въ часъ.

	1а	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Зима	41.8	40.9	43.0	45.5	43.6	43.5	46.7	46.2	45.5	47.7	49.5	48.1
Весна	44.5	44.5	43.0	44.5	45.6	45.4	46.4	46.3	46.4	45.0	44.4	42.3
Лѣто	44.3	42.8	41.8	41.0	40.0	38.2	37.1	36.2	33.5	33.2	33.6	32.2
Осень	42.6	44.5	44.5	44.1	44.2	42.9	44.5	45.0	45.2	42.9	40.9	40.9
Годъ	43.3	43.2	43.1	43.8	43.4	42.5	43.6	43.4	42.7	42.2	42.1	40.8

	1р	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Амплит.
Зима	46.7	48.8	51.7	52.2	53.4	51.7	48.7	45.6	47.3	44.6	41.7	40.0	13.4
Весна	40.0	39.8	38.9	39.9	38.0	38.4	39.1	40.4	40.8	41.6	42.1	41.3	8.4
Лѣто	29.8	28.4	26.6	27.5	28.0	30.1	30.2	38.9	46.8	46.0	42.7	39.2	20.2
Осень	41.3	39.7	40.5	40.8	42.8	45.0	46.6	45.2	45.3	44.8	42.9	42.6	6.9
Годъ	39.4	39.2	39.4	40.1	40.6	41.3	41.1	42.5	45.0	44.2	42.4	40.8	5.8

Въ среднемъ годовомъ выводѣ (за 111 бурныхъ дней) максимальной скорости при сѣверовосточныхъ буряхъ въ Новороссійскѣ вѣтеръ достигаетъ вечеромъ, минимумъ же наблюдается днемъ. Въ разныя времена года, однако, наблюдаются значительныя отклоненія отъ годового вывода: максимумъ скорости вѣтра весной наступаетъ въ среднемъ въ 9 часовъ утра, а минимумъ скорости зимой въ 12 часовъ ночи.

1) Mazelle, Zur Bestimmung der Stärke einzelner Borastösse, Meteor. Zeitschr. Bd. XXVIII, 1893.

Резюмируя теперь все сказанное, мы можем такимъ образомъ охарактеризовать нордостовыя бури Новороссійска: *бури этого направленія составляютъ 73% всѣхъ наблюдающихся въ Новороссійскѣ бурь, скорость вѣтра при нихъ достигаетъ въ среднемъ 20 метровъ въ сек., и онѣ длятся обыкновенно по два дня. Чаще всего эти бури наблюдаются въ ноябрь, наибольшей силы достигаютъ въ январь, а наибольшей, такъ сказать, устойчивостью отличаются въ августъ.*

Такимъ образомъ наиболѣе опасными по сѣверовосточнымъ бурямъ являются въ Новороссійскѣ мѣсяцы: зимой — январь, весной — мартъ, лѣтомъ — августъ и осенью — ноябрь. Въ июнѣ и июлѣ сѣверовосточныя бури по своей рѣдкости, малой продолжительности и слабому развитію не представляютъ, вообще говоря, ничего выдающагося и носятъ такой же случайный характеръ, какъ и лѣтнія бури другихъ мѣсетъ.

Ознакомившись теперь въ общихъ чертахъ съ Новороссійскими сѣверовосточными бурями, мы можемъ воспользоваться полученными для этихъ бурь нормами какъ основапіями для выдѣленія боръ, наиболѣе интересныхъ для нашего изслѣдованія. Такимъ образомъ, прежде всего изъ всѣхъ сѣверовосточныхъ бурь Новороссійска мы отобрали тѣ бури, которыя продолжались болѣе двухъ дней подъ рядъ¹⁾, затѣмъ изъ двухдневныхъ — тѣ, въ которыя сѣверовосточный вѣтеръ достигалъ до 20 и выше метровъ въ сек., и наконецъ изъ однодневныхъ взяли тѣ случаи, когда NE доходилъ до 24 и выше метровъ въ сек.

Результаты выборки сообщаемъ въ таблицѣ IV, гдѣ приведены для каждаго мѣсяца число изслѣдуемыхъ нами боръ, сгруппированныхъ по продолжительности.

Таблица IV.

Распредѣленіе вошедшихъ въ изслѣдованіе Новороссійскихъ боръ по продолжительности

Продолжит. боры въ дняхъ.	Янв.	Февр.	Март.	Апр.	Май	Іюнь	Іюль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Всего
1	2	1	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	6
2	4	4	3	7	2	1	2	2	5	3	6	4	43
3	4	5	2	—	3	—	—	5	—	2	3	1	25
4	1	1	—	1	2	—	—	2	1	2	1	1	12
5	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3
6	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—	2	—	5
7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	4
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Число случаевъ боры . . . :	13	11	7	8	8	1	2	11	6	8	16	8	99

1) Исключена только слабо выраженная сѣверовосточная буря 9—11 октября 1896 г.

Всего, слѣдовательно, въ наше изслѣдованіе вошло 99 случаевъ бора, обнимающихъ въ общей сложности 296 бурныхъ дней. Для всѣхъ этихъ дней, а также для предшествующихъ и послѣдующихъ данныя о состояніи всѣхъ метеорологическихъ элементовъ: давленія, температуры, влажности, направленія и силы вѣтра и облачности за три срока наблюденій, затѣмъ осадки и примѣчанія помѣщены въ приложенныхъ въ концѣ работы таблицахъ А.

Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы прежде всего изслѣдуемъ по синоптическимъ картамъ общія метеорологическія условія, при которыхъ наблюдается въ Новороссійскѣ бора, затѣмъ рассмотримъ состояніе метеорологическихъ элементовъ во время бора въ районѣ Новороссійскѣ и за хребтомъ, пользуясь для этой цѣли наблюденіями Новороссійскаго порта, Мархотскаго перевала и Екатеринодара, и наконецъ изслѣдуемъ отдѣльные выдающіеся случаи бора. Въ заключеніе же попытаемся на основаніи произведеннаго изслѣдованія дать объясненіе причинъ происхожденія бора и въ связи съ этимъ постараемся выяснитъ вопросъ о возможности практическаго примѣненія добытыхъ результатовъ.

V.

Общія метеорологическія условія, при которыхъ наблюдается бора въ Новороссійскѣ: положеніе барометрическихъ максимумовъ, ихъ развитіе и движеніе; минимумы на Черномъ морѣ. Преимущественное значеніе для бора антициклоновъ.

Разсматривая по синоптическимъ картамъ, издаваемымъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіей, положенія барометрическихъ максимумовъ и минимумовъ во всѣ тѣ дни, когда въ Новороссійскѣ была бора (положенія эти указаны въ послѣднихъ графахъ таблицы А), мы приходимъ къ подобному же выводу, какой даетъ и Ганнъ въ своемъ упомянутомъ уже нами курсѣ метеорологіи относительно бора на сѣверовосточномъ берегу Адриатическаго моря, именно: *когда въ Новороссійскѣ наблюдается бора, во внутренней Россіи или даже въ Средней Европѣ находится барометрическій максимумъ, причемъ въ послѣднемъ случаѣ область высокаго давленія захватываетъ и южныя губерніи; по направленію къ Черному морю давленіе понижается, и на самомъ морѣ находится барометрическій минимумъ, или же, судя по изгибамъ изобаръ и состоянію температуры на сѣверовосточномъ берегу, существуютъ благоприятныя условія для его появленія.*

Съ точки зрѣнія синоптической метеорологіи Новороссійская бора, слѣдовательно, обуславливается тѣми же причинами, какими и вообще сѣверовосточныя бури Чернаго моря. Дѣйствительно, статистика бурь Чернаго моря, приводимая въ изслѣдованіи проф. Срез-

невскаго ¹⁾, показываетъ, что сѣверовосточныя бури этого моря возникаютъ главнымъ образомъ подъ вліяніемъ антициклоновъ, находящихся въ Средней Европѣ или Россіи. Сипонтическія карты наглядно иллюстрируютъ связь между сѣверовосточными бурями Чернаго моря и Новороссійской борой: при сѣверовосточныхъ штормахъ на Азовскомъ морѣ и сѣверномъ побережьи Чернаго обыкновенно наблюдается и бора въ Новороссійскѣ, хотя обратныя совпаденія уже менѣе часты. Особенно сильныя штормы, сопровождавшіеся кораблекрушеніями, наблюдались на Черномъ и Азовскомъ моряхъ при слѣдующихъ Новороссійскихъ борахъ: 3—9 января 1893 года, 4—7 и 11—12 января 1894 года, 7—11 марта 1898 года, 17—24 декабря 1899 года; менѣе сильныя штормы при борахъ болѣе многочисленны.

Такимъ образомъ, на Новороссійскую бору нельзя смотрѣть какъ на явленіе, вызываемое исключительно мѣстными причинами, а нужно признать, что она, вслѣдствіе существующихъ здѣсь топографическихъ особенностей, представляетъ собой, какъ уже говорилось раньше, только своеобразное видоизмѣненіе общихъ условій погоды, захватывающихъ цѣлый большой районъ.

Группируя всѣ наблюдавшіеся дни съ борой соотвѣтственно положенію центровъ барометрическихъ максимумовъ, мы получили такое распредѣленіе боръ въ %-номъ отношеніи при различныхъ максимумахъ.

Таблица V.

Число дней съ борой въ %-номъ отношеніи.

	При положеніи центровъ барометрическихъ максимумовъ въ							
	Сѣв.-Зап. г.	Западн. губ.	Средн. губ.	Сѣв.-Вост. г.	Восточн. г.	Юго-Вост. г.	Юго-Зап. г.	Сред. Европ.
Зима	5	9	28	5	13	11	24	5
Весна	6	9	33	6	6	14	18	8
Лѣто	7	9	21	0	0	7	49	7
Осень	3	5	23	0	11	13	38	7
Общій выводъ	5	8	27	3	9	12	30	6

Таблица эта показываетъ, что Новороссійская бора возможна, вообще говоря, при всякомъ положеніи барометрическихъ максимумовъ сѣвернѣе Новороссійска, однако болшин-

1) Срезневскій. О буряхъ на Черномъ и Азовскомъ моряхъ. Записки по гидрографіи. 1888. Вып. III, стр. 110—119.

ство дней съ борой, 57%, наблюдалось при положеніи центровъ максимумовъ въ югозападныхъ или среднихъ губ.. сѣверными же максимумами обуславливается наименьшій % боръ (8). При этомъ большинство зимнихъ и весеннихъ боръ наблюдалось, когда центры барометрическихъ максимумовъ находились въ среднихъ губ., а лѣтнія и осеннія боры происходили главнымъ образомъ при югозападныхъ максимумахъ¹⁾).

На повторяемость боръ при различныхъ положеніяхъ барометрическихъ максимумовъ, разумѣется, вліяетъ и большая или меньшая повторяемость самихъ максимумовъ въ этихъ районахъ: такъ, напр., малый % боръ при сѣверныхъ максимумахъ въ значительной степени долженъ обуславливаться сравнительно небольшимъ количествомъ максимумовъ, вообще наблюдающихся въ этомъ районѣ. Но такъ какъ, судя по общему распредѣленію атмосфернаго давленія въ Европейской Россіи, барометрическіе максимумы въ среднихъ и югозападныхъ губерніяхъ наблюдаются значительно рѣже, чѣмъ во всѣхъ вмѣстѣ взятыхъ остальныхъ районахъ²⁾, и если тѣмъ не менѣе съ этими максимумами связано большинство боръ, то мы должны признать, что *положенія центровъ максимумовъ въ среднихъ и югозападныхъ губерніяхъ являются наиболее опасными для Новороссійска въ смыслъ возможности наступленія боры.*

Разсматривая далѣе величины давленія въ центрахъ наблюдавшихся при борѣ максимумовъ, мы получили для разныхъ районовъ такія среднія высоты барометра:

Таблица VI.

Среднее давленіе въ центрахъ наблюдавшихся при борѣ барометрическихъ максимумовъ въ различныхъ районахъ.

	Сѣв.-Зап.	Западъ.	Средн. г.	Сѣв.-Вос.	Востокъ.	Юго-Вос.	Юго-Зап.	Ср. Евр.
Зима	780	778	784	784	785	779	777	779
Весна	779	771	777	779	779	774	772	772
Лѣто	772	770	771	—	—	770	768	769
Осень	777	775	778	—	782	776	775	775
Общій выводъ	778	774	779	782	783	776	773	775

1) Границей между югозападнымъ и юговосточнымъ районами согласно дѣленію, принятому въ Ежедневн. Метеор. Бюлл., считается приблизительно 37° меридіана отъ Гринвича.

2) Судя по синоптическимъ картамъ за 1896—1900 гг. изъ общаго числа наблюдавшихся за этотъ пятилѣтній періодъ въ Россіи барометрическихъ максимумовъ на каждый изъ районовъ приходится такой %:

Сѣв.-Зап.	Западъ.	Сред. губ.	Сѣв.-Вос.	Востокъ.	Юго-Вос.	Юго-Зап. губ.
13	8	13	9	28	18	11

Судя по этой таблицѣ, независимо отъ прочихъ условій, Новороссійская бора происходитъ вообще при *сильно* развитыхъ барометрическихъ максимумахъ внутри страны: особенно значительнымъ развитіемъ отличаются восточные и сѣверовосточные максимумы, обуславливающіе бору (въ среднемъ давленіе въ нихъ 782—783 мм.), наименьшее же давленіе находимъ въ центрахъ югозападныхъ максимумовъ, вызывающихъ въ Новороссійскѣ бору (773 мм.). При зимнихъ борахъ барометрическіе максимумы значительно сильнѣе, чѣмъ при борахъ въ другія времена года, наименьшимъ развитіемъ отличаются, какъ и слѣдовало ожидать, максимумы, обуславливающіе лѣтнія боры. Сила боръ, наибольшая зимой и наименьшая лѣтомъ, находится, такимъ образомъ, въ зависимости отъ развитія вызывающихъ боры максимумовъ.

Наименьшія величины давленія въ центрахъ барометрическихъ максимумовъ различныхъ районовъ, при которыхъ въ Новороссійскѣ наблюдалась бора, въ разныя времена года были таковы.

Таблица VII.

Наименьшія величины давленія въ центрахъ наблюдавшихся при борѣ барометрическихъ максимумовъ въ различныхъ районахъ.

	Сѣв.-Зап.	Запад. губ.	Сред. губ.	Сѣв.-Вост.	Вост. губ.	Юго-Вост.	Юго-Зап.	Сред. Евр.
Зима	771	772	772	777	774	769	768	775
Весна	770	766	765	770	770	767	765	769
Лѣто	769	767	765	—	—	767	764	767
Осень	772	770	769	—	777	772	765	770
Общій выводъ	769	766	765	770	770	767	764	767

Руководствуясь полученными величинами, мы можемъ судить о томъ, какое повышение барометра въ Россіи или Средней Европѣ становится уже достаточнымъ для того, чтобы въ Новороссійскѣ при подходящихъ прочихъ условіяхъ, о которыхъ будетъ сказано ниже, могла возникнуть бора. Оказывается, что въ лѣтнее время повышение давленія на югозападѣ или въ среднихъ губ. до 764—765 мм. уже можетъ вызвать при благоприятныхъ условіяхъ бору въ Новороссійскѣ, тогда какъ восточные и сѣверовосточные максимумы, обуславливающіе бору, не имѣли ни разу давленія въ центрѣ ниже 770 мм.

Въ общемъ разсматривая какъ эту, такъ и предыдущую таблицу, мы должны притти къ заключенію, что *чѣмъ дальше находится центръ максимума отъ Новороссійска, тѣмъ*

большимъ развитіемъ долженъ отличаться максимумъ для того, чтобы въ Новороссійскѣ могла произойти бора; въ то же время слѣдуетъ отмѣтить и то обстоятельство, что западные максимумы, обуславливающіе бору, вообще имѣютъ меньшее давленіе въ центрѣ, чѣмъ подобныя же максимумы восточной половины Россіи, такъ что для наступленія боры какъ будто имѣетъ значеніе и положеніе антициклона.

Не останавливаясь пока на деталяхъ зависимости Новороссійскихъ боръ отъ положенія и развитія барометрическихъ максимумовъ, мы переходимъ къ изслѣдованію происхожденія этихъ максимумовъ и ихъ перемѣщеній во время боры. Для этой цѣли мы взяли наиболѣе продолжительныя боры, длившіяся не менѣе 3 дней подъ рядъ; такихъ случаевъ за 10 лѣтъ было 50, обнимающихъ въ общей сложности 204 дня съ борой въ Новороссійскѣ.

На четырехъ картахъ соотвѣтственно временамъ года мы нанесли, пользуясь утренними и вечерними синоптическими картами Г. Ф. О., положенія антициклоновъ во время выбранныхъ боръ, а также наканунѣ и на другой день послѣ прекращенія боры; соединивъ послѣдовательныя положенія этихъ центровъ, мы получили траекторіи путей антициклоновъ, изображенныя на прилагаемыхъ въ концѣ работы картахъ (карты №№ I, II, III, IV).

Цифры, поставленныя у пачала путей на этихъ картахъ, обозначаютъ номеръ боры въ таблицахъ А, къ которой относится данный путь антициклона; черточки на путяхъ — тѣ положенія антициклона, при которыхъ въ Новороссійскѣ была бора; утолщенныя линіи изображаютъ пути антициклоновъ, обуславливавшихъ самыя сильныя боры за истекшее десятилѣтіе.

Для зимы получилось 16 антициклоновъ, соотвѣтствовавшихъ 18 борамъ, для весны — 11 антициклоновъ при 11 борахъ, лѣтомъ — 8 антициклоновъ для такого же числа боръ, для осени нанесено 15 путей антициклоновъ для 13 боръ.

Разница между числами антициклоновъ и боръ зимой и осенью объясняется тѣмъ, что были случаи, когда прекратившаяся бора снова возобновлялась при обратномъ движеніи того же антициклона, а съ другой стороны, одна и та же бора обуславливалась нѣсколькими барометрическими максимумами, слѣдовавшими одинъ за другимъ.

Достаточно общаго взгляда на всѣ эти карты, чтобы замѣтить, что большинство Новороссійскихъ боръ, именно $\frac{2}{3}$, обязано своимъ происхожденіемъ антициклонамъ, приходящимъ въ Россію вообще изъ западной или сѣверозападной Европы, остальная же $\frac{1}{3}$ боръ обуславливается максимумами сибирскаго или полярнаго происхожденія; но съ другой стороны самыя сильныя боры, во время которыхъ NE въ Новороссійскѣ доходилъ до 28 и выше метровъ въ сек., чаще происходили подъ вліяніемъ максимумовъ послѣднихъ группъ, чѣмъ при западноевропейскихъ.

Изслѣдованіе путей антициклоновъ, сопровождавшихся въ Новороссійскѣ борой, по отдѣльнымъ временамъ года приводитъ къ слѣдующимъ результатамъ.

Изъ разсматриваемыхъ 18 зимнихъ боръ 9 произошли подъ вліяніемъ западныхъ мак-

симумовъ, перешедшихъ въ Россію съ Скандинавскаго полуострова или изъ Средней Европы, 7 боръ обуславливались антициклонами уральскаго происхожденія и 2 — полярными.

Изъ западныхъ максимумовъ Скандинавскіе вызывали бору, когда перемѣщались въ прибалтійскія или западныя губ.; отсюда они обыкновенно черезъ среднія губ. проходили прямо на востокъ-юго-востокъ, и только одинъ изъ нихъ, дойдя до нижней Волги, повернулъ обратно и прошелъ на Балканскій полуостровъ. Среднеевропейскіе максимумы проходятъ нѣсколько южнѣе по тому же направленію; приэтомъ въ одномъ случаѣ бора началась, когда центръ максимума находился еще внѣ Россіи, но высокое давленіе распространялось уже и на южныя губ. Оканчивались боры съ перемѣщеніемъ максимумовъ за Волгу.

Сѣверные и уральскіе максимумы при своемъ чрезвычайно сильномъ развитіи (были случаи, что давленіе воздуха въ ихъ центрѣ доходило до 798 мм.) вызываютъ въ Новороссійскѣ бору, когда ихъ центры находятся еще на окраинахъ Европы; сначала они направляются въ среднія губ., гдѣ движеніе ихъ замедляется, причемъ пути ихъ образуютъ петли, т. е. первоначальное направленіе движенія измѣняется на обратное, и затѣмъ они удаляются также на востокъ или юговостокъ. Во все время пребыванія максимумовъ въ средней полосѣ въ Новороссійскѣ свирѣпствуетъ бора, съ перемѣщеніемъ же антициклоновъ за Волгу, бора обыкновенно прекращается.

Въ общемъ нетрудно замѣтить, что опасныя положенія центровъ антициклоновъ зимой наиболѣе тѣсно группируются въ среднихъ губ., такъ что, если опредѣлять среднее положеніе антициклоновъ, вызывающихъ зимой въ Новороссійскѣ бору, то оно получилось бы въ центральныхъ губ.

Весенніе антициклоны, обуславливавшіе бору, въ общемъ дѣлятся на 2 группы: 6 — западной системы и 3 — восточной; но, кромѣ того, одинъ максимумъ возникъ въ бассейнѣ верхней Волги, а другой появился съ Чернаго моря. Изъ восточныхъ максимумовъ наиболѣе замѣчательны два: возникшій на Уралѣ въ мартѣ 1892 г., который прошелъ по средней полосѣ до Балтійскаго моря и затѣмъ опустился въ Среднюю Европу, и максимумъ, проходившій 6—12 марта 1898 г.; подъ вліяніемъ этихъ максимумовъ произошли самыя сильныя изъ весеннихъ боръ въ Новороссійскѣ. Западные максимумы имѣли направленіе вообще на юговостокъ, и только одинъ изъ нихъ, дойдя почти до устья Дона, повернулъ отсюда черезъ юговосточныя губерніи къ Уралу. Опасныя центры, какъ и зимой, чаще сгруппированы въ среднихъ губерніяхъ.

Изъ *лѣтнихъ* максимумовъ всѣ, кромѣ одного, образовавшагося въ Озерной области, были западноевропейскаго происхожденія; центры ихъ преимущественно располагались въ западныхъ и югозападныхъ губерніяхъ; только одинъ максимумъ дошелъ до юговостока, обуславливая въ Новороссійскѣ бору, въ прочихъ случаяхъ бора происходила при положеніи центровъ максимумовъ западнѣе 40° меридіана отъ Гринвича.

Наконецъ изъ *осеннихъ* боръ значительно большая часть за рассматриваемое десятилѣтіе обуславливалась также западными максимумами, и только четверть боръ произошла

подъ вліяніемъ антициклоновъ сѣвернаго происхожденія. Кромѣ одного антициклона, прошедшаго изъ Финляндіи черезъ среднія и югозападныя губерніи въ Среднюю Европу, всѣ остальные максимумы, вызывавшіе осенью въ Новороссійскѣ бору, направлялись на востокъ или юговостокъ. Опасными для Новороссійска эти максимумы становятся преимущественно въ южныхъ губерніяхъ.

Такъ какъ всѣ изслѣдуемые антициклоны, обуславливающіе въ Новороссійскѣ бору, судя по синоптическимъ картамъ, проходятъ черезъ среднія или югозападныя губерніи, то мы можемъ отсюда вывести заключеніе, что *бора обуславливается тѣми антициклонами, которые направляются въ среднія или югозападныя губ.*; начаться бора можетъ еще и раньше того момента, когда антициклоны вступаютъ въ указанные районы, но съ перемѣщеніемъ антициклона въ юговосточныя губерніи за Волгу бора обыкновенно прекращается. Такимъ образомъ, становится понятнымъ, почему, какъ мы вывели на основаніи таблицы V, положеніе центровъ барометрическихъ максимумовъ въ среднихъ и югозападныхъ губ., является наиболѣе опаснымъ для Новороссійска въ смыслѣ возможности наступленія бору.

Собственно говоря, во всѣхъ случаяхъ, когда Новороссійская бора происходила при положеніи центровъ барометрическихъ максимумовъ не въ среднихъ или южныхъ губерніяхъ, мы тѣмъ не менѣе находимъ въ послѣднихъ районахъ высокое стояніе барометра или даже присутствіе второстепенныхъ максимумовъ.

Такимъ образомъ, несмотря на разнообразныя положенія центровъ барометрическихъ максимумовъ при борѣ, можно сдѣлать общій выводъ, что *бора въ Новороссійскѣ происходитъ при высокомъ давленіи воздуха въ среднихъ или южныхъ губ., обуславливаемомъ присутствіемъ центровъ барометрическихъ максимумовъ въ этихъ или сосѣднихъ районахъ: высокое давленіе распространяется при этомъ и на степную область Сѣвернаго Кавказа.*

Само собой разумѣется, что присутствіе барометрическихъ минимумовъ на Черномъ морѣ должно также имѣть значеніе для бору: большее или меньшее ихъ развитіе, увеличивая барометрической градиентъ между материкомъ и моремъ, а также перемѣщенія минимумовъ, хотя и въ районѣ моря, во всякомъ случаѣ должны оказывать вліяніе какъ на самое осуществленіе бору, такъ и на ея развитіе. Но сравнительно съ антициклонами внутри страны Черноморскіе минимумы при борѣ бываютъ выражены обыкновенно слабо и не отличаются значительнымъ развитіемъ. За отсутствіемъ наблюденій въ самомъ морѣ, мы не можемъ опредѣлить давленія въ центрѣ этихъ минимумовъ, но судя по береговымъ наблюденіямъ, давленіе въ Новороссійской бухтѣ не только въ наиболѣе сильныя бору, осеннія и зимнія, но и въ лѣтнія, въ среднемъ даже выше нормального, именно:

Зима.	Весна.	Лѣто.	Осень.
764 мм.	760 мм.	759 мм.	765 мм.

При изслѣдованіи приходилось даже замѣчать, что циклонъ на морѣ обнаруживается иногда уже послѣ того, какъ въ Новороссійскѣ подъ вліяніемъ антициклона, находящагося внутри страны, задулъ сильный сѣверовосточный вѣтеръ, такъ что въ этихъ случаяхъ ми-

нимумъ на Черномъ морѣ является какъ бы результатомъ боры, а не ея причиной (напримѣръ, въ бору 17—24 декабря 1899 годъ).

Низкое давленіе воздуха на Черномъ морѣ въ холодное время года, когда именно и наблюдаются сильныя боры, явленіе, такъ сказать, нормальное, и потому одно появленіе антициклоновъ во внутренней Россіи можетъ уже считаться опаснымъ для Новороссійска, такъ какъ при обычномъ давленіи на морѣ могутъ создаться подходящія условія для осуществленія боры. Поэтому важно изслѣдовать вопросъ, не является ли присутствіе антициклоновъ въ среднихъ и южныхъ губ., или направляющихся въ эти районы, условіемъ не только необходимымъ, но въ то же время и достаточнымъ для того, чтобы въ Новороссійскѣ была бора, или же все-таки для этого требуется, кромѣ того, наличность подходящихъ условій и въ районѣ Новороссійска?

Судя по приведеннымъ картамъ путей антициклоновъ при борѣ одно присутствіе барометрическаго максимума въ опасномъ районѣ, напр. въ среднихъ губ., даже и при достаточномъ его развитіи, само по себѣ, можетъ еще не обуславливать боры въ Новороссійскѣ. Въ самомъ дѣлѣ, возьмемъ бору, наблюдавшуюся въ февралѣ 1892 годъ (№ 26): рассматривая на картѣ I путь максимума, при которомъ происходила эта бора, мы видимъ, что съ перемѣщеніемъ центра этого максимума съ средней Волги къ Смоленску (24-го февраля), бора въ Новороссійскѣ прекратилась, хотя максимумъ по прежнему отличается значительнымъ развитіемъ (782 мм.); дойдя до Вильны, максимумъ этотъ (27-февраля) повернулъ назадъ и съ приближеніемъ къ верховьямъ Днѣпра, несмотря на то, что былъ уже слабѣе, чѣмъ раньше у Смоленска (775 мм.), опять вызвалъ бору въ Новороссійскѣ. Однако за это время условія давленія на Черномъ морѣ измѣнились: раньше (24-го) давленіе въ Новороссійскѣ на уровнѣ моря было 766 мм., а 27-го уже 761 мм., такъ какъ въ районѣ Сочи-Батума появился барометрическій минимумъ въ 758 мм. Въ первомъ случаѣ, слѣдовательно, обуславливающую роль для боры имѣлъ антициклонъ, проходившій по средней Россіи: съ удаленіемъ антициклона отъ опаснаго положенія, бора стихаетъ; во второмъ же случаѣ бора произошла подъ совмѣстнымъ вліяніемъ антициклона, снова приблизившагося къ опасному району, и минимума, образовавшагося у сѣверовосточныхъ береговъ Чернаго моря.

Другой примѣръ: бора въ январѣ 1894 года (№ 69). Начавшись 4-го января подъ вліяніемъ надвигавшагося съ Скандинавскаго полуострова антициклона, эта бора 6-го съ ослабленіемъ максимума и повышеніемъ давленія на Черномъ морѣ стихаетъ; но на слѣдующій день, при усиленіи максимума въ среднихъ губ. и пониженіи давленія на морѣ, снова возобновляется. 8-го января къ вечеру, когда центръ максимума перемѣстился къ Дону, бора въ Новороссійскѣ, однако, опять прекращается; 9—10 января распределеніе атмосфернаго давленія въ общемъ въ Россіи остается безъ измѣненій, но 11-го, когда на морѣ начинается паденіе барометра, а максимумъ переходитъ въ южныя губ. (Кіевъ 783 мм.), бора задула снова.

Интересный случай представляла бора 30-го декабря 1895 г. Утромъ этого дня, когда центръ максимума находился въ средней Россіи, и высокое давленіе распростра-

лось на весь Кавказъ, гдѣ давленіе превышало 765 мм., въ Новороссійскѣ при давленіи въ 763 мм. дула бора со скоростью 20 метр. въ сек., температура была — 7°. Къ вечеру давленіе на морѣ понизилось до 755 мм., пониженіе захватило и Кавказъ (760 — 765 мм.), вмѣстѣ съ тѣмъ, хотя главный барометрическій максимумъ и остается безъ измѣненій, NE въ Новороссійскѣ ослабѣваетъ до 11 метровъ въ сек., и температура поднимается до — 5°. Утренняя синоптическая карта 31-го декабря весьма схожа съ вечерней 30-го декабря, только на Кавказѣ давленіе еще болѣе понизилось (755—760 мм.), но погода въ Новороссійскѣ рѣзко измѣняется: дуетъ W съ скоростью въ 1 метръ въ сек., температура 1°, дождь.

Прекращеніе боры въ данномъ случаѣ произошло, слѣдовательно, съ распространеніемъ вліянія Черноморскаго минимума на Кавказъ.

Такъ какъ въ разсматриваемыхъ случаяхъ прохожденія антициклоновъ по внутренней Россіи боры рано или поздно все же наблюдались, то для опредѣленнаго рѣшенія вышепоставленнаго вопроса эти примѣры еще недостаточны. Поэтому мы разсмотрѣли еще по синоптическимъ картамъ *ость* антициклоны, проходившіе черезъ среднія и югозападныя губ. въ зимніе, какъ наиболѣе опасныя, сезоны 1891—1900 гг. и имѣвшіе давленіе въ центрѣ выше минимальнаго, при которомъ была отмѣчена въ Новороссійскѣ бора (см. табл. VII), и мы могли убѣдиться въ томъ, что случаи, когда прохожденіе максимумовъ черезъ среднія губ. не сопровождается борой въ Новороссійскѣ, возможны, хотя и довольно рѣдки. За весь 10-лѣтній періодъ мы встрѣтили только пять такихъ случаевъ: 3—5 января 1891 г., 17—19 февраля 1893 г., 9—12 февраля 1895 г., 6—8 декабря 1896 г. и 9—13 января 1897 г., когда прохожденіе барометрическихъ максимумовъ съ сѣверозапада черезъ среднія губ. на юговостокъ при давленіи въ ихъ центрахъ 775—780 мм. не сопровождалось борой въ Новороссійскѣ.

Во всѣхъ этихъ случаяхъ высокое давленіе воздуха распространялось и на Черное море, гдѣ температура была ниже нормы, такъ что не было благоприятныхъ условій для того, чтобы могъ образоваться достаточный для боры барометрическій градиентъ между материкомъ и моремъ. Случаи эти, однако, такъ рѣдки, что въ общемъ мало уменьшаютъ обуславливающую роль для боры антициклоновъ, появляющихся въ средней Россіи. Что же касается антициклоновъ, центры которыхъ зимой располагались въ югозападныхъ губ., всѣ они въ изслѣдуемый періодъ вызывали въ Новороссійскѣ бору: другое необходимое условіе для боры, присутствіе подходящихъ барометрическихъ минимумовъ на морѣ, въ этихъ случаяхъ выполнялось какъ бы само собой.

Изъ всего вышеизложеннаго относительно общихъ метеорологическихъ условій, при которыхъ происходитъ бора въ Новороссійскѣ, достаточно ясно слѣдуетъ, что для осуществленія боры эти условія должны скомбинироваться такимъ образомъ, чтобы между материкомъ и моремъ въ районъ Новороссійска могъ получиться значительный барометрическій градиентъ.

Для заключительной иллюстраціи этихъ общихъ условій мы приводимъ въ концѣ ра-

боты для разныхъ временъ года изслѣдуемаго 10-лѣтняго періода синоптическія карты Ежедневнаго Бюллетеня Н. Г. Ф. О. за тѣ дни и отдѣльные сроки, когда въ Новороссійскѣ свирѣпствовали наиболѣе сильныя боры, а также за предшествующіе и послѣдующіе дни.

Эти карты, являясь такимъ образомъ типическими картами Новороссійской боры, относятся къ слѣдующимъ борамъ:

17—24 декабря 1899 года

7—11 марта 1898 »

30 авг.—2 сент. 1900 »

14—17 октября 1896 года.

На всѣхъ этихъ картахъ находимъ рѣзко выраженный антициклонъ во внутренней Россіи и барометрической минимумъ у сѣверовосточныхъ береговъ Чернаго моря¹⁾.

VI.

Изслѣдованіе метеорологическихъ условій въ районѣ Новороссійска при борѣ. Состояніе давленія, температуры и воздушныхъ теченій въ Новороссійскомъ портѣ и на Мархотскомъ перевалѣ передъ борой, во время и послѣ боры. Сопоставленіе метеорологическихъ условій при борѣ въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ. Динамическое повышеніе барометра въ Новороссійскѣ при борѣ. Вертикальная температурная аномалія. Состояніе температуры при Новороссійской борѣ въ Кубанской низменности.

Основаніемъ для указаннаго изслѣдованія намъ послужили данныя 99 боръ, помѣщенныя въ таблицахъ А, изъ которыхъ мы составили приводимыя въ нижеслѣдующей таблицѣ среднія для барометра и температуры наканунѣ боры, во время боры и на другой день послѣ ея прекращенія; кромѣ того, въ этой же таблицѣ мы сообщаемъ данныя о направленіи вѣтра до и послѣ боры, максимальныя и минимальныя высоты барометра во время боры, максимальную силу NE и минимальную температуру, наблюдавшіяся во время боры.

¹⁾ Для района Чернаго моря эти карты пополнены и исправлены.

Таблица VIII.

Новороссійскъ 1891—1900 г.

Мѣсяцъ, число и годъ.	Наканунѣ боры.			Во время боры.							Послѣ боры.		
	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтровъ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	Барометръ.	Температ.	Максимальн. высот. баром.	Минимальн. высот. баром.	Макс. скор. вѣтра въ метр. въ сек.	Минимальн. температура.	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтровъ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	
Декабрь													
24—25 1892	57.4	5.5	0 SW SW	54.8	— 1.3	56.4	52.9	28	— 9.8	62.3	— 5.2	NE NE 0	
27—29 »	62.3	— 5.2	NE NE 0	60.9	— 6.4	62.1	59.6	28	— 12.6	58.6	— 1.2	NE NW NW	
8—14 1893	61.9	10.2	0 0 NE	60.1	0.4	64.8	55.3	28	— 4.5	65.6	6.7	0 SE NW	
29—30 »	58.1	3.1	0 0 NE	64.9	— 3.7	66.3	62.1	28	— 10.0	61.0	— 2.0	NN NW SW	
5—6 1894	67.0	7.1	0 SW 0	65.3	0.9	66.9	64.2	24	— 2.5	64.6	6.9	0 SW N	
11—12 1895	57.6	2.6	NW NW NW	58.0	— 0.2	59.2	56.2	20	— 3.0	64.1	— 0.8	NE NE 0	
22—25 1898	54.3	5.5	SW NE NE	61.4	— 8.9	64.9	57.1	28	— 18.6	62.5	— 2.1	NE 0 0	
17—24 1899	62.9	6.5	NE NE NE	64.1	— 9.8	68.1	59.0	34	— 25.0	64.7	— 3.2	NE NE NW	
Среднее	60.2	4.5		61.9	— 4.6	63.6	57.4	27	— 10.8	62.9	— 0.1		
Январь													
24—25 1891	51.0	4.8	NW SE NE	54.7	— 4.9	58.7	51.9	24	—	60.6	0.0	SW SW S	
29—30 »	62.0	— 1.8	NW SW NE	64.7	— 5.3	67.8	62.4	26	—	69.7	— 3.3	NW NW NW	
16—18 1892	52.5	10.9	SE28SE20 SE20	56.6	— 0.6	62.6	50.6	28	— 10.5	62.7	— 3.9	NE NE NE	
24—25 »	62.5	— 9.7	NE NE NE	63.6	— 12.3	69.5	59.9	20	— 16.2	64.2	0.8	SW SE SW	
3—9 1893	57.7	11.6	SE SE 0	56.3	— 5.8	61.7	46.2	40	— 14.6	52.5	3.0	0 SE 0	
16—20 »	53.5	— 5.2	NW NW NW	62.9	— 5.2	67.2	53.9	40	— 15.0	53.7	1.8	SE NW 0	
25 »	50.1	0.7	SE NW NW	55.9	— 1.3	58.6	53.4	24	— 1.9	53.2	6.5	NE N 0	
4—7 1894	61.3	4.1	0 0 0	64.5	— 8.1	70.2	59.1	30	— 20.0	65.7	— 4.0	NE NE 0	
11—13 »	67.2	5.0	0 NW 0	64.7	— 3.0	66.1	63.2	34	— 8.2	63.3	— 1.0	NW NW NE	
16—18 »	62.2	— 7.5	NE NE N	64.2	— 9.4	66.4	61.3	28	— 16.0	67.4	— 0.3	0 S S	
7 1896	58.9	0.1	NE NE NE	59.7	— 3.3	60.9	58.6	24	— 10.5	54.3	1.6	NE NE NE	
22—23 »	63.0	5.8	0 NE NE	62.7	— 5.3	64.3	61.1	23	— 9.0	61.5	0.9	NE 0 NW	
8—10 1900	63.9	6.5	S S NE	61.1	— 7.3	62.7	56.3	34	— 12.5	59.3	— 0.5	0 NW NE	
Среднее	58.3	1.9		60.9	— 5.8	61.4	56.7	29	— 12.2	60.6	0.1		
Февраль													
9—10 1891	68.7	— 0.9	NW NW NW	68.2	— 1.2	70.0	66.3	24	—	69.7	— 1.6	NE NE N	
22—23 »	62.2	— 1.7	NE NE NW	64.4	— 6.8	69.1	59.3	24	—	64.6	— 3.7	NW 0 0	
27—1 мартъ	57.8	— 2.6	NW NW W	61.3	— 5.3	64.2	59.7	26	—	61.6	3.5	0 SE 0	
21—23 1892	63.7	6.0	0 NE SW	64.6	2.5	66.8	63.1	30	— 1.4	62.7	3.2	NE SE E	
27—28 »	59.7	2.2	NE NE NE	59.5	— 1.3	62.4	57.0	30	— 5.8	58.5	3.3	0 SW SE	
5 1893	55.2	6.4	SE SE S	57.4	— 11.5	60.8	55.0	30	— 17.2	67.0	— 9.9	W NW NE	

Мѣсяць, число и годъ.	Наканунѣ боры.			Во время боры.						Послѣ боры.		
	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра въ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	Барометръ.	Температ.	Максимальн. высот. баром.	Минимальн. высот. баром.	Макс. скор. вѣтра въ метр. въ сек.	Минимальн. температура.	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра въ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.
Февраль												
20—22 1894	59.0	— 2.3	NE NE N	65.7	— 4.5	67.0	63.3	20	— 6.7	60.3	— 3.2	0 NE NE
24—25 1895	60.9	1.9	NE NE NE	50.9	3.7	57.2	45.1	20	— 3.6	58.8	1.7	0 SE SW
24—27 1898	62.1	10.5	NW SE N	69.8	— 4.3	75.9	63.5	24	— 12.4	68.7	3.3	0 SE 0
19—21 1899	51.7	8.1	SE S SE	54.5	— 3.4	58.4	49.1	24	— 8.4	55.5	3.0	0 SE SE
24—26 1900	53.9	12.8	0 NE NE	59.4	0.8	62.9	55.8	18	— 3.3	62.6	4.6	0 SW 0
Среднее	59.5	3.7		62.1	— 2.5	65.0	57.1	25	— 7.4	62.7	0.4	
Мартъ												
17—22 1892	58.3	11.6	0 SE NE	57.4	— 6.1	60.4	53.9	30	— 0.6	62.5	5.2	N SE SW
22—23 1893	56.7	1.2	NE NW NW	58.4	1.2	60.3	56.2	28	— 2.6	58.5	— 1.0	NE NE NE
25—27 1894	61.8	2.3	NE SE NE	55.3	— 6.4	63.2	46.0	24	2.7	54.4	5.4	SE NE NE
29—31 »	54.4	5.4	SE NE NE	64.1	— 0.6	69.4	59.4	40 ¹⁾	— 6.0	62.1	6.7	SE SE 0
15—16 1897	64.0	2.9	NW SE NE	63.3	— 0.2	63.8	62.1	20	— 5.6	66.2	6.7	SW S SE
7—11 1898	64.3	4.4	NE NE NE	59.4	— 7.1	67.9	51.5	23	— 16.9	57.3	— 7.1	NE NE NE
20—21 1900	62.2	2.1	NE NE NE	59.5	1.4	60.5	57.8	20	— 2.8	61.3	1.2	NE N NE
Среднее	60.2	4.3		59.2	0.6	63.6	55.3	26	— 4.5	60.3	2.3	
Апрѣль												
9—10 1892	49.3	9.8	0 SE NE	57.0	0.8	60.9	50.9	24	— 1.1	63.5	3.1	NE W W
2— 3 1893	65.2	0.7	N W NE	66.1	2.5	68.6	64.3	28	— 2.7	61.3	6.2	0 SE 0
16—17 1894	58.1	10.8	NE 0 NE	59.6	7.1	61.7	58.4	28	3.1	62.9	10.8	NE NE 0
17—18 1898	61.6	1.6	NE NE NE	66.6	1.2	68.2	64.6	20	— 1.3	69.0	6.5	SE S 0
24—25 »	57.6	13.1	0 0 NE	55.9	13.6	57.0	54.6	20	8.5	55.7	12.3	0 SE 0
4— 5 1899	57.8	4.1	NE NE NE	59.6	4.6	61.5	55.8	20	2.2	60.4	6.5	NE SE E
25—28 »	54.5	14.8	0 NE NE	56.2	11.5	58.2	53.9	20	5.1	53.9	15.0	NE NE NE
10—11 1900	50.3	9.3	S S E	52.3	6.9	55.3	48.8	24	1.9	60.2	6.4	NE NE NE
Среднее	56.8	8.0		58.8	6.6	61.4	56.5	23	2.1	60.8	8.4	
Май												
8—10 1891	57.8	14.7	SE N NE	56.5	14.0	61.9	56.0	24	—	54.8	16.4	0 SE SE
21—23 »	62.7	19.4	0 SE W	59.5	21.6	64.9	56.5	24	13.8	53.8	21.2	E SE W
30— 3 1892	59.1	20.0	0 SE 0	51.8	17.6	53.1	47.4	30	5.0	55.7	14.0	0 SE 0
14—19 »	56.2	15.6	S S NE	56.0	14.6	58.8	53.1	24	9.0	55.1	13.5	0 SE 0
7— 8 1893	62.7	12.3	SE SE NE	57.0	17.6	59.9	54.3	24	7.5	55.4	12.1	0 S SW
23—26 »	60.6	14.5	0 SE NE	61.9	15.7	64.7	56.6	24	11.0	54.5	18.4	0 SE 0

1) Анемографъ отмѣтилъ 89 килом. въ часъ.

Мѣсяцъ, число и годъ.	Наканунѣ боры.			Во время боры.							Послѣ боры.		
	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	Барометръ.	Температ.	Максимальн. высот. баром.	Минимальн. высот. баром.	Макс. скор. вѣтра въ метр. въ сек.	Минимальн. температура.	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра въ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	
Май													
1—3 1898	57.8	12.8	0 SE NE	56.1	10.9	61.4	52.6	18	5.5	64.4	8.0	NE NE NE	
6—7 1900	57.2	17.9	0 NE 0	53.0	17.7	55.3	51.2	20	11.7	56.2	14.2	0 0 0	
Среднее	59.3	15.9		56.6	15.2	60.0	53.5	24	9.1	56.2	14.7		
Июнь													
28—29 1892	54.3	28.3	NE SE NE	56.9	26.4	58.6	55.3	24	22.5	55.1	26.4	NE NE NE	
Июль													
19—20 1891	50.7	24.4	SW SW SE	54.6	20.0	56.2	52.4	30	16.8	56.6	22.7	NE E 0	
30—31 1892	58.2	25.4	0 NW NE	55.0	23.1	58.0	51.3	20	20.2	53.4	21.4	SE W S	
Августъ													
12 1891	57.3	26.8	NE E NE	57.7	25.3	53.9	53.5	28	23.0	55.3	24.3	0 SE SE	
27—29 »	59.3	23.5	NW NE 0	56.1	25.3	59.0	50.8	40	20.5	52.6	24.8	W SE 0	
6—11 1892	52.3	27.2	NW NW N	56.8	23.5	60.1	52.7	28	16.5	56.7	25.7	0 SE NE	
14—16 »	55.8	26.9	NE N N	57.4	25.8	58.8	56.3	24	21.0	56.7	27.5	NE N N	
25—26 »	58.0	21.1	E N NW	59.3	25.8	60.4	59.0	24	23.8	57.1	27.3	0 E NE	
19—21 1893	60.7	22.4	SE SE NW	62.4	23.0	64.7	59.6	28	18.5	57.8	27.9	NE NE NE	
6—7 1894	54.5	23.7	0 SE 0	52.8	26.3	54.7	50.0	20	20.2	51.5	26.9	NE NE NE	
15—17 1898	51.8	28.8	0 NE NE	56.7	23.1	58.9	54.9	24	16.1	56.7	25.3	0 SE 0	
22—25 »	58.2	23.7	NE NE NE	57.6	21.6	60.2	55.5	20	15.8	57.1	20.9	S SE SE	
17—19 1900	54.3	27.3	0 SE NE	55.6	23.0	58.2	53.4	20	16.8	57.4	27.1	SE E NE	
30—2 »	55.4	23.9	SE S S	57.3	16.0	60.2	53.8	24	10.1	60.8	18.9	SW E 0	
Среднее	55.8	25.2		57.0	23.0	58.7	54.2	25	18.7	56.1	24.8		
Сентябрь													
4—5 1891	61.1	22.5	NW NE 0	57.3	28.2	60.2	53.1	20	21.1	53.0	25.3	0 SW W	
14—15 »	59.6	16.6	0 E NE	61.3	14.6	62.3	60.5	40	8.0	59.7	18.4	W NE 0	
25—26 »	56.9	18.0	0 NW NE	62.9	10.9	65.3	61.8	28	7.6	59.3	11.9	NE NE NE	
14—15 1892	63.6	24.0	0 NW 0	64.6	22.6	65.1	64.0	20	19.3	62.1	25.0	NE SE NE	
24—25 »	60.5	21.7	NE NE 0	58.7	15.9	60.0	57.8	28	9.9	59.9	17.7	NE NE NE	
8—11 1896	54.9	23.7	0 S 0	58.3	13.2	62.0	55.3	18	9.4	54.3	19.4	0 SE 0	
Среднее	59.4	21.1		60.2	16.9	62.4	58.8	26	12.6	58.1	19.6		
Октябрь													
7—8 1891	64.7	16.9	0 N NE	62.6	16.6	64.4	60.1	20	11.0	59.5	16.4	E NE N	
11—17 »	58.9	16.9	0 NE NE	59.5	12.9	62.5	56.1	40	6.0	62.5	16.2	NE SE 0	
30—31 »	51.6	14.9	SE 16 S NW 20	54.8	4.1	57.4	52.7	24	— 0.2	56.8	5.2	NW NE NE	
27—29 1892	59.2	17.3	NE SE 0	61.1	7.6	72.0	63.8	28	— 0.8	62.4	14.9	0 SE W	

Мѣсяцъ, число и годъ.	Наканунѣ боры.			Во время боры.						Послѣ боры.		
	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	Барометръ.	Температ.	Максимальн. высот. баром.	Минимальн. высот. баром.	Макс. скор. вѣтра въ метр. въ сек.	Минимальн. температура.	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра въ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.
Октябрь												
19—20 1895	59.7	17.3	E SE 0	59.7	15.2	60.8	58.5	20	8.3	58.3	15.5	0 SE 0
14—17 1896	64.1	20.6	0 SE W	65.3	11.0	68.2	62.5	20	— 0.6	63.6	12.0	NW SE SE
14—17 1897	57.9	19.5	SW SE NE	66.7	15.0	68.5	64.2	24	10.6	65.0	19.4	NW NE NE
10—12 1899	55.8	15.3	S NE NE	60.4	7.4	62.0	58.4	20	3.0	57.8	15.0	0 S 0
Среднее	59.0	17.3		61.6	11.5	64.5	59.5	25	4.7	61.0	14.3	
Ноябрь												
3 1891	65.5	2.7	NE NE NE	64.6	5.3	66.3	62.6	40	— 0.3	60.5	10.0	0 SE 0
7—13 »	64.9	4.5	NW NW NW	64.1	— 0.7	71.8	59.1	28	— 7.2	61.2	5.4	0 SE 0
7— 8 1892	62.7	14.5	0 S NE	61.5	10.4	62.0	60.7	20	5.5	62.7	7.5	N N N
27—29 »	60.5	3.6	0 N NE	68.2	— 6.8	61.5	60.3	30	—11.5	62.5	2.4	NE NE 0
11—15 1893	60.1	7.2	NE NE NE	62.1	4.0	70.6	53.6	24	— 3.7	61.8	8.9	0 0 NE
2— 3 1894	57.7	10.6	SE NE NE	62.8	6.5	64.9	61.3	25	1.6	59.4	15.0	0 SE NE
16—21 »	65.0	13.4	0 NE NE	65.0	4.5	67.3	61.4	28	— 2.5	63.9	1.9	NE NE NE
24—26 »	63.1	2.7	NE NE 0	66.9	0.2	68.7	65.3	26	— 3.6	68.9	0.1	NW NE NE
18—20 1895	69.1	6.1	N NE NE	61.5	4.5	63.7	58.6	20	1.3	60.6	3.4	NE NE NE
29—2д. »	57.9	1.0	NW NE NE	59.6	— 3.3	62.8	53.8	20	—11.0	64.1	2.4	NW NE NE
23—24 1896	62.2	9.9	SW NE SW	63.1	0.6	63.6	62.6	24	— 3.8	69.8	1.5	NE NE NE
20—21 1898	67.1	3.3	SW NE NE	63.9	1.2	65.8	60.5	20	— 0.8	56.3	5.7	NE NE SW 20
4— 9 1900	67.6	7.5	0 NW 0	66.7	3.2	70.6	62.6	24	— 2.3	64.9	0.4	NE NE NE
14—15 »	61.7	8.8	0 0 NE	61.2	4.2	63.6	58.9	20	— 0.7	61.0	10.0	NE NE E
18 »	61.4	9.3	NW 0 NW	60.7	6.7	61.7	59.2	24	1.8	64.0	8.8	0 0 0
21—22 »	65.1	9.6	0 SE 0	67.1	3.3	67.7	66.6	28	— 1.0	62.4	10.9	NE NE E
Среднее	63.2	7.2		64.0	2.1	65.8	60.4	25	— 2.4	62.8	5.9	

По условіямъ атмосфернаго давленія Новороссійскія боры въ общемъ можно разбить на двѣ категоріи: боры, при которыхъ давленіе въ среднемъ повышается, и боры, при которыхъ давленіе понижается; въ первомъ случаѣ, слѣдовательно, факторомъ, вызывающимъ бору, является усиленіе или приближеніе къ Новороссійску антициклона, находящагося во внутренней Россіи, во второмъ — усиленіе или приближеніе барометрическаго минимума, находящагося или возникающаго на Черномъ морѣ. Первыя боры составляютъ большинство (60% всѣхъ боръ) и преобладаютъ, кромѣ весны, во всѣ времена года.

Съ прекращеніемъ боры, ходъ барометра въ однихъ случаяхъ измѣняется на обратный, т. е. прекращеніе боры обуславливается удаленіемъ или ослабленіемъ максимума или

минимума, въ другихъ случаяхъ — и послѣ боры барометръ продолжаетъ повышаться или понижаться, т. е. максимумъ или минимумъ захватываютъ въ сферу своего вліянія и районъ Новороссійска.

Крайнія величины давленія при борѣ показываютъ, однако, что барометръ во время боры подвергается значительнымъ колебаніямъ: такъ, напримѣръ, въ 45% всѣхъ боръ барометръ послѣ повышенія или пониженія снова соотвѣтственно попижался или повышался сравнительно съ той высотой, какую онъ имѣлъ передъ борой, т. е. въ этихъ случаяхъ бора какъ бы обуславливалась то вліяніемъ барометрическаго максимума, то вліяніемъ минимума.

Такихъ боръ, во время которыхъ давленіе воздуха оставалось всегда выше, чѣмъ передъ борой, было 33%, а боры, при которыхъ давленіе все время было ниже, чѣмъ передъ борой, составляютъ 22%¹⁾.

Что касается направленія вѣтра передъ борой, то большею частью наканунѣ боры наблюдается тоже NE, такъ что бора въ большинствѣ случаевъ не является внезапно; однако не мало случаевъ, когда передъ борой господствуетъ штиль, рѣже дуютъ вѣтры сѣверозападнаго и юговосточнаго направленія, но особенно рѣдки наканунѣ боры — западные и восточные вѣтры. NE продолжаетъ дуть въ большинствѣ случаевъ и по окончаніи боры; затѣмъ по повторяемости послѣ прекращенія боры слѣдуетъ штиль и юговосточные вѣтры, остальные направленія вѣтровъ по прекращеніи боры встрѣчаются значительно рѣже.

Температура при борѣ въ громадномъ большинствѣ случаевъ понижается, но при нѣкоторыхъ борахъ (13% всѣхъ боръ) наблюдалось и повышеніе температуры. Эти послѣдніе случаи приходятся главнымъ образомъ на теплую половину года и ни разу не наблюдались въ боры съ октября по январь: въ общемъ въ холодную половину года боры, во время которыхъ температура поднимается сравнительно съ температурой наканунѣ боры, составляютъ только 3%, тогда какъ въ теплую половину года такихъ боръ насчитывается уже 30%. Такимъ образомъ, *Новороссійская бора въ нѣкоторыхъ случаяхъ, особенно въ теплое время года, носитъ характеръ фѣна*, который, какъ извѣстно, представляетъ собой также бурный вѣтеръ, дующій порывами, какъ и бора, сверху внизъ въ сѣверныхъ альпійскихъ долинахъ, но только преимущественно южнаго направленія; при фѣнѣ температура обыкновенно сильно повышается. Условія происхожденія фѣна въ общемъ таковы же, какъ и при борѣ: необходима значительная разность давленія воздуха между южнымъ и сѣвернымъ склономъ Альпъ, т. е. присутствіе барометрическаго максимума въ сѣверной Италіи или минимума въ Швейцаріи. Это обстоятельство наводитъ на мысль, что бора и фѣнъ представляютъ собой явленія падающаго вѣтра одного и того же порядка, пониженіе же темпе-

1) Показанія барометра въ Новороссійскѣ передъ борой и при борѣ, какъ увидимъ ниже, не представляютъ собою величинъ вполне однородныхъ.

ратуры въ первомъ случаѣ и повышеніе во второмъ обусловливаются соотвѣтствующимъ состояніемъ температуры въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ находится барометрической максимумъ, и откуда дуетъ вѣтеръ. Дѣйствительно, въ лѣтнее время температура во внутренней Россіи, особенно, въ южныхъ губерніяхъ, при высокомъ стояніи барометра, можетъ быть значительно выше, чѣмъ въ Новороссійскѣ, и неудивительно, что воздухъ, приходящій изъ этихъ районовъ, можетъ при лѣтнихъ борахъ повышать температуру въ Новороссійскѣ. Въ дальнѣйшемъ изложеніи мы будемъ имѣть случай указать еще на другія аналогіи между борой и феномъ, теорія котораго, въ противоположность теоріи боры, въ настоящее время уже достаточно разработана.

Разсмотримъ теперь получающіяся изъ данныхъ помѣщенныхъ въ таблицѣ VIII боръ среднія величины метеорологическихъ элементовъ. Такъ какъ среднія для боръ различныхъ мѣсяцевъ могутъ показаться недостаточно надежными по сравнительно небольшому количеству боръ, входящихъ въ каждый мѣсяць, то мы сгруппировали боры еще и по временамъ года: для зимы, слѣдовательно, вошло 32 боры съ 96 бурными днями, для весны 23 боры съ 68 бурными днями, для лѣта 14 боръ съ 40 днями, и для осени 30 боръ, обнимающихъ 92 дня.

Полученныя среднія, приведенныя въ таблицѣ IX, даютъ намъ, такимъ образомъ, общее представленіе о характерѣ Новороссійскихъ боръ въ разныя времена года.

Таблица IX.

Новороссійскъ 1891—1900 гг.

	Наканунѣ боры.							Во время боры.						Послѣ боры.							
	Барометръ.	Температура.	Повторяемость вѣтровъ въ %.					Барометръ.			Температура.			Средняя макс. слм. сила Вѣ.	Барометръ.	Температура.	Повторяемость вѣтровъ въ %.				
			NE	SE	SW	NW	Штиль.	Средн.	Средн. макс.	Средн. миним.	Средн.	Средн. миним.	NE				SE	SW	NW	Штиль.	
Зима . .	59.4	3.2	38	15	8	21	18	61.6	64.4	57.0	— 4.5	—10.4	27	61.9	0.2	29	14	11	19	27	
Весна . .	58.7	9.6	50	20	3	7	20	58.1	61.6	55.1	8.0	2.2	24	59.1	8.7	36	26	9	3	26	
Лѣто . .	55.8	25.2	36	24	7	19	14	57.0	58.7	54.2	23.0	18.7	25	56.1	24.8	40	29	7	4	20	
Осень . .	61.3	12.7	41	11	7	14	27	62.7	64.8	59.8	7.1	2.5	25	61.3	10.9	49	14	4	9	24	

Судя по этимъ среднимъ, барометръ въ Новороссійскѣ передъ борой лѣтомъ, осенью и зимой стоитъ нѣсколько ниже нормы, т. е. уже существуютъ благоприятныя условія для

боры, если внутри страны появится антициклонъ; во время же боры барометръ въ среднемъ повышается и становится выше нормы (ср. табл. I); между тѣмъ весной передъ борой давленіе воздуха повышено сравнительно съ нормой, а при борѣ понижается въ среднемъ до нормальной высоты, слѣд. весной осуществленіе боры связапо съ появленіемъ барометрическаго минимума на Черномъ морѣ.

Послѣ боры зимой барометръ продолжаетъ повышаться, т. е. прекращеніе боры какъ бы обуславливается распространеніемъ вліянія максимума на море, въ остальные же времена года ходъ барометра, съ прекращеніемъ боры, измѣняется на обратный: весной давленіе повышается, а лѣтомъ и осенью падаетъ, т. е. бора стихаетъ съ измѣненіемъ условій, вызвавшихъ бору.

Среднія изъ максимальныхъ и минимальныхъ величинъ, до какихъ барометръ доходилъ въ отдѣльныя боры, показываютъ, однако, что давленіе воздуха при борѣ подвергается рѣзкимъ колебаніямъ: барометръ вообще то поднимается выше, то опускается ниже той высоты, на какой онъ находился передъ борой. Въ зимнія боры колебанія барометра въ среднемъ составляютъ 7.4 мм., въ весеннія — 6 мм., осенью — 5 мм. и лѣтомъ — 4.5 мм.; въ отдѣльныхъ случаяхъ колебанія эти достигаютъ громадныхъ величинъ: такъ въ бору 25—27 марта 1894 г. амплитуда колебаній барометра была 17.2 мм., въ бору 7—11 марта 1898 г. — 16.4 мм., въ бору 3—9 января 1893 г. — 15.5 мм., въ бору 24—27 февраля 1898 г. — 12.4 мм. и т. д. Въ послѣднюю бору, между прочимъ, давленіе въ Новороссійскѣ доходило до рѣдкой высоты — 775.9 мм. или, по приведеніи къ уровню моря, до 779.5 мм.

Относительно воздушныхъ теченій передъ борой и послѣ, какъ уже указывалось, можно замѣтить, что вообще наблюдаются вѣтры всѣхъ направленій, но NE во всѣ времена года преобладаетъ.

Вслѣдствіе того, что NE въ большинствѣ случаевъ начинаетъ дуть еще и наканунѣ боры, температура передъ борой можетъ быть уже нѣсколько понижена въ среднемъ сравнительно съ нормой, какъ это и показываютъ среднія для весны, зимой температура передъ борой въ среднемъ близка къ нормальной, а лѣтомъ и осенью — выше.

Во время боры температура въ среднемъ обыкновенно понижается: особенно сильное охлажденіе происходитъ въ зимнія боры, когда температура падаетъ въ среднемъ на $7^{\circ}7$, и наступаютъ морозы; осенью охлажденіе равняется $5^{\circ}6$, лѣтомъ — $2^{\circ}2$, весной же только — $1^{\circ}6$ сравнительно съ днями передъ борой. Крайнія величины показываютъ, что зимой во время боры въ Новороссійскѣ температура опускается вообще ниже — 10° . Разсматривая въ этомъ отношеніи отдѣльныя боры, мы приходимъ къ заключенію, что при борахъ, наблюдающихся въ періодъ съ октября по апрѣль, температура можетъ опускаться ниже 0° . Самое сильное охлажденіе наблюдалось въ бору 17—24 декабря 1899 г., когда минимальная температура была отмѣчена въ — 25° ; за этой борой по силѣ охлажденія слѣдуютъ: бора 4—7 января 1894 года, когда температура опускалась до — 20° , и бора 22—25 декабря 1898 г., во время которой минимальная температура доходила до — $18^{\circ}6$.

Въ февралѣ самое сильное охлажденіе было въ бору 1893 г. (5-го), до $-17^{\circ}2$; въ мартѣ въ бору 1898 г., 7—11, до $-16^{\circ}9$; въ апрѣлѣ минимальная температура опустилась до $-2^{\circ}7$, въ бору 1893 г. (2—3); въ октябрѣ самая пизкая температура $-0^{\circ}8$ наблюдалась въ бору 1892 г. (27—29) и наконецъ въ ноябрѣ $-11^{\circ}5$, 1892 г. (27—29).

Вообще, какъ это можно видѣть и по мѣсячнымъ среднимъ въ таблицѣ VIII, наиболѣе рѣзкими пониженіями температуры отличаются декабрьскія боры, при которыхъ температура въ среднемъ опускается на 9° ниже сравнительно съ температурой наканунѣ боры; въ слѣдующіе мѣсяцы это пониженіе становится меньше, и въ маѣ температура передъ борой и во время боры въ среднемъ разнится только на $0^{\circ}7$; но лѣтомъ опять эта разница начинаетъ возрастать и увеличивается до декабря.

Съ прекращеніемъ боры, какъ показываетъ таблица IX, температура въ среднемъ вообще повышается, однако это повышение меньше, чѣмъ предшествовавшее охлажденіе: зимой послѣ боры температура поднимается въ среднемъ на $4^{\circ}7$, осенью — на $3^{\circ}8$, лѣтомъ — на $1^{\circ}8$ и весной — только на $0^{\circ}7$.

Въ общемъ самыми опасными борами въ Новороссійскѣ слѣдуетъ признать зимнія и мартовскія, при которыхъ температура всегда опускается ниже 0° и, слѣдовательно, возможно обледенѣніе, а изъ осеннихъ — ноябрьскія; въ остальное время года боры опасны главнымъ образомъ только тѣмъ волненіемъ, которое онѣ разводятъ въ бухтѣ.

Разсмотримъ теперь состояніе метеорологическихъ элементовъ во время Новороссійской боры на Мархотскомъ перевалѣ, откуда именно и низвергаются при борѣ воздушныя массы.

Для этой цѣли мы изъ таблицъ метеорологическихъ наблюденій Мархотскаго перевала составили таблицы В, подобныя таблицамъ А для Новороссійскаго порта (см. приложеніе въ концѣ работы). Изъ этихъ данныхъ мы затѣмъ вывели среднія величины для барометра и температуры на Мархотѣ передъ борой, во время боры и послѣ боры, а также, какъ и для Новороссійска, выписали направленіе вѣтра до и послѣ боры, максимальныя и минимальныя высоты барометра во время боры, минимальную температуру и максимальную скорость вѣтра, какія наблюдались при борѣ, однимъ словомъ, составили такого же рода таблицу, какъ и для Новороссійскаго порта, по уже только за періодъ 1894—1900 гг. При этомъ, чтобъ имѣть возможность сравнивать состоянія барометра на Мархотѣ и въ Новороссійскомъ портѣ, мы давленіе, наблюдавшееся на Мархотскомъ перевалѣ, привели по формулѣ Рюльмана къ уровню центральной станціи.

Полученныя данныя приводимъ въ нижеслѣдующей таблицѣ.

Таблица X.

Мѣсяць, число и годъ.	Наканунѣ боры.			Во время боры.						Послѣ боры.		
	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра въ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	Барометръ.	Температ.	Максимальн. высот. баром.	Минимальн. высот. баром.	Макс. скор. вѣтра въ метр. въ сек.	Минимальн. температура.	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра въ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.
Декабрь												
5—6 1894	66.2	4.3	SW SW SW	64.8	— 3.1	67.0	61.8	28	— 7.0	64.1	3.2	SW SW NNE
11—12 1895	56.7	— 1.4	NE NW NNE16	57.1	— 4.3	59.0	55.0	28	— 6.3	63.6	— 5.7	NE NNE 0
22—25 1898	54.7	1.5	SSW NNE NNE	60.2	— 13.8	62.9	56.9	34	— 23.9	62.5	— 7.3	NE NE SW
17—24 1899	64.0	— 4.3	NE NE NE	63.0	— 14.9	68.5	54.7	40	—	66.1	— 14.7	NE NE 0
Среднее	60.4	0.0		61.8	— 11.8	64.3	57.1	33	— 12.4	64.1	— 6.1	
Январь												
4—7 1894	60.7	— 1.0	SW SW NE	64.1	— 15.1	69.3	59.4	> 20	— 19.9 ¹⁾	66.7	— 14.0	NE NE NE
11—13 »	67.6	— 6.3	NNE NNE NE	65.1	— 11.2	66.5	62.7	> 20	— 17.7 ¹⁾	63.4	— 4.8	NE WSW NE
16—18 »	61.7	— 9.5	NE N N	64.3	— 20.4	67.2	60.8	> 20	— 25.7 ¹⁾	66.9	— 2.5	S SSW SW
7 1896	58.4	— 7.0	NE NE NE	59.7	— 9.4	61.2	59.0	20	— 9.9	55.0	— 8.4	NE18NNE16 NE
22—23 »	63.0	— 3.5	NE NE NE18	61.0	— 10.4	61.9	60.0	40	— 13.6	62.0	— 7.7	NE NE 0
8—10 1900	63.6	3.5	SW16 S NE	59.3	— 12.3	62.8	55.4	28	—	59.6	— 2.6	0 0 NE
Среднее	62.5	— 4.0		62.8	— 13.9	64.8	59.6	> 25	— 17.4	62.3	— 6.7	
Февраль												
20—22 1894	56.6	— 6.0	NE20 NE20 NNE20	64.9	— 8.5	64.6	63.6	> 20	— 11.5	60.5	— 9.3	NE NE NE
24—25 1895	60.7	— 3.4	NE NE NE	50.9	— 2.3	57.3	44.9	24	— 5.5	57.4	— 3.3	0 SW SW28
24—27 1898	61.9	7.8	SSW SSW NE	68.7	— 9.2	74.1	63.4	34	— 17.0	68.3	2.5	SSE 0 0
19—21 1899	51.5	4.5	SW SW SSW	54.5	— 8.4	59.2	49.1	34	— 13.0	54.7	— 2.9	SW SW SW20
24—26 1900	54.4	3.5	NE NE NE	59.2	— 3.8	59.7	55.5	34	—	62.9	— 1.4	NE 0 0
Среднее	57.0	1.3		60.8	— 6.9	63.0	55.3	> 28	— 11.8	60.8	— 2.9	
Мартъ												
25—27 1894	61.3	— 2.4	NE SSW N	54.8	0.5	62.1	46.1	28	— 3.6	53.8	0.9	NNE NNE NNE
29—31 »	53.8	0.9	NNE NNE NNE	60.8	— 4.9	65.8	55.8	40	— 10.4	62.1	1.1	NE NE SW
15—16 1897	63.7	— 0.7	ENE SW NNE	62.7	— 5.8	63.6	62.0	28	— 13.0	66.5	— 1.3	NE SW SSW
7—11 1898	63.9	— 2.4	NE NNE NE20	57.1	— 11.4	65.4	50.1	40	— 17.9	57.1	— 11.8	NE NE NE
20—21 1900	62.6	— 1.9	NE NE NE16	58.5	— 5.5	59.9	56.6	34	—	61.1	— 3.5	NE NNE NNE
Среднее	61.1	— 1.3		58.3	— 6.2	63.6	54.1	34	— 11.2	60.1	— 2.9	
Апрѣль												
16—17 1894	56.7	6.1	NE NE16 NE20	56.0	2.6	60.5	53.9	40	— 2.1	62.1	6.4	NNE NNE NNE
17—18 1898	60.6	— 2.2	NE NE NE18	64.7	— 3.7	66.2	62.1	34	— 5.5	68.1	2.2	NE 0 SW
24—25 »	57.1	11.1	SW SW NE	55.3	8.4	55.9	54.9	28	5.4	55.3	7.8	NE SW SW

1) По термографу.

Мѣсяць, число и годъ.	Наканунѣ боры.			Во время боры.							Послѣ боры.		
	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтровъ 7 ^у у., 1 ^а д. и 9 ^а в.	Барометръ.	Температ.	Максимальн. высот. баром.	Минимальн. высот. баром.	Макс. скор. вѣтра въ метр. въ сек.	Минимальн. температура.	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтровъ 7 ^у у., 1 ^а д. и 9 ^а в.	
Апрѣль													
4—5 1899	58.0	— 0.4	NE NE18 NE20	58.4	0.2	60.6	54.9	34	— 1.9	60.7	1.9	NE WSW 0	
25—28 »	54.7	11.3	NE NE NE	55.3	7.5	57.7	51.1	34	0.7	54.3	7.7	NE NE NNE	
10—11 1900	47.9	6.1	SW34 SW28 SW	51.1	2.4	53.4	47.8	28	— 1.3	59.8	2.3	NE NE18 NE	
Среднее	55 .	5.3		56.6	3.7	59.1	54.1	33	— 0.8	60.1	4.7		
Май													
1—3 1898	57.2	11.3	0 SW NE16	53.0	6.6	57.7	51.4	40	1.7	63.6	3.9	NE16 NE NE	
6—7 1900	57.0	15.5	NE NE NE	52.4	12.3	55.1	49.6	24	5.8	56.2	10.1	0 0 SW	
Среднее	57.1	13.4		52.8	8.9	56.4	50.5	32	3.8	59.9	7.0		
Августъ													
6—7 1894	53.8	21.3	0 SSW ENE	52.1	21.6	54.2	49.9	20	14.5	51.2	21.5	NE NE16 NE16	
15—17 1898	50.7	23.7	NNE NNE NNE20	54.9	18.3	57.0	52.9	34	10.9	56.0	20.4	NNE SW N	
22—25 »	57.4	18.9	NE NNE NNE16	56.2	16.7	58.8	54.9	24	10.2	56.2	15.9	SW WSW NNE	
17—19 1900	53.8	23.4	SW SW NE 24	55.1	17.8	57.7	52.3	28	9.9	56.9	22.0	NE NNE NE	
30—2 »	54.6	19.1	SW SW18 SW18	56.6	11.8	62.0	53.3	34	6.4	60.4	14.5	NNE NE NE	
Среднее	54.1	21.3		55.3	16.6	57.9	52.7	28	10.4	56.1	18.9		
Сентябрь													
8—11 1896	54.4	19.7	SW WSW SW	57.7	8.2	61.1	56.3	28	5.2	53.7	13.0	NE NE NNE	
Октябрь													
19—20 1895	59.1	13.3	SSW SSW NNE	59.2	8.4	60.5	58.5	34	3.4	56.5	15.1	0 SSW NE	
14—17 1896	64.9	19.5	SSE SW NNE	63.1	5.4	65.0	59.4	40	— 6.5	64.2	11.5	0 SSW 0	
14—17 1897	57.2	15.3	WSW S NNE	65.8	9.6	67.4	63.8	28	2.8	65.3	10.4	NE NE NE	
10—12 1899	55.8	11.7	SW NE NE24	59.8	2.8	61.2	58.2	34	0.1	58.1	9.5	NE NE 0	
Среднее	59.3	15.0		62.6	6.6	63.5	60.0	34	0.0	61.0	11.6		
Ноябрь													
2—3 1894	55.9	6.7	WSW24 NENE24	62.1	0.9	63.6	60.8	28	— 2.0	59.1	11.5	SSW SSW NNE	
16—21 »	64.6	7.7	NE NE NE18	62.0	0.9	66.5	57.0	40	— 7.2	63.7	— 4.3	NE NE NE	
24—26 »	64.3	— 3.2	NE NE NE	66.9	— 4.6	68.9	64.5	28	— 8.7	68.9	— 6.5	NE16 NE NE	
18—20 1895	67.9	1.7	NE N NE24	60.8	— 0.6	62.7	58.7	24	— 1.8	60.0	— 0.3	NE NE NE	
29—2д. »	56.8	— 3.3	N N NNE24	59.4	— 8.1	62.7	54.2	34	— 15.3	64.0	— 1.8	SW NE NE16	

Мѣсяць, число и годъ.	Наканунѣ боры.			Во время боры.							Послѣ боры.		
	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	Барометръ.	Температ.	Максимальн. высот. баром.	Минимальн. высот. баром.	Макс. скор. вѣтра въ метр. въ сек.	Минимальн. температура.	Барометръ.	Температ.	Направленіе вѣтра въ 7 ^ч у., 1 ^ч д. и 9 ^ч в.	
Ноябрь													
23—24 1896	61.4	5.5	NNE NE NE	60.7	— 3.2	62.4	57.2	40	— 8.9	69.4	— 5.5	NE NE NE28	
20—21 1898	64.4	—1.0	NE20 NE18 NE	60.5	— 3.0	63.3	57.3	28	— 4.6	53.5	— 0.4	NNE NNE SW40	
4— 9 1900	67.2	7.3	0 N NE	65.7	1.3	69.6	62.0	34	— 6.7	64.9	— 3.4	NE16 NE NE16	
14—15 »	62.1	0.3	NE NE NE	61.7	— 4.7	63.8	59.6	14	— 9.0	62.0	— 6.0	NE NE NNE	
18 »	61.8	—0.2	0 E NE	60.2	— 4.1	60.5	59.9	18	— 7.6	64.1	6.5	0 0 0	
21—22 »	64.8	7.4	0 SW NE	66.0	— 2.5	68.1	62.9	40	— 8.0	62.5	3.3	NNE NE NE	
Среднее	62.8	2.6		62.7	— 1.9	64.7	59.5	30	— 7.3	62.9	— 0.6		

Сравнивая ходъ метеорологическихъ элементовъ при борѣ въ Новороссійскѣ и на Мархотскомъ перевалѣ, мы встрѣчаемъ въ отдѣльныхъ случаяхъ поразительное явленіе: оказывается, что при нѣкоторыхъ борахъ *даже въ среднихъ выводахъ* давленіе воздуха вблизи у бухты и наверху на перевалѣ имѣетъ обратный ходъ: именно, въ то время какъ вблизи давленіе при борѣ въ среднемъ повышается сравнительно съ тѣмъ, какое наблюдалось передъ борой, на Мархотѣ, наоборотъ, понижается; таковы боры: 17—24 декабря 1899 г., 16—17 апрѣля 1894 г., 14—17 октября 1896 г., 16—17 ноября 1894 г., и 23—24 ноября 1896 г.; въ октябрьскую бору 1896 г., кромѣ того, и послѣ боры барометръ обнаружилъ обратный ходъ: вблизи понизился, а наверху повысился. При всѣхъ этихъ борахъ сила вѣтра на Мархотскомъ перевалѣ достигла степени урагана, 40 метровъ въ сек. Затѣмъ, въ боры 8—10 января 1900 г., 15—17 августа 1898 г. и 14—15 ноября 1900 г., при которыхъ давленіе вверху и вблизи въ среднемъ понижалось, съ прекращеніемъ боры, какъ показываетъ таблица X, также наблюдался противоположный ходъ барометра въ Новороссійскѣ и на Мархотскомъ перевалѣ.

Такимъ образомъ, при наиболѣе сильныхъ борахъ даже въ среднихъ выводахъ обнаруживается чрезвычайно интересная аномалія: *измѣненія давленія на Мархотѣ, откуда низвергается бора, и въ Новороссійскѣ, куда падаютъ воздушныя массы, могутъ носить совершенно противоположный характеръ.*

Разсматривая затѣмъ состояніе воздушныхъ теченій на Мархотѣ, мы находимъ, что уже передъ борой атмосфера вверху находится далеко не въ спокойномъ состояніи: такъ изъ разсматриваемыхъ 49 боръ въ 18 случаяхъ т. е. въ 37% уже наканунѣ боры на перевалѣ дулъ бурный сѣверовосточный вѣтеръ, до 24 метровъ въ сек., а въ 3 случаяхъ передъ борой наблюдались на Мархотѣ югозападные бури (9-го апрѣля 1900 г., наканунѣ боры, на Мархотѣ скорость югозападнаго вѣтра доходила, напр., до 34 метровъ въ сек.).

Штиль на Мархотѣ передъ борой явленіе чрезвычайно рѣдкое. Во время боры скорость NE на Мархотѣ достигаетъ громадной величины: такъ изъ 45 боръ, при которыхъ скорость вѣтра измѣрялась флюгеромъ съ двумя указателями, въ 10 случаяхъ была отмѣчена скорость NE въ 40 метровъ въ секунду, а въ 14-ти — до 34 метровъ. Только въ 3 случаяхъ: въ бору 7 января 1896 г., 14—15-го и 18-го ноября 1900 г. скорость наблюдавшагося на Мархотѣ сѣверовосточнаго вѣтра была меньше, чѣмъ внизу у бухты (возможно, что въ этихъ случаяхъ усиленіе вѣтра въ Новороссійскѣ обуславливалось отраженіемъ воздушныхъ теченій отъ прибрежныхъ горъ). Даже и послѣ боры на Мархотѣ иногда продолжаетъ еще дуть сильный NE (8 случаевъ), а иногда наступаетъ и югозападная буря: такъ послѣ боры 20—21 ноября 1898 г. NE на Мархотѣ смѣнился SW, доходившимъ до 40 метровъ въ сек.; вообще, на Мархотѣ послѣ боры, какъ и передъ нею, дуетъ главнымъ образомъ сѣверовосточный или югозападный вѣтеръ, менѣе часто наступаетъ штиль.

Что касается измѣненій температуры на Мархотскомъ перевалѣ при борѣ, то въ общемъ они носятъ такой же характеръ, какъ и внизу у бухты, т. е. обыкновенно температура при борѣ на перевалѣ въ среднемъ падаетъ, рѣже, какъ и въ Новороссійскѣ, повышается. Замѣтныя уклоненія въ этомъ отношеніи представляли только боры 23—24 ноября 1896 г. и 14—15 ноября 1900 года: въ этихъ случаяхъ температура съ прекращеніемъ боры имѣла противоположный ходъ въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ: внизу повысилась, а вверху продолжала падать (эти аномаліи, какъ показываетъ таблица А, снова вызвали скоро сильный NE въ Новороссійскѣ).

Чтобы имѣть болѣе или менѣе наглядныя данныя для сужденія объ общемъ характерѣ метеорологическихъ условий во время боры на Мархотскомъ перевалѣ, мы составили изъ таблицы X среднія для боръ разныхъ временъ года, подобно тому какъ это было сдѣлано и для Новороссійскаго порта. Эти среднія величины мы и приводимъ въ XI таблицѣ.

Таблица XI.

Мархотскій перевалъ 1894—1900.

	Наканунѣ боры.							Во время боры.					Послѣ боры.							
	Барометръ.	Температура.	Повторяемость вѣтровъ въ %.					Барометръ.			Температура.		Средняя максимальная сила NE.	Барометръ.	Температура.	Повторяемость вѣтровъ въ %.				
			NE	SE	SW	NW	Штиль.	Средн.	Средн. макс.	Средн. миним.	Средн.	Средн. миним.				NE	SE	SW	NW	Штиль.
Зима . . .	60.1	1.2	69	0	29	2	0	61.8	64.1	57.5	—11.0	—14.3	—	62.2	— 5.3	49	0	29	0	22
Весна . . .	58.0	4.0	75	0	22	0	3	56.8	60.4	53.4	0.0	— 3.5	33	60.0	2.1	69	0	21	0	10
Лѣто . . .	54.1	21.3	53	0	40	0	7	55.3	57.9	52.7	16.6	10.4	28	56.1	18.9	80	0	20	0	0
Осень . . .	61.4	6.8	68	3	23	0	6	62.3	64.2	59.4	1.1	— 4.7	31	61.9	3.3	73	0	10	0	17

Среднія величины максимальной скорости вѣтра на Мархотѣ для зимнихъ боръ не приведены по неточности наблюдений.

Данныя относительно давленія воздуха показываютъ, что въ среднемъ наканунѣ боры барометръ на Мархотскомъ перевалѣ зимой и весной стоитъ нѣсколько выше нормы (см. стр. 8), а лѣтомъ и осенью ниже; во время боры, за исключеніемъ весны, давленіе въ среднемъ повышается; послѣ боры весной и осенью ходъ барометра обратный, а зимой и лѣтомъ давленіе воздуха продолжаетъ повышаться.

Среднія изъ максимальныхъ и минимальныхъ величинъ давленія при борѣ указываютъ на рѣзкія колебанія барометра какъ и въ Новороссійскѣ: въ зимнія боры колебанія эти составляютъ въ среднемъ 6.6 мм., весной — 7.0 мм., лѣтомъ — 5.2 мм. и осенью — 5.0 мм.

Температура воздуха на Мархотѣ передъ борой, зимой и весной въ среднемъ ниже нормальной, а лѣтомъ и осенью уже выше нормы. Во время боры на Мархотѣ, какъ и внизу, температура въ среднемъ понижается: зимой на $9^{\circ}8$, осенью — на $5^{\circ}7$, лѣтомъ на $4^{\circ}7$ и весной на 4° . Послѣ боры обыкновенно наступаетъ повышение температуры: зимой на $5^{\circ}7$, осенью и лѣтомъ на $2^{\circ}3$ и весной на $2^{\circ}1$. Минимальная температура на Мархотѣ при борѣ, кромѣ лѣта, обыкновенно опускается ниже 0° .

Сравнимъ теперь состоянія атмосфернаго давленія и температуры при борѣ въ Новороссійскѣ и на Мархотскомъ перевалѣ. Такъ какъ среднія, приведенныя въ таблицѣ IX, для этой цѣли не годятся, какъ выведенныя не изъ одинаковаго періода, то мы составили и для Новороссійска среднія изъ боръ, наблюдавшихся въ періодъ 1894—1900 гг. Такимъ образомъ, мы имѣли для сравнительныхъ выводовъ 49 боръ, обнимающихъ въ общей сложности 147 бурныхъ дней. Количество наблюдений, какъ видимъ, достаточно для получения надежныхъ выводовъ.

Произведенное сравненіе дало наиболѣе интересные и даже неожиданные результаты относительно состоянія атмосфернаго давленія во время боры въ Новороссійскѣ и на Мархотскомъ перевалѣ.

При борахъ въ разныя времена года мы получили такія среднія величины давленія воздуха въ Новороссійскѣ и на Мархотскомъ перевалѣ:

	Зима.	Весна.	Лѣто.	Осень.
Новор.	62.5	58.5	56.3	63.5
Марх.	61.8	56.8	55.3	62.3
Разность	0.7	1.7	1.0	1.2.

Такимъ образомъ, оказывается, что *при борѣ давленіе на Мархотѣ, приведенное къ уровню Новороссійска, даже въ среднихъ выводахъ ниже, чѣмъ въ Новороссійскѣ*. Этотъ результатъ является съ перваго взгляда совершенно парадоксальнымъ, такъ какъ при такомъ соотношеніи давленія въ рассматриваемыхъ пунктахъ вѣтеръ на Мархотѣ дуетъ, слѣдовательно, про-

тивъ барометрическаго градіента (если бы мы привели давленіе Новороссійска къ уровню Мархота, то разница между давленіями получилась бы та же самая по величинѣ и знаку). Не пужно забывать, что приведенныя данныя представляютъ *среднія* величины, для отдѣльныхъ же моментовъ боры такого рода аномаліи выражаются несравненно рѣзче. Дѣйствительно, въ концѣ мы даемъ графическое изображеніе хода давленія въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ во время наиболѣе сильныхъ боръ, и тамъ мы видимъ, что въ нѣкоторыя боры барометръ въ Новороссійскѣ можетъ превышать почти на 8 мм. приведенный къ уровню Новороссійска барометръ на Мархотскомъ перевалѣ (бора 17—24 декабря 1899 года).

Такимъ образомъ, результатомъ приведенія барометра на Мархотѣ при борѣ къ уровню Новороссійска получается на первый взглядъ абсурдъ: вѣтеръ дуетъ изъ мѣста съ низшимъ давленіемъ воздуха въ мѣсто съ высшимъ давленіемъ. Попытаемся разобраться въ получившейся аномаліи, выясненіе происхожденія которой имѣетъ важное теоретическое и практическое значеніе вообще для синоптической метеорологіи, гдѣ приведеніе давленія къ одному уровню играетъ основную роль.

Какъ извѣстно, приведеніе давленій воздуха, наблюдаемыхъ на различныхъ высотахъ, къ одному уровню, основано на формулахъ, составленныхъ въ предположеніи, что атмосфера находится въ покоѣ, такъ что атмосферное давленіе на ртуть барометра разсматривается только какъ давленіе гидростатическое; при такомъ допущеніи величина приведенія—пропорціональна вѣсу воздушнаго слоя, заключающагося между уровнями верхняго и нижняго барометровъ. Въ дѣйствительности, однако, атмосфера почти никогда не находится въ равновѣсіи, такъ что давленіе, производимое атмосферой на какую либо горизонтальную плоскость, вообще можно предполагать составленнымъ изъ двухъ частей: давленія гидростатическаго, равнаго вѣсу воздушнаго столба, находящагося надъ разсматриваемой плоскостью, и давленія динамическаго, зависящаго отъ направленія и скорости движеній воздушныхъ массъ въ данномъ столбѣ. Очевидно, что послѣднее давленіе въ случаѣ нисходящихъ токовъ будетъ положительно, и слѣдовательно, общее давленіе на плоскость, показываемое высотой барометра, больше вѣса атмосфернаго столба; въ случаѣ же восходящихъ токовъ—отрицательно, такъ что давленіе на плоскость будетъ въ результатѣ меньше вѣса воздушнаго столба. Такимъ образомъ, вообще высота барометра

$$B = P_s + P_d,$$

гдѣ P_s — давленіе, оказываемое на барометръ воздушной массой, а P_d — давленіе, производимое движеніями этой массы.

Такъ какъ при борѣ не можетъ быть и рѣчи о равновѣсіи воздуха, то показанія барометровъ на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ, согласно предыдущему, представляютъ собой соотвѣтственно такія соотношенія:

$$\text{для Мархота: } B' = P'_s + P'_d$$

$$\text{для Новороссійска: } B'' = P''_s + P''_d,$$

а приведенный по обычнымъ формуламъ къ Новороссійску барометръ Мархота будетъ:

$$B''' = B' + P''_s - P'_s = P'_s + P'_a + P''_s - P'_s = P''_s + P'_a,$$

отсюда

$$B'' - B''' = P''_a - P'_a.$$

Такимъ образомъ, *разница между давленіями воздуха, наблюдаемымъ при борѣ въ Новороссійскѣ и приведеннымъ къ уровню Новороссійска на Мархотѣ, обуславливается динамическими давленіями воздуха въ обоихъ пунктахъ.*

Изъ послѣдняго соотношенія вытекаетъ, что $B'' = B'''$, когда $P''_a = 0$ и $P'_a = 0$, т. е. когда атмосфера находится въ покоѣ, а также когда $P''_a = P'_a$, т. е. когда динамическія давленія вверху и внизу одинаковы и по величинѣ, и по знаку. Такъ какъ при борѣ $B'' - B''' > 0$ то очевидно, что давленія, производимыя вѣтромъ на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ, вообще неодинаковы.

Однако, изслѣдованные нами случаи не обнаруживаютъ существованія динамическаго давленія на Мархотѣ при Новороссійской борѣ.

Въ самомъ дѣлѣ, если мы рассмотримъ самую сильную за все десятилѣтіе 1891—1900 г. Новороссійскую бору 17—24 декабря 1899 года, то мы найдемъ поразительное сходство въ барометрахъ на Мархотѣ, въ Сочи и Батумѣ (гдѣ въ это время стояла тихая погода), даже въ моменты наибольшаго развитія боры, въ чемъ легко убѣдиться на приведенныхъ въ концѣ графикахъ: такъ напр., въ 7 ч. утра 19-го декабря, когда для разсматриваемой боры получилась наибольшая разность давленій въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ, и когда барометръ на Мархотѣ, приведенный къ уровню моря, показывалъ 758.5 мм., а въ Новороссійскомъ портѣ 766.0 мм., въ Сочи приведенное къ тому же уровню давленіе было 758.7 мм. и въ Батумѣ 758.6 мм. Слѣдовательно, давленіе на Мархотѣ обуславливалось барометрическимъ минимумомъ, который въ это время находился на Черномъ морѣ и, надо думать, въ самой Новороссійской бухтѣ, а давленіе въ Новороссійскомъ портѣ представляло аномалію.

Отсюда вытекаетъ, что $P'_a = 0$, а $B'' - B''' = P''_a$, т. е. *разница между давленіями въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ, приведенными къ одному уровню, обуславливается динамическимъ давленіемъ, производимымъ воздушными массами, низвергающимися съ Мархотскаго перевала въ Новороссійскую бухту; слѣдовательно, по величинѣ разности между давленіями ($B'' - B'''$) можно судить и о силѣ боры въ Новороссійскѣ.*

Это послѣднее обстоятельство особенно важно, такъ какъ скорость вѣтра, опредѣляемая по флюгеру или анемометру, представляя только горизонтальную составляющую скорости, собственно говоря, не можетъ давать надлежащаго понятія о стремительности низверженія воздушныхъ массъ: теоретически возможно даже, что при максимальномъ развитіи боры, т. е. когда воздушныя массы падаютъ вертикально, флюгеръ покажетъ штиль, а съ другой стороны при большой скорости NE, показываемой флюгеромъ или анемометромъ, боры, т. е. паденія воздушныхъ массъ, можетъ и не быть, такъ какъ соотношеніе между ско-

ростью горизонтальнаго перемѣщенія воздушныхъ массъ (V_1) и скоростью ихъ паденія (V_2) выражается $V_2 = V_1 \operatorname{tg} x$, гдѣ x уголъ наклона воздушнаго потока къ горизонту.

Правда, г-жѣ Преображенской приходится во время боры опредѣлять силу вѣтра по непосредственнымъ наблюденіямъ или руководствуясь разрушительными дѣйствіями боры, чѣмъ неприспособленность флюгера болѣе или менѣе исправлялась, но, само собой разумѣется, подобныя опредѣленія не могутъ претендовать на абсолютную точность. Дѣйствительно, судя по наблюденіямъ, наибольшая разность между давленіями въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ далеко не всегда соотвѣтствуетъ наибольшей скорости NE въ Новороссійскѣ.

Въ самомъ дѣлѣ, рассмотримъ табличку XII, гдѣ максимальныя разности между одновременными давленіями, наблюдавшимися въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ и приведенными къ уровню моря сопоставлены со скоростью NE въ метрахъ въ сек. на обѣихъ стаціяхъ въ соотвѣтствующій срокъ. Взяты тѣ случаи, когда разности превышали 3 мм.

Таблица XII.

Мѣсяцъ, число и годъ.	Срокъ наблюденій.	Давленіе воздуха, прив. къ уровню моря.		Разность давленій.	Скорость вѣтра	
		Новоросс.	Мархотъ.		Новоросс.	Мархотъ.
24 Декабря 1898	3	68.6	65.2	3.4	20	34
19 » 1899	1	66.0	58.5	7.5	28	40
5 Января 1894	3	70.3	66.5	3.8	30	> 20
22 » 1896	3	67.4	63.5	3.9	20	40
26 Февраля 1898	2	74.6	70.0	4.6	24	34
29 Марта 1894	2	69.2	61.6	7.6	14	40
8 » 1898	3	66.3	59.8	6.5	20	40
16 Апрѣля 1894	3	62.5	57.6	4.9	28	40
15 Августа 1898	3	60.9	57.0	3.9	16	34
16 Октября 1896	1	70.1	63.0	7.1	18	40
20 Ноября 1894	2	65.9	60.7	5.2	28	34
24 » 1896	2	66.1	60.7	5.4	20	40
21 » 1898	2	65.2	60.8	4.4	20	28
21 » 1900	3	70.7	66.6	4.1	20	40

Въ графахъ скорости вѣтра жирный шрифтъ обозначаетъ, что въ указанный срокъ вѣтеръ достигалъ наибольшей силы.

Изъ 14-ти приведенныхъ боръ только въ 5 случаяхъ при наибольшей разности давленій (наибольшемъ развитіи боры) была отмѣчена наибольшая скорость NE въ Новороссійскѣ, тогда какъ въ бору 29 марта 1894 г. при громадной разности между давленіями въ

Новороссійскѣ и на Мархотѣ (7.6 мм.) флюгеръ въ Новороссійскѣ показалъ только 14 метровъ въ сек.; подобныя же несоотвѣтствія находимъ въ боры 15 августа 1898 г., 16 октября 1896 г. и т. д. Съ другой же стороны между наибольшими разностями давленій и наибольшей силой вѣтра на Мархотѣ находимъ почти полное совпаденіе: изъ всѣхъ разсматриваемыхъ случаевъ развѣ только въ одномъ наибольшая разность между давленіями въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ наблюдалась не при максимальной скорости NE на верхней станціи, хотя и чрезвычайно большой (максимальная скорость вѣтра въ 40 метровъ въ этомъ случаѣ была отмѣчена въ 7 ч. утра 20-го ноября т. е. въ предшествовавшій срокъ наблюденій).

Зависимость динамическаго давленія въ Новороссійскѣ отъ силы вѣтра на Мархотѣ иллюстрируется и графическими изображеніями хода барометровъ и скорости вѣтра на обѣихъ станціяхъ, приводимыми нами для самыхъ сильныхъ боръ.

Разсматривая эти графики, мы видимъ, что при возрастаніи скорости вѣтра на Мархотѣ, давленіе въ Новороссійскѣ тоже повышается сравнительно съ Мархотомъ, и держится все время выше, пока вѣтеръ на Мархотѣ не начинаетъ ослабѣвать; съ дальнѣйшимъ ослабленіемъ вѣтра, когда NE на Мархотѣ начинаетъ дуть даже слабѣе, чѣмъ въ Новороссійскѣ, барометръ въ портѣ становится даже ниже, чѣмъ вверху, т. е. динамическое вліяніе исчезаетъ (см. напр. въ бору 1899 г. 21, 22, 24, 25 дек.).

Такимъ образомъ, мы наглядно убѣждаемся въ томъ, что, дѣйствительно, *динамическое давленіе, определяемое какъ разность $B'' - B'''$, можетъ служить намъ единицей для опредѣленія при боръ стремительности паденія воздушныхъ массъ съ Мархотскаго перевала съ Новороссійскую бухту*. Въ случаѣ неприведенныхъ къ одному уровню давленій, это динамическое давленіе обнаруживается, какъ увидимъ ниже, въ значительномъ возрастаніи нормальной разницы между давленіями на перевалѣ и въ бухтѣ.

Покажемъ теперь, что давленіе, производимое падающимъ воздухомъ, можетъ, дѣйствительно, повышать барометръ на цѣлые миллиметры. На основаніи опредѣленій Кальете и Колардо и изслѣдованій Ланглея¹⁾, давленіе, оказываемое вѣтромъ на 1 кв. метръ плоскости, перпендикулярной къ направленію вѣтра, въ киллограмахъ:

$$P = 0.12 v^2 \frac{H}{760},$$

гдѣ v -скорость вѣтра въ метрахъ въ сек., а H -давленіе воздуха въ мм. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что коэффициентъ 0,12 болѣе или менѣе точенъ только для вѣтровъ не слишкомъ большой скорости, для сильныхъ же вѣтровъ всѣ изслѣдователи думаютъ, что этотъ коэффициентъ долженъ быть больше и что онъ особенно возрастаетъ при порывахъ вѣтра.

Но если мы даже не будемъ гнаться за большой точностью и воспользуемся для вы-

1) Cailletet et Colardeau. Comptes rendus 1893, 117 p. 145. Langley. Séances de la Société française de physique. 1 Avr. 1892.

численія давленія вѣтра при борѣ на барометръ въ Новороссійскѣ приведенной формулой, то и тогда мы получимъ достаточно наглядные результаты. Въ самомъ дѣлѣ, если при борѣ вертикальная скорость паденія воздуха на уровнѣ барометра въ Новороссійскомъ портѣ доходитъ, положимъ, до 20 метровъ въ сек.¹⁾, то мы получимъ, что давленіе вѣтра на 1 квадр. миллиметръ

$$P = 0.12 \times 400 \frac{H}{760} \times \frac{1}{1000^2} \text{ килогр.}$$

или, такъ какъ $\frac{H}{760}$ — величина близкая къ единицѣ, приблизительно $P = 0.048$ грамма.

Съ другою стороны, такъ какъ 1 куб. миллиметръ ртути вѣситъ 0.0136 грамма, то давленіе, производимое на барометръ паденіемъ воздуха со скоростью 20 метровъ въ сек., уравновѣсится, слѣдовательно, повышеніемъ барометрическаго столба на $\frac{0.0480}{0.0136}$ мм., т. е. на 3.5 мм. Такимъ образомъ, и теоретическія вычисленія даютъ результаты, соотвѣтствующіе тому, что мы имѣемъ при борѣ.

Такъ какъ во время боры въ 7 ч. утра 19 декабря 1899 г. динамическое повышеніе барометра въ Новороссійскѣ достигало 7.5 мм., то вертикальная скорость паденія воздушныхъ массъ для этого момента по вышеприведенной формулѣ будетъ приблизительно соотвѣтствовать горизонтальной скорости вѣтра, отмѣченной въ наблюденіяхъ, 28 метр. въ сек., т. е. наклонъ дующаго сѣверовосточнаго вѣтра въ разсматриваемый моментъ составлялъ приблизительно 45°.

Само собой разумѣется, что если бы въ Новороссійскѣ были въ свое время установлены приборы для измѣренія скорости вертикальныхъ воздушныхъ токовъ, или, что значительно проще, приборы для опредѣленія наклона дующаго при борѣ вѣтра, то всѣ эти расчеты можно бы было произвести болѣе точно; мало того, имѣя въ данномъ случаѣ возможность опредѣлять давленіе вѣтра по разницѣ между показаніями барометровъ вверху и внизу, приведенными къ одному уровню, мы, зная скорости паденія вѣтра, могли бы совершенно точно вычислить коэффиціенты давленія вѣтра при различныхъ скоростяхъ вѣтра, что, какъ мы уже указывали, въ настоящее время опредѣлено только приблизительно. Ввиду такого теоретическаго и практическаго интереса, слѣдуетъ признать крайне необходимымъ установку въ Новороссійскомъ портѣ флюгера для опредѣленія наклонности вѣтра. На желательность такихъ наблюденій Г. Ф. Обсерваторіей указывалось еще при устройствѣ станціи въ Новороссійскѣ въ 1887 году.

Динамическимъ повышеніемъ барометра въ Новороссійскѣ при борѣ, намъ кажется, теперь уже просто объясняется то обстоятельство, почему въ портѣ среднее годовое давленіе воздуха выше давленія на Мархотѣ, приведеннаго къ тому же уровню, хотя разстояніе между обѣими станціями не болѣе 2½ версты по горизонтальному направленію. Но мало того, ока-

1) Такая скорость будетъ, если, напримѣръ, воздушный потокъ, падающій съ Мархота, подъ угломъ въ 30° къ горизонту, приобрѣтетъ у Новороссійскаго порта скорость 40 метр. въ сек.

зывается, судя по встрѣчавшимся намъ случаямъ, что и при югозападныхъ буряхъ на Мархотѣ, также какъ и при борѣ, между показаніями барометра на обѣихъ станціяхъ существуетъ разница того же характера, какъ и при борѣ. Такъ 22-го ноября 1898 года, когда по прекращеніи боры въ районѣ Новороссійска возникла югозападная буря, захватившая какъ портъ, такъ и Мархотскій перевалъ, гдѣ при этомъ скорость вѣтра достигала до 40 метровъ въ сек., на Мархотѣ давленіе опустилось до 748.8 мм., тогда какъ въ Новороссійскѣ барометръ показывалъ 755.9 мм., т. е. на 7 мм. выше. Другой примѣръ: 9-го апрѣля 1900 года, т. е. наканунѣ боры, на Мархотскомъ перевалѣ была югозападная буря; когда вѣтеръ наверху достигъ скорости 34 метровъ въ сек., барометръ на Мархотѣ опустился на 4 мм. ниже, чѣмъ въ Новороссійскѣ; когда буря стихла, показанія барометровъ вверху и внизу сравнялись, но съ наступленіемъ боры, уже давленіе въ Новороссійскѣ поднялось сравнительно съ Мархотомъ на $2\frac{1}{2}$ мм. Такъ какъ невозможно представить, чтобы указанныя громадныя разницы между показаніями барометровъ въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ при югозападныхъ буряхъ, обусловливались различнымъ давленіемъ атмосферы въ обоихъ пунктахъ, такъ близко отстоящихъ другъ отъ друга, то необходимо признать, что въ этихъ случаяхъ на Мархотѣ возникаетъ динамическое пониженіе барометра, вызываемое вѣтромъ, дующимъ съ моря, т. е. снизу вверхъ. Такое направленіе движенія воздушныхъ массъ, понятно, даетъ вертикальную слагающую скорости вѣтра, направленную вверхъ, и такимъ образомъ на Мархотѣ можетъ создаться отрицательное динамическое давленіе вѣтра на барометръ. Организация наблюденій надъ наклономъ воздушныхъ токовъ на Мархотѣ, ввиду этого обстоятельства, была бы также весьма желательна, какъ и для Новороссійска.

При климатическомъ обзорѣ Новороссійскаго района мы уже видѣли, что бури на Мархотѣ въ среднемъ занимаютъ треть года и что онѣ дуютъ исключительно или отъ NE, или отъ SW, и если теперь оказывается, что при этихъ буряхъ показанія барометра въ Новороссійскѣ бывають выше, чѣмъ на Мархотѣ, то понятно, что и *среднее годовое давленіе на Мархотѣ можетъ получиться ниже, чѣмъ въ Новороссійскѣ.*

Такимъ образомъ, изслѣдованіе состоянія атмосфернаго давленія при борѣ въ районѣ Новороссійска, обнаруживая существованіе чрезвычайно интереснаго явленія, *динамическаго повышенія и пониженія барометра при сильныхъ вѣтрахъ*, показываетъ, что при буряхъ показанія барометровъ въ горныхъ мѣстностяхъ не выражаютъ собой вѣса атмосферы въ данномъ мѣстѣ, и потому приведеніе барометровъ къ уровню моря для построенія синоптическихъ картъ въ этихъ случаяхъ можетъ давать картины погоды, не соответствующія дѣйствительности (см. напр. синоптическія карты 18 и 19 декабря 1899 года).

Динамическое повышеніе барометра въ Новороссійскѣ, опредѣляемое какъ разность показаній барометровъ на обѣихъ станціяхъ, нуждается однако въ нѣкоторой поправкѣ: это повышеніе на самомъ дѣлѣ больше, чѣмъ получающіяся разности давленій въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ, на величину горизонтальнаго барометрическаго градіента, существующаго во время боры между Мархотомъ и Новороссійскомъ. Что этотъ градіентъ при борѣ представляетъ величину весьма значительную, мы можемъ убѣдиться изъ сравненія,

напримѣръ, давленій, приведенныхъ къ одному уровню, на Мархотѣ и въ Екатеринодарѣ (ближайшей метеорологической станціи, расположенной къ ENE отъ Новороссійскаго района) во время боры 17—24 декабря 1899 года. Давленія эти были таковы:

	17			18			19			20		
	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p
Екатеринод.	69.0	67.7	67.2	67.3	68.3	71.7	74.4	73.9	75.4	76.4	76.2	76.5
Мархотъ	65.0	63.8	62.9	60.3	61.4	58.3	58.5	61.1	66.2	67.9	70.0	70.8
Разность	4.0	3.9	4.3	7.0	6.9	12.4	15.9	12.8	9.2	8.5	6.2	5.7
	21			22			23			24		
	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p	7 ^h a	1 ^h p	9 ^h p
Екатеринод.	75.8	75.6	76.4	76.2	75.2	74.4	75.1	74.2	75.8	76.5	74.7	74.2
Мархотъ	69.7	70.1	71.9	72.2	71.3	69.0	66.1	65.9	66.8	69.4	70.0	71.1
Разность	6.1	5.5	4.5	4.0	3.9	5.4	9.0	8.3	9.0	7.1	4.7	3.1

Разстояніе между Мархотомъ и Екатеринодаромъ около 100 верстъ; слѣдовательно, если бы барометрическій градіентъ измѣнялся пропорціально разстоянію, то и тогда между Мархотомъ и Новороссійскомъ градіентъ во время боры могъ бы доходить до 0.4 мм., но въ дѣйствительности барометрическій градіентъ, какъ показываютъ синоптическія карты и необычайно большая скорость вѣтра на Мархотѣ, съ приближеніемъ къ морю возрастаетъ прогрессивно, а потому градіентъ между Мархотомъ и Новороссійскомъ, надо думать, во время боры можетъ во много разъ превышать указанную величину. Это въ нѣкоторой степени подтверждается и непосредственными наблюденіями: во время той же декабрьской боры 1899 года были моменты, когда низверженіе воздушныхъ массъ съ перевала прекращалось, хотя и продолжалъ дуть сильный NE: барометръ на Мархотѣ становился тогда на цѣлый миллиметръ выше, чѣмъ въ Новороссійскѣ (см. графики).

Понятно, въ зимнія и осеннія боры, отличающіяся особенной силой и наблюдающіяся при сильно развитыхъ антициклонахъ, барометрическій градіентъ между Мархотскимъ переваломъ и Новороссійскимъ портомъ долженъ быть значительно больше, чѣмъ весной и лѣтомъ, такъ что для опредѣленія динамическаго повышенія барометра въ Новороссійскѣ при осеннихъ и зимнихъ борахъ къ барометрической аномалии между Мархотомъ и Новороссійскомъ должна быть прибавлена бѣльшая величина, чѣмъ весной и лѣтомъ. Отсюда понятно, почему въ среднихъ выводахъ аномальная разница между давленіями въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ для зимнихъ боръ получилась меньше, чѣмъ для боръ остальныхъ временъ года (см. стр. 42).

Переходя къ дальнѣйшему сравнительному изслѣдованію состоянію атмосферы на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ во время боры, мы приводимъ подробную таблицу XIII съ результатами, полученными при обработкѣ 49 боръ, наблюдавшихся въ періодъ 1894—1900 гг.

Таблица XIII.

1894—1900 гг.

	Наканунѣ боры.						Во время боры.						Послѣ боры.					
	Барометръ.			Температура.			Барометръ.			Температура.			Барометръ.			Температура.		
	Новороссійскъ.	Мархотъ.	Разность.	Новороссійскъ.	Мархотъ.	Разность.	Новороссійскъ.	Мархотъ.	Разность.	Новороссійскъ.	Мархотъ.	Разность.	Новороссійскъ.	Мархотъ.	Разность.	Новороссійскъ.	Мархотъ.	Разность.
<i>Зима</i>	60.4	60.1	0.3	4.4	— 1.2	5.6	62.5	61.8	0.7	— 5.3	—11.0	5.7	62.2	62.2	0.0	0.4	— 5.3	5.7
Нормальн.	60.2	59.6	0.6	3.4	— 0.8	4.2	60.3	59.7	0.6	3.5	— 0.7	4.2	60.2	59.6	0.6	3.4	— 0.8	4.2
Откл. отъ норм.	0.2	0.5	— 0.3	1.0	— 0.4	1.4	2.2	2.1	0.1	— 8.8	—10.3	1.5	2.0	2.6	— 0.6	— 3.0	— 4.5	1.5
<i>Весна</i>	58.6	58.0	0.6	7.8	4.0	3.8	58.5	56.8	1.7	4.7	0.0	4.7	60.3	60.0	0.3	7.1	2.1	5.0
Нормальн.	58.2	57.4	0.8	9.3	5.8	3.5	58.2	57.4	0.8	9.0	5.5	3.5	58.2	57.4	0.8	9.3	5.8	3.5
Откл. отъ норм.	0.4	0.6	— 0.2	— 1.5	— 1.8	0.3	0.3	— 0.6	0.9	— 4.3	— 5.5	1.2	2.1	2.6	— 0.5	— 2.2	— 3.7	1.5
<i>Лѣто</i>	54.9	54.1	0.8	25.5	21.3	4.2	56.3	55.3	1.0	21.3	16.6	4.7	56.7	56.1	0.6	23.9	18.9	5.0
Нормальн.	56.1	55.5	0.6	24.6	20.4	4.2	56.3	55.7	0.6	24.0	19.8	4.2	56.7	56.1	0.6	23.6	19.5	4.1
Откл. отъ норм.	— 1.2	— 1.4	0.2	0.9	0.9	0.0	0.0	— 0.4	0.4	— 2.7	— 3.2	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	— 0.6	0.9
<i>Осень</i>	61.9	61.4	0.5	11.2	6.8	4.4	63.5	62.3	1.2	5.9	1.1	4.8	62.3	61.9	0.4	8.9	3.3	5.6
Нормальн.	62.2	61.6	0.6	10.3	6.1	4.2	62.0	61.4	0.6	10.5	6.2	4.3	62.1	61.5	0.6	10.1	5.9	4.2
Откл. отъ норм.	— 0.3	— 0.2	— 0.1	0.9	0.7	0.2	1.5	0.9	0.6	— 4.6	— 5.1	0.5	0.2	0.4	— 0.2	— 1.2	— 2.6	1.4
<i>Годъ</i>	58.8	58.3	0.5	9.7	5.1	4.6	61.3	60.2	1.1	3.7	— 1.4	5.1	61.1	60.8	0.3	7.3	1.9	5.4
Нормальн.	58.8	58.2	0.6	9.4	5.4	4.0	60.0	59.4	0.6	9.4	5.4	4.0	58.8	58.2	0.6	9.2	5.2	4.0
Откл. отъ норм.	0.0	0.1	— 0.1	— 0.3	— 0.3	0.6	1.3	0.8	0.5	— 5.7	— 6.8	1.1	2.3	2.6	— 0.3	— 1.9	— 3.3	1.4

Въ этой таблицѣ для насъ наиболѣе интересны не абсолютныя, а относительныя величины, такъ какъ первыя были уже рассмотрѣны раньше. Пользуясь нормальными величинами, приведенными въ таблицѣ I, мы вычислили отклоненія отъ нормъ для барометра и температуры въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ наканунѣ боры, во время боры и послѣ боры; разности этихъ отклоненій, (напечатанныя жирнымъ шрифтомъ), будутъ выражать такимъ образомъ соотвѣтствующія вертикальныя аномаліи.

Наканунѣ боры, какъ видимъ, зимой и весной давленіе въ обѣихъ пунктахъ сравнительно съ нормой повышается, а лѣтомъ и осенью понижается; такъ какъ при этомъ зимой

и весной на Мархотѣ давленіе воздуха болѣе повышено сравнительно съ Новороссійскомъ и осенью менѣе понижено, то барометрическая вертикальная аномалія для этихъ временъ года получается отрицательной, т. е. уже наканунѣ боры барометрическій градіентъ между Мархотомъ и Новороссійскомъ возрастаетъ, особенно зимой. Это увеличеніе барометрическаго градіента находится въ связи съ температурной вертикальной аномаліей, такъ какъ въ эти времена года обычная и безъ того значительная разность температуръ на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ передъ борой становится еще больше, особенно зимой, и слѣдовательно, равновѣсіе воздушныхъ массъ становится еще болѣе неустойчивымъ въ вертикальномъ направленіи. Возрастаніе температурнаго градіента между Новороссійскомъ и Мархотомъ, какъ показываетъ таблица XIII, происходитъ отъ разныхъ причинъ: зимой вслѣдствіе того, что въ то время какъ въ бухтѣ температура сравнительно съ нормой повышается, на перевалѣ она падаетъ, весной — вслѣдствіе большаго охлажденія наверху; осенью — вслѣдствіе болѣе значительнаго нагрѣванія внизу. Сравнительно съ этими сезонами лѣто представляетъ исключеніе: температурная разность остается нормальной, такъ какъ вверху и внизу температура наканунѣ боры одинаково повышается; это повышение влечетъ за собой пониженіе давленія сравнительно съ нормой на обѣихъ станціяхъ, болѣе значительное на верхней, гдѣ воздухъ рѣже.

Во время боры, ввиду большаго охлажденія на Мархотѣ, вертикальная температурная аномалія, какъ показываетъ таблица XIII, увеличивается (особенно весной, зимой мало), вслѣдствіе чего неустойчивость атмосферы въ вертикальномъ направленіи становится еще значительнѣе. Вертикальная же барометрическая аномалія, вслѣдствіе динамическаго повышения давленія въ Новороссійскѣ при борѣ, осенью, зимой и весной становится обратной, а лѣтомъ понятно увеличивается, т. е. уже всегда носитъ одинаковый характеръ.

Послѣ боры барометрическая аномалія опять пріобрѣтаетъ такой же характеръ, какъ и до боры, но температурная аномалія, а вмѣстѣ съ тѣмъ и неустойчивое равновѣсіе атмосферы между Мархотомъ и Новороссійскомъ, въ среднемъ увеличивается.

Послѣднее обстоятельство чрезвычайно важно для опредѣленія причинъ происхожденія боры. Въ самомъ дѣлѣ, мы видѣли, что и послѣ боры на Мархотѣ нерѣдко продолжаютъ дуть сѣверовосточные вѣтры, тѣмъ не менѣе, несмотря на продолжающуюся неустойчивость атмосферы, боры уже нѣтъ. Такъ послѣ знаменитой боры 1899 года 25-го декабря вертикальная температурная аномалія между портомъ и переваломъ увеличилась почти до 12° , на Мархотѣ продолжалъ дуть NE, но бурнаго паденія воздуха сверху внизъ уже не было. Съ другой стороны мы также видѣли, что осенью, зимой и весной еще и наканунѣ боры вертикальное равновѣсіе атмосферы неустойчиво, нерѣдко уже дуютъ нордостовые вѣтры, а боры еще не наступаетъ: такъ 16-го декабря 1899 года съ 7 ч. утра до часу дня разница температуръ на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ равнялась 14° , а NE въ Новороссійскѣ дулъ со скоростью только отъ 1 до 5 метровъ въ сек.

Такимъ образомъ, *увеличеніе разности температуръ наверху и внизу, вообще говоря, еще не является условіемъ достаточнымъ для осуществленія боры; исходящій воздушный*

токъ при вертикальной температурной аномалии, разумѣется, долженъ существовать, но онъ, слѣдовательно, настолько слабъ, что не можетъ производить разрушительныхъ эффектовъ.

Такой результатъ не согласуется съ расчетами бар. Врангеля относительно скорости, которую должна пріобрѣсти внизу у Новороссійской бухты воздушная масса, падающая съ перевала вслѣдствіе вертикальной температурной аномалии; этого, впрочемъ, можно было ожидать, такъ какъ при выводѣ своей формулы бар. Врангель не принималъ во вниманіе тренія и сопротивленія воздуха¹⁾. Такимъ образомъ, и объясненіе причинъ боры, какъ падающаго воздушнаго потока, значительной разностью температуръ на перевалѣ и въ бухтѣ, какое далъ въ своей работѣ бар. Врангель, оказывается недостаточнымъ: *вертикальная температурная аномалия при борѣ, дѣйствительно, наблюдается, но далеко не всегда при такой аномалии бываетъ бора.*

Обстоятельства, при которыхъ происходитъ Новороссійская бора, заставляютъ думать, что вертикальная температурная аномалия, наблюдающаяся при борѣ, является, собственно говоря, факторомъ, обусловливаемымъ той же причиной, какъ и самое явленіе боры, именно холоднымъ NE, который передъ борой дуетъ на Мархотѣ, но не самой причиной.

Въ концѣ таблицы XIII мы привели также и выводы для года. Въ этихъ выводахъ, полученныхъ изъ 49 боръ, обнимающихъ въ общей сложности 147 дней съ борой, можно считать съ достаточной вѣроятностью исключеннымъ вліяніе случайныхъ побочныхъ обстоятельствъ, имѣвшихъ мѣсто въ отдѣльныхъ случаяхъ боры, и потому эти выводы могутъ служить, такъ сказать, характеристикой типичной Новороссійской боры. Нетрудно замѣтить, что качественно характеристика это получается такая же, какую можно себѣ составить и на разсмотрѣніи однѣхъ только зимнихъ боръ. Такимъ образомъ, послѣднія боры являются, слѣдовательно, типичными представителями этого своеобразнаго явленія Новороссійской бухты.

Судя по годовымъ выводамъ, давленіе воздуха передъ борой въ Новороссійской бухтѣ не отличается отъ нормального, такъ что для осуществленія боры въ этомъ отношеніи, слѣдовательно, не требуется предварительно никакихъ особенныхъ уклоненій отъ обычныхъ условій; но за хребтомъ давленіе повидимому возрастаетъ, такъ какъ на Мархотѣ замѣтно повышеніе барометра. Въ состояніи температуры передъ борой наверху и внизу, однако, легко усмотрѣть вліяніе различныхъ обусловливающихъ факторовъ: въ бухтѣ наблюдается нагрѣваніе и на перевалѣ охлажденіе, вслѣдствіе чего разность температуръ между Мархотомъ и Новороссійскомъ увеличивается сравнительно съ нормальной. Во время боры давленіе воздуха на Мархотѣ быстро поднимается, что указываетъ на приближеніе сильнаго барометрическаго максимума; повышеніе давленія происходитъ и въ бухтѣ и даже болѣе значительное вслѣдствіе динамическаго вліянія боры на барометръ въ Новороссійскѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ вверху и внизу происходитъ сильное охлажденіе, болѣе значительное на перевалѣ,

1) Wrangel. Ueber die Ursachen der Bora in Noworossisk. Rep. f. Met. B. V, 1877.

вслѣдствіе чего вертикальная температурная аномалія еще болѣе увеличивается. Прекращеніе боры сопровождается дальнѣйшимъ возрастаніемъ давленія на Мархотѣ; въ Новороссійскѣ, съ прекращеніемъ динамическаго повышенія барометра, давленіе становится ниже, чѣмъ во время боры, но выше чѣмъ было при борѣ на Мархотѣ, слѣдовательно, тоже поднимается, т. е. прекращеніе боры происходитъ при распространеніи вліянія максимума на Черное море. Температура послѣ боры на обѣихъ станціяхъ поднимается, болѣе значительно внизу, такъ что разность температуръ между Мархотомъ и Новороссійскомъ еще болѣе возрастаетъ.

Изслѣдуемъ наконецъ тепловое состояніе атмосферы при борѣ за хребтомъ, въ Кубанской низменности, гдѣ, какъ мы уже видѣли, *среднія температуры* указываютъ на существованіе въ холодное время года значительнаго переохлажденія воздуха. Для этой цѣли мы разсмотрѣли состояніе температуры въ Екатеринодарѣ передъ борой, во время боры и послѣ нея въ періодъ 1896—1899 гг. Въ таблицѣ XIV, въ которой помѣщены эти данныя, мы приводимъ также разности температуръ съ одной стороны между Екатеринодаромъ и Мархотомъ, а съ другой — между Екатеринодаромъ и Новороссійскомъ и получающіяся отсюда температурныя аномаліи, (вертикальныя и горизонтальныя), которыя показываютъ, насколько температурныя разности въ разсматриваемыхъ случаяхъ отличались отъ среднихъ, изслѣдованныхъ нами на стр. 12. Аномаліи эти составлены такъ, что положительный знакъ при нихъ указываетъ на увеличеніе обычнаго температурнаго градіента между разсматриваемыми пунктами, отрицательный — на уменьшеніе этого градіента.

Таблица XIV.

1896—1899 гг.

Мѣсяцъ, число и годъ.	Наканунѣ боры.						Во время боры.						Послѣ боры.					
	Екатеринод.	Откл. отъ норм.	Екатер.-Марх.	Екатер.-Новор.	Верт. аномалія	Гориз. аномал.	Екатеринод.	Откл. отъ норм.	Екатер.-Марх.	Екатер.-Новор.	Верт. аномалія	Гориз. аномал.	Екатеринод.	Откл. отъ норм.	Екатер.-Марх.	Екатер.-Новор.	Верт. аномалія	Гориз. аномал.
Декабрь 22—25 1898	2.3	2.6	0.8	-3.2	-0.8	-1.8	-13.2	-12.9	0.6	-4.3	-0.6	-0.7	-15.7	-15.4	-8.4	-13.6	+8.4	+8.6
» 17—24 1899	-1.3	-1.0	3.0	-7.8	-3.0	+2.8	-11.8	-11.5	3.1	-2.0	-3.1	-3.0	-16.4	-16.1	-1.7	-13.2	+1.7	+8.2
Январь 7 1896	-4.5	-2.4	2.5	-4.6	-3.4	-0.5	-6.8	-4.7	2.6	-3.6	-3.5	-1.5	-5.2	-3.1	3.2	-6.8	-4.1	+1.7
» 22—23 »	-4.5	-2.4	-1.0	-9.3	+0.1	+4.2	-7.2	-5.1	3.2	-1.9	-4.1	-3.2	-5.7	-3.6	2.0	-6.6	-2.9	+1.5
Февраль 24—27 1898	4.2	3.5	-3.6	-6.3	+4.8	+3.5	-6.2	-6.9	3.0	-1.9	-1.8	-0.9	-2.6	-3.3	-5.1	-5.9	+6.3	+3.1
» 19—21 1899	5.5	4.8	1.0	-2.6	+0.2	-0.2	-7.9	-8.6	0.5	-4.5	+0.7	+1.7	-1.4	-2.1	1.5	-4.4	-0.3	+1.6
Мартъ 15—16 1897	0.6	-2.9	1.3	-2.3	+1.0	+0.7	-3.2	-6.7	2.6	-3.0	-0.3	+1.4	-0.1	-3.6	1.2	-6.8	+1.1	+5.2
» 7—11 1898	-0.1	-3.6	2.3	-4.5	-0.0	+2.9	-7.8	-11.3	3.6	-0.7	-1.3	-0.9	-9.3	-12.8	2.5	-2.2	-0.2	+0.6

Мѣсяцъ, число и годъ.	Наканунѣ боры.						Во время боры.						Послѣ боры.					
	Екатеринод.	Откл. отъ норм.	Екатер.-Марх.	Екатер.-Новор.	Верг. аномалія.	Гориз. аномал.	Екатеринод.	Откл. отъ норм.	Екатер.-Марх.	Екатер.-Новор.	Верг. аномалія.	Гориз. аномал.	Екатеринод.	Откл. отъ норм.	Екатер.-Марх.	Екатер.-Новор.	Верг. аномалія.	Гориз. аномал.
Апрѣль 17—18 1898	0.6	-10.4	2.8	-1.0	+1.1	+1.4	1.7	-9.3	5.4	0.5	-1.5	-0.1	6.3	-4.7	4.1	-0.2	-0.2	+0.6
» 24—25 »	15.4	4.4	4.3	2.3	-0.4	-1.9	11.7	0.7	3.3	-1.9	+0.6	+2.3	12.6	1.6	4.8	0.3	-0.9	+0.1
» 4—5 1899	2.7	-8.3	3.1	-1.4	+0.8	+1.8	3.3	-7.7	3.1	-1.3	+0.8	+1.7	8.1	-2.9	6.2	1.6	-2.3	-1.2
» 25—28 »	14.9	3.9	3.6	0.1	+0.3	+0.3	10.5	-0.5	3.0	-1.0	+0.9	+1.4	12.7	1.7	5.0	-2.3	-1.1	+2.7
Май 1—3 1898	14.8	-2.9	3.5	2.0	+0.7	-0.7	10.4	-7.3	3.8	-0.5	+0.4	+1.8	7.8	-9.9	3.9	-0.2	+0.3	+1.5
Августъ 15—17 »	26.7	3.6	3.0	-2.1	+0.1	+0.7	20.9	-2.2	2.6	-2.2	+0.5	+0.8	23.7	0.6	3.3	-1.6	-0.2	+0.2
» 22—25 »	22.5	-0.6	3.6	-1.2	-0.5	-0.2	20.1	-3.0	3.4	-1.5	-0.3	+0.1	20.4	-2.7	4.5	-0.5	-1.4	-0.9
Сент. 8—11 1896	23.4	5.4	3.7	-0.3	-1.6	-1.5	13.2	-4.8	5.0	0.0	-2.9	-1.8	17.8	-0.2	4.8	-1.6	-2.7	-0.2
Октябрь 14—17 »	14.9	2.5	-4.6	-5.7	+5.6	+2.9	8.3	-4.1	2.9	-2.7	-1.9	-0.1	4.3	-8.1	-7.2	-7.7	+8.2	+4.9
» 14—17 1897	17.9	5.5	2.6	-1.6	-1.6	-1.2	11.5	-0.9	1.9	-3.5	-0.9	+0.7	12.7	0.3	2.3	-6.7	-1.3	+3.9
» 10—12 1899	13.9	1.5	2.2	-1.4	-1.2	-1.4	5.8	-6.6	3.0	-1.6	-2.0	-1.2	9.3	-3.1	-0.2	-5.7	+1.2	+2.9
Ноябрь 23—24 1896	6.2	2.5	0.7	-3.7	+0.2	+0.2	-0.4	-4.1	2.8	-1.0	-1.9	-2.5	0.9	-4.8	4.6	-2.4	-3.7	-1.1
» 20—21 1898	2.3	-1.4	3.3	-1.0	-2.4	-2.5	-0.1	-3.8	2.9	-1.3	-2.0	-2.2	-1.5	-2.2	1.9	-4.2	-1.0	+0.7
Среднее	8.5	0.2	1.8	-2.6	0.0	0.5	2.0	-6.3	3.0	-1.7	-1.2	-0.4	3.8	-4.5	1.6	-4.3	0.2	2.2

Прежде всего мы видимъ, что передъ борой въ Екатеринодарѣ температура можетъ быть какъ выше, такъ и ниже нормальной; температурныя аномаліи также могутъ быть обоихъ знаковъ; отсюда слѣдуетъ, что предварительное переохлажденіе въ Кубанской низменности не есть условіе необходимое для Новороссійской боры. Это подтверждаютъ и средніе выводы, которые показываютъ, что передъ борой вертикальное распрежденіе температуры между Мархотомъ и Екатеринодаромъ вообще не отличается отъ обычнаго; если же и наблюдается возрастаніе температурнаго градіента между Новороссійскомъ и Екатеринодаромъ, то это обуславливается повышеніемъ температуры въ Новороссійскѣ, а не охлажденіемъ въ Екатеринодарѣ.

Во время боры температура въ Екатеринодарѣ опускается всегда ниже нормы, но состояніе температурныхъ аномалій показываетъ въ большинствѣ случаевъ меньшее охлажденіе сравнительно съ нормой въ Кубанской низменности, чѣмъ на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ. Если же верхніе слои атмосферы при борѣ оказываются болѣе переохлажденными сравнительно съ низкими, то это ясно указываетъ на отсутствіе причинной зависимости боры отъ тепловаго состоянія воздуха на днѣ Кубанской низменности.

Послѣ боры температура въ Екатеринодарѣ повышается, оставаясь, впрочемъ, въ

большинствѣ случаевъ ниже нормальной; аномаліи же вообще увеличиваются, особенно горизонтальныя, и въ среднемъ становятся положительными, т. е. въ Кубанской низменности обнаруживается переохлажденіе.

Изъ всего вышезложеннаго слѣдуетъ, что *существованіе запаса холоднаго воздуха за хребтомъ не есть условіе необходимое для осуществленія боры въ Новороссійскѣ*, и что контрасты, которые получаются между зимними *средними* температурами по обѣ стороны хребта (см. стр. 12), являются не причинами боры, а скорѣе какъ бы ея слѣдствіями.

Самая выдающаяся бора изслѣдуемаго періода, наблюдавшаяся 17—24 декабря 1899 года, вполне и наглядно подтверждаетъ эти выводы.

Дѣйствительно, никакого занаса холоднаго воздуха передъ этой борой въ Кубанской низменности не наблюдалась: 14-го и 15-го декабря температура въ Екатеринодарѣ даже новысилась сравнительно съ предшествовавшими днями и была въ среднемъ около 1° , а 16-го, наканунѣ боры, когда на Мархотѣ средняя температура равнялась — $4^{\circ}3$, въ Екатеринодарѣ было только — $1^{\circ}3$ т. е. если и произошло переохлажденіе, то въ верхнихъ слояхъ атмосферы. Сильное охлажденіе наступаетъ въ Кубанской низменности *одновременно* съ борой; это охлажденіе обуславливалась бурнымъ *NE*, (который обыкновенно наблюдается при Новороссійской борѣ и въ Кубанской низменности), но оно было на 3° меньше, чѣмъ на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ и, слѣдовательно, не могло оказывать вліяніе на усиленіе боры. По окончаніи боры, 25-го декабря, наоборотъ, состояніе температуры въ Екатеринодарѣ уже не оставляетъ никакого сомнѣнія о наступившемъ переохлажденіи въ Кубанской низменности: температура въ Екатеринодарѣ становится почти на 2° ниже, чѣмъ на Мархотѣ и на 13° ниже, чѣмъ въ Новороссійскѣ.

Не дѣлая пока окончательныхъ выводовъ, мы считаемъ не лишнимъ болѣе детально изслѣдовать эту бору (которая по своей силѣ и разрушительности должна быть поставлена на первое мѣсто), пользуясь для этой цѣли не только синоптическими картами и мѣстными непосредственными наблюденіями, но и, насколько возможно, записями самопишущихъ приборовъ, дѣйствовавшихъ въ районѣ Новороссійска.

VII.

Изслѣдованіе боры 17—24 декабря 1899 года.

Къ сожалѣнію, анемографы какъ въ Новороссійскѣ, такъ и на Мархотѣ во время этой боры не дѣйствовали, и потому соотвѣствующихъ записей не имѣется; записи же барографовъ и термографовъ (послѣднія съ перерывами въ самые интересныя моменты) мы при-

водимъ для всѣхъ трехъ станцій (городъ, портъ и перевалъ); непосредственныя срочныя наблюденія приведены въ таблицахъ А и В; синоптическія карты Г. Ф. О., относящіяся къ періоду этой боры, дополненныя и исправленныя по наблюденіямъ другихъ Черноморскихъ станцій, не входящихъ въ Ежедневный Бюллетень, были уже указаны выше. Кромѣ того мы пользовались описаніемъ этой боры, составленнымъ г-жею Преображенской и напечатаннымъ въ № 12 Ежемѣсячнаго Метеорологическаго Бюллетеня 1899 года.

Передъ изслѣдуемой борой 14—15 декабря въ районѣ Новороссійска стояла чудная погода: барометръ показывалъ выше 765 мм., высокія облака, умѣренно влажно, внизу полный штиль и тепло, до 13° въ тѣни, на Мархотскомъ перевалѣ слабый SW и температура до 10°. Къ вечеру 15-го SW на Мархотѣ смѣнился NE, и температура стала понижаться, между тѣмъ какъ въ портѣ наоборотъ съ 10 ч. вечера началось необычайное повышение температуры, такъ что въ 2 ч. утра 16-го декабря, когда на перевалѣ температура упала до — 1°, въ Новороссійскомъ портѣ она поднялась до 12°. Съ утра 16-го въ Новороссійскѣ начался тихій NNE и, постепенно усиливаясь, къ 9 ч. вечера сталъ свѣжимъ, какъ и на Мархотѣ (11—12 мет. въ сек.); температура до 3 ч. дня держалась однако высокой, до 10°, тогда какъ на Мархотѣ она опустилась уже до — 5°; послѣ 3 ч. дня въ портѣ началось замѣтное охлажденіе, и въ 7 ч. вечера термометръ уже показывалъ — 0.4 при — 4° на перевалѣ: барометръ тоже началъ понижаться, небо покрылось легкими слоистыми облаками, а кое-гдѣ по сѣдловинамъ хребта появился небольшой снолзающей внизу по балкамъ туманъ; къ вечеру туманъ значительно усилился, имѣя почти ровный верхній край.

Какъ видимъ на синоптическихъ картахъ, въ этотъ день на сѣверовостокѣ Россіи образовался сильный барометрической максимумъ съ давленіемъ до 788 мм. (Екатеринбургъ), въ районѣ котораго наступили морозы до — 30°. Постепенно усиливаясь до 793 мм., этотъ максимумъ и 17-го продолжаетъ оставаться въ Пермской губ., вызывая все большее и большее охлажденіе въ восточныхъ губерніяхъ; вѣтеръ какъ на Мархотѣ, такъ и въ Новороссійскѣ продолжалъ усиливаться и уже весь день дулъ со скоростью не ниже 20 метр. въ секунду, туманъ еще болѣе увеличивался, и брызги его неслись, закрывая всю окрестность. Барометръ какъ вверху, такъ и внизу весь день 17-го декабря медленно падалъ, при постоянныхъ колебаніяхъ около 0.5 мм., но температура, почти уже не измѣнялась, держась въ бухтѣ около нуля и на перевалѣ около — 4°.

18-го декабря давленіе въ барометрическомъ максимумѣ поднялось уже до 798 мм., и онъ сталъ перемѣщаться въ среднія губ., между тѣмъ какъ на Черномъ морѣ, у сѣверовосточныхъ береговъ Кавказа, образовался барометрической минимумъ; давленіе въ Новороссійскомъ районѣ, судя по наблюденіямъ на Мархотскомъ перевалѣ, стало быстро понижаться, вѣтеръ вверху доходилъ уже до 34 метр. въ сек., а въ бухтѣ до 28—30 метровъ; съ хребта вмѣсто брызгъ несея очель мелкій свѣгъ.

Къ вечеру бора еще усилилась, температура на Мархотѣ опустилась уже до — 15°, въ портѣ до — 11°, а въ ночь на 19-ое декабря, надо думать, судя по разности барометровъ вверху и внизу, и непрерывнымъ колебаніямъ барометра въ Новороссійскѣ до 2 мм. до-

стигла своего наибольшаго развитія, обусловливаемаго приближеніемъ антициклона и усиленіемъ минимума на Черномъ морѣ: дѣйствительно, въ 7 ч. утра 19-го декабря барометрической максимумъ былъ уже у Пензы (797 мм.), на Черномъ же морѣ (Мархотъ, Сочи, Батумъ) барометръ показывалъ ниже 759 мм., причемъ центръ минимума былъ, надо думать, въ самой Новороссійской бухтѣ. Весь этотъ день вѣтеръ въ портѣ дулъ безъ перерывовъ со скоростью 24—30 метровъ, а на перевалѣ со скоростью 34—40 метр. въ сек.; давленіе воздуха уже начинаетъ быстро подниматься, при продолжающихся непрерывныхъ колебаніяхъ внизу до 2 мм.; температура на Мархотѣ была въ среднемъ — 21°, у бухты — 17°, причемъ ночью температура въ бухтѣ, судя по записямъ термографа, опускалась до — 25°¹⁾. Утромъ 20-го, благодаря перемѣщенію антициклона къ западу, вѣтеръ становится уже нѣсколько слабѣе: въ Новороссійскѣ скорость его была уже 20 метровъ и на Мархотѣ 28; къ вечеру прекратилась метель, и представилось необычайное зрѣлище: половина внутренней защищенной молотъ бухты замерзла. Барометръ отмѣтилъ прекращеніе низверженія воздушныхъ массъ съ перевала въ бухту: съ 1 ч. дня барометръ на Мархотѣ (приведенный) становится выше, чѣмъ въ портѣ. На слѣдующій день когда центръ антициклона перемѣстился въ Прибалтійскія губ., на Мархотѣ вѣтеръ ослабѣваетъ уже до 10 метровъ, а внизу дулъ со скоростью 16—20 метровъ, температура повышается, болѣе значительно въ бухтѣ, гдѣ средняя температура этого дня была — 12°, при — 19° на Мархотѣ; днемъ горы почти освободились отъ тумана. 22-го декабря барометрической максимумъ уходитъ уже на Балтійское море, вѣтеръ въ Новороссійскѣ днемъ 14 метровъ, на Мархотѣ отъ 4—10 метровъ въ сек., горы уже совершенно свободны отъ тумана, температура вверху — 14°, внизу — 7°.

Къ вечеру однако картина погоды мѣняется, что какъ разъ совпало съ начавшимся обратнымъ движеніемъ барометрическаго максимума въ среднія губ.: снова появился на горахъ туманъ, вѣтеръ усиливается на Мархотѣ до 20, внизу до 17 метровъ, температура въ бухтѣ понижается до — 11°; также довольно быстро падаетъ и давленіе воздуха. Въ ночь на 23-ье декабря вѣтеръ перешелъ въ жестокой штормъ; барометръ въ Новороссійскѣ снова становится выше, чѣмъ на Мархотѣ, и сильно колеблется; днемъ скорость вѣтра отмѣчалась отъ 24 до 28 метровъ; температура держалась довольно однообразной: внизу около — 11°, наверху около — 15°; очень пасмурно, снѣжить, рѣшительно ничего не видно вокругъ; но вечеромъ небо проясняется, остается только узкая облачная полоса вдоль оси бухты. На слѣдующій день, когда барометрической максимумъ значительно ослабѣваетъ, NE на Мархотѣ становится уже слабѣе, чѣмъ внизу, гдѣ скорость вѣтра все еще оставалась выше 20 метровъ въ сек.; барометръ на Мархотѣ поднялся выше, чѣмъ внизу; небо ясное, горы свободны отъ тумана, а съ полудня вверху и внизу начинается обратный ходъ температуры: въ бухтѣ повышение, на перевалѣ сильное пониженіе.

1) Въ ночь на 20-ое декабря въ термографы портовой станціи и города набилась масса снѣгу, перья замерзли и записи прекратились, на Мархотѣ подобное явленіе было еще днемъ 19-го.

Наконецъ 25-го декабря, когда барометрической максимумъ уже окончательно исчезаетъ изъ среднихъ губ., бора прекращается: такъ въ 7 ч. утра въ портѣ дулъ NE уже только со скоростью 12 метровъ, въ 1 ч. дня скорость уменьшилась до 5 метровъ, а вечеромъ вѣтеръ перешелъ на NW; на Мархотѣ въ 7 ч. утра дулъ NE 6, въ 1 ч. дня — NE 2 и въ 9 ч. вечера — штиль; разница температуры наверху и внизу днемъ достигала громадной величины въ 17° , но къ вечеру, вслѣдствіе пониженія въ Новороссійскѣ и повышенія на Мархотѣ, температуры сравниваются; на небѣ перистослоистыя облака.

Бора эта, какъ въ свое время сообщала обсерваторіи г-жа Преображенская, причинила много бѣдъ какъ въ городѣ и его окрестностяхъ, такъ и въ бухтѣ. Вздыхаемыя брызги, испареніе моря и шедшій снѣгъ покрыли леденой корой до сажени толщиной всѣ зданія на городской набережной, совершенно замурававъ всѣ выходы со стороны моря, а у нѣкоторыхъ домовъ залѣпили печныя трубы. На самой набережной намерзъ слой льда до 1—2 сажень высоты, фонарные столбы превратились въ монументы до $1\frac{1}{2}$ сажени въ діаметрѣ. До четвертой параллельной морю улицы памело сугробы снѣга до 3 и болѣе сажень высоты. Масса сорванныхъ крышъ, трубъ, базарныхъ лавочекъ и проч. На проволокахъ и столбахъ телеграфа и телефона намерзло такое количество льда, что столбы, укрѣпленные на двухъ рельсахъ, падали. Почти вездѣ внутри домовъ вслѣдствіе невозможности топки печей температура была ниже 0° . Торговля прекращалась на три дня. Сообщение порта съ городомъ было прервано съ 18-го до 21-го и затѣмъ 23-го и 24-го декабря. На желѣзной дорогѣ опрокидывало груженныя вагоны, срывало и разбивало въ дребезги крыши. Сильно пострадали и суда, находившіяся въ бухтѣ: одно парусное судно было подбито подъ пристань, другое опрокинуто вверхъ дномъ, третье посажено на мель, четвертое страшно изуродовано и обледенено и т. п. Два парохода «Сѣверная Звѣзда» и «Кура» были снесены далеко къ городскому берегу; пароходъ Русскаго Общества «Игорь» былъ посаженъ на мель и обледененъ: съ большимъ трудомъ удалось спасти людей, которые едва не замерзли.

Во время этой боры и на Черномъ морѣ свирѣпствовали сильныя бури: пароходъ «Императоръ Александръ II» на пути изъ Константинополя, попавшій въ штормъ, превратился въ сплошную леденую глыбу; пароходъ «Великая Княгиня Ксенія» на пути изъ Одессы въ Севастополь былъ застигнутъ такимъ ужаснымъ штормомъ, что долженъ былъ четыре дня бороться съ вѣтромъ и отстаиваться за мысомъ Лукулла; пароходъ «Ай-Тодоръ» сидѣлъ на мели въ Геленджикѣ; пароходъ «Николай» испыталъ страшную бурю у береговъ Крыма; пароходы «Св. Николай» и «Дмитрій» прибыли въ Севастополь покрытые леденой корой; океанскій пароходъ Добровольнаго флота «Петербургъ» былъ отброшенъ штормомъ къ западному берегу и т. д.

На югѣ Россіи въ это время наблюдалось сильная гололедица, повредившая телеграфныя проводы.

Изъ приведеннаго здѣсь описанія мы ясно видимъ, что весь ходъ боры декабря 1899 года, ея усиленіе, ослабленіе, временное даже прекращеніе и возобновленіе, все это находилось въ тѣсной связи съ развитіемъ и перемѣщеніями антициклона, наблюдававшегося въ

это время въ Россіи, и барометрическаго минимума у сѣверовосточныхъ береговъ Чернаго моря.

Главная Физическая Обсерваторія предвидѣла возможность этой боры въ Новороссійскѣ, и еще 15-го декабря въ 1 ч. 10 м. дня, когда въ районѣ Новороссійска стояла тихая, теплая и ясная погода, и не было признаковъ НЕ, обсерваторіей было послано соотвѣтствующее предостереженіе въ Новороссійскѣ, а 17-го въ 1 ч. дня было сдѣлано распоряженіе не спускать штормовыхъ сигналовъ.

VIII.

Записи самопишущихъ приборовъ во время нѣкоторыхъ Новороссійскихъ боръ.

Описанная бора можетъ служить наглядной иллюстраціей того, насколько конструкція дѣйствующихъ въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ самопишущихъ приборовъ неприспособлена для *безпрерывнаго и отчетливаго* записыванія такого грандіознаго явленія, какъ бора: не говоря уже объ анемомографъ, которые въ данномъ случаѣ совершенно не дѣйствовали, записи баромографовъ и термографовъ, какъ видно изъ приложенныхъ копій, страдаютъ также недостатками, и величины, снятыя съ записей приборовъ во время боры, вообще не могутъ отличаться большой точностью. Тѣмъ не менѣе для характеристики общаго хода явленія эти записи представляютъ большой интересъ. Ввиду этого мы считаемъ не лишнимъ привести для нѣкоторыхъ менѣе сильныхъ боръ, при которыхъ анемомографъ въ Новороссійскѣ дѣйствовалъ исправно, ежечасныя данныя скорости вѣтра, давленія и температуры воздуха, зарегистрированныя этими приборами.

Для большой наглядности колебаній давленія и температуры воздуха при этихъ борахъ максимальныя и минимальныя величины въ нижеслѣдующихъ таблицахъ напечатаны соотвѣтственно жирнымъ и курсивнымъ шрифтомъ. Скорость нордоста дана въ километрахъ въ часъ. Такъ какъ при усиленіи вѣтра чашки анемомографа на Мархотѣ обыкновенно, въ избѣжаніе порчи прибора, снимались, то соотвѣтствующей графы въ составленныхъ нами таблицахъ по бѣльшей части и не оказывается. Тѣ скорости вѣтра, которыя мы подъ таблицами приводимъ въ этихъ случаяхъ для срочныхъ часовъ, вычислены въ километрахъ въ часъ по непосредственнымъ наблюденіямъ на Мархотѣ.

Таблица XV.

Бора 19—21 ноября 1894 года.

Ч а с ы.	19 ноября.									20 ноября.						21 ноября.						
	Скорость нордоста		Давленіе воздуха.			Температура.			Скор. нордост.	Давленіе воздуха.			Температура.			Скор. нордост.	Давленіе воздуха.			Температура.		
	Новор.	Марх.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.		Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.		Разн.	Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.
1	46	44	64.4	28.1	36.3	6.5	-0.2	6.3	77	61.6	22.8	38.8	1.6	-2.8	4.4	38	67.0	26.0	41.0	-0.8	-6.0	5.2
2	48	46	64.2	27.9	36.3	6.8	-0.1	6.9	78	61.6	22.8	38.8	1.6	-3.1	4.7	47	66.4	24.5	40.9	-0.4	-5.2	4.8
3	43	46	64.2	27.9	36.3	7.8	-0.5	8.3	80	61.2	22.1	39.1	0.7	-3.7	4.4	61	64.7	22.6	42.1	-0.7	-5.1	4.4
4	31	41	64.2	27.7	36.5	7.8	-0.7	8.5	80	61.2	22.6	38.6	0.1	-4.1	4.2	71	63.7	21.8	41.9	-1.0	-5.1	4.1
5	34	43	64.2	27.5	36.7	5.8	-0.7	6.5	78	61.3	22.6	38.7	-0.5	-4.8	4.3	72	63.6	23.8	39.8	-1.6	-5.4	3.8
6	39	49	64.2	27.1	37.1	3.8	-0.5	4.3	79	61.7	22.0	39.3	-0.5	-5.2	4.7	59	64.7	23.7	41.0	-2.0	-5.8	3.8
7	57	48	63.7	26.9	36.8	3.3	-0.4	3.7	68	62.3	21.1	41.2	-1.1	-5.3	4.2	57	64.8	23.6	41.2	-2.0	-5.9	3.9
8	58	46	63.2	26.4	36.8	4.0	-0.1	4.1	75	61.3	21.2	40.1	-0.5	-5.5	5.0	54	65.2	24.8	40.4	-1.3	-5.8	4.5
9	52	43	63.2	26.4	36.8	4.2	-0.5	4.7	82	61.6	21.5	40.1	-0.7	-5.9	5.2	47	65.8	26.4	39.4	-0.6	-5.4	4.8
10	46	42	63.4	26.1	37.3	5.2	-0.3	5.5	71	62.6	23.2	39.4	-0.7	-6.0	5.3	31	65.9	26.5	39.4	0.4	-5.0	5.4
11	44	66	63.2	25.5	37.7	5.6	0.2	5.4	60	62.4	20.5	41.9	-0.1	-5.8	5.7	34	65.8	26.6	39.2	0.8	-4.4	5.2
12	61	76	62.9	25.0	37.9	6.3	0.9	5.4	65	62.2	21.4	40.8	0.8	-5.4	6.2	29	65.6	26.4	39.2	2.0	-3.3	5.3
1	54	86	62.3	24.2	38.1	6.4	1.3	5.1	68	62.2	20.1	42.1	1.0	-4.8	5.8	33	65.3	26.1	39.2	2.7	-2.0	4.7
2	47	92	62.1	24.1	38.0	5.7	1.0	4.7	47 ¹⁾	64.5	25.6	38.9	1.5	-4.3	5.8	34	65.3	26.1	39.2	3.0	-1.5	4.5
3	50	94	62.3	24.0	38.3	5.1	0.4	4.7	20	64.3	22.1	42.2	0.8	-4.5	5.3	38	64.3	24.2	40.1	2.2	-0.8	3.0
4	48	95	62.6	24.0	38.6	4.6	-0.1	4.7	26	64.5	22.1	42.4	-0.3	-5.0	4.7	29	64.7	25.5	39.2	1.9	-1.1	3.0
5	43	93	62.9	23.9	39.0	4.2	-0.2	4.4	33	64.6	22.3	42.3	-0.9	-5.6	4.7	41	62.5	25.5	38.0	1.2	-1.7	2.9
6	48	98	62.7	23.3	39.4	3.7	-0.3	4.0	47	64.8	23.3	41.5	-1.0	-6.3	5.3	71	63.6	25.7	37.9	0.4	-3.0	3.4
7	58	101	62.5	23.0	39.5	3.7	-0.7	4.4	54	65.7	25.1	40.6	-1.2	-6.4	5.2	66	63.6	26.2	37.4	-0.1	-4.0	3.9
8	62	99	61.9	21.9	40.0	3.5	-1.1	4.6	52	66.1	26.2	39.9	-1.2	-6.5	5.3	60	63.7	26.2	37.5	-0.6	-4.5	3.9
9	67	76	61.4	21.7	39.7	3.2	-1.2	4.4	42	67.3	26.5	40.8	-1.4	-6.4	5.0	61	63.8	26.7	37.1	-0.6	-5.3	4.7
10	68	78	61.1	22.3	38.8	2.7	-1.8	4.5	34	67.5	26.9	40.6	-1.6	-6.4	4.8	54	63.8	27.0	36.8	0.5	-5.5	6.0
11	70	76	61.4	23.1	38.3	2.5	-2.2	4.7	28	67.6	26.5	41.1	-1.5	-6.3	4.8	51	63.8	27.0	36.8	0.8	-5.7	6.5
12	73	76	61.3	22.7	38.6	2.1	-2.2	4.3	31	67.6	26.6	41.0	-1.2	-6.2	5.0	44	63.8	26.8	37.0	0.4	-5.7	6.1

Скорости вѣтра на Мархотѣ

20 ноября 21 ноября

7 ч. у. 1 ч. д. 9 ч. в. 7 ч. у. 1 ч. д. 9 ч. в.

144 122 76 122 76 55

Эта бора представляетъ часть продолжительнаго бурнаго періода, наблюдавшагося въ Новороссійскѣ 16—26 ноября; при этой борѣ вся средняя и южная Россія находилась въ области барометрическаго максимума.

Записи уже въ первый день боры (19-го) ясно отмѣчаютъ возрастаніе разницы между давленіями воздуха на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ по мѣрѣ усиленія NE на обѣихъ станціяхъ. Все время до 9 ч. вечера барометръ на Мархотѣ понижается; соответствующее пониженіе въ бухтѣ происходитъ медленнѣе, а временами, какъ въ 10^h а и съ 2^h р до 5^h р, давленіе въ Новороссійскѣ даже повышалось. Все это достаточно указываетъ на болѣе и болѣе возрастающее динамическое давленіе вѣтра на барометръ въ Новороссійскѣ и вмѣстѣ съ тѣмъ на усиливающееся паденіе воздушныхъ массъ съ перевала. Съ 9 ч. вечера до 10 ч. утра 20-го ноября скорость нордоста въ Новороссійскѣ достигала наибольшей силы, но бора, судя по разницѣ давленій вверху и внизу, наибольшимъ развитіемъ отличалась между 3 и 5 часами дня, когда горизонтальная скорость NE уменьшалась, наоборотъ, до 20 километровъ

1) Отъ разныхъ румбовъ.

въ часъ. Передъ этимъ, именно, около 2^а р на обѣихъ станціяхъ произошло рѣзкое поднятіе барометра, особенно на перевалѣ, гдѣ между 1 и 2 час. наблюдался скачекъ барометра въ 5,5 мм.; анемографъ въ Новороссійскѣ отмѣтилъ одновременно прохожденіе вихря. Давленіе воздуха въ этотъ день на обѣихъ станціяхъ въ общемъ повышалось, хотя временами и наблюдались болѣе или менѣе рѣзкія колебанія барометра. 21-го ноября еще ночью вѣтеръ въ бухтѣ снова усиливается, динамическое давленіе вѣтра между 3 и 4 часами утра тоже возростало, но въ общемъ въ этотъ день при понижающемся давленіи бора уже ослабѣваетъ. При воздушномъ потокѣ, низвергающемся сверху внизъ, разннца между температурами на перевалѣ и у бухты должна сохраняться постоянной, и дѣйствительно, какъ видимъ, эта разннца мало вообще измѣнялась въ теченіе разсматриваемой боры и была меньше, чѣмъ передъ борой и послѣ нея.

Таблица XVI.

Бора 21—23 января 1896 года.

Часы.	21 января.							22 января.							23 января.						
	Скор. по-р-оста.		Давленіе воз-духа.			Температура.		Скор. по-р-оста.		Давленіе воз-духа.			Температура.		Скор. по-р-оста.		Давленіе воз-духа.			Температура.	
	Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.
1		64.9	28.6	36.3	5.6	5.2	0.4	54	62.5	24.1	38.4	-2.6	-7.2	4.6	79	62.5	22.3	40.2	-6.0	-10.7	4.7
2		64.7	28.4	36.3	5.2	1.5	3.7	58	62.6	24.1	38.5	-2.8	-7.5	4.7	82	62.7	23.2	39.5	-5.5	-10.5	5.0
3		64.5	28.2	36.2	6.8	-1.9	8.7	56	62.6	24.2	38.4	-2.5	-7.2	4.7	77	62.5	23.6	38.9	-5.5	-11.1	5.6
4		64.4	27.7	36.7	7.5	-2.9	10.4	59	62.9	24.2	38.7	-2.5	-7.2	4.7	77	62.1	23.9	38.2	-6.2	-11.7	5.7
5		64.3	27.6	36.7	7.2	-3.8	11.0	58	63.5	24.1	39.4	-3.6	-7.9	4.3	74	61.8	23.7	38.1	-6.5	-12.8	6.3
6		64.1	27.3	36.8	6.3	-3.8	10.1	59	63.7	24.2	39.5	-2.6	-7.4	4.8	78	61.3	23.4	37.9	-7.0	-13.3	6.3
7		63.8	27.1	36.7	7.6	-2.8	10.4	55	64.3	23.9	40.4	-3.0	-6.8	3.8	79	61.2	23.6	37.6	-6.8	-12.5	5.7
8		63.5	27.2	36.3	7.1	-2.0	9.1	53	64.5	23.9	40.6	-2.7	-6.7	4.0	88	61.0	23.8	37.2	-5.0	-11.5	6.5
9		63.5	27.3	36.2	7.7	-2.0	9.7	49	64.8	23.4	41.4	-2.9	-6.2	3.3	89	61.1	23.6	37.5	-3.8	-10.8	7.0
10		63.6	27.4	36.2	10.3	-1.2	11.5	50	65.0	23.2	41.8	-2.4	-6.1	3.7	96	60.9	22.5	38.4	-3.2	-10.4	7.2
11		63.3	27.2	36.1	11.5	-0.8	12.3	50	64.6	22.8	41.8	-2.2	-6.0	3.8	90	60.6	22.6	38.0	-5.2	-11.9	6.7
12	19	63.1	26.9	36.2	10.4	-0.3	10.7	52	64.4	22.7	41.7	-2.3	-6.9	4.6	69	61.6	22.6	39.0	-4.8	-11.9	7.1
1	23	62.8	26.5	36.3	10.4	-1.0	11.4	52	64.2	22.4	41.8	-3.3	-8.2	4.9	59	61.1	22.2	38.9	-4.6	-11.1	6.5
2	32	62.3	26.3	36.0	8.0	-1.1	9.1	55	64.2	22.1	42.1	-5.4	-9.7	4.3	52	61.6	22.3	39.3	-4.7	-10.2	5.5
3	31	62.3	26.1	36.2	7.2	-3.2	10.4	58	64.3	22.1	42.2	-6.6	-10.8	4.2	62	60.3	21.3	39.0	-4.8	-10.2	5.4
4	38	62.3	26.1	36.2	2.3	-4.9	7.2	62	64.4	22.1	42.3	-7.4	-11.0	3.6	59	60.9	22.2	38.7	-5.3	-10.3	5.0
5	53	62.3	25.5	36.8	-1.4	-5.3	3.9	60	64.6	22.1	42.5	-8.3	-11.8	3.5	62	60.6	22.7	37.9	-4.6	-9.9	5.3
6	57	62.3	24.7	37.4	-0.9	-5.6	4.7	61	64.7	21.9	42.8	-8.6	-12.0	3.4	66	61.0	22.2	38.8	-6.0	-10.7	4.7
7	53	62.6	25.2	37.4	-0.5	-5.4	4.9	62	64.7	21.9	42.8	-9.0	-12.1	3.1	64	60.6	22.6	38.0	-6.4	-11.0	4.6
8	50	62.4	25.0	37.4	-0.2	-5.8	5.6	64	64.4	21.8	42.6	-9.0	-12.6	3.6	64	61.4	23.6	37.8	-5.1	-11.3	6.2
9	50	62.3	24.8	37.5	-0.5	-6.6	6.1	70	63.9	21.6	42.3	-9.0	-12.7	3.7	56	61.3	24.2	37.1	-5.0	-10.8	5.8
10	50	62.2	24.8	37.4	-1.5	-7.3	5.8	72	63.4	21.8	41.6	-8.0	-12.5	4.5	63	61.3	24.1	37.2	-5.1	-11.3	6.2
11	52	62.2	24.6	37.6	-3.5	-7.1	3.6	73	63.0	21.4	41.6	-7.2	-11.9	4.7	62	60.8	23.3	37.5	-5.7	-11.6	5.9
12	57	62.3	24.3	38.0	-2.7	-6.0	4.2	76	62.7	21.8	40.9	-7.2	-11.5	4.3	52	61.6	23.2	38.2	-6.9	-12.5	5.6

Скорости вѣтра на Мархотѣ								
21 января			22 января			23 января		
7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.	7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.	7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.
29	36	65	72	122	144	72	72	38

Эта бора обуславливалась барометрическимъ максимумомъ, проходившимъ изъ Западной Европы черезъ южныя губ. на востокъ.

До полудня 21-го января въ Новороссійскѣ дулъ слабый вѣтеръ отъ разныхъ румбовъ, давленіе вверху и внизу понижалось, разница температуръ была непостоянна и доходила до 12°. Съ 12 часовъ вѣтеръ переходитъ на NE и къ 5 часамъ усиливается до степени бури, вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается разница между давленіями и уменьшается разница между температурами на Мархотѣ и въ Новороссійскѣ. 22-го января отъ 2^h р до 9^h р, судя по разницѣ давленій, бора достигала наибольшей силы, разница температуръ въ этотъ промежутокъ времени соотвѣтствовала приблизительно нормальной. Наибольшая же горизонтальная скорость NE наблюдалась между 8 и 11 часами утра 23-го января, когда паденіе воздушныхъ массъ съ Мархота было уже менѣе интенсивно. Въ ночь на 24-ое NE въ Новороссійскѣ быстро ослабѣваетъ, бора прекращается, а разница между температурами на перевалѣ и въ бухтѣ значительно возрастаетъ. Дѣйствительно, записи самопишущихъ приборовъ даютъ для ночи 24-го января такія величины.

Часы.	24 января.						
	Скорость нордоста.	Давленіе воздуха.			Температура.		
		Новоросс.	Новор.	Марх.	Раз- вость.	Новор.	Марх.	Раз- вость.
1	Отъ разныхъ румбовъ.	760.9	722.7	38.2	-7.2	-12.2	5.0
2	44	61.4	23.7	37.7	-4.5	-11.7	7.2
3	25	61.5	24.2	37.3	-1.7	-11.6	9.9
4	5	61.4	24.3	37.1	-1.7	-11.5	9.8
5	Отъ разныхъ румбовъ.	61.3	24.3	37.0	-0.6	-11.3	11.9

Слѣдующая разсмотрѣнная нами весенняя бора 29—31 марта 1894 года произошла въ періодъ довольно бурной погоды, наблюдавшейся въ Новороссійскѣ вообще съ 22-го марта по 5-ое апрѣля.

Таблица XVII.

Бора 29—31 марта 1894 года.

Ч а с ы.	29 марта.							30 марта.							31 марта.						
	Скор. порд-оста.	Давленіе воздуха.			Температура.			Скор. порд-оста.	Давленіе воздуха.			Температура.			Скор. порд-оста.	Давленіе воздуха.			Температура.		
	Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.
1	61	60.1	20.5	39.6	-1.7	-5.3	3.6	66	67.5	24.2	43.3	-4.9	-8.2	3.3	70	59.7	18.7	41.0	-0.6	-3.5	2.9
2	53	60.8	20.8	40.0	-2.7	-6.1	3.4	61	67.6	24.1	43.5	-5.1	-8.6	3.5	80	59.0	18.8	40.2	-0.3	-3.6	3.3
3	53	61.1	20.9	40.2	-3.7	-7.0	3.3	50	66.6	22.4	44.2	-5.4	-8.7	3.3	74	60.8	21.1	39.7	-0.2	-3.7	3.5
4	59	61.1	20.7	40.4	-4.6	-8.3	3.7	65	66.3	21.5	44.8	-5.6	-8.8	3.2	63	60.9	22.2	38.7	-0.2	-3.7	3.5
5	66	61.8	21.1	40.7	-5.1	-9.0	3.9	58	67.0	22.0	45.0	-5.5	-8.8	3.3	64	60.8	22.2	38.6	-0.1	-3.7	3.6
6	58	62.8	21.8	41.0	-5.9	-10.0	4.1	36	68.8	27.8	41.0	-5.5	-8.9	3.4	65	60.9	22.7	38.2	-0.1	-3.8	3.7
7	71	62.9	21.7	41.2	-5.9	-10.4	4.5	26	67.8	26.6	41.2	-4.9	-8.5	3.6	63	61.6	23.2	38.4	0.2	-3.8	4.0
8	70	63.9	21.3	42.6	-5.6	-10.4	4.8	25	67.5	26.4	41.1	-3.2	-6.9	3.7	57	61.8	23.2	38.6	0.2	-3.6	3.8
9	72	64.8	20.9	43.9	-4.9	-9.8	4.9	40	65.6	24.1	41.5	-2.6	-6.0	3.4	51	61.8	23.2	38.6	0.8	-3.3	4.1
10	58	65.2	21.9	43.3	-3.7	-9.1	5.4	61	65.1	21.1	44.0	-0.7	-4.1	3.4	50	62.0	23.4	38.6	1.5	-2.8	4.3
11	64	65.7	22.4	43.3	-3.2	-8.0	4.8	69	64.3	21.8	42.5	0.8	-3.2	4.0	50	62.2	24.1	38.1	1.5	-2.7	4.2
12	52	65.8	22.2	43.6	-2.3	-7.2	4.9	67	64.0	21.7	42.3	1.5	-2.3	3.8	49	62.7	24.8	37.9	1.5	-2.6	4.1
1	47	65.5	20.6	44.9	-1.5	-6.4	4.9	77	63.5	21.3	42.2	2.7	-1.8	4.5	37	62.9	24.9	38.0	1.3	-2.3	3.6
2	56	65.3	19.9	45.4	-0.6	-5.7	5.1	73	63.1	21.0	42.1	2.7	-1.2	3.9	26	63.0	25.2	37.8	1.8	-1.9	3.7
3	47	65.7	21.7	44.0	-0.6	-4.8	4.2	75	61.9	20.1	41.8	2.7	-1.0	3.7	25	63.1	25.5	37.6	2.0	-1.7	3.7
4	57	65.4	22.7	42.7	-0.8	-4.7	3.9	81	61.3	19.6	41.7	2.6	-1.0	3.6	24	63.2	25.8	37.4	3.1	-1.5	4.6
5	52	66.1	23.4	42.7	-1.1	-5.0	3.9	83	61.0	19.8	41.2	2.1	-1.5	3.6	12	63.2	26.0	37.2	3.3	-1.3	4.6
6	42	66.7	23.6	43.1	-1.7	-5.7	4.0	83	60.8	20.2	40.6	1.6	-1.9	3.5	11	63.3	26.2	37.1	3.6	-1.1	4.7
7	33	67.9	25.2	42.7	-2.1	-6.0	3.9	87	60.3	19.2	41.1	0.8	-2.2	3.0	16	63.3	26.4	36.9	3.9	-1.1	5.0
8	25	69.1	27.2	41.9	-2.5	-6.2	3.7	89	60.2	18.1	42.1	0.0	-3.2	3.0	16	63.3	26.8	36.5	4.7	-1.0	5.7
9	23	69.4	28.0	41.4	-2.6	-6.7	4.1	89	59.4	18.1	41.3	0.0	-3.2	3.0	17	63.6	26.7	36.9	4.7	-1.2	5.9
10	23	69.5	28.0	41.5	-3.3	-7.2	3.9	90	58.7	18.7	40.0	-0.4	-3.2	2.8	19	63.6	26.7	36.9	5.0	-1.5	6.5
11	37	68.7	26.9	41.8	-4.0	-7.7	3.7	73	59.7	18.7	41.0	-0.4	-3.3	2.9	21	63.7	26.7	37.0	5.3	-1.4	6.7
12	48	67.9	24.7	43.2	-4.4	-8.0	3.6	67	59.7	18.9	40.8	-0.2	-3.4	3.2	17	63.4	26.6	36.8	4.7	-1.6	6.3

Скорости вѣтра на Мархотѣ

29 марта			30 марта			31 марта		
7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.	7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.	7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.
115	144	100	100	100	144	72	58	36

Эта бора обуславливалась быстрымъ перемѣщеніемъ въ южныя губ. барометрическаго максимума, появившагося 29-го марта на Балтійскомъ морѣ, и развилась также чрезвычайно быстро: такъ, судя по срочнымъ наблюденіямъ, въ 9 ч. вечера 28-го марта въ Новороссійскѣ дулъ NE со скоростью только 8 метровъ въ сек., разница между давленіями въ Новороссійскѣ и на Мархотѣ была 37.9 мм., и между температурами 4°9, а въ 1 ч. ночи 29-го въ бухтѣ уже бушевала буря, разница между давленіями возрасла до 39.6 мм., а разница между темпе-

ратурами уменьшилась до 3°. При быстро возрастающем давлении воздуха, бора между 1 ч. и 2 ч. дня достигает наибольшей силы, при скорости вѣтра на Мархотѣ до 40 метр. въ сек.

Стихнувъ нѣсколько къ вечеру, низверженіе воздушныхъ массъ въ ночь на 30-ое снова усиливается и около 4—5 ч. утра достигаетъ вторично максимума, послѣ котораго барометръ на Мархотѣ дѣлаетъ скачекъ вверхъ на 5.8 мм., а анемографъ въ порту, какъ и при борѣ 20-го полбря 1894 года, отмѣтилъ прохожденіе вихря. Слѣдующій максимумъ боры наблюдался въ 10 ч. утра, послѣ чего при довольно быстромъ наденіи барометра динамическое давленіе становится болѣе или менѣе постояннымъ, хотя и остается еще достаточно большимъ. Между тѣмъ горизонтальная скорость NE къ вечеру усиливается и достигаетъ максимума въ 90 кил. въ часъ. 31-го марта, когда давленіе воздуха въ общемъ снова стало повышаться, бора постепенно стихаетъ. Въ теченіе этой боры разница между температурамиверху и внизу также держалась все время болѣе или менѣе постоянной, съ прекращеніемъ же боры—возрастала.

Таблица XVIII.

Бора 14—17 августа 1898 года.

Ч а с ы.	14 августа.									15 августа.									16 августа.									
	Скорость нордоста.			Давленіе воздуха.			Температура.			Скорость нордоста.			Давленіе воздуха.			Температура.			Скорость нордоста.			Давленіе воздуха.			Температура.			
	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	
	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.	
1	45	51.0	17.2	33.8	27.3	19.3	8.2	56	93	53.2	17.1	36.1	24.5	20.5	4.0	66	Барографъ не дѣй- ствовалъ.	19.7	—	17.4	13.0	4.4						
2	42	51.4	17.4	34.0	28.2	21.8	7.4	61	93	53.6	17.4	36.2	22.9	18.7	4.2	64		20.5	—	17.4	13.0	4.4						
3	30	51.5	17.5	34.0	26.0	21.8	4.2	58	98	53.7	17.7	36.0	22.4	17.8	4.6	66		20.5	—	17.2	11.9	5.3						
4	24	51.5	17.5	34.0	24.4	18.7	5.7	55	93	53.2	17.9	36.3	21.3	16.7	4.6	71		20.3	—	16.9	12.5	4.4						
5	21	51.6	17.5	34.1	23.7	21.6	2.1	50	Чашки ане- могр. слиты.	54.8	18.1	36.7	19.8	15.5	4.3	69		20.4	—	16.9	12.4	4.5						
6	18	51.7	17.6	34.1	23.1	21.7	1.4	55		54.9	18.2	36.7	19.2	14.9	4.3	66		20.3	—	16.9	12.8	4.1						
7	33	51.7	17.4	34.3	25.0	19.8	5.3	56		54.9	18.6	36.3	18.8	14.6	4.2	69	57.1	20.1	37.0	17.9	13.8	4.1						
8	36	51.8	17.5	34.3	26.6	20.4	6.2	58		54.3	18.1	36.2	20.0	15.6	4.4	66	57.2	20.4	36.8	19.1	15.2	3.9						
9	5	42	51.9	17.6	34.3	27.9	23.1	4.8	51	55.8	19.0	36.8	21.5	17.6	3.9	68	57.2	20.9	36.3	20.2	16.2	4.0						
10	21	47	51.5	17.7	33.8	29.9	23.6	6.3	45	55.9	18.9	37.0	23.1	18.3	4.8	69	57.2	21.2	36.0	22.0	17.4	4.6						
11	31	45	51.2	17.9	33.3	31.0	25.3	5.7	47	56.0	19.3	36.7	24.2	19.5	4.7	69	57.4	21.5	35.9	23.4	18.7	4.7						
12	31	47	51.3	18.0	33.3	30.8	25.9	4.9	53	56.2	19.8	36.4	24.5	20.3	4.2	64	57.5	22.0	35.5	24.1	19.2	4.9						
1	27	50	51.6	17.8	33.8	32.2	27.5	4.7	55	56.4	19.8	36.8	25.2	20.8	4.4	66	57.3	22.1	35.2	25.1	20.0	5.1						
2	31	47	51.3	17.7	33.6	32.5	27.9	4.6	61	56.4	20.2	36.2	25.5	20.9	4.6	58	57.1	21.8	35.3	26.0	20.8	5.2						
3	31	50	51.0	17.3	33.7	32.7	27.9	4.8	57	56.5	19.7	36.8	25.5	20.6	4.9	53	57.0	22.3	34.7	26.0	21.0	5.0						
4	31	47	50.9	17.1	33.8	32.2	27.7	4.5	58	56.6	19.8	36.8	25.0	20.3	4.7	58	56.8	21.6	35.2	26.0	21.1	4.9						
5	31	55	51.0	17.0	34.0	31.9	27.2	4.5	54	56.2	18.9	37.3	24.0	19.3	4.7	56	56.7	21.5	35.2	25.6	20.4	5.2						
6	31	58	51.2	16.9	34.3	31.1	26.6	4.5	58	56.4	18.8	37.6	22.9	17.9	5.0	58	56.8	22.1	34.7	24.7	20.0	4.7						
7	33	63	51.3	17.0	34.3	30.4	25.8	4.6	56	56.6	18.7	37.9	21.5	16.7	4.8	56	56.8	21.8	35.0	24.1	19.6	4.5						
8	42	63	51.7	17.1	34.6	30.6	25.4	5.2	61	56.9	19.7	37.2	21.0	15.7	4.3	46	57.3	22.1	35.2	23.6	19.5	4.1						
9	43	66	52.1	17.6	34.5	29.2	23.7	5.5	50	57.5	19.2	38.3	20.0	14.8	5.2	50	57.1	21.7	35.4	23.6	19.1	4.5						
10	48	69	52.2	17.5	34.7	28.0	22.5	4.5	58	57.4	19.1	38.3	19.5	13.8	5.7	61	57.0	21.5	35.5	23.1	18.1	5.0						
11	55	80	52.8	17.5	35.3	26.8	22.1	4.7	63	57.3	19.5	37.8	19.0	13.8	5.2	67	56.8	22.1	34.7	23.0	17.5	5.5						
12	61	82	53.1	17.0	36.1	26.1	21.8	4.3	66	57.3	20.1	37.2	18.5	12.4	6.1	67	56.7	21.5	35.2	22.5	17.1	5.4						

Ч а с ы.	17 августа.							
	Скорость нордоста.		Давленіе воздуха.			Температура.		
	Новор.	Марх.	Новор.	Марх.	Разн.	Новор.	Марх.	Разн.
1	63	72	56.7	21.8	34.9	22.0	17.0	5.0
2	61	72	56.6	21.4	35.2	22.2	16.2	6.0
3	69	86	56.2	21.0	35.2	22.2	15.9	6.3
4	69	61	56.2	21.6	34.8	22.3	16.8	5.5
5	64	67	56.8	22.1	34.7	22.5	16.8	5.7
6	24	50	58.4	23.1	35.3	21.6	16.3	5.3
7	Отъ разн.	45	58.9	23.4	35.5	22.3	16.7	5.6
8	румбовъ.	40	59.0	23.6	35.4	23.2	18.1	5.1

Скорость вѣтра на Мархотѣ

15 августа			16 августа		
7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.	7ч. у.	1ч. д.	9ч. в.
122	122	122	122	100	86

Эта бора наблюдалась при барометрическомъ максимумѣ въ средней Россіи, пришедшимъ съ сѣверозапада. Она отличалась вообще меньшимъ развитіемъ, чѣмъ разобранная выше боры, но общій характеръ ея развитія былъ такой же: импульсомъ для нея послужилъ сѣвосточный вѣтеръ на Мархотѣ, который къ 5 ч. вечера 14-го августа достигъ, какъ показываетъ таблица, силы бури. Въ теченіе разсматриваемаго періода бора неоднократно усиливалась и ослабѣвала; максимумъ ея, повидимому, приходился на вечерніе часы 15-го августа, когда NE на Мархотѣ доходилъ до скорости въ 34 метра въ сек., и не совпадалъ съ максимальной силой NE въ Новороссійскѣ, которая, судя по записямъ анемометра, наблюдалась позже, въ утренніе часы 16-го августа.

Передъ борой и послѣ нея разница между температурами на перевалѣ и въ бухтѣ была въ общемъ больше, чѣмъ во время боры. Судя по этой борѣ, вліяніе лѣтнихъ боръ на суточный ходъ температуры въ Новороссійскѣ слѣдуетъ признать, въ противоположность борамъ остальныхъ сезоновъ, мало замѣтнымъ.

Во время этой боры, какъ и при всѣхъ выше изслѣдованныхъ борахъ, температурный градиентъ между Новороссійскомъ и Мархотомъ отличался вообще меньшей измѣнчивостью, чѣмъ передъ борой и послѣ нея.

IX.

Причины происхожденія Новороссійской боры. Аналогія съ феномъ.

Приступая теперь къ выясненію причинъ происхожденія Новороссійской боры, мы укажемъ, какъ этотъ вопросъ рѣшался бар. Врангелемъ, выпустившимъ свое изслѣдованіе, какъ уже говорилось, еще въ 1875 году. По мнѣнію бар. Врангеля, явленіе Новороссійской боры обуславливается тѣмъ запасомъ холоднаго воздуха, который скопляется передъ борой въ котловинѣ, находящейся за хребтомъ Варада, въ то время какъ надъ Новороссійской бухтой находится значительно болѣе теплый воздухъ. При благопріятныхъ условіяхъ эти разпородныя массы воздуха, раздѣленные хребтомъ, могутъ продолжительное время паходиться въ состояніи равновѣсія; но если температура на сѣверномъ склонѣ горъ еще болѣе понизится, или давленіе воздуха къ сѣверу отъ этой мѣстности увеличится, то можетъ случиться, что холодный воздухъ, наполняющій котловину, поднимется выше хребта и начнетъ переливаться въ бухту. Предполагая, что разница температуръ вверху и внизу передъ борой доходитъ до 15° , и считая высоту паденія воздуха въ 500 метровъ, бар. Врангель находитъ, что скорость движенія падающаго съ хребта воздуха по достиженіи имъ уровня бухты будетъ 22 метра въ секунду, такъ что *переливаніе холоднаго, тяжелаго воздуха въ пространство теплое представляетъ, по мнѣнію бар. Врангеля, силу достаточную для производства Новороссійской боры.*

Расчеты эти, однако, сдѣланы при отсутствіи наблюденій вверху и въ котловинѣ за хребтомъ, и даже безъ точныхъ свѣдѣній о высотѣ перевала: факты, какъ мы видѣли, освѣщаютъ явленіе боры въ иномъ видѣ. Мы уже указывали, что о состояніи температуры за хребтомъ Варада *передъ борой* бар. Врангель судилъ по *среднимъ* температурамъ въ Ставрополѣ, тогда какъ болѣе подходящія наблюденія въ Екатеринодарѣ, какъ было показано выше, не обнаруживаютъ вообще запаса холоднаго воздуха за хребтомъ Варада передъ борой. Между тѣмъ предварительное переохлажденіе за хребтомъ должно бы, согласно гипотезѣ бар. Врангеля, быть необычайно громадно, чтобы непрерывно поддерживать въ Новороссійскѣ бору, продолжительность которой иногда можетъ доходить до 8 дней. Что же касается расчетовъ бар. Врангеля, то, хотя взята громадная разность температуръ между переваломъ и бухтой, высота паденія воздуха увеличена болѣе, чѣмъ на 50 метровъ, и кромѣ того не принято во вниманіе треніе и сопротивленіе воздуха, несмотря на такія, такъ сказать, благопріятныя заданія, максимальная скорость вѣтра въ бухтѣ получилась все же только въ 22 метра въ сек., тогда какъ въ дѣйствительности она при борѣ обыкновенно больше.

Необходимо, следовательно, существованіе начальной большой скорости вѣтра на перевалѣ, чтобы падающія съ Мархота воздушныя массы достигали въ бухтѣ дѣйстви-

тельно наблюдающейся скорости, а это обстоятельство связываетъ вопросъ о происхожденіи боры уже съ состояніемъ воздушныхъ теченій на перевалѣ.

Другой изслѣдователь Новороссійской боры, кап. Скаловскій, кромѣ запаса холоднаго воздуха за Мархотскимъ переваломъ, признаетъ необходимымъ для осуществленія боры подходящія условія главнымъ образомъ въ самой Новороссійской бухтѣ, именно, наполненіе ея теплыми водами Босфорскаго теченія, наблюдающагося по временамъ въ Черпомъ морѣ.

Безъ сомнѣнія, ненормальная разица въ тепловомъ состояніи воздуха въ бухтѣ и за хребтомъ, можетъ значительно усиливать эффектъ боры, но, какъ мы видѣли и на отдѣльныхъ случаяхъ и на среднихъ выводахъ, эта разица сама по себѣ еще не является импульсомъ для боры.

Въ тѣсномъ смыслѣ причиной боры какъ падающаго воздушнаго теченія, по нашему мнѣнію, слѣдуетъ признать тотъ бурный сѣверовосточный вѣтеръ, который всегда при Новороссійской борѣ наблюдается на Мархотскомъ перевалѣ.

Какъ показываютъ наблюденія и какъ мы достаточно видѣли въ предыдущей главѣ, наступленію боры въ Новороссійскѣ обыкновенно предшествуетъ сѣверовосточный вѣтеръ на Мархотѣ. Въ холодное время года этотъ вѣтеръ вызываетъ охлажденіе на перевалѣ, вслѣдствіе чего разица температуръ между Мархотомъ и Новороссійскомъ увеличивается, и, слѣдовательно, создаются благопріятныя условія для ниспаденія воздуха съ перевала въ бухту; въ теплые сезоны NE на Мархотѣ можетъ, какъ мы уже видѣли, и повышать температуру: въ этихъ случаяхъ разица между температурами вверху и внизу можетъ быть даже и меньше нормальной, и нисходящихъ воздушныхъ токовъ пока не будетъ. Если теперь во внутренней Россіи или даже въ Западной Европѣ образуется барометрической максимумъ, направляющійся въ среднія или югозападные губ., причемъ высокое давленіе распространяется и на степную область сѣвернаго Кавказа, то скорость вѣтра на Мархотѣ съ возрастаніемъ барометрическаго градіента будетъ тоже увеличиваться и можетъ дойти до такой величины, что въ бухтѣ возникнетъ разрѣженіе воздуха, обусловливаемое динамическимъ дѣйствіемъ вѣтра, который при своемъ движеніи, разумѣется, будетъ увлекать за собой воздушныя частицы, находящіяся въ защищеніи отъ вѣтра прострапствѣ, а это разрѣженіе съ своей стороны вызоветъ уже бурное и стремительное нисверженіе воздуха совершенно независимо отъ того, существуетъ ли нѣтъ подходящая вертикальная температурная аномалія. Такъ какъ вѣтеръ на перевалѣ, какъ мы видѣли, обладаетъ громадной горизонтальной скоростью, то воздушныя массы будутъ падать не прямо вертикально, но по нѣкоторой кривой, форма которой будетъ мѣняться въ зависимости отъ величины горизонтальной скорости вѣтра на Мархотѣ, вслѣдствіе чего и центръ дѣйствія боры со всѣми сопровождающими ее метеорологическими и динамическими слѣдствіями можетъ вообще перемѣщаться въ бухтѣ.

Приведенное объясненіе боры, такъ сказать, относительно ея импульса, является аналогичнымъ съ тѣмъ объясненіемъ происхожденія Швейцарскаго фена, какое далъ Вильдъ въ

своей послѣдней работѣ: «Ueber den Föhn und Vorschlag zur Beschränkung seines Begriffs»¹⁾.

Бурный воздушный потокъ, проносящійся надъ гребнемъ Альпъ еще задолго до наступленія фена, и есть, по мнѣнію Вильда, та именно сила, которая впоследствии вызываетъ низверженіе воздуха въ долины. Дѣйствительно, воздушный потокъ, переходя гребень горы, будетъ увлекать за собой воздушные слои, лежащіе на подвѣтренной сторонѣ горы и создаетъ такимъ образомъ пространство съ разреженнымъ воздухомъ, куда тотчасъ же устремятся снизу находившіяся до сего времени въ покойномъ состояніи воздушныя массы, т. е. въ результатѣ возникаетъ своего рода вертикальный воздушный вихрь, подобно тому какъ, говоритъ Вильдъ, появляются на быстро текущей рѣкѣ позади мостового пролета водяные вихри, но только горизонтальные. Мало по малу верхній воздушный потокъ будетъ затрогивать все болѣе и болѣе низкіе воздушные слои, отѣсняя такимъ образомъ вертикальные вихри все дальше внизъ, пока наконецъ горный вѣтеръ не наполнитъ все пространство.

То, что Вильдъ говоритъ о фенѣ, можно отнести и къ борѣ. Поистинѣ, что всякій новый порывъ вѣтра вверху будетъ вызывать повый же вихрь внизу и имѣть своимъ слѣдствіемъ возобновленіе или болѣе усиленное низверженіе горнаго вѣтра. При такой динамической теоріи низверженія боры и фена просто объясняется бурный и порывистый характеръ обонхъ явленій, а также наблюдающіеся при ихъ наступленіи скачки барометра и вѣтра, обусловливаемые перемѣщеніями воздушныхъ вихрей впередъ или назадъ. Мы уже упоминали, что Преттнеръ объяснялъ явленіе боры борьбой двухъ противоположныхъ воздушныхъ теченій, какъ бы наступающихъ другъ на друга: дѣйствительно, если положеніе низкаго давленія перемѣщается то впередъ, то назадъ, что именно и бываетъ при вертикальныхъ воздушныхъ вихряхъ, то въ каждомъ опредѣленномъ мѣстѣ дѣйствія разсматриваемаго явленія будетъ казаться, пока вихри не смѣнятся уже нисходящимъ потокомъ, что беретъ перевѣсъ то одинъ, то другой вѣтеръ. Появленіе облаковъ на Мархотѣ передъ борой и ихъ скатываніе въ бухту также находитъ себѣ простое объясненіе при вертикальныхъ вихряхъ, существованіе которыхъ передъ борой, какъ мы видѣли, обнаруживается на записяхъ Новороссійскаго анемографа, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ даже и по срочнымъ непосредственнымъ наблюденіямъ.

Многочисленные факты, съ которыми намъ приходилось встрѣчаться при изслѣдованіи боры, въ достаточной степени подтверждаютъ предположеніе, что Новороссійская бора вызывается непосредственно бурнымъ сѣверовосточнымъ вѣтромъ на Мархотѣ. Разумѣется, при болѣе разницѣ температуръ вверху и внизу, какъ это бываетъ зимой, т. е. когда воздушный потокъ, проносящійся надъ Мархотомъ, относительно тяжелъ, бора можетъ развиваться быстрѣе и, слѣдовательно, она можетъ наступить и при меньшей скорости вѣтра на Мархотѣ, тогда какъ при малой вертикальной температурной разности, т. е. когда воз-

1) Отд. оттискъ изъ Записокъ Швейцарскаго Общ. Естествоиспытателей т. XXXVIII, 1901, стр. 79—80.

душный поток на Мархотѣ относительно легокъ (лѣтомъ), для осуществленія боры требуется болѣе продолжительное бурное состояніе атмосферы на Мархотѣ или сравнительно бóльшая скорость NE. Такъ, въ январѣ сѣверовосточный вѣтеръ на Мархотѣ въ 20 м. въ сек. всегда уже вызываетъ бору въ Новороссійскѣ, между тѣмъ какъ въ іюнѣ даже при скорости вѣтра на Мархотѣ въ 24 м. въ сек. NE въ Новороссійскѣ иногда не достигаетъ и 15 метровъ въ секунду (см. 16—17 іюня 1896 года).

X.

Результаты изслѣдованія Новороссійской боры. Возможность предсказанія боры.

Зная теперь, такъ сказать, физическую природу Новороссійской боры, и пользуясь добытыми при изслѣдованіи общими указаніями относительно обстоятельствъ, при которыхъ осуществленіе этой боры *наиболѣе вѣроятно*, мы въ заключеніе коснемся практическаго примѣненія полученныхъ результатовъ.

Припомнимъ главные выводы, полученные нами въ различныхъ отдѣлахъ изслѣдованія.

Среднимъ числомъ въ году въ Новороссійскѣ бываетъ 46 дней съ сѣверовосточной бурей, причемъ большинство бурь, особенно наиболѣе сильныхъ, приходится на холодное полугодіе (октябрь — мартъ). По большей части бора длится по два дня, но были случаи, когда она свирѣпствовала почти непрерывно цѣлую недѣлю; скорость сѣверовосточнаго вѣтра при борѣ обыкновенно доходитъ до 20 метр. въ сек., но въ исключительныхъ случаяхъ была отмѣчена скорость вѣтра и въ 40 метр. въ сек. По повторяемости, продолжительности и силѣ боръ наиболѣе опасными являются въ Новороссійскѣ зимой мѣсяцы декабрь и январь, весной — мартъ и май, лѣтомъ — августъ, осенью — ноябрь.

Для осуществленія боры въ Новороссійскѣ прежде всего требуется присутствіе антициклона вообще сѣвернѣе Новороссійскаго района и барометрическаго минимума на Черномъ морѣ, у сѣверовосточныхъ береговъ, т. е. подходящій барометрическій градиентъ. Антициклоны однако для боры имѣютъ преимущественное значеніе: сравнительно съ ними минимумы при борѣ выражены вообще слабо, хотя на Черномъ морѣ, въ особенности въ холодное время года, и существуютъ благопріятныя условія для ихъ появленія. Наиболѣе опасными въ смыслѣ возможности наступленія боры въ Новороссійскѣ являются барометрическіе максимумы, направляющіеся черезъ среднія и югозападныя губ.: при достаточномъ ихъ развитіи они всегда вызываютъ бору въ Новороссійскѣ.

Температурный градиентъ, обусловливаемый состояніемъ температуры во внутренней

Россіи и на Черномъ морѣ, имѣетъ большое значеніе для развитія бору: при бѣльшемъ градиентѣ (зимой) бора наступаетъ быстрѣе, чѣмъ при меньшемъ (лѣтомъ).

Мѣстными признаками близкаго наступленія бору служитъ прежде всего бурное состояніе атмосферы на Мархотскомъ перевалѣ, а затѣмъ появленіе облаковъ или тумана на вершинахъ горъ.

Дальнѣйшее развитіе бору тѣсно связано съ измѣненіемъ скорости вѣтра, дующаго на перевалѣ: наибольшей силы низверженіе воздушныхъ массъ достигается при максимальной скорости сѣверовосточнаго вѣтра на Мархотѣ.

Съ измѣненіемъ метеорологическихъ условій, вызывающихъ бору, съ удаленіемъ или ослабленіемъ максимумовъ или минимумовъ, т. е. при уменьшеніи барометрическаго градиента въ районѣ Новороссійска, бора ослабѣваетъ и прекращается.

Въ общемъ для осуществленія бору въ Новороссійскѣ всѣ метеорологическія условія должны скомбинироваться такимъ образомъ, чтобы на Мархотскомъ перевалѣ могъ возникнуть бурный сѣверовосточный вѣтеръ, который уже и является непосредственной причиною бору въ Новороссійскѣ.

Температура при борѣ въ Новороссійскѣ измѣняется въ зависимости оттого, съ какой температурой приносится воздухъ сѣверовосточнымъ вѣтромъ изъ области барометрическаго максимума: зимой, а также въ мартѣ и ноябрѣ бора всегда сопровождается пониженіемъ температуры ниже 0° и, слѣдовательно, возможны обледененіе и гололедица, эти наиболѣе вредныя при борѣ явленія; въ лѣтнія бору температура въ Новороссійскѣ можетъ и повышаться, т. е. бора носить характеръ чѣна.

Наконецъ, *динамическое повышеніе барометра въ Новороссійскѣ, наблюдающееся при борѣ, обнаруживаетъ вполне ясно, что бора представляетъ собою дѣйствительно низвергающійся вѣтеръ.*

Вотъ краткій перечень тѣхъ, такъ сказать, практическихъ результатовъ, какіе дало изслѣдованіе Новороссійской бору.

Зададимся вопросомъ, можно ли какими нибудь средствами устранить или ослабить это явленіе?

Разъ установлено, что бора представляетъ собою падающій вѣтеръ, вызываемый бурнымъ состояніемъ атмосферы на Мархотѣ, то полное ея устраненіе, слѣдовательно, связано съ уничтоженіемъ той части Кавказскаго хребта, которая отдѣляетъ Новороссійскую бухту отъ Кубанской низменности. Но если бы это было и осуществимо, то съ устраненіемъ бору мы измѣнили бы и другія уже благопріятныя климатическія особенности Новороссійска: если при настоящихъ топографическихъ условіяхъ Новороссійская бухта, насколько извѣстно, замерзала только разъ въ декабрьскую бору 1899 года, то безъ защиты горами отъ холодовъ юговосточной Россіи эта бухта находилась бы въ этомъ отношеніи въ такихъ же условіяхъ, какъ и сѣверовосточные берега Азовскаго моря, и въ Новороссійскѣ наблюдались бы температуры Екатеринодара.

Прорѣзъ или рядъ тоннелей въ хребтѣ Варада, предлагавшихся 25 лѣтъ тому назадъ

бар. Врангелемъ, исходявшимъ, впрочемъ, изъ другихъ соображеній, могли бы повлечь за собой пониженіе средней температуры въ районѣ Новороссійска, что въ свою очередь измѣнило бы благопріятныя условія для возникновенія и развитія барометрическихъ минимумовъ вблизи Новороссійска, и такимъ образомъ повторяемость и сила боры могли бы уменьшиться, но во всякомъ случаѣ такимъ путемъ бору мы совершенно не уничтожимъ. Такое же значеніе для боры имѣло бы и осуществленіе предложенія кап. Скаловскаго: отклонить путемъ устройства моловъ теплое Босфорское теченіе отъ Новороссійской бухты.

Если бы мы въ результатѣ такими способами и понизили повторяемость и силу Новороссійской боры, то въ то же время мы измѣнили бы къ худшему въ температурномъ, а можетъ быть, и въ другихъ еще отношеніяхъ метеорологическія условія въ Новороссійскѣ для остальныхъ дней въ году, когда боры не бываетъ.

Такимъ образомъ, связывать вопросъ объ улучшеніи Новороссійской бухты, какъ морскаго порта, съ упомянутыми способами устраненія или ослабленія наблюдающейся здѣсь боры, намъ представляется совершенно нераціональнымъ.

Остается, слѣдовательно, примириться съ борой, какъ съ явленіемъ, по природѣ присущимъ Новороссійску, и изучая ея свойства, изыскивать способы такъ или иначе парализовать сопровождающія ее вредныя послѣдствія.

При такихъ условіяхъ заблаговременное предвидѣніе наступленія боры является самымъ важнымъ вопросомъ для Новороссійскаго порта, и въ этомъ отношеніи метеорологія можетъ принести существенную практическую пользу. Мы уже видѣли, что знаменитая декабрьская бора 1899 года была предсказана Главной Физической Обсерваторіей почти за двое сутокъ до ея наступленія; къ сожалѣнію, Новороссійскій портъ, повидимому, не вполне воспользовался посланнымъ ему предостереженіемъ: во всякомъ случаѣ, думается, многихъ изъ тѣхъ аварій, которыя произошли въ эту бору въ портѣ, можно бы было избѣжать заблаговременными соотвѣтствующими приготвленіями.

Настоящее изслѣдованіе, устанавливая связь Новороссійскихъ боръ съ сѣверовосточными бурями на Мархотскомъ перевалѣ, выводитъ рѣшеніе вопроса о предсказаніи боры на болѣе широкую и извѣстную дорогу — предсказанія вообще бурь. вмѣстѣ съ тѣмъ мы даемъ и указанія, при какихъ общихъ и мѣстныхъ метеорологическихъ условіяхъ возможна бора. Такъ какъ главное и непремѣнное условіе осуществленія боры — появленіе антициклона вообще сѣвернѣе Новороссійска и прохожденіе его черезъ среднія или юго-западныя губ., то *вопросъ о предсказаніи боры сводится такимъ образомъ къ заблаговременному предвидѣнію какъ самаго возникновенія барометрическихъ максимумовъ, такъ и ихъ дальнѣйшаго направленія*, что составляетъ прямую задачу общей синоптической метеорологіи.

Такъ какъ въ настоящее время установлены телеграфныя сообщенія въ Обсерваторію о состояніи метеорологическихъ элементовъ на Мархотскомъ перевалѣ, то эти данныя въ дополненіе къ другимъ свѣдѣніямъ, получаемымъ Обсерваторіей, могутъ помочь при обсужденіи опасности и степени силы ожидаемой боры.

Въ теоретическомъ отношеніи результаты, полученные при изслѣдованіи боры, представляютъ неменьшій интересъ.

Оказывается, что въ общемъ по *условіямъ своего происхожденія и по своему характеру бора представляетъ большую аналогію съ известнымъ въ Швейцаріи явленіемъ фѣна; разница только въ сопровождающей оба явленія температуръ, что однако обусловливается состояніемъ температуры въ тѣхъ мѣстахъ, откуда приносится вѣтеръ¹⁾, по существу же оба эти явленія, такъ сказать, одного и того же порядка и должны быть отнесены къ одному общему типу вѣтровъ, дующихъ съ горъ.*

Въ такомъ случаѣ и при фенѣ въ долинахъ вслѣдствіе давленія вѣтра, направленного внизъ, должно существовать динамическое повышеніе барометра, какое обнаруживается при борѣ въ Новороссійскомъ портѣ.

Давленіе это настолько велико, что, собственно говоря, показанія барометра при такихъ условіяхъ не могутъ служить характеристикой атмосфернаго давленія въ окружающей мѣстности.

Тѣмъ не менѣе, изученіе динамическаго повышенія барометра въ связи съ наблюдающейся при немъ скоростью падающаго вѣтра, какъ уже указывалось, можетъ привести къ полезнымъ въ теоретическомъ и практическомъ отношеніи опредѣленіямъ; при этомъ, думается, было бы полезно производить барометрическія наблюденія и наблюденія надъ наклономъ вѣтра, хотя бы только во время боры, и еще на какомъ либо промежуточномъ пунктѣ между Мархотомъ и Новороссійскимъ портомъ, или даже у самой бухты и въ городѣ.

Здѣсь же кстати для болѣе правильной постановки и развитія дѣла предсказанія боры и ея дальнѣйшаго изученія мы можемъ высказать и другое пожеланіе относительно установки на всѣхъ метеорологическихъ станціяхъ въ районѣ Новороссійска *болше солидныхъ* анемометровъ а также барографовъ и термографовъ съ суточнымъ заводомъ. Затѣмъ для лучшаго оповѣщенія о предстоящей борѣ было бы цѣлесообразнѣе мачту, на которой въ настоящее время въ Новороссійскѣ вывѣшиваются штормовые сигналы, помѣстить на болѣе видное мѣсто какъ для входящихъ въ гавань судовъ, такъ и для находящихся уже въ пей, напр. на концѣ восточнаго мола, гдѣ эта мачта могла бы, кромѣ того, постоянно находиться подъ непосредственнымъ наблюденіемъ портовой метеорологической станціи.

Въ заключеніе намъ остается коснуться вопроса, почему именно бора съ наибольшей силой разражается въ Новороссійской бухтѣ, а къ югу быстро слабѣетъ, какъ напримѣръ, хотя бы въ Геленджикѣ, очень близко отстоящемъ отъ Новороссійска и топографическія условія котораго весьма схожи съ Новороссійскими. Баронъ Врангель съ своей точки зрѣнія объясняетъ это обстоятельство тѣмъ, что у Геленджика есть ущелье «Волчьи ворота»,

1) Въ Швейцаріи при фенѣ падающія воздушныя массы южнаго происхожденія, на Черномъ морѣ при борѣ — сѣвернаго.

которое служитъ русломъ для стока холоднаго воздуха, скопляющагося въ долинахъ за хребтомъ; капитанъ же Скаловскій приписываетъ ослабленіе боры въ Геленджикской бухтѣ той причинѣ, что въ эту бухту не заходитъ теплое Босфорское теченіе. Оба эти объясненія не противорѣчатъ другъ другу, а наоборотъ, усиливаютъ значеніе метеорологическихъ контрастовъ для развитія боры. Намъ думается, что *болѣе рѣзко выраженными метеорологическими контрастами въ районѣ Новороссійска, который находится, такъ сказать, на границѣ противоположныхъ вліяній континентальныхъ антициклоновъ и морскихъ минимумовъ, и обуславливается наибольшее развитіе боры именно въ Новороссійской бухтѣ.*

ТАБЛИ
Новороссіи
 Боры, вошедшія въ изслѣд.

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1891.											
1	9 января	67.7	65.8	63.3	2.5	11.9	5.3	6.6	—	4.9	5.2	3.5
	10 »	61.8	62.3	60.8	— 0.4	3.6	1.3	1.5	—	3.5	3.7	3.6
	11 »	62.0	63.3	61.3	8.0	8.1	7.4	7.8	—	—	7.4	—
2*	23 »	53.3	53.1	52.9	1.6	7.8	5.1	4.8	—	4.5	5.5	4.3
	24 »	54.0	54.4	56.9	— 3.2	— 2.4	— 5.5	— 3.7	—	3.0	2.9	2.2
	25 »	56.8	57.8	60.8	— 8.9	— 5.4	— 3.9	— 6.1	—	1.4	2.3	3.0
	26 »	62.3	62.8	63.5	— 3.6	2.0	1.6	0.0	—	3.2	4.1	4.3
3*	28 »	63.5	64.6	64.3	— 0.4	— 1.1	— 3.8	— 1.8	—	3.8	3.6	3.1
	29 »	65.3	64.5	66.8	— 6.6	— 4.2	— 5.1	— 5.3	—	2.2	2.6	2.7
	30 »	67.7	66.6	69.9	— 6.1	— 4.0	— 5.7	— 5.3	—	2.0	2.4	2.4
	31 »	71.1	71.7	72.5	— 5.4	— 2.3	— 2.1	— 3.3	—	2.4	2.5	3.6
4*	8 февраля	72.1	70.9	69.3	— 2.9	0.7	— 0.5	— 0.9	—	2.8	4.6	4.0
	9 »	68.5	68.4	69.9	— 4.0	— 0.1	0.7	— 1.1	—	2.9	3.6	4.4
	10 »	71.5	71.3	72.1	— 2.9	— 0.8	— 3.1	— 2.3	—	2.8	3.7	3.1
	11 »	72.4	71.6	71.4	— 3.3	— 1.0	— 0.5	— 1.6	—	2.9	3.5	3.7
5*	19 »	63.9	66.4	69.0	— 1.1	1.1	— 2.2	— 0.7	—	3.7	4.0	3.6
	20 »	68.9	68.7	67.8	— 1.0	2.3	— 3.1	— 0.6	—	3.6	3.4	3.1
	21 »	66.2	64.1	62.7	— 2.5	1.2	— 3.9	— 1.7	—	3.2	3.9	3.2
	22 »	61.8	61.4	64.5	— 5.9	— 2.6	— 4.5	— 4.3	—	1.9	2.1	1.4
	23 »	68.9	71.1	71.2	— 10.9	— 6.8	— 10.2	— 9.3	—	1.1	1.9	1.4
	24 »	67.4	65.8	66.9	— 6.7	1.5	— 6.0	— 3.7	—	2.2	2.5	2.5
6*	26 »	60.9	59.2	59.5	— 4.1	— 1.7	— 2.0	— 2.6	—	3.2	3.9	3.4
	27 »	61.8	62.9	66.3	— 2.5	— 3.0	— 6.1	— 3.9	—	3.6	3.0	1.9
	28 »	65.8	66.1	65.3	— 6.9	— 4.0	— 4.8	— 5.2	—	2.2	2.8	1.5
	1 марта	65.5	64.6	63.0	— 7.1	— 3.6	— 5.1	— 5.3	—	2.4	2.5	2.9
	2 »	62.9	63.8	64.6	0.0	8.3	2.1	3.5	—	4.5	4.6	4.0
7*	7 мая	59.5	60.0	60.2	11.0	16.0	16.4	14.7	—	8.8	10.3	6.2
	8 »	61.9	61.5	60.1	10.8	17.1	13.5	13.8	—	5.8	6.2	5.6

Ц А А.

КІЙ ПОРТЪ.

шкі, обозначены звѣздочкой *.

Направленіе и сила вѣтра.			Облачность.			Осѣдки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимума.	Минимума.
S 1	E 3	NE 13	6	4	0	—			
W 9	NE 13	NE 17	4	3	0	—	↙ 3.		
—	S 12	S 9	—	10	10	7.6	● а.		
NNW 3	ESE 13	NE 13	10	9	8	—		Яренскъ 782.	Авинь 743.
N 17	NE 17	NE 24	10	10	10	—	↙ 1, 2, 3.	Яренскъ 782.	Трапезондъ 750.
NE 24	NE 24	NE 24	4	10	10	1.0	↙ 1, 2, 3.	Средняя Россія 779.	Батумъ 755.
SW 7	SSW 3	S 3	10	10	10	2.0	*п, 1, 2, р.	Средняя Россія 779.	Новороссійскъ.
NW 9	SSW 7	NE 13	10	9	3	—		Пенза, Оренбургъ 785.	Черное море 764.
SW 13	NE 24	NE 24	10	9	10	—	↙ 2, 3.	Оренбургъ 786.	Батумъ 762.
NE 24	NE 24	NE 26	4	4	10	—	↙ 1, 2, 3.	Оренбургъ 786.	Черное море 767.
NW 9	NW 9	NW 7	10	10	10	—		Харьковъ 781.	Лапландія 754.
NNW 9	NNW 9	NNW 13	1	1	3	—		Кіевъ 781.	Лапландія 744.
NE 24	NE 24	NE 17	0	3	4	—	↙ 1, 2, 3.	Кишиневъ 778.	Ледов. ок. 730. Черн. м.
NE 17	NE 9	NE 13	8	8	8	—	↙ 1.	Кишиневъ 780.	Ледов. ок. 726. [768.
NE 13	NE 9	N 9	7	8	10	—		Елисаветградъ 777.	Ботнической зал. 736.
NE 7	N 5	W 5	10	4	1	—		Средняя Европа 780.	Ледовитый океанъ 747.
N 5	N 3	NE 17	0	0	1	—	↙ 3.	Венгрія 779.	Кольскій полуостр. 735.
NE 9	NE 7	NW 5	0	0	0	—		Зап. пол. Европы 775.	Сѣверовост. Россія 738.
NW 9	NW 7	N 17	2	3	10	0.0	↙ *3.	Балтійское море 780.	Уфа 750.
NE 24	NE 9	N 9	10	0	4	0.0	↙ *1, а.	Кишиневъ 782.	Оренб. 760. Тифл. 759.
NW 7	0	0	0	0	0	—		Средн. Европа 779.	Оренбургъ 750.
NW 3	NW 3	W 3	10 ²	10	10	1.0	*а, 2, р.	Ревель 774.	Камышинъ 749.
W 5	NE 7	NE 24	4	6	10	1.0	↙ *р, 3.	Вильна 778.	Астраханск. губ. 761.
NE 24	NE 24	NE 26	10	10	9	0.0	*1, ↙ 1, 2, 3.	Брянскъ 784.	Черное море 765.
NE 24	NE 24	NE 24	9	9	3	—	↙ 1, 2, 3.	Харьковъ 779.	Сочи 763, Сѣв. Норв. 721.
0	SE 3	0	2	0	0	—		Харьковъ 774.	Норвегія 719.
SE 3	N 5	NE 11	10	2	0	—		Прибалт. губ. 771.	Оренб.-Астрах. 753.
NE 9	NE 9	NE 24	0	1	2	—	↙ 3.	Средн. Россія 770.	Черное море 759.

№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1891.											
	9 мая	59.9	58.5	56.1	11.6	17.5	12.9	14.0	—	4.9	6.1	5
	10 »	56.9	56.0	56.1	10.4	18.0	14.5	14.3	—	4.9	—	6
	11 »	57.4	57.2	56.2	16.4	18.8	14.0	16.4	—	9.6	10.0	10
8*	20 »	65.0	64.7	64.8	21.7	21.8	14.6	19.4	13.2	10.8	11.9	8
	21 »	64.9	63.8	62.1	21.7	22.8	19.9	21.5	13.1	9.0	7.8	7
	22 »	62.1	61.7	61.2	21.1	24.7	22.5	22.8	17.4	7.9	9.9	9
	23 »	61.5	60.2	56.5	18.3	20.6	22.9	20.6	14.1	12.4	12.8	9
	24 »	56.4	56.0	55.4	20.2	24.0	19.3	21.2	13.8	12.5	—	12
9	15 июня	61.4	61.7	63.4	15.4	14.3	12.0	13.9	11.8	10.0	10.0	9
	16 »	63.2	62.3	61.2	16.6	19.6	17.1	17.8	9.4	9.0	10.9	10
	17 »	60.0	59.3	60.2	17.9	23.1	19.6	20.2	14.8	11.7	13.3	14
10*	18 июля	49.5	50.8	51.8	24.8	25.7	22.8	24.4	20.4	18.3	16.5	16
	19 »	52.4	54.2	55.2	19.1	18.4	20.4	19.3	16.9	13.6	10.5	5
	20 »	55.3	55.4	56.2	17.2	23.3	21.6	20.7	16.8	5.4	5.7	7
	21 »	56.3	56.3	57.3	20.7	27.2	20.2	22.7	18.2	6.4	6.8	10
11*	11 августа	58.2	57.4	56.2	22.8	30.6	27.0	26.8	20.4	7.7	8.4	11
	12 »	53.5	53.9	53.7	23.2	28.5	24.3	25.3	23.0	9.6	11.8	14
	13 »	55.2	55.0	55.8	22.4	27.2	23.2	24.3	19.0	15.6	18.1	17
12*	26 »	57.7	59.3	60.8	23.0	27.2	20.2	23.5	20.2	12.0	13.5	12
	27 »	59.0	58.7	58.6	21.0	27.4	22.2	23.5	19.0	11.7	13.9	8
	28 »	57.8	56.9	55.3	22.5	28.4	25.6	25.5	20.5	10.6	9.3	9
	29 »	54.4	52.9	50.8	21.8	31.0	27.5	26.8	21.5	10.3	9.6	13
	30 »	51.5	53.0	53.4	24.9	26.7	22.8	24.8	21.5	13.6	18.8	19
13*	3 сентября	60.4	61.3	61.5	21.7	24.3	21.5	22.5	17.5	15.3	14.6	17
	4 »	61.1	60.2	56.8	24.2	30.6	28.4	27.7	21.4	13.8	11.7	10
	5 »	56.7	56.0	53.1	25.0	31.1	29.0	28.4	24.8	14.0	14.6	10
	6 »	53.2	53.0	52.9	24.5	28.5	22.8	25.3	21.1	17.4	19.8	17
14	9 »	53.6	54.9	56.7	19.0	24.9	19.0	21.0	17.5	15.4	16.4	13
	10 »	57.8	59.2	61.6	17.0	21.4	17.6	18.7	15.0	8.7	8.5	6
	11 »	63.9	63.7	63.9	13.5	19.7	15.2	16.1	12.6	6.3	5.8	6

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимумъ.	Минимумъ.
NE 24	NE 24	NE 24	0	1	0	—	↘ 1, 2, 3.	Онежск. оз 772, Ср Р. 769	
NE 24	NE 24	NE 24	7 ⁰	7	9	—	↘ 1, 2, 3.	Ефремовъ 770.	Черное море 757.
0	SE 7	SE 3	3	0	10 ²	—		Гурьевъ 767.	Червое море 757.
0	SE 7	W 3	0	4	0	—		Геническъ, Оренб. 769.	Нѣмецкое море 747.
NW 7	NE 9	NE 24	0	3	5	—	↘ 3.	Геническъ 770.	Черное море 764.
NE 24	NE 24	E 3	0	0	3	—	↘ 1, 2.	Харьковъ 768.	Червое море 763.
E 3	SE 9	NE 17	10	9	2	—	≡ 1, ↘ 3.	Царицынъ 768.	Черное море 758.
E 3	—	W 3	9	—	4	—		Юго-вост. 767.	
W 3	N 3	W 3	10	10	3	0.0	● а, 2.		
N 3	NE 9	NE 17	2	4	3	—	↘ 3.		
N 3	N 3	0	10	9	7	—			
WSW 3	SSW 10	ESE 6	8	5	8	11.0	● 1, а.	Финляндія 769.	Астрахань 749.
NE 14	NE 20	NE 14	8	8	1	0.0	≡ ● ⁰ , ∩ п, ↘ 2.	Прибалт. губ. 769.	Оренбургъ 747.
NE 30	NE 20	NE 20	5 ⁰	7	7	—	↘ 1, 2, 3.	Зап. и югозап. г. 767.	Уфа 745, Черн. м. 755.
NE 14	E 6	0	6	2	1 ⁰	—		Прибалт. губ. 766.	Сочи 759.
NE 12	E 12	NE 5	0	2	0	—		Харьковъ 767.	Сочи 760.
NE 28	NE 5	NE 10	7	10	9	5.7	↘ 1.	Харьк.-Уральскъ 767.	Новороссійскъ.
0	SSE 4	SE 1	6	4	4	—	● п.	Южная Россія 763.	
NW 9	NNE 2	0	10	1	0	0.0	↘ 0п; ● ⁰ 1.	Дербентъ, Оренб. 767.	
NNE 8	NNE 10	NNE 20	0	9	0	—	↘ 3	Кишиневъ 769.	Пенза 753.
NNE 28	NNE 11	NNE 24	0	4	0	—	↘ 1, 3.	Елисаветградъ 767.	Сочи 760.
ENE 40	ENE 12	ENE 20	0	0	0	0.0	↘ 3, ↘ 1, 3.	Харьковъ 767.	Сочи 757.
W 5	SSE 8	0	3	3	2	—	● п, ↘ а; ≡ ⁰ , < р.	Сред. Россія 765.	Черное море 756.
NW 2	ENE 10	0	7	7	0	0.4	● а, р, ↘ 3.	Югозапад. Россія 769.	Ледовитый океанъ 731.
NW 4	NE 6	NE 20	0	0	1	—	↘ 3.	Смоленскъ 771.	Пермская губ. 749.
NE 20	S 2	NE 20	2	0	5	0.0	● р, ↘ 1, 3.	Ефремовъ 772.	Черное море 759.
	SSW 2	W 2	9	7	0	0.7	● 1, а.	Оренбургъ 769.	Черное море 756.
	SSE 7	0	10	9	8	62.3	< п, 3; ↘ ● п 1 ар, Δ р.		
NE 20	NNW 8	N 10	9	4	0	0.0	< п; ● а, ↘ 1.		
NNE 6	NNW 6	NNE 8	0	0	0	—			

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1891.											
15*	13 сентября	58.2	58.9	61.6	16.5	18.0	15.4	16.6	13.6	10.9	6.4	6.1
	14 »	62.0	62.3	61.4	8.6	15.1	14.0	12.6	8.0	6.1	6.1	6.7
	15 »	60.8	60.5	61.1	13.8	20.1	15.6	16.5	13.5	3.6	4.4	6.8
	16 »	60.3	59.5	59.2	14.6	23.4	17.2	18.4	12.5	7.9	6.9	9.1
16*	24 »	55.3	55.7	59.7	18.4	23.3	12.4	18.0	12.0	14.5	10.6	8.2
	25 »	61.8	61.7	65.3	7.9	12.5	9.0	9.8	7.6	6.3	4.2	3.6
	26 »	62.6	62.7	62.8	9.4	14.5	12.2	12.0	9.0	3.2	3.3	3.5
	27 »	58.4	59.3	60.2	7.7	15.8	12.2	11.9	7.5	4.6	5.3	5.5
17*	29 »	61.4	61.0	60.9	13.5	21.1	12.7	15.8	10.3	9.2	10.0	9.8
	30 »	60.1	59.9	58.2	15.4	18.6	16.8	16.9	10.7	9.3	9.0	7.2
	1 октября	58.2	57.1	57.2	16.5	18.9	17.3	17.6	14.2	8.5	8.0	8.0
	2 »	56.1	57.0	58.2	17.8	22.0	18.0	19.3	16.2	9.6	11.4	14.0
18*	6 »	64.5	64.5	65.0	14.5	20.6	15.6	16.9	13.0	9.5	8.2	10.2
	7 »	64.4	64.3	63.3	16.1	20.4	17.3	17.9	15.0	9.4	8.6	5.7
	8 »	61.9	61.6	60.1	13.3	17.6	14.8	15.2	12.4	5.5	6.6	6.6
	9 »	59.5	60.0	58.9	12.3	20.6	16.4	16.4	11.0	6.8	9.0	8.0
	10 »	59.2	58.6	58.9	15.1	19.4	16.1	16.9	13.0	9.9	9.2	9.3
	11 »	58.7	59.7	58.0	11.0	16.9	14.2	13.7	10.6	7.6	8.1	5.9
	12 »	58.0	58.3	57.1	6.6	14.1	9.4	10.0	6.5	6.0	5.5	5.0
	13 »	57.9	57.7	56.1	7.0	14.9	9.6	10.5	6.0	5.3	6.0	5.0
	14 »	57.7	59.2	58.1	6.6	15.8	11.4	11.3	6.3	5.8	7.1	6.0
	15 »	58.5	59.2	61.0	9.0	17.2	14.0	13.4	8.7	5.7	5.5	3.0
	16 »	62.1	62.2	62.5	12.8	17.3	15.8	15.3	12.6	5.0	5.2	3.0
	17 »	62.5	62.7	62.9	13.8	19.1	14.9	15.9	13.2	4.2	5.3	5.0
	18 »	62.9	62.5	62.2	15.9	20.8	11.8	16.2	11.0	4.9	8.3	7.0
19	22 »	60.5	59.7	59.9	10.5	19.6	16.0	15.4	9.7	9.0	10.8	9.0
	23 »	59.2	59.1	60.1	16.5	19.6	15.8	17.3	14.8	5.8	7.7	6.0
	24 »	61.3	61.5	61.5	12.1	23.4	14.8	16.8	10.5	9.5	8.7	7.0
20*	29 »	51.8	50.3	52.8	18.3	18.4	8.0	14.9	8.0	12.4	14.0	7.0
	30 »	55.5	55.7	57.4	3.7	3.5	— 0.2	2.3	— 0.2	5.0	4.9	4.0
	31 «	55.5	52.7	51.9	1.5	8.0	8.3	5.9	— 0.2	4.0	6.2	7.8
	1 ноября	56.1	55.8	58.4	5.0	6.2	4.4	5.2	3.8	5.5	5.6	5.0

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическаго	
7	1	9	7	1	9			Максимума.	Минимума.
0	E 2	NNE 14	0	9	3	2.2	≡ ⁰ n, a; ●a.	Пинскъ, Вильно 772.	Казань 755.
NE 40	NNE 20	NE 28	2	1	0	—	↘1, 2, 3.	Кіевъ 773.	Яренскъ 756.
NE 25	NNE 12	NNE 7	0	0	0	—	↘1.	Южныя губ. 770.	Екатеринбургъ 755.
W 2	NNE 3	0	0	1	0	—	—	Архангельскъ 766.	Швеція и Сибирь.
0	NW 6	NNE 14	6	5	10	1.1	●p.	Германія 772.	Пермь 745.
NE 16	NE 16	NE 7	10	2	0	—	↘1, 2.	Средняя Европа 774.	Сѣверовост. губ. 751.
ESE 24	NE 18	NE 28	0	0	0	—	↘1, 2, 3.	Югозапад. губ. 773.	—
NE 14	NE 14	NE 10	1	0	0	—	—	Кишин.-Уральскъ 771.	Норвегія 735.
0	SE 2	0	0	7	1	—	≡ ⁰ n, a.	Юговост. губ. 773.	Сѣверъ Норвегіи 743.
0	NE 9	NE 20	6	9	0	—	↘3.	Югов. и Ср. Россія 773.	Норвегія 739.
ESE 2	NE 16	NE 8	0	6	1	—	↘2.	Югов. и Ср. Россія 774.	Черное море 760.
ESE 1	SE 5	S 3	8	9	10	3.1	●p.	Средняя Россія 773.	Черное море 758.
0	N 2	NNE 24	0	6	0	—	—	Верховья Волги 776.	—
NNE 16	NE 16	NE 20	0	0	0	—	↘1, 2, 3.	Москва 778.	—
N 20	NE 18	NE 16	0	0	0	—	↘1, 2, 3.	Ефремовъ 777.	—
E 1	NNE 5	N 1	5	6	1	—	—	Ефремовъ 774.	—
0	NE 3	NE 8	5	7	1	—	—	Ефремовъ-Арханг. 773.	—
NE 16	NE 8	NE 28	0	0	0	—	↘1, 3.	Яренск., Тотьма., Ниж.-	—
E 20	NE 20	NE 40	0	0	0	—	↘1, 2, 3.	Тамбов. г. 777. [Нов.778.	—
E 16	N 4	NE 20	0	1	0	—	↘1, 3.	Ефремовъ 777.	Батумъ 758.
NE 20	ESE 14	NE 20	5	2	0	—	↘1, 3.	Ефремовъ-Харьк. 773.	Батумъ 759.
NE 34	NNE 18	NE 20	1	0	0	—	↘1, 2, 3.	Харьковъ 773.	—
NE 24	NE 12	NE 20	0	0	0	—	↘1, 3.	Харьковъ 773.	—
NE 16	NNE 5	NE 4	0	0	0	—	↘1.	Южная Россія 770.	Сѣверная Россія 752.
NNE 5	SE 5	0	0	0	0	—	⊙3.	Южная Россія 769.	Сѣверозап. и вост. губ.
0	SE 4	E 1	0	0	0	—	⊙ ² 1.	—	—
NN 14	NE 16	NE 5	10 ⁰	5 ⁰	0	—	↘2.	—	—
0	0	0	9	2	0	—	≡n,a.	—	—
SE 16	S 4	NNW 20	10	10	10	4.9	●2, p. ↘1, 3.	Ботнич. заливъ 775.	Казань 740, Новоросс.
NE 18	NE 16	NE 20	10	10	10	9.6	●a, '2; ⊙3. ↘1,2,3.	Данія 778.	Пермь 749. Черн. м. 757.
NE 24	NE 18	NW 1	10	10	10	21.8	● ⁰ n1a2p√1, ↘1,2.	Запад. и Сред. г. 773.	Черное море.
NNW 2	NE 8	NNE 8	9	10	10	0.7	● ⁰ 2.	Западныя губ. 768.	—

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1891.											
	2 ноября	61.8	64.8	69.8	2.0	4.7	1.4	2.7	1.1	4.2	4.0	3.0
	3 »	66.3	64.8	62.6	1.2	6.6	8.0	5.3	— 0.3	3.5	3.0	4.2
	4 »	61.5	60.7	59.2	8.0	12.5	9.6	10.0	6.4	6.7	9.5	8.0
21*	6 »	63.9	65.1	65.8	4.6	5.8	3.0	4.5	3.0	5.5	4.7	4.1
	7 »	63.3	62.8	68.2	0.4	2.7	— 6.3	— 1.1	— 6.4	3.2	3.1	1.7
	8 »	70.8	71.8	68.6	— 6.7	— 1.4	— 3.5	— 3.9	— 7.2	1.8	1.9	1.1
	9 »	66.5	65.5	65.3	— 1.3	4.1	2.4	1.7	— 3.6	2.2	2.2	1.1
	10 »	63.4	62.5	62.1	0.9	4.0	1.1	2.0	0.6	2.3	2.8	1.2
	11 »	61.5	61.0	60.0	0.8	2.0	0.5	1.1	0.4	3.8	3.9	4.1
	12 »	59.1	59.5	61.8	— 1.0	0.4	— 3.0	— 1.2	— 3.5	3.6	3.6	2.9
	13 »	63.3	64.0	64.2	— 6.7	— 2.7	— 0.8	— 3.4	— 7.0	2.4	2.5	1.0
	14 »	62.6	61.2	59.8	1.8	8.9	5.5	5.4	— 2.9	3.9	5.0	3.0
22*	30 »	60.6	60.5	60.2	13.8	16.1	12.4	14.1	12.4	8.9	9.5	9.5
	1 декабря	61.1	60.4	61.1	9.6	9.0	7.0	8.5	6.6	7.6	6.9	6.0
	2 »	63.0	62.8	63.0	5.8	8.0	8.3	7.4	5.6	6.1	5.6	3.1
	3 »	62.7	62.5	62.7	10.4	14.1	12.6	12.4	7.9	7.5	9.1	9.0
23	13 »	57.8	56.6	57.5	9.6	9.8	5.6	8.3	5.5	6.8	7.7	5.0
	14 »	59.4	60.7	60.1	2.6	5.1	2.2	3.3	0.5	4.0	3.9	3.0
	15 »	55.8	54.0	51.3	9.3	10.6	11.8	10.6	1.0	6.1	6.6	7.0
24	23 »	54.5	54.1	57.1	1.2	3.2	— 1.2	1.1	— 1.3	4.1	3.7	4.0
	24 »	60.0	62.2	67.2	— 0.9	0.8	— 0.3	— 0.1	— 2.0	3.4	4.0	3.0
	25 »	70.8	71.3	72.5	— 4.0	— 2.1	— 2.6	— 2.9	— 4.6	3.1	3.1	2.0
	1892.											
25*	15 января	52.2	52.6	52.6	10.0	11.0	11.6	10.9	9.0	7.2	8.2	8.6
	16 »	53.4	52.6	50.6	10.7	10.5	4.0	8.4	3.7	9.0	9.1	5.0
	17 »	53.0	56.1	58.3	— 2.8	— 3.7	— 7.6	— 4.7	— 7.6	3.1	2.8	2.1
	18 »	60.9	62.2	62.6	— 10.1	— 4.4	— 1.8	— 5.4	— 10.5	1.8	1.8	1.6
	19 »	61.8	61.3	65.1	— 2.2	— 1.0	— 8.5	— 3.9	— 8.7	2.1	2.6	1.9
	20 »	69.0	66.9	64.1	— 8.3	— 2.8	— 6.4	— 5.8	— 9.0	2.2	2.1	2.1
	21 »	56.0	53.1	55.1	— 7.4	— 8.4	— 8.8	— 8.2	— 8.9	1.7	1.9	3.0
	22 »	59.2	60.4	63.7	— 6.3	— 5.6	— 7.3	— 6.4	— 9.1	2.3	1.8	1.0
	23 »	62.3	62.4	62.7	— 8.5	— 9.4	— 11.2	— 9.7	— 11.7	1.9	1.3	1.0
	24 »	60.7	59.9	60.9	— 8.0	— 11.3	— 15.2	— 11.5	— 15.7	1.7	1.4	0.7

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимумъ.	Минимумъ.
6	NNN 8	NE 8	5	10	3	—		Сѣверозап. Европа 780.	Архангельскъ 755.
40	SW 12	NE 4	0	10 ⁰	6	—	↙ 1.	Варш.-Елисаветгр. 777.	Ураль 745.
	SE 1	0	10	10	5	0.1	≡ ² 1; a ⁰ 1, a.	Югозапад. губ. 768.	Чердынъ 730.
2	NW 5	NW 4	10	9	1	—		Краковъ 776.	Кострома, Вологда 747.
2	NW 9	NE 20	10	8	0	0.0	* ⁰ p. ↙ 3.	Вильно, Хемницъ 776.	Казань 751.
16	NNE 6	NE 14	0	0	0	—	↙ 1.	Крымъ 779.	Уфа 754.
16	NNE 16	NNE 10	0	5	0	—	↙ 1, 2.	Кишиневъ 774.	Екатеринбургъ 744.
18	NNE 24	NNE 20	10	5	0	—	↙ 1, 2, 3.	Средн. Россія 773.	
16	NNE 16	NNE 18	5	5	10	—	↙ 1, 2, 3.	Ср. и Вост. Россія 777.	
24	NNE 28	NE 20	10	4	4	—	☉ 3. ↙ 1, 2, 3.	Ср. и Вост. Россія 779.	
18	NE 18	0	1	2	10	—	↙ 1, 2.	Тотьма-Казань-Уфа	
	SSE 6	0	10	10	10	14.8	≡ a, ● p, 3.	Вятка 776. [779.	
	SSE 2	0	10	10	5	1.6	● p.	Екатеринбургъ 785.	
5	NNE 16	NE 20	10	9	5	—	↙ 2, 3.	Южныя губ. 772.	
20	NNE 8	NE 8	4	8	10	—	↙ 1.	Ефремовъ 774.	
	W 2	NE 5	10	9	0	0.0	● ⁰ a.	Царицынъ 774.	
4	SW 8	NNE 14	9	10	10	19.8	● n, a, 2.		
16	N 2	0	5	1	3	—	☉ 3. ↙ 1.		
18	SSE 20	SSE 20	10	10	10	6.4	↙ 1, 2, 3.		
8	NNE 3	SE 2	10	6	5	3.2	*n, 1, p, 3.		
6	NE 16	NE 20	3	3	3	—	↙ 2, 3.		
10	S 4	NE 4	3	7	2	—			
28	SE 20	SE 20	10	10	10	18.4	↙ ● n, 1, a, 2, p, 3, < 3.	Ирбитъ 769.	Лозовая 748.
8	SE 6	NE 20	10	10	10	57.1	< n ● n1 a 2 p ≡ 3 ↙ p 3	Прибалтійск. губ. 767.	Земетчино 746.
20	NE 20	NE 28	10	3	3	0.0	*n S ² ↙ n, 1, a 2, p, 3.	Пинскъ 772.	Черное море 755.
12	NE 10	NE 10	5	0	10	—	↙ *n; ≡ 1, a 2; S ² .	Балтійск. море 777.	Усть-Сысольскъ 749.
	NE 4	NE 8	10	6	3	0.8	*a, 2, p; † a, 2.	Гангэ, Краковъ 777.	Усть-Сысольскъ 752.
	NNW 1	NE 8	10	8	3	—		Зап. и Южн. Россія 775.	Усть-Сысольскъ 760.
16	NNE 18	NE 6	10	10	3	0.0	†, *a 2 p ↙ n, 1, a, 2 p.	Ботнич. заливъ 771.	Черное море.
3	NW 5	NE 5	10	9	10	0.0	* ⁰ a 2 p.	Средн. Европа 773.	
4	NE 4	NE 3	10	3	10	—	* ⁰ n.	Сѣв. Росс., Балк. пол. 774	
6	NE 20	NNE 20	10	10	3	0.0	* ⁰ a 2 p ↙ a, 2, p, 3.	Арханг. 777, Приб. губ. [774.	Казань 760.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1892.											
	25 января	64.0	66.7	69.5	-15.2	- 9.5	-14.4	-13.0	-16.2	1.1	1.3	1.2
	26 »	67.0	64.4	61.3	- 2.5	0.9	4.1	0.8	-14.5	3.4	4.1	3.9
	27 »	59.4	57.8	56.7	3.8	5.7	1.1	3.5	0.8	5.2	4.8	4.3
	28 »	54.7	53.3	54.8	- 1.3	- 5.2	- 4.4	- 3.6	- 6.6	3.1	2.5	2.6
	29 »	53.6	52.2	52.3	- 1.4	2.6	- 4.7	- 1.2	- 5.0	4.0	4.4	2.6
26*	20 февраля	63.8	63.6	63.3	2.7	11.1	4.3	6.0	2.5	3.7	4.4	1.4
	21 »	64.2	65.3	64.7	0.6	7.4	2.6	3.5	0.3	3.6	3.7	3.8
	22 »	66.8	65.3	64.6	- 0.5	4.5	1.8	1.9	- 0.5	3.3	3.2	3.5
	23 »	64.1	63.6	63.1	- 1.4	4.9	2.8	2.1	- 1.4	3.1	3.6	3.5
	24 »	63.6	63.6	61.0	1.1	4.2	4.4	3.2	0.2	3.5	4.1	3.7
27*	26 »	60.4	59.6	59.2	0.6	3.8	2.1	2.2	0.2	3.9	4.1	4.1
	27 »	58.5	57.0	58.3	- 0.3	0.6	- 2.6	- 0.8	- 2.8	3.6	3.1	2.7
	28 »	61.0	60.3	62.4	- 5.7	- 0.7	0.9	- 1.8	- 5.8	2.4	2.6	3.1
	29 »	61.5	59.3	54.8	0.5	4.1	5.4	3.3	- 0.5	4.3	4.5	4.8
	1 марта	51.6	52.6	54.3	5.0	4.4	- 0.4	3.0	- 0.4	5.7	5.5	3.9
	2 »	56.0	53.5	47.3	- 0.5	8.8	5.2	4.5	- 0.6	3.8	5.2	5.3
	3 »	46.4	47.1	53.3	5.4	7.3	1.8	4.8	1.6	5.1	7.3	4.6
28	9 »	55.6	55.8	56.4	12.2	10.0	8.6	10.3	7.7	5.7	7.3	7.9
	10 »	57.6	55.3	52.7	4.5	6.8	6.9	6.1	4.4	5.2	5.7	6.1
	11 »	50.0	49.7	51.3	12.3	14.6	8.8	11.9	6.8	6.4	7.7	8.1
	12 »	55.2	56.5	56.1	7.1	9.1	13.5	9.9	6.7	7.1	7.8	7.5
	13 »	55.6	56.5	57.1	13.3	13.9	13.0	13.4	11.0	5.2	6.4	7.3
	14 »	60.2	61.7	62.8	11.0	13.0	8.8	10.9	7.5	6.0	8.6	7.6
29*	16 »	59.5	59.0	56.3	6.2	14.8	13.7	11.6	5.4	7.0	6.4	6.2
	17 »	54.5	53.7	53.9	7.4	12.4	6.8	8.9	6.6	5.1	5.5	4.8
	18 »	56.0	57.0	55.7	9.4	13.4	6.1	9.6	5.3	5.4	5.3	4.6
	19 »	57.0	56.7	56.2	2.9	10.5	6.4	6.6	2.7	4.1	4.5	4.1
	20 »	53.5	54.5	59.0	0.9	7.9	6.3	5.0	0.0	4.0	4.2	3.5
	21 »	58.4	58.0	60.5	1.7	7.9	2.6	4.1	- 0.6	2.6	2.9	3.6
	22 »	60.4	60.8	62.4	1.2	4.1	2.0	2.4	- 1.1	3.5	3.2	4.0
	23 »	62.6	62.7	62.1	2.7	6.8	6.0	5.2	1.0	3.9	4.7	4.9
30*	8 апрѣля	50.5	49.4	48.1	8.5	10.3	10.6	9.8	3.5	5.5	7.9	8.1
	9 »	50.9	54.2	57.5	1.0	1.6	0.6	1.1	0.3	4.2	3.8	3.8

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимума.	Минимума.
NE 20	NW 4	0	3	0	0	0.8	≡ ² 1. ↘ _{n, 1, a.}	Юго-Зап. Россія 774.	
SW 4	SSE 8	SW 16	10	7	10	4.3	*n1a; Δa ↘ _{p, 3.}	Кавказъ 775.	
8	SSE 12	NE 10	10	10	2	1.0	●n, a ↘ _{n.}	Сред. Россія 769.	Черное море.
E 16	NNE 20	NE 8	10	10	10	7.7	↔ _{n, 1; *n1a2p ↘_{n,}}	Елисаветградъ 771.	Черное море 756.
	WNW 1	NE 10	10	9	10	0.0	≡1, S1, a. [1a2pS]	Царицынъ 771.	Бодэ 733.
	NE 7	SW 15	5	3	0	—	≡a, 2p. ↘ _{p, 3.}	Екатеринбургъ 786.	Нѣмецкое море 741.
E 24	NE 16	NE 30	0	0	0	—	≡ ² n. ↘ _{n, 1, a2, p, 3.}	Уфа, Казань, Пенза 788.	
E 16	NE 24	NE 28	1	1	1	—	≡ ² n. ↘ _{n, 1, a, 2p, 3.}	Централн. Россія 790.	
NE 20	NNE 16	E 14	1	0	0	—	≡ ² n. ↘ _{n, 1, a, 2p.}	Сред. Россія 785.	
E 7	SE 4	E 14	0	1	0	—	≡ ² n.	Сред. Россія 782.	
NE 12	NNE 8	NE 10	4	6	9	—	≡ ² .	Вильна 778.	
NE 10	NE 30	NE 30	6	4	3	—	≡ ² ↘ _{a, 2, p, 3.}	Запад. и югоз. губ. 775.	
E 10	NNE 28	NNE 5	4	0	10	—	≡ ² ↘ _{n, a, 2, p.}	Южн. Рос. 773.	
	SW 7	SSE 14	10	10	10	—	* ⁰ n; ●a, p.	Югоност. губ. 770.	
E 14	NNW 4	NW 5	10	10	10	3.4	●n1a2.	Улеаборгъ 776.	
W 4	SW 1	NE 15	4	8	10	10.1	□ ⁰ a; ●p ≡ ² ↘ _{p, 3.}	Петрозаводскъ 777.	Черное море.
E 14	SSE 10	NW 8	8	10	0	8.6	●n1ap3; ≡n1a2pΔ3	Сѣв. полов. Евр. 774.	Черное море.
E 18	SSE 8	NW 4	10	10	10	9.3	●n, a2p; ↘ _{n, 1, a. ≡²p}		
E 8	NNE 16	NNE 20	10	10	10	0.6	● ⁰ p. ≡ ² n1a2p3 ↘ _{a2}		
E 8	0	SSE 5	10	10	10	8.6	●2p3; ≡n, 1, a. [p3.		
SE 8	SE 3	NE 4	10	10	0	—	●n ≡ ² a, 2, p.		
E 16	NNE 10	NE 14	0	9	10	0.3	↘ _{n, 1, a; ≡².}		
2	SSE 2	S 2	10	7	10	—	≡ ² .		
	SE 3	NE 8	10	0	0	—	≡ ² n, 1, a.	Екатер.-Оренб. 785.	
NE 10	NNE 16	NE 20	10	10	7	0.4	⊕a ≡ ² ↘ _{a, 2p3.}	Вятка 787.	
NE 8	NNE 8	NE 20	9	0	0	—	●n. ↘ _{p, 3.}	Москва 787.	Черное море 757.
E 28	NE 24	NE 30	9	3	0	—	≡ ² ↘ _{n, 1, a, 2p, 3.}	Москва, Вел. Луки 788.	Черное море 755.
E 30	NE 30	NE 8	10	9	4	—	≡ ↘ _{n1, a2, p.}	Вильна 784.	Сочи 756.
E 20	NNE 14	NW 8	3	1	10	—	≡ ↘ _{n, 1a.}	Балтійское море 770.	Сочи 759.
E 16	NW 10	NW 3	5	10	3	—	↘ _{n, 1, a.}	Краковъ 780.	Сочи 759.
1	SE 9	SW 8	10	10	7	1.0	●p.	Англія 779.	Вардэ 754.
	SE 6	NNE 9	10	10	10	19.5	●a, 2, p, 3; ∞n.	Стокгольмъ 772.	Казань 747.
NE 24	NE 20	NE 20	10	7	10	0.3	Sa; * ⁰ p. ↘ _{n, 1a2p3.}	Германія 771.	Пермь 747.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1892.											
	10 апрѣля	58.9	59.9	60.9	— 0.8	1.7	0.4	0.4	— 1.1	3.4	3.9	4.2
	11 »	63.2	63.7	63.7	1.3	5.0	2.9	3.1	0.0	3.9	3.6	3.4
31*	29 »	59.3	60.1	57.8	19.1	21.6	19.2	20.0	14.7	7.6	6.7	8.5
	30 »	56.6	56.7	53.1	18.4	25.1	19.0	20.8	11.2	7.9	7.3	8.3
	1 мая	50.6	49.6	47.7	19.9	23.3	19.2	10.8	9.9	6.8	8.8	4.0
	2 »	48.2	48.3	48.7	11.1	19.4	15.8	15.4	5.0	4.7	4.2	4.0
	3 »	52.3	54.4	55.5	9.9	17.3	12.6	13.3	9.8	5.0	7.2	8.3
	4 »	55.7	56.0	55.4	12.8	16.7	12.6	14.0	8.7	8.4	9.2	3.3
32	6 »	58.7	59.0	58.5	13.5	17.1	15.2	15.3	8.0	9.0	9.7	9.8
	7 »	58.6	57.6	56.3	17.8	26.5	23.3	22.5	12.3	10.3	10.5	8.9
	8 »	53.8	53.5	54.6	19.8	25.8	16.6	20.7	16.5	8.9	12.2	10.7
33*	13 »	57.1	56.9	54.5	14.7	17.2	14.8	15.6	13.3	9.7	10.0	9.5
	14 »	51.9	52.5	53.7	14.3	14.9	14.0	14.4	12.7	10.0	9.5	8.5
	15 »	55.1	56.8	58.8	11.2	15.0	10.6	12.3	10.6	6.6	6.1	5.8
	16 »	57.8	58.6	57.8	9.0	15.5	13.8	12.8	9.0	5.8	6.2	6.9
	17 »	57.7	57.5	56.3	12.0	18.3	14.9	15.1	9.8	6.8	7.4	6.2
	18 »	55.2	54.1	53.1	11.9	19.8	16.8	16.2	11.4	6.7	7.3	7.0
	19 »	53.9	55.2	56.3	16.3	20.2	14.6	17.0	14.5	6.1	7.5	11.0
	20 »	55.5	55.3	54.5	13.5	13.8	13.2	13.5	12.6	11.0	10.5	10.2
34	31 »	59.0	58.2	56.7	20.0	19.8	16.7	18.8	13.2	10.8	12.7	12.0
	1 іюня	58.1	60.9	60.4	15.3	15.8	15.5	15.5	14.0	9.1	7.3	6.8
	2 »	61.8	62.5	62.7	16.6	21.9	15.2	17.9	14.5	8.1	12.0	10.1
35	21 »	54.9	55.6	56.3	23.8	26.2	22.3	24.1	19.9	12.6	15.6	16.3
	22 »	55.7	54.8	52.7	24.5	29.8	24.1	26.1	20.0	14.1	15.0	13.7
	23 »	53.0	54.5	56.2	23.6	20.0	19.7	21.1	18.5	17.1	15.5	15.6
36*	27 »	54.6	54.5	53.9	27.4	28.6	29.0	28.3	25.5	12.2	16.5	13.6
	28 »	54.5	55.3	57.0	26.4	31.7	26.1	28.1	24.5	17.3	13.1	15.0
	29 »	57.8	58.6	57.8	22.9	27.8	23.2	24.6	22.5	13.0	9.8	10.6
	30 »	56.8	55.0	53.6	24.4	29.5	25.2	26.4	23.2	9.1	10.2	12.2
	1 іюля	50.5	50.7	52.6	26.0	24.8	21.1	24.0	20.0	9.4	12.0	13.9
	2 »	53.2	53.7	55.3	23.1	25.4	20.5	23.0	18.4	13.2	16.0	11.4

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимумъ.	Минимумъ.
16	NE 14	N 14	10	10	10	0.5	* ⁰ n,1,a.p. ↙,n1,a.	Южная Россія 770.	Сочи 760.
3	W 7	W 1	8	10	10	—	* ⁰ n; ≡ ² .	Черное море 770.	
	SE 4	0	0	10	0	—	⊙ ² .	Ирбитъ 775.	
	SE 1	NE 20	6	3	0	—	⊖n; ≡a ↙,p,з.	Кострома, Н.-Нов. 775.	
4	NE 14	NE 20	10	9	5	—	∞ ⁰ a,p. ↙,p,з.	Казань-Вятка 772.	
28	NE 28	NE 30	9	10	5	—	∞ ¹ a,2,p. ↙,n1a2p3.	Ср. и вост. Росс. 768.	Сочи 749.
16	SE 5	0	0	0	0	—	↙,n,1,a.	Харьковъ 765.	Сочи 754.
	SE 3	0	0	2	9	—	⊖n.	Юговост. Россія 765.	
	SE 3	0	0	0	0	—			
	NNE 8	NE 16	0	0	1	—	↙,p,з.		
E 10	NE 8	N 1	10	10	10	0.3	⊕ ² ,p; ⊖ ³ .		
5	S 6	NE 8	10	10	2	—		Данія 773.	Черное море 760.
E 16	NE 18	NE 16	10	10	10	—	↙,n,1,a,2,p,з.	Вильно 768.	Батумъ 754.
E 24	NE 24	NE 10	10	4	0	—	↙,n,1,a,2,p.	Харьковъ 766.	Сочи 755.
E 24	NE 12	NE 12	1	5	0	—	↙,n,1,a.	Уральскъ, Рост. в. Д. 767.	Сочи 760.
E 10	ESE 8	NE 15	0	5	0	—	↙,p,з.	Оренбургъ 771.	
E 16	NE 10	NE 20	0	5	0	—	↙,n,1,a,p,з.	Уфа 770.	
NE 20	SSE 6	S 1	10	6	10	7.5	↙,n,1,a.	Екатер. 766. Австр. 769.	
	SE 3	0	10	10	5	3.0	●n,1,a,2,p.	Озерная об. 765.	
	SE 4	0	0	6	10	2.0	⊖ ² n; ⊖,●,p; < ³ .		
NE 14	NNE 4	NE 20	1	4	0	—	↙,p,з.		
E 10	SE 4	0	1	1	0	—	≡ ⁰ .		
E 2	SE 4	NW 1	9	2	1	—			
E 12	NE 6	NE 18	9	7	8	—	<, ↙,p,з.		
	NNW 2	0	10	10	9	14.7	⊖a; ●a,2,p.		
E 14	SE 4	NE 10	0	0	0	—		Германія 760.	
E 3	NE 4	NE 16	0	1	2	—	↙,p,з.	Вѣна-Кишиневъ 769.	
E 24	NE 10	N 16	1	0	0	—	↙,n,1,a,p,з.	Югозап. губ. 766.	Сочи 760.
NE 14	ENE 8	NNE 4	10	2	9	—		Кишиневъ 764.	
5	NE 16	0	10	10	0	—	↙,a,2,p.	Екатер.-Ирбитъ 740.	
	SE 4	NE 8	2	2	10	2.7	●p.	Восточн. пол. Европы.	

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1892.											
37*	29 июля	58.5	58.0	58.1	23.5	29.2	23.6	25.4	19.3	15.6	13.6	13.9
	30 »	58.0	57.3	56.1	22.0	24.7	23.5	23.4	20.9	8.6	10.0	12.0
	31 »	53.9	53.2	51.3	21.0	23.7	23.8	22.8	20.9	14.6	12.8	10.9
	1 августа	50.9	53.4	55.8	21.5	22.4	20.4	21.4	20.2	16.5	13.1	13.0
38*	5 »	51.9	52.2	53.6	23.4	32.2	25.9	27.2	17.2	13.6	12.5	12.8
	6 »	55.9	56.8	57.5	25.2	29.1	23.6	26.0	23.5	16.1	16.7	12.0
	7 »	57.8	57.4	55.8	23.0	29.7	26.0	26.2	22.0	8.6	8.8	8.0
	8 »	53.7	53.0	52.7	21.3	26.1	23.0	23.5	21.2	10.6	14.3	12.0
	9 »	53.7	55.7	58.7	21.3	22.1	18.6	20.7	17.4	14.4	15.3	12.2
	10 »	60.1	59.5	59.5	17.0	23.7	22.4	21.0	16.5	11.2	11.9	11.1
	11 »	58.8	58.5	57.9	21.6	27.9	21.0	23.5	20.9	11.6	12.7	14.0
	12 »	57.6	56.7	55.7	23.5	29.4	24.2	25.7	19.4	13.8	15.3	14.0
	13 »	55.2	55.6	56.5	26.0	30.2	24.6	26.9	22.4	12.2	11.8	10.0
	14 »	58.1	58.8	58.2	21.5	27.2	24.0	24.2	21.3	9.6	6.8	7.0
	15 »	57.8	57.1	56.7	23.2	30.1	27.4	26.9	23.0	6.0	10.7	9.0
	16 »	57.1	56.4	56.3	23.1	30.0	25.6	26.2	21.0	9.8	11.2	8.0
	17 »	56.6	56.7	56.9	25.2	32.2	25.2	27.5	23.2	10.2	10.9	12.0
39*	24 »	56.7	58.0	58.3	17.3	25.2	20.8	21.1	16.0	6.9	6.1	5.0
	25 »	60.4	60.0	59.5	19.2	27.3	25.0	23.8	17.6	6.1	5.2	6.0
	26 »	59.0	59.1	57.6	25.0	30.7	27.4	27.7	23.8	4.9	8.2	8.0
	27 »	57.6	57.1	56.7	26.3	32.1	23.6	27.3	21.4	7.8	8.8	9.0
40*	13 сентября	63.2	63.2	64.4	21.7	29.8	20.6	24.0	19.8	14.4	10.5	11.0
	14 »	65.1	65.4	64.1	20.0	24.8	20.5	21.8	18.0	9.1	7.0	5.0
	15 »	64.3	64.7	64.0	19.4	27.3	23.6	23.4	19.3	5.8	7.4	5.0
	16 »	63.0	62.4	61.0	23.8	28.4	22.8	25.0	22.1	7.3	13.3	7.0
	17 »	59.9	59.0	58.7	21.1	29.0	23.0	24.4	19.3	6.8	7.4	9.0
	18 »	57.3	58.4	58.5	17.2	25.0	21.0	21.1	17.0	9.5	10.6	7.0
	19 »	58.5	58.6	57.7	18.4	25.0	23.2	22.2	17.0	8.4	8.3	8.0
	20 »	58.5	59.5	59.8	22.2	26.7	18.4	22.4	18.1	9.2	17.1	10.0
41*	23 »	62.1	60.7	58.6	17.9	27.1	20.0	21.7	16.4	10.1	8.7	6.0
	24 »	57.0	57.8	59.1	18.0	21.7	13.6	17.8	13.4	8.1	5.9	3.0
	25 »	58.7	59.9	60.0	9.9	17.6	14.3	13.9	9.9	4.0	3.9	3.0
	26 »	59.7	60.1	60.0	15.1	20.5	17.6	17.7	13.6	4.4	3.7	2.0

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимума.	Минимума.
	WNW 5	NNE 12	0	5	0	—		Варшава 769.	Вост. пол. Россіи 754.
NE 16	NNE 16	NE 16	9	10	7	—	↙n, 1, а, 2, р, з,	Кишиневъ 769.	
E 18	NE 20	NE 20	9	10	10	0.0	↙n, 1, а, 2, р, з; ● ⁰ ар;	Южн. Россія 768.	
SE 4	W 10	S 3	10	6	3	0.0	● ⁰ а. [< 3.	Восточн. губ. 765.	
W 3	NNW 16	N 8	3	1	0	—	↙2.	Франція 765.	
NE 9	NW 6	NNE 16	5	9	2	0.0	● ⁰ 2, р; ↙р, з.	Краковъ 767.	
E 18	ENE 12	NE 16	0	0	0	—	↙n, 1, а, р. з.	Югозападн. губ. 768.	
NE 28	NE 5	NE 8	9	8	10	20.1	● ⁰ а; ↙n, 1, а; < 3.	Ефремовъ 765.	Черное море.
E 12	NNE 14	NE 8	10	10	5	—	●, ↙n.	Югозападн. Россіи 766.	
2	NE 16	NE 10	3	0	0	—	↙а, 2, р.	Геническъ 766.	
NE 16	N 4	0	1	1	0	—	↙1.	Южная Россія 764.	
	SE 4	NNE 8	1	4	0	—	≡ ⁰ .	Германія 767.	
NE 4	N 6	N 14	0	3	0	—		Краковъ 766.	
E 20	ENE 20	NNE 20	0	0	0	—	↙n, 1, а, 2, р, з.	Югозап. губ. 767.	
E 24	NE 8	NE 8	0	0	0	—	↙n, 1, а.	Югъ Россіи 767.	Финляндія 747.
NE 4	NE 6	NNE 16	9	7	1	—	↙р, з.	Южная Россія 762.	Ботвич. заливъ 745.
NE 6	N 4	N 8	1	0	0	—		Ницца 768.	Каргополь 749.
16	N 12	NNW 8	0	0	0	—		Новозыбковъ 769.	Восточн. губ. 748.
NE 12	NNE 16	ENE 20	0	0	0	—	↙n, 1а, р.	Кишиневъ 770.	
E 24	E 3	NE 8	0	0	0	—	↙а, 2, р, з.	Южн. губ., Кавказъ 767.	
	E 8	NE 4	0	0	0	—	↙n, 1, а.	Южн. пол. Россіи.	Гапаранда 740.
	NNW 4	0	0	2	0	—	≡ ⁰ 1, а.	Краковъ-Кишив. 769.	
NE 6	ESE 6	NE 20	0	1	0	—	↙р, з.	Поныри 772.	
E 20	NE 6	NE 6	0	0	0	—	↙n, 1, а.	Азовск. море-Кавк. 771.	
E 5	SE 6	NE 7	0	0	1	—		Вильно 770.	
WSW 8	NE 14	NE 14	0	0	0	—		Центр. губ. 770.	
NE 18	NE 16	NE 18	0	0	0	—	∞ ⁰ , ↙n, 1, а, 2, р, з.	Средняя Россія 768.	Сочи 759.
E 18	NNE 8	NE 8	0	0	0	—	↙n, 1, а.	Харьковъ-Таганр. 768.	
7	SSE 4	0	0	1	0	—		Средняя Европа.	Вардэ 731.
E 4	NNE 7	0	0	3	1	—	≡ ⁰ а.	Либава 770.	
	NNE 12	NE 20	0	0	0	—	≡ ⁰ а. ↙р, з.	Зап. полов. Россіи 769.	
E 28	NE 20	ENE 15	0	0	0	—	↙n, 1, а, 2р, з.	Ефремовъ-Харьк. 769.	
NE 12	NNE 4	NE 10	9	9	0	—		Южн. Росс.-Кавк. 769.	

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1892.											
42	30 сентября	60.1	59.6	57.1	20.6	25.8	22.5	23.0	19.5	5.8	6.1	6.7
	1 октября	56.4	56.0	55.3	21.1	24.8	22.2	22.7	20.0	6.8	6.9	6.7
	2 »	55.7	56.4	57.2	21.2	25.0	19.0	21.7	17.7	8.4	7.9	9.1
43*	26 »	60.5	60.0	52.2	14.3	20.1	17.6	17.3	13.6	6.9	7.8	10.1
	27 »	53.7	53.5	57.5	19.9	20.0	9.7	16.5	9.6	15.3	14.6	6.1
	28 »	62.0	63.7	66.5	4.2	3.8	3.0	3.7	3.0	3.9	3.4	2.1
	29 »	65.0	64.6	63.3	— 0.8	4.8	4.2	2.7	— 0.8	3.0	3.8	4.1
	30 »	63.1	62.5	61.5	8.6	19.0	17.2	14.9	3.7	5.3	8.9	6.1
44*	6 ноября	62.7	62.6	62.7	12.8	17.5	13.1	14.5	10.5	8.3	9.2	8.1
	7 »	62.0	61.7	60.7	11.2	16.1	11.4	12.9	10.6	7.5	7.9	6.1
	8 »	60.7	61.8	61.6	7.6	10.2	6.0	7.9	6.0	6.4	6.6	4.1
	9 »	62.9	62.6	62.7	6.3	9.3	6.8	7.5	5.5	4.9	5.2	5.1
45	19 »	59.6	58.4	59.8	14.7	15.6	9.0	13.1	9.0	9.7	9.7	8.1
	20 »	61.4	63.1	66.2	6.7	6.6	4.8	6.0	4.6	6.3	5.9	4.1
	21 »	67.5	66.8	65.4	3.6	7.3	2.2	4.4	2.0	4.4	4.8	4.1
	22 »	62.2	60.2	59.7	2.7	6.7	8.4	5.9	1.4	4.3	5.5	5.1
46*	26 »	58.7	60.0	62.7	5.0	5.7	0.0	3.6	0.0	3.7	3.6	3.1
	27 »	63.8	65.7	70.8	— 7.2	— 6.0	— 11.4	— 8.2	— 11.5	1.9	1.8	3.1
	28 »	72.0	71.9	71.5	— 11.4	— 7.0	— 9.4	— 9.3	— 11.5	1.5	1.4	3.1
	29 »	67.9	65.4	64.6	— 6.0	— 2.9	0.0	— 3.0	— 9.4	0.6	1.3	3.1
	30 »	63.5	62.1	61.8	0.6	5.0	1.6	2.4	— 2.0	1.9	1.9	3.1
47*	23 декабря	60.2	56.9	55.2	1.8	5.6	9.1	5.5	0.0	3.8	6.3	3.1
	24 »	56.4	54.8	54.5	3.8	3.2	0.4	2.5	0.3	5.0	4.8	3.1
	25 »	54.9	52.9	55.3	— 4.0	— 4.2	— 6.7	— 5.0	— 6.7	2.8	2.6	3.1
	26 »	62.0	62.5	62.3	— 8.4	— 3.7	— 3.6	— 5.2	— 9.8	2.1	2.6	3.1
	27 »	60.0	59.6	60.8	— 0.8	1.6	— 7.0	— 2.1	— 7.0	3.5	3.6	3.1
	28 »	62.1	61.5	61.4	— 8.6	— 2.8	— 10.7	— 7.4	— 11.0	2.0	2.3	3.1
	29 »	61.2	60.8	60.3	— 10.6	— 9.3	— 9.2	— 9.7	— 12.6	1.5	1.5	3.1
	30 »	59.9	58.6	57.4	— 7.4	— 0.6	— 1.2	— 3.1	— 9.5	1.9	3.1	3.1
	1893.											
48*	2 января	57.2	57.6	58.2	13.3	11.8	9.8	11.6	9.2	6.5	7.0	3.1
	3 »	57.4	56.3	55.0	9.4	14.8	5.0	9.7	4.8	5.4	6.3	3.1

Заправление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максима.	Минима.
NE 8	NNE 6	ENE 14	0	0	0	—			
NE 12	NE 8	NE 16	3	3	0	—	↙ р. 3.		
NE 12	ENE 8	0	0	0	0	—			
NNE 7	SE 4	0	9	10	0	—			Пензенск. губ. 743.
SSE 6	S 4	NE 20	10	10	10	0.0	● ⁰ р; ↙ р, 3.	Прага 770.	Поньри 751.
NNE 20	NE 24	E 28	10	10	1	—	↙ п,1,а,2,р,3.	Жмеринка 776.	Казань 751.
ENE 28	NE 28	NE 20	2	6	10	0.0	↙ п,1,а,2,р,3; ≡ ● ⁰ р.	Харьковъ 778.	
0	SE 3	W 3	0	0	0	—		Астрахань 776.	
0	S 4	NE 8	9	7	10	—	≡ а.	Тотьма 778.	
NE 7	NNE 6	NE 20	9	6	0	—	≡ а, ↙ 3.	Чердынъ-Вятка 779.	
ENE 14	NNE 10	NNE 16	8	8	0	—	≡ а, р; ↙ 3.	Смоленскъ-Уфа 776.	
N 8	N 8	NE 8	10	9	10	0.5	≡ а, р; ● р.	Зап.-центр. губ. 776.	
SSE 14	SSE 16	NNW 3	10	10	10	23.6	● р, 3; ↙ 2.		
NNE 16	NNE 14	NE 9	10	10	0	3.5	● п, 1, а; ↙ 1; ≡ 23.		
NNE 9	N 14	NE 15	9	4	2	—	≡ а; ↙ 3.		
NE 8	NNE 10	E 4	10	8	10	3.1	≡ а, р.		
0	N 2	NE 12	10	10	5	—		Краковъ 778.	Усть-Сысольскъ 747.
NE 28	NE 28	NE 28	10	10	5	0.0	≡ 2, * ⁰ р; ↙ 1, 2, 3.	Новозыбковъ 782.	
NE 30	ENE 30	NE 24	10	0	0	0.0	* а; ↙ 1, 2, 3.	Николаевъ-Германшт.	
NE 28	NE 28	NE 16	0	0	3	—	↙ 1, 2, 3.	Южн. Росс. 779. [784.	
NE 6	NNE 7	0	0	0	0	—		Венгр.-Кавказъ 771.	Вардэ 716.
0	SSW 2	SW 8	10	10	10	30.7	● а, 2, р, 3.	Сканд. пол. 771.	
NNE 4	NNE 17	NE 20	10	10	10	26.9	● п, 1, а, 2, р; S 3; ↙ 23	Варшава-Уфа 769.	
NE 28	NE 20	NE 20	10	10	10	16.8	* п1а2 ↙ S ← ↗ 123	Жмеринк. 768. Черд. 769	Черное море.
NNE 10	NE 10	0	5	2	10	—	S 1, 2, 3.	Земетч. 772, Чердынъ 770	
0	NE 4	NE 28	10	10	5	—	↙ 3.	Вятка 775, Елизав. 768.	
NNE 14	NE 8	N 20	10	10	9	—	↙ 3; ↗, * ⁰ р.	Елизаветгр. 772. Екате-	
NE 28	NE 20	NE 20	9	9	0	0.0	↙ 1, 2, 3.	Харьковъ 771. [ринб. 777	
NE 4	NW 4	NW 4	10	0	10	—		Царицынъ 771.	
SE 12	SE 12	0	10	10	5 ⁰	0.0	● ⁰ п, 1.	Мезень 794.	Свинемюнде 751.
0	NW 2	NNE 24	10	10 ²	9	—	∞ 1, 2; ↙ 3.	Усть-Сысольскъ 795.	

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1893.											
	4 января	56.3	56.5	56.4	— 1.0	— 0.6	— 7.2	— 2.9	— 7.3	3.6	3.6	2.0
	5 »	57.8	61.0	61.7	— 9.2	— 9.4	— 10.6	— 9.7	— 10.9	1.7	1.6	1.4
	6 »	61.4	60.1	59.5	— 12.2	— 9.2	— 12.0	— 11.1	— 12.6	1.4	1.5	1.3
	7 »	58.1	57.0	57.0	— 10.2	— 10.0	— 12.6	— 10.9	— 12.6	1.4	1.4	1.3
	8 »	54.9	56.1	54.4	— 14.6	— 9.8	— 10.4	— 11.6	— 14.6	1.1	1.4	1.5
	9 »	46.2	48.1	50.5	— 7.8	— 4.2	0.6	— 3.8	— 10.4	1.9	2.6	4.1
	10 »	52.8	52.0	52.7	1.9	4.7	2.4	3.0	— 0.9	4.3	4.6	4.7
49*	15 »	48.6	53.2	58.6	— 1.8	— 7.2	— 6.5	— 5.2	— 8.0	3.7	2.5	2.4
	16 »	64.2	65.0	67.2	— 6.6	— 3.0	— 4.4	— 4.7	— 10.1	2.1	1.7	1.1
	17 »	66.6	64.1	64.1	0.0	0.9	2.0	1.0	— 5.0	1.1	1.8	1.7
	18 »	61.1	61.0	60.2	2.6	— 1.5	— 1.6	— 0.2	— 7.9	1.4	1.4	1.7
	19 »	59.1	63.1	63.0	— 13.5	— 13.2	— 14.8	— 13.8	— 15.0	1.1	1.2	0.9
	20 »	58.2	57.6	53.9	— 13.3	— 10.0	— 2.0	— 8.4	— 14.8	0.9	1.2	2.2
	21 »	50.9	53.6	55.7	4.8	0.4	0.2	1.8	— 3.3	5.5	4.2	4.3
50*	24 »	46.8	48.7	54.7	6.8	— 0.2	— 4.4	0.7	— 4.8	4.9	4.1	3.1
	25 »	58.6	55.6	53.4	— 2.7	— 0.7	— 0.6	— 1.3	— 7.8	3.2	3.9	3.7
	26 »	52.6	52.3	54.7	6.8	10.8	1.8	6.5	— 1.9	3.0	4.1	4.3
	27 »	58.4	60.5	62.0	— 4.8	— 1.8	— 4.1	— 3.6	— 6.0	3.0	3.0	2.9
	28 »	63.8	64.4	65.5	— 3.5	— 0.3	— 3.2	— 2.3	— 5.6	3.0	2.8	2.2
	29 »	66.6	67.1	66.9	— 4.5	— 1.4	— 0.9	— 2.3	— 6.0	2.3	2.9	3.4
51*	4 февраля	55.5	55.3	54.8	5.5	8.9	4.8	6.4	4.4	4.4	5.5	5.2
	5 »	55.0	56.3	60.8	— 8.4	— 11.3	— 14.8	— 11.5	— 14.9	1.9	1.5	1.2
	6 »	68.1	67.5	65.4	— 13.8	— 9.1	— 6.9	— 9.9	— 17.2	1.0	1.1	2.2
52	24 »	47.6	49.0	52.6	8.0	7.8	7.6	7.8	7.4	7.3	7.7	7.5
	25 »	57.6	60.5	63.2	1.0	3.3	— 0.6	1.2	— 1.2	4.0	4.0	2.8
	26 »	62.7	60.2	57.6	3.8	7.6	7.2	8.2	— 1.9	4.5	6.0	4.3
53	4 марта	60.5	61.7	61.5	6.0	12.4	10.5	9.6	2.7	4.6	5.1	6.3
	5 »	59.1	56.2	53.4	8.5	9.2	6.4	8.0	3.2	3.2	3.4	4.9
	6 »	49.0	48.4	48.4	6.2	11.6	6.2	8.0	4.7	4.2	6.2	6.7
54	9 »	48.9	50.0	52.6	5.8	6.8	6.9	6.5	4.6	5.4	6.1	6.3
	10 »	56.0	57.7	58.6	0.4	— 0.6	— 2.8	— 1.0	— 3.3	4.0	3.7	2.8
	11 »	58.4	58.1	58.4	— 2.8	2.8	4.0	1.3	— 4.9	3.0	3.3	4.7

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимумъ.	Минимумъ.
NE 20	NNE 20	NE 40	8	3	5	—	↘ n,1,a,2,p,3.	Костромск. губ. 795.	
E 40	NE 30	NE 30	10	10	10	—	↘ n,1,a,2,p,3.	Москва 792.	Черное море.
NE 28	NNE 30	NE 30	3	5	0	—	↘ n,1,a,2,p,3.	Ефремовъ 789.	Константинополь 753.
E 30	NE 40	NE 40	10	5	0	—	↘ n,1,a,2,p,3.	Сред. и Зап. Россія 784.	Константинополь 753.
E 40	NE 20	NE 30	10	10 ²	10 ²	—	↘ n,1,a,2,p,3.	Центральн. Россія 784.	Батумъ 755.
E 30	NE 10	E 4	10	10	10	3.8	↘ n,1; ∞, ● a,p.	Ефремовъ 778.	Черное море 751.
	SE 4	0	10	10	10	0.1	● ⁰ n,1;∞a.	Оренбургъ 777.	Севастополь 754.
W 8	NW 7	NN 8	10	10	10	1.6	☉; ● n,1; * a,p.	Екатеринбургъ 779.	Сочи 751.
W 6	NNE 9	N 15	10	0	0	—	↘ 3.	Екатеринбургъ 786.	Кавказъ 758.
NE 18	NE 20	NE 12	0	2 ⁰	0	—	↘ n,1,a,2.	Чердынь 785.	
E 24	ESE 8	NE 30	0	0	0	—	↘ n,1,p,3.	Усть-Сысольскъ 787.	
E 40	SEE 14	NE 24	0	0	0	—	↘ n,1,p,3.	Земетчино 787.	Константинополь 756.
NE 40	ENE 20	0	0	10	10	5.0	↘ n,1,a,2.	Ефремовъ 785.	Черное море.
E 8	NN 8	0	10	10	10	3.0	●, n,1,a; ☉ a; * ⁰ 2,3.	Пенза 777.	Черное море.
SE 14	NN 10	NW 12	10	10	10	2.0	●, ↘ n.	Уфа 780.	Сочи 749.
E 6	NNE 18	NE 24	9	10	10 ²	—	↘ ² ,p,3.	Уфа 780, Одесса 765.	Сочи 760.
NE 10	N 4	0	10	5	10	—	☉ p,3.	Уфа 781.	Черное море 756.
W 8	NW 4	WNW 2	10 ²	10	10 ²	—	—	Пенза-Уфа 779.	
W 6	NNE 6	NE 16	10 ²	9	8	—	↘ 3.	Ефремовъ 778.	
NE 12	NNE 4	0	10 ²	10	10	—	—	Пенза-Уральскъ 775.	
E 6	ESE 7	S 2	4	9	10	9.6	● p,3.	Балтійское море 781.	Черное море.
E 24	NE 18	NE 30	10	10	10	0.1	* n,a,p,3; † a,3; ↘ 1a	Австрія 782.	Черное море.
W 7	NW 5	ENE 6	5	0	10 ⁰	0.1	* ⁰ p,3. [2p3.	Софія 782.	Астрахань 759.
E 16	S 6	SE 2	10 ²	10 ²	10 ²	5.0	↘, ● n,1,a; ≡ ² a,2.		
E 16	NNE 8	0	10	3	0	—	↘ 1.		
E 8	SSE 12	SE 1	10	10	10	1.3	☉ p,3.		
NE 14	SSE 5	WSW 1	0	0	0	—	—		
WNW 1	NNE 18	NNE 18	8	7	0	—	↘ ² ,p,3.		
WNW 1	SSE 3	SE 9	10	10	10	5.6	● a,p.		
W 16	SE 16	S 10	10	10	9	2.0	↘ 1,a,2.		
WNW 8	NNE 16	NE 4	10	10	3	—	* ⁰ , ● n; ↘ 2,		
WNW 1	SW 8	SE 6	0	10	10	0.1	△ ⁰ a,2,n.		

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1893.											
55*	21 марта	53.1	56.6	60.4	1.1	2.1	0.4	1.2	0.1	4.2	4.1	
	22 »	61.1	60.3	58.6	— 0.5	0.4	— 2.2	— 0.8	— 2.5	3.7	3.4	
	23 »	57.1	56.2	57.0	— 2.3	— 0.4	— 1.9	— 1.5	— 2.6	3.2	3.2	
	24 »	57.4	58.2	60.0	— 1.9	— 0.2	— 1.0	— 1.0	— 2.5	3.2	3.5	
56*	1 апрѣля	64.7	65.5	66.5	— 1.9	4.8	— 0.9	0.7	— 3.5	2.3	2.7	
	2 »	65.8	66.5	68.6	— 2.6	2.8	— 0.8	— 0.2	— 2.7	1.6	2.5	
	3 »	66.3	65.3	64.3	2.3	9.6	3.8	5.2	— 0.8	1.5	1.8	
	4 »	62.3	61.5	60.2	4.6	9.5	4.4	6.2	3.0	3.8	5.1	
57*	1 мая	58.2	56.5	56.5	15.4	18.8	12.7	15.6	9.8	9.4	9.7	
	2 »	56.8	57.4	57.8	13.5	14.4	14.0	14.0	10.2	9.2	9.9	
	3 »	59.6	58.8	58.2	13.6	20.4	18.0	17.3	12.0	8.5	5.2	
	4 »	58.9	58.2	58.7	13.2	15.8	11.6	13.5	11.2	8.1	7.6	
	5 »	58.6	58.6	58.9	12.3	12.0	10.4	11.6	9.8	9.0	9.3	
	6 »	62.1	64.5	61.5	9.3	11.6	15.9	12.3	8.4	8.4	8.7	
	7 »	59.9	57.8	56.3	13.2	21.5	16.2	17.0	11.2	8.2	8.6	
	8 »	56.6	56.7	54.3	13.7	22.0	19.0	18.2	10.2	6.9	8.4	
	9 »	53.8	54.8	57.5	14.2	12.0	10.0	12.1	9.9	9.6	9.4	
58	14 »	54.7	55.4	55.9	13.6	18.2	12.8	14.9	9.9	7.2	7.6	
	15 »	52.6	50.9	48.6	15.7	21.8	19.0	18.8	12.2	5.0	7.4	
	16 »	47.3	47.2	49.6	15.7	20.0	13.0	16.2	13.0	10.1	11.5	
59*	22 »	60.7	60.4	60.6	12.2	15.1	16.2	14.5	11.3	10.1	10.7	
	23 »	62.1	63.2	62.7	13.4	16.9	14.4	14.9	12.0	8.8	10.0	
	24 »	64.7	63.3	64.0	12.9	18.2	14.5	15.2	11.3	8.3	8.4	
	25 »	63.3	62.2	61.9	12.4	19.2	14.8	15.5	11.0	7.5	6.9	
	26 »	59.8	59.0	56.6	13.0	19.3	19.2	17.2	12.0	7.0	9.2	
	27 »	55.5	54.9	53.2	19.4	20.0	15.8	18.4	13.7	9.7	10.6	
60	18 июля	53.5	52.6	49.6	24.2	29.5	27.8	27.2	20.8	15.1	16.0	
	19 »	49.4	53.9	55.7	21.1	29.8	23.0	24.6	20.9	13.0	16.1	
	20 »	56.9	57.8	59.4	22.6	27.4	20.4	23.5	19.3	17.0	11.9	
61*	18 августа	60.8	60.2	61.0	21.2	27.1	18.9	22.4	17.2	6.4	10.1	
	19 »	61.7	63.3	64.7	18.7	24.0	18.6	20.4	17.4	11.7	7.2	
	20 »	63.8	63.3	61.5	18.7	24.9	23.3	22.3	18.5	4.9	4.5	

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	6			Максимума.	Минимума.
NE 10	NW 6	NNW 6	10	10	9	3.6	●n; *n, 1, a, 2, p.	Карлсруэ 773,	Владикавказъ 754.
NE 16	NE 20	NE 16	10	10	10	0.3	*p, 3; ↘ 1, a, 2, p, 3.	Хемн. 772, Генич. 768.	Астрахань 757.
NNE 12	NNE 16	NNE 16	10	10	10	0.6	*n, 1; ↘ 2, p, 3.	Хемн. 772. Елисаветгр. 768.	Каспійское море 756.
NNE 14	NE 10	NEE 10	10	10	10	0.5	* ^o n, a, 2; ● ^o p.	Христианзундъ 774.	Красноводскъ 756.
N 3	W 4	NE 10	8 ^o	1	0	—	☉з.	Новозыбк., Елизаветгр.	Екатеринбургъ 743.
ENE 28	NE 24	ENE 4	0	4 ^o	0	—	↘ 1, a, 2.	Елисаветгр. 775. [771.	Архангельскъ 746.
NE 18	NNE 10	0	0	0	0	—	↘ 1.	Геничскъ 773, Баку	Вятка 744.
0	SE 5	0	0	0	0	—		Черное море. [775.	Повѣнецъ 737.
WNW 2	E 4	SE 3	10 ^o	7	8	1.4	● ^o 1, a.	Юговост. Россія 768.	Чердынь 747. [оз. 751
WNW 2	NW 3	NE 16	10	10	2	0.5	● ^o a; ↘ p, 3.	Карлср. 767, Оренб. 769.	Кавказъ 758, Ладожск.
NE 12	NNE 14	NE 12	3	10	8	—	↘ a, p.	Кишиневъ 767.	Усть-Сысольскъ 755.
E 1	NE 10	NE 20	10	10	10	5.1	●, ↘ a, p, 3.	Зап. пол. Европ. Росс.	
ESE 4	0	0	10	10	10	0.7	●n, 1, p, 3.	Сѣв.-Западн. Россія.	
SE 5	SE 4	NE 8	10	10 ²	0	—		Кемь 785.	
NE 14	NE 14	NE 24	2 ^o	9 ^o	2 ^o	—	↘ з.	Финляндія 787.	
NNE 10	NNE 8	NE 20	3	10	3	—	↘ p, 3.	Финляндія 787.	
0	S 5	SSW 4	10	10	8	4.0	●1, a, 2, p.	Лапландія 781.	Черное море 755.
ENE 14	SE 4	0	7	7	0	—			
NE 16	ENE 16	NE 20	4	10 ^o	10	20.4	↘ 1, a, 2, p, 3; ● ^o з.		
NE 14	SSE 4	SSE 3	10	8	10	1.1	↘ ● ² n; ≡ з.		
0	SE 4	NE 12	10	10	0	—	≡ 1; ↘ p.	Кострома 776.	
NE 16	NE 16	NE 20	0	0	0	—	↘ 1, a, 2, p, 3.	Козловъ 779.	
ENE 8	NE 20	NE 20	4	1	1	—	↘ n, 2, p, 3.	Ефрем., Цариц., Харьк.	
NE 20	NE 24	NE 16	3	2	3 ^o	—	↘ n, 1, a, 2, p, 3.	Царицынъ 774. [777.	
NE 18	SW 3	NN 14	9	9	10 ^o	—	↘ n, 1, p.	Урюпинская 770.	
0	SE 4	0	10 ^o	2	8	—		Средн. губ. 767.	Черное море.
NNE 12	NE 10	NE 12	9 ^o	5	2	—			
NE 20	S 1	SE 2	5	2	9	—	↘ 1.		
0	WNW 6	0	9	2	0	—			
SE 4	SSE 2	WNW 2	0	0	0	—		Краковъ-Варшава 768.	Кострома 744.
NNE 16	NE 12	NE 12	4	0	0	—	↘ 1.	Пинскъ-Кіевъ - Кишин.	Усть-Сысольскъ 745.
NE 28	NE 16	NE 16	0	0	0	—	↘ 1, a, 2, p, 3.	Николаевъ 772. [772.	

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1893.											
	21 августа	59.6	59.9	57.9	24.1	28.9	26.2	26.4	23.3	6.2	7.6	10.0
	22 »	57.8	57.9	57.6	26.6	31.4	25.8	27.9	21.5	6.3	7.5	8.6
62	2 сентября	53.5	55.3	56.8	24.0	26.3	17.9	22.7	17.8	15.6	11.4	9.8
	3 »	54.3	53.0	54.1	18.1	18.0	16.4	17.5	15.0	8.1	9.1	8.3
	4 »	54.6	54.3	55.6	16.3	24.0	16.7	19.0	13.6	8.6	7.2	8.9
63	13 »	65.9	66.5	67.6	12.7	19.3	14.2	15.4	12.0	6.9	6.7	5.9
	14 »	66.8	65.5	63.4	16.1	22.7	14.0	17.6	13.7	4.8	5.5	9.2
	15 »	59.8	58.5	58.4	15.2	23.2	16.8	18.4	11.8	11.0	11.5	10.6
	16 »	59.8	59.9	59.2	19.8	23.6	17.6	20.3	15.7	5.5	8.2	7.1
	17 »	57.3	55.2	52.3	19.9	26.2	24.2	23.4	16.5	6.1	7.3	7.4
	18 »	54.4	54.9	55.6	20.5	23.8	19.6	21.3	19.5	14.8	15.1	14.5
64	27 »	59.3	58.4	56.7	20.5	22.4	20.4	21.1	19.0	14.3	14.6	14.8
	28 »	54.9	55.2	55.4	21.1	17.4	14.3	17.6	14.3	13.0	13.3	10.4
	29 »	59.7	59.4	58.6	12.8	18.8	15.2	15.6	11.8	9.1	9.1	9.7
65	10 октября	60.6	60.2	59.2	17.6	28.7	21.4	22.6	15.1	9.3	9.6	11.0
	11 »	57.1	58.3	57.3	19.1	22.6	19.0	20.2	17.8	9.1	10.6	10.7
	12 »	58.7	58.9	57.7	16.8	23.3	21.0	20.4	16.5	11.6	18.8	12.0
66*	10 ноября	59.7	61.7	58.8	6.8	6.3	8.6	7.2	5.4	6.3	6.0	6.3
	11 »	55.2	59.6	61.0	6.7	6.0	3.2	5.3	2.0	6.2	5.5	4.0
	12 »	56.6	53.6	55.5	5.4	2.7	1.4	3.2	1.0	5.4	4.7	4.4
	13 »	61.6	66.0	70.6	0.1	— 0.3	— 3.4	— 1.2	— 3.7	4.1	3.3	2.3
	14 »	70.1	69.2	67.4	— 0.4	5.2	5.9	3.6	— 3.4	1.9	2.2	1.4
	15 »	62.5	61.4	62.0	7.3	13.7	6.3	9.1	5.1	2.0	4.1	5.3
	16 »	62.4	61.6	61.5	6.4	11.6	8.6	8.9	5.0	6.1	7.2	6.0
67*	7 декабря	62.6	61.7	61.4	9.6	13.5	7.4	10.2	7.0	8.2	9.4	6.3
	8 »	61.6	62.0	63.4	4.6	1.5	— 2.2	1.3	— 2.4	5.4	4.7	3.4
	9 »	63.9	62.4	61.8	— 4.2	— 1.0	— 2.2	— 2.5	— 4.5	2.4	2.4	2.0
	10 »	59.3	57.1	54.8	4.4	2.6	1.5	2.8	— 2.2	2.1	2.2	2.3
	11 »	55.3	56.0	58.8	— 1.0	1.9	— 0.8	0.0	— 1.5	2.3	2.0	4.0
	12 »	60.9	61.2	60.5	1.2	5.0	0.8	2.3	— 0.9	4.0	4.5	4.0
	13 »	62.2	62.7	62.6	1.0	4.3	0.5	1.9	— 0.5	4.0	3.9	3.0
	14 »	62.9	63.7	64.8	— 0.6	4.7	5.2	3.1	— 1.3	3.9	4.0	5.0
	15 »	65.5	65.5	65.9	5.3	10.2	4.5	6.7	3.3	5.8	7.5	5.0

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Оседки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
7	1	9	7	1	9			Максимума.	Минимума.
NE 24	NE 10	E 2	0	0	0	—	↙п,1.	Южная Россія 768.	Тотьма 746.
NE 8	NNE 4	NNE 10	0	0	0	—		Южная Россія 764.	
0	NW 4	NNE 9	2	10	8	—			
NNE 16	NE 12	NE 8	9	10	8	2.2	↙1;↘а;●р.		
W 5	NNW 3	0	3 ⁰	3	1	—			
N 8	ENE 8	N 8	10	5	0	—			
NE 16	ENE 6	0	0	0	0	—	↙1;↘3.		
0	SE 5	WNW 2	1	4	3	—	↘ ² п,1.		
NE 8	NE 12	NE 9	1	0	0	—			
NNE 16	NNE 12	ENE 12	1	0	2	0.0	↙1.		
SE 6	SSE 6	SEE 3	10	9	8	—	● ⁰ п.		
SE 10	SE 16	SE 6	10	8	8	—	↙2.		
E 4	NNE 14	NNE 16	10	10	2	7.5	●а,2,р;↘р;↙р,3.		
NE 8	ENE 4	NNE 12	4	2	1	—			
0	0	NNE 10	0	2	0	—			
NE 12	NE 8	NE 16	3	8	0	—	↙р,3.		
W 2	SE 4	0	5	4	0	0.0			
NNE 14	NE 10	NE 3	10	10	10	70.0	●3.	Новозыбковъ 774.	Ирбитъ 751.
NE 16	NNE 10	NE 4	10	10	8	0.9	● ² п;↙1.	Южная Россія 769.	Кавказъ 759, Арх. 736.
ENE 6	NNE 14	NE 17	10	10	10	75.3	● ² п1а2р; *р; ↙р,3.	Центральн. Европа 774	Черн. м. 760, Черд. 739.
NE 24	NNE 18	NNW 6	10	2	1	—	↙п,1,а,2.	Ср. Евр.776, Генич.774.	Сочи 759, Ирбитъ 745.
NE 18	NE 6	NE 12	10	5	0	—	↙1.	Генич.-Ставроп. 777.	Казань 749.
ENE 20	0	0	3	9	10	—	↙1.	Каспійск. море 775.	Бѣлое море 743.
0	0	NNE 6	10	10	10	1.6	≡ ⁰ п,1;●р.	Оренбургъ 773.	Усть-Сысольскъ 764.
0	0	NE 8	10	10 ²	10	2.7	↘п,1.	Тотьма 782.	Бодэ 743.
NNE 16	NE 18	NE 6	10	10	1	0.8	●п,1;↙1,а,2.	Чердынь 785.	Вардэ 736.
NE 20	NE 28	NE 20	2	0	0	—	↙1,а,2,р,3.	Ирбитъ 780, Харьк. 775.	Христіанзундъ 733.
ENE 12	NNE 20	NE 28	0	6	2	—	↙п,а,2,р,3.	Средн. и вост. Росс. 777.	Бодэ 742.
NNE 20	NNE 20	NE 16	10	10	10	—	↙п,1,а,2р,3.	Саратовъ 770.	Черное море 758.
NNE 12	NNE 12	NNE 20	10 ²	3	0	—	↙р,3.	Вост. и югъ Россіи 774	Нѣмецкое море 750.
NNE 12	NNE 10	NNE 18	10	9	6	—	↙3.	Луганскъ 777.	Нѣмецкое море 745.
N 16	NE 6	0	5	1	10	—	↙п,1.	Юговост. Россіи 777.	Христіанзундъ 735.
0	ESE 1	WNW 2	10 ²	10 ²	10 ²	0.0	∞п,1,а;● ⁰ а,р,3.	Юговост. Россіи 775.	Гернезандъ 744.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9
	1893.											
68*	25 декабря	58.7	56.6	55.6	2.8	10.5	0.8	4.7	0.6	2.9	3.2	3
	26 »	53.3	52.3	54.6	— 2.2	— 1.5	— 1.2	— 1.6	— 3.4	3.1	3.4	3
	27 »	56.8	58.0	58.3	0.6	3.6	0.6	1.6	— 1.5	4.0	2.7	3
	28 »	58.1	57.9	58.4	1.2	8.3	— 0.2	3.1	— 1.2	3.6	3.2	3
	29 »	62.1	64.4	66.3	— 1.2	0.6	— 2.2	— 0.9	— 2.4	3.5	3.7	3
	30 »	65.7	65.8	65.0	— 7.2	— 5.1	— 6.8	— 6.4	— 7.4	2.2	2.5	2
	31 »	63.4	62.1	57.5	— 8.0	— 1.8	3.7	— 2.0	— 10.0	1.9	2.5	3

Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометрическихъ центровъ	
1	9	7	1	9	Максима.			Минима.	
0	0	0	1	1	3	—	Vn; П, ШЗ.	Австро-Вевгрія 779.	Христіанзундъ 748.
12	NE 16	NNE 12	10	10	10	0.0	* ⁰ a, p; ↘з.	Запад. Европы 776.	Тотьма 753.
3	ENE 3	0	10	8	1	—		Лапландія 776.	Гурьевъ 751.
0	0	NE 14	10	7	10	—		Балтійское море 778.	Одесса 758.
20	NE 20	NE 24	9	2	2	—	↘ 1, a, 2, p, 3.	Запад. губ. 782.	Черное море.
28	NE 20	NE 14	3	3	2	—	↘ n, 1, a, 2p; ↘ 2.	Кишиневъ 784.	Вардэ 724.
8	NW 7	SW 10	3	5	10	0.1	Пn, 1; ● ⁰ 3.	Запад. Европ. 777.	Вятка 727.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадки.	Примѣчавія.	Положевіе барометри			
		7	1	9	7	1	9	Средн	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			Максимума.			
1894.																								
69*	3 явв.	60.7	61.4	61.7	1.8	6.0	4.5	4.1	0.0	4.9	5.4	4.4	0	0	0	10	9	10	2.4	[а,2,р,3.	Скудесность 785.			
	4 »	60.3	59.1	59.3	- 6.4	- 7.3	- 8.7	- 7.5	- 9.4	2.2	1.9	1.9	NE	20	NNE	28	NNE	20	10	10	10	7.5	↘ ² n ₂ p,3;△p,3.↘ ¹ 1,	Вильва 784.
	5 »	60.5	60.7	66.6	-13.4	-13.4	-19.8	-15.5	-20.0	1.3	1.3	0.7	NNE	20	NNE	24	NNE	30	10	10	10	0.2	↘ ² n ₁ p,↔ ¹ 1,a,p;↘ ¹ n,	Вильна, Пинскъ, Жмер
	6 »	68.3	70.2	69.2	-10.8	- 3.8	- 2.6	- 5.7	-19.8	0.9	1.2	1.1	NE	20	NE	4	NNE	9	0	0	0	—	↘ ¹ n,1;↘ ¹ 1. [1,a,2,p,3	Кіевъ 780. [782
	7 »	67.7	66.9	65.3	- 5.2	- 1.2	- 5.0	- 3.8	- 6.1	1.5	2.0	1.5	NE	4	NE	20	NE	20	0	0	0	—	↘ ¹ 1;↘ ² 2,p,3.	Центральн. губ. 780.
	8 »	66.2	65.5	65.3	- 6.8	- 3.1	- 2.0	- 4.0	- 9.7	1.3	1.5	2.3	NNE	12	NNE	12	0		0	0	0	—		Донъ 782.
70*	10 »	67.9	67.0	66.6	2.4	9.3	3.4	- 5.0	- 1.5	4.1	4.4	3.1	0	WNW	20				0	0	0	—	↘ ² n,1.	Средн. Россія 782.
	11 »	64.9	63.8	63.6	- 0.2	- 5.0	- 7.4	- 4.2	- 7.5	2.3	2.2	2.0	NE	12	NNE	20	NE	24	5°	1	2	—	↘ ² 2,p,3.	Средн. Россія 784.
	12 »	63.2	63.6	65.2	- 8.0	- 3.5	- 5.0	- 5.5	- 8.2	2.2	2.3	2.2	NE	34	NE	34	NE	20	4	1	0	—	↘ ¹ n,1,a,2,p,3.	Южвая Россія 782.
	13 »	66.1	66.1	65.9	0.0	3.0	- 1.0	0.7	- 5.0	2.6	2.8	2.8	NE	16	NE	12	NW	2	0	1	9	—	↘ ¹ n,1.	Крак. 778, Ирбитъ 782
	14 »	64.5	63.3	62.1	- 5.0	3.3	- 1.2	- 1.0	- 5.4	2.1	2.6	3.5	NW	6	NW	6	NNE	4	6	8	10	—		Прага 778, Ирбитъ 782
	15 »	61.0	62.1	63.5	- 5.2	- 6.5	-10.7	- 7.5	-10.9	2.6	2.0	1.6	NNE	12	NNE	2	N	5	10	10	5	0.0	↘ ⁰ a,* ⁰ a,2.	Уфа 783.
	16 »	62.8	61.3	62.0	-12.5	-10.3	-11.2	-11.3	-13.0	1.4	1.6	1.6	N	12	N	12	NE	24	9	10	10	0.0	* ⁰ a,2,3;↔ ⁰ ,↘ ¹ p,3.	Ср. и вост. Россія 781
	17 »	65.0	66.4	66.3	-12.8	-10.6	-10.2	-11.2	-16.0	1.2	1.3	1.1	SW	6	NE	14	NE	24	3	3	0	—	↘ ³ .	Южная Россія 779.
	18 »	64.7	64.2	65.0	- 7.3	- 6.5	- 3.2	- 5.7	-10.2	1.0	1.0	0.6	NE	28	NE	24	NE	16	0	0	0	—	↘ ¹ n,1,a,2,p,3.	Южная Россія 778.
	19 »	67.0	67.6	67.7	- 6.8	3.9	1.2	- 0.3	- 7.6	1.0	3.8	3.5	0	S	5	S	5	1	10	7	—		Южн. Росс. и Кавк. 772	
71	26 »	68.5	68.7	69.0	- 2.2	1.8	- 0.4	- 0.3	- 2.6	2.9	3.5	3.1	N	7	NE	5	0		4	2	0	—		
	27 »	67.8	68.2	69.1	0.5	4.5	3.7	2.9	- 1.1	2.5	2.4	4.6	NNE	16	ENE	5	0		0	0	3	—	↘ ³ ;↘ ¹ .	
	28 »	69.0	67.8	66.7	2.0	9.2	5.6	5.6	0.9	4.3	4.8	1.6	0	0	NE	8	5	1	0	—	↘ ¹ n,1.			
72*	19 февр.	57.4	57.4	62.1	- 3.7	- 1.5	- 1.7	- 2.3	- 4.0	2.7	3.5	3.7	NE	14	NNE	12	N	4	10	10	10	5.0	↔,* ¹ n,1,a,2,p.	Данія 780.
	20 »	66.1	66.7	67.0	- 2.6	- 2.6	- 4.1	- 3.1	- 4.3	2.9	3.0	3.0	N	3	NE	14	NNE	20	10	9	8	0.2	* ¹ n,1;↔ ¹ a,p,3;↘ ¹ p,3.	Зап., ср. и югоз. Рос. 780
	21 »	66.5	65.7	66.0	- 5.7	- 5.2	- 5.4	- 5.4	- 6.0	2.4	2.3	2.6	NNE	16	NNE	20	NE	16	9	10	10	0.0	↔ ¹ n ₁₂ ;* ⁰ 3 ↘ ¹ 1a2p3.	Средн. Европа 780.
	22 »	64.9	64.9	63.3	- 6.4	- 3.7	- 5.0	- 5.0	- 6.7	2.1	2.5	2.6	NE	16	NNE	10	NNE	8	9	9	3	—	↔ ⁰ ,↘ ¹ .	Югъ Россіи 777.
	23 »	60.9	60.1	60.0	- 3.1	- 0.7	- 5.9	- 3.2	- 6.2	2.4	2.9	2.5	0		NNE	2	NNE	8	9	10	3	0.1		Австр., югов. г. Рос. 77
73	27 »	57.3	56.7	58.6	3.2	7.0	3.3	4.5	3.0	3.2	4.2	3.0	ESE	4	SSE	10	0		3	3	0	—		
	28 »	60.6	60.9	61.9	1.3	7.9	- 0.4	2.9	- 0.6	3.7	2.6	3.3	SSW	4	ENE	10	NE	16	0	0	0	—	↘ ³ .	
	1 марта	62.5	62.5	62.5	- 1.3	6.9	3.5	3.0	- 2.4	3.1	3.7	3.8	NW	2	N	2	ENE	6	0	10	5	—		
	2 »	61.9	62.0	61.9	0.5	1.5	- 3.3	- 0.4	- 3.5	3.5	4.5	3.1	NE	12	NE	12	NE	12	6	8	2	—		
	3 »	61.7	62.2	62.9	- 1.5	- 1.2	- 3.4	- 2.0	- 3.6	3.2	3.0	2.5	NNE	16	NE	12	NE	14	2	1	1	—	↘ ¹ .	
	4 »	63.6	63.0	63.4	- 4.4	- 1.0	- 4.6	- 3.3	- 4.9	2.7	3.3	2.8	NNE	12	NNE	12	NNE	10	6	9	1	—		
74*	21 »	57.3	56.8	57.5	5.4	7.3	5.3	6.0	4.1	6.2	6.2	4.6	0	ESE	5	NW	1	10	9	9	0.1	● ⁰ 1.	Нѣмец. м., сѣв. Росс. 76	
	22 »	56.3	56.3	57.3	2.6	6.4	1.8	3.6	1.8	4.6	4.3	3.9	NNE	8	NNE	5	NNE	12	10	9	10	—	↘ ¹ p.	Нѣм. м., верх. Волги 77

Мархотскій переваль. Таблица В.

Имя центровъ.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			
Минимума.																				
Ча 757.	23.6	24.0	24.6	0.2	2.1	- 5.2	- 1.0	-	4.7	4.7	3.1	SW 2	SW 8	NE 2	7	8	10	0.2	≡p, 3.	
Безень 759.	23.4	21.2	21.3	-11.8	-12.7	-14.3	-12.9	-	1.7	1.6	1.4	NE 12	NE 14	NE 20	10	10	10	-	≡ ⁰ n,1, 3†1,2..	
Безень 750.	20.3	21.8	22.9	-18.7	-19.7	-19.9	-19.4	-	0.9	0.8	0.8	NE 20	NE 20	NE 20	10	10	10	-	↗n,1,a,2,p,3≡ ⁰ 2	
Бердынь 748.	26.5	30.3	31.0	-16.5	- 9.9	- 8.8	-11.7	-	1.0	1.3	1.8	NE 10	NE 10	NE 8	1	1	0	-	≡ ⁰ 1. [†3	
	30.3	29.0	27.5	-19.1	-15.1	-14.7	-16.3	-	0.8	1.1	1.2	NE 6	NE 10	NE 14	0	0	0	-		
	28.9	27.8	28.2	-16.3	-12.3	-13.5	-14.0	-	1.1	1.6	1.5	NE 10	NE 8	NE 8	0	1	10	-	≡ ⁰ 3.	
	34.1	30.4	29.3	- 3.0	- 4.4	-11.4	- 6.3	-	3.6	3.0	1.7	NNE 4	NNE 6	NE 6	0	0	0	-		
	28.2	26.5	24.4	-14.6	-10.7	-12.5	-12.6	-	1.3	1.8	1.6	NE 10	NE 20	NE 20	10	10	10	-	≡ ⁰ U1ap, 2p3†3.	
	25.1	24.7	26.7	-13.1	-11.0	-12.9	-12.3	-	1.6	1.7	1.4	NE 20	NE 20	NE 20	10	10	10	-	≡ ⁰ ↗n1a2p3; †1,3.	
острома 762.	28.0	28.3	28.8	-17.7	- 9.6	- 5.0	-10.8	-	0.9	.08	2.6	NNE 16	NNE 14	0	1	0	5	-	≡ ⁰ ↗Ua,1.	
рюпино 761.	27.3	26.0	24.6	- 5.6	- 1.0	- 7.9	- 4.8	-	1.7	2.7	2.3	NE 4	WSW 5	NE 4	4	4	7	10	-	≡ ⁰ 3.
рюпино 762, Вардэ 743	21.9	23.2	24.1	- 8.9	-10.2	- 9.4	- 9.5	-	2.1	1.7	1.9	NE 14	N 6	N 6	10	10	8	0.0	≡ ⁰ n,1U1a2* ⁰ 2.	
ардэ 750.	24.1	22.1	22.1	-16.9	-15.0	-16.7	-16.2	-	1.1	1.3	1.2	NNE 7	NNE 10	NE 20	10	10	10	0.0	≡ ⁰ U ⁰ 1a2p3, 3* ⁰ a	
ардэ 749.	25.0	27.6	27.6	-21.9	-19.0	-23.4	-21.4	-	0.7	0.6	0.6	ENE 16	NE 14	NE 20	10	2	0	-	≡ ⁰ n1, 3; U ⁰ n1	
худеснсь 740.	26.5	26.3	27.4	-24.8	-20.1	-25.7	-23.5	-	0.5	0.5	0.6	NE 14	NE 16	NE 10	0	0	0	-	≡ ⁰ U ⁰ 13. ↗2. [23.	
ернозандъ 742.	29.6	29.4	29.6	- 4.7	- 0.8	- 1.9	- 2.5	-	2.2	3.6	3.7	S 4	SSW 14	SW 9	1	8	5	-	U1.	
	30.5	29.8	28.8	- 5.8	- 3.0	- 4.6	- 4.5	-	2.7	2.8	3.0	NNE 9	NE 14	NE 16	9	3	10	-	↗≡ ⁰ 3.	
	30.8	31.0	31.8	- 6.7	- 4.8	0.6	- 3.6	-	2.5	2.5	4.4	NE 14	NNE 8	SSW 7	0	0	1	-	↗nU1.	
	31.9	30.9	30.0	0.4	3.9	- 0.2	1.4	-	3.8	3.6	2.3	S 3	0	NE 6	2	1	0	-		
атумъ755, Ирбитъ757.	18.3	17.0	22.8	- 7.4	- 5.3	- 5.3	- 6.0	- 8.5	2.3	3.0	3.0	NE 20	NE 20	NNE 20	10	10	10	1.4	* ⁰ †↗n,1,a,2,p,3.	
ардэ 736.	26.9	26.3	28.1	- 6.3	- 8.4	- 6.3	- 7.0	- 8.7	2.8	2.4	2.7	NE 20	NE 20	NE 20	10	10	10	0.8	≡†↗n,1,a,2,p,3.	
ардэ 747.	27.9	26.7	27.1	- 9.3	- 9.2	- 8.8	- 9.1	-10.0	2.1	2.2	2.3	NE 16	NNE 16	NE 16	10	10	10	0.3	≡↗n,1,a,2,p,3.	
ардэ 740.	27.1	26.4	25.7	-10.8	- 9.0	- 8.2	- 9.3	-11.5	1.9	1.9	2.2	NNE 14	NNE 12	NNE 8	10	9	10	-	≡ ⁰ n,1,3↗n. [p,3	
ардэ 743.	23.5	22.8	22.2	- 9.8	- 8.2	-10.0	- 9.3	-10.1	2.1	2.3	2.0	NE 6	NE 7	NE 8	10	10	10	1.7	≡ ⁰ n,1,a,2,p,3. U1* ⁰	
	19.8	19.7	22.5	- 0.6	2.2	- 4.8	- 1.1	- 4.8	3.2	3.7	2.3	SSW 6	SSW 12	NE 2	1	1	1	-	↗n.	
	23.2	24.0	24.6	- 3.5	- 0.3	- 4.0	- 2.6	-	3.4	2.6	3.4	NNE 6	NE 12	NE 10	0	0	10	-	≡3.	
	25.2	25.6	25.6	- 2.0	2.0	- 1.8	- 0.6	- 6.9	2.3	3.2	3.8	ENE 6	ENE 6	NNE 4	1	9	8	-	U1,∞1a,2p,3.	
	24.6	23.6	22.1	- 5.7	- 3.9	- 5.6	- 5.1	- 6.5	3.0	3.4	3.0	NE 10	NNE 14	NE 20	10	10	10	-	≡U1n2p3↗3.	
	23.7	22.3	23.9	- 6.5	- 6.7	- 7.2	- 6.8	-10.0	2.2	2.1	2.0	NE 14	NE 16	NE 20	5	4	3	-	Ua1↗2p3≡n.	
	25.1	25.4	25.3	- 8.2	- 6.8	- 7.6	- 7.5	- 8.5	2.4	2.6	2.5	NE 16	NE 14	NE 4	10	10	10	-	≡U1a2p↗n1,	
едняя Россія 752.	20.8	20.4	20.7	2.3	3.9	1.2	2.5	1.2	5.4	6.0	4.4	SSW 4	S 4	NNE 6	10	8	9	-	≡n,1,a.	
арат. 757. Вардэ 738.	19.4	19.2	19.3	- 3.3	1.9	- 1.8	- 1.1	- 1.8	3.6	3.7	3.6	NE 10	NNE 14	NE 16	10	7	9	-	≡1;∞a,2,p,3↗3.	

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра Максимума.					
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9								
	1894.																									
	23 марта	57.9	59.2	60.1	0.1	3.2	0.4	1.2	—	0.5	3.2	2.9	2.9	NNE 14	NNE 4	NW 1	6	5	10	—		Западная Европа.				
	24 »	60.4	61.5	63.5	0.4	3.8	2.6	2.3	—	0.4	3.0	3.6	3.3	NE 2	SSE 2	NE 3	10	10	10	0.0	△ ⁰ p.	Югъ Сканд. пол. 776.				
	25 »	63.2	63.2	62.9	3.0	8.2	4.4	5.2	—	1.0	3.0	3.0	3.9	NE 14	NE 5	NE 18	5	2	0	—	↘ ³ .	Западъ Россіи 773.				
	26 »	58.9	55.5	51.6	4.2	12.3	5.5	7.3	—	4.0	3.2	3.0	4.0	NE 22	NNE 16	NE 24	8	5	3	0.7	↘ ^{n,1,a,2,p,3} .	Ниж. Волга и Касп. 77				
	27 »	47.4	46.0	49.2	3.6	8.3	8.6	6.8	—	3.3	4.6	5.4	7.4	NNE 16	NNE 14	NE 4	10	7	10	10.0	● ^{n,a} ; ↘ ⁿ ; ↘ ^{n,1} .	Юговост. Россіи 768.				
	28 »	51.2	53.8	58.3	7.0	4.8	4.3	5.4	—	2.7	7.3	5.4	4.6	ESE 5	NNE 10	NE 8	10	10	10	14.6	● ^{n,1,a,2,p} .	Балтійск. море 774.				
	29 »	62.9	65.5	69.4	—	5.9	—	1.5	—	2.6	—	3.3	—	6.0	1.9	1.9	1.6	NE 24	NE 14	NNE 4	1	1	0	—	↘ ¹ .	Юго-запад. Россіи 77
	30 »	67.8	63.5	59.4	—	4.9	—	2.7	—	0.0	—	0.7	—	4.9	1.6	2.1	2.9	ENE 12	NE 18	NNE 40	0	10	8	—	↘ ^{n,2,p,3} .	Южн. губ., Астрах. 78
	31 »	61.6	62.9	63.6	0.2	1.3	4.7	2.1	—	0.1	3.9	4.1	4.9	NE 18	NE 10	ENE 3	10	10	10	3.3	↘ ^{n,1} ; * ^{a,2,p} ; ● ^{p,3} .	Югъ Россіи 777.				
	1 апр.	61.7	62.2	62.3	4.4	10.1	5.6	6.7	—	2.7	5.2	6.9	6.1	ESE 2	SE 4	0	0	7	10	—	∇ ⁿ ,	Бузудукъ 781.				
	2 »	61.9	61.4	61.2	6.7	15.7	8.6	10.3	—	5.1	5.6	6.8	5.4	NNE 2	NNE 10	NE 16	2	1	0	—	∇ ^{n,1} ; ↘ ³ ,	Бузудукъ-Оренб. 783.				
	3 »	63.7	62.7	64.4	7.0	8.1	7.1	7.4	—	5.6	6.9	6.6	5.7	SE 4	SE 3	NE 5	10	10	3	—	—	Усть-Сыс. 786. Сар. 78				
	4 »	62.9	61.2	58.0	13.5	16.2	12.0	13.9	—	6.4	4.6	5.5	6.4	ENE 10	NE 16	NNE 18	1	0	0	—	↘ ^{2,p,3} .	Востокъ Россіи 786.				
	5 »	57.7	57.6	55.4	10.9	14.1	15.7	13.6	—	7.8	5.6	5.9	4.9	NNE 9	NE 10	ENE 10	1	2	10	0.1	—	Оренбургъ 785.				
75*	12 »	56.6	54.7	52.8	7.4	13.0	11.4	10.6	—	5.5	6.8	6.3	7.1	WNW 3	NE 9	NNE 9	9	7	4	—	—	Каргополь 775.				
	13 »	52.2	52.3	53.2	9.8	15.9	10.1	11.9	—	9.1	7.3	7.5	5.4	NE 6	NE 12	NE 23	4	9	4	—	↘ ^{p,3} .	Сѣв.-Зап. и Ср. Росс. 7				
	14 »	55.3	56.6	57.5	7.1	8.9	9.0	8.3	—	6.7	6.0	6.5	8.1	NE 10	NE 4	0	9	10	10	2.9	● ^{p,3} .	Финляндія 772.				
	15 »	57.2	57.5	59.5	7.4	14.3	10.8	10.8	—	6.8	5.7	5.4	3.7	NE 10	0	NE 6	10	10	9	—	● ⁿ ; ∇ ⁰³ .	Выш.-Волоч., Черд. 77				
	16 »	59.4	58.4	58.8	4.5	9.5	5.5	6.5	—	4.4	4.8	3.6	2.5	NE 20	ENE 28	NE 28	4	1	0	—	↘ ^{n,1,a,2,p,3} .	Центр. и южн. губ. 77				
	17 »	59.3	59.7	61.7	3.5	10.4	9.2	7.7	—	3.1	2.5	2.5	2.4	ENE 20	NE 20	NE 10	0	0	0	—	↘ ^{n,1,a,2,p} ,	Югозап. Россія 771.				
	18 »	62.7	62.6	63.5	7.6	14.7	10.2	10.8	—	4.6	3.4	3.0	5.1	NE 4	NE 6	0	0	0	1	—	∞ ⁰³ .	Югъ Россіи 768.				
76*	22 »	60.1	61.5	60.5	9.0	15.6	14.0	12.9	—	6.5	7.3	6.6	7.7	0	SE 3	NE 9	10	10	1	0.0	∇ ⁿ .	С.-З. и Ср. Россія 77				
	23 »	59.8	58.1	57.3	12.9	17.9	13.0	14.6	—	11.4	8.6	7.5	7.2	0	NE 10	NNE 18	10	10	10	0.0	● ^{n,a,3} ; ↘ ³ .	Вологод. губ. 777.				
	24 »	54.4	54.2	55.5	9.9	18.5	12.5	13.6	—	9.5	6.6	7.3	8.6	NNE 20	NNE 12	0	10	3	2	—	↘ ^{n,1} ; ∇ ³ .	Центр. губ. 779.				
	25 »	57.7	58.4	59.1	12.5	12.5	10.6	11.9	—	10.0	8.4	9.0	8.8	SSE 9	SSW 5	0	9	9	10	0.0	● ^{0p} .	Козл. 775, Касп. м. 7				
77	15 іюля	60.6	60.6	59.6	22.8	31.2	27.8	27.3	—	19.1	15.3	10.5	10.3	0	E 6	SE 2	0	0	0	—	≡ ⁿ .	Средн. Россія 766.				
	16 »	59.2	57.7	55.5	25.3	32.6	27.2	28.4	—	22.3	17.3	11.0	9.9	0	ENE 8	NE 16	0	0	0	—	↘ ³ .	Средн. Россія 767.				
	17 »	54.4	53.8	51.5	26.2	31.2	28.6	28.7	—	25.0	11.4	13.1	9.5	SE 2	NE 10	NNE 12	0	0	0	—	—	Юж.Ср. и Зап. Росс. 7				
78*	5 авг.	54.6	54.5	54.5	22.2	27.0	21.9	23.7	—	18.0	15.9	17.3	13.3	0	SE 3	0	1	5	0	5.2	≡ ⁰ⁿ ; ● ^{a,p} ; ↘ ^p .	Средн. Россія 766.				
	6 »	55.1	54.7	53.5	23.2	29.5	27.0	26.6	—	19.3	13.8	13.6	7.7	SW 6	NE 12	NE 15	0	3	0	—	↘ ^{p,3} .	Средн. Россія 767.				
	7 »	51.6	51.8	50.0	21.2	29.6	27.0	25.9	—	20.2	8.2	8.4	8.6	NE 20	NE 12	NE 18	0	6	3	—	↘ ^{n,1,2} .	Юж.Ср. и Зап. Росс. 7				
	8 »	51.6	51.9	51.2	22.6	29.0	29.2	26.9	—	22.5	11.3	13.9	11.7	NE 11	NNE 11	NE 12	4	0	9	—	∞ ^{01,a,2,p} .	Ефремовъ 765.				

Мархотскій переваль. Таблица В.

В центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
746,	18.8	20.5	22.4	-3.9	-0.8	-3.5	-2.7	-4.5	2.6	2.7	2.7	NE 20	NE 16	NNE 4	6	6	4	—	↘n,1,a,2∞a,2.
къ Россіи 752.	22.9	24.0	26.2	-3.8	-1.0	-2.3	-2.4	-4.2	2.7	2.9	3.4	NE 8	SSW 4	N 2	10	10	10	—	∞2.
741.	26.2	25.6	25.1	-1.6	3.2	0.4	0.7	-3.6	2.8	2.7	3.7	NNE 8	ENE 14	NE 16	5	2	1	—	↘3.
Чердынъ 745.	21.4	18.7	15.1	-2.6	-2.5	1.6	-1.2	-3.1	3.4	1.6	3.9	NE 16	NE 24	NE 28	3	3	1	—	U ^o ≡ ^{o1} ↘n1a2p3.
г. 740, Чер.м. 755	12.9	10.7	13.7	-0.6	2.7	4.0	2.0	-0.7	4.3	5.1	6.0	NNE 20	NE 18	NNE 4	10	7	10	23.2	≡●n1a↘n1a2.
къ Россіи 748.	15.1	17.4	20.4	2.7	0.6	-0.6	0.9	-0.7	5.6	4.8	4.3	NNE 4	NNE 8	NNE 12	10	10	10	2.4	≡n1a2p3● ^{o1} *p.
743. Вардэ 735.	21.7	20.6	28.0	-10.4	-6.4	-6.7	-7.8	-10.4	1.6	1.0	1.7	NE 32	NE 40	NE 28	1	1	0	—	↘n1a2p3.
731.	26.6	21.7	18.1	-8.5	-1.8	-3.2	-4.5	-8.8	1.9	2.2	1.9	NE 28	NE 28	NE 40	0	6	6	—	↘n1a2p3.
747.	23.2	24.9	26.7	-3.8	-2.3	-1.2	-2.4	-4.2	3.3	3.7	4.0	NE 20	NE 16	NE 10	9	10	10	2.9	↘n1n2* ^o a2p3.
764.	25.6	25.8	25.6	-2.8	3.1	3.0	1.1	-2.8	3.7	4.0	5.4	NE 6	NNE 6	SW 4	10	6	10	—	≡ ^{o1} ap3.
755.	25.6	25.6	24.8	1.9	7.4	3.0	4.1	1.9	5.3	5.8	4.7	NNE 12	NNE 10	NE 14	10	1	0	—	≡n1.
757.	28.1	28.0	27.8	1.5	3.4	2.8	2.6	1.2	5.1	5.7	5.1	ENW 2	0	N 8	10	10	10	1.3	≡1a2p3● ^o p.
758.	27.4	25.1	22.8	1.0	10.1	7.1	6.1	-0.4	4.9	5.5	5.7	NNE 6	NE 18	NE 20	1	0	1	0.2	↘2p3.
759.	22.6	21.8	20.8	1.6	6.8	9.3	5.9	1.1	5.2	4.9	5.0	ENE 8	NE 14	NNE 8	10	1	8	—	≡n1∞2p3.
755.	20.2	18.7	17.7	4.3	8.0	7.2	6.5	3.0	6.2	5.5	6.4	NE 8	NNE 6	NNE 12	10	8	2	—	≡ ² n,1.
Рос. 757, Сочи 759.	16.2	16.2	15.1	5.1	11.2	6.2	7.6	5.3	6.7	6.4	5.2	NE 16	NE 18	NE 32	10	7	4	—	≡1↘1a2p2∞2.
757.	18.5	20.2	22.2	3.0	4.0	5.6	4.2	2.6	5.7	6.1	6.8	N 12	NE 10	NNE 4	10	10	10	4.2	≡ ² 1a2p3● ^{o3} .
759.	20.7	21.0	21.5	2.6	9.3	6.5	6.1	2.3	5.5	4.2	3.7	NE 10	NE 16	NE 20	10	9	6	—	≡ ^o n,1↘2p3.
755.	19.4	18.4	17.8	0.4	5.0	1.3	2.2	0.4	4.1	3.1	2.6	NE 32	NNE 40	NE 40	9	1	0	—	↘n1a2p3.
755.	18.7	21.3	24.5	-1.9	6.2	4.7	3.0	-2.1	2.2	2.5	2.0	NE 40	NE 24	NE 12	0	0	0	—	↘n1a2.
755.	25.2	26.3	27.3	1.8	10.1	7.2	6.4	-0.6	3.3	3.0	4.2	NNE 10	NNE 8	NNE 4	0	0	0	—	
753.	24.1	25.6	24.6	9.8	12.9	8.6	10.4	6.7	5.7	6.7	7.2	S 2	NNE 2	NE 12	10	10	10	0.3	● ^{o3} .
755.	24.5	23.2	21.5	10.8	9.0	8.2	9.3	5.0	7.5	8.2	5.9	0	NE 10	NE 20	10	4	1	0.5	≡ ² a2p↘3● ^o n.
757.	18.5	18.4	19.8	4.8	12.3	8.4	8.5	4.1	6.4	6.2	6.2	NE 18	NE 18	NNE 8	8	10	10	—	↘≡n1a2●ncop.
759.	21.9	22.2	22.9	8.8	10.0	7.5	8.8	7.4	7.2	8.4	7.7	SW 6	SW 4	SW 4	10	10	10	0.0	≡p,3.
759.	26.3	25.8	25.6	20.6	26.0	22.8	23.1	19.5	10.0	9.5	9.8	NNE 2	NNE 8	NE 10	0	0	0	—	
759.	24.8	23.8	21.2	18.8	27.4	22.3	22.8	18.2	11.5	11.0	9.5	NE 8	ENE 16	NE 20	0	0	0	—	↘2p3.
759.	20.3	20.2	17.9	16.5	26.7	22.9	22.0	14.3	10.1	12.9	8.9	NNE 12	NE 8	NE 12	0	0	0	—	
759.	20.5	20.2	20.0	20.9	23.0	20.1	21.3	17.0	15.7	16.7	11.5	0	SSW 4	ENE 5	4	5	1	10.3	∩1●ap↘p.
759.	20.3	20.2	19.0	18.0	24.6	22.4	21.7	14.6	12.8	13.1	7.1	NE 12	NE 16	NE 20	0	1	0	—	∞↘2p3.
759.	17.7	17.6	16.5	16.6	24.5	23.2	21.4	14.5	7.8	8.2	7.6	NE 18	NE 18	NE 12	1	3	3	—	↘n1a2p3∞n23.
754.	17.9	18.0	17.6	17.1	23.5	24.0	21.5	14.6	11.1	13.8	10.9	NE 12	NE 16	NE 16	1	1	2	—	↘n2p3∞2p.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра	
		7	1	9	7	1	9	Среди.	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			Максимума.	
1894.																						
79	29 сент.	56.6	57.6	58.7	13.8	16.6	13.0	14.5	12.7	10.3	11.6	8.7	NNE	8 W	4 NNE	8	10	9	5	12.3	● n, 1, a.	
	30 »	58.6	58.4	59.0	13.1	16.9	14.2	14.7	11.9	9.4	10.8	10.7	NE	16 NE	8 NE	6	5	10	6	—	↘ n, 1.	
	1 окт.	60.8	63.0	63.4	12.9	18.1	14.9	15.3	12.1	9.7	9.3	7.3	NE	3 NNE	5 ENE	9	4	2	0	—	≡ ² a.	
80	3 »	67.7	67.3	67.9	6.8	11.8	7.2	8.6	5.5	5.0	4.6	4.2	E	2 NNE	6 NNW	2	5	3	0	—	↘ 1, a.	
	4 »	65.6	65.3	65.0	7.6	14.0	11.0	10.9	7.2	4.0	4.4	3.8	NE	16 NE	9 NE	14	0	0	0	—	↘ 1, a.	
	5 »	63.5	63.2	61.6	14.0	17.6	16.0	15.9	10.8	3.5	4.3	4.1	ENE	6 NE	9 NE	9	3	3	3	—		
81*	1 ноябр.	56.7	56.9	60.0	15.8	11.1	5.0	10.6	5.0	12.8	8.5	5.6	SSE	14 NNE	12 NNE	11	10	10	10	12.0	● n, 1, a, 2, p.	Ср. Евр. и Зап. Росс. 77.
	2 »	64.7	64.9	64.1	1.9	2.9	3.6	2.8	1.6	4.7	5.2	5.7	NNE	12 NE	20 NE	25	10	10	4	0.1	● ⁰ a; ≡ ² a, p; ↘ ² p, 3.	Кіевъ 781.
	3 »	61.5	61.3	60.1	4.1	13.5	13.0	10.2	3.4	5.6	7.0	7.0	NNE	24 NE	5 0		9	1	1	—	↘ n, 1, a.	Южная Россія 775.
	4 »	59.8	59.5	59.0	10.2	19.4	15.4	15.0	10.4	8.3	12.2	9.3	0	SSE	2 ENE	3	1	6	4	—	○ ² n, 1.	Каспійское море.
82	9 »	62.3	61.2	59.9	7.3	10.6	6.6	8.2	4.5	5.4	6.0	4.3	NE	2 NNE	6 NE	13	10	7	8	—		
	10 »	61.3	62.2	64.2	1.2	4.7	5.8	3.9	1.0	4.6	5.5	5.5	NE	15 NE	17 NE	9	4	3	1	—	↘ n, 1, a, 2, p.	
	11 »	63.3	64.3	64.0	7.8	14.2	13.6	11.9	5.6	7.5	9.2	9.2	0	SSE	7 SSE	12	9	7	7	—		
83*	15 »	65.6	64.7	64.6	10.1	17.6	12.6	13.4	9.0	6.2	5.1	5.2	0	NE	8 NE	4	0	0	0	—	○ ² n, 1.	Гурьевъ, Кавказъ 77
	16 »	65.9	65.3	66.3	6.7	9.0	9.0	8.2	5.8	4.7	5.7	6.6	ENE	15 NE	14 NE	16	1	2	2	—	↘ n, 1, a, 3.	Чердынь 781.
	17 »	67.3	67.3	66.9	6.7	9.1	6.6	7.5	6.4	6.1	6.0	5.6	NNE	9 NE	10 NE	18	0	1	1	—	○ n, 1; ↘ p, 3.	Екатеринбургъ 790.
	18 »	66.8	66.5	65.1	5.6	11.0	6.0	7.5	5.0	5.1	5.3	5.1	NE	16 NE	9 NE	10	2	1	1	—	↘ n, 1, a.	Екатеринбургъ 791.
	19 »	63.7	62.3	61.4	3.3	6.4	3.2	4.3	2.5	4.7	5.5	4.8	NNE	18 NE	16 ENE	20	9	9	6	—	↘ 1, a, 2, p, 3.	Серм. 782, Гурьевъ 78
	20 »	62.3	62.2	67.3	— 1.1	1.0	— 1.4	— 0.5	— 2.0	4.0	3.5	3.3	NE	24 ENE	28 NNE	8	4	4	0	—	↘ n, 1, a, 2.	Новозыбковъ 780.
	21 »	64.8	65.3	63.8	— 2.0	2.7	— 0.6	0.0	— 2.5	3.1	3.2	3.2	NE	16 NNE	10 NE	17	7	8	0	—	↘ 1, 3.	Кишиневъ 779.
	22 »	64.3	63.5	64.0	1.0	3.0	1.6	1.9	— 1.0	3.1	3.3	4.2	NE	8 NNE	10 NNE	5	9	9	10	—		Кишиневъ 776.
	23 »	63.8	63.7	64.9	1.2	4.0	3.0	2.7	— 0.5	4.4	4.5	4.7	NNE	8 NNE	8 0		10	10	0	—		Уралъ 778.
	24 »	66.9	65.9	66.5	2.6	4.9	— 0.2	2.4	— 0.4	4.3	3.9	3.7	NNE	4 NNE	20 NE	19	1	2	2	—	√ n, 1; ↘ ² p, 3.	Екатеринбургъ 784.
	25 »	65.3	65.9	67.2	— 1.2	4.1	— 0.7	0.7	— 1.5	3.5	3.0	3.0	NE	24 NNE	19 NE	20	2	0	1	—	↘ n, 1, a, 2, p, 3.	Оренб. 778, Вил. Нов
	26 »	68.1	67.9	68.7	— 3.4	— 0.7	— 3.0	— 2.4	— 3.6	2.8	2.8	2.4	NE	26 NNE	20 NE	22	1	1	1	—	↘ n, 1, a, 2, p, 3.	Новозыбковъ 783. [78
	27 »	69.5	68.8	68.4	— 2.1	3.4	— 1.0	0.1	— 3.4	2.4	2.8	2.9	NW	6 NNE	5 NNE	13	1	0	0	—		Кіевъ 779.
84*	4 дек.	68.9	66.9	65.3	4.0	9.8	7.6	7.1	0.2	5.5	5.8	5.7	0	WSW	4 0		9	7	8	—		Черное море 773.
	5 »	64.2	64.3	64.2	2.6	2.5	— 0.6	1.5	— 1.0	4.7	4.2	3.6	NW	3 NNE	12 NE	24	9	3	3	—	↘ p, 3.	Вышній Волоч. 774.
	6 »	65.9	66.9	66.0	— 2.2	2.4	1.1	0.4	— 2.5	2.9	3.2	4.2	NE	24 NNE	10 0		1	2	9	—	↘ n, 1, a.	Усть-Медвѣдиц. 780.
	7 »	64.9	64.4	64.4	5.0	9.6	6.1	6.9	1.2	5.1	5.6	4.7	0	SW	1 N	2	10	10	10	—		Прикаспійск. кр. 776
85	17 »	52.3	51.1	51.5	9.6	13.2	9.7	10.8	6.5	5.1	9.2	7.8	W	1 SE	1 S	4	3	9	10	1.7	○ n, 1; ● ⁰ p.	
	18 »	54.8	55.5	54.8	2.4	3.3	— 0.7	1.7	— 0.9	5.1	4.3	3.6	NW	2 WNW	7 NNE	12	10	9	10	—	● n.	

Мархотскій переваль. Таблица В.

Имя центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
Минимума.																			
	21.8	22.5	22.1	9.6	11.0	9.6	10.1	9.5	8.9	9.8	8.9	NE 8	NE 8	NE 18	10	10	10	17.1	☉ ⁰ n1a2p3 ↗ 3.
	23.0	23.4	23.3	8.6	10.1	10.8	9.8	8.4	8.3	9.2	9.6	NE 14	NE 8	NE 6	10	10	10	1.2	☉ ² n1a2p3.
	24.8	27.0	28.0	9.3	12.2	9.5	10.3	9.2	8.7	9.4	7.0	NE 10	NE 14	NE 14	10	4	0	—	☉ ² n.
	28.8	29.9	30.5	1.8	6.5	1.8	3.4	1.5	4.2	4.0	4.0	NNE 16	NNE 18	NNE 16	2	1	0	—	↘ 1a2p3.
	29.0	29.0	28.3	1.4	8.6	5.0	5.0	— 0.5	3.5	4.4	5.1	NNE 16	NNE 12	NNE 14	0	0	0	—	↘ n1∞3p.
	27.6	27.4	26.2	0.5	11.1	8.3	6.6	— 0.8	4.1	5.2	4.7	NNE 8	NNE 12	NE 12	1	2	1	—	Δ 1.
рюпинская 754.	18.4	20.3	22.8	11.8	7.6	0.8	6.7	0.8	10.3	7.8	4.9	WSW 24	NE 14	NE 24	10	10	10	5.2	☉ ⁰ n1 ↘ n13 ☉ ² p3.
ардэ 737.	24.7	26.0	27.2	— 2.0	1.1	0.9	0.0	— 2.0	4.0	5.0	4.9	NE 28	NE 24	NE 28	10	10	10	6.3	☉ ² ↘ U p1a2p3 ☉ ³ .
езень 744.	26.0	25.8	25.1	0.8	1.8	2.8	1.8	— 1.6	4.5	5.2	5.6	NE 16	NNE 8	NNE 6	10	10	10	—	↘ n1 ☉ ² n1a23 U ☉ ³ .
ерное море.	24.4	24.3	23.9	13.1	14.8	6.7	11.5	2.8	7.8	8.5	7.2	SSW 4	SSW 6	NNE 4	1	2	2	—	U n. Δ ² 3. [n
	25.8	24.4	22.8	3.1	5.3	1.9	3.4	1.9	4.8	5.6	4.2	ENE 2	NE 12	NE 24	8	8	3	0.8	Δ n1 ↘ p, 3.
	23.4	25.0	27.7	— 2.0	— 0.4	1.1	— 0.4	— 2.0	4.0	4.5	5.0	NE 18	NE 12	NE 8	10	10	10	1.9	U ☉ ² n1a2p ↘ n1 ☉ ² .
	28.0	26.8	27.0	7.7	9.6	9.6	9.0	1.1	7.9	8.1	8.2	WSW 12	SW 18	WSW 16	10	9	6	—	☉ ² n1 ↘ a2p3. [p3
ристанзундъ 735.	30.3	28.6	27.9	7.6	11.4	4.2	7.7	4.1	5.1	4.8	6.2	NE 4	NE 14	NE 18	0	0	10	—	↘ ☉ ² p3.
одэ 748.	29.1	27.6	29.6	0.9	3.8	5.1	3.3	0.9	4.9	5.8	6.6	NE 16	NE 24	NE 20	10	6	10	—	☉ ² n1ap3 ↘ n1a2p3.
	30.9	30.5	29.9	3.1	3.4	2.3	2.9	2.3	5.7	5.8	5.4	NE 16	NE 18	NE 28	10	10	9	—	☉ ² n1 ↘ n1a2p3.
	29.8	29.8	28.5	1.2	5.4	1.3	2.6	0.9	5.0	4.9	5.0	NE 24	NE 18	NE 20	10	1	10	—	☉ ² n1a3 ↘ n1a2p3.
	27.0	24.3	21.8	— 0.4	1.3	— 1.2	— 0.1	— 1.2	4.5	5.0	4.2	NE 14	NE 28	NE 34	10	10	10	2.3	☉ ² n1a2p3 ☉ ³ 1a ↘ a2p
	21.2	20.2	26.6	— 5.3	— 4.8	— 6.4	— 5.5	— 6.5	3.0	3.2	2.8	NE 40	NE 34	NE 24	10	6	9	1.1	☉ ² n1a ↘ ☉ ³ n1a2p3. [3
	23.7	26.2	26.8	— 5.9	— 2.0	— 5.3	— 4.4	— 6.0	2.5	3.0	3.0	NE 34	NE 24	NNE 18	7	4	0	—	↘ n1a2p3 ☉ ³ n1a2p.
ардэ 755.	26.9	26.2	26.8	— 6.0	— 2.5	— 4.4	— 4.3	— 7.2	2.6	3.6	3.1	NE 12	NE 12	NE 8	5	9	10	—	U n1a2∞p.
ардэ 750.	26.6	26.7	28.3	— 4.3	— 2.5	— 2.7	— 3.2	— 6.0	3.3	3.8	3.7	NE 6	NE 8	NE 4	10	10	10	—	☉ ² U 1a2p3.
ардэ 750.	30.1	29.3	29.4	— 3.7	— 2.3	— 4.0	— 3.3	— 6.0	3.5	3.9	3.4	NNE 2	NE 10	NE 24	10	10	10	—	☉ ² U n1a2p3 ↘ p, 3.
	27.1	28.4	28.7	— 5.0	— 2.0	— 5.4	— 4.1	— 5.4	3.1	3.6	2.9	NE 28	NE 24	NE 28	10	1	0	—	↘ U n1a2p3 ☉ ² n1a.
езень 754.	31.0	30.7	30.9	— 6.9	— 5.4	— 7.2	— 6.5	— 7.4	2.7	2.7	2.2	NE 20	NE 20	NE 20	8	2	2	—	↘ U n1a2p3.
ердынъ 746.	31.1	30.9	31.5	— 8.2	— 4.5	— 6.8	— 6.5	— 8.7	2.4	3.0	2.7	NE 16	NE 14	NE 8	1	0	0	—	☉ ² ↘ n1 U n1a2p3.
олицкъ 738.	31.8	29.6	28.5	2.6	5.9	4.4	4.3	0.1	5.0	5.0	5.1	SW 6	SW 12	SW 6	5	4	6	—	∞ a2p.
ермская губ. 753.	27.5	25.7	24.6	— 2.0	— 2.5	— 4.2	— 2.9	— 4.3	4.0	3.8	3.3	N 3	NE 16	NE 28	10	10	10	0.2	☉ ² n12p3 U a ☉ ³ ↘ 2p3
блое море 740.	28.6	29.7	28.5	— 6.9	— 5.4	2.7	— 3.2	— 7.0	2.6	3.0	5.4	NE 24	NE 12	SSW 8	10	4	7	—	☉ ² U n1a2 ↘ n1.
атка и Кама 748.	28.1	27.6	27.9	3.6	5.0	1.1	3.2	0.6	5.0	4.8	4.4	SW 6	SW 6	NNE 2	10	10	9	—	
	16.7	15.5	15.0	8.2	8.0	6.0	7.4	5.9	5.0	8.0	7.0	SSW 2	SW 6	SW 16	1	10	10	1.3	☉ ² a2p3 ↘ 3.
	17.7	18.1	16.8	0.2	1.4	— 4.3	— 1.8	— 4.3	4.7	4.1	3.3	WSW 4	NE 8	NE 14	10	9	10	—	☉ ⁰ 1a2p3 U p3.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра	
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			Максимума.	
1894.																						
	19 дек.	58.1	60.6	63.7	2.5	1.5	4.2	2.7	4.3	2.9	2.8	2.6	NNE	8 N	6 N	4	10	9	8	0.0	↙ n, * ⁰ p.	
	20 »	62.2	62.0	63.6	5.6	1.0	1.6	1.7	6.0	2.2	2.3	1.7	NNE	12 NE	16 NE	14	3	1	0	—	↙ a, 2p.	
	21 »	65.0	64.7	65.7	0.6	8.8	0.2	2.8	1.4	3.1	5.0	4.0	0	0	0	2	1	0	—	↙ n, 1, 3.		
1895.																						
86*	23 февр.	62.3	60.6	59.7	0.7	3.8	2.6	1.9	1.5	3.3	4.1	4.0	NNE	6 NNE	6 NE	10	10	10 ²	1	—		Вост. и югов. губ. 770
	24 »	57.2	53.5	46.6	5.9	6.4	8.5	6.9	1.7	2.8	4.5	4.1	ENE	6 NE	12 NE	18	9	10	10	0.2	↙ p, 3.	Оренбургъ 771.
	25 »	45.1	47.2	56.2	1.7	0.5	0.8	0.5	1.5	4.3	4.3	3.7	NE	20 NNE	16 NW	3	10	10	10	15.9	● n, 1; * a, 2, 3; † p; ↙	Уфа-Гроиз. 774.
	26 »	60.2	59.4	56.8	3.2	2.9	5.4	1.7	3.6	2.8	4.0	4.4	0	SE	4 SSW	2	10	8	9	0.2	● ⁰ p. [1, a, 2, p.	Чер. м. 763, Заурал. 77
87	1 марта	44.6	46.4	47.4	9.2	8.7	8.2	8.7	7.9	8.1	7.8	7.8	SE	14 SW	6 0		10	10 ²	10 ²	12.5	↙ n, ● n, p; ≡ ² p.	
	2 »	46.7	59.3	57.3	6.9	2.7	0.8	3.5	0.7	6.5	4.8	4.0	NNE	10 NNE	20 NNE	12	10	10	10	36.4	● n, a, 2; * p; ↙ ² .	
	3 »	61.8	61.4	59.4	2.9	8.9	7.2	6.3	0.3	5.0	6.3	5.6	0	SE	6 SE	6	10	8	9 ²	—	↙ p.	
88	15 »	57.5	55.9	56.4	2.1	2.9	1.9	0.9	2.5	3.3	3.7	3.8	NE	12 NNE	10 NE	12	3	3	2	—		
	16 »	56.4	56.6	57.1	0.3	3.5	1.5	1.8	0.6	3.8	3.9	3.2	ENE	16 NE	8 NNE	7	10	8	0	—	↙ 1.	
	17 »	56.9	57.0	58.7	0.4	7.4	0.9	2.3	1.5	2.9	3.5	3.0	NE	7 NNE	4 NNE	5	1	3 ⁰	2	—		
89	28 »	51.1	52.6	53.7	10.2	11.7	10.4	10.8	6.7	7.8	8.4	7.6	SE	8 0	0		10 ²	10	8	0.9	● ⁰ 1, 2; ▽ p, 3.	
	29 »	53.3	53.3	53.2	9.8	15.5	13.8	13.0	9.0	7.3	7.2	8.7	NNE	16 NE	8 NNE	7	10	10 ²	0	2.0	↙ 1; ● ⁰ p.	
	30 »	55.9	56.7	58.7	10.4	9.8	8.2	9.5	7.0	8.2	8.4	7.2	SE	5 SE	10 SSE	5	10	10	8	0.2	● n, 1, a; ≡ ² p.	
90	10 апр.	57.5	56.3	57.8	16.8	21.5	17.1	18.5	11.4	8.8	8.3	7.5	0	SE	5 NNE	10	1	4	8	—	▽ n, 1; ▽ ⁰ p.	
	11 »	58.8	60.3	60.6	10.3	15.3	11.0	12.2	9.8	5.1	5.0	4.8	NNE	16 N	7 N	6	1	10 ⁰	2	—	↙ 1, a.	
	12 »	58.4	56.4	54.6	11.9	17.6	9.7	13.1	7.4	4.9	4.6	8.1	ENE	3 ENE	3 0		0	0	1	—		
91	21 »	67.4	66.4	65.5	4.2	10.6	7.8	7.5	3.0	4.0	2.6	3.2	NE	14 ENE	8 NE	8	1	1	0	—		
	22 »	63.5	62.5	60.2	7.0	12.6	11.0	10.2	5.2	3.9	4.1	2.9	NE	15 NE	5 NE	18	2	1	2	—	↙ 1, p, 3.	
	23 »	57.9	56.5	54.6	10.8	17.0	15.0	14.3	10.4	3.2	4.1	4.4	ENE	18 NE	12 NE	16	0	0	0	—	↙ n, 1, p, 3	
	24 »	56.9	58.6	59.3	9.6	14.4	12.8	12.3	7.6	4.6	6.4	5.1	NE	12 E	6 ESE	2	0	9	0	—		
92	26 »	58.8	59.0	58.3	7.0	9.1	7.0	7.7	6.6	5.1	5.4	6.0	NE	14 NE	14 NE	14	8	9	10	5.1	● ⁰ 2, p.	
	27 »	57.1	58.1	59.0	5.6	8.4	6.6	6.9	5.3	5.3	5.7	6.1	NE	18 ENE	10 NE	15	10	10	10	3.6	● a, 1, a, 2, p, 3; ↙ a, 3.	
	28 »	59.9	61.5	60.8	6.6	9.6	8.8	8.3	6.3	5.6	6.5	6.1	NE	16 NE	7 NE	9	10	10	4	0.2	● ⁰ n, 1, a, 2; ↙ n, 1.	
	29 »	59.5	60.3	59.1	8.5	12.8	9.2	10.2	6.6	6.6	6.2	6.5	NE	12 NE	6 0		2	4	1 ⁰	—		
93	9 мая	63.7	63.4	63.2	15.2	20.1	16.7	17.3	11.4	5.8	3.9	4.8	NE	10 NE	9 NE	8	0	0	0	—		
	10 »	61.5	60.9	59.9	11.7	21.8	17.9	18.7	13.1	4.8	5.2	6.2	NE	14 NE	14 NE	16	0	0	1	—	↙ p, 3.	

Мархотский переваль. Таблица В.

Скиль центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадкн.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
Минимума.																			
	19.1	22.1	25.2	- 5.9	- 5.5	- 7.4	- 6.3	- 7.5	2.9	2.9	2.5	NNE 16	NNE 8	NNE 4	10	10	10	-	≡n1ap3; n1∪n1a2 [p3.
	23.7	24.0	26.3	- 9.4	- 8.0	-10.4	- 9.3	-10.5	2.1	2.2	1.9	NE 16	NE 14	NNE 8	10	10	0	-	≡n1a2∪n1a2p3; 1
	27.8	27.8	28.6	- 3.0	- 1.8	- 0.6	- 1.8	-10.5	2.5	3.6	3.9	0	0	NNE 2	1	1	0	-	
Черное море 758.	24.9	23.5	22.6	- 5.3	- 2.2	- 2.6	- 3.4	- 5.6	3.0	3.9	3.8	NE 6	NE 10	NE 8	10	9	10	0.9	≡na2p3; ∪1,3.
Черное море 748.	20.7	17.3	11.7	- 4.8	- 1.4	0.5	- 1.9	- 5.5	3.2	4.1	4.8	NNE 4	NE 12	NE 18	6	10	10	5.9	≡a2p3∪1a2; 3.
Урьевъ 746.	08.8	10.6	18.4	- 1.8	- 2.6	- 3.9	- 2.8	- 4.2	4.0	3.8	3.4	NE 18	NE 24	NE 10	10	10	10	0.8	↘n12∪n1a2p3; ≡²
	22.3	21.8	17.7	- 6.7	- 3.6	0.3	- 3.3	- 7.0	2.7	3.4	4.0	0	SW 8	SW 28	10	10	9	0.0	≡²n1∪n1; p3. [n13
	07.6	10.0	11.7	6.4	5.6	5.4	5.8	5.0	7.2	6.8	6.7	SSW 18	SW 14	SW 2	10	10	10	10.9	↘n1a●°n1a2p.
	11.1	13.2	19.9	3.4	- 0.8	- 2.7	0.0	- 2.7	5.8	4.3	3.7	NNE 12	NE 20	NE 12	10	10	10	11.8	●°n1* p; 2≡n1a2
	25.2	24.9	22.6	- 2.2	4.2	3.1	1.7	- 2.7	3.9	5.7	5.4	NE 2	SW 8	SW 12	10	8	5	-	*°n∪n1. [p3∪2p3.
	19.0	19.2	19.0	- 5.8	- 3.0	- 2.0	- 3.6	- 6.1	2.9	3.5	3.5	NNE 10	NNE 10	NE 18	10	10	7	-	≡n1a2∪1a23; p3.
	18.2	18.5	19.7	- 3.8	- 2.0	- 3.0	- 2.9	- 3.9	3.4	3.6	3.0	NE 24	NNE 16	NE 10	10	7	0	-	≡n1a; n1a2∪n1∞
	19.6	20.2	21.6	- 4.6	2.6	- 4.6	- 2.2	- 4.9	3.2	4.8	2.9	NE 8	NE 2	NNE 12	10	2	3	-	≡n1∪n1a∞2. [2,
	15.4	16.9	18.4	6.7	8.3	11.0	8.7	6.4	7.3	7.4	6.3	SW 8	0	SSW 4	10	10	10	0.9	≡1a2●°a2.
	17.6	18.4	17.9	5.4	9.2	9.2	7.9	5.3	6.7	7.8	1.8	NNE 14	NE 12	NE 14	10	10	10	1.8	≡n1a∞a2p.
	19.6	20.4	21.6	7.2	7.0	4.6	6.3	4.5	7.6	7.5	6.3	WSW 6	WSW10	SW 4	10	10	10	2.6	●°n≡²n1a2p3.
	22.6	22.7	22.3	13.6	22.7	12.0	16.1	11.9	7.2	8.5	7.6	NE 2	0	NE 14	0	1	5	1.6	●Kp.
	22.1	24.1	23.7	6.0	11.2	6.0	7.7	5.9	5.1	4.5	5.1	NNE 18	NNE 8	NNE 14	0	0	0	-	↘1a∪a2p3.
	21.6	20.2	19.0	6.8	13.4	8.3	9.5	2.7	5.0	4.4	5.4	NNE 14	NNE 12	NNE 6	0	0	0	-	∞1a2p3.
	29.3	28.8	28.0	- 0.1	6.4	3.0	3.1	- 1.5	4.0	3.0	3.5	NNE 14	NNE 16	NNE 14	0	1	0	-	↘2.
	26.0	25.2	23.4	0.6	8.5	6.4	5.2	- 2.0	3.9	4.1	3.4	NNE 16	NNE 14	NNE 16	0	0	0	-	↘1,3.
	21.0	19.9	17.9	6.4	12.5	10.4	9.8	5.0	3.8	4.0	4.5	NNE 16	NNE 20	NNE 16	0	0	0	-	↘n1a2p3.
	19.7	21.9	23.1	3.4	10.2	8.2	7.3	2.5	4.8	6.2	5.4	NE 14	NNE 12	NNE 6	0	8	0	-	∞1a2p.
	21.1	21.9	21.4	3.0	4.8	3.0	3.6	2.5	4.9	5.2	5.7	NNE 20	NNE 14	NNE 14	8	9	10	2.2	↘n1a∞a2p≡°p3●°
	20.4	21.1	22.3	1.6	4.4	3.0	3.0	1.0	2.6	5.8	5.7	NEE 10	NNE 18	NNE 16	10	10	10	0.8	≡n1; ∞a2; ↘a2p3. [p
	22.9	25.0	24.0	2.4	5.0	5.6	4.3	2.4	5.5	6.5	5.5	ENE 12	NNE 12	NE 10	10	10	6	0.3	≡n●°a2p.
	23.3	23.3	22.6	0.4	8.1	5.4	5.8	3.5	5.7	6.4	6.1	NE 12	NNE 14	NNE 6	4	7	1	-	≡n∞a2.
	27.2	26.8	27.1	10.4	15.8	12.0	12.7	5.4	6.0	4.7	5.0	NE 12	NE 16	NNE 16	0	0	0	-	↘a2p3.
	25.0	24.9	23.3	11.6	17.4	13.2	14.1	4.6	5.4	5.3	6.7	NE 18	NE 20	NE 24	0	0	1	-	↘n1a2p3.

Мархотскій переваль. Таблица В.

Мѣсяцъ центровъ.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
	22.6	23.6	23.6	10.4	18.4	13.0	13.9	9.0	6.4	6.5	7.3	NE 20	NE 18	NE 18	0	2	9	3.7	↙ n1a2p3 ∞ a2p3.
	23.9	25.3	25.5	7.6	8.2	9.6	8.5	7.5	7.8	8.1	8.8	NE 10	NE 6	SSE 2	10	10	10	10.9	● ⁰ n1p ≡ n1a2p3.
	24.5	26.5	25.0	7.4	12.8	10.4	10.2	5.4	6.4	6.0	7.2	NE 20	NE 16	NE 18	0	2	1	—	↙ n1a2p3.
	21.0	20.2	17.5	9.6	15.4	12.5	12.5	8.5	7.5	9.1	10.1	NE 20	NE 16	NE 18	1	5	10	34.6	↙ n1a2p3 ● ⁰ p3.
	18.9	22.4	25.5	11.3	15.0	12.0	12.8	9.9	10.0	11.0	9.3	NE 10	0	WSW 6	10	8	1	2.2	● ⁰ ≡ n1a.
	23.0	23.6	23.0	12.0	17.5	14.7	14.7	8.1	6.9	8.8	9.1	NE 14	NE 18	NE 16	1	2	1	—	↙ 2p3.
	22.2	21.7	20.6	12.8	20.6	16.8	16.7	10.1	8.9	10.1	8.8	NE 16	ENE 16	ENE 18	1	1	1	—	↙ n1a2p3 ∞ a2p3.
	22.0	22.7	22.3	14.7	17.0	15.2	15.6	11.3	11.1	12.8	12.6	NNE 4	NE 4	0	1	9	10	—	∞ 1 ≡ 03.
	22.5	22.1	23.0	19.3	24.6	22.2	22.0	14.3	10.5	8.6	9.2	NNE 14	NNE 20	NE 12	0	0	0	—	↙ a2.
	21.3	21.2	21.7	19.9	25.7	22.6	22.7	18.3	9.8	8.2	8.6	NE 20	NE 20	NE 18	0	1	0	—	↙ n1a2p3 ∞ a2p.
	22.8	22.4	23.2	20.7	26.1	22.2	23.0	17.7	9.5	10.0	9.8	NE 8	NE 16	NE 6	6	0	0	—	∞ n1a2p ↙ 2.
	26.9	27.1	27.2	18.6	24.6	17.7	20.3	16.1	12.0	11.3	13.1	SSW 4	WSW 4	NE 10	7	2	0	—	∞ 1a2p3.
	28.4	28.2	26.3	14.0	22.8	20.0	18.9	12.0	9.1	6.6	7.1	NE 8	NNE 14	NE 16	0	0	0	—	∞ 1a2p ↙ 3.
	24.3	23.5	19.5	20.1	25.2	21.7	22.3	18.4	6.7	7.8	6.6	NE 16	NE 16	NE 24	0	0	0	—	↙ n1a2p3 ∞ a2p.
	19.4	19.8	19.6	18.4	26.3	19.8	21.5	14.5	9.5	10.2	13.1	0	SSW 6	SW 4	0	0	1	—	↙ n.
	22.5	22.4	20.1	9.9	14.0	9.4	11.1	8.5	6.5	7.1	6.9	NE 12	NE 14	NE 24	9	7	0	—	↙ a2 ↙ p3.
	14.4	19.4	24.2	5.1	7.3	7.0	6.5	5.0	4.8	5.2	4.9	NE 40	NE 34	NNE 16	8	9	10	—	↙ n1a2p3.
	25.3	26.5	26.2	3.0	11.2	5.8	5.7	2.2	4.5	4.1	5.0	NE 20	NNE 14	NNE 14	2	3	1	—	↙ n1a.
	25.6	26.1	27.5	8.7	15.6	11.6	12.0	3.7	5.5	7.4	9.1	0	SW 8	SW 14	1	7	8	—	↙ a2.
	28.6	30.8	33.0	9.2	13.8	6.8	9.9	6.6	7.9	5.1	5.5	NE 12	NE 14	NNE 12	1	0	0	—	≡ n. ∞ 1.
	33.3	33.3	31.7	8.9	17.2	12.2	12.8	5.2	4.3	5.6	6.3	ENE 4	0	0	0	0	0	—	
Мезень 749.	23.1	24.4	25.3	11.2	15.4	13.3	13.3	10.7	9.6	9.0	7.1	SSW 6	SSW 8	NNE 10	2	0	1	—	∩ n1,3.
Вардэ 747.	25.4	24.9	23.3	10.4	11.9	8.0	10.1	7.9	6.8	7.5	7.6	NE 12	NE 20	NE 34	2	0	6	—	∩ n ↙ ∞ a2p3.
Гапаранда 744.	23.5	23.7	23.2	3.5	9.7	6.8	6.7	3.4	5.9	6.9	7.2	NE 20	NNE 14	NE 10	10	0	0	—	↙ ≡ n1 ∞ a2p.
Мезень 737.	22.3	21.9	21.2	12.6	17.9	14.8	15.1	5.4	5.9	8.2	7.8	0	SSW 4	NE 4	0	0	0	—	
	24.0	23.5	24.2	14.2	17.4	15.4	15.7	11.7	7.3	9.3	7.6	SW 14	SW 14	SW 8	5	1	4	0.3	
	25.5	26.6	27.8	9.9	10.6	9.9	10.1	8.9	9.1	9.5	9.1	NNE 18	NNE 18	NNE 16	10	10	10	—	↙ n1a2p3; ≡ n1a2, ∞
	28.6	28.8	28.9	13.3	13.3	12.8	13.1	9.4	10.8	11.4	10.6	SSW 4	WSW 10	S 2	9	10	10	0.2	≡ na2p3. [p.
Нѣмецкое море 730.	27.3	29.0	28.5	2.4	— 0.1	— 1.6	0.2	— 1.6	5.5	4.6	4.1	NE 16	NE 20	NE 20	10	10	10	1.8	≡ ↙ n1a2p3; ↙ p3.
Балтійск. м. 737.	29.8	29.4	28.2	— 2.6	1.4	6.1	1.6	— 3.0	3.8	4.1	4.6	NE 10	NE 8	SSW 2	10	10	0	—	≡ n1a2 ∩ n1a; ∩ 3.

Мархотскій переваль. Таблица В.

Минимума.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.			
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9					
Архангельскъ 738.	27.4	26.2	28.2	7.7	10.3	9.2	9.1	4.5	6.6	7.8	8.4	S	6	SSW	16	SSW	4	1	1	9	—	☉n1a,2,
Мезень 736.	30.2	30.7	30.7	10.1	11.4	5.9	9.1	5.8	8.5	8.4	6.4	0	NE	6	NE	14	9	8	1	—	☉n1∞1a2p.	
Христіанзундъ 741.	30.6	30.3	31.6	2.0	3.9	2.2	2.7	1.3	5.3	5.8	5.4	NE	8	NE	12	NE	18	10	8	10	—	☉1p3∞a2p3.
Бодэ 726.	32.4	31.7	29.6	1.0	3.8	0.2	1.7	0.2	4.9	5.2	4.6	NNE	8	N	8	NE	24	10	9	10	—	☉n1∞a2p3p3.
Бардэ 738.	24.8	23.9	24.8	— 2.4	0.0	— 0.1	— 0.8	— 2.4	3.8	4.6	4.4	NE	24	NE	24	NE	20	10	9	9	—	☉n1a2p3☉n1Un
Архангельскъ 755.	25.7	26.5	25.6	— 1.4	2.1	0.0	0.2	— 1.6	4.1	4.9	4.6	NE	12	NE	8	NE	10	10	1	10	0.4	☉n1p3Un1. [1a2.
	22.1	22.2	22.6	— 1.8	— 0.8	— 0.6	— 1.1	— 1.8	4.0	4.3	4.4	NE	18	N	12	NE	16	10	10	10	16.2	☉n1a2sa2p3☉p3
	22.2	22.7	25.3	— 0.8	— 0.2	0.0	— 0.3	— 1.5	4.3	4.5	4.6	NE	14	NE	14	NE	10	10	10	10	2.9	☉n1a2p3☉a2p3Un
	27.3	27.9	26.6	— 0.7	0.5	0.6	0.1	— 0.7	4.4	4.8	4.8	NE	10	NE	12	NE	16	10	10	10	0.5	☉n1a2p3☉n1p3.
	22.9	21.1	20.6	— 0.2	0.8	0.2	0.3	— 0.2	4.5	4.9	4.7	NE	14	NE	14	NE	6	10	10	10	—	☉n1a2p3☉n.
Италия 746.	22.2	25.2	26.9	9.6	10.2	6.0	8.6	0.2	6.5	7.4	5.8	SW	10	SW	4	0	6	10	10	10	1.4	☉1.
Бузулукъ 741.	16.6	19.4	23.9	— 1.2	— 0.3	— 8.4	— 3.3	— 8.7	3.7	2.9	2.2	N	8	N	8	NNE	24	5	7	10	—	☉n,p,3.
Троицкъ 738.	23.9	23.5	23.1	—15.1	—12.4	—12.1	—13.2	—15.3	1.2	1.3	1.5	NNE	28	NE	24	NE	28	8	10	4	—	☉n1a2p3.
Мезень 743.	21.0	20.4	21.5	—13.3	—10.4	—12.7	—12.1	—14.6	1.5	1.9	1.7	NE	34	NE	28	NE	24	10	10	10	—	☉01,3☉n1a2p3.
Бардэ 743.	23.0	22.1	19.6	— 7.8	— 5.2	— 3.6	— 5.5	—12.9	2.4	3.1	3.5	NE	16	NE	14	NE	14	10	10	10	1.6	☉n,1,a☉;Un12s3.
Новороссійскъ.	17.4	20.8	25.4	— 4.1	— 0.3	— 0.8	— 1.7	— 6.1	3.4	4.2	4.3	NE	18	0	SW	10	10	10	10	10	1.9	☉n1a2p3;☉n1.
Бодэ 735.	28.4	27.3	25.5	— 1.6	— 0.8	— 3.0	— 1.8	— 3.0	3.9	4.3	3.7	SW	4	NE	6	NE	16	10	10	10	1.1	Un1ap3☉3.
Грюппинск. 745.	16.6	20.7	23.1	— 0.8	— 0.8	— 2.6	— 1.4	— 2.6	4.3	3.8	3.4	NE	14	NW	6	NNE	16	10	10	10	—	☉01sa2p3.
Магара 753.	21.7	18.6	18.1	— 5.3	— 4.8	— 4.0	— 4.7	— 5.4	3.0	3.0	3.4	NE	16	NE	28	NE	24	10	10	10	0.0	☉n1a2p3☉n1a2,Un
	20.0	20.6	21.7	— 3.6	— 3.2	— 4.6	— 3.8	— 4.8	3.3	3.6	3.2	NE	18	NE	14	NE	14	10	10	10	1.4	*0n1☉n1a☉a2pUn
Ванэ 736.	24.9	25.5	28.1	— 6.2	— 5.2	— 5.6	— 5.7	— 6.3	2.8	3.1	3.0	NE	10	NNE	6	0	10	10	10	10	—	☉n1a2p3Un12p3.
	21.1	22.3	26.6	7.2	5.7	— 3.6	3.1	— 3.6	7.6	6.5	3.5	SW	24	NW	2	NE	8	10	1	10	0.9	☉0n1;☉1p3;Unp3.
	27.9	27.6	28.1	— 5.5	— 5.8	— 6.8	— 6.0	— 6.9	3.0	2.9	2.7	NNE	10	NNE	8	NNE	10	10	10	10	—	☉Un1a2p3.
	27.7	27.1	25.1	— 9.6	— 6.0	1.6	— 4.7	— 9.7	2.2	2.8	3.8	NNE	8	NE	4	0	10	10	10	10	—	☉Un1a2.
	22.1	20.3	18.7	3.4	6.8	3.2	4.5	1.6	5.4	5.7	4.0	0	0	ENE	2	3	5	7	—	☉1,2,3.		
	24.8	24.9	25.0	— 7.8	—10.5	—12.0	—10.1	—12.2	2.5	1.7	1.7	NNE	10	NNE	20	NNE	18	10	6	10	—	*0n☉1p3☉a2p3.
	22.5	17.2	15.3	—14.5	—14.1	—12.5	—13.7	—14.9	1.4	1.2	1.7	NE	18	NE	24	NE	16	10	9	10	0.2	☉0n1a2p3☉n1a2p3.
	14.9	16.9	15.9	0.0	— 2.1	— 6.4	— 2.8	—12.7	4.6	3.6	2.7	0	0	NE	10	10	10	7	10	7.1	☉0n☉0p;☉0p3.	
	22.7	25.3	26.0	— 8.0	—11.0	—12.9	—10.6	—12.9	2.2	1.6	1.6	NE	8	NE	10	NE	16	9	10	4	—	☉p,3.
	25.0	24.6	25.1	—14.7	—11.3	—14.3	—13.4	—16.1	1.2	1.6	1.3	NE	10	NE	18	NE	12	2	1	0	—	☉n2Un1.
	23.8	22.1	21.3	—11.0	— 0.4	0.3	— 3.7	—14.3	1.8	2.7	2.3	NE	4	0	0	3	7	10	10	—		

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра. Максимуа.
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			
1896.																					
107*	6 янв.	57.2	58.2	61.2	2.5	- 0.3	- 2.0	0.1	- 2.7	3.5	3.3	3.4	ENE 6	NNE 13	NNE 11	10	9	10	—	√n,1.	Москва 775.
	7 »	60.9	59.6	58.6	- 4.8	- 0.9	- 4.0	- 3.2	-10.5	2.7	3.2	2.8	NE 15	NE 24	NE 20	4	8	10	—	↘n,1,a,2,p,3.	Ефремовъ 779.
	8 »	56.3	54.5	52.1	- 0.2	1.0	4.0	1.6	- 5.6	3.2	4.1	4.1	NNE 12	NE 12	NE 6	8	10	10	1.0	●p.	Усть-Медвѣд. 776.
108*	17 »	52.2	48.5	46.7	5.4	10.2	9.8	8.5	3.4	5.3	6.2	6.1	0	SE 16	SE 7	10	10	10	7.8	∩n; ↘a,2; ●p.	
	18 »	47.2	47.9	48.2	10.9	13.6	2.0	8.8	2.0	7.2	6.3	4.0	SE 6	NE 6	NNE 18	10	10	9	—	●n,1; ↘3.	
	19 »	51.5	53.3	58.7	- 3.0	- 1.9	1.0	- 1.3	- 3.1	3.0	3.2	4.0	NNE 18	NNE 15	ENE 9	10	9	10	1.0	∩a; ↘n,1,a,2,p.	
	20 »	63.4	65.1	65.2	3.8	8.7	5.0	5.8	0.0	4.8	7.1	5.7	0	0	0	10	8	9	0.5	●a; ∩2.	
	21 »	63.8	62.8	62.3	7.6	10.4	- 0.5	5.8	- 1.0	5.2	5.2	4.1	0	NE 8	NE 14	2	5	5	0.0		Варшава 780.
	22 »	64.3	64.2	63.9	- 3.0	- 3.3	- 9.0	- 5.1	- 9.0	3.2	2.9	1.8	NNE 16	NE 18	NE 20	10	9	9	0.0	* ⁰ n2p3 ↗p3; ↘1a2	Ю.З.Россія 781.
	23 »	61.2	61.1	61.3	- 6.8	- 4.6	- 5.0	- 5.5	- 9.0	2.1	2.2	2.4	NE 23	NE 20	NE 14	10	8	10	0.4	↘n,1,a,2,p. [p3.	Саратовъ 778.
	24 »	61.4	61.1	62.1	- 0.8	3.1	0.5	0.9	- 6.5	3.0	4.0	4.3	NE 6	0	WNW 3	10	10	10	0.9	* ⁰ n; ≡p,3; ● ⁰ p.	Оренбургъ 782.
	25 »	63.7	64.2	63.7	0.6	3.8	2.2	2.2	0.0	4.2	4.2	3.9	WNW 3	0	NE 4	10	9	10	0.0	* ⁰ 3.	
	26 »	61.6	61.0	62.4	- 3.0	- 5.1	-12.4	- 6.8	-13.8	3.0	2.1	1.1	NE 13	NE 16	NNE 15	10	10	9	—	↘2,3.	
	27 »	64.6	65.8	67.7	-14.4	- 8.6	- 6.6	- 9.9	-15.5	1.3	1.6	1.7	NE 14	NNE 10	NE 14	2	1	4	—		
	28 »	68.1	71.4	73.7	-12.2	-13.4	-14.6	-13.4	-14.6	1.4	1.2	1.3	NNE 16	N 8	NNE 10	10	8	5	—	↘1.	
	29 »	73.3	72.7	71.8	-10.6	- 6.8	- 7.8	- 8.4	-14.6	1.0	1.1	1.8	N 8	NNE 4	0	10	1	8	0.0	∩3.	
109	25 Февр.	69.5	71.7	74.4	- 2.6	- 2.5	- 7.2	- 4.1	- 7.9	2.8	3.0	2.0	NE 10	ENE 12	0	4	4	5	—	*n; ↗p.	
	26 »	71.7	73.2	72.0	- 4.4	2.6	1.6	- 0.1	- 7.2	2.1	2.6	2.6	NE 20	ENE 7	NE 6	0	1	2	1.0	↗n; ↘n,1.	
	27 »	67.7	64.3	60.8	- 3.6	10.7	3.3	3.5	- 4.5	3.0	2.9	2.8	WNW 2	0	0	9	9	9	—	*n.	
110	19 марта	65.8	66.2	65.4	- 0.5	3.2	0.0	0.9	- 1.4	3.7	4.0	4.3	NE 7	NNE 8	NNE 10	5	2	2	—		
	20 »	63.3	63.3	64.7	- 0.3	5.0	2.0	2.2	- 1.0	4.1	4.0	4.2	NE 16	NE 18	ENE 10	10	2	3	—	∩ ⁰ n; ↘n,1,a,2.	
	21 »	65.2	64.4	64.7	- 1.8	2.0	- 1.1	- 0.3	- 2.2	3.4	3.6	3.6	NE 12	NE 12	NE 10	3	1	1	—		
111	28 »	53.8	52.4	52.0	4.4	14.0	7.8	8.7	2.2	5.2	5.8	4.4	0	SE 4	NNE 13	8	5	0	—	∞1.	
	29 »	50.5	50.6	51.7	7.9	11.9	10.8	10.2	6.0	4.4	5.3	6.3	NNE 15	NNE 7	0	8	7	0	—	↘n,1,a.	
	30 »	54.0	54.7	55.4	7.0	14.6	11.2	10.9	4.4	5.9	6.3	6.6	0	WSW 1	0	10	5	7	—	∞a.	
112	18 апр.	61.7	59.6	57.1	7.7	12.4	7.8	9.3	4.1	7.1	6.9	6.0	0	ENE 6	NNE 10	10	8	8	—	● ⁰ n.	
	19 »	57.1	60.4	63.1	5.2	7.8	5.2	6.1	3.0	4.4	4.2	5.0	NNE 16	W 0	WNW 3	9	10	10	1.6	↘n,1,a.	
	20 »	62.7	63.4	63.6	5.7	9.4	6.4	7.2	3.4	6.3	6.1	5.5	0	S 6	SE 3	9 ²	9	6	0.4	● ⁰ n,a,p.	
113	2 мая	54.0	56.0	54.8	18.0	20.7	15.4	18.0	10.0	8.7	8.7	8.9	0	0	0	10	10	10	—		
	3 »	55.4	56.3	58.5	16.6	24.1	11.6	17.4	11.6	6.6	5.8	8.9	NNE 12	NNE 5	0	7	8	3	—	↘n; ∩3.	
	4 »	59.6	59.8	59.9	13.4	16.0	11.0	13.5	9.6	9.1	9.9	9.0	0	S 4	0	1	4	10	—	∩n,1; ≡p,3.	

Мархотскій переваль. Таблица В.

Мѣсяцъ центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
Апрѣль 749.	20.6	21.0	23.6	- 8.6	- 6.3	- 6.2	- 7.0	- 8.8	2.3	2.7	2.8	NE 6	NE 8	NE 14	10	10	10	-	U≡n1a2p3.
Апрѣль 738.	23.3	21.7	21.3	- 9.2	- 9.4	- 9.6	- 9.4	- 9.7	2.2	2.1	2.1	NNE 16	NE 18	NE 20	10	10	10	-	U≡n1a2p3.
Июль 739.	19.8	18.2	16.7	- 9.6	- 7.7	- 7.8	- 8.4	- 9.9	2.1	2.4	2.4	NE 18	NNE 16	NE 8	10	10	10	0.1	U≡n1a2p3 n1a2.
	16.2	12.3	10.8	4.9	6.2	5.8	5.6	2.0	4.4	5.6	5.3	SE 4	SSW 12	SW 8	9	10	10	6.9	0p.
	11.8	12.8	11.2	7.1	7.1	- 2.4	3.9	- 2.4	7.0	6.2	3.8	SSW 6	NNE 6	NE 28	10	9	10	-	0n1 S≡U p3.
	14.2	16.9	22.2	- 7.4	- 6.5	- 6.2	- 6.7	- 7.5	2.6	2.8	2.8	NE 24	NE 20	NE 12	10	10	10	-	n1a2≡U n1a2p3.
	27.1	28.6	29.0	- 7.0	2.5	2.2	- 0.8	- 7.1	2.7	5.5	5.0	NE 4	NE 2	ENE 2	10	10	6	-	U n1≡n1a2.
Июль 750.	27.1	26.5	24.8	- 2.8	- 1.0	- 6.6	- 3.5	- 6.6	3.7	4.3	2.8	NE 8	NE 10	NE 18	10	10	10	-	≡n1a2p3 U a2p3 p
Христианзундъ 743.	23.9	22.4	21.6	- 6.8	- 8.2	- 12.7	- 9.2	- 12.7	2.7	2.4	1.7	NE 20	NE 34	NE 40	10	10	10	0.1	U≡n1a2p3. [3.
Апрѣль 742.	23.6	22.2	24.2	- 12.5	- 11.1	- 10.8	- 11.5	- 13.6	1.7	1.9	2.0	NE 20	NE 20	NNE 14	10	10	10	2.4	≡U n1a2p3 n1a2p
Апрѣль 739.	24.3	24.1	24.9	- 10.4	- 8.6	- 4.1	- 7.7	- 10.9	2.0	1.9	3.4	NE 8	NE 4	0	10	10	10	13.7	*np; U n1a2≡n1a2p
	26.2	26.6	26.6	- 3.9	- 1.1	- 4.5	- 3.2	- 4.6	3.4	3.7	3.3	SW 2	SSW 2	NNE 4	10	6	10	-	*n≡n1p3; U n1a2p3
	24.3	22.7	22.8	- 11.4	- 12.4	- 16.9	- 13.6	- 16.9	1.9	1.7	1.0	NNE 10	NE 18	NE 20	10	10	10	-	U n1≡n1a2; a2p3.
	25.3	27.3	30.0	- 18.7	- 15.1	- 15.9	- 16.6	- 18.7	1.0	0.8	0.6	NE 16	NE 12	NE 18	10	1	0	-	U≡n1 U n1a2p3.
	27.4	30.2	33.0	- 15.9	- 18.2	- 18.5	- 17.5	- 18.5	1.3	0.8	1.0	NE 16	NE 12	NE 10	10	9	10	-	≡U n1p3 1.
	33.4	32.4	32.6	- 16.1	- 13.2	- 10.8	- 13.4	- 18.5	0.9	1.1	1.6	NE 6	NE 12	0	9	0	2	-	
	31.5	32.0	33.0	- 10.3	- 8.1	- 13.1	- 10.5	- 13.1	2.0	2.4	1.6	NE 10	NE 16	NE 24	10	10	10	-	*0n≡U n1a2p3
	33.7	35.5	33.7	- 13.5	- 10.3	- 12.5	- 12.1	- 14.6	1.3	1.4	1.3	NE 18	NE 8	NE 6	2	1	0	-	U n1. [U a2p3
	30.6	27.8	24.9	- 5.0	- 3.6	- 3.8	- 4.1	- 12.5	2.8	3.1	2.5	0	0	NE 4	7	5	1	-	
	27.6	28.1	26.9	- 4.2	- 2.8	- 3.3	- 3.4	- 4.3	3.3	3.7	3.6	NNE 8	NNE 6	NE 18	10	10	10	2.1	U≡n1a2p3 p3.
	25.8	25.0	25.6	- 3.4	- 0.5	- 2.2	- 2.0	- 3.5	3.5	3.9	3.9	NE 24	NNE 28	NE 28	10	8	10	1.9	U n1a2p3≡n1ap3
	25.9	26.2	25.7	- 5.6	- 3.8	- 5.3	- 4.9	- 5.7	3.0	3.4	3.0	NE 18	NE 16	NE 16	10	10	10	1.4	U n1≡n1a2p3.
	17.6	16.9	16.1	6.2	10.3	1.4	6.0	1.4	4.2	6.4	4.5	S 2	NNE 2	NE 14	6	3	0	-	0n1.
	14.8	15.0	16.6	- 0.4	5.5	5.8	3.6	- 2.3	4.5	4.8	6.1	NNE 12	NE 14	NE 2	10	3	0	-	∞a2p.
	18.1	19.0	19.9	9.7	11.0	9.7	10.1	5.7	4.6	6.0	6.5	S 2	SW 6	SSW 2	6	2	3	-	≡U n1∞a2p.
	24.9	23.6	20.8	4.8	8.4	3.8	5.7	3.7	6.0	6.6	5.8	SSW 4	NNE 6	NE 12	9	8	10	-	∞p.
	19.9	24.0	26.2	1.2	4.5	1.0	2.2	1.0	4.4	4.7	4.6	NE 16	NW 2	WSW 2	6	9	9	1.7	n1a.
	26.0	26.1	26.6	2.6	4.3	3.0	3.3	1.3	5.1	5.2	5.1	SSW 2	SSW 12	SW 6	9	8	6	0.0	0na∞n1.
	19.6	20.4	20.4	10.0	16.8	16.0	14.3	6.6	7.4	9.2	8.4	ENE 2	N 2	NE 6	10	10	10	-	∞n1a2p3.
	20.6	21.2	23.4	8.7	19.2	16.0	14.6	6.9	7.5	6.9	7.8	NNE 10	NNE 12	0	3	5	2	-	∞a2p3.
	24.0	24.0	24.4	10.9	11.1	12.6	11.5	7.5	8.4	8.7	8.0	SE 2	SW 8	SSE 4	0	1	1	-	∞a2.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра. Максимумъ.			
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9						
1896.																								
114	21 мая	57.5	56.6	56.5	12.8	20.0	16.9	16.6	7.1	8.9	7.5	6.7	0	NNW	4	NE	7	1	5	3	—	☉ ² n,1.		
	22 »	54.7	54.3	54.7	17.1	22.8	18.4	19.4	15.6	7.0	7.9	8.3	NE	18	NE	10	NE	14	2	4	8	—	☼n,1.	
	23 »	56.7	58.0	59.8	16.9	21.7	17.8	18.8	15.2	7.9	8.9	8.8	ENE	15	SE	7	ESE	4	7	7	7	—	☼n,1,a.	
	24 »	61.0	62.3	63.2	14.0	16.6	13.4	14.7	11.2	10.7	11.4	10.4	0	SE	7	0		6	8	10	—	☼ ² n,1,a.		
115	28 іюня	54.7	54.5	54.0	23.2	29.4	27.4	26.7	20.2	12.2	12.8	13.5	NE	12	NE	10	NE	5	2	3	4	—	☉p,3.	
	29 »	53.4	52.8	51.8	22.8	28.9	21.2	24.3	21.2	13.1	16.5	13.7	ENE	8	ENE	8	NE	16	8	10 ²	10	8.4	☉n,1,a,p;☼p,3.	
	30 »	51.5	51.0	50.6	22.2	26.1	23.8	24.0	19.7	14.4	16.8	14.7	ENE	6	NE	12	NE	16	10	9	10	0.2	☉n,p;☉1,a;☼3.	
	31 »	51.6	52.2	53.5	21.4	23.0	22.8	22.4	21.0	16.3	17.1	17.0	NE	8	NE	8	0	10	10	8	6.5	☉1;☉n,a,2,p;☼p.		
116	14 авг.	54.1	53.3	52.1	25.3	33.9	29.0	29.4	20.0	15.5	18.6	16.1	0	SE	3	NNE	6	0	1	0	—	☉n.		
	15 »	52.8	53.9	55.7	27.3	30.1	22.6	26.7	22.6	14.8	20.2	12.4	NE	2	S	4	NE	12	6	7	5	—	☼p.	
	16 »	58.4	58.7	57.2	19.8	24.0	22.7	22.2	19.0	13.3	13.1	13.8	NNE	12	ENE	12	ENE	16	3	2	0	—	☼p,3.	
	17 »	54.2	54.7	54.1	23.2	29.0	24.2	25.5	21.6	13.3	15.9	17.2	NE	6	NNE	4	0	0	1	0	—			
117	22 »	61.4	60.7	59.8	22.0	28.7	24.4	25.0	19.1	10.2	10.4	10.5	NE	12	NE	5	NE	4	0	0	0	—		
	23 »	57.6	56.6	53.8	25.2	30.2	27.0	27.5	24.0	8.1	10.0	10.8	NE	14	NE	8	ENE	15	0	0	0	—	☼n,p,3.	
	24 »	52.8	52.4	51.0	28.2	33.6	28.5	30.1	24.1	10.2	12.3	11.2	ENE	4	NE	5	NE	9	0	0	0	—		
118	2 сент.	57.6	57.9	57.1	24.2	29.6	27.5	27.1	21.6	17.6	21.3	15.2	WNW	2	SE	5	NE	8	3	4	0	—		
	3 »	57.9	57.9	57.5	25.2	29.4	23.0	25.9	21.5	15.9	15.1	9.6	NE	3	ENE	8	NE	18	8	3	0	—	☼3.	
	4 »	57.8	57.3	57.9	23.6	28.6	21.7	24.6	20.6	14.8	20.1	17.4	W	2	SSE	4	0	6	7	0	0.0			
119	7 »	54.5	54.7	55.5	21.4	27.5	22.3	23.7	18.4	16.5	17.0	16.7	0	S	8	0		6	6	3	—	☼n;☼3.	Балтійск. море 766	
	8 »	56.7	57.5	55.8	16.6	16.5	16.0	16.4	15.8	11.6	10.8	8.8	NNE	10	NE	10	NE	16	9	9	3	0.0	☼3.	Вильна, Кишиневъ
	9 »	55.5	58.5	59.0	11.2	11.6	10.0	10.9	10.0	7.5	8.0	7.7	NE	18	NE	18	NE	18	10	10	3	—	☉n;☼1,2,3.	Урюпинская 772.
	10 »	61.1	62.0	61.3	9.6	13.3	11.4	11.4	9.4	7.4	6.9	7.8	NE	16	ENE	12	ENE	10	4	8	3	—	☼1.	Саратовъ, Уфа 772
	11 »	59.1	58.0	55.3	10.6	16.6	14.8	14.0	9.6	7.8	9.4	9.3	ENE	10	ENE	8	NE	15	3	2	0	—	☼3.	Финляндія 772.
	12 »	54.8	54.4	53.6	15.0	23.6	19.6	19.4	12.0	9.4	12.9	12.7	0	SSE	2	0		9	4	4	—		Вятка 772.	
120*	6 окт.	63.2	62.8	62.3	20.3	24.9	21.8	22.3	19.0	8.6	9.7	9.7	ENE	4	NE	4	ESE	4	0	1	0	—	☉ ⁰ a,2.	Саратовъ 773.
	7 »	62.0	62.6	61.2	21.2	23.2	20.4	21.6	20.1	7.8	9.7	8.9	ENE	13	NE	7	NE	15	2	0	0	—	☼p,3.	Новозыб.-Сарат. 7
	8 »	62.2	62.5	62.2	18.6	25.0	21.2	21.6	17.4	9.9	10.3	10.1	0	NE	7	NE	10	0	0	0	—	☉ ⁰ 1,a.	Южныя губ. 772.	
	9 »	63.3	64.8	63.6	18.2	22.4	20.8	20.5	18.1	10.0	10.7	8.9	NE	12	NW	4	ENE	16	0	2	0	—	☼3.	Средняя Россія 77
	10 »	64.3	62.3	62.0	18.4	23.2	18.6	20.1	18.4	10.1	8.3	7.2	NE	4	ENE	18	NE	16	0	0	0	—	☼n,2,p,3.	Урюпинская 777.
	11 »	61.4	61.6	60.8	14.8	27.0	21.6	21.1	14.1	8.9	12.4	9.4	0	NW	2	0		0	0	0	—	☼n;☉a.	Юговост. Россія 77	
	12 »	61.3	62.3	62.2	18.2	27.8	21.2	22.4	15.9	9.3	11.4	9.8	0	SSE	2	WSW	2	0	0	0	—	☉n,1,a,p.	Саратовъ 776.	

Мархотский переваль. Таблица В.

Мѣсяцъ центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.			
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9					
	21.9	21.3	21.4	9.6	14.5	12.4	12.2	6.9	7.6	8.0	7.0	NE	2	NE	2	NNE	6	1	4	2	—	∩ ² n1.
	19.5	19.0	19.1	12.1	18.1	14.0	14.7	6.8	7.7	9.2	7.9	NNE	12	NNE	14	NE	16	0	1	4	—	↘p3∩3.
	21.1	22.8	24.0	13.0	17.7	13.4	14.7	9.1	7.8	8.5	8.2	NE	16	NE	8	NNE	8	4	5	4	—	↘n1.
	25.5	26.5	28.0	12.2	19.6	15.4	15.7	9.7	8.4	9.6	9.8	NNE	4	NE	6	NNE	2	4	6	6	—	
	20.4	19.2	19.2	17.1	24.0	21.9	21.0	15.2	12.6	14.7	13.1	NE	16	NE	20	NE	16	1	2	1	—	↘∞n1a2p3.
	18.6	18.3	16.4	16.3	23.9	16.4	18.9	15.5	12.0	14.3	12.6	NE	10	NE	10	NE	20	3	10	10	12.2	∞ ⁰ n1a2p3↘ ⁰ p3.
	16.0	16.8	16.4	16.9	21.6	18.2	18.9	15.2	13.1	14.9	13.8	NNE	12	NE	14	NE	16	10	9	10	0.1	≡ ⁰ n∞n1a2p↘p3
	17.4	17.9	18.8	17.1	18.9	18.6	18.2	16.7	14.5	15.8	15.6	NE	10	NE	10	NNE	12	10	10	10	12.4	≡n1a2p3⊙Rp.
	20.4	20.2	18.6	26.2	28.2	23.6	26.0	19.7	14.9	20.1	16.8	0	0	NE	8	0	0	0	0	0	—	∩n∞p.
	19.4	19.8	20.5	19.0	26.3	17.8	21.0	17.7	12.7	18.6	12.6	NE	4	SSW	8	NE	20	4	6	6	—	∩n∞n1a2p3↘p3.
	23.5	24.0	22.5	15.0	19.9	17.6	17.5	14.9	12.7	13.4	13.3	NE	12	NE	12	NE	18	10	2	0	0.1	≡n1Ka↘ap3.
	21.0	20.6	20.3	14.7	22.1	21.3	19.4	14.3	12.5	16.1	15.9	NE	8	NNE	6	NNE	2	10	0	0	—	≡n,1.
	26.6	26.3	25.1	17.0	23.0	17.0	19.0	13.9	11.1	12.2	12.6	NE	10	NE	10	NE	10	0	0	0	—	
	23.5	22.3	20.0	20.0	24.2	22.0	22.1	16.5	9.3	11.4	10.9	NE	12	NE	14	NE	18	0	0	0	—	∞a2↘p3.
	18.9	19.0	17.7	16.4	27.7	22.6	22.2	13.9	11.0	14.0	11.9	NE	10	ENE	8	NE	8	0	0	0	—	∞a2.
	23.6	23.7	23.0	20.3	25.0	21.6	22.3	18.2	16.7	18.7	15.9	0	SSW	4	NNE	6	1	2	1	—	∩n1∞p.	
	23.8	23.2	22.5	16.2	24.5	18.3	19.7	14.6	12.2	14.6	9.4	NE	2	NE	14	NE	28	6	1	0	—	∞a2p↘p3.
	23.6	23.7	23.8	12.7	22.2	19.6	18.2	11.4	8.8	19.7	16.6	NE	4	WSW	8	0	2	9	1	—	≡ ⁰ .	
Аргополь 743.	20.3	20.4	21.3	18.6	21.4	19.2	19.7	18.1	14.8	14.3	15.4	SW	10	WSW	12	SW	2	2	3	1	—	<3.
Тыма 754.	21.6	22.0	21.0	12.0	10.9	10.8	11.2	10.6	10.5	9.7	9.3	NE	14	NE	18	NE	28	10	10	2	—	≡n1a2↘a2p3.
Аргополь 757.	20.3	22.0	22.0	6.7	6.9	6.2	6.6	6.1	7.1	7.4	7.1	NE	28	NE	24	NE	24	10	10	10	—	≡na2p3↘n1a2p3.
	23.9	24.9	24.9	5.5	7.2	7.0	6.6	5.4	6.8	7.6	7.3	NE	18	NE	18	NE	18	10	10	9	—	≡n1a2p↘n1a2p3.
Черное море.	23.0	22.4	20.2	6.1	9.8	9.5	8.5	5.2	7.0	8.9	8.5	NE	14	NE	14	NE	14	10	7	1	—	↘n≡1.
Черное море.	19.9	19.5	19.2	7.3	16.7	15.0	13.0	6.3	7.6	10.7	11.4	NE	6	NE	4	NNE	2	10	2	2	—	≡n1.
Христиансундъ 741.	28.3	27.9	26.2	16.5	19.0	17.2	15.9	10.5	8.1	9.9	7.9	NE	2	NE	8	NE	12	10	0	0	—	∩n1∞1a2p.
Сандинав. пол. 741.	27.5	27.3	26.1	12.9	17.2	14.0	14.7	10.4	8.4	9.2	8.5	NE	12	NE	12	NE	12	0	0	0	—	
Семь 741.	27.8	28.1	27.2	10.5	17.3	14.8	14.2	8.1	9.5	10.6	9.9	ENE	2	NE	8	NE	8	1	0	0	—	
Сурдынь 752.	28.6	28.5	28.4	9.8	16.2	15.6	13.9	9.4	9.0	10.2	8.0	NE	8	NE	16	NE	16	10	1	0	—	≡n1∞a2p↘p3.
Сверзь Европы 745.	27.9	27.6	26.9	10.2	17.8	12.0	13.3	7.4	8.8	8.7	6.7	NE	18	NE	24	NE	18	0	0	0	—	≡n1↘n1a2p3∞a2p
Сандинав. пол. 750.	27.0	27.0	26.3	8.8	18.2	16.0	14.3	6.3	7.1	9.9	9.6	0	NE	4	NE	4	0	0	0	0	—	[3.
Сурдэ 749.	26.6	27.9	27.5	19.0	22.7	14.3	18.7	14.2	8.6	9.8	10.2	SSW	4	SNW	4	NE	6	0	0	0	—	

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе баром.			
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			Максимума.			
1896.																								
	13 окт.	63.3	64.2	64.7	18.1	26.2	17.4	20.6	16.1	8.6	10.2	12.1	0	SE	5	W	2	0	0	0	—	≡ ⁰³ .	Оренбургъ 779.	
	14 »	64.5	65.0	63.6	17.4	25.6	18.6	20.5	17.4	10.3	15.7	9.7	0	SE	4	NE	18	0	4	0	—	∞ ¹ ,а;↘ ^{р,з} .	Таммерфорсъ 785.	
	15 »	64.2	65.6	67.8	15.6	19.8	7.9	14.4	7.9	10.0	9.5	4.9	NE	20	NE	8	NE	10	4	4	3	—	↘ ^{п,1,а} .	Вышній-Волочекъ 7
	16 »	66.5	66.5	68.2	1.0	7.8	3.0	3.9	0.9	2.7	1.8	2.4	NE	18	NNE	16	ENE	12	2	1	1	—	↘ ^{п,1,а,2} .	Ефремовъ 787.
	17 »	64.8	64.0	62.5	0.6	10.2	5.0	5.3	— 0.6	2.4	1.8	2.0	NE	18	ENE	10	NE	20	2	0	0	—	↘ ^{п,1,а,р,з} .	Урюпинская 779.
	18 »	64.1	63.4	63.4	3.9	19.4	12.7	12.0	3.0	3.8	8.6	8.0	NW	1	SE	2	SE	1	0	2	5	—		Юговост. Россія 774
121	16 ноябр.	64.8	65.2	66.7	— 1.8	3.6	— 1.4	0.1	— 4.2	2.2	2.5	2.9	N	3	WNW	5	NNW	2	3	1	0	—	□ ^{0п,1} .	
	17 »	67.6	68.3	68.5	— 4.0	1.3	0.2	— 0.8	— 4.5	2.6	2.6	2.1	ENE	6	WSW	3	NE	16	2	0	0	—	↘ ^з .	
	18 »	68.6	68.4	67.8	3.2	10.0	7.8	7.0	0.1	1.6	1.9	1.5	ENE	12	E	4	ENE	10	8	5	5	—		
122*	22 »	61.7	61.8	63.2	9.3	13.8	6.6	9.9	5.7	7.8	7.5	6.2	SW	2	NE	3	SW	4	10 ⁰	4	7	—	● ^{0п} .	Пермская губ. 783.
	23 »	63.0	62.6	63.6	3.0	5.2	1.2	3.1	1.2	4.8	4.9	3.9	NNE	6	NE	14	ENE	20	5	6	3	—	↘ ^{р,з} .	Пермь 787.
	24 »	63.3	62.6	63.2	— 1.4	— 0.7	— 3.8	— 2.0	— 3.8	3.0	2.8	2.6	NE	24	NE	20	NE	18	4	3	10	0.2	* ³ ;↘ ^{п,1,а,2,р,з} .	Пенза 790.
	25 »	68.7	70.3	70.5	4.9	1.3	— 1.8	1.5	— 3.8	4.2	3.7	3.0	ENE	3	NNE	7	NE	14	10	9	3	—	* ^{0п} .	Курскъ 788.
	26 »	73.2	69.1	68.5	— 6.4	— 0.5	— 1.2	— 2.7	— 6.7	2.3	2.8	3.0	NNE	3	NE	18	NE	14	10	4	1	0.0	* ⁰¹ ;↘ ^{2,р} .	Новозыбковъ 784.
	27 »	64.3	60.1	56.4	— 0.2	1.5	2.8	1.4	— 2.0	2.9	3.0	3.2	NE	8	NNE	12	ENE	8	2	2	0	—		Лубны 775.
123	29 »	49.6	46.0	48.0	9.0	10.9	7.1	9.0	4.5	6.3	8.0	6.2	S	9	S	20	W	12	10	10	10	3.2	↘ ^{●,а,2,р} .	
	30 »	50.0	53.3	57.9	— 4.0	— 5.7	— 8.0	— 5.9	— 8.0	3.0	2.2	1.9	NNE	14	NNE	16	WNW	4	10	10	2	0.0	* ^{п,1,а} ;↗ ^{1,а} ;↘ ² .	
	1 дек.	59.5	58.8	61.0	— 6.9	0.0	— 3.5	— 3.5	— 10.2	2.0	3.8	2.0	W	2	WNW	8	NW	2	10	7	0	3.0	△ ⁰¹ ;* ^{а,2} .	
124	21 »	66.6	65.9	65.7	5.9	15.0	7.0	9.3	4.2	4.0	4.4	4.6	0	0	0	0	0	2	5 ⁰	9 ⁰	—	□ ^{0п,1} ;∪ ^{р,з} .		
	22 »	65.2	63.9	64.0	7.6	11.8	6.4	8.6	1.5	2.8	2.4	3.3	SE	2	NE	15	NE	8	8 ⁰	9	10	—	↘ ^{2,р} .	
	23 »	62.2	61.1	60.8	5.4	13.0	12.6	10.3	3.0	3.3	4.3	3.5	NE	10	0	0	0	10 ²	10 ²	10 ²	0.4	↘ ^п .		
	24 »	61.6	62.1	65.5	11.0	10.8	9.0	10.3	8.4	7.2	8.2	8.1	SSE	8	SE	6	0	0	10	10	10 ²	5.4	● ^{0п,а,2,р,з} .	
125	29 »	56.9	55.4	55.2	1.7	12.1	6.5	6.8	0.8	4.8	5.7	3.9	0	0	NE	4	10 ⁰	8	5	—	—	□ ^{п,1} .		
	30 »	55.2	57.4	61.6	— 2.0	0.2	— 3.0	— 1.6	— 3.2	3.3	3.7	3.2	NNE	18	NNE	12	NE	8	4	8	5	—	↘ ¹ .	
	31 »	67.6	69.0	69.4	— 5.2	— 2.4	— 2.2	— 3.3	— 5.5	2.8	2.6	2.0	NNE	7	WSW	4	ENE	6	9	8	0	—		
1897.																								
126	2 янв.	63.1	61.1	58.5	0.6	3.8	0.0	1.5	— 2.1	3.8	3.5	3.4	WNW	5	ENE	4	NE	7	9	5	2	—		
	3 »	56.8	57.8	60.1	— 2.4	4.3	3.4	1.8	— 3.4	2.6	3.7	3.9	NNE	14	NNE	6	NE	10	10 ²	8 ⁰	10 ⁰	—	↘ ^{п,а} .	
	4 »	61.9	62.1	63.7	0.1	1.9	— 1.1	0.3	— 2.4	3.4	3.5	3.6	NE	6	NNE	12	NE	10	10	10	10 ⁰	0.0	● ^{01,а} .	
	5 »	63.4	63.0	62.9	— 4.5	— 1.6	— 4.9	— 3.7	— 5.0	2.7	2.8	2.4	NE	14	NNE	12	NNE	18	10	9 ⁰	7	—	↘ ^{п,а,з} .	
	6 »	63.1	63.1	63.4	— 3.6	0.0	— 2.4	— 2.0	— 5.5	2.6	3.1	2.8	NE	9	NE	12	NE	14	7	7	2	—		

Мархотскій перевальъ. Таблица В.

Мѣста центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.				Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.		
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Миним.	7	1	9	7	1	9	7	1	9					
Черн. морскій заливъ 758.	28.8	29.2	29.5	19.0	22.2	17.2	19.5	12.7	8.6	9.3	10.8	SSE	2	SW	6	NNE	4	0	0	0	—	
Горы 759.	29.6	30.2	28.7	13.3	14.4	13.2	13.6	11.9	9.5	10.4	9.6	NE	2	NNE	4	NE	14	0	3	0	—	
Горы 752, Черн. море.	28.9	28.3	26.7	9.4	15.0	3.6	9.3	3.6	8.4	7.2	4.6	NE	16	NE	24	NE	24	8	1	0	—	↘ n1a2p3.
Горы 743, Черн. море.	22.4	24.3	28.0	— 3.3	2.6	— 1.6	— 0.8	— 6.5	2.8	2.0	2.8	NE	40	NE	40	NE	28	1	0	0	—	↘ n1a2p3coa2p3.
Черное море 742.	26.3	25.2	26.3	— 5.6	5.6	— 0.2	— 0.1	— 5.7	2.6	2.3	1.6	NE	24	ENE	14	NE	14	2	0	0	—	↘ n1a2p3.
	28.8	29.1	29.0	8.8	14.4	11.4	11.5	— 4.1	5.9	7.6	8.7	0	SSW	4	0			0	1	2	—	⊂ n.
	27.6	28.0	28.4	— 5.2	— 0.6	— 5.8	— 3.9	— 5.9	2.3	3.4	2.9	NNE	2	NNW	2	NE	6	1	1	0	—	
	29.0	29.0	31.4	— 8.0	— 4.9	— 8.4	— 7.1	— 9.9	2.2	2.3	2.0	NE	20	NE	24	NE	14	5	1	0	—	↘ n1a2p.
	31.9	32.1	31.5	— 10.7	0.1	— 3.6	— 4.7	— 11.1	2.0	3.0	2.5	NE	12	NE	2	NE	6	5	2	2	—	⊂ n,1.
Горы 756.	25.7	25.4	25.2	6.4	7.1	3.0	5.5	3.0	7.2	7.5	5.7	NEE	2	NE	8	NE	12	9	10	10	2.4	● ⁰ n≡n12p3.
Горы 753.	25.6	25.2	24.1	— 0.6	— 0.0	— 2.1	— 0.9	— 2.1	4.4	4.6	3.9	NE	20	NE	18	NE	34	10	10	10	0.2	≡↘ n1a2p3a2p3.
Горы 756.	23.3	20.1	23.9	— 5.6	— 6.0	— 4.9	— 5.5	— 6.0	3.0	2.9	3.2	NE	40	NE	40	NE	34	10	10	10	1.4	↘ n1a2p3≡n1a2p* ⁰
Горы 742.	31.9	32.9	30.7	— 4.4	— 3.4	— 8.8	— 5.5	— 8.9	3.3	3.1	2.3	NE	4	NE	10	NE	28	10	8	10	0.2	≡n1a23↘ np3. [3
Горы 747.	33.4	30.0	31.7	— 10.4	— 4.0	— 5.0	— 6.5	— 10.5	2.0	2.4	2.6	NE	10	NE	18	NE	14	10	6	6	—	* ⁰ n≡1↘ n2p.
Горы 745.	27.6	23.4	20.0	— 7.9	— 6.0	— 4.0	— 6.0	— 7.9	2.5	2.6	2.1	NE	6	NE	8	NE	12	10	1	0	—	≡n1a.
	12.8	07.9	11.1	5.1	7.0	3.0	5.0	1.4	5.6	7.5	5.7	SW	24	SW	34	SW	12	9	10	10	1.7	↘ 1a2● ⁰ a2p3≡a2.
	11.0	13.9	19.6	— 7.2	— 9.8	— 11.2	— 9.4	— 11.2	2.6	2.1	1.3	NE	24	NE	12	ENE	2	10	10	1	0.3	* ⁰ na2↘ n1≡1p.
	21.5	21.2	23.3	— 7.8	— 3.8	— 6.8	— 6.1	— 11.4	1.8	2.6	2.2	0	SW	8	0			9	3	0	0.2	* ⁰ a.
	30.4	30.1	29.8	8.6	14.2	8.0	10.3	3.2	1.8	3.4	2.2	0	0	0				1	2	2	—	⊂ n1.
	29.6	28.6	27.1	0.6	— 3.2	— 2.3	— 1.6	— 5.1	4.1	3.6	3.9	NE	2	NE	10	NE	16	2	10	10	0.3	⊂ n1≡⊂ a2p3↘ p3.
	26.3	25.6	24.8	— 2.8	— 1.4	9.7	1.8	— 2.8	3.7	4.1	3.6	NE	14	NE	4	SW	4	10	10	9	0.2	≡n1a2⊂ n1.
	25.2	26.1	28.1	7.6	7.1	6.9	7.2	5.9	6.7	7.5	7.4	SSW	10	SSW	6	SSW	4	10	10	10	7.9	● ⁰ na2p3≡a2p3.
	20.4	19.7	19.2	— 3.6	5.0	— 2.7	— 0.4	— 4.6	3.5	5.3	3.0	0	ENE	2	NE	8		10	4	10	1.7	≡n1p3⊂ n13.
	18.7	19.6	21.7	— 5.3	— 4.4	— 6.2	— 5.3	— 6.5	3.0	3.3	2.8	NE	14	NE	20	NE	28	10	10	10	3.2	≡ ² ⊂ n1a2p3↘ n2p3.
	27.8	29.1	31.0	— 8.4	— 8.3	— 8.4	— 8.4	— 9.7	2.4	2.4	2.4	NE	14	NE	12	NE	12	10	4	1	—	≡ ⁰ n1a⊂ n1a2p3.
	25.4	23.3	20.5	— 3.0	— 1.5	— 4.0	— 2.8	— 4.1	3.3	3.9	3.3	NE	8	NE	10	NE	18	7	7	7	0.4	↘ 3.
	20.1	21.3	23.5	— 7.4	— 5.6	— 3.3	— 5.4	— 8.0	2.4	2.8	3.4	NE	14	NE	10	NE	8	10	10	10	0.8	≡⊂ n1a2p3.
	24.7	25.7	25.9	— 7.2	— 5.2	— 5.2	— 5.9	— 7.3	2.5	2.9	2.9	NE	8	NE	12	NE	12	10	10	10	0.5	*n≡⊂ n1a2p3.
	26.1	25.6	25.9	— 8.8	— 7.4	— 9.3	— 8.5	— 9.3	2.2	2.4	2.1	NE	14	NE	12	NE	14	10	9	10	0.4	*n≡⊂ n1a2p3.
	25.7	25.8	26.3	— 8.8	— 6.4	— 7.8	— 7.7	— 9.4	2.2	2.6	2.3	NE	12	NE	10	NE	10	10	10	10	0.3	≡n1a2p3.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадкн.	Примѣчанія.	Положеніе баромет. Максимума.	
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9				
1897.																						
127	19 янн.	53.6	52.9	53.7	- 1.4	- 2.2	- 2.2	- 1.9	- 4.5	3.6	2.8	2.8	NNE 12	NNE 12	NE 6	10	10	10	0.0	* ⁰ p.		
	20 »	53.4	53.1	54.0	- 1.0	- 1.0	- 8.2	- 3.4	- 8.4	3.8	2.9	2.1	WNW 2	NNE 8	NNE 15	10	9	9	0.5	* ⁰ 1,а; \swarrow 3.		
	21 »	55.3	56.6	60.5	- 11.1	- 8.8	- 10.0	- 10.0	- 11.5	1.4	1.5	1.3	NE 15	NNE 12	0	10	3	0	—	\swarrow n,1.		
	22 »	62.2	61.6	62.3	- 8.3	2.3	1.9	- 1.4	- 11.9	1.8	2.4	3.3	0	SSE 5	0	2	3	9	—	U n,1.		
128*	11 марта	59.9	58.1	56.7	3.2	13.3	5.2	7.2	2.3	5.4	5.5	5.3	0	N 2	NNE 12	10	8	9	—	≡ n,1,а.		
	12 »	55.3	57.2	59.0	3.3	5.4	2.2	3.6	1.4	4.4	4.2	3.9	NNE 14	NNW 8	NNE 3	10	10	10	—	\swarrow n,а.		
	13 »	60.3	60.7	62.1	1.6	5.3	1.1	3.0	1.3	4.2	4.3	3.9	NW 2	WNW 6	N 2	10	9	7	—			
	14 »	63.5	63.9	64.7	0.6	5.6	2.5	2.9	- 0.6	4.1	4.5	4.5	NW 2	SSE 4	NE 7	7	7	10	10	—		Тотьма, Чердынъ 78
	15 »	63.8	63.1	62.1	0.8	3.2	- 2.0	0.7	- 2.0	3.8	3.4	3.4	NE 10	NE 6	ENE 17	5	2	0	—	\swarrow p,3.	Казань 781.	
	16 »	63.4	63.6	63.4	- 4.3	3.0	- 1.8	- 1.0	- 5.6	2.2	2.3	2.2	NE 4	ENE 16	ENE 20	0	2	0	—	\swarrow n,а,2,р,3.	Урюпинская 781.	
	17 »	66.0	66.5	66.2	2.2	11.6	6.4	6.7	- 4.9	2.6	6.6	5.9	SW 1	S 5	SE 4	0	4	7	—	\swarrow n.	Юговостокъ 778.	
129	21 »	49.2	49.1	49.1	11.4	14.0	9.5	11.6	7.6	3.8	5.8	5.8	NNE 2	SSE 5	NW 2	6	8	2	—			
	22 »	48.4	49.6	51.2	7.1	6.0	2.8	5.3	2.7	6.0	6.7	5.2	NNE 16	NNE 18	NNE 20	10	10	10	64.8	\swarrow n,1,а,2,р,3; ● 2,р,3.		
	23 »	54.7	57.6	60.1	0.2	0.6	- 0.2	0.2	- 0.6	4.0	3.8	3.8	NNW 8	NNE 4	NNW 4	10	10	10	84.	●, S n, * n, 1, а, 2, р, 3.		
130	25 апр.	56.7	56.2	52.3	13.2	18.2	16.8	16.1	7.6	7.3	8.1	6.0	SSE 2	SE 4	NE 2	10 ²	8 ⁰	10	—			
	26 »	49.6	52.8	58.0	12.0	6.4	7.3	8.6	6.0	6.3	5.8	3.6	NE 7	NE 14	NNW 6	10	10	2	2.3	● a, 2, p; \swarrow a, p.		
	27 »	61.9	63.7	65.6	6.0	10.8	7.5	8.1	3.1	4.3	3.0	4.0	WNW 3	N 5	N 4	1	6	0	0.0	● ⁰ a.		
131	14 июня	53.9	54.2	53.0	23.0	19.6	23.0	21.9	19.2	18.7	14.1	13.9	SW 4	NNE 14	NE 8	10	8	2	14.5	⊠ a; ● a, 2, p.		
	15 »	50.1	50.4	50.9	18.4	22.1	20.2	20.2	17.8	11.9	12.8	11.9	ENE 18	ENE 14	NE 10	10	10	8	—	\swarrow n,1,а; < p,3.		
	16 »	51.8	54.0	55.2	19.4	26.7	21.5	22.5	17.8	11.0	10.3	12.6	NE 10	ENE 5	N 3	10	9	3	—	< n.		
132	8 авг.	55.5	56.2	58.3	18.2	27.2	21.9	22.4	17.3	7.0	7.9	9.9	NE 12	NNE 9	NNE 10	9	6	3	—			
	9 »	59.4	58.9	58.4	16.7	26.4	23.4	22.2	16.0	7.2	8.1	5.8	NE 14	ENE 12	ENE 16	0	0	0	—	\swarrow p,3.		
	10 »	56.1	55.6	55.4	22.4	27.8	23.0	24.4	20.8	8.9	11.3	13.1	ENE 16	ENE 8	ENE 5	0	7	9	2.8	\swarrow n,1; ● p,3.		
	11 »	54.9	56.0	56.1	20.2	22.8	24.7	22.6	19.3	14.9	13.9	13.5	NE 10	ENE 10	NE 7	7	7	5	—	● n.		
133	16 »	54.7	54.5	55.5	20.5	26.5	19.7	22.2	19.7	8.2	11.4	11.9	NNE 9	NW 3	NW 2	10	10 ²	10	5.4	● ⁰ p,3.		
	17 »	55.3	56.8	58.1	16.6	20.7	19.0	18.8	16.1	10.6	11.7	12.1	ENE 14	E 3	0	10	10	10	0.7	● ⁰ n,1,а,2,р; \swarrow n.		
	18 »	58.3	58.6	59.0	22.2	28.0	23.6	24.6	18.1	10.3	8.6	10.2	SSE 1	NE 8	N 5	1	1	0	—			
	19 »	59.5	58.3	56.5	21.4	29.6	25.4	25.5	19.2	8.4	9.8	10.2	NE 4	ESE 8	ENE 16	0	0	0	—	\swarrow p,3.		
	20 »	54.9	53.9	51.4	20.0	29.6	27.4	25.7	18.6	13.2	13.2	9.9	NE 14	NE 8	ENE 6	0	0	0	0.3	\swarrow n.		
	21 »	53.7	53.5	54.2	22.6	28.0	22.3	24.6	21.1	15.8	18.8	16.5	ESE 4	SSE 7	SSW 4	10	7	5	2.7	●, < n,1; T a.		

Мархотский переваль. Таблица В.

Вѣтъ центровъ.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			
Минимума.																				
	16.7	15.8	16.5	-5.1	-6.7	-8.9	-6.9	-9.1	2.9	2.6	2.1	NE	8	NE 12	NE 10	10	10	10	0.8	≡U n1 a2 p3 * 0 p.
	16.6	16.2	15.6	-9.3	-7.8	-11.8	-9.6	-11.9	2.1	2.3	1.7	0		NE 4	NE 10	10	10	0.3	≡U n1 a2 p3 * 0 a p3.	
	16.9	18.3	22.1	-15.3	-14.4	-16.7	-15.5	-16.8	1.3	1.0	0.4	NE 14	NE 14	NE 2	10	8	0	-	* n ≡ n1 a U n1 a2 p3.	
	24.1	23.9	25.3	-9.8	-3.6	-2.2	-5.2	-16.7	1.6	3.3	3.6	0		SSW 4	0	1	1	6	-	U n1.
	23.5	22.2	20.0	2.7	8.2	1.0	4.0	1.0	5.4	4.3	4.7	SW 2	N 2	NE 16	5	6	9	0.1	≡ ² n ● ⁰ p3.	
	17.5	20.1	21.8	-1.0	1.3	-2.0	-0.6	-2.0	4.0	3.0	3.5	NE 16	ENE 14	NNE 2	9	10	9	-	↗ n, 1.	
	23.0	23.9	24.9	-2.2	1.5	-2.0	-0.9	-2.2	3.8	3.2	3.1	NNE 2	W 2	NE 4	10	9	2	-		
	26.1	26.9	27.3	-1.8	1.4	-1.6	-0.7	-4.1	3.9	3.8	4.0	ENE 4	SW 2	NNE 6	7	9	10	0.1	≡ ⁰ p3.	
	26.4	25.6	24.8	-3.8	-3.2	-6.6	-4.5	-6.7	3.4	3.5	2.7	NNE 10	NE 10	NNE 16	10	10	7	0.1	≡U n1 a ↗ p3.	
дѣ 753.	24.1	25.0	24.7	-12.0	-3.1	-6.2	-7.1	-13.0	1.8	2.8	2.2	NE 24	NE 28	NE 28	10	1	0	-	≡U n ↗ n1 a2 p3.	
и сѣвероз. Европа.	29.1	29.6	29.4	-12.3	5.4	3.0	-1.3	-12.6	1.7	6.1	5.7	NE 4	SW 6	SSW 2	0	4	9	-	U ≡ n1 ≡ ⁰ p3.	
	14.2	13.7	13.8	9.0	10.7	9.8	9.5	4.9	3.6	6.0	4.7	S 2	SW 6	0	4	7	2	-	[S ⁰ p3.	
	12.5	13.2	12.1	3.0	2.2	-0.3	1.6	-0.3	5.7	5.3	4.4	NE 14	NE 20	NE 28	10	10	10	9.7	≡ n1 a2 p ↗ a2 p3 * ⁰	
	15.1	18.9	22.1	-3.6	-3.2	-3.8	-3.5	-3.9	3.4	3.5	3.4	NE 20	NE 12	NE 8	10	10	10	3.8	* ⁰ n1 a p ≡ n1 a2 p3 ↗ n [1 ↗ 1 a	
	20.8	20.4	17.0	9.3	12.4	10.2	10.6	6.0	6.8	6.3	7.7	SW 14	SW 10	NE 4	9	10	9	-		
	13.6	14.8	20.8	7.3	2.6	3.0	4.3	2.7	6.4	5.5	3.4	NE 14	NE 24	NE 16	9	10	1	-	≡ a2 ↗ a2 p3.	
	24.6	26.6	28.9	2.2	7.4	3.2	4.3	-0.8	3.7	3.2	3.9	NE 12	NNE 10	NNE 4	1	4	0	-		
	19.6	19.3	18.2	19.3	16.2	17.6	17.7	16.0	16.7	13.7	14.4	SW 8	NE 16	NE 12	10	10	1	7.9	≡ 1 ↗ ● ⁰ a ↗ 2.	
	14.9	16.0	15.5	14.0	17.8	16.5	16.1	13.6	11.5	13.2	62.6	NE 28	NE 18	NE 18	10	9	4	-	↗ ∞ n1 a2 p3 < 3.	
	16.2	19.4	20.8	14.0	21.8	16.9	17.6	13.2	11.2	12.8	13.0	NE 20	ENE 12	NNE 4	9	5	2	-	↗ n1 ∞ a2 p.	
	20.5	21.1	23.2	12.6	22.0	16.9	17.2	12.4	7.3	7.7	9.7	NE 14	NNE 18	NE 14	5	2	1	-	↗ na2.	
	23.6	24.3	23.3	11.4	21.7	18.2	17.1	11.1	7.7	9.4	6.9	NE 16	NE 20	NE 18	0	0	0	-	↗ ∞ n1 a2 p3.	
	21.9	21.3	21.1	12.8	23.6	19.4	18.6	9.7	6.9	11.7	12.8	NE 16	ENE 14	ENE 4	1	4	8	3.8	↗ n1 ∞ a2 p < 3.	
	20.6	21.8	22.0	15.1	18.3	19.7	17.7	14.7	12.8	13.8	13.8	NE 14	NE 10	NE 8	10	8	1	-	● ⁰ n ≡ n1 ∞ p3.	
	20.1	19.9	20.1	16.2	22.0	15.1	17.8	15.1	9.2	11.6	11.5	NE 10	NE 12	NE 10	9	9	10	1.9	∞ n1 a2 p ● p3.	
	19.0	21.5	23.2	12.2	15.8	14.6	14.2	12.1	10.2	10.8	12.2	NE 18	NE 14	0	10	10	9	0.2	↗ n1 ● n1 p.	
	23.4	23.9	24.4	17.9	23.6	18.4	20.0	13.2	9.9	10.6	10.9	NE 12	NE 12	NE 4	0	1	0	-		
	24.4	23.3	21.5	15.0	24.6	20.4	20.0	12.4	8.2	9.5	9.8	NE 10	NE 12	NE 24	0	0	0	-	∞ a2 ↗ p3.	
	20.6	19.5	18.0	14.7	24.4	21.1	20.1	12.7	10.4	12.3	11.6	NE 16	NE 12	NE 6	0	0	1	0.4	↗ n1 ∞ a2 p3 < 3.	
	18.9	18.8	19.4	19.1	21.7	18.7	19.8	18.7	14.4	16.9	15.1	SW 6	SW 8	SW 10	10	10	9	2	2.9	T n ● p3.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Оседки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра	
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			Максимумъ.	
1897.																						
134	9 сент.	58.6	62.0	65.2	18.5	24.2	18.7	20.5	18.2	11.3	8.5	8.4	NNE 6	NNE 5	NNE 5	10	3	0	—	●п.		
	10 »	64.9	63.7	59.8	17.9	24.8	23.0	21.9	16.9	8.2	9.1	9.6	ENE 16	ENE 10	ENE 16	0	7	0	—	↙п,1,р,з.		
	11 »	59.1	60.6	61.7	20.5	28.6	19.8	23.0	17.1	12.7	18.8	15.2	0	SE 5	0	3	1	40	—	☉п,1.		
135*	13 окт.	56.7	56.7	60.4	20.2	21.8	16.5	19.5	16.2	14.9	14.0	11.1	SW 5	SSE 7	NNE 7	5	9	10	—	●п;<р.	Балк. пол., Вост. Рос. 7	
	14 »	64.2	65.2	66.5	11.5	16.0	11.5	13.0	11.2	6.6	5.8	6.4	NNE 14	NNE 10	ENE 7	1	0	0	—	↙п.	Вост. и юж. Рос. 770.	
	15 »	66.8	67.5	67.5	11.6	16.8	13.9	14.1	10.6	7.4	7.9	7.8	ENE 18	ENE 8	ESE 12	2	0	1	—	↙п,1,а.	Луганскъ 774.	
	16 »	67.3	66.8	66.6	13.5	18.8	14.9	15.7	12.5	6.7	7.0	5.4	ENE 16	ENE 16	ENE 18	2	20	0	—	↙п,1,а,2,р,з.	Луганскъ 776.	
	17 »	66.8	68.5	66.1	14.3	20.1	17.6	17.3	13.2	6.7	7.1	5.3	ENE 24	NNW 4	ENE 21	0	0	0	—	↙п,1,а,р,з.	Лубны 776.	
	18 »	66.3	65.3	63.3	16.7	21.4	20.0	19.4	14.9	6.6	6.1	5.4	WNW 2	NE 7	ENE 14	0	0	2	—		Харьк., Касп. море 7	
136	27 »	60.2	61.4	65.0	7.0	9.4	6.6	7.7	5.5	5.5	5.5	4.6	N 3	NNE 8	NE 6	9	8	3	—			
	28 »	64.8	64.2	65.4	4.9	9.8	6.1	6.9	4.6	3.6	3.9	4.1	NE 16	NE 8	NNE 13	1	0	3	—	↙1.		
	29 »	65.2	65.4	65.7	5.1	9.1	5.6	6.6	5.0	4.4	4.5	3.7	NE 16	NE 14	NE 15	3	3	0	—	↙1,3.		
	30 »	65.8	65.4	65.7	5.8	10.2	6.4	7.5	5.2	3.7	4.1	4.2	NE 12	ENE 10	ENE 12	1	0	0	—			
137	4 ноябр.	65.0	66.5	70.0	3.6	5.8	2.2	3.9	2.1	4.3	3.8	3.8	E 5	NE 4	WNW 6	10	9	7	—			
	5 »	72.4	71.7	69.9	— 1.2	2.3	— 0.8	0.1	— 1.2	2.2	2.9	3.2	ENE 8	ENE 10	ENE 20	2	5	0	—	↙р,з.		
	6 »	69.1	68.3	66.6	5.8	9.7	5.5	7.0	— 0.8	1.0	3.2	2.5	ENE 16	NE 5	0	3	2	0	—	↙п,1,а.		
	7 »	64.2	63.5	64.3	3.3	13.6	3.6	6.8	2.2	3.9	5.1	4.5	0	NW 4	WNW 5	1	1	0	—			
138	9 »	59.9	59.2	60.1	0.9	4.5	— 0.8	1.5	— 0.8	4.1	4.2	3.6	NNW 3	N 4	NE 13	10	10	9	0.3	*1,а.		
	10 »	60.0	61.9	62.8	— 4.4	— 2.2	— 5.8	— 4.1	— 5.8	2.7	3.2	2.6	NE 16	NNE 10	NE 15	10	8	10	0.6	↙п,1,3;☉,*р,з.		
	11 »	64.2	64.2	64.0	— 5.4	0.3	— 5.2	— 3.4	— 6.1	2.7	3.3	2.5	NE 10	NNE 8	NE 15	5	7	100	0.0	↙р,з.		
	12 »	65.6	66.1	66.8	— 8.0	— 5.6	— 8.4	— 7.3	— 8.4	1.9	2.0	1.9	ENE 12	NE 12	NE 10	10	70	8	—	*0п,1;↗а.		
139	28 дек.	63.0	64.9	69.3	— 8.2	— 9.0	— 12.2	— 9.8	— 12.2	1.7	1.6	1.3	N 7	NNE 5	NE 10	10	10	8	4	0.0	*п,а;↗а.	
	29 »	72.2	73.5	74.7	— 7.2	— 4.4	3.0	— 2.9	— 12.2	1.1	1.2	1.2	ENE 20	ENE 20	ESE 6	0	0	0	—	↙п,1,а,2,р.		
	30 »	75.4	74.6	74.4	— 2.0	5.2	0.4	1.2	— 6.8	3.0	4.6	4.0	0	SSE 4	WNW 1	3	5	1	—			
1898.																						
140	14 янв.	66.8	67.1	69.9	1.0	2.7	— 1.9	0.6	— 2.2	4.2	3.7	3.5	NNE 7	ENE 12	ENE 12	10	10	0	1.1	●0п;*п,1,а.		
	15 »	70.0	69.4	68.8	— 3.2	— 0.2	— 1.0	— 1.5	— 3.4	3.0	3.0	2.8	NE 18	ENE 12	W 3	3	3	3	1	—	↙п,1,а.	
	16 »	64.1	61.4	61.7	3.5	0.5	0.7	1.6	— 5.1	4.4	4.1	3.8	SSW 5	NNW 7	NNW 9	10	10	10	1.3	●а;*а,р;△р,з.		
141	25 »	48.9	48.4	49.1	2.3	3.3	2.6	2.7	0.5	1.4	4.4	4.5	WSW 6	SW 4	SE 8	10	10	10	6.5	●п,а,△п,р,з;*2а.		
	26 »	52.1	50.0	48.1	0.1	— 0.8	— 3.4	— 1.4	— 4.7	1.4	3.5	2.7	0	NE 16	ENE 19	10	10	10	0.8	*п,а,р;↗а2р;↙2р,з.		

Мархотскій переваль. Таблица В.

Имя центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
	23.6	27.1	29.6	14.2	20.1	13.6	16.0	13.6	11.1	10.4	8.2	NNE 6	NNE 4	NNE 6	8	1	1	—	● ⁰ n.
	29.2	28.8	25.3	13.2	20.6	17.1	17.0	12.1	7.6	9.0	8.2	NE 18	NNE 18	NE 18	0	2	0	—	↙n1a2p3.
	24.4	26.0	27.1	19.6	22.8	18.3	20.2	12.0	12.5	15.8	14.1	SW 4	SSW 10	0	3	1	3	—	↙n.
рлштадтъ 742.	21.6	21.9	25.1	16.2	17.4	12.4	15.3	12.4	13.6	13.1	10.6	WSW12	S 6	NNE 8	3	7	10	—	≡np3.
риенгамъ 745.	28.0	28.9	29.2	7.3	11.3	6.9	8.5	6.9	7.0	6.5	6.1	NE 20	NE 16	NNE 20	1	1	0	—	↙n1a2p3∞a2p3.
дое море 748.	30.8	31.5	31.3	6.5	12.1	8.8	9.1	4.4	6.7	7.5	7.9	NNE 18	NNE 16	NE 16	1	1	1	—	↙n1a2p3∞a2p3.
зень 752.	31.4	30.7	30.6	4.0	13.9	9.7	9.2	2.8	5.9	7.4	6.1	NE 16	NNE 20	NNE 28	1	1	0	—	↙n1a2p3.
дэ 747.	30.8	30.6	30.3	7.7	14.2	12.4	11.4	5.7	6.7	7.2	5.8	NE 24	NE 24	NNE 24	0	0	0	—	↙n1a2p3.
хангельскъ 751.	31.3	30.3	28.8	6.3	13.6	11.4	10.4	4.0	5.7	7.6	6.8	NE 8	NE 10	NE 14	0	0	0	—	↙n.
	23.8	24.0	26.4	2.8	5.6	2.0	3.5	1.4	5.5	5.8	4.6	NW 2	NNE 20	NE 20	10	4	4	—	≡n1↙a2p3
	26.3	27.2	27.5	0.4	5.3	1.1	2.3	— 0.3	3.8	4.1	4.1	NE 24	NE 18	NE 24	1	1	1	—	↙n1a2p3.
	27.1	27.9	28.0	0.5	4.4	0.6	1.8	— 0.6	4.7	4.8	4.4	NE 24	NE 24	NE 28	2	1	0	—	↙n1a2p3.
	27.7	27.7	28.9	1.1	5.2	1.2	2.5	— 1.6	4.0	4.2	4.2	NE 20	NE 24	NE 16	1	1	0	—	↙n1a2p3.
	27.2	28.6	30.9	— 0.8	1.7	— 2.2	— 0.4	— 2.2	4.2	3.9	3.8	NE 10	NE 18	NE 24	10	9	3	—	≡ ⁰ n1↙a2p3.
	32.2	31.4	32.3	— 5.7	— 1.5	— 5.6	— 4.3	— 5.8	2.4	3.4	2.9	NE 28	NE 34	NE 28	3	6	1	—	↙n1a2p3≡ ⁰ 3.
	32.5	31.6	30.1	— 7.4	— 0.7	— 2.5	— 3.5	— 7.5	2.5	4.3	2.8	NE 8	NE 8	NE 6	10	1	0	—	↙n1n1.
	27.9	27.3	26.9	4.2	8.0	0.1	4.1	— 2.5	5.0	2.5	4.5	0	N 2	NE 10	1	0	0	—	
	22.7	22.3	22.3	— 2.9	— 0.2	— 4.2	— 2.4	— 4.3	3.6	4.3	3.3	NNE 4	NNE 4	NE 20	10	9	10	0.2	* ⁰ n1≡n1p3↙p3.
	21.8	23.3	24.5	— 8.0	— 6.6	— 9.2	— 7.9	— 9.3	2.4	2.7	2.2	NE 16	NE 12	NE 12	10	10	10	5.0	↙n1n1≡n1a2p3∞p3
	25.7	26.5	25.1	— 8.2	— 5.2	— 8.7	— 7.4	— 9.5	1.8	1.9	1.8	NE 8	NE 4	NE 16	10	10	10	0.8	≡n1a2p3↙3.
	26.0	26.2	27.9	— 11.5	— 10.6	— 11.7	— 11.3	— 11.7	1.6	2.0	1.6	NE 18	NE 16	NE 18	10	10	10	0.9	↙n1a2p3.
	23.6	25.3	27.6	— 11.7	— 12.9	— 15.7	— 13.4	— 15.7	1.8	1.6	1.2	NNE 8	NNE 18	NNE 34	10	5	10	0.0	* ⁰ n1p3↙2p3↔p3.
	33.9	35.5	37.2	— 15.7	— 14.6	— 14.5	— 14.9	— 16.2	1.2	1.4	1.4	NE 24	NE 20	NE 8	6	0	0	—	↔n1a2p3.
	37.5	36.8	36.5	— 2.2	0.8	— 1.0	— 0.8	— 14.6	3.2	4.5	4.0	SW 6	SW 10	ENE 2	1	3	1	—	
	29.1	29.7	30.6	— 2.8	— 2.4	— 5.3	— 3.5	— 5.6	3.7	3.8	3.0	ENE 8	NE 10	NE 16	10	10	10	3.1	* ⁰ n1≡n1a2p3↙p3.
	30.8	31.1	30.2	— 6.7	— 5.7	— 6.5	— 6.3	— 7.0	2.7	2.9	2.6	NE 16	NE 16	NE 10	10	10	2	0.2	↙n1a2p3n1a2p3
	25.6	23.9	24.0	— 1.0	— 3.2	— 3.6	— 2.6	— 6.6	4.2	3.6	3.5	SW 14	N 6	NNE 16	10	10	10	0.6	∞n1≡a2p3.
	12.0	10.6	12.0	— 2.1	— 0.3	— 0.4	— 0.9	— 2.5	3.8	4.0	4.4	SW 10	SSW 24	SW 12	10	9	10	4.9	↙na2p* ⁰ nap3Δp3.
	15.3	12.2	04.3	— 2.7	— 4.6	— 6.6	— 4.6	— 6.7	3.7	3.2	2.6	E 2	NE 18	NE 40	10	10	10	8.8	* ⁰ n1a2p3↙a2p3n1

[2↔p3]

Мархотский перевалъ. Таблица В.

Мѣсто центровъ.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
Минимума.																			
	17.5	16.6	23.7	- 9.7	-13.0	-13.8	-12.2	-13.8	2.0	1.6	1.5	NE 24	NNE 28	NNE 16	10	10	10	0.4	↖ ≡ U n1a2p3.
	25.4	21.1	18.2	- 8.1	- 1.6	- 1.7	- 3.8	-14.2	2.1	3.9	4.0	W 2	SW 28	SW 16	9	9	10	2.1	≡ U n ↖ a2p3 * 0p3.
	18.5	19.5	19.1	1.4	- 1.0	- 4.1	- 1.2	- 4.2	5.1	4.3	3.4	SW 2	NE 8	NE 14	10	10	10	4.1	S 2 * 0p ≡ n1a2p3 U p
	15.0	14.8	16.4	- 5.3	- 0.5	0.1	- 1.9	- 5.6	3.0	4.4	4.6	NNE 18	NNE 16	NE 24	10	10	10	3.7	U ≡ ↖ n1a2p3. [3.
	17.2	17.3	19.7	- 2.2	- 1.6	- 2.4	- 2.1	- 2.4	3.8	4.1	3.8	NE 16	NNE 18	NE 12	10	10	10	1.8	↖ n1a2p ≡ n1ap3 U n
	17.8	17.0	16.8	- 4.0	- 4.6	- 5.7	- 4.8	- 5.8	3.4	3.2	2.9	NE 16	NE 28	NE 28	10	10	10	2.7	U ≡ n1a2p3 ↖ n1a2p3
емницъ 750.	25.3	26.0	26.8	8.7	10.4	4.3	7.8	4.2	5.7	7.3	6.2	SSW 4	SSW 2	NE 6	8	9	10	1.2	≡ n1p3.
рага 755.	27.3	27.3	25.7	- 2.1	- 3.5	- 6.4	- 4.0	- 6.4	3.9	3.5	2.8	NE 12	NE 14	NE 34	10	10	10	0.3	U ≡ n1a2p2 ↖ p3.
	27.7	28.4	30.2	-11.2	- 6.2	-12.5	-10.0	-12.5	1.8	2.7	1.6	NE 30	NE 28	NE 34	10	1	0	0.1	∞ ² n1ap3 ↖ n1a2p3 U
ристанзундъ 746.	30.7	28.5	33.7	-16.5	- 7.4	-13.4	-12.4	-16.6	1.2	2.2	0.9	NE 28	NE 34	NE 18	10	0	0	—	↖ n1a2p3 ≡ ⁰ n1. [n1a3
ристанзундъ 750.	33.8	35.3	35.9	-17.0	- 7.2	- 7.4	-10.5	-17.0	1.1	1.5	1.5	NE 24	NE 10	NE 44	10	1	1	—	∞ ² n1 ↖ n1.
	33.9	31.6	28.5	- 0.6	4.6	3.5	2.5	- 7.5	4.1	3.6	3.1	SSE 4	0	0	2	6	4	—	∅ 3.
винемюндэ 755.	26.5	27.3	27.3	- 4.1	- 1.0	- 2.0	- 2.4	- 4.2	3.4	3.9	5.3	NE 10	NNE 12	NNE 20	10	1	1	0.5	≡ U n1ap ↖ p3.
ипца 743, Висби 755.	27.7	27.5	26.3	- 6.7	- 2.4	- 8.7	- 5.6	- 8.7	2.7	3.2	1.7	NE 18	NE 28	NE 34	10	1	1	—	≡ U n1a ↖ n1a2p3.
улонъ 747.	22.1	21.1	17.6	-15.5	-10.9	-15.8	-14.1	-15.8	1.3	1.2	1.2	NE 40	NN 40	NE 40	10	1	10	0.6	↖ n1a2p3 ≡ ⁰ n13.
очи 760.	18.1	18.3	16.7	-17.9	-11.1	-11.2	-13.4	-17.9	1.0	1.5	1.9	NE 24	NE 20	NE 24	10	10	10	0.0	* ⁰ n ≡ n1p3 ∞ a2 ↖ S
очи 756.	14.8	15.4	16.0	-11.3	-10.9	-11.5	-11.2	-11.6	1.7	1.7	1.6	NE 20	NE 20	NE 16	10	10	10	0.0	∞ ² n1p3 ↖ n1a2p3 ≡ ⁰ a2
очи 753.	11.9	15.1	18.3	-14.0	-11.2	-12.3	-12.5	-14.0	1.4	1.8	1.5	NE 28	NE 24	NE 16	10	10	10	0.3	≡ ⁰ n1a2 ↖ n1a2p3 * np
очи 759.	18.2	19.3	19.7	-13.4	-10.4	-11.6	-11.8	-13.4	1.5	1.9	1.8	NE 14	NE 12	NE 10	10	10	10	0.2	≡ ⁰ n1a2 U n1a * p3.
	23.8	23.7	22.7	3.5	8.7	4.3	5.5	3.5	5.9	6.9	6.2	NE 8	NE 12	NE 18	10	3	10	0.7	≡ n1ap3 ↖ 3.
	21.5	20.6	20.6	0.1	6.4	4.8	3.8	- 0.2	4.6	6.6	6.0	NE 12	NE 12	NE 12	10	5	10	0.1	↖ n ≡ ² n1a.
	21.5	22.7	22.3	8.7	11.9	13.0	11.2	2.4	6.9	7.4	6.5	SW 4	SW 8	0	8	5	5	—	
фа 750, Одесса 753.	17.3	20.3	21.1	7.8	6.6	5.9	6.8	5.9	7.8	7.3	7.0	SW 6	SW 12	WSW 24	10	10	10	1.2	● ² n1 ≡ a2p3 ↖ p,3.
онстантинополь 758.	22.2	19.6	16.9	5.7	6.8	1.3	4.6	1.3	6.9	7.4	5.0	NE 6	NE 18	NE 34	10	10	10	11.4	≡ n1a2p3 ↖ 2p3 ● ⁰ p3
	21.7	24.2	25.6	- 1.8	- 0.9	- 3.9	- 2.2	- 4.0	4.0	4.3	3.4	NE 10	NE 12	NE 18	10	10	10	1.1	* ⁰ n S n1a2 ≡ ² ↖ p3
	24.7	26.5	27.0	- 5.4	- 3.0	- 3.2	- 3.9	- 5.5	3.0	3.7	3.6	NE 20	NE 34	NE 34	10	10	6	0.7	* ⁰ n ≡ U n1a2 ↖ n1a2p3
	28.2	29.0	29.0	- 5.3	- 2.4	- 2.8	- 3.5	- 5.5	3.0	3.7	3.4	NE 24	NE 24	NE 20	10	3	1	—	≡ U n1 ↖ n1a2p3 * ⁰ n
ейфарвассеръ 752.	31.2	32.4	30.8	- 1.7	5.4	2.9	2.2	- 2.8	3.3	4.4	5.4	NS 10	0	SW 2	7	7	2	—	∅ 3.
ерманштадтъ 756.	22.6	22.6	21.3	10.0	13.0	10.4	11.1	8.2	6.8	7.0	6.9	SW 2	SW 8	NE 12	4	2	4	—	U ⁰ n.
ерное море.	19.9	20.1	20.5	8.5	10.6	8.2	9.1	8.1	7.2	9.0	8.1	NE 10	NE 6	NE 20	10	10	10	13.8	∞ 1 ● ⁰ a3 R pp ≡ ² p3 ↖ 3
очи 759.	19.6	20.7	20.1	6.4	9.0	7.7	7.7	6.4	7.2	7.6	7.3	NE 28	NE 24	NE 20	10	6	4	0.4	≡ ² n1a ↖ n1a2p3.
ерное море 758.	19.8	20.3	20.0	5.4	10.4	7.7	7.8	5.4	6.7	8.2	7.9	NE 6	SW 4	SW 4	10	9	10	2.0	≡ ² n1p3 ● ⁰ ap.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра Максимума.	
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9				
1898.																						
148*	30 апр.	58.4	58.3	56.7	10.2	14.0	14.3	12.8	5.8	7.6	8.5	7.1	0	SSE 5	NE 10	10	5 ⁰	7 ⁰	10 ⁰	—	∩ n, 1; ∞ 1, a.	Сѣверн. губ. 774.
	1 мая	56.3	56.6	55.3	13.3	18.7	14.3	15.4	11.2	7.8	7.0	6.6	ENE 17	ENE 12	ENE 16	10	8	10 ⁰	—	↙ n, 1, a, p, 3.	Финляндія 771.	
	2 »	52.6	52.7	54.3	8.9	13.8	9.4	10.7	8.8	6.2	7.0	6.7	ENE 18	NE 14	ENE 18	10	10 ²	10	1.4	↙ n, 1, a, p, 3.	Сѣв. и сред. Рос. 76	
	3 »	56.8	58.6	61.4	6.0	7.3	6.8	6.7	5.8	5.7	6.1	6.1	ENE 14	ENE 12	ENE 10	10	10	10	8.8	↙ n; ● n, 1, a, 2, p, 3.	Вышній Волоч. 770.	
	4 »	63.1	64.6	65.6	5.9	8.9	9.2	8.0	5.5	5.7	5.9	6.8	ENE 12	ENE 12	ENE 7	10	10	10	0.3	● ⁰ n, p.	Пенза 770.	
149	22 юля	55.7	56.6	56.4	23.8	26.8	22.7	24.4	21.1	18.2	18.9	17.1	0	SSE 3	0		7	3	0	—	● ⁰ , ≡ n.	
	23 »	56.5	56.3	56.0	24.3	23.2	20.2	22.6	20.0	17.9	15.4	11.6	NNE 6	NNE 11	NE 15	10	10	5	—	↙ 3.		
	24 »	55.3	54.3	54.0	20.8	24.1	24.3	23.1	19.3	14.6	15.2	15.6	NE 16	NE 16	NE 11	10	5	5	—	↙ n, 1, a, 2.		
	25 »	54.7	54.5	54.9	24.4	28.5	23.2	25.4	20.2	16.7	19.2	17.8	0	SE 3	ESE 3	9	4	6	0.0	∞ n, 1; ● ⁰ p.		
150*	14 авг.	51.7	51.6	52.1	25.1	32.2	29.2	28.8	22.5	19.4	17.9	12.4	0	NE 5	ENE 12	7	2	0	—	∞ a, 2.	Новгородск. губ. 7	
	15 »	54.9	56.4	57.5	18.8	25.2	20.0	21.3	18.5	8.4	8.8	5.4	ENE 20	ENE 20	ENE 16	1	0	0	—	↙ 1, a, 2, p, 3.	Новог.-Смол. губ. 77	
	16 »	57.1	57.3	57.1	17.9	25.1	23.6	22.2	16.1	5.6	7.7	7.5	ENE 24	ENE 20	ENE 14	0	0	0	—	↙ n, 1, a, 2; ∞ a, 2, p.	Зап. и центр. Рос. 7	
	17 »	58.9	57.8	55.8	22.3	29.1	26.3	25.9	21.4	5.9	8.1	7.1	ENE 12	ENE 10	ENE 15	0	0	0	—	↙ 3.	Новозыбковъ 769.	
	18 »	57.0	57.2	55.8	25.0	28.1	22.7	25.3	20.9	12.0	16.3	13.8	0	SE 4	0		0	2	0	—	↙ n.	Центр. губ. 766.
151*	21 »	58.2	58.1	58.3	22.0	28.4	20.6	23.7	18.9	11.4	10.6	11.0	NNE 6	NNE 6	NNE 12	0	0	0	—		Либава 772.	
	22 »	57.8	58.5	59.7	20.4	26.9	20.6	22.6	19.1	5.9	7.8	5.0	NNE 16	NNE 5	NNE 11	0	0	0	—	↙ n, 1.	Либава 773.	
	23 »	60.2	59.6	58.8	18.2	26.2	21.2	21.9	17.3	5.3	5.5	5.3	ENE 20	NE 12	NNE 14	0	2	0	—	↙ 1.	Зап. и Ю.-З. Рос. 77	
	24 »	57.2	56.2	56.1	17.2	24.0	19.0	20.1	16.3	5.5	11.2	10.3	ENE 16	NE 16	ENE 15	0	6	7	—	↙ 1, a, 2, p, 3; < 2.	Зап., цент. и югъ Р.	
	25 »	55.5	55.5	56.0	17.8	27.0	20.4	21.7	15.8	9.2	10.8	15.5	ENE 18	NE 8	0	3	7	10	9.3	↙ n, 1; ●, < p, 3.	Цент. и южн. губ. 7	
	26 »	56.2	57.2	58.0	20.1	23.8	18.8	20.9	18.3	14.4	14.7	13.1	S 4	SSE 8	SE 4	10	5	9	0.5	● n, p.	Оренбургъ 767.	
152	12 сент.	63.0	61.9	59.7	16.3	21.4	18.0	18.6	14.2	13.2	13.4	12.0	0	SSE 4	0		10	1	0	—	≡ n, 1.	
	13 »	58.9	58.3	57.3	20.9	24.1	20.8	21.9	17.6	14.2	14.5	8.9	0	N 3	NE 15	3	5	0	—	∩ n, 1; ↙ 3.		
	14 »	58.4	58.6	58.9	18.0	24.7	18.4	20.4	15.8	12.3	15.2	13.3	0	SSE 3	0		10 ²	7	3	—		
153	10 окт.	58.3	59.3	60.0	9.2	13.4	8.5	10.4	8.3	6.4	6.4	5.3	NE 8	N 4	NNE 6	8	5	3	—			
	11 »	60.5	59.1	59.3	5.4	7.6	5.2	6.1	4.7	5.3	4.8	4.4	N 4	NNE 14	NE 15	10	10	10	—	↙ 3.		
	12 »	60.4	60.0	58.4	3.5	6.5	3.3	4.4	3.0	5.1	4.7	5.1	NE 16	NE 18	NE 16	10	10	10	6.7	↙ 1, a, 2, p, 3; ● ⁰ p, 3.		
	13 »	52.7	51.4	57.1	3.8	9.3	6.4	6.5	2.7	5.3	5.6	6.3	N 4	NE 10	0		10	0	1	3.7	∩ ² p, 3.	
154	19 »	57.0	58.0	59.8	18.5	19.2	17.2	18.3	16.7	13.8	14.6	13.1	SSE 7	SE 4	0		9	9	0	—	∩ p, 3.	
	20 »	63.0	62.8	63.1	8.0	7.6	6.8	7.5	6.8	6.9	6.3	5.7	NE 10	NE 20	ENE 19	4	2	2	—	↙ 2, p, 3.		
	21 »	62.5	62.8	62.7	6.5	22.0	14.2	14.2	5.5	5.6	7.6	8.9	ENE 10	NE 5	0		1	5	3	—	∩ p, 3.	

Мархотскій переваль. Таблица В.

Вѣтъ центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.			
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9					
Черное море 760.	22.5	22.6	21.2	9.3	14.3	10.2	11.3	6.1	6.4	8.3	6.8	0	SW	2	NE	16	1	2	7	—	☉3↘3.	
Черное море 755.	20.6	20.3	18.7	8.2	13.9	10.3	10.8	7.8	7.7	6.8	6.4	NNE	18	NE	20	NE	24	10	8	7	—	☉ ⁰ n1↘n1a2p3.
Черное море 756.	15.9	15.6	16.0	4.3	9.4	5.1	6.3	4.3	5.9	6.5	6.6	NE	20	NE	24	NE	28	10	10	9	0.7	☉ ² n1a2p↘n1a2p3.
	15.6	19.1	21.7	2.2	3.2	2.6	2.7	1.9	5.4	5.8	5.5	NE	40	NE	28	NE	34	10	10	10	1.5	↘☉n1a2p3● ⁰ ap3.
	25.4	27.4	29.3	1.9	4.7	5.2	3.9	1.7	5.3	5.8	6.5	NE	16	ENE	14	NE	4	10	10	9	0.6	☉n1p3↘n1.
	21.7	22.4	22.2	20.0	23.5	20.7	21.4	18.3	16.6	18.2	16.1	0	SW	6	S	4	10	2	0	—	☉n● ⁰ acol.	
	22.2	21.8	20.6	19.2	17.6	15.7	17.5	15.6	16.6	15.0	11.2	NE	12	NE	16	NNE	18	10	10	6	—	☉1a2↘2p3.
	20.2	19.7	19.7	16.1	18.6	20.0	18.2	14.7	13.6	14.2	15.2	NE	20	NNE	24	NNE	16	10	7	6	—	↘n1a2p3☉n1.
	20.7	20.4	20.4	22.0	25.2	20.2	22.5	16.9	16.8	18.4	16.8	S	2	SW	6	S	6	3	5	3	—	☉n1<3.
Вдоль 753.	17.4	17.8	17.6	19.8	27.5	23.7	23.7	18.2	15.1	18.6	13.1	NNE	10	NNE	14	NNE	20	4	1	0	—	☉a2p↘p3.
Вдоль губ. 755.	18.6	19.8	19.2	14.6	20.8	14.8	16.7	14.2	8.1	8.7	4.4	NNE	34	NE	34	NE	34	0	0	0	—	☉↘n1a2p3.
Вдоль 758.	20.1	22.1	21.7	13.8	20.0	19.1	17.6	11.8	5.8	8.5	8.3	NE	34	NE	28	NNE	24	0	0	0	—	↘☉n1a2p2.
Вдоль 759.	23.4	22.1	21.4	16.7	23.7	21.1	20.5	15.2	8.6	10.4	9.2	NNE	10	NNE	18	NNE	20	0	0	0	—	↘na2p3☉a2p.
Вдоль 759.	22.7	22.5	21.5	15.3	24.5	21.3	20.4	10.9	9.9	16.9	13.3	NNE	6	SW	6	N	2	0	1	0	—	
Вдоль 751.	23.1	23.7	23.5	18.1	23.5	15.2	18.9	15.1	11.8	11.8	11.5	NE	14	NNE	8	NNE	16	0	9	0	—	☉a2p↘3.
Вдоль Вятка 750.	22.5	22.5	23.4	14.2	22.0	15.2	17.1	11.3	8.1	10.0	6.7	NNE	18	NNE	20	NNE	12	0	0	1	—	↘n1a2p3☉a2p.
Черное море.	24.0	23.2	22.8	13.7	20.8	15.7	16.7	12.2	6.2	7.7	6.7	NNE	18	NNE	24	NNE	24	0	5	5	—	↘n1a2p3☉1a2p.
Вдоль 760.	20.9	21.0	21.4	13.3	19.7	14.4	15.8	12.4	6.8	11.5	10.4	NNE	20	N	18	NNE	18	1	3	4	—	↘n1a2p3.
Вдоль 758.	20.7	21.1	21.1	13.4	21.3	16.7	17.1	10.2	9.6	12.0	14.2	N	16	NNE	12	SSW	6	1	7	10	6.9	↘n1a ² p3● ⁰ pTp
Вдоль 758.	21.4	21.7	22.7	15.6	17.4	14.8	15.9	14.7	13.2	13.0	12.4	SW	6	WSW	14	NNE	8	10	8	10	2.6	☉n13● ⁰ p. [3.
	26.8	26.3	24.2	14.3	17.8	15.6	15.9	14.0	12.1	12.9	11.1	SW	8	SW	6	N	8	10	0	1	—	☉ ² n1.
	23.2	23.1	21.7	15.0	19.6	15.2	16.6	12.2	12.7	13.6	8.5	N	10	NNE	12	NNN	18	10	2	0	—	☉n1☉a2☉3↘p3.
	23.3	23.4	23.4	11.0	18.2	16.4	15.2	10.5	8.3	10.5	12.1	NE	2	NNE	6	0	4	6	3	—	☉n13☉a2p.	
	21.2	22.7	22.7	4.7	8.2	4.2	5.7	4.1	6.4	6.1	5.0	NNE	12	NE	6	NE	10	10	2	3	—	☉ ² n,1.
	21.7	21.0	20.9	1.3	3.0	10.4	1.6	0.1	5.0	4.4	4.5	NNE	18	NNE	24	NNE	28	10	10	10	—	☉n1↘1a2p3⊕2.
	18.3	17.8	17.1	— 1.0	2.4	— 0.1	0.4	— 1.0	4.0	4.3	4.6	NNE	24	NE	24	NE	24	10	10	10	2.3	↘n1a2p3☉ap3☉ ² p3
	21.8	22.5	21.2	0.2	3.7	5.5	3.1	— 0.1	4.7	5.5	6.0	NE	16	NE	14	SW	10	10	1	1	1.4	●*n↘n1a☉ ² n1a [☉n1.
	21.4	21.8	23.8	14.7	15.0	14.1	14.6	13.0	12.5	12.4	12.0	SW	14	WSW	14	SSW	4	10	10	10	0.4	☉n1ap3↘n.
	25.4	25.4	26.0	3.5	1.7	1.1	2.1	1.1	5.9	5.2	4.8	NE	24	NE	28	NE	34	10	10	2	—	☉n1a2p↘n,1a2p3.
	26.4	27.5	27.2	— 0.3	8.8	9.9	6.1	— 0.3	4.5	6.3	7.3	NNE	18	NE	8	0	10	2	2	—	☉n1∪n1↘n1.	

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяць и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра. Максимума.			
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9						
1898.																								
155	11 ноябр.	66.1	67.6	68.7	7.4	7.5	5.6	6.8	5.2	6.5	4.5	4.9	NW	3	NNE	10	NE	4	10	5	2	—	●п.	
	12 »	69.7	68.3	69.2	3.0	7.0	4.8	4.9	2.2	3.2	3.3	3.8	NNE	8	NE	20	NE	6	1	0	0	—	↘2.	
	13 »	66.5	64.9	63.5	5.4	10.8	4.9	7.0	3.1	2.7	3.3	3.6	NE	10	NE	8	NE	8	0	0	0	—		
156*	17 »	64.8	64.9	65.8	5.2	12.2	5.0	7.5	3.6	3.6	4.2	4.5	0		NNE	9	NE	10	1	1	0	—		Оренбургъ 785.
	18 »	66.8	66.6	66.2	1.5	5.5	5.2	4.1	0.8	4.1	4.8	5.4	NE	18	ENE	20	NE	20	10	8	2	—	↘2,р,з.	Оренбургъ 786.
	19 »	67.5	66.9	67.0	3.8	4.2	2.0	3.3	1.7	4.8	4.8	4.3	SW	8	NE	6	NW	8	7	10	10	0.6	●ор,з.	Висла 780.
	20 »	65.8	64.4	65.6	0.6	1.8	0.4	0.9	0.3	4.1	3.9	3.6	NNW	8	NW	6	ENE	20	10	10	9	0.6	* ⁰ n,1,а,2,р,з; ↘3.	Западъ Росс. 779.
	21 »	65.0	61.7	60.5	1.5	2.6	0.0	1.4	— 0.7	4.3	3.7	4.4	NE	18	NE	20	ENE	16	10	5	10	—	↘1,а,2,р,з	Усть-Медв. 780.
	22 »	56.8	56.1	55.9	1.7	6.6	8.8	5.7	— 0.8	5.1	6.4	5.8	NE	8	NE	3	SSW	20	10	10	9	17.3	●а,2,р,з; ↘3.	Саратовъ-Уральскій
157*	21 дек.	52.8	53.5	56.5	9.6	4.3	2.6	5.5	2.2	8.2	5.4	4.2	SSW	6	NE	12	NE	10	10	10	10	13.8	●п,а,2,р.	С.-Матъ 775.
	22 »	58.1	57.7	57.1	2.0	1.4	0.1	1.2	0.0	4.1	4.6	3.7	NE	15	NNE	10	NE	8	10 ⁰	10	10	6.7	↘1; ● ⁰ а; ↘р,з.	Прага 775.
	23 »	57.7	59.2	63.2	— 5.0	— 7.2	— 10.4	— 7.5	— 10.4	2.7	1.9	1.5	NNE	14	NE	20	NNE	21	10	10	10	0.6	*n1а2р; ↗1а2р3; ↘	Зап. Евр. и Росс. 77
	24 »	64.5	64.2	64.9	— 15.4	— 15.4	— 18.6	— 16.5	— 18.6	0.9	0.8	0.7	NNE	28	NE	24	NNE	20	10	3	5	—	↗n1 ↘1а2р3. [2р3.	Кишиневъ 779, Ока 7
	25 »	63.9	64.5	62.0	— 16.6	— 13.4	— 8.4	— 12.8	— 18.6	0.9	0.9	0.8	NNE	24	NE	12	NNE	15	5	3	2	—	↘1,з.	Зап. Евр. 778, Ставро
	26 »	61.9	62.3	63.2	— 5.2	0.6	— 1.6	— 2.1	— 9.0	0.9	2.7	3.4	NNE	10	0	0	0	1	9	10 ²	—	—	—	Дунай 775. [7
1899.																								
158	25 янв.	61.9	61.3	60.9	4.6	11.0	8.0	7.9	2.1	5.0	6.4	5.4	0	0	0	0	0	1	0	0	—	—	Uп,1; Dр,з.	
	26 »	61.0	61.3	63.2	1.4	3.9	0.2	1.8	0.0	4.3	4.8	4.1	NE	18	NE	18	NE	16	4	5	3	—	↘1,2,з; Sз.	
	27 »	66.1	65.3	66.3	— 2.3	0.8	— 1.3	— 0.9	— 4.3	3.2	2.7	3.2	NE	4	NNE	10	NW	5	7	0	1	—		
159	10 февр.	64.7	63.9	61.0	— 2.6	2.6	2.6	0.9	— 3.8	2.4	3.6	4.2	NE	8	SW	2	SW	6	9	10	10	11.5	● ⁰ з.	
	11 »	53.5	52.2	57.9	5.8	3.2	— 5.8	1.1	— 5.8	6.3	5.0	2.4	0		NE	10	ENE	16	10	10	1	7.5	●п,1,а,2; ↘3.	
	12 »	61.3	60.6	59.2	— 2.6	3.1	4.8	1.8	— 7.4	1.0	2.5	4.8	E	8	SSE	4	SSE	11	1	6	10	—	⊕а.	
160*	18 »	54.0	52.0	49.2	7.2	9.0	8.0	8.1	3.0	6.5	7.3	7.6	SE	9	S	4	SE	3	10 ²	10 ²	10	0.6	●р,з.	Вост. Герм. и Финл.
	19 »	49.1	49.9	50.7	6.4	0.6	— 6.4	0.2	— 6.4	6.8	4.2	2.2	0		NE	16	NE	20	10	10	10	0.0	● ⁰ 1*12р3 ↗2р3 ↘23	Москва 775.
	20 »	54.0	56.1	58.4	— 8.4	— 7.2	— 7.6	— 7.7	— 8.4	1.6	2.1	1.8	ENE	24	NE	18	NE	16	10	10	10	0.0	*; ↗n1а2р3; ↘123.	Волга, Донъ, Днѣпрт
	21 »	58.2	57.3	57.0	— 5.0	— 0.4	— 2.6	— 2.7	— 8.0	2.0	2.6	2.2	NE	18	NE	12	0	8	1	0	—	↘1.	Ураль 775 Усть-Ме	
	22 »	56.1	55.4	55.5	0.9	3.8	4.4	3.0	— 4.7	3.7	4.9	5.6	0		SSE	8	SSE	14	10 ²	3	10	24.5	*а; ●р,з.	Ураль 775. [
161	26 »	61.6	59.3	59.5	2.1	5.6	1.0	2.9	— 0.4	3.6	2.4	3.5	NE	10	ENE	14	NNE	6	9	3	9	—	△ ⁰ n.	
	27 »	54.7	53.0	56.5	— 0.9	— 3.2	— 4.2	— 2.8	— 4.4	3.2	3.2	2.8	NE	18	NE	16	NE	5	10	10	10	0.0	↘1,2; *, ↗а,2,р,з.	
	28 »	57.8	48.4	57.8	— 5.0	— 1.2	— 4.5	— 3.6	— 5.1	2.7	3.0	2.6	NE	4	W	2	ENE	12	4	9	2	—		

Мархотский переваль. Таблица В.

Наименование пунктов	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.			
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9					
Минимума.																						
	28.0	29.0	30.7	4.0	3.1	1.4	2.8	1.4	5.9	4.5	5.0	NE	6	NE	16	NE	16	10	8	10	—	≡a↘a2p3.
	28.7	29.2	30.6	— 1.3	1.6	— 2.0	— 0.6	— 2.7	3.4	3.8	3.9	NE	28	NE	24	NE	14	1	0	0	—	↘n1a2p.
	29.0	28.1	26.7	— 3.7	2.5	— 0.1	— 0.4	— 4.2	3.3	4.7	4.0	NE	14	NNE	10	NNE	16	0	0	0	—	↘np3U ⁰ 1a.
ардэ 740.	27.9	28.4	28.5	3.7	2.1	— 0.8	1.7	— 1.6	3.6	5.2	4.3	NE	2	NE	10	NE	10	0	1	2	—	≡Un1. [p3
ола 734.	28.3	28.3	26.8	— 2.2	0.5	1.6	0.0	— 2.2	3.9	4.4	5.2	NE	16	ENE	24	NE	28	10	10	10	0.6	Un1a↘n1a2p3≡a2
ердынъ 756.	27.5	27.4	27.8	— 0.8	— 0.7	— 1.6	— 1.0	— 1.6	4.3	4.4	4.1	NE	20	NE	18	NE	8	10	10	10	0.8	≡Un1a2p3↘n1a2.
ола 743.	26.2	23.2	24.5	— 2.9	— 2.5	— 3.8	— 3.1	— 4.3	3.7	3.8	3.4	NEE	10	NE	24	NE	24	10	10	10	0.4	≡Unap* ⁰ na↘na.
рбитъ 750.	24.4	20.6	21.8	— 2.1	— 2.5	— 4.0	— 2.9	— 4.2	3.9	3.8	3.4	NE	24	NE	28	NE	24	10	10	10	0.4	U≡n1a2p3↘n1a2p3
езень 745.	19.3	19.3	13.4	— 4.3	— 1.6	4.6	— 0.4	— 4.6	3.3	4.1	3.1	NNE	10	NNE	6	SW	40	10	10	10	14.5	≡n1a2p3Sa2Un1● [a2↘np3
ижн.-Новгородъ 743	17.2	18.3	20.4	6.5	— 0.4	— 1.5	1.5	— 1.5	7.2	4.5	4.1	SSW	8	NNE	4	NNE	6	10	10	10	14.5	●nap≡n1a2p3Sp3
ятка 752.	21.9	21.1	20.7	— 2.1	— 2.2	— 4.0	— 2.8	— 4.1	3.9	3.9	3.4	NNE	8	NNE	12	NNE	12	10	10	10	3.9	≡n1a2p3* ⁰ nSn1a2
очи 759.	19.3	18.2	22.8	— 8.7	— 11.1	— 13.9	— 11.2	— 14.0	2.2	1.9	1.5	NE	16	NE	24	NE	20	10	10	10	0.6	* ⁰ nU↘≡n1a2p3.
одэ 746.	23.4	22.1	21.5	— 19.7	— 18.6	— 23.3	— 20.5	— 23.3	0.9	0.8	0.6	NE	24	NNE	28	NE	34	10	0	10	0.7	↘n1a2p3≡n1p3Un
ардэ 735.	22.6	23.4	24.0	— 23.7	— 20.3	— 18.0	— 20.7	— 23.9	0.6	0.6	0.9	NE	20	NE	18	NNE	14	10	1	0	—	Un1a2p3↘n1a2p≡n1
ола 732.	23.8	24.8	26.2	— 13.1	— 4.3	— 4.4	— 7.3	— 18.0	1.2	3.1	3.2	NE	10	NE	2	WSW	2	0	10	10	—	Un1Sa2p3.
	25.6	25.5	24.9	4.2	7.3	3.2	4.9	3.2	4.4	5.3	5.3	S	4	SW	2	NE	12	0	0	0	0.6	Un1a3.
	24.5	23.7	25.8	— 2.0	— 0.9	— 3.1	— 2.0	— 3.1	4.0	4.3	3.6	NE	14	NE	16	NE	16	10	10	10	2.9	≡n1a2p3U↘2p3S
	27.2	27.3	28.8	— 6.5	— 5.2	— 5.5	— 5.7	— 6.6	2.7	2.8	2.9	NE	12	NE	14	NNE	6	10	0	1	—	≡n1aUn1a2p3. [1a
	27.4	26.5	22.8	— 7.3	— 2.7	— 1.8	— 3.9	— 7.7	2.5	3.6	4.0	NE	8	SW	6	SW	18	8	10	10	8.3	≡n3USn1a2↘p3.
	17.5	16.1	19.7	2.5	— 1.1	— 9.3	— 2.6	— 9.3	2.5	4.2	2.2	SW	4	NNE	12	NNE	20	10	10	10	8.5	●n1a↘np3≡a2p3*n
	23.4	23.4	19.9	— 10.8	— 1.4	0.6	— 3.9	— 10.9	1.8	3.0	4.5	NNE	10	SW	6	SW	34	1	4	8	—	≡nUn1↘np3.[a2U↘p3
арханкутъ 756.	18.0	16.2	13.6	3.3	5.1	5.2	4.5	1.9	5.8	6.6	6.6	SW	8	SW	8	SSW	6	10	10	10	1.1	≡1a,2,3. [2p3* ⁰ p.
ерное море.	13.5	13.3	12.2	3.4	— 3.4	— 9.6	— 3.2	— 9.7	5.8	3.5	2.2	SSW	4	NE	16	NE	34	10	10	10	0.8	U2p3≡ ² n1a2p3↘a
Новороссійскъ.	13.9	18.3	20.7	— 12.9	— 11.5	— 11.7	— 12.0	— 13.0	1.6	1.9	1.8	NNE	30	NNE	28	NNE	24	10	10	10	0.4	↘U≡n1a2p3.
моленскъ 753.	21.2	20.8	20.2	— 11.9	— 7.7	— 10.4	— 10.0	— 12.3	1.7	2.4	1.9	NNE	18	NNE	16	NNE	6	10	1	1	—	≡n1Un1a2p3↘n1a2
иевъ 753.	19.2	18.1	17.0	— 2.8	— 0.5	0.4	— 2.9	— 10.5	3.6	4.4	4.7	SSW	6	SW	12	SW	20	10	10	10	15.1	* ⁰ aUn1a2≡a23↘ [●p3
	24.7	22.7	22.7	— 3.4	0.5	— 4.1	— 2.3	— 4.2	3.5	3.8	3.4	NE	8	NE	16	NE	8	7	4	10	1.4	↘2p≡p3.
	17.9	15.1	17.9	— 6.6	— 6.7	— 8.4	— 7.2	— 8.5	2.8	2.7	2.4	NE	12	NNE	24	NE	18	10	10	10	1.4	≡ ² n1p3U ² n1a2p3↘
	19.7	20.1	20.2	— 8.3	— 6.4	— 7.7	— 7.5	— 8.7	2.4	2.8	2.5	NE	10	NNE	14	NNE	10	10	10	10	0.9	≡U ² n1a2p3. [* ⁰ 2p

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра Максимумъ.			
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9						
1899.																								
162	6 марта	55.3	55.7	56.7	7.2	9.3	8.0	8.2	6.8	6.5	6.6	6.7	SE	3	SSE	10	SE	6	10	9	10	—	●n,1.	
	7 »	57.1	57.3	56.6	— 0.6	0.1	0.4	0.0	— 0.9	3.8	3.9	3.9	NE	12	NE	16	NE	20	10	10	8	1.0	↘2,3;△ ⁰ ● ⁰ p.	
	8 »	66.0	55.5	57.6	0.0	5.8	5.7	3.8	— 1.2	3.9	4.9	6.3	NE	14	NE	12	SE	3	10	10	10	5.9	●p,3.	
163	26 »	54.2	54.5	53.9	14.2	16.4	11.6	14.1	10.5	9.9	7.8	7.0	W	2	SSE	6	0	8 ⁰	9 ⁰	9	—	—		
	27 »	51.8	52.7	52.5	6.2	5.9	5.0	5.7	4.8	6.4	6.3	5.9	NE	16	NE	16	NE	16	10	10	10	10.1	↘1,2,3,●p.	
	28 »	54.4	55.0	56.3	1.3	1.4	1.0	1.2	0.7	4.6	4.7	4.6	NNE	16	NE	14	NE	9	10	10	10	14.1	↘1;●a,2;*a,2,p,3.	
	29 »	55.0	54.4	55.7	— 1.2	0.2	5.4	1.5	— 1.3	3.4	3.8	6.3	NE	10	ENE	10	SW	10	10 ²	10	10	1.4	*n,1;●p.	
164*	3 апр.	53.5	58.0	56.9	3.4	4.4	4.4	4.1	2.5	4.4	4.8	4.8	NE	10	ENE	12	NE	10	9	10	10	0.5	●n,a,2.	Елабуга и Ирбитъ 771.
	4 »	55.8	58.5	59.8	5.4	5.9	6.4	5.9	4.4	5.4	5.9	5.5	ENE	20	ENE	12	NE	20	10	10	9	7.0	● ⁰ n,1,a,2,p;↘1,3.	Ирбитъ 771, Кишин.
	5 »	61.5	61.0	61.0	3.8	2.6	3.3	3.2	3.1	4.9	4.5	4.4	NE	8	SW	8	ENE	18	10	10	10	7.1	●n,1,a,p,3;* ⁰ a;△p;	Средняя Росс. 775.
	6 »	60.2	60.5	60.6	4.4	8.0	7.0	6.5	2.2	4.9	6.9	6.8	NE	6	SE	2	0	10	10	10	1.5	●a. [↘3.	Пенза и Уфа 775.	
165*	24 »	53.7	53.7	56.2	16.3	15.4	12.8	14.8	12.7	11.8	11.5	9.8	0	NNE	6	NNE	5	10	10	10 ²	13.4	●a, 2.	Прага 771.	
	25 »	57.5	56.6	55.4	11.4	14.4	12.4	12.7	10.2	7.4	6.0	4.9	NE	10	NE	15	NE	14	7	7	4	—	↘2.	Зап. пол. Росс. 769.
	26 »	54.1	53.9	56.8	9.1	14.4	9.6	11.0	7.5	4.2	4.6	4.3	ENE	20	NE	20	ENE	15	4	2	2	—	↘1,2,3.	С.-В., Центр. и Юг. Р.
	27 »	57.2	58.2	57.3	7.5	10.0	11.4	9.6	6.2	4.4	5.9	4.8	ENE	20	ENE	16	ENE	18	10	10 ²	0	0.0	↘1,2,3;● ⁰ a.	Козловъ 769. [
	28 »	56.1	56.3	54.9	6.9	18.3	13.0	12.7	5.1	4.4	6.6	5.2	NE	16	NE	8	ENE	18	0	1	2	—	↘1,3.	Сарат.-Усть-Медв.
	29 »	54.9	54.0	52.8	14.2	14.5	16.4	15.0	8.7	7.1	7.5	9.1	NE	6	NE	9	NE	4	10	9	10	3.1	●a,3.	Саратовъ 774.
166	7 мая	63.7	63.6	63.3	12.4	19.8	16.2	16.1	10.8	7.2	10.1	8.4	NNW	8	NNE	6	NE	3	0	3	0	—	—	
	8 »	63.6	63.4	62.2	16.5	20.1	16.2	17.6	12.8	8.2	7.0	6.9	E	2	NE	10	NE	18	2	4 ⁰	0	—	↘3.	
	9 »	63.8	64.4	62.6	16.6	17.4	19.6	17.9	12.0	6.9	11.8	8.9	ENE	12	ESE	4	NE	7	1	0	0	—	—	
167	30 »	57.6	57.9	55.8	23.1	28.1	22.2	24.5	17.8	15.2	14.0	12.3	0	SSE	2	0	0	0	0	0	0	—	∞n,1.p.	
	31 »	56.6	57.7	59.0	25.0	28.4	22.5	25.3	19.5	15.7	16.8	13.9	0	SSW	3	NNE	16	0	5	4	—	∞n,1;↘3.		
	1 июня	58.6	57.9	55.3	18.9	24.4	23.4	22.2	17.7	11.3	15.2	13.8	ENE	14	E	2	NE	8	10	9	5	—	—	
168	3 »	58.8	58.3	60.5	18.4	20.4	19.5	19.4	15.0	12.4	11.1	12.1	0	ENE	10	NE	3	10	9	0	12.4	●n,1,a.		
	4 »	59.7	59.5	59.0	17.5	20.0	16.6	18.0	15.1	12.0	11.2	9.5	NE	8	ENE	10	ENE	18	10	10	10	4.6	●p;↘3.	
	5 »	61.8	63.4	64.2	13.1	16.4	14.7	14.7	12.8	9.4	8.9	8.8	NE	8	NE	8	NE	7	10	8	1	—	●n.	
169	27 сент.	59.9	61.5	61.1	22.2	25.9	22.0	23.4	21.2	12.9	18.2	12.6	ESE	6	S	2	NE	10	6	4	0	—	● ⁰ n.	
	28 »	62.5	61.9	59.7	19.0	24.3	24.4	22.6	17.4	14.6	17.2	12.5	0	ESE	2	NE	16	10	1	0	—	≡ ⁰ n,1;↘3.		
	29 »	58.5	58.6	58.1	23.4	27.4	24.5	25.1	17.7	11.7	12.2	10.1	NE	4	NNE	7	NE	5	0	0	0	—	—	

Мархотскій переваль. Таблица В.

Мѣсячныхъ центровъ.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
	19.3	19.4	20.7	3.8	5.4	4.5	4.5	3.7	6.0	6.2	6.1	SW 12	SSW 12	SSW 8	10	9	10	0.6	↘n●≡n1.
	21.1	20.9	20.4	4.7	4.5	4.2	4.5	4.7	3.2	3.3	3.3	NE 8	NE 12	NE 14	10	10	10	3.6	≡n1a2p3. [p3.
	19.2	19.6	21.4	3.7	1.6	2.5	0.9	4.5	3.5	4.1	5.5	NE 14	NE 8	SW 6	10	10	10	6.7	≡ ² n1a2p3n1a2p●
	19.1	19.3	19.4	14.8	13.7	15.8	14.8	12.9	5.7	6.8	6.1	SW 10	SW 14	SSE 4	6	7	8	0.2	∩∩n.
	16.1	16.4	15.0	2.6	1.7	1.2	1.8	0.9	5.5	5.2	5.0	NE 24	NE 20	NNE 28	10	10	10	7.9	≡ ² n1a2p3↘1a2p3.
	17.6	18.4	19.1	2.2	2.0	2.7	2.3	2.7	3.9	4.0	3.7	NE 24	NE 24	NE 28	10	10	10	3.7	* ⁰ n≡↘n1a2p3∩1a
	16.6	17.8	17.7	5.1	3.8	2.1	2.3	5.4	3.1	3.4	5.3	NE 20	NE 20	SW 18	10	10	10	1.5	* ⁰ n≡↘n1a2p3∩n1 [a2.
мь 749.	21.5	21.4	19.9	0.5	0.3	0.4	0.4	1.4	4.3	4.5	4.5	NE 14	NNE 18	NNE 20	10	10	10	0.4	* ⁰ n1a≡1a2p3↘a2
воросійскъ.	18.7	21.8	23.4	0.4	1.8	2.3	1.5	0.4	4.7	5.2	5.4	NNE 28	NE 20	NE 18	10	10	10	—	≡↘n1a2p3. [p3.
истіанзундъ 734.	22.6	21.6	23.9	0.2	1.9	1.2	1.1	1.9	4.5	4.0	4.0	NE 24	NE 34	NE 18	10	10	10	3.8	↘≡n1a2p3∩a2p3.
дэ 741.	24.3	24.3	24.6	1.6	3.8	3.6	1.9	1.7	4.1	6.0	5.9	NE 4	WSW 20		10	10	10	2.2	≡n1a2p3* ⁰ n1a.
ргополь,Кавказъ.	19.3	19.8	20.5	12.7	11.7	9.4	11.3	9.3	10.2	10.3	8.9	NNE 2	NE 10	NE 12	10	10	10	14.8	≡a2p3●a2p.
рьевъ 749.	21.0	20.9	19.0	6.6	10.4	7.8	8.3	6.3	7.3	5.6	5.2	NE 14	NE 18	NE 20	10	4	2	—	≡n1↘na2p3.
чи 750, Троицкъ 745.	16.1	16.2	19.8	4.7	9.8	5.2	6.6	2.9	3.8	5.7	4.2	NE 28	NE 34	NE 24	2	1	1	—	↘n1a2p3.
веровост. Росс.	19.9	22.2	21.1	3.6	5.9	6.8	5.4	2.1	4.3	5.7	5.1	NE 24	NE 18	NE 20	5	10	0	0.2	↘n1a2p3●2.
рдэ 755, Черн. море.	20.6	20.8	20.2	2.0	13.4	9.3	9.6	0.7	4.2	6.4	5.9	NE 18	NE 16	NE 18	1	1	5	—	↘n1a2p3.
рвое море.	20.1	19.5	18.1	4.4	9.2	9.4	7.7	2.9	5.7	7.1	8.4	NE 8	NE 14	NNE 6	9	9	10	4.9	↘n●p3.
	28.3	28.8	27.8	7.4	15.3	11.6	11.4	6.2	7.0	9.4	8.3	NNE 12	NNE 8	NNE 10	0	2	0	—	∩n,1.
	28.1	27.9	26.8	11.4	15.6	11.7	12.9	6.4	6.9	7.2	6.5	NE 10	NNE 18	NNE 28	1	1	0	—	∩n,1,3↘a,2,p.
	28.9	29.2	27.8	7.1	15.5	14.5	12.4	4.7	6.4	8.8	8.3	NE 14	NNE 10	NNE 12	0	0	1	—	↘n∩n1,3.
	24.1	24.3	22.5	23.7	24.9	23.2	23.9	22.7	13.7	11.2	14.4	0	SW 8	NE 8	0	0	0	—	
	23.2	24.3	25.0	22.5	24.2	17.6	21.4	17.5	14.0	13.1	12.4	SE 2	SW 8	NE 18	1	3	3	—	↘∞p,3.
	24.1	23.7	23.3	14.2	19.6	18.0	17.3	11.5	10.3	12.9	12.0	NNE 24	NE 12	NE 14	8	6	4	—	↘n,1,p.
	24.2	23.3	25.9	14.5	16.4	13.0	14.6	12.9	10.2	10.3	10.8	NE 6	NE 18	NE 8	10	8	1	5.9	∩n●n1a↘a2.
	25.0	24.2	22.6	11.5	15.6	11.4	12.8	10.0	10.1	9.7	9.2	NE 12	NE 24	NE 28	10	10	10	4.1	≡n1a2↘a2p3.
	25.2	26.8	28.6	8.9	12.5	10.2	10.5	8.4	8.2	7.9	8.1	NE 24	NE 24	NE 16	10	6	0	—	● ⁰ n↘n1ap3.
	26.0	27.3	27.3	15.7	20.6	17.2	17.8	15.4	11.3	15.5	12.4	0	NE 6	NE 14	1	6	1	—	∩n1.
	28.4	28.0	26.1	17.7	24.5	19.5	20.6	16.2	14.5	15.9	12.5	0	0	NE 16	1	0	0	—	∩n1↘p3.
	25.1	25.2	24.4	11.0	20.7	17.8	16.5	9.6	9.0	12.4	10.2	NE 4	NNE 8	NNE 18	0	0	0	—	∩n1∞a2.

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра.				
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			Максимумъ.				
1899.																									
170*	9 окт.	53.3	55.2	58.9	21.3	13.9	10.6	15.3	10.3	17.3	10.4	7.6	S	5	NNE	10	NNE	12	9	10	10	20.7	●п,а,2р;⚡а.	Прага 775.	
	10 »	59.9	59.7	62.0	6.0	6.4	4.2	5.5	4.0	6.5	6.2	5.4	NE	15	NNE	20	NNE	15	10	10	10	5.4	⚡1,2,3;●а,2,р.	Югозапад. Росс. 775.	
	11 »	60.8	61.6	61.5	3.6	8.9	6.8	6.4	3.0	5.1	5.1	6.0	NE	14	NE	18	ENE	20	5	7	10	—	●п;⚡2,3.	Кишиневъ 773.	
	12 »	59.8	59.6	58.4	7.7	10.8	12.2	10.2	6.8	6.5	7.5	7.6	NE	15	NE	16	NE	6	10	9	10	0.6	⚡1,2.	Харьковъ 770.	
	13 »	57.4	57.4	58.5	11.8	19.4	13.8	15.0	10.2	8.6	12.6	10.8	0	S	1	0			10	8	4	12.4	Тп;●п,1,а;⚡2р,3.	Саратовъ 774.	
1900.																									
171	6 ноябр.	65.1	64.8	64.4	9.9	13.6	9.6	11.0	6.7	4.4	5.5	5.7	NE	6	NNE	6	NE	5	1	1	9	0.0	●03.		
	7 »	64.8	65.0	64.2	9.2	15.1	12.2	12.2	8.6	5.9	8.1	4.8	NE	4	E	3	NE	16	10	2	8	0	—	⚡3.	
	8 »	63.8	62.6	61.6	5.9	17.8	9.6	11.1	5.7	5.8	8.8	6.3	0	0	0				3	2	0	0	—	≡0п,1.	
172	15 »	59.2	58.1	57.4	2.8	9.2	5.0	5.7	2.3	4.7	6.0	5.5	N	3	SSE	5	NW	2	3	8	10	—	⊕3.		
	16 »	54.7	52.9	54.8	6.0	6.5	2.0	4.8	2.0	3.8	5.2	4.6	NE	8	NE	12	NE	16	10	10	10	9.4	●р,3;⚡3.		
	17 »	62.7	64.8	67.3	2.7	7.2	2.5	4.1	1.3	4.9	4.5	4.6	NE	6	NNE	5	0		3	3	5	0	—	●0п.	
173	21 »	58.9	57.5	57.3	12.3	12.9	10.8	12.0	10.5	9.1	9.9	8.9	S	8	SSE	8	NNW	2	10	10	10	8.3	●п,а,р,3.		
	22 »	60.4	62.0	62.4	1.8	3.3	— 0.9	1.4	— 1.0	3.8	3.5	2.6	NNE	16	NE	10	0		9	2	0	—	⚡1.		
	23 »	59.9	61.3	64.8	7.2	5.8	1.6	4.9	— 2.3	5.9	5.1	3.7	SSW	8	NW	5	0		10	8	2	4.2	●1,а;△а;□3.		
174*	16 дек.	63.4	62.7	62.5	9.3	10.0	0.1	6.5	— 1.7	3.7	3.7	3.8	NNE	1	NNE	5	NNE	11	10	1	2	—	—		
	17 »	61.2	60.3	59.4	0.7	1.0	— 1.2	0.2	— 1.3	4.2	4.8	4.0	NE	20	ENE	20	NE	22	10	5	6	—	⚡1,2,3.	Екатеринбургъ 785.	
	18 »	59.0	60.1	61.4	— 0.4	— 1.6	— 11.0	— 4.3	— 11.0	3.6	3.0	1.4	NE	28	NE	20	NE	20	6	6	9	0.0	⊙01⚡123*0р3⚡23	Пермь 793.	
	19 »	62.3	63.1	62.8	— 16.4	— 16.7	— 18.0	— 17.0	— 18.0	0.9	0.8	0.8	ENE	28	NE	24	NE	28	10	10	10	0.0	*0⚡2n1а2р3⚡123⊙	Чердынь 798.	
	20 »	65.0	65.2	66.2	— 17.4	— 14.2	— 15.4	— 15.7	— 25.0	0.8	1.0	1.0	NNE	20	NE	24	NE	20	10	10	9	0.0	*⚡2n1а2р;⚡123.[р3	Пенза 797.	
	21 »	67.5	67.4	67.0	— 13.5	— 11.2	— 10.2	— 11.6	— 15.4	1.1	1.2	1.2	NNE	18	NE	16	NE	19	10	7	0	—	⚡1,2,3.	Новозыбковъ 790.	
	22 »	68.1	66.6	65.1	— 6.9	— 6.6	— 11.2	— 8.2	— 11.2	1.6	1.6	1.4	NE	14	NE	14	NE	17	0	0	2	—	⚡3.	Виндава 791.	
	23 »	64.1	64.5	66.2	— 10.8	— 9.5	— 12.2	— 10.8	— 12.2	1.5	1.5	1.2	NE	34	NE	24	NE	24	10	4	2	—	⚡1,2,3.	Балт. море 787.	
	24 »	65.0	65.7	65.6	— 14.5	— 10.2	— 9.3	— 11.3	— 15.0	1.0	1.2	1.2	NE	28	NNE	24	NE	18	1	0	0	—	⚡1,2,3.	Москва 783.	
	25 »	65.0	64.6	65.1	— 4.0	2.0	— 7.6	— 3.2	— 9.5	1.0	1.1	1.7	NE	12	NE	5	NW	3	0	1	0	—	—	Южная Россія 781.	
1900.																									
175*	7 янв.	64.1	63.4	64.2	9.2	9.2	1.2	6.5	1.1	8.4	8.6	4.2	S	6	S	3	NE	8	10	2	10	9	—	≡n1.	Финляндія 779.
	8 »	62.7	61.5	59.5	— 4.0	— 4.2	— 6.6	— 4.9	— 6.6	2.7	2.4	2.0	NE	16	NNE	16	NE	9	10	9	9	—	⚡n12.	Озерная обл. 783.	
	9 »	56.3	56.9	58.4	— 11.5	— 7.6	— 10.7	— 10.0	— 11.6	1.2	1.4	1.4	NE	34	NE	24	NE	22	10	4	9	0.0	⚡n123.	Средн. Росс. 783.	
	10 »	59.2	59.1	58.8	— 12.6	— 7.6	— 1.2	— 7.1	— 12.5	1.2	1.8	3.5	NNE	20	NE	12	0		10	2	10	10	1.0	*⚡2n1а⚡1.	Средн. Росс. 782.
	11 »	58.1	59.2	60.6	0.0	— 4.0	— 1.2	— 0.5	— 2.2	4.3	4.1	3.0	0	WNW	5	NNE	6	10	10	10	10	0.0	⊙n*0нар3△а.	Москва 781.	

Мархотскій переваль. Таблица В.

Мѣсяцъ центръ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
острома 751.	19.5	20.7	22.6	18.0	10.4	6.6	11.7	6.5	15.4	9.4	7.3	SW 14	NE 14	NE 24	10	10	10	20.6	● на р ≡ ⁰ n1a2p3 T ⁰ a
отъма 750.	22.0	22.6	23.6	2.0	2.4	0.4	1.6	0.4	5.3	5.5	4.7	NE 34	NE 34	NE 34	10	10	10	1.7	≡ n1a2p3. [n p3
ардэ 739.	24.1	24.8	24.9	0.1	2.3	2.6	1.7	0.1	4.6	5.4	5.5	NE 28	NE 24	NE 20	10	10	10	0.6	≡ n1a n1a2p3.
кандивав. пол.	24.5	24.0	22.9	3.1	5.8	6.3	5.1	2.4	5.7	6.9	7.1	NE 20	NE 18	NE 12	10	10	7	0.5	≡ n1a2p n1a2.
кандинав. пол.	22.6	22.8	23.8	4.7	11.4	12.4	9.5	4.3	6.4	9.7	10.3	NE 6	NNE 2	0	10	9	7	14.5	≡ n1 ● ⁰ a. n3.
	29.4	29.1	28.9	3.0	6.9	4.8	4.9	1.9	4.8	5.1	5.0	NE 10	NE 10	NE 14	0	1	8	0.1	∩ n1 V ⁰ 1.
	28.9	29.4	28.9	2.8	8.7	6.2	5.9	1.3	5.6	7.0	5.2	NNE 4	N 4	NE 14	10	9	0	—	≡ ² n1. n p3.
	28.0	27.3	26.2	7.7	6.4	5.8	6.6	3.0	6.6	5.9	5.8	0	NEW 2	N 2	0	1	0	—	∩ n1.
	22.8	21.8	21.3	1.5	4.6	2.2	2.8	0.8	4.5	5.3	4.6	0	SSW 10	NNE 4	1	9	10	—	● ⁰ n1 ∩ 2.
	18.5	16.5	17.2	0.6	2.1	— 1.6	0.4	— 1.7	3.9	5.1	4.0	NE 12	NE 18	NE 24	10	10	10	2.2	↘ a2p3 ≡ ² p3 * p.
	25.0	28.1	30.5	— 0.8	0.1	0.6	0.0	— 1.0	4.2	4.5	3.7	NE 12	NNE 8	0	10	3	3	—	≡ ² n1 U ² 1 ↘ n.
	22.6	21.0	22.0	8.6	9.3	7.2	8.4	6.4	8.0	8.7	7.6	SSW 24	SSW 28	SSW 10	10	10	10	7.7	↘ n1a2p ≡ ² a2p3 ● ⁰
	23.2	24.6	25.5	— 2.1	— 1.6	— 3.8	— 2.5	— 3.9	3.8	3.7	3.1	NNE 20	NE 20	0	9	3	0	—	↘ n1a2. [ap.
	22.6	24.8	27.9	2.8	2.0	0.1	1.6	— 4.1	5.0	4.7	3.0	SSW 20	NW 2	WSW 4	10	9	2	5.4	↘ 1 Δ ⁰ * ⁰ a.
	27.6	27.0	26.5	— 5.1	— 4.0	— 3.7	— 4.3	— 5.3	3.1	3.4	3.5	NE 8	NE 8	NE 12	10	10	10	1.0	≡ ⁰ U ⁰ 1a2p3.
	24.4	23.2	22.1	— 3.0	— 3.4	— 4.9	— 3.8	— 5.0	3.7	3.5	3.2	NE 18	NE 24	NE 28	10	10	10	3.3	↘ ≡ ² U n1a2p3.
	19.7	20.6	16.2	— 4.7	— 6.4	— 15.1	— 8.7	— 15.2	3.2	2.8	1.4	NE 34	NE 28	NE 34	10	10	10	0.9	≡ n1a2p3. [n1
ерное море.	15.6	17.9	22.7	— 20.0	— 21.0	— 20.2	— 20.4	—	0.9	0.8	0.9	NE 40	NE 34	NE 34	10	10	10	1.3	↘ n1a2p3 * ⁰ a23 ≡ U
ерное море.	24.3	26.7	27.3	— 20.4	— 18.6	— 19.8	— 19.6	—	0.9	1.0	0.9	NE 28	NE 24	NE 20	10	9	9	—	* ⁰ n ≡ n1ap3 ↘ n1a2
	26.3	27.2	28.9	— 21.2	— 17.2	— 18.0	— 18.8	—	0.4	0.5	0.4	NE 14	NE 12	NE 10	6	5	0	—	↘ n ≡ U n1. [p3
	29.8	28.9	26.2	— 13.6	— 14.4	— 16.2	— 14.7	—	0.7	1.1	1.2	NE 4	NE 10	NE 20	0	0	10	—	U ≡ p3 ↘ 3.
ерное море.	23.6	23.6	24.0	— 15.4	— 14.0	— 17.4	— 15.6	—	1.3	1.5	1.1	NE 28	NE 24	NE 24	10	7	10	—	↘ n1a2p3 ≡ ⁰ n1a3 U
ерное море.	26.0	27.2	28.3	— 19.8	— 16.2	— 17.0	— 17.7	—	0.9	0.9	1.2	NE 16	NE 16	NE 10	2	1	0	—	≡ n ↘ n1a2 U p3 [n1a2
	27.3	27.3	28.1	— 21.4	— 15.4	— 7.2	— 14.7	—	0.6	0.6	0.8	NE 6	NE 2	0	0	0	0	—	U ⁰ n1.
ензенск. губ. 759.	27.2	27.3	27.2	6.5	6.7	— 2.8	3.5	—	7.2	7.3	3.7	SW 16	S 2	NE 8	10	10	10	1.5	↘ n1 ≡ n1a2p3 U3.
ральскъ 755.	25.0	24.0	21.4	— 7.9	— 8.8	— 10.4	— 9.0	—	2.5	2.3	2.0	NNE 14	NE 10	NE 20	10	10	10	1.9	U ≡ n1a2n3 ↘ p3.
ерное море 757.	17.0	17.3	20.4	— 16.2	— 13.1	— 14.7	— 14.7	—	1.2	1.6	1.4	NE 28	NE 28	NE 24	10	1	10	0.5	U ↘ n1a2p3 ≡ n1p3.
	20.5	21.4	22.2	— 15.8	— 13.8	— 10.2	— 13.3	—	1.2	1.5	2.0	NE 20	NE 14	NE 6	10	10	10	1.6	* ⁰ n ↘ n1a U ∞ a2p3
	21.4	22.1	23.5	— 0.4	— 1.6	— 5.9	— 2.6	—	4.3	4.1	2.9	0	0	NE 6	10	10	10	0.6	* ⁰ n ≡ U n1a2p3 [≡ n1

Таблица А. Новороссійскій портъ.

№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра. Максимумъ.			
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9						
1900.																								
176	18 февр.	54.3	55.1	58.0	0.2	1.6	- 2.0	- 0.1	- 2.2	3.7	3.8	3.8	NNE	6	NNE	7	NNE	12	10	10	2	—	*n1.	
	19 »	58.3	57.5	54.2	- 1.4	2.4	1.0	0.7	- 3.7	4.0	3.1	4.0	NE	14	NNE	14	NNE	18	2	2	2	—	↘p3.	
	20 »	54.1	55.0	56.9	3.0	15.2	6.0	8.1	0.6	4.5	5.8	4.7	0	0	0			5	8	3	0.0			
177*	23 »	53.7	53.5	54.5	11.9	15.5	11.0	12.8	8.2	5.9	5.4	4.8	0	NE	6	NE	6	10	10	10	—		Уфа 789.	
	24 »	55.8	56.2	56.8	5.6	7.4	0.0	4.3	0.0	5.9	4.2	4.3	NNE	12	NNE	16	NNE	18	9	9	4	—	⊕2p3 ↘2,3.	Елабуга 787.
	25 »	57.3	59.8	61.4	- 2.9	0.2	- 0.5	- 1.1	- 3.3	3.6	4.7	4.3	NNE	18	NNE	10	NNE	14	10	7	10	—	↘n1 ↘1.	Восточ. губ. 783.
	26 »	62.0	62.4	62.9	- 2.4	- 0.2	0.1	- 0.8	- 3.3	3.7	4.4	3.7	NNE	12	NNE	16	NNE	12	10	10	3	0.0	*S a2 ↘2.	Оренбургъ 782.
	27 »	62.5	62.6	62.6	2.2	9.9	1.8	4.6	- 1.3	4.2	5.5	4.7	0	SW	2	0		6	7	1	—	⊔n1.	Восточ. губ. 775.	
178	4 марта	45.9	51.9	56.9	12.8	8.8	3.4	8.3	3.2	6.5	7.5	4.1	ESE	24	WSW	8	N	4	10	10	10	4.5	↘n1 ●na2p.	
	5 »	56.7	53.4	53.7	1.4	2.2	0.2	1.3	0.0	2.8	3.2	4.0	NE	8	NE	16	NE	4	10 ²	10 ²	10 ²	—	↘2.	
	6 »	56.2	56.2	58.4	- 1.2	6.8	1.4	2.3	- 3.1	2.6	5.2	4.8	0	WSW	8	0		5	7	10	3.4	⊔n1 ●p.		
179	11 »	74.4	73.4	73.5	1.2	1.4	1.7	1.4	- 6.0	4.4	4.7	4.5	SSW	4	0	0		10	10	10	7.3	*n1a2 Δa2 ●a2p3.		
	12 »	72.4	70.2	65.7	2.7	5.2	3.6	3.8	0.2	3.1	3.1	3.1	ENE	3	ENE	4	NE	15	0	0	4	—	↘3.	
	13 »	58.2	54.9	52.9	- 2.6	2.8	1.9	0.7	- 2.8	2.8	3.6	5.2	NE	6	NNE	10	0		10	10	10	3.7	●3.	
180*	19 »	62.0	62.0	62.5	1.0	4.6	0.6	2.1	0.6	4.6	5.5	4.2	NE	6	NE	6	NE	10	3	3	2	—		Сѣверовост. губ. 786.
	20 »	60.2	59.4	57.8	- 1.8	0.6	- 2.7	- 1.3	- 2.8	3.8	3.8	3.5	NE	14	NE	14	NE	18	3	8	2	—	↘3.	Сѣверн. губ. 785.
	21 »	59.4	59.5	60.5	- 2.6	0.1	- 1.8	- 1.4	- 2.8	3.8	3.3	4.0	NE	18	NE	20	NE	18	7	9	10	0.0	↘n1 ↘1,2,3 *p3.	Озерн. обл., Москва 7
	22 »	60.4	61.3	62.1	- 1.3	2.6	2.3	1.2	- 2.3	4.1	4.0	4.4	NE	14	N	6	NNE	2	10	10	10	1.4	* ⁰ Δ ●n.	Озерн. обл., Самара 7
181*	6 апр.	60.8	62.4	65.2	9.7	12.3	8.8	10.3	4.4	4.5	6.7	7.1	NNE	2	NNE	5	0		10	10	7	1.7	● ⁰ p.	Сѣв. и вост. Росс. 78
	7 »	67.0	66.2	61.2	8.8	14.2	12.6	11.9	5.5	6.4	8.0	6.9	0	ESE	2	NE	19	3 ⁰	3	2 ⁰	—	⊔n1 ↘3.	Ирбитъ 776.	
	8 »	53.3	49.8	48.1	15.0	17.0	10.0	14.0	9.8	4.0	5.7	8.2	NE	18	NE	10	S	4	10	10	10	14.4	↘1.	Финл. и вост. губ. 77
	9 »	50.3	50.2	50.5	9.4	9.6	8.8	9.3	8.7	8.3	8.0	8.0	S	8	S	7	E	2	10	10	10	20.9	●n1a2.	Сѣверн. Росс.
	10 »	53.3	53.4	51.7	4.4	7.1	7.2	6.2	4.2	5.3	5.4	4.2	NE	14	NE	18	NE	20	9	3	9	—	● ⁰ Δ1 ↘2,3.	Мезень 774.
	11 »	49.8	50.4	55.3	5.0	10.5	7.4	7.6	2.9	3.7	3.6	5.3	NNE	24	NE	18	ENE	6	9	4	6	—	↘1,2.	Вологда 770.
	12 »	59.1	59.6	62.0	3.3	8.6	7.2	6.4	1.9	4.5	3.7	4.0	ENE	6	NE	8	NE	8	9	5	3	—		Сред. и южн. Росс. 7
182	23 »	59.3	59.7	58.9	10.7	11.3	10.8	10.9	9.1	8.6	9.1	9.2	SE	8	SE	6	0		10	10	10 ²	1.2	● ⁰ a,p.	
	24 »	57.0	55.8	53.5	11.1	17.4	14.6	14.4	9.8	9.2	9.4	8.6	0	0	NE	16		10	10	10	0.0	● ⁰ p3 ↘3.		
	25 »	47.2	48.1	49.9	13.1	19.0	12.4	14.8	11.5	8.8	10.1	9.5	NE	20	ESE	2	W	2	10	7	9	1.2	↘n1.	
	26 »	52.9	55.6	58.9	10.1	10.2	9.8	10.0	9.5	8.1	7.8	7.6	SSE	8	SW	10	SSE	6	10	10 ²	10	1.7	●n,a.	

Мархотскій переваль. Таблица В.

Мѣсяцъ центровъ.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
Минимума.																			
	17.1	17.4	20.6	- 3.8	- 3.5	- 5.7	- 4.3	-	4.2	4.3	3.9	NE 8	NE 12	NE 16	10	10	10	0.4	* ² n1a2p3 ≡ a2p ² p3
	21.4	20.8	18.5	- 7.3	- 5.8	- 5.1	- 6.1	-	3.4	3.5	3.0	NE 14	NE 14	NE 16	10	10	10	1.5	≡ U n1a2p3 ² p3.
	19.0	19.8	21.2	- 7.7	0.1	6.9	- 0.2	-	2.6	1.9	3.1	NNE 6	NE 4	0	10	5	3	0.2	≡ ² U ² n,1.
ханг. 753., Черн. м.	19.0	18.8	19.2	5.3	4.3	0.8	3.5	-	5.5	5.7	4.9	NE 2	NE 6	NE 4	10	10	10	0.2	≡ ⁰ p,3.
рное море 760.	19.9	20.8	18.7	- 2.3	0.5	- 2.4	- 1.4	-	3.9	4.3	3.8	NE 16	NE 20	NE 34	10	6	10	5.5	U ≡ ² n1p3 ² n1a2p3.
и 760.	19.8	22.0	23.2	- 6.1	- 4.6	- 4.2	- 5.0	-	2.9	3.2	3.3	NE 28	NE 28	NE 28	10	10	10	5.3	↘ U ² ≡ ² n1a2p3.
	24.4	25.5	25.5	- 6.4	- 4.6	- 3.9	- 5.0	-	2.8	3.2	3.4	NE 24	NE 18	NE 16	10	10	10	1.4	↘ U ² ≡ n1a2p3.
строма 757.	26.3	26.4	26.0	- 5.3	- 0.2	1.2	- 1.4	-	3.0	4.5	5.0	NE 2	0	0	10	10	10	0.3	U n1a ≡ n1a2p3.
	10.5	15.7	22.4	10.2	4.9	- 0.6	4.8	-	6.0	6.5	3.9	SSW 28	SSW 10	NE 2	10	10	10	2.6	↘ n1 ≡ ⁰ a2.
	20.1	16.1	16.0	- 2.7	- 1.4	- 3.9	- 2.7	-	3.1	3.5	3.4	NE 14	NNE 16	NNE 14	10	10	10	-	↘ a2p U ⁰ 3.
	19.0	18.6	21.7	- 1.5	3.4	- 1.0	0.3	-	3.9	3.5	4.3	SW 8	SW 20	0	6	8	10	2.7	↘ a2* ⁰ p ≡ ⁰ p3.
	35.9	35.6	35.9	- 2.2	- 1.2	- 1.0	- 1.5	-	3.9	4.2	3.4	SW 14	0	0	10	10	10	2.2	* ⁰ n1a2p3 ≡ n1a2.
	34.1	31.9	28.2	- 3.8	0.3	- 2.9	- 2.1	-	3.0	4.5	4.3	NNE 14	NE 14	NE 12	1	0	2	0.1	≡ n.
	23.4	18.8	16.6	- 6.2	- 3.0	- 1.2	- 3.5	-	2.8	3.5	4.2	NE 24	NNE 10	0	10	10	10	6.4	≡ n1p3 ² n1a* ⁰ p U n1
	24.9	24.9	24.7	- 1.8	- 0.9	- 2.9	- 1.9	-	4.0	4.3	3.7	NE 8	NE 10	NE 16	10	10	10	2.7	U ² ≡ ² n1a2 ² 3.
	22.6	21.0	19.3	- 5.6	- 5.3	- 6.2	- 5.7	-	3.0	3.0	2.8	NE 18	NN 28	NE 34	10	10	10	0.5	↘ U * ² n1a2p3.
	21.0	20.3	22.3	- 6.3	- 4.2	- 5.0	- 5.2	-	2.8	3.3	3.1	NE 28	NE 28	NE 16	10	10	10	0.2	↘ U ≡ n1a2p3.
	22.8	24.0	25.4	- 5.3	- 2.8	- 2.4	- 3.5	-	3.0	3.7	3.8	NE 14	NNE 12	NNE 2	10	10	10	2.4	≡ U n1a2p3* ⁰ nap.
	25.2	26.1	28.3	3.5	7.5	5.0	5.3	3.1	5.9	6.5	6.3	NE 8	NNE 10	NE 8	10	10	8	2.2	≡ 1a ⁰ p.
	30.5	30.7	26.1	3.5	11.4	7.8	7.6	1.9	5.5	7.1	6.7	NE 4	NNE 6	NNE 20	3	2	3	0.1	≡ n ² 3.
есть 743.	19.7	16.8	12.5	3.3	10.7	6.8	6.9	3.0	5.8	6.7	7.4	NNE 20	NNE 18	SW 8	10	10	10	3.3	≡ n1a3 ² n1a2. [n1a2.
ическѣ 748.	11.1	12.2	14.6	6.3	6.2	5.8	6.1	5.3	7.2	7.1	6.9	SW 34	SSW 28	SSW 8	10	10	10	7.8	≡ ² n12p3 ⁰ n1a2p3 ²
рахань 751.	16.3	17.5	15.3	0.4	1.9	3.2	1.8	- 0.7	4.7	5.3	4.0	NE 24	NE 20	NE 28	10	10	4	-	≡ ² n1a2p ⁰ n ⁰ 3 ² n
умъ 751.	13.0	12.6	18.0	- 0.4	5.8	3.2	2.9	- 1.0	3.9	3.9	4.2	NE 20	NE 28	NE 14	10	2	8	1.2	↘ n1a2p. [1a2p3.
и 758.	21.3	21.9	25.7	- 1.0	4.8	3.1	2.3	- 1.3	4.3	3.9	4.1	NE 12	NE 18	NE 10	10	2	2	-	≡ ² n1a ⁰ n U n1 ² a,2.
	22.4	22.8	23.2	6.9	7.8	8.2	7.6	5.7	7.4	7.9	8.1	SW 10	SW 12	SW 2	10	10	10	3.7	≡ n1a2p3 ⁰ p3.
	21.8	21.0	18.9	9.2	12.8	10.1	10.7	7.9	7.9	8.4	8.7	0	NE 6	NE 12	10	10	10	2.2	≡ ⁰ n.
	12.5	13.7	14.8	8.8	14.2	9.8	10.9	8.0	8.5	10.4	8.3	NNE 28	0	SSW 4	10	8	7	4.6	≡ n1a ² n1 < p3.
	15.0	18.5	21.3	6.4	6.3	5.8	6.2	5.4	7.2	7.2	6.9	SW 34	SSW 24	SW 34	10	10	10	2.7	≡ ² n1a2p3 ⁰ nap

Таблица А. Новороссійскій портъ.

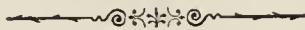
№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе барометра		
		7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9			Максимумъ.		
183*	1900.																						
	5 мая.	57.8	56.5	57.3	15.4	21.4	16.8	17.9	10.8	9.7	9.9	8.7	0	ENE	5	0	7	5	6	0.6	Т ⁰ р.	Сред. Россія 767.	
	6 »	55.3	52.7	51.2	17.1	22.6	18.8	19.5	13.3	8.4	8.6	6.3	ENE 10	NE 12	NE 18	5 ⁰	7	5	0.0	↘з.	Висла 766.		
	7 »	53.3	53.4	52.3	14.3	18.3	14.8	15.8	11.7	8.7	8.7	8.8	NE 6	ENE 2	NE 20	10	8	6	0.0	● ⁰ n1a ↘з.	Приб.г., ср. полоса Рос.		
8 »	55.2	56.5	56.7	14.6	14.6	13.4	14.2	13.3	9.9	10.5	10.1	0	0	0	10	10	10 ²	—	≡a,2.	Южн. пол. Росс. 762.			
184	23 »	62.7	61.3	59.5	15.7	22.5	17.0	18.4	13.1	6.3	6.3	7.4	NNE 10	E 2	NNE 10	1	2 ⁰	0	—				
	24 »	55.2	53.5	52.3	15.8	22.0	18.5	18.8	14.3	5.4	6.5	5.8	NNE 20	NE 18	NE 20	2	8	3 ⁰	—	↘n1,2,3.			
	25 »	52.5	53.1	53.8	16.2	23.1	19.6	19.6	15.3	6.6	5.4	11.0	NNE 12	E 6	0	3	3	0	—				
185*	16 авг.	54.3	54.5	54.1	23.8	30.1	28.0	27.3	20.8	18.0	20.2	9.2	0	SE	3	NNE 9	6	2	0	—	≡ ⁰ n1∞2p.	Западъ Россіи 774.	
	17 »	53.4	53.6	54.3	19.4	27.6	22.6	23.2	18.3	5.2	7.0	6.4	NE 20	NE 12	NE 15	0	2	1	—	↘1,3.	Прибалт. губ. 773.		
	18 »	55.1	55.9	57.7	19.2	26.1	21.4	22.2	16.8	6.3	7.8	6.3	NNE 17	NE 6	NE 8	3	4	1	—	↘n1.	Вильно 770.		
	19 »	57.2	58.1	58.2	19.8	26.6	24.2	23.5	18.3	5.9	7.1	7.9	NE 18	NE 10	ENE 5	2	2	0	—	↘1.	Запад. Россія 770.		
	20 »	58.6	57.6	56.1	24.0	30.0	27.3	27.1	21.3	8.7	9.9	8.3	SE 4	E 4	NNE 6	0	0	0	—		Днѣпръ 767.		
186	24 »	58.8	59.2	57.9	20.4	26.7	21.6	22.9	19.0	11.6	11.0	10.9	ENE 14	E 12	NNE 12	10	5	2	—				
	25 »	55.9	57.1	56.3	16.8	26.0	22.6	21.8	16.5	9.9	10.5	9.4	NNE 18	ENE 14	NE 16	4	3	0	—	↘n,1,3.			
	26 »	56.3	55.1	57.2	17.1	25.8	22.4	21.8	15.3	9.1	8.3	8.5	NE 16	NE 16	E 1	6	7	3	—	↘1,2.			
	27 »	56.7	57.1	58.1	20.2	27.7	22.3	23.4	18.3	12.0	13.7	10.2	NE 12	E 7	0	2	2	0	—				
187*	29 »	55.6	55.1	55.4	22.5	25.9	23.2	23.9	16.8	16.4	15.0	13.4	ESE 5	S 9	S 8	10	7	10	—	< ⁰ з.	Нѣмецкое море 771.		
	30 »	56.9	58.6	59.2	17.2	22.6	16.6	18.8	15.1	11.4	6.4	5.9	NNE 6	NNE 7	NNE 16	4	7	9	—	↘з.	Германія 772.		
	31 »	58.0	56.9	55.3	12.0	20.0	16.0	16.0	11.3	4.0	5.4	3.8	NNE 22	NNE 16	NNE 20	7	9	3	—	↘1,2,3.	Югозапад. Росс. 77		
	1 сент.	54.2	53.8	55.6	13.4	18.2	12.8	15.1	12.8	4.7	6.3	8.7	NE 24	NNE 14	NNE 10	9	10	10	17.2	↘1●р,3Тр.	Зап. и Юг. Россіи 7		
	2 »	57.5	60.2	61.7	10.5	17.9	13.2	13.9	10.1	8.3	9.1	9.5	NNE 16	NNE 9	0	10	3	0	—	●n,1 ↘р,3.	Дунай 765.		
3 »	61.2	60.7	60.4	14.9	23.0	18.8	18.9	11.3	7.7	6.0	8.7	SW 2	E 6	0	0	0	0	—	∩n1.	Кавказъ 767.			
188*	3 ноябр.	65.6	67.3	70.0	5.1	10.8	6.6	7.5	4.6	5.6	5.3	5.4	0	NNW	5	0	5	6	10	—	∩n.	Каргополь-Ирбитъ	
	4 »	70.6	70.1	69.2	4.0	6.3	3.8	4.7	3.8	5.1	4.7	4.4	NE	7	ENE 10	NE 20	5	2	2	—	↘з.	Москва 782.	
	5 »	67.3	65.4	65.1	1.7	5.2	2.4	3.1	1.5	3.6	3.6	3.3	NE	14	NE 16	NW 5	8	7	4	—	↘2.	Москва 782.	
	6 »	62.6	65.1	65.3	3.3	6.1	3.6	4.3	2.4	1.5	3.4	2.8	NE	24	NE 4	NE 5	3	2	0	—	↘1.	Арханг.-Харьковъ	
	7 »	66.6	65.3	66.1	—	1.7	2.5	0.8	0.5	—	2.3	3.2	3.3	NE	12	NE 14	NE 20	3	2	1	—	↘р,3.	Пермь-Харьковъ 7
	8 »	68.8	68.3	67.5	1.9	7.0	1.8	3.6	0.1	2.9	3.3	3.9	WNW	3	SW 6	NE 14	0	0	1	—	↘р.	Ирбитъ-Харьковъ	
	9 »	67.0	66.0	65.0	0.5	4.8	1.0	2.1	0.2	4.0	3.9	3.8	W 6	NW 2	NE 15	4	3	2	—	↘з.	Ураль781. УстьМе.		
10 »	65.1	64.7	64.8	—	0.7	1.6	0.4	—	1.0	3.9	3.5	4.3	NE	12	ENE 12	NE 12	1	2 ²	1	—		Елабуга 781. Луга	

Мархотскій переваль. Таблица В.

Мѣсто центръ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9		
Минимума.																			
Питъ 741.	22.8	21.7	22.8	13.2	19.5	13.8	15.5	8.0	8.3	8.2	8.0	NE 6	NE 14	NE 8	6	3	7	—	Тр.
Питъ 740.	20.3	17.8	15.4	10.8	18.0	14.8	14.5	5.8	8.1	8.3	6.3	NE 10	NE 18	NE 24	3	4	6	0.3	☉a2p3.
Питъ 751.	18.3	17.6	17.0	6.9	12.7	10.6	10.1	6.6	7.1	7.8	8.2	NNE 8	NNE 18	NNE 18	10	7	6	0.2	☉n a2p3.
Питъск. море.	20.4	21.5	21.7	10.0	10.2	10.1	10.1	9.4	9.2	9.3	9.2	0	0	SSW 4	10	10	10	0.3	☉na2p≡n1a2p3.
	27.0	26.0	23.7	10.8	17.5	12.5	13.6	9.0	6.7	7.1	8.1	NE 20	NE 18	NE 24	0	1	1	—	☉n1a2p3.
	20.3	18.3	17.1	11.0	16.8	13.7	13.8	8.5	6.0	7.1	6.3	NE 28	NE 28	NE 34	2	5	4	—	☉n1a2p3.
	17.7	18.4	19.0	10.4	17.9	14.6	14.3	8.8	6.9	6.9	7.4	NE 16	NE 16	NE 14	2	2	0	—	☉n1a2.
Питъ-Уфа 750.	20.6	21.1	19.8	20.6	26.6	23.1	23.4	20.0	18.1	19.7	11.6	SW 8	SW 2	NNE 24	10	1	0	—	☉n1∞a2p;☉p3.
Питъ-Уфа 750.	18.8	18.9	18.7	14.4	22.6	17.7	18.2	13.9	6.0	7.6	6.1	NNE 24	NNE 28	NNE 28	0	1	2	—	☉n1a2p3,☉n1a2p3.
Питъ-Оренбургъ 753.	19.8	20.8	22.5	14.1	21.0	15.7	16.9	9.9	6.5	7.3	6.4	NNE 24	NNE 24	NE 24	4	3	1	—	☉n1;a2p3∞a2p3.
Питъ 754. Сочи 759.	23.0	23.4	23.6	15.0	21.9	18.0	18.3	12.2	5.4	6.6	8.8	NE 20	NNE 20	NE 16	1	1	0	—	☉n1a3p3∞a2;p3.
	23.8	23.8	22.3	18.9	25.0	22.1	22.0	15.9	8.4	8.8	6.8	NE 10	NNE 12	NE 14	0	0	0	—	☉n1a2p3.
	22.7	23.5	22.1	15.2	22.4	17.1	18.2	13.8	11.5	10.8	9.4	NE 24	NNE 28	NNE 34	9	3	1	—	☉n,1a2p3∞a2<p.
	21.6	21.4	20.5	12.6	21.7	18.2	17.5	12.1	9.2	10.5	9.2	NNE 28	NE 18	NE 28	9	1	2	—	☉n1a2p3.
	20.1	19.7	22.2	11.3	21.2	18.0	16.8	10.3	8.7	8.0	10.0	NNE 24	NNE 34	NNE 18	4	4	1	—	☉n1a2p3∞a2p.
	20.9	21.9	23.9	13.6	21.8	19.2	18.2	11.2	9.6	10.3	10.7	NNE 20	NNE 16	NE 4	1	1	0	—	☉n1a2.
Питъск. губ. 752.	21.0	20.3	21.2	18.4	19.9	19.1	19.1	16.0	15.0	12.8	12.3	SW 12	SW 18	SW 18	9	8	5	—	☉a2p3<23.
Питъск. Оренбургъ 753.	22.0	23.5	23.2	12.5	17.5	11.8	13.9	11.7	10.8	7.5	6.6	NNE 16	NE 20	NE 24	10	6	7	—	☉n1;a2p3≡1.
Питъск. 749.	22.0	20.5	18.5	7.8	14.9	12.4	11.7	6.8	7.6	6.0	3.6	NNE 28	NE 28	NE 34	3	10	3	—	☉n1a2p3. [∞a2.
Питъск. 748, Чер. м. 756.	18.9	18.8	20.4	8.8	13.7	9.4	10.6	8.2	5.2	6.7	8.8	NNE 24	NE 28	NE 20	9	10	10	14.7	☉n,1a2p3≡2☉p3.
Питъск. Казъ, Финлянд. 747.	21.0	24.2	26.5	6.8	11.6	8.8	9.1	6.4	7.4	8.8	7.8	NNE 24	NNE 14	NE 4	10	4	0	0.4	☉n1;a≡☉n1a∞p3
Питъск. 746.	25.2	25.9	25.9	9.6	18.6	15.4	14.5	5.7	5.9	7.5	7.9	NNE 10	NE 8	NE 6	0	0	0	—	☉n1.
Питъск. Раханъ 759.	28.9	80.8	32.9	3.4	7.3	2.6	4.4	2.6	5.5	5.6	5.3	0	N 4	NE 8	2	7	9	0.2	
	32.6	31.2	31.7	0.4	1.0	0.2	0.5	0.2	4.7	4.4	4.6	NE 18	NE 24	NE 20	10	7	8	—	☉n1a2p3≡n1a.
	30.4	28.7	26.7	— 2.2	0.1	— 2.8	— 1.6	— 2.8	3.7	3.4	3.7	NE 20	NE 20	NE 24	6	7	2	—	☉n1a2p3.
	25.8	27.0	26.9	— 3.9	0.6	— 1.0	— 1.4	— 6.2	2.9	3.5	3.3	NE 20	NE 16	NE 16	1	1	1	—	☉n1a2p3.
	27.4	27.9	27.7	— 5.8	— 2.0	— 3.9	— 3.9	— 5.9	2.9	3.1	3.4	NE 18	NE 34	NE 18	9	6	5	—	☉n1a2p3∞n1a.
	30.2	30.6	29.6	— 6.4	— 0.9	— 2.6	— 3.3	— 6.7	2.8	3.2	3.8	NE 16	NE 20	NE 20	10	0	10	—	☉n1a2p3≡n1p3∞n1
Питъск. Станзундъ 738.	27.4	28.0	27.4	— 3.4	— 1.4	— 3.4	— 2.7	— 3.4	3.5	4.1	3.5	NE 18	NE 24	NE 24	10	2	10	0.2	☉n1a2p3∞n1a≡n1ap3
Питъск. Дѣ 743.	27.9	27.6	27.2	— 4.8	— 3.6	— 4.1	— 4.2	— 5.2	3.2	3.5	3.4	NE 16	NE 14	NE 16	10	10	10	0.3	☉n1a2p3☉n1p3.

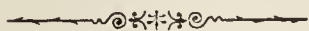
Таблица А. Новороссійскій портъ.

№№	Годъ, мѣсяцъ и число.	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направленіе и сила вѣтра.			Облач- ность.			Осадки.	Примѣчанія.	Положеніе бароме- Максимама.				
		7	1	9	7	1	9	Среди.	Мини- мумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9							
	1900.																								
189*	13 ноябр.	61.5	61.0	62.5	6.6	15.6	4.1	8.8	4.1	3.9	4.9	4.4	0	0	NE 10	1	3	3	—					Екатеринбургъ 780.	
	14 »	63.6	62.9	61.4	0.8	3.6	6.2	3.5	—	0.7	3.4	3.8	3.1	NE 14 N 16	NE 20	1	3	1	—	↙ 2,3.				Ирбитъ-Москва 775	
	15 »	59.4	58.9	60.6	5.8	5.8	2.7	4.8	1.8	3.1	2.8	3.7	NE 20	NE 18	0	1	2	0	—	↙ 1,2.			Сѣверов. и Зап. Росс.		
	16 »	60.1	60.8	62.0	8.0	12.2	9.9	10.0	1.4	2.1	1.9	2.2	ENE 10	ENE 10	E 7	2	2	0	—				Чердынь-Курскъ 77		
	17 »	62.1	61.4	60.6	4.0	15.4	8.4	9.3	3.3	2.8	7.5	2.8	NW 20		WNW 4	1	1	0	—				Вост. и югов. Росс.		
	18 »	59.2	61.2	61.7	7.4	7.5	5.2	6.7	3.1	1.8	2.9	2.7	ENE 24	WSW 2	ENE 12	2	0	0	—	↙ 1.				Екатеринбургъ 776	
	19 »	63.7	63.9	64.5	2.2	16.3	8.0	8.8	1.8	3.5	7.3	4.5	0	0	0	0	1	0	—	∞ ⁰ n,1.				Астрах. 773, Куопіо	
	20 »	64.9	64.8	65.5	5.7	14.8	8.3	9.6	4.3	5.3	7.0	5.7	0	SE 30	0	0	0	0	—	∞ n1.				Прибал. губ. 777.	
	21 »	67.5	66.6	67.0	0.4	0.4	—	1.0	—	0.1	—	1.0	3.7	4.4	3.5	SNE 9	NE 16	NE 20	10	10	2	—	↙ 2,3.		Вел. Луки-Курскъ
	22 »	67.4	67.7	66.2	4.8	7.5	7.5	6.6	—	1.0	1.7	2.3	4.9	NE 28	NE 10	0	1	1	1	—	↙ 1.			Харьковъ 779.	
	23 »	63.8	62.3	61.2	9.1	13.5	10.0	10.9	3.3	5.7	5.1	3.7	ENE 3	NE 4	E 5	7	1	0	—					Донъ и Кавказъ 77	
190	8 дек.	57.0	56.0	56.4	8.5	13.1	13.4	11.7	7.3	6.5	6.1	6.4	NE 9	NE 8	ENE 3	9 ⁰	10	9	—						
	9 »	57.9	60.0	62.8	12.2	4.0	2.4	6.2	2.3	7.6	5.1	4.7	0	NE 16	NE 18	10 ⁰	8	2	—	↙ 2,3.					
	10 »	63.9	63.3	62.3	1.6	5.3	8.0	5.0	1.1	4.4	5.0	5.6	NE 16	NE 12	ENE 5	9 ⁰	2	0	—	↙ 1.					
	11 »	60.3	58.0	58.7	6.4	11.4	7.0	8.3	4.9	6.1	7.4	4.6	0	0	0	S ⁰	10	10	2.3	∞ n ● 0 p 3.					



Мархотский переваль. Таблица В.

Мѣсяцъ центровъ	Барометръ.			Температура воздуха.					Абсолютная влажность.			Направление и сила вѣтра.			Облачность.			Осадки.	Примѣчанія.			
	7	1	9	7	1	9	Средн.	Минимумъ.	7	1	9	7	1	9	7	1	9					
Минимума.																						
Катеринбургъ 755.	25.3	25.5	26.5	0.5	2.2	- 1.7	0.3	- 1.9	3.6	4.6	4.0	NE	2	NE	2	NE	10	1	1	10	0.5	≡p3.
	26.5	26.5	25.8	- 4.7	- 3.2	- 3.6	- 3.8	- 4.9	3.2	3.6	3.5	NE	12	NE	14	NNE	12	10	10	10	0.6	≡Un1a2p3.
	23.6	23.0	22.7	- 6.9	- 4.3	- 5.7	- 5.6	- 7.9	2.7	3.3	3.0	NE	14	NE	14	NE	12	10	10	10	0.1	≡Un1a2p3.
	24.6	25.3	26.0	- 8.1	- 4.1	- 5.8	- 6.0	- 9.0	2.4	3.4	2.2	NE	6	NE	10	NNE	4	10	10	10	0.1	≡Un1a2p3.
	26.4	25.8	24.3	3.3	1.1	- 5.0	- 0.2	- 7.2	3.1	4.6	3.1	0		E	2	NE	8	1	1	10	-	≡p3U3.
	23.2	23.6	25.4	- 7.5	- 1.8	- 3.1	- 4.1	- 7.6	2.5	3.8	3.1	NE	18	NE	14	NE	10	10	1	1	-	≡U↙n1.
	27.5	28.2	28.5	5.2	7.5	6.8	6.5	- 4.8	3.0	4.9	4.7	0		0	0		0	0	0	0	-	∩3.
	28.8	28.8	29.1	8.0	11.2	3.1	7.4	3.1	5.0	6.0	6.3	0		SW	6	NE	6	0	0	1	-	∩n1.
	28.6	28.1	25.4	- 4.2	- 4.0	- 6.4	- 4.9	- 6.5	3.8	3.4	2.8	NE	24	NE	28	NE	40	10	10	10	0.7	↙U≡n1a2p3.
	29.7	31.3	30.7	- 1.0	0.2	0.6	- 0.1	- 8.0	1.6	2.7	2.5	NE	24	NE	12	NNE	2	0	1	0	-	↙n1a.
	27.9	26.6	25.4	- 0.1	8.1	1.8	3.3	- 1.6	2.9	5.2	3.6	NNE	2	NE	10	NE	4	7	1	1	-	
	21.4	20.9	21.3	2.1	4.1	2.7	3.0	2.0	6.1	6.1	5.6	NE	10	NE	10	NNE	6	10	10	10	0.8	≡ ² n1a2p3.
	23.0	24.0	25.4	1.7	0.2	- 1.0	0.3	- 1.0	5.2	4.7	4.3	NE	6	NE	18	NE	20	10	10	10	0.9	≡n1a2p3↙a2p3U3
	27.1	26.9	26.6	- 2.3	- 0.8	- 0.3	- 1.1	- 2.3	3.9	4.3	4.5	NNE	28	NNE	16	NNE	10	10	10	10	0.9	≡n1a2p3↙n1a2
	24.7	22.8	23.2	- 1.6	- 0.2	- 1.4	- 1.1	- 1.9	4.1	4.5	4.1	0		NE	2	NE	4	10	10	10	6.4	≡Un1a2p3. [Un1.



Н. А. Корстелевъ. Новороссійская бора.

Бора въ Новороссійскѣ 17-24 декабря 1899 года.



I.

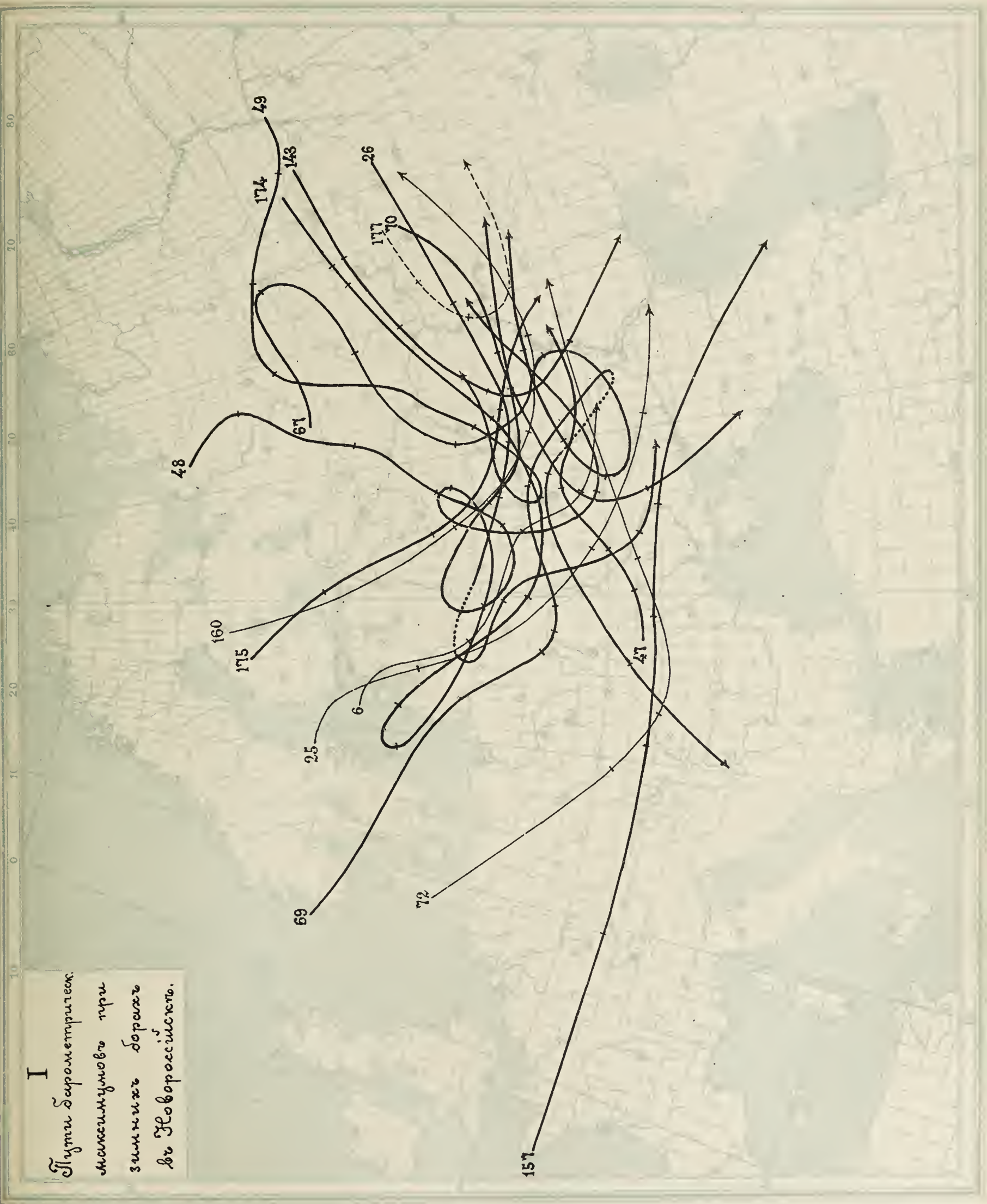
Обледеженный пароходъ Русскаго Общества «Игорь» въ Новороссійской бухтѣ.



II.

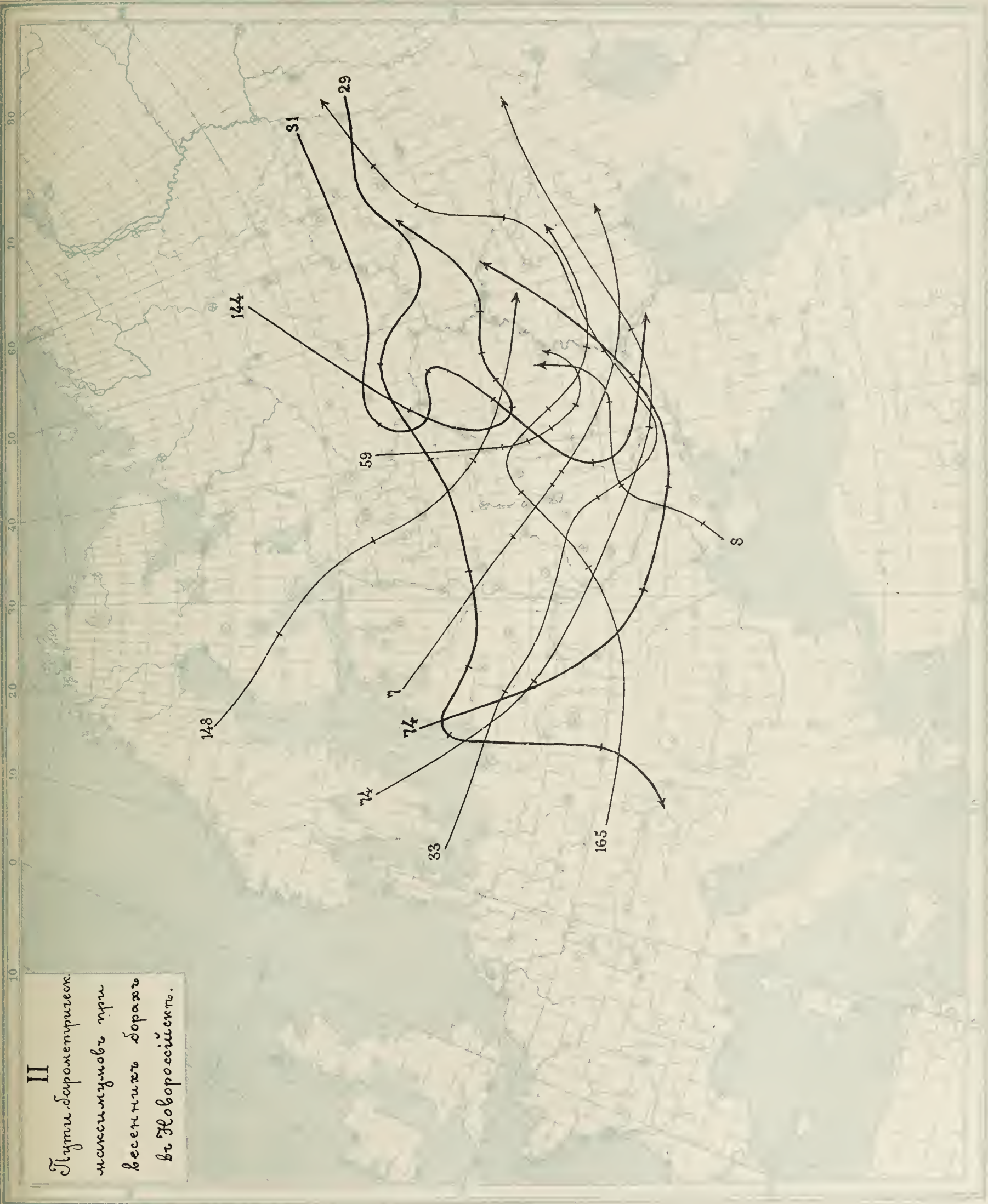
Обледеженная набережная Новороссійска.

I
Пути барометрических
максимумовъ при
зимнихъ борахъ
въ Новороссійскую.

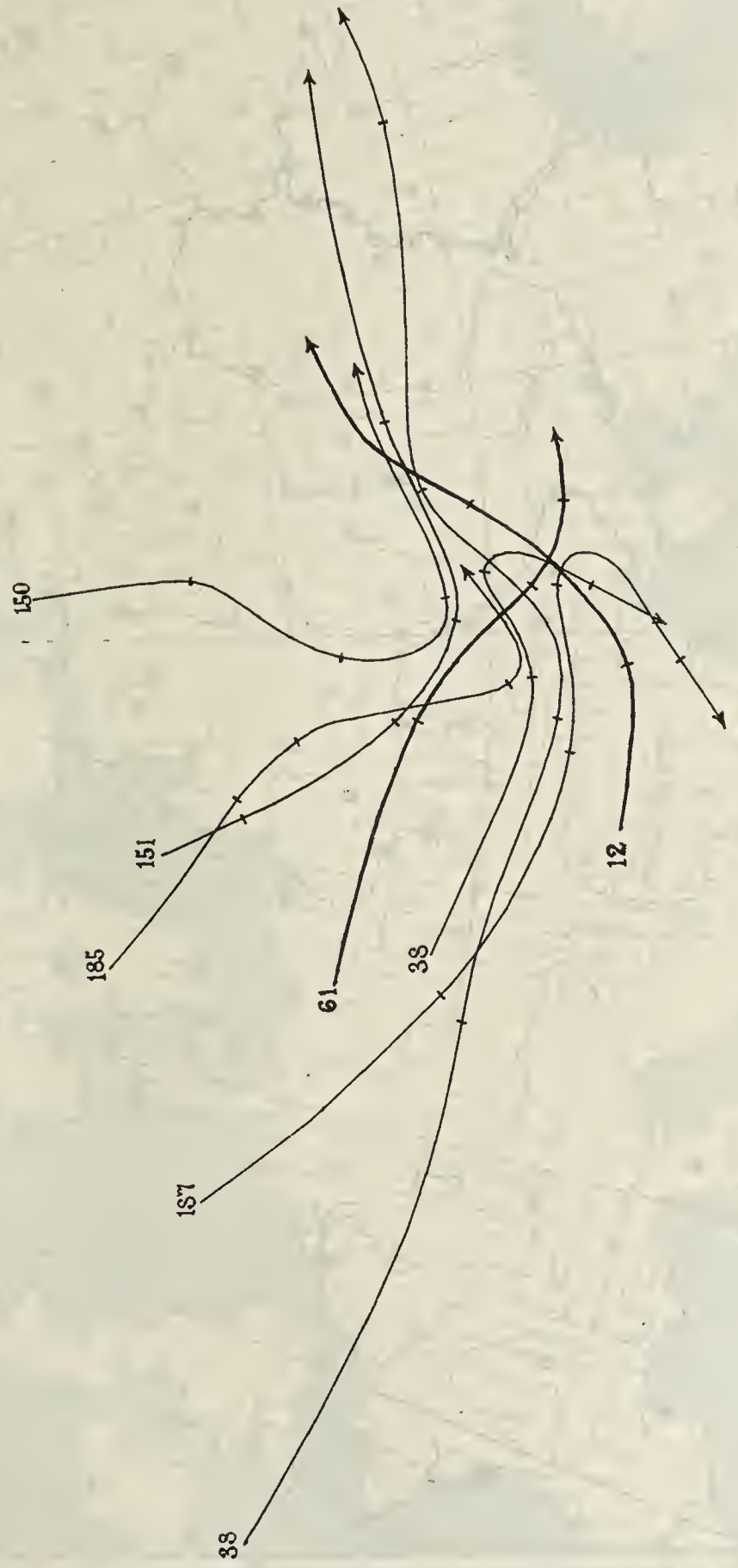


II

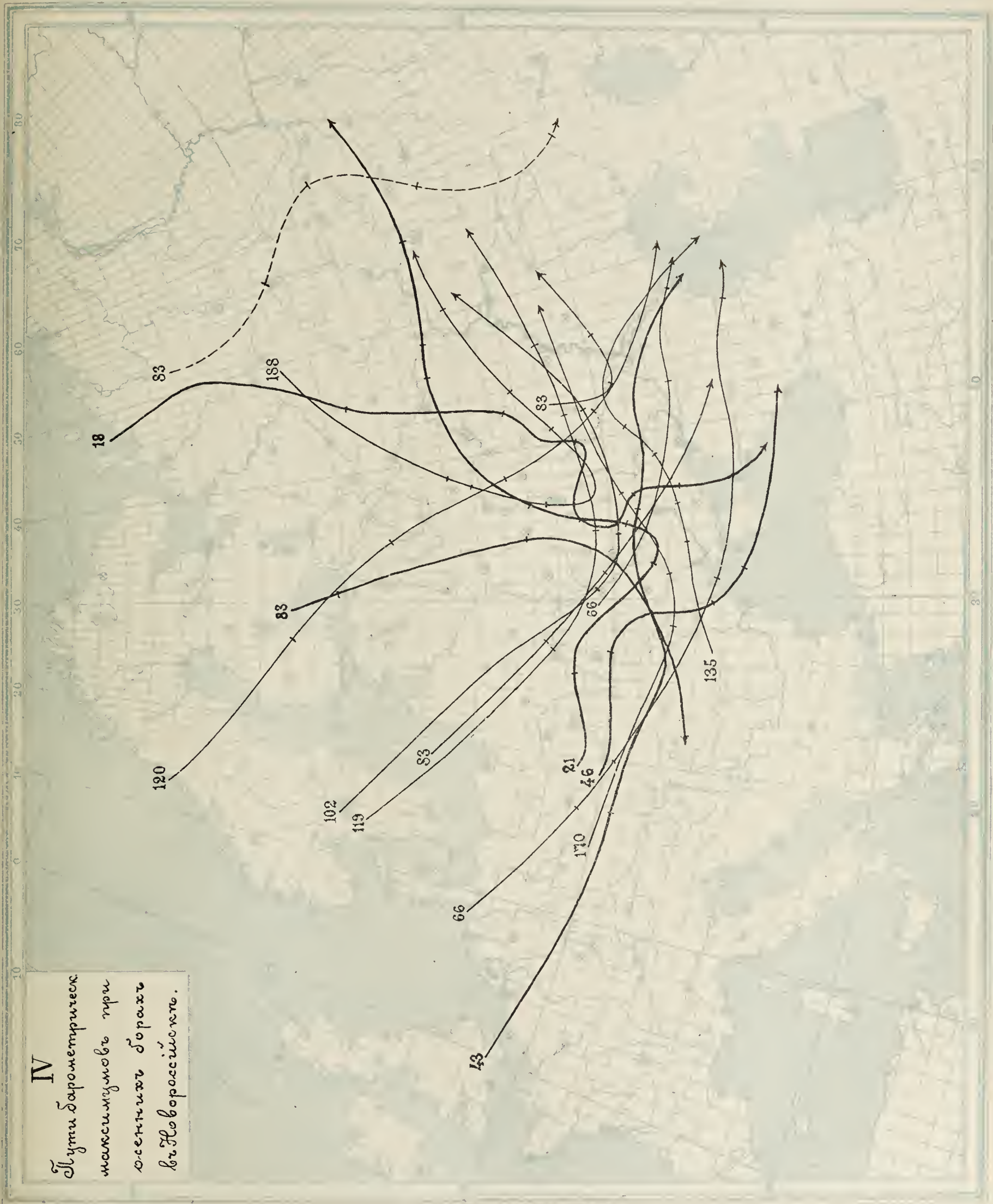
Пути барометрических
максимумов при
весенних бурях
в Новороссійскъ.



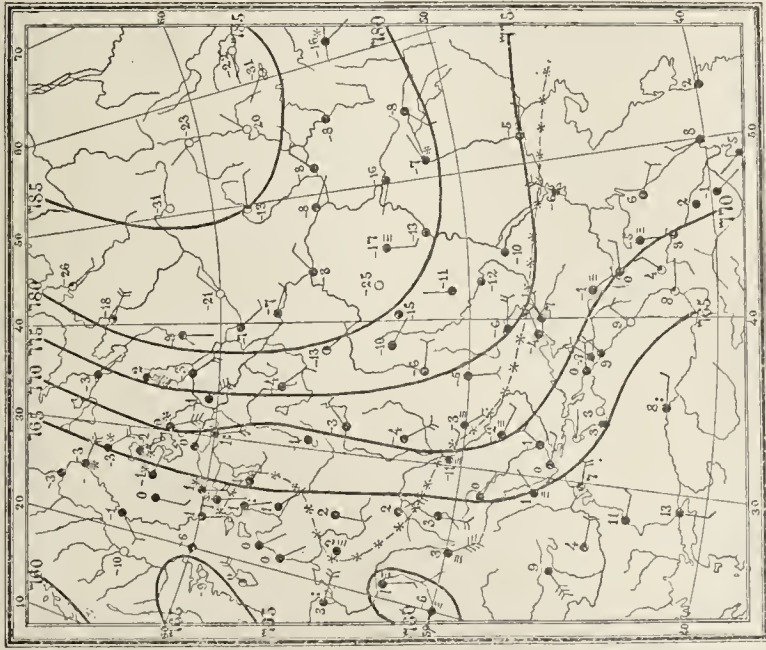
III
Пути барометрических
максимумов при
летних дождях
в Новороссии.



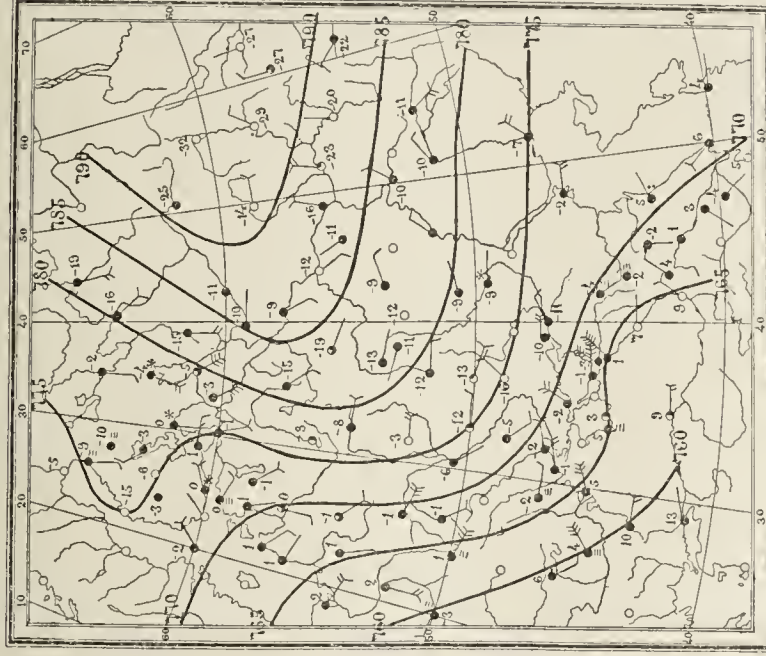
IV
Пути барометрических
максимумовъ при
осеннихъ борахъ
въ Новороссійскѣ.



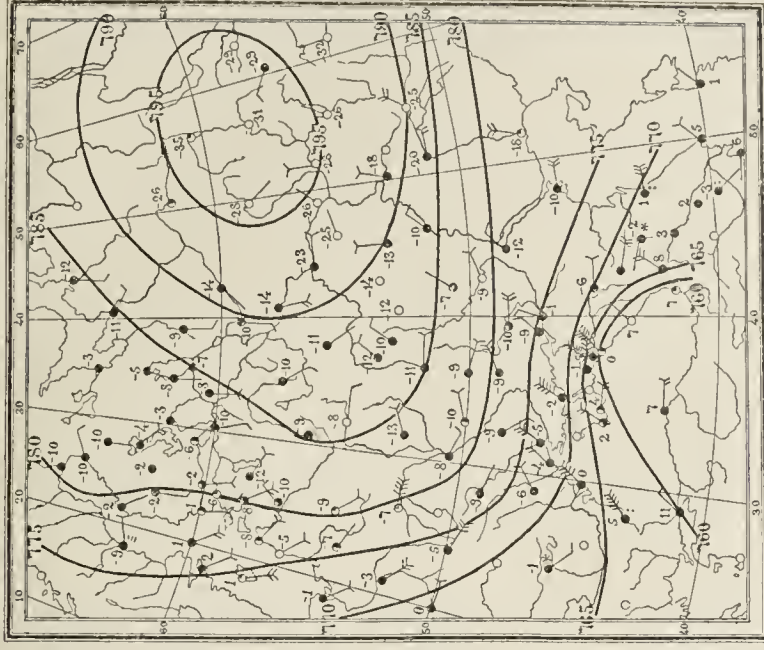
16 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



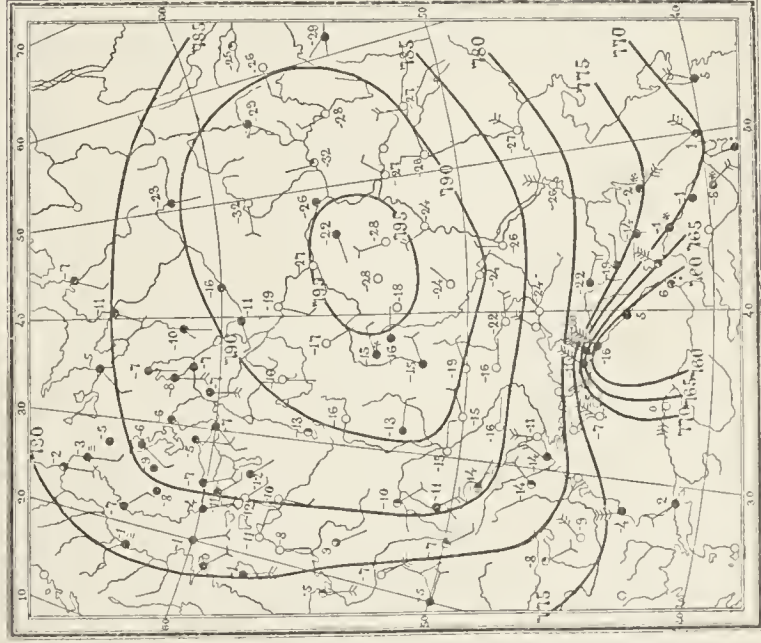
17 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



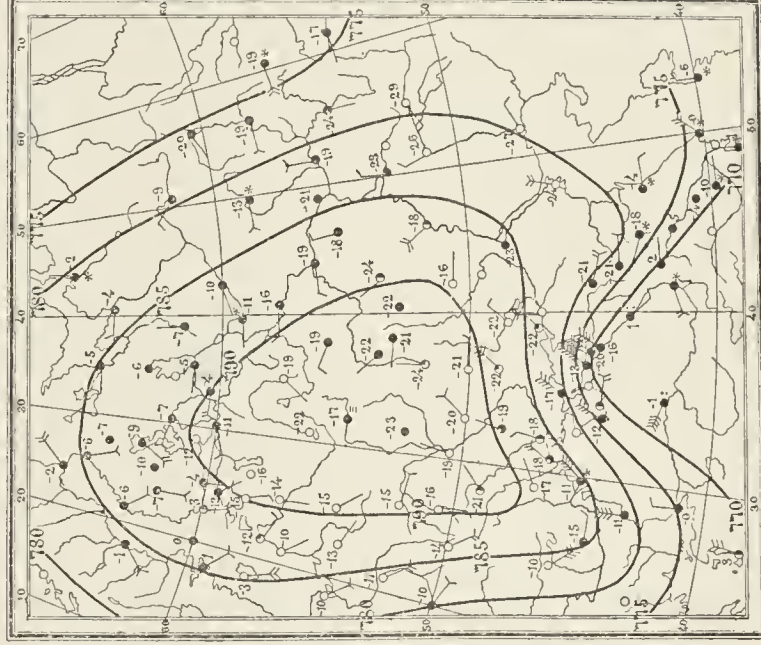
18 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



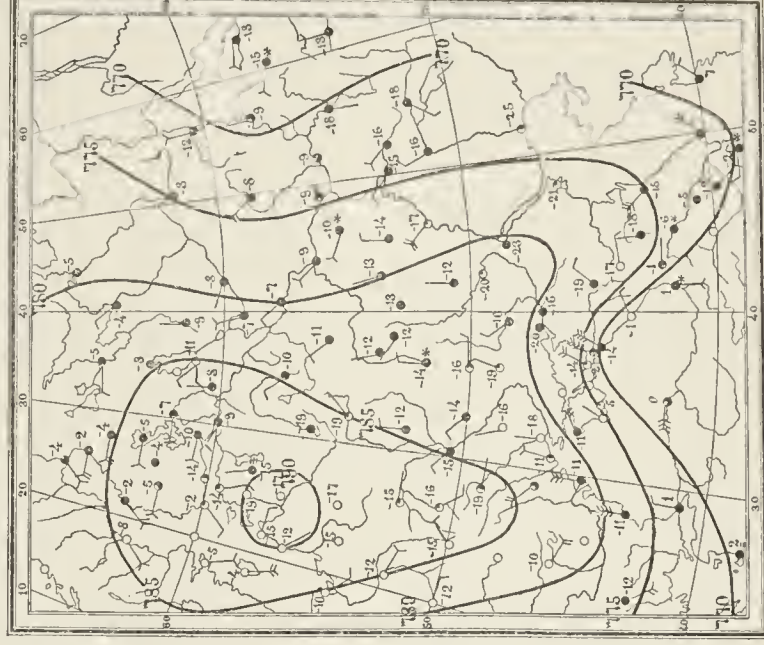
19 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



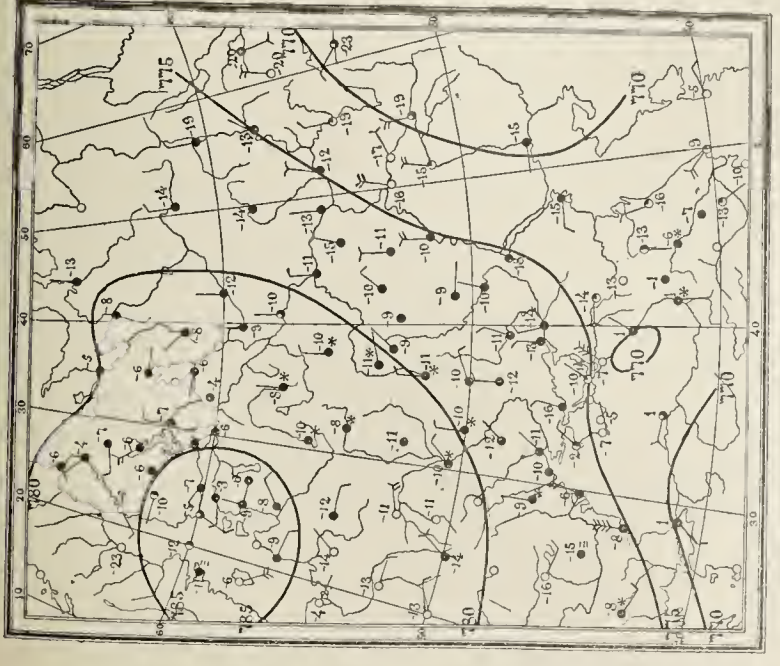
20 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



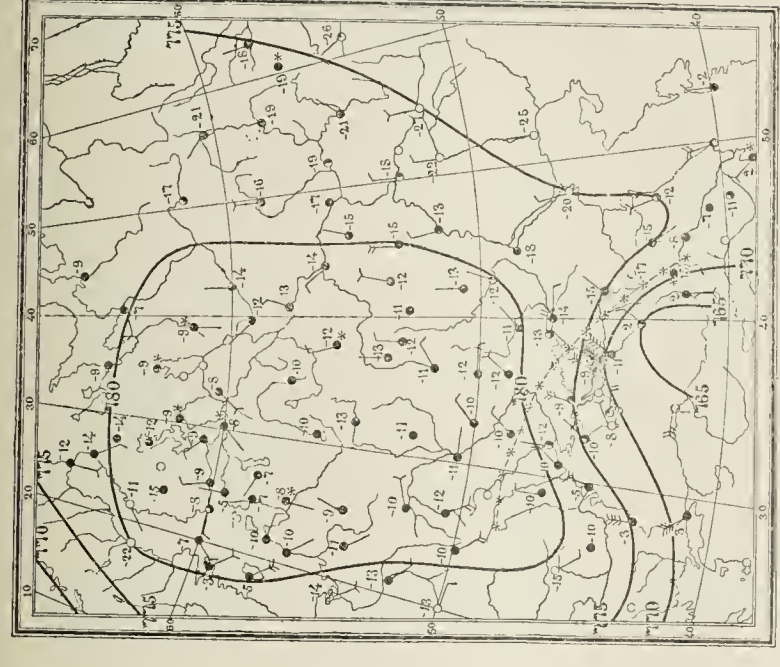
21 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



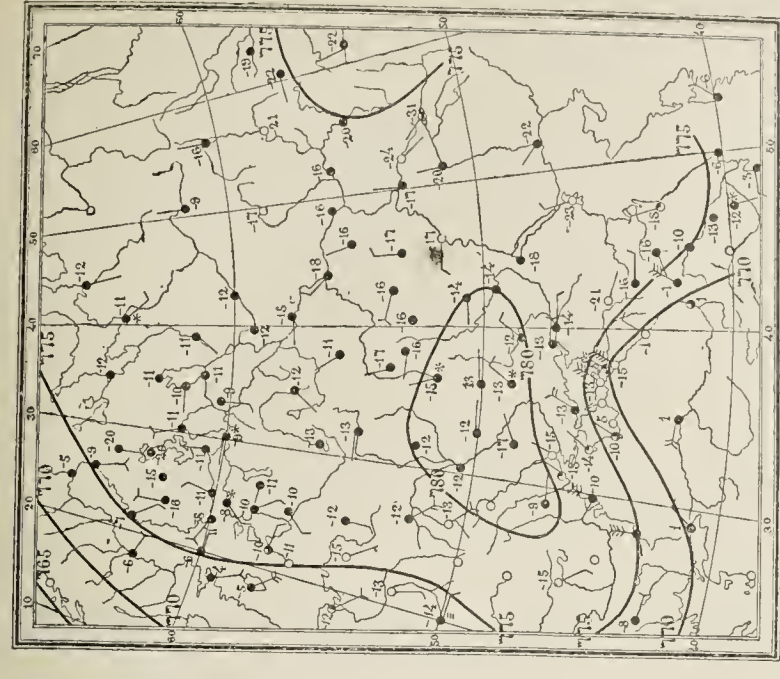
22 декабря 1899 г., 1 ч. утра.



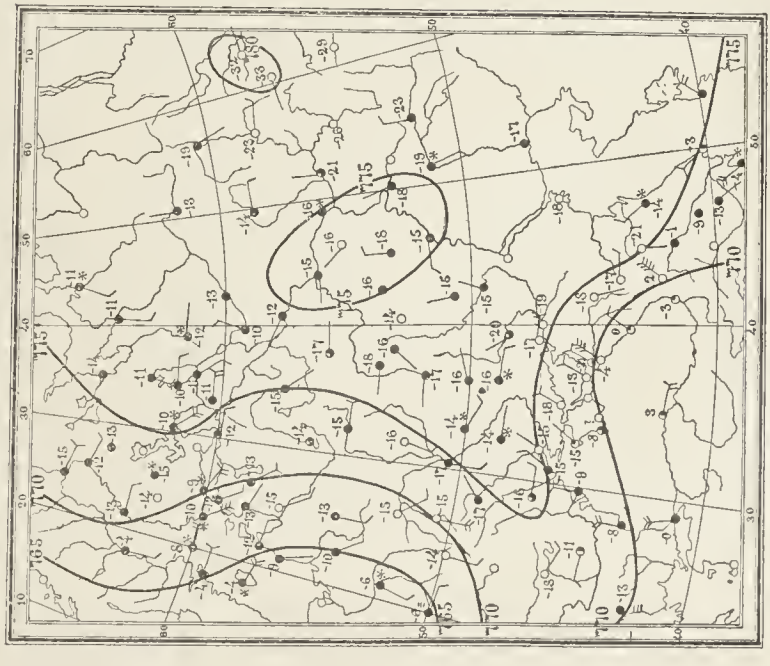
23 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



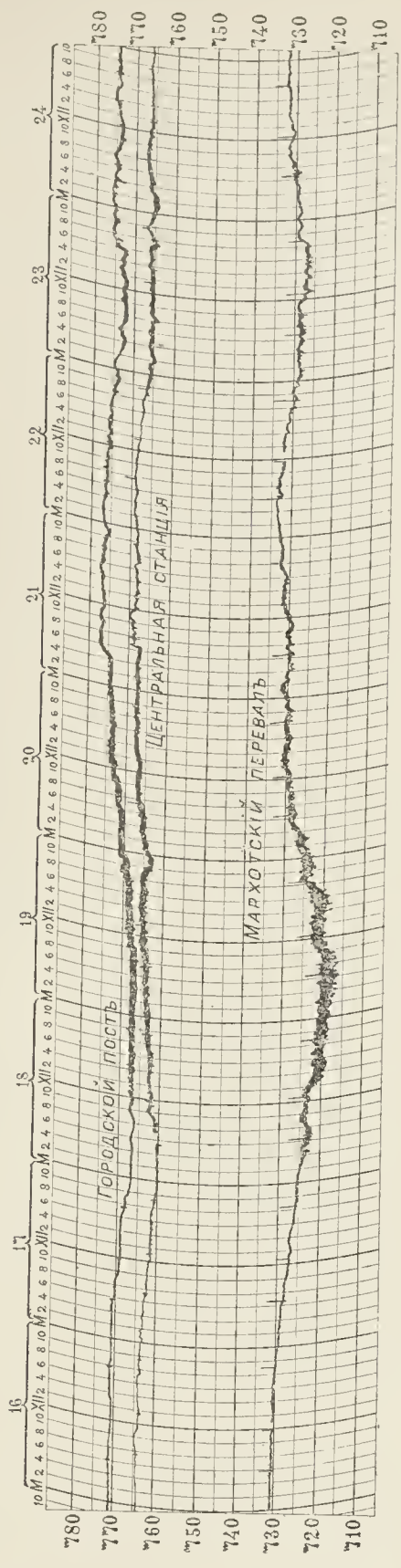
24 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



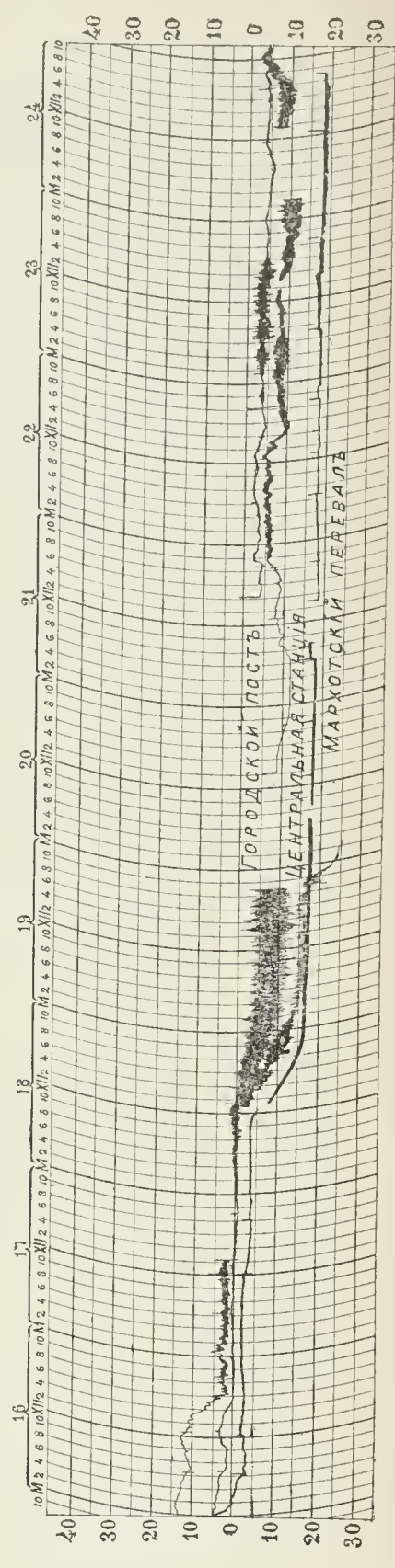
25 декабря 1899 г., 7 ч. утра.



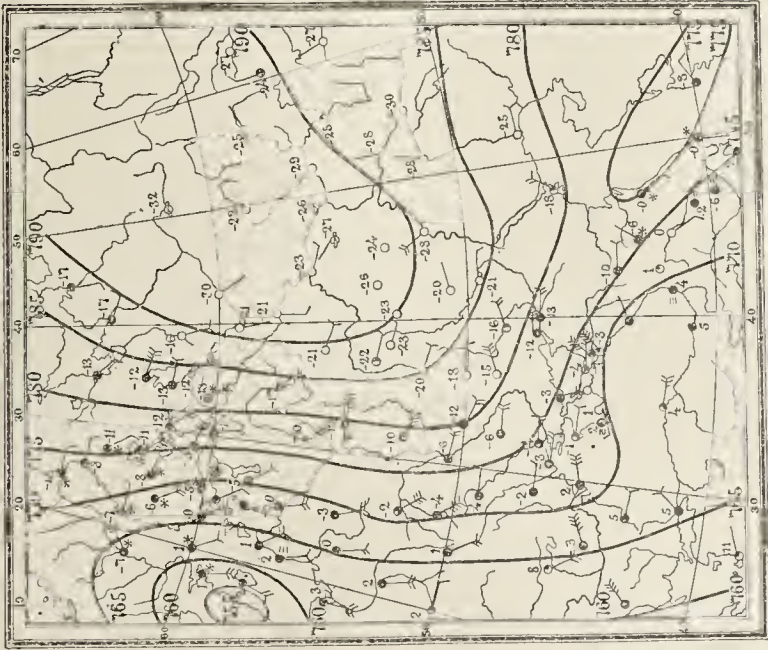
Декабрь 1899 г. Барографъ.



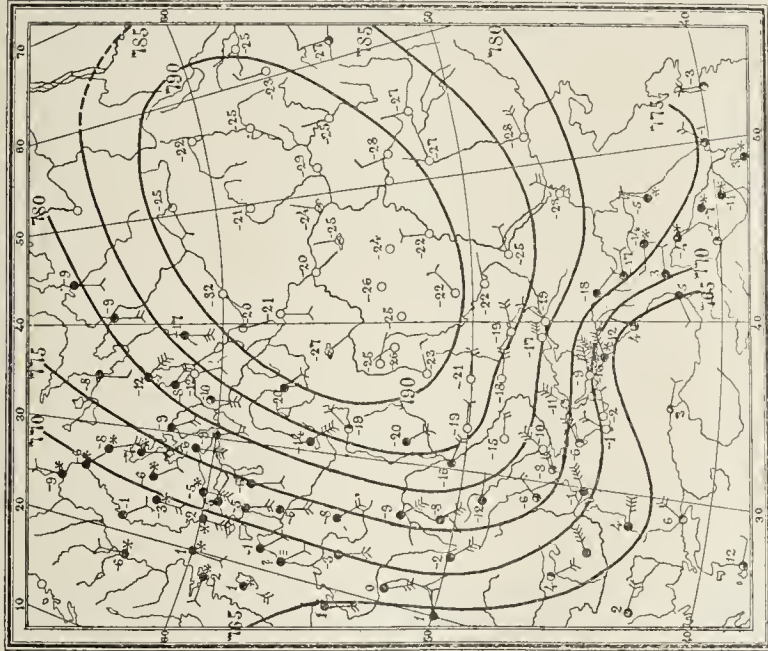
Декабрь 1899 г. Термографъ.



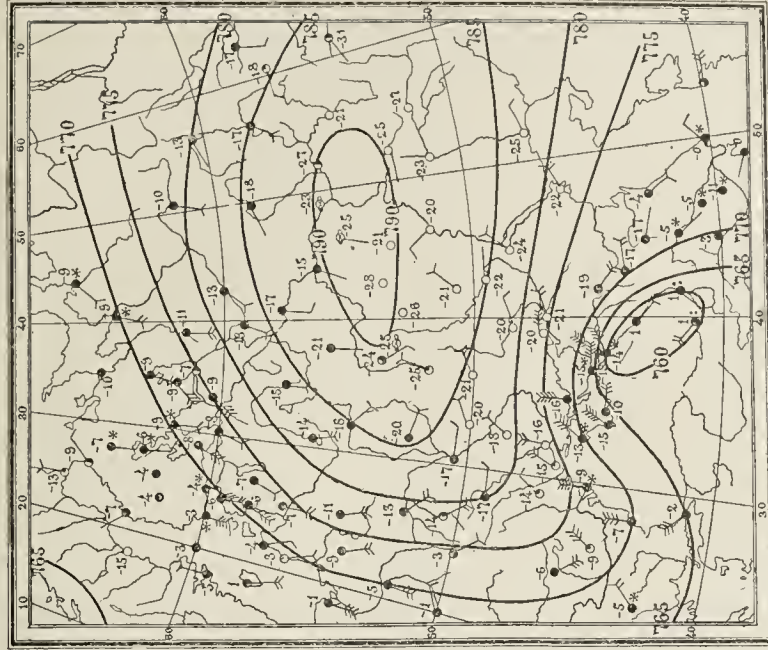
7 марта 1898 г., 7 ч. утра.



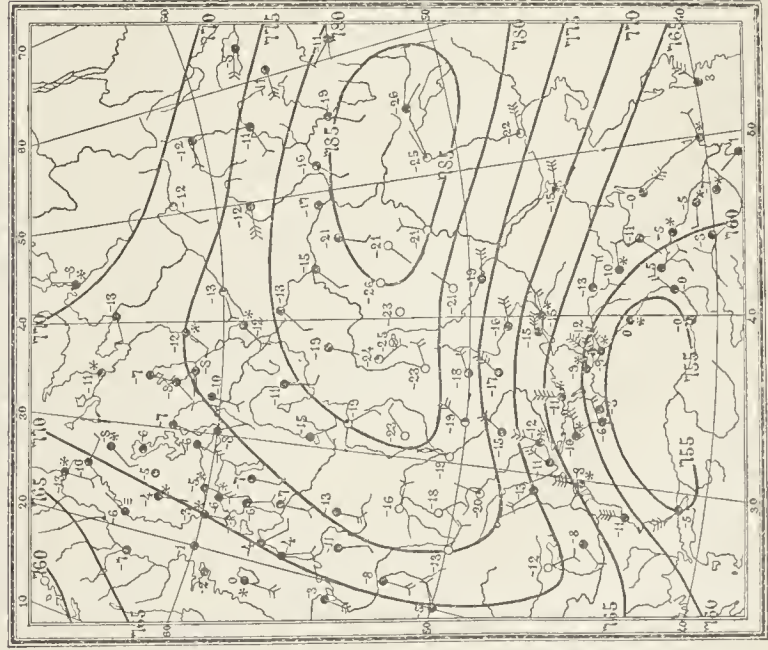
8 марта 1898 г., 7 ч. утра.



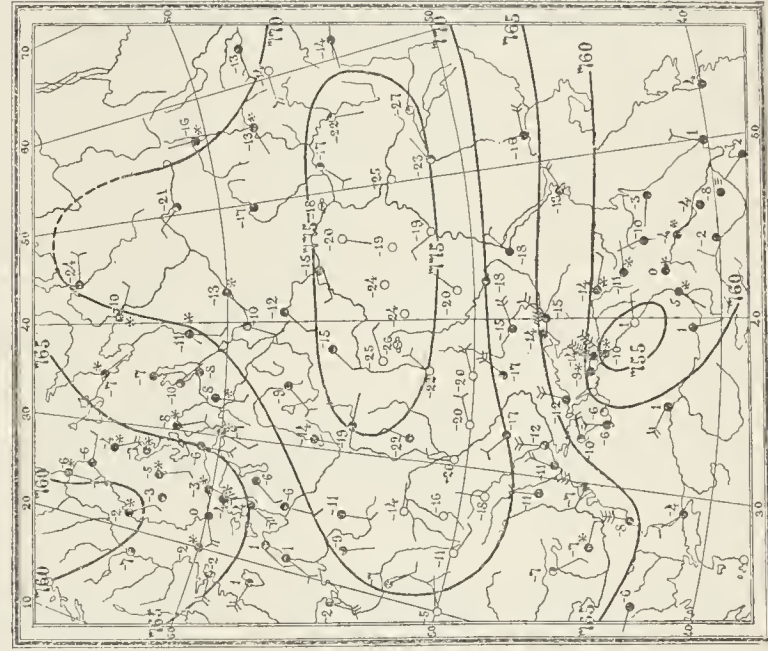
9 марта 1898 г., 7 ч. утра.



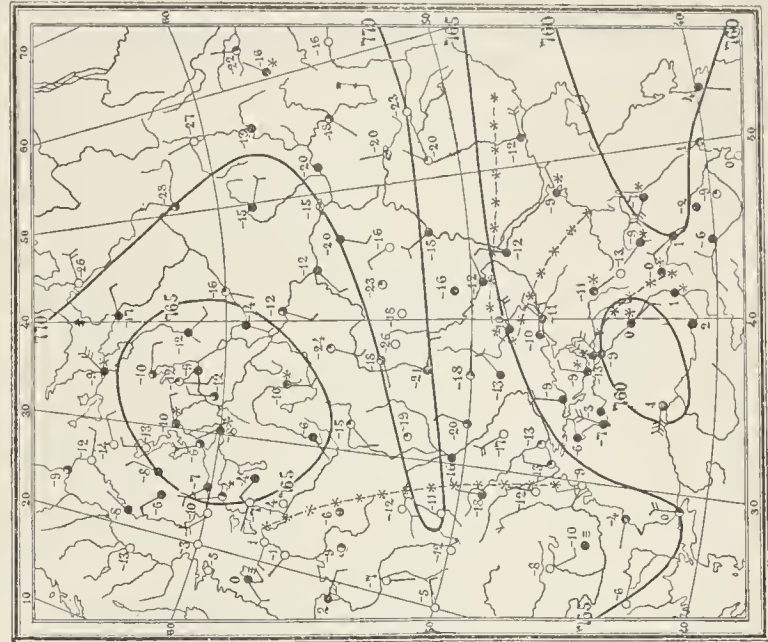
10 марта 1898 г., 7 ч. утра.



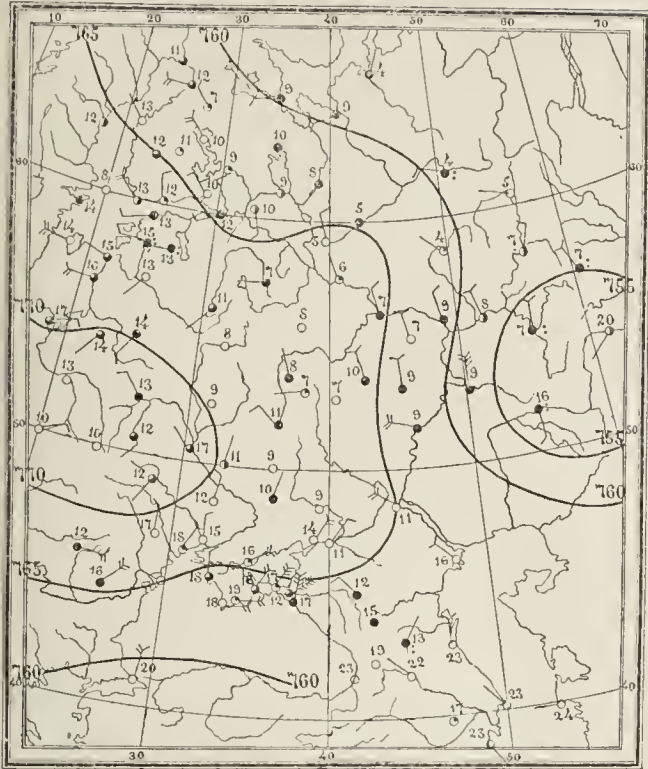
11 марта 1898 г., 7 ч. утра.



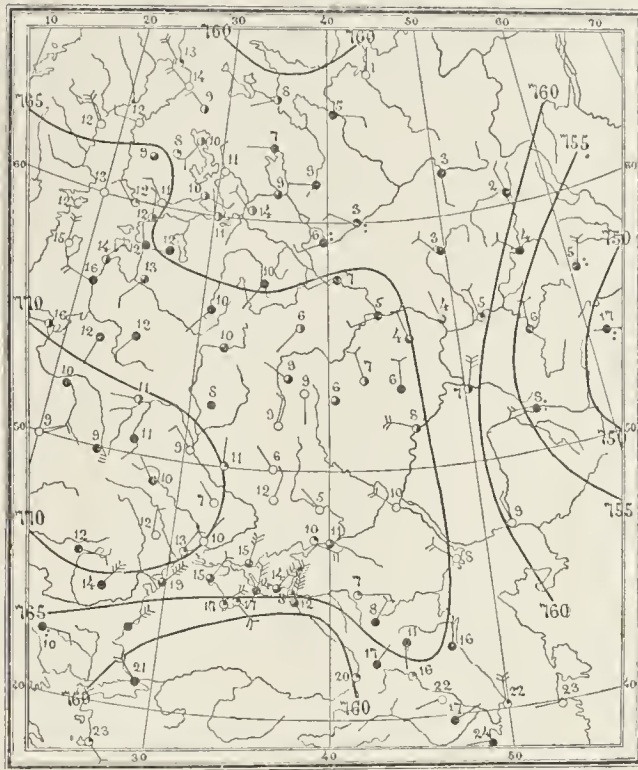
12 марта 1898 г., 7 ч. утра.



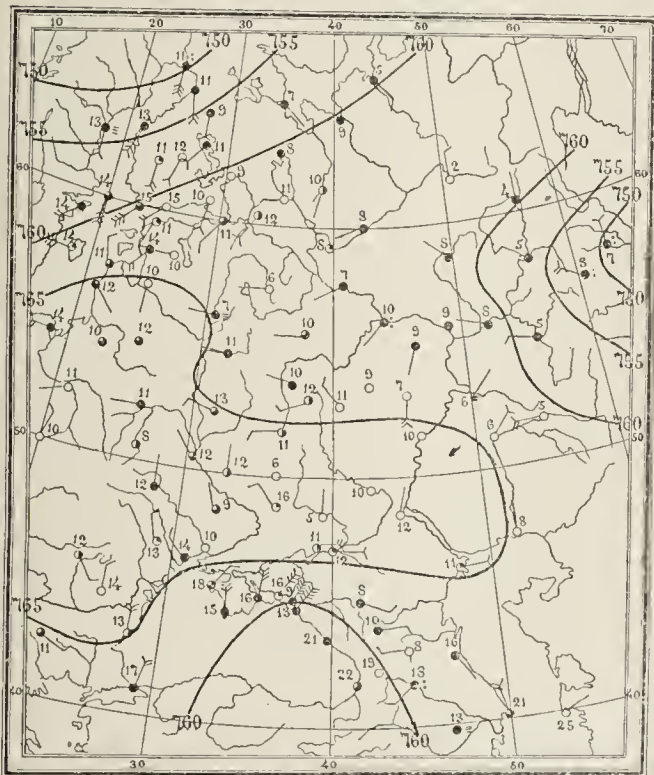
30 августа 1900 г., 9 ч. вечера.



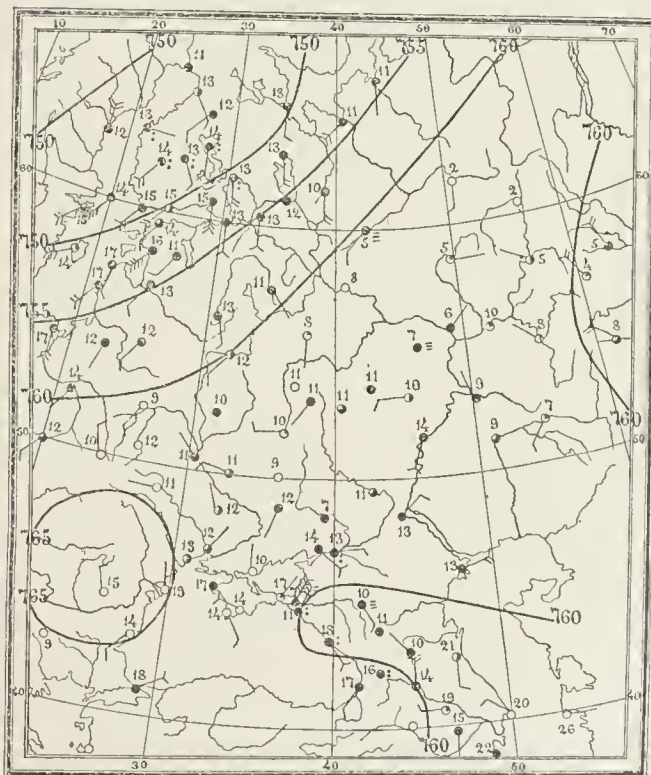
31 августа 1900 г., 7 ч. утра.



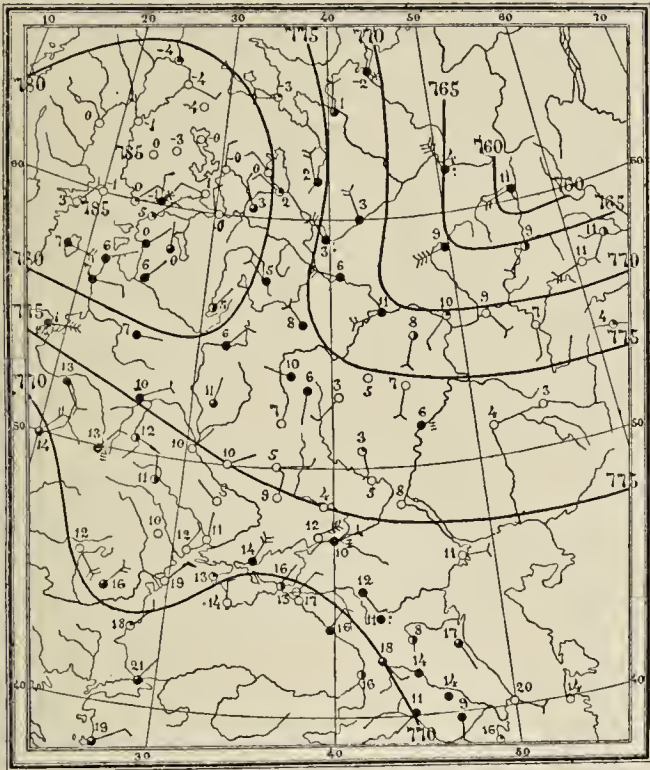
1 сентября 1900 г., 7 ч. утра.



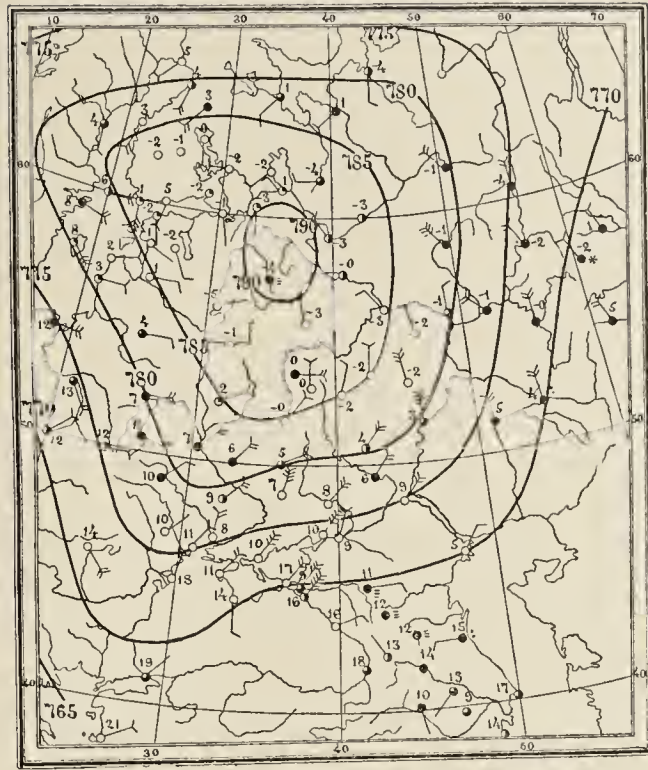
2 сентября 1900 г., 7 ч. утра.



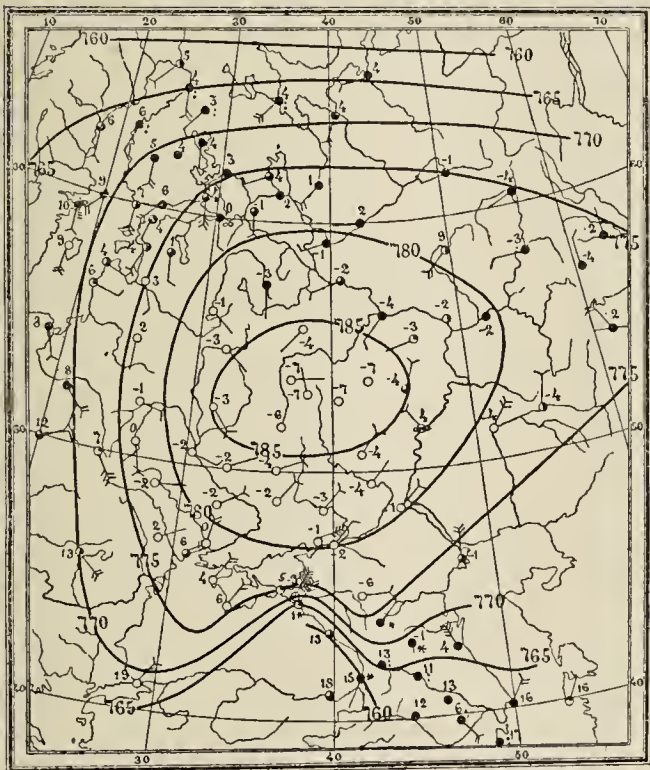
14 октября 1896 г., 7 ч. утра.



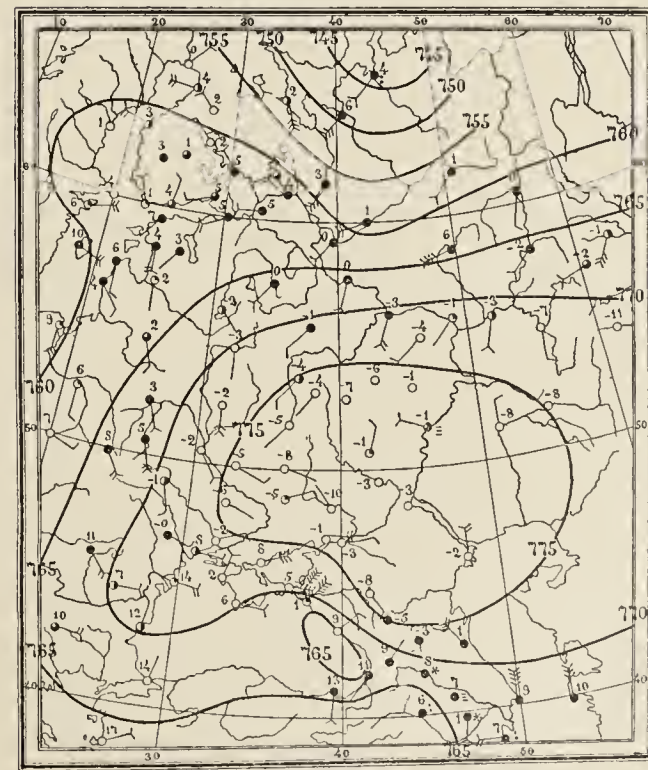
15 октября 1896 г., 7 ч. утра.



16 октября 1896 г., 7 ч. утра.

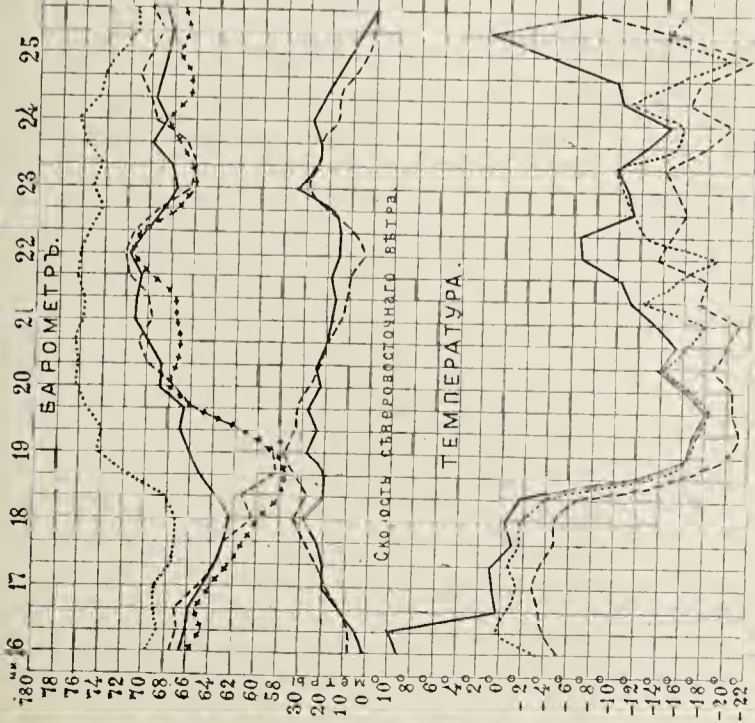


17 октября 1896 г., 7 ч. утра.

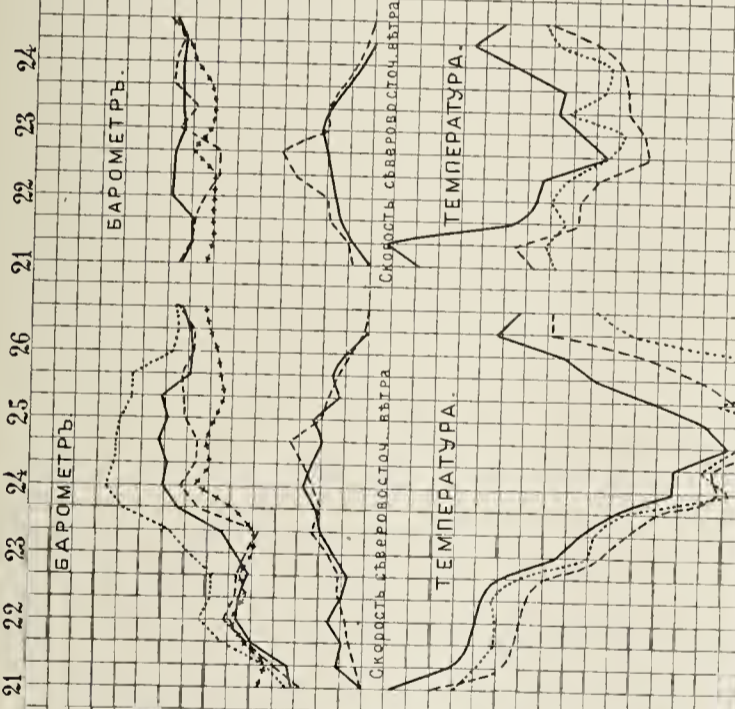


Ходъ барометра, температуры и скорости сѣверо-восточнаго вѣтра при сильныхъ буряхъ.

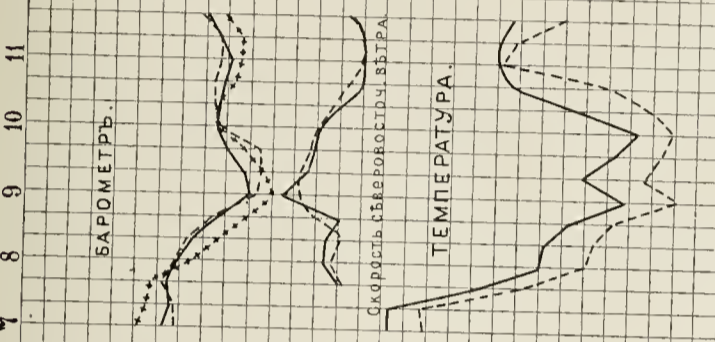
ДЕКАБРЬ 1899 г.



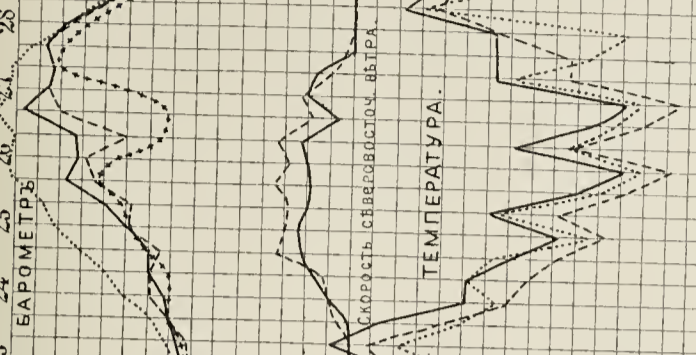
ДЕКАБРЬ 1898 г.



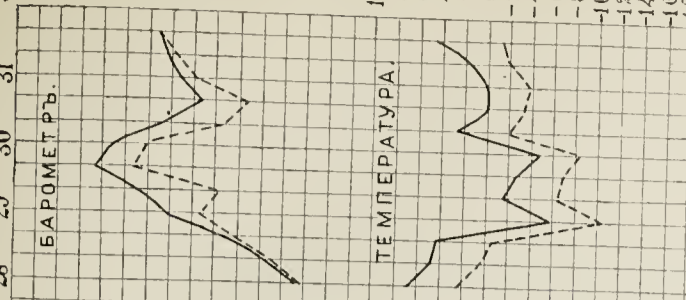
ЯНВАРЬ 1896 г.



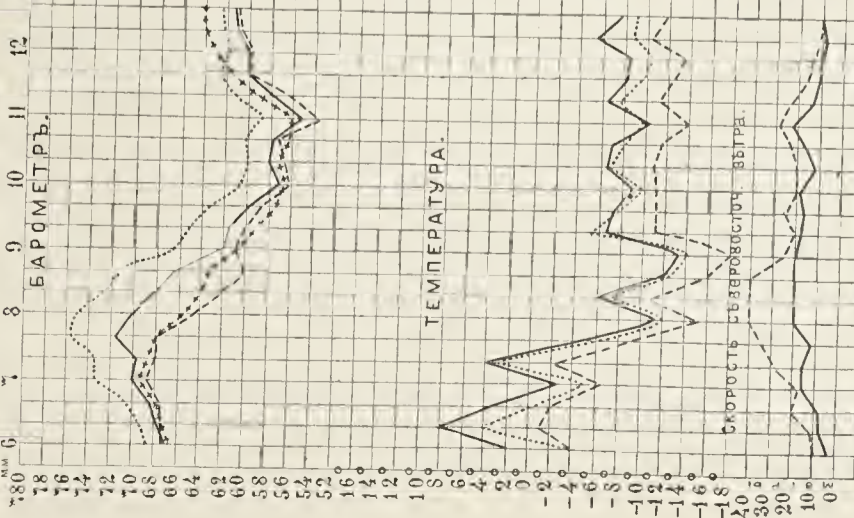
ФЕВРАЛЬ 1898 г.



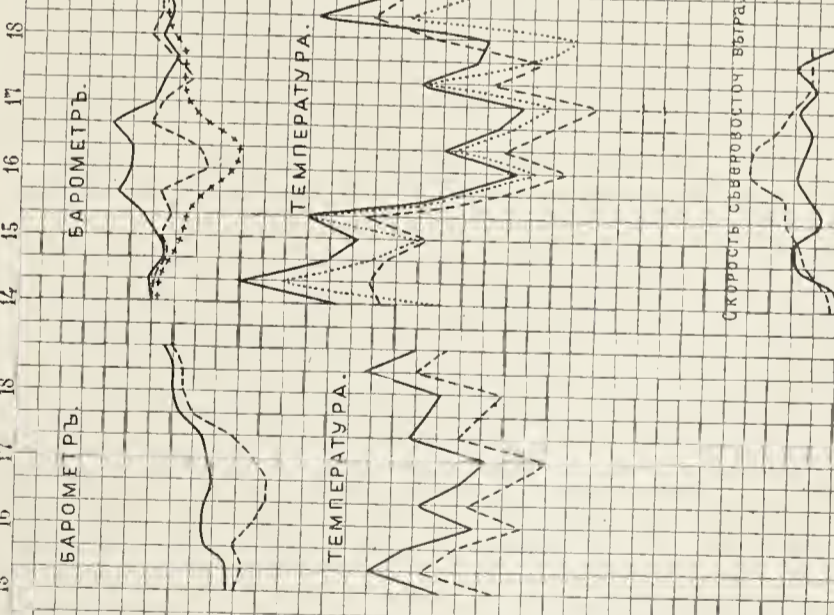
МАРТЪ 1894 г.



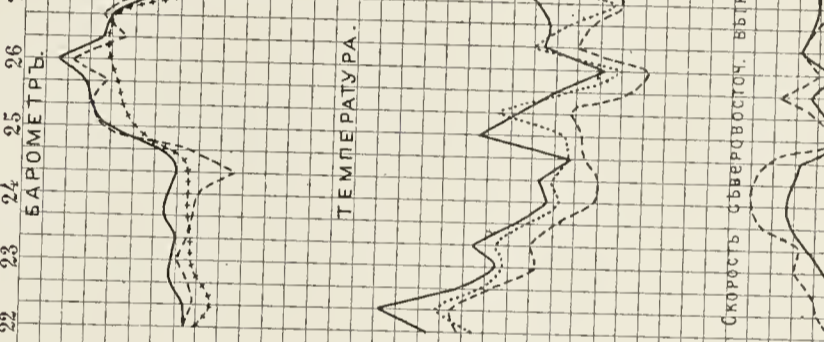
МАРТЪ 1898 г.



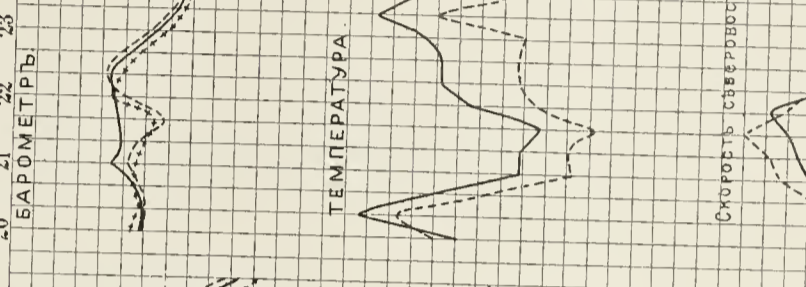
АПРѢЛЬ 1894 г.



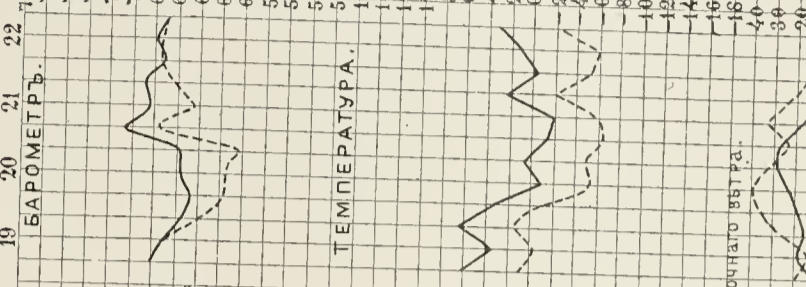
НОЯБРЬ 1896 г.



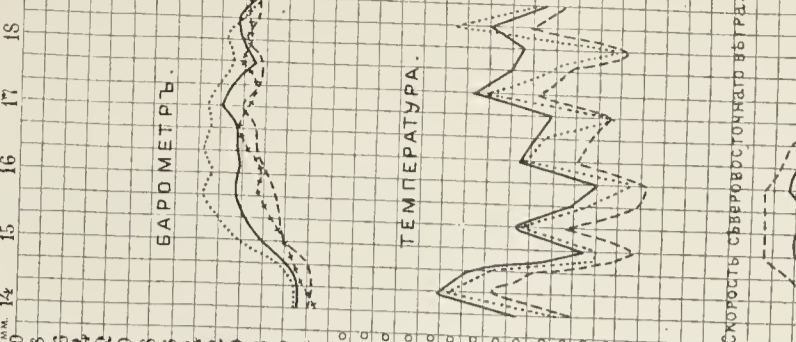
НОЯБРЬ 1900 г.



НОЯБРЬ 1894 г.



АВГУСТЪ 1898 г.



— НОВОРОССИЙСКІЙ ПОРТЪ.

-----МАРХОТСКІЙ ПЕРЕВАЛЪ.

.....ЕКАТЕРИНОДАРЪ.

+++++++БАТУМЪ.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 3.

Volume XV. № 3.

CALCUL

DE LA CAPACITÉ ÉLECTRIQUE

D'UN CONDENSATEUR PLAN DE DIMENSIONS FINIES

PAR

N. Boulgakov.

(Présenté le 29 octobre 1903.)

C. - ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST. - PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ,
И. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
И. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Ключкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
П. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie Impériale des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 60 коп. — Prix: 1 Mark 50 Pf.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Февраль 1904 года.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лин., № 12.

§ 1. Exposé du problème.

On donne habituellement dans les cours de Physique l'expression de la capacité électrique du condensateur plan.

On nomme ainsi un système de deux plans conducteurs parallèles. Soit S — l'aire de chaque plan, d — la distance entre eux. L'expression

$$\frac{S}{4\pi d}$$

représente la capacité électrique du condensateur.

Soit V_1 le potentiel de l'un des plans, V_2 — celui de l'autre. Si $V_1 > V_2$, on aura sur le premier plan une charge positive Q et sur l'autre une charge négative $-Q$. La capacité électrique est égale à $\frac{Q}{V_1 - V_2}$, c'est à dire

$$\frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{S}{4\pi d}.$$

Le champ électrique entre les deux plans du condensateur est supposé connu: c'est un champ homogène, où la force électrique a la même valeur à tous les points, sa direction étant partout perpendiculaire aux plans du condensateur.

La distribution de la charge sur chaque plan du condensateur est aussi connue: la densité d'électricité est la même dans tous les points de chaque plan.

Tout ce, que nous venons d'énoncer, n'est vrai que dans le cas, où la surface S est infiniment grande par rapport à d^2 . On ne peut réaliser ce cas et on est obligé de prendre pour condensateur plan un système de deux cercles de rayon R fini. Dans ce cas le champ entre deux surfaces du condensateur n'est plus homogène: ce n'est que pour une portion limitée de la surface du condensateur, prise dans sa partie centrale, qu'on peut le traiter comme homogène et admettre, que la distribution d'électricité est uniforme. Mais près du bord du condensateur la force électrique n'a pas la même valeur dans tous les points et sa

direction n'est pas perpendiculaire aux plans des cercles; les lignes de force ne sont pas droites. De même la densité d'électricité n'est pas constante près de la périphérie.

La capacité électrique du condensateur entier de dimensions finies ne peut pas être représentée rigoureusement à l'aide de la formule $\frac{S}{4\pi d}$; elle a une autre expression, plus compliquée.

Le problème du calcul de la capacité électrique d'un condensateur, ayant les surfaces finies, intéressait beaucoup les physiciens. Deux solutions de ce problème sont connues: l'une appartient à Clausius, l'autre à Kirchhof. Clausius a donné l'expression du terme complémentaire, qu'on doit ajouter à $\frac{S}{4\pi d}$ pour obtenir l'expression de la capacité électrique du condensateur, formé par deux plaques parallèles circulaires infiniment minces, Kirchhof l'a fait pour un autre cas, où le condensateur représente un système de deux cylindres circulaires larges et courts, dont les axes sont situés sur la même ligne droite.

On voit donc que le condensateur représente un système de deux corps, dont les surfaces ont des parties planes. Ces parties sont disposées parallèlement et correspondent aux surfaces du condensateur plan idéal. La charge, communiquée à chaque corps, est distribuée non seulement sur la partie plane, mais encore sur les autres parties de la surface du corps.

La théorie complète du condensateur doit donner les formules pour la densité d'électricité sur toutes les parties des surfaces des corps, dont le condensateur est constitué. Elle doit aussi donner la forme des lignes de force dans le champ, environnant le condensateur.

Les cas, étudiés par Clausius¹⁾ et Kirchhof²⁾, ne sont pas les seuls, où le système de deux corps représente un condensateur plan, dont la capacité est calculable. On peut traiter pour le même but un autre cas, où chacun de deux corps égaux est limité par une surface, dont une partie est presque plane: elle dévie si peu du plan, qu'on peut en pratique la traiter comme plane rigoureusement. L'autre partie de la surface est courbe: elle est une surface de révolution, dont nous pouvons construire la section méridionale par points à l'aide de nos formules.

Si nous disposons deux corps égaux de telle sorte, que les parties planes de leurs surfaces soient parallèles entre elles, nous aurons un système de deux corps, qui représente le condensateur plan, dont nous pouvons exprimer la capacité par une formule exacte.

Nous donnons ici aussi la méthode, qui permet de construire les lignes de force dans le champ environnant et de calculer les quantités d'électricité, qui sont distribuées sur diverses parties des surfaces de deux corps de révolution. Menons deux cercles parallèles quelconques sur l'une des surfaces: nous obtenons une zone. Nos formules nous permettent de calculer la quantité d'électricité distribuée sur la zone entre deux cercles parallèles quelconques.

1) Pogg. Ann. 86, s. 161.

2) Gesamm. Abh. 101; Monatsber. d. Ak. d. Wiss. zu Berlin, 1877.

Nous avons déjà donné la formule pour la capacité électrique d'un condensateur dans l'article, que nous avons présenté au Congrès des naturalistes et des médecins du Nord en 1902 à Helsingfors. Mais la forme des surfaces des corps ne satisfait pas à la condition, que nous avons énoncée plus haut: quoique la partie interne de chaque surface diffère très peu du plan, il y a de protubérances près du bord, de sorte que la distance entre deux parties du condensateur est plus courte près de la périphérie, que dans la partie centrale. Nous avons à présent trouvé les conditions, qui doivent être remplies pour que les protubérances des surfaces soient atténuées; nous donnons ici l'analyse de cette question.

Notre formule est applicable à des armatures, dont la forme est complètement déterminée pour chaque distance donnée des parties planes de leurs surfaces. Par conséquent, si l'on prend une autre distance, on doit changer la forme des surfaces des corps. Pour la valeur très petite de la distance par rapport au rayon des parties planes, la partie extérieure de la surface a les dimensions très grandes. Cette relation entre la distance et la forme des corps représente un inconvénient de notre méthode, tandis que la formule de Kirchhof est applicable pour chaque valeur du quotient de la distance nommée, divisée par le rayon des parties planes.

Néanmoins on peut construire les surfaces des conducteurs, ayant la forme calculée d'après nos formules, et mesurer en fait la capacité du condensateur, que nous avons calculée.

Notre formule a encore une propriété importante: elle est exacte, tandis que celle de Kirchhof ne l'est pas (elle contient un terme correctif). Une formule exacte peut donner une idée sur la nature intime du problème posé.

Il est intéressant cependant de comparer les résultats de notre travail avec ceux de M. Kirchhof.

§ 2. Remarque sur le sens des mots: „la capacité électrique“.

Supposons, que nous avons un condensateur, formé par deux corps et que nous devons calculer les charges de ces corps, leurs potentiels étant donnés.

Soient V_1 et V_2 les potentiels des corps. L'expression de l'énergie électrostatique est donnée par la formule

$$\frac{1}{2} \beta_{1,1} V_1^2 + \beta_{1,2} V_1 V_2 + \frac{1}{2} \beta_{2,2} V_2^2.$$

Les valeurs de $\beta_{1,1}$, $\beta_{1,2}$ et $\beta_{2,2}$ dépendent de la forme et de la position mutuelle de deux corps.

La charge Q_1 de l'un des corps est déterminée par la formule

$$Q_1 = \beta_{1,1} V_1 + \beta_{1,2} V_2.$$

La charge de l'autre est donnée par la formule

$$Q_2 = \beta_{1,2} V_1 + \beta_{2,2} V_2.$$

Si deux corps sont identiques, nous avons

$$\beta_{1,1} = \beta_{2,2}.$$

Si, en outre

$$V_1 = -V_2 = V$$

nous avons

$$Q_1 = -Q_2 = (\beta_{1,1} - \beta_{1,2}) V.$$

Si, au contraire, $V_1 = V_2 = V$,

$$Q_1 = Q_2 = (\beta_{1,1} + \beta_{1,2}) V.$$

Nous proposons de calculer l'expression de la capacité électrique pour le premier cas, où $V_1 = -V_2 = V$, c'est à dire l'expression de la quantité

$$\frac{Q}{V_1 - V_2} = \frac{Q}{2V} = \frac{1}{2} (\beta_{1,1} - \beta_{1,2}).$$

§ 3. La méthode de calcul de la capacité et la détermination de la forme des surfaces de deux corps, constituant le condensateur.

Voici le principe, sur lequel repose notre solution. Soient données des masses arbitraires. On peut construire les surfaces de niveau du potentiel, dépendant de ces masses. Choisissons de telles surfaces, qui entourent entièrement les masses données, de sorte qu'il n'en reste aucune dans le champ extérieur.

Nous pouvons obtenir le même champ par une autre voie, en prenant les conducteurs, limités par les surfaces de niveau choisies et en leur donnant les mêmes potentiels.

La charge de chaque conducteur est égal à la somme des masses, entourées par la surface de niveau correspondante, car d'après le théorème de Gauss le flux de force à travers d'une surface, qui entoure des masses données, est égal au produit de leur somme par 4π . Nous choisissons une surface infiniment voisine au conducteur et calculons le flux de force correspondant, qui reste le même dans les deux cas, quand le champ extérieur est dû aux conducteurs électrisés ou aux masses arbitraires choisies.

Prenons pour les masses arbitraires celles, qui sont répandues sur les surfaces de deux ellipsoïdes de révolution aplatis, égaux entre eux, dont les petits axes sont situés sur la

même ligne droite. Nous supposons, que la loi de distribution des masses sur chaque ellipsoïde est celle, qui correspond à l'équilibre d'électricité sur l'ellipsoïde conducteur, entouré par l'espace libre (c'est à dire la densité d'électricité est proportionnelle à la distance du centre au plan tangent dans le point donné). Soit Q la somme des masses, répandues sur l'un des ellipsoïdes, et $-Q$ la somme de celles, répandues sur l'autre.

Déterminons la position des axes des coordonnées de la manière suivante. Prenons un plan méridional pour le plan XOY , disposons l'axe de Y suivant l'axe de rotation dans la direction de l'un ellipsoïde vers l'autre; l'axe de X — suivant la droite perpendiculaire, menée par le centre d'un ellipsoïde.

Soit d la distance des centres des ellipsoïdes, a_1 et b_1 — leurs axes ($a_1 > b_1$).

Alors les équations des ellipses, qui représentent les sections méridionales des ellipsoïdes, ont la forme suivante :

$$\frac{x^2}{a_1^2} + \frac{y^2}{b_1^2} = 1 \quad (1)$$

$$\frac{x^2}{a_1^2} + \frac{(y-d)^2}{b_1^2} = 1. \quad (2)$$

On sait que le potentiel de l'ellipsoïde de rotation aplati, qui est électrisé et situé dans l'espace libre, est exprimé par la formule

$$\frac{Q}{c} \arcsin \frac{c}{a_1}. \quad (2)$$

Ici Q désigne la charge de l'ellipsoïde et c son excentricité linéaire, c'est à dire $c = \sqrt{a_1^2 - b_1^2}$.

La formule

$$\frac{Q}{c} \arcsin \frac{c}{A_1}, \quad (3_1)$$

où A_1 désigne le grand axe de l'ellipsoïde confocal avec l'ellipsoïde donné, représente l'expression du potentiel dans un point de sa surface.

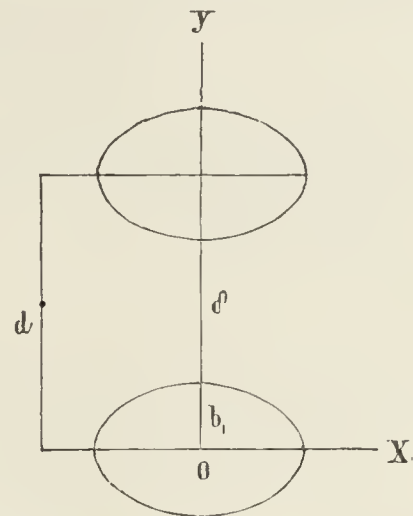
Soit A_2 le grand axe de l'ellipsoïde, dont la surface passe par le point donné et qui est confocal avec le second ellipsoïde.

Alors

$$-\frac{Q}{c} \arcsin \frac{c}{A_2} \quad (3_2)$$

représente pour le point donné le potentiel, qui dépend des masses, situées sur le second ellipsoïde.

Fig. 1.



On peut calculer pour chaque point de l'espace les valeurs correspondantes de A_1 et A_2 .

Le potentiel de toutes les masses, répandues sur les deux ellipsoïdes, est égal à la différence

$$\frac{Q}{c} \arcsin \frac{c}{A_1} - \frac{Q}{c} \arcsin \frac{c}{A_2}. \quad (4)$$

Désignons par B_1 et B_2 les petits axes des ellipsoïdes, dont nous avons pris les grands axes égaux à A_1 et A_2 .

Nous avons

$$B_1^2 = A_1^2 - c^2 \quad (5_1)$$

$$B_2^2 = A_2^2 - c^2. \quad (5_2)$$

La différence (4) peut être représentée sous la forme

$$\frac{Q}{c} \arcsin \frac{c(B_2 - B_1)}{A_1 A_2}. \quad (6)$$

Si nous posons

$$\frac{B_2 - B_1}{A_1 A_2} = M, \quad (7)$$

où M est une constante, nous aurons l'équation d'une surface de niveau du potentiel. Chaque surface de niveau est déterminée par la valeur correspondante de M .

Si nous cherchons la section méridionale de la surface de niveau, qui passe par le point

$$x = 0, \quad y = b_1,$$

c'est à dire par le bout du petit axe de l'un des ellipsoïdes fondamentaux, nous devons poser

$$M = \frac{b_2 - b_1}{a_1 a_2}, \quad (8)$$

où

$$b_2 = d - b_1, \quad (9_1)$$

$$a_2 = \sqrt{b_2^2 + c^2}. \quad (9_2)$$

Voici la méthode, qui sert pour déterminer les coordonnées des points situés sur la section méridionale de la surface de niveau choisie.

Prenons B_1 pour variable arbitraire.

L'équation (7), qui peut être écrite ainsi

$$\frac{\Delta^2}{(B_1^2 + c^2) [(B_1 + \Delta)^2 + c^2]} = M^2, \quad (10_1)$$

où

$$\Delta = B_2 - B_1, \quad (10_2)$$

nous sert pour déterminer Δ , c'est à dire B_2 . L'équation (10₁) a deux racines: mais nous devons omettre l'une d'elles, qui est négative, et prendre la racine positive.

Les équations (5₁) et (5₂) nous donnent les valeurs de A_1 et A_2 .

Les équations

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{B_1^2} = 1 \quad (11_1)$$

$$\frac{x^2}{A_2^2} + \frac{(y-d)^2}{B_2^2} = 1 \quad (11_2)$$

représentent les sections méridionales des surfaces des ellipsoïdes, qui passent pas le point, déterminé par les valeurs calculées de B_1 , B_2 , A_1 et A_2 , et qui sont confocaux avec les ellipsoïdes fondamentaux.

Nous déduisons de (11₁) et (11₂)

$$x^2 = A_1^2 - \frac{A_1^2 y^2}{B_1^2} = A_2^2 - \frac{A_2^2 (y-d)^2}{B_2^2} \quad (12)$$

ou

$$\left(\frac{A_1^2}{B_1} - \frac{A_2^2}{B_2^2}\right) y^2 + \frac{2A_2^2}{B_2^2} dy + A_2^2 - A_1^2 - \frac{d^2 A_2^2}{B_2^2} = 0. \quad (13)$$

Nous avons calculé les valeurs de B_2 , A_1 et A_2 pour la valeur choisie de B_1 ; nous pouvons le faire aussi pour les coefficients de l'équation (13), qui est du second degré en y .

Pour les valeurs petites de B_1 nous devons prendre une racine de l'équation (13), car l'autre racine ne satisfait pas à la condition

$$y < B_1$$

qui doit être remplie pour que x soit réel.

Pour les valeurs plus grandes de B_1 nous obtenons deux valeurs de y , qui correspondent à deux points sur la courbe cherchée. L'équation (12) nous permet de calculer les valeurs correspondantes de x .

Il y a une valeur de B_1 , qui correspond aux racines égales de l'équation (13).

Si nous prenons les valeurs plus grandes de B_1 , que celle, qui correspond aux racines égales, nous obtiendrons les racines imaginaires.

Nous voyons qu'en prenant la série de valeurs de B_1 , nous obtiendrons la série de points, situés sur la section méridionale de la surface de niveau.

Quand nous avons trouvé le surface de niveau, qui embrasse l'un des ellipsoïdes fondamentaux, nous pouvons imaginer un conducteur, limité par elle, et le prendre pour l'une des armatures du condensateur. Un autre conducteur égal, limité par une surface identique, embrassant l'autre ellipsoïde, représente la deuxième armature du même condensateur.

Si nous posons

$$b_2 - b_1 = \delta \quad (14)$$

$$\frac{Q}{c} \arcsin \frac{c\delta}{a_1 a_2} = V \quad (15)$$

et donnons au premier conducteur le potentiel V et à l'autre $-V$, nous obtiendrons dans l'espace extérieur le même champ, que dans le cas de deux ellipsoïdes, que nous avons pris.

La charge du premier conducteur est égale à Q , celle du second à $-Q$.

La capacité électrique $\frac{Q}{2V}$ est exprimée par la formule

$$\frac{2V}{Q} = \frac{c}{2 \arcsin \frac{c\delta}{a_1 a_2}}. \quad (16)$$

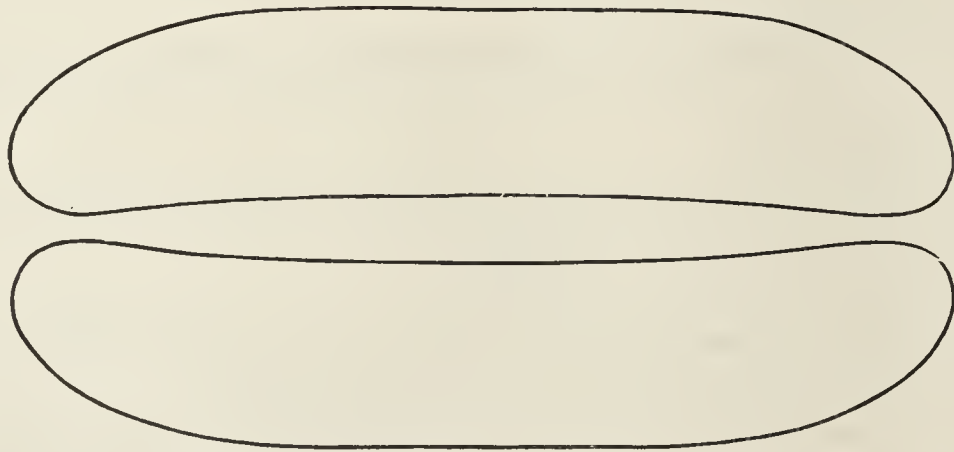
§ 4. Recherche des conditions, qui doivent être remplies, pour que les surfaces des corps, constituant le condensateur, aient des parties peu différentes des plans et n'aient pas des protubérances.

Tout ce, que nous avons dit dans les paragraphes 2 et 3, nous l'avons déjà exposé dans notre communication au congrès des naturalistes et des médecins du Nord (en 1902 à Helsingfors). Nous avons donné la diagramme de la section méridionale de la surface du corps, qui représente une armature du condensateur, dans le cas, où

$$c = 5d, \quad \delta = 0,8d.$$

Voici cette diagramme.

Fig. 2.



Il y a des protubérances près du bord de la diagramme. Nous cherchons à présent les conditions, qu'on doit remplir pour atténuer ces protubérances.

Calculons la force électrique, dépendant des masses, qui sont répandues sur les ellipsoïdes, pour un point du plan $y = \frac{d}{2}$. A cause de symétrie ce plan est une surface de niveau où le potentiel est égal à zéro.

La force électrique est perpendiculaire à ce plan dans tous ses points.

Calculons pour un point de ce plan la projection sur l'axe de Y de la force électrique, qui dépend des masses distribuées sur l'un des ellipsoïdes, et multiplions la par 2. Nous obtiendrons la force totale, qui dépend de toutes les masses, qui sont distribuées sur les deux ellipsoïdes: car les projections sur l'axe de X des forces, qui dépendent de l'un et de l'autre ellipsoïde, sont égales et de signes contraires.

L'équation (11₁) de la section de la surface de l'ellipsoïde, qui passe par le point donné, peut être écrite ainsi

$$\frac{x^2}{A_1^2} + \frac{y^2}{A_1^2 - c^2} = 1.$$

L'expression (3₁) du potentiel, qui dépend des masses, distribuées sur l'un des ellipsoïdes, est égale à

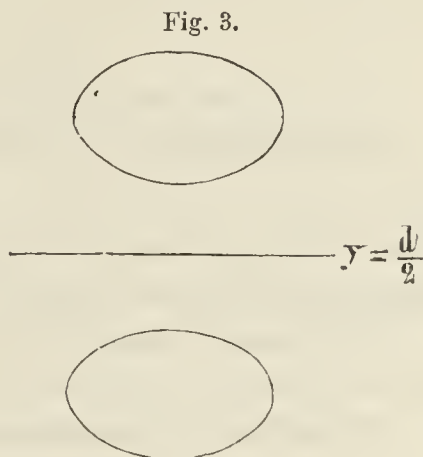
$$\frac{Q}{c} \arcsin \frac{c}{A_1}.$$

La projection sur l'axe de Y de la force électrique est égale à

$$-\frac{Q}{e} \frac{\partial}{\partial y} \left\{ \arcsin \frac{c}{A_1} \right\}$$

ou à

$$\frac{Q}{\sqrt{1 - \frac{c^2}{A_1^2}}} \frac{\partial A_1}{\partial y} = \frac{Q}{B_1 A_1} \frac{\partial A_1}{\partial y}.$$



Nous avons donc l'expression suivante de la force électrique totale au point du plan $y = \frac{d}{2}$

$$\left\{ \frac{2Q}{A_1 B_1} \frac{\partial A_1}{\partial y} \right\}_{y = \frac{d}{2}} \quad (17)$$

Pour calculer $\frac{dA_1}{dy}$, différencions l'équation de l'ellipse, donnée plus haut,

$$-\left(\frac{2x^2}{A_1^3} + \frac{2A_1 y^2}{(A_1^2 - c^2)^2} \right) \frac{\partial A_1}{\partial y} + \frac{2y}{A_1^2 - c^2} = 0.$$

Nous obtiendrons

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial A_1}{\partial y} &= \frac{2y}{A_1^2 - c^2} \cdot \left(\frac{2x^2}{A_1^3} + \frac{2A_1 y^2}{(A_1^2 - c^2)^2} \right) = \\ &= \frac{y}{B_1^2} \cdot \left(\frac{A_1 x^2}{A_1^4} + \frac{A_1 y^2}{B_1^4} \right) = \frac{y}{A_1 B_1^2 \left(\frac{x^2}{A_1^4} + \frac{y^2}{B_1^4} \right)}. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Or, nous avons de l'équation (11₁)

$$\frac{x^2}{A_1^2} = 1 - \frac{y^2}{B_1^2}$$

et par cela

$$\frac{x^2}{A_1^4} = \frac{1}{A_2^2} - \frac{y^2}{A_1^2 B_1^2}$$

et

$$\frac{x^2}{A_1^4} + \frac{y^2}{B_1^4} = \frac{1}{A_1^2} + \frac{y^2}{B_1^4} - \frac{y^2}{A_1^2 B_1^2} = \frac{1}{A_1^2} + \frac{c^2 y^2}{A_1^2 B_1^4}. \quad (19)$$

L'expression (18) peut être représentée sous la forme suivante

$$\frac{\partial A_1}{\partial y} = \frac{y A_1}{B_1^2 + \frac{c^2 y^2}{B_1^2}} \quad (20)$$

et l'expression (17) sous la forme

$$\frac{Q d}{B_1^3 + \frac{c^2 d^2}{4 B_1}} \quad (21)$$

Nous voyons que la force électrique pour chaque point du plan est une fonction de B_1 .

Mais l'équation (11₁) nous permet d'exprimer B_1 et A_1 en fonctions de x pour la valeur donnée de y ($y = \frac{d}{2}$). La force électrique dépend donc de x , c'est à dire elle a la même valeur pour tous les points, situés dans divers plans méridionaux, correspondant à la même valeur de x : tous ces points sont situés sur la circonférence du rayon $= x$.

Cherchons la valeur de B_1 , pour laquelle l'expression (21) prend la valeur maximale: elle correspond au minimum du dénominateur.

La dérivée du dénominateur est égale à

$$3 B_1^2 - \frac{c^2 d^2}{4 B_1^2}.$$

Si nous l'égalons à zéro, nous aurons la condition du minimum

$$B_1^4 = \frac{c^2 d^2}{12}. \quad (22)$$

La dérivée seconde du dénominateur de (21) est égale à

$$6 B_1 + \frac{c^2 d^2}{2 B_1^3},$$

ce qui montre que pour $B_1 > 0$ la dérivée du dénominateur est une fonction croissante: elle est négative pour $B_1 < \sqrt[4]{\frac{c^2 d^2}{12}}$ et positive pour $B_1 > \sqrt[4]{\frac{c^2 d^2}{12}}$; le dénominateur même décroît, quand B_1 croît jusqu'à $B_1 = \sqrt[4]{\frac{c^2 d^2}{12}}$ et puis il commence à croître.

La force électrique a donc la valeur maximale pour

$$B_1 = \sqrt[4]{\frac{c^2 d^2}{12}}.$$

Pour les valeurs plus grandes de B_1 elle représente une fonction décroissante de B_1 .

Nous avons donc trouvé la loi de la variation de la force électrique aux points du plan $y = \frac{d}{2}$. Nous pouvons à présent traiter la question de l'existence des protubérances des surfaces de niveau.

Le plan $y = \frac{d}{2}$ représente, comme nous avons dit, une surface de niveau. Prenons une autre surface de niveau, voisine au plan $y = \frac{d}{2}$. La distance entre deux points de ces surfaces, ayant la même abscisse x , est d'autant moindre, que la force électrique au point du plan $y = \frac{d}{2}$ est plus grande. Pour les points, qui correspondent à la valeur maximale de la force électrique, la distance est la plus petite.

La surface de niveau a là une protubérance; les surfaces de niveau plus éloignées du plan $y = \frac{d}{2}$, ont aussi des protubérances dans les parties voisines.

La valeur moindre de B_1 pour les points du plan $y = \frac{d}{2}$ est

$$B_1 = \frac{d}{2}.$$

Cette valeur correspond au point central du plan, où $x = 0$, $y = \frac{d}{2}$, ce que montre l'équation (11₁)

Prenons

$$c < \sqrt{\frac{3}{4}} d.$$

La condition (22) donne alors

$$12 B_1^4 < \frac{3}{4} d^4$$

ou

$$B_1 < \frac{d}{2}.$$

Pour les valeurs $B_1 > \frac{d}{2}$ la force électrique décroît, quand B_1 croît.

Si

$$c = \sqrt{\frac{3}{4}} d,$$

l'équation (22) donne $B_1 = \frac{d}{2}$.

Pour les valeurs plus grandes de B_1 la force électrique décroît.

Nous voyons donc, que pour

$$c \leq \frac{3}{4} d \quad (23)$$

la force électrique décroît; elle a valeur maximale au point central du plan. La plus courte distance entre deux points, ayant la même valeur de x , correspond aussi au centre. La surface de niveau, voisine au plan, est convexe; elle n'a aucune protubérance.

Pour les valeurs de c , qui ne satisfont pas à la condition (23), la surface de niveau, voisine au plan $y = \frac{d}{2}$, a une protubérance; mais si l'on prend la valeur de c assez petite, on peut faire la partie de la surface de niveau, qui est vis-à-vis du plan $y = \frac{d}{2}$, presque plane: la valeur de la force électrique dans le point central et la valeur maximale peuvent être faites presque égales; alors les distances des points correspondants des surfaces de niveau différeront entre elles très peu.

Nous avons pour le point central la valeur suivante de la force électrique

$$\frac{8 Q d}{d^3 + 4 c^2 d} \quad (24)$$

Nous déduisons cette expression de (21), en posant $B_1 = \frac{1}{2} d$.

La valeur maximale de la force électrique est égale à

$$\frac{Q d B_m}{B_m^4 + \frac{c^2 d^2}{4}}$$

où B_m est la valeur de B_1 , déterminée par l'équation (22).

Nous avons donc pour la valeur maximale l'expression suivante

$$\frac{3 Q d}{c^2 d^2} \sqrt[4]{\frac{c^2 d^2}{12}} \quad (25)$$

Si nous divisons l'expression (25) par (24), nous obtiendrons le quotient

$$\frac{3 (d^3 + 4 c^2 d)}{8 c^2 d^2} \sqrt[4]{\frac{c^2 d^2}{12}} \quad (26)$$

Posons

$$c = 0,9 d.$$

L'expression (26) est égale à

$$\frac{3 (1 + 4 \cdot 0,81)}{8 \cdot 0,9^3 \cdot 12^{\frac{1}{4}}} = \frac{3 \cdot 4,24}{8 \cdot 0,9^3 \cdot 12^{\frac{1}{4}}} = 1,0006,$$

c'est à dire la force au point central diffère de sa valeur maximale moins de 0,1 pour cent.

Nous pouvons encore déterminer la rayon ρ de la circonférence, lieu commun des points, où la force possède sa valeur maximale. Ce rayon devient égal à x dans l'équation (11₁)

$$\frac{x^2}{B_1^2 + c^2} + \frac{y^2}{B_1^2} = 1,$$

si nous posons $y = \frac{d}{2}$, $B_1 = \sqrt{\frac{c^2 d^2}{12}}$, c'est à dire

$$\rho = \sqrt{(B_1^2 + c_1^2) \left(1 - \frac{d^2}{4B_1^2}\right)} = \sqrt{\left(\frac{cd}{\sqrt{12}} + c^2\right) \left(1 - \frac{d\sqrt{12}}{4c}\right)}.$$

Pour $c = 0,9$, nous avons

$$\rho = d \sqrt{\left(\frac{0,9}{\sqrt{12}} + 0,81\right) \left(1 - \frac{\sqrt{12}}{3,6}\right)} = 0,201 d.$$

La force électrique croît du point central du plan $y = \frac{d}{2}$ jusqu'aux points de la circonférence du rayon ρ . Pour les points, situés en dehors de cette circonférence, la force décroît, atteint la même valeur, qu'au centre, et décroît encore. L'espace, pour lequel la déviation de la force de sa valeur au centre est moindre d'un pour cent, est suffisamment grand.

On peut attendre, que pour $\frac{c}{d} = 0,9$ les protubérances dans la partie intérieure de la surface de niveau seront atténuées.

Nous avons calculé pour la valeur $\frac{c}{d} = 0,9$ les coordonnées des points, situés sur la section méridionale de la surface de niveau, qui passe par le bout du petit axe b_1 de l'un des ellipsoïdes fondamentaux. Nous avons pris

$$b_1 = 0,45 d.$$

Nous donnons à la fin de notre article une table, contenant les coordonnées des points et le diagramme de deux surfaces de niveau, qui entourent les deux ellipsoïdes. On voit, que les parties de ces surfaces, opposées l'une à l'autre, sont planes.

§ 5. Les lignes de force dans le champ, environnant le condensateur, formé par deux corps, dont la forme est déterminée dans le paragraphe précédent.

Nous allons déterminer d'abord la forme des lignes de force dans le champ environnant un ellipsoïde conducteur.

Soit donné un ellipsoïde de révolution aplati, dont la section méridionale est exprimée par l'équation

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \quad (28)$$

où

$$a^2 - b^2 = c^2. \quad (29)$$

Menons dans un plan méridional une hyperbole confocale, dont l'équation est la suivante

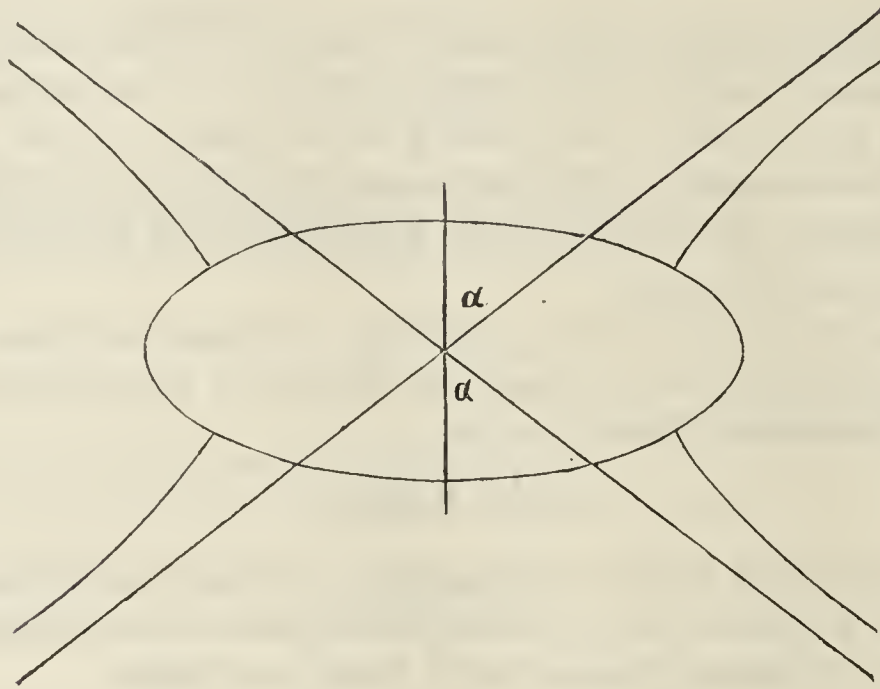
$$\frac{x^2}{A'^2} - \frac{y^2}{B'^2} = 1 \quad (30)$$

où

$$A'^2 + B'^2 = c^2. \quad (31)$$

Cette hyperbole est divisée par l'ellipse (28) en deux parties égales, dont chacune représente une ligne de force dans le champ environnant un conducteur, qui représente un ellipsoïde, exprimé par l'équation (28).

Fig. 4.



L'équation

$$y = \frac{B'}{A'} x \quad (32_1)$$

exprime l'asymptote de l'hyperbole et correspond à sa partie, située du côté de l'axe positive de Y .

L'équation

$$y = -\frac{B'}{A'} x \quad (32_2)$$

exprime l'asymptote correspondant à l'autre partie de l'hyperbole.

Nommons α l'angle formé par l'assymtote avec l'axe positive de Y pour la première partie de l'hyperbole; nous avons

$$\text{tang } \alpha = \frac{A'}{B'}. \quad (33_1)$$

Nous désignons par α' l'angle correspondant pour la seconde; nous avons

$$\text{tang } \alpha' = -\frac{A'}{B'} \quad (33_2)$$

où

$$\alpha' = \pi - \alpha.$$

Si nous tournons la première partie de l'hyperbole autour de l'axe de Y , nous obtenons une partie de la surface d'une hyperboloïde: cette partie représente un tube de force. Une autre partie de la même surface peut être obtenue par la rotation de l'autre partie de l'hyperbole et représente un autre tube de force.

Calculons le flux de force dans l'espace limité par le premier tube de force. Ce flux est égal à celui, qui traverse la partie de la surface de la sphère, dont le rayon est infiniment grand, limitée par son intersection avec la surface du cône assymptotique.

Le cône assymptotique donne dans l'intersection avec chaque surface sphérique, ayant le même centre, une circonférence, qui limite un segment dont l'aire est égale à

$$2\pi r^2 (1 - \cos \alpha) \quad (34)$$

où r représente le rayon de la sphère.

Pour le cône, qui correspond à l'équation (3 3₂), nous avons

$$\alpha' > \frac{\pi}{2}$$

et nous prenons la plus grande partie de la surface sphérique, limitée par la circonférence.

Pour les valeurs très grandes de r la force électrique a l'expression

$$\frac{Q}{r^2} + \text{les membres contenant des puissances plus hautes de } \frac{1}{r}. \quad (35)$$

Ici Q désigne la charge de l'ellipsoïde.

Le flux de force transversant la surface du segment est exprimé par le produit

$$2\pi r^2 (1 - \cos \alpha) \left(\frac{Q}{r^2} + \text{les membres contenant des puissances plus hautes de } \frac{1}{r} \right).$$

Si $r = \infty$ le flux a pour limite

$$2\pi Q (1 - \cos \alpha). \quad (36)$$

Pour l'autre cône assymptotique nous prenons $\alpha' > \frac{\pi}{2}$ et nous considérons de flux dans l'espace extérieur par rapport à l'autre partie de l'hyperboloïde. Ce flux est égal à

$$2\pi Q (1 - \cos \alpha').$$

Nous avons pour le premier cône

$$\operatorname{tang} \alpha = \frac{A'}{B'}$$

et par conséquent

$$\cos \alpha = \frac{B'}{\sqrt{A'^2 + B'^2}} = \frac{B'}{c}. \quad (37_1)$$

Pour l'autre cône nous avons

$$\operatorname{tang} \alpha' = -\frac{A'}{B'}$$

et

$$\cos \alpha' = -\frac{B'}{c}. \quad (37_2)$$

Le flux dans l'espace intérieur par rapport au premier tube est égal à

$$2\pi Q \left(1 - \frac{B'}{c}\right); \quad (38_1)$$

de même le flux dans l'espace extérieur par rapport à l'autre tube est égal à

$$2\pi Q \left(1 + \frac{B'}{c}\right). \quad (38_2)$$

Considérons un cercle parallèle sur la surface de l'hyperboloïde. L'expression (38₁) représente le flux de force traversant une surface, qui passe par la circonférence du cercle et qui donne avec le cercle même une surface fermée, située de telle sorte, que l'ellipsoïde reste dans l'espace extérieur.

L'expression (38₂) donne le flux de force, traversant la surface, qui passe par la circonférence du cercle parallèle, située sur la surface de l'autre partie de l'hyperboloïde, et qui forme avec le cercle même une surface fermée entourant entièrement l'ellipsoïde.

Considérons un cercle, dont le centre est situé sur l'axe de révolution et dont le plan est perpendiculaire à cet axe. Nous pouvons le traiter comme un cercle parallèle de la surface d'une hyperboloïde de révolution. Si l'ordonnée des points de ce plan est positive, nous exprimons le flux de force à l'aide de la formule (38₁); si elle est négative, nous employons la formule (38₂).

Considérons à présent deux ellipsoïdes.

Prenons un cercle parallèle au plan des équateurs des ellipsoïdes. Soit x son rayon et y l'ordonnée de ses points.

Si $y > d$ nous considérons le flux de force traversant une surface qui forme avec le cercle une surface fermée située de telle sorte, que les ellipsoïdes restent dans l'espace extérieur.

Soient

$$\frac{x^2}{c^2 - B'^2} - \frac{y^2}{B'^2} = 1 \quad (39_1)$$

$$\frac{x^2}{c^2 - B''^2} - \frac{(y - d)^2}{B''^2} = 1 \quad (39_2)$$

les équations des sections méridionales des surfaces des hyperboloïdes, qui passent par la circonférence du cercle et qui sont confocales avec l'un et l'autre ellipsoïde.

Le flux de force, dépendant des masses situées sur le premier des ellipsoïdes, est exprimé par la formule

$$2\pi Q \frac{c - B'}{c};$$

le flux, dépendant des masses, situées sur l'autre ellipsoïde, est égal à

$$- 2\pi Q \frac{c - B''}{c},$$

car la charge du second ellipsoïde est négative.

Le flux total est donné par la formule

$$2\pi Q \frac{B'' - B'}{c}. \quad (40)$$

Si y satisfait à la condition

$$d > y > 0,$$

nous considérons le flux de force, traversant une surface, qui donne avec le cercle une surface fermée, entourant entièrement l'ellipsoïde, dont la charge est négative; l'autre ellipsoïde, dont la charge est positive, reste dans l'espace extérieur par rapport à cette surface. Le flux, dépendant de la charge de cet ellipsoïde, est exprimé par la même formule, qu'au paravant,

$$2\pi Q \frac{c - B'}{c}.$$

Quant au flux, dépendant de la charge négative, il est exprimé par la formule

$$- 2\pi Q \frac{c + B''}{c}.$$

Le flux total est égal à

$$- 2\pi Q \frac{B' + B''}{c}. \quad (41)$$

Si $y < 0$, nous considérons le flux traversant une surface, qui donne avec le cercle une surface, entourant les deux ellipsoïdes.

Les expressions des flux, dépendant des charges de l'un et de l'autre ellipsoïde, ont la forme suivante

$$2\pi Q \frac{c + B'}{c} \\ - 2\pi Q \frac{c + B''}{c}.$$

Le flux total est égal à

$$2\pi Q \frac{B' - B''}{c}. \quad (42)$$

Les formules, que nous venons d'obtenir, nous permettent de construire les lignes de force dans le champ, environnant les ellipsoïdes.

Ces lignes représentent des courbes planes, qui sont situées dans les plans des méridiens; nous pouvons les traiter comme des sections méridionales des tubes de force; le

flux est constant pour chaque tube. Par conséquent tous les points, qui correspondent à une valeur constante d'une des formules (40), (41) et (42), se trouvent sur la même ligne de force.

Si nous posons

$$B'' - B' = N \quad (43_1)$$

pour $y < 0$ et

$$B'' - B' = -N \quad (43_2)$$

pour $y > d$, où N est une constante, nous obtiendrons la valeur constante $-2\pi Q \frac{N}{c}$ pour le flux d'après les formules (42) et (40). Les équations (43₁) et (43₂) expriment donc une ligne de force pour $y < 0$ et $y > d$.

Le prolongement de cette ligne dans l'espace entre les équateurs des ellipsoïdes est donné par l'équation

$$B'' + B' = N. \quad (43_3)$$

La valeur de N étant choisie, prenons une valeur arbitraire de B' ; nous obtiendrons la valeur de B'' à l'aide de l'une des équations (43).

Or les équations (39₁) et (39₂) nous donnent

$$x^2 = (c^2 - B'^2) \left(1 + \frac{y^2}{B'^2}\right) = (c^2 - B''^2) \left(1 + \frac{(y-d)^2}{B''^2}\right); \quad (44)$$

nous déduisons encore

$$\left\{\frac{1}{B'^2} - \frac{1}{B''^2}\right\} c^2 y^2 + 2 \frac{c^2 - B''^2}{B''^2} dy - B'^2 + B''^2 - \frac{c^2 - B''^2}{B''^2} d^2 = 0. \quad (45)$$

Si nous substituons la valeur de B'' de l'une des équations (43) dans (45), nous obtiendrons les coefficients de (45) en fonctions de B' ; nous pouvons les calculer pour chaque valeur de B' . En résolvant l'équation (45), nous déterminerons la valeur de y , et puis nous calculerons x^2 à l'aide de (44); c'est à dire nous trouverons les valeurs des coordonnées du point, qui appartient à la ligne de force, correspondant à la valeur choisie de N .

Nous donnons à la fin de notre article trois tables, contenant les coordonnées des points, situés sur la même ligne de force; nous donnons les tables pour trois lignes.

§ 6. Calcul de la quantité d'électricité, qui se trouve sur la partie de la surface du corps constituant le condensateur, limitée par la circonférence d'un cercle parallèle.

Considérons premièrement un conducteur, ayant la forme d'un ellipsoïde de révolution aplati. Nous avons vu dans le paragraphe précédent, que les tubes de force sont constitués par des parties des surfaces des hyperboloïdes confocales.

Prenons un tel tube. Sa surface donne dans l'intersection avec celle de l'ellipsoïde une circonférence.

Si $y > 0$ pour tous les points de ce tube, nous exprimons à l'aide de la formule

$$2\pi Q \frac{c - B'}{c}$$

le flux de force correspondant.

Soit q la quantité d'électricité, qui est distribuée sur la surface du segment, limité par la circonférence nommée. Nous aurons alors la relation

$$4\pi q = 2\pi Q \frac{c - B'}{c}, \quad (46)$$

qui lie q avec le flux de force. Ici B' correspond aux points de la circonférence, qui limite la surface du segment. Nous aurons donc

$$q = Q \frac{c - B'}{2c}. \quad (47_1)$$

Si $y < 0$ pour les points du tube de force, nous considérons le flux dans l'espace extérieur; il est exprimé par la formule

$$2\pi Q \frac{c + B'}{c}.$$

*) On peut donner une autre forme à l'expression de q , si l'on se souvient que la densité d'électricité est proportionnelle à la distance du centre de l'ellipsoïde au plan tangent au point donné. On déduit de là, que la quantité q d'électricité, située sur la surface du segment, est proportionnelle au volume du secteur de l'ellipsoïde, limité par cette surface et celle du cône, ayant pour sommet le centre de l'ellipsoïde; c'est à dire, que le quotient $\frac{q}{Q}$, où Q désigne la charge totale de l'ellipsoïde, est égal au quotient $\frac{\text{volume du cône}}{\text{volume de l'ellipsoïde}}$.

Soit $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ l'équation de la section méridionale de la surface de l'ellipsoïde. Prenons la section plane $y = \text{const.}$ et déterminons le volume du secteur. Il est exprimé à l'aide de la formule $\frac{a^2}{b^2} \left[\pi \int_y^b (b^2 - y^2) dy + \frac{\pi}{3} y (b^2 - y^2) \right]$ ou par $\frac{2\pi}{3} a^2 (b - y)$. Le volume de l'ellipsoïde est égal à $\frac{4\pi}{3} a^2 b$. On a donc $\frac{q}{Q} = \frac{b - y}{2b}$.

On peut prouver, que les expressions $Q \frac{b - y}{2b}$ et $Q \frac{c - B'}{2c}$ sont égales.

L'équation $\frac{x^2}{A^2} + \frac{y^2}{A'^2 - c^2} = 1$ est du second degré par rapport à A^2 ; elle peut être écrite de la manière suivante

$$A^4 - (c^2 + x^2 + y^2) A^2 + c^2 x^2 = 0.$$

Si le point (x, y) est situé sur la surface de l'ellipsoïde, une des racines de l'équation est égale à a^2 ; l'autre racine $A^2 = A'^2$ correspond à la surface de l'hyperboloïde, qui passe par le point (x, y) . Or nous avons pour l'hyperboloïde

$$A'^2 = c^2 - B'^2.$$

L'équation en A^2 montre, que le produit des racines est égal à $c^2 x^2$, c'est à dire $a^2 A'^2 = c^2 x^2$.

D'où nous obtenons $c^2 - B'^2 = A'^2 = \frac{c^2 x^2}{a^2} = c^2 - \frac{c^2 y^2}{b^2}$ et par conséquent $B' = \frac{cy}{b}$ et $\frac{c - B'}{2c} = \frac{b - y}{2b}$.

La quantité q d'électricité, située sur la partie de la surface de l'ellipsoïde, extérieure par rapport au segment, est donnée par la formule

$$q = Q \frac{c + B'}{2c}. \quad (47_2)$$

Considérons à présent le cas de deux ellipsoïdes.

Nous avons donné l'expression du flux, qui correspond aux divers tubes de force et exposé la méthode qui sert pour construire la surface de niveau, que nous avons prise pour celle du corps, représentant une armature du condensateur. Nous pouvons exprimer la quantité d'électricité, qui se trouve sur la partie de la surface du corps, limité par la circonférence d'un cercle parallèle.

Prenons un point (x, y) sur la section méridionale de la surface du corps. Nous déterminons les valeurs correspondantes de B' et B'' à l'aide des équations

$$\frac{x^2}{c^2 - B'^2} - \frac{y^2}{B'^2} = 1 \quad (48_1)$$

$$\frac{x^2}{c^2 - B''^2} - \frac{(y - d)^2}{B''^2} = 1. \quad (48_2)$$

Le point (x, y) se trouve sur la circonférence d'un cercle parallèle. Il existe un tube de force, dont la surface donne cette circonférence par intersection avec la surface du corps. La surface de ce tube a pour section méridionale la ligne de force, qui aboutit au point (x, y) . Nous pouvons exprimer le flux de force par une des formules (40), (41) et (42). Supposons, que le point (x, y) se trouve sur la surface du corps, dont la charge est négative. Nous pouvons exprimer la quantité q d'électricité, distribuée sur la partie de la surface du corps, qui se trouve du côté de l'axe positive de Y par rapport à la circonférence du cercle parallèle. Le flux de force, égal à $4\pi q$, doit être exprimé à l'aide de la formule (40), si $y > d$, et (41), si $d > y > 0$.

Nous avons donc

$$4\pi q = 2\pi Q \frac{B'' - B'}{c}$$

dans le premier cas et

$$4\pi q = -2\pi Q \frac{B'' + B'}{c}$$

dans le second; c'est à dire

$$q = Q \frac{B'' - B'}{2c} \quad (49_1)$$

pour $y > d$ et

$$q = -Q \frac{B'' + B'}{2c} \quad (49_2)$$

pour $d > y > 0$.

L'expression (49₁) est négative, car $B'' < B'$ pour $y > d$.

Comme les deux corps, constituant le condensateur, sont égaux entre eux et symétriquement disposés par rapport au plan $y = \frac{d}{2}$, la distribution d'électricité est aussi symétrique (les densités dans les points correspondants sont égales, mais de signes contraires).

Prenons pour la droite, d'où nous mesurons les angles α , l'axe négative de Y : nous devons alors changer les signes des expressions (41) et (42).

Nous exprimons la quantité q d'électricité sur la partie de la surface du corps, dont la charge est positive; cette partie doit être prise du côté de l'axe négative de Y par rapport à la circonférence du cercle parallèle, qui passe par le point (x, y) .

Nous avons

$$q = Q \frac{B' + B''}{2c} \quad (49_3)$$

pour $y > 0$ et

$$q = Q \frac{B'' - B'}{2c} \quad (49_4)$$

pour $y < 0$.

L'expression (49₄) est positive, car $B'' > B$ pour $y < 0$.

§ 7. Tables, contenant les coordonnées des points de la section méridionale de la surface de niveau et des lignes de force.

Nous avons exposé dans le paragraphe 3 la méthode de calcul des coordonnées des points, qui se trouvent sur la surface de niveau, exprimée par l'équation (7).

Nous avons pris la valeur de M , qui satisfait à la relation

$$\log(Mc = 8,92839 \quad (\text{cfr. la form. (8)})$$

et qui correspond aux valeurs: $c = 0,9 d$, $b_1 = 0,45 d$ et $b_2 = 0,55 d$ (cfr. la fin de § 4).

Nous prenons la surface de niveau, qui correspond à cette valeur de M , pour celle d'une armature du condensateur. L'autre armature est limitée par la surface, qui correspond à la valeur égale et négative de M .

Les deux surfaces sont symétriquement disposées par rapport au plan $y = \frac{d}{2}$.

La table suivante contient les quotients $\frac{x}{d}$ et $\frac{y}{d}$, où x et y désignent les coordonnées des points, qui se trouvent sur la surface du corps, dont la charge est positive. A chaque point (x, y) de cette surface correspond le point $(x, d - y)$ de celle de l'autre corps, dont la charge est négative.

$\frac{x}{d}$	$\frac{y}{d}$		$\frac{x}{d}$	$\frac{y}{d}$
0	0,45			
0,4510	0,4495		1,8346	— 0,0561
0,7273	0,4441		1,9819	— 0,3130
0,8962	0,4328		2,0728	— 0,6535
1,0294	0,4152		2,0839	— 0,8611
1,1466	0,3908		2,0601	— 1,0973
1,2558	0,3588		1,8444	— 1,6667
1,4622	0,2678		1,0790	— 2,3917
1,6568	0,1331		0,5431	— 2,6008

Calculons la capacité électrique du condensateur d'après la formule (16)

$$\frac{c}{2 \operatorname{arc} \sin (Mc)}$$

Nous avons

$$\operatorname{arc} \sin (Mc) = 0,084900.$$

D'après la formule (14)

$$\delta = b_2 - b_1.$$

Pour les valeurs choisies $b_1 = 0,45 d$ et $b_2 = 0,55 d$, nous avons

$$\delta = 0,1 d$$

et

$$c = 9 \delta.$$

La capacité électrique est égale à

$$\frac{9 \delta}{0,169800} = 53,003 \delta;$$

δ désigne ici la distance entre les points centraux des parties des surfaces de niveau, tournées l'une vers l'autre.

Les coordonnées des points, situés sur les lignes de force, sont calculées d'après la méthode, que nous avons exposée dans le paragraphe 5.

Nous donnons les tables pour trois lignes de force, qui aboutissent en points de la section méridionale de la surface de niveau :

- 1) $x = 1,8444 d, \quad y = -1,6667 d$
- 2) $x = 2,0839 d, \quad y = -0,8611 d$
- 3) $x = 1,8346 d, \quad y = -0,0561 d.$

Pour chacun de ces trois points nous avons calculé B' et B'' et puis N d'après la formule $N = B'' - B'$ *).

Nous avons

$$\begin{aligned} N &= 0,0841 d \text{ pour la première ligne de force} \\ N &= 0,2477 d \text{ » la seconde » »} \\ N &= 0,4496 d \text{ » la troisième » »} \end{aligned}$$

Les lignes de force sont disposées symétriquement par rapport au plan $y = \frac{d}{2}$. Nous donnons dans les tables les coordonnées des points, pour lesquels $y < \frac{d}{2}$. A chaque point (x, y) , donné dans la table, correspond un point $(x, d - y)$, situé sur la même ligne de force.

I. La première ligne de force.

$\frac{x}{d}$	$\frac{y}{d}$	$\frac{x}{d}$	$\frac{y}{d}$
1,8444	— 1,6667	4,5713	— 2,2325
2,1621	— 1,8384	5,5729	— 1,9474
3,4126	— 2,2247	6,3725	— 1,4386

II. La seconde ligne de force.

$\frac{x}{d}$	$\frac{y}{d}$	$\frac{x}{d}$	$\frac{y}{d}$
2,0839	— 0,8611	3,5988	0
2,4759	— 0,8262	3,7036	0,4018
2,9800	— 0,6491	3,7076	0,5000
3,3550	— 0,3651		

III. La troisième ligne de force.

$\frac{x}{d}$	$\frac{y}{d}$
1,8346	— 0,0561
2,0560	0,2070
2,1216	0,4405

Nous pouvons déterminer à l'aide de nos formules la quantité d'électricité, distribuée sur la partie de la surface, limitée par la circonférence d'un cercle parallèle. Menons le cercle par le point (x, y) où aboutit la ligne de force, et considérons la partie de la surface

*) Si le point initial de la ligne de force avait l'ordonnée y positive, il faudrait calculer N d'après la formule $N = B'' + B'$.

du conducteur, qui se trouve par rapport à la circonférence de ce cercle du côté de l'axe négative de Y . La quantité d'électricité, répandue sur cette partie de la surface peut être exprimée d'après la formule (49₄) ou (49₃) (si nous considérons le corps, dont la charge est positive).

Nous voyons donc, que la quantité d'électricité sur la partie du corps, limitée par la circonférence du cercle parallèle, qui passe par le point

$$x = 1,8444 d, \quad y = -1,6667$$

est égale à

$$0,0467 Q.$$

Pour les parties de la surface, limitées par les circonférences passant par les points

$$x = 2,0839 d, \quad y = -0,8611 d$$

et

$$x = 1,8346 d, \quad y = -0,0561 d$$

les quantités d'électricité sont égales à

$$0,1376 Q \quad \text{et} \quad 0,2498 Q.$$

Sur les parties correspondantes de la surface de l'autre armature, dont la charge est $-Q$, les quantités d'électricité sont égales à

$$-0,0467 Q, \quad -0,1376 Q \quad \text{et} \quad -0,2498 Q.$$

Considérons encore la formule $\frac{S}{4\pi d}$ et essayons, si l'on peut l'appliquer pour calculer la charge des parties planes des surfaces des armatures. Prenons le point

$$x = 0,4510 d, \quad y = 0,4495 d.$$

La circonférence, qui passe par ce point, limite la partie, qu'on peut traiter comme plane. L'aire du cercle du rayon $r = 0,451 d$ est égal à $\pi \cdot (0,451)^2 d^2$; la formule $\frac{S}{4\pi \delta}$ a la valeur $\frac{(0,451)^2 d^2}{4\delta}$.

Nous avons trouvé, que la capacité de notre condensateur est égale à $53,003 \delta$.

Si les charges des corps, constituant le condensateur, sont égales à Q et $-Q$, la différence de leurs potentiels est égale à $\frac{Q}{53,003 \delta}$.

Si la formule $\frac{S}{4\pi \delta}$ était vraie pour la partie plane, cette partie aurait la charge

$$\frac{Q}{53,003 \delta} \cdot \frac{(0,451)^2}{4\delta} \cdot d^2$$

ce qui donne pour $d = 10 \delta$

$$0,09594 Q.$$

Si nous calculons B' et B'' pour le point

$$x = 0,4510 d, \quad y = 0,4495 d,$$

nous aurons

$$B' = 0,80906 d, \quad B'' = 0,81850 d.$$

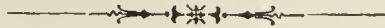
La formule $\frac{B' + B''}{2c} Q$ donnera la quantité d'électricité, située en dehors de la circonférence. La quantité d'électricité, qui est répandue sur la surface du cercle, est égale à

$$Q \frac{2c - B' - B''}{2c}.$$

c'est à dire à

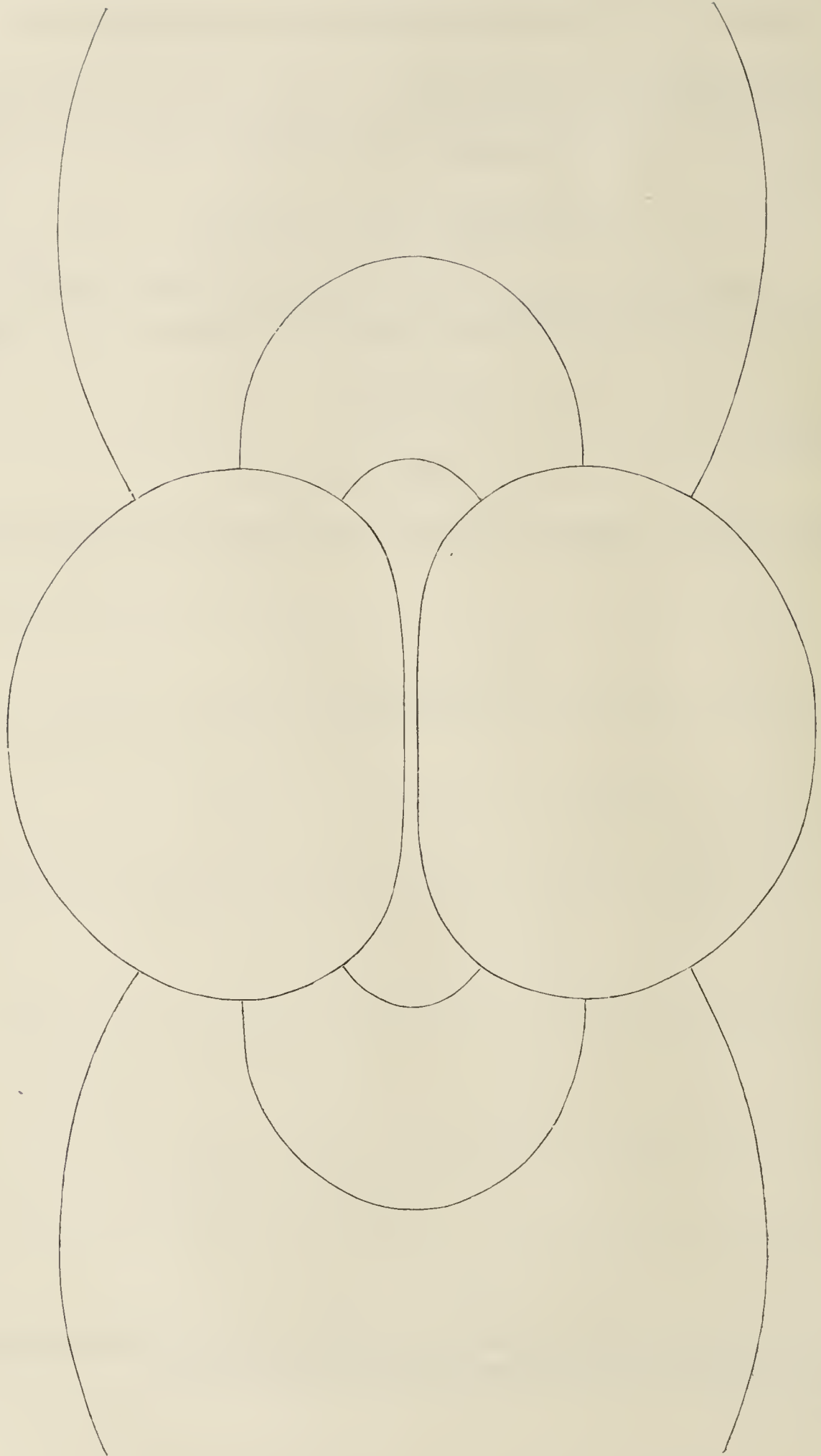
$$0,09580 Q.$$

Nous voyons que la différence entre les deux valeurs est moindre de 0,2 pour cent.



Le diagramme, qui se trouve sur la page suivante, représente les sections méridionales des surfaces de deux armatures du condensateur et trois lignes de force, dont la forme nous avons déterminée.

Fig. 5.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII SERIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 4.

Volume XV. № 4.

ТЕЛЕФОНЪ

КАКЪ ПОКАЗАТЕЛЬ ПЕРВНАГО ВОЗБУЖДЕНІЯ.

Н. Введенскаго.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 29 октября 1903 года).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и **К. Л. Риккера**
въ С.-Петербургѣ,
И. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Ш. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
И. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 40 коп. — Prix: 1 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Февраль 1904 года.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 линія, № 12.

Телефонъ какъ показатель нервнаго возбужденія.

Проф. Н. Введенскаго.

Въ 1883 году мною было доказано¹⁾, что телефонъ, будучи соединенъ съ раздражаемымъ нервомъ, воспроизводитъ «токи дѣйствія» (отрицательное колебаніе) послѣдняго въ формѣ доступныхъ для нашего уха звуковыхъ колебаній.

Такимъ образомъ было найдено средство изучить ритмическіе процессы, происходящіе въ нервѣ, — область совершенно недоступную до этого для экспериментальнаго изслѣдованія, да и теперь, несмотря на всѣ усовершенствованія капилляръ-электрометра въ соединеніи съ фотографіей, область доступную помимо телефона лишь въ очень узкихъ рамкахъ.

Другое обстоятельство, которое является очень цѣннымъ въ этомъ новомъ методѣ, это то, что для телефоническаго изслѣдованія токовъ дѣйствія нерва нѣтъ необходимости разъединять послѣдній съ его естественными показателями, какъ мышца и т. д. Понятна выгода этого обстоятельства. Оно позволяетъ намъ тотчасъ и непосредственно сличить электрическія дѣйствія нерва съ дѣйствіемъ его напр. на мышцу. Между тѣмъ опыты съ гальванометромъ или капилляръ-электрометромъ требуютъ всегда нанесенія нерву «поперечнаго сѣченія» и слѣдовательно разобщенія его съ своими нормальными показателями. Значеніе этого обстоятельства сказалось особенно наглядно, когда я провѣрялъ въ недавнее время²⁾ утвержденіе Herzen'a, будто можно наблюдать на нервѣ «точки дѣйствія безъ дѣйствія». Именно прежде всего благодаря телефону, можно было доказать, что это утвержденіе совершенно ложно.

Телефонъ былъ примѣненъ мною для изученія разнообразныхъ частныхъ вопросовъ нервной физиологіи. Нѣкоторые изъ этихъ вопросовъ, благодаря новому экспериментальному методу, были освѣщены совершенно съ новой стороны. Я приведу только два примѣра.

1) «Die telephonischen Wirkungen des erregten Nerven». (Bullet. de l'Académie de St.-Petersbourg. 1883, t. XXVIII, p. 290) — Centralbl. für die medicin. Wissenschaften. 1883, № 26.

«Телефоническія изслѣдованія надъ электрическими

Зап. Физ.-Мат. Отд.

явленіями въ мышечныхъ и нервныхъ аппаратахъ». СПб. 1884. (Также «Труды С.-Петербур. Общ. Естествопыт.» томъ XV).

2) Archiv für die ges. Physiologie, t. 82, p. 134—191; 1900.

Благодаря приложенію телефона къ нерву, возникъ вопросъ о неутомляемости нерва, что потомъ было подтверждено путемъ примѣненія другихъ методовъ какъ мною, такъ и многими другими изслѣдователями (Bowditch, Maschek въ лабораторіи Hering'a, Szana, Lambert, Edes и др.), и чего наиболѣе изящную демонстрацію далъ въ послѣднее время Durig въ физиологической лабораторіи Вѣнскаго Университета¹⁾.

Другой примѣръ. Благодаря телефоническому изслѣдованію нерва, прежде всего мною было показано, что наркозъ нерва вовсе не такъ дѣйствуетъ на двѣ основныя его функціи — раздражительность и проводимость, какъ это принималось до сихъ поръ всѣми авторами, начиная съ Gruenhagen'a, усматривавшими въ паркозѣ даже средство искусственно разъединить («trennen») эти двѣ функціи одну отъ другой²⁾.

Международные конгрессы физиологій II и III (Люттихъ и Бернъ) дали мнѣ случай продемонстрировать телефоническій методъ физиологамъ различныхъ странъ. Ни одинъ изъ нихъ не вынесъ сомнѣнія въ томъ, что то, что онъ слышалъ въ телефонѣ, не служило бы обнаруженіемъ дѣятельности нерва.

Наконецъ, три года тому назадъ, мои телефоническіе опыты были повторены и всецѣло подтверждены Boruttau (Гёттингенъ), — однимъ изъ лучшихъ специалистовъ по электрофизиологій³⁾.

Такимъ образомъ телефоническій методъ въ примѣненіи къ нерву считаетъ за собою уже двадцать лѣтъ существованія и прошелъ черезъ разнообразныя провѣрки.

Но вотъ въ послѣднее время проф. С. И. Чирьевъ⁴⁾ находитъ, что этотъ методъ есть «ни болѣе, ни менѣе какъ ошибка наблюденія, обусловленная распространеніемъ вѣтокъ индукціоннаго тока на телефонъ».

Когда я узналъ о краткой замѣткѣ г. Чирьева, то мнѣ первое время казалось излишнимъ на нее отвѣчать. Возраженія его являются настолько слабыми, что несостоятельность ихъ очевидна для всякаго компетентнаго въ дѣлѣ читателя. Однако позднѣе я измѣнилъ свое рѣшеніе въ виду того соображенія, что не всякій читатель дастъ себѣ трудъ ближе вникнуть въ вопросъ и внимательно анализировать значеніе сдѣланныхъ возраженій.

1) Durig. Centralblatt für Physiologie 1902, № 25.

Возраженія, сдѣланныя Herzog'омъ противъ неутомляемости нерва, мною разобраны подробно въ Журналѣ Общ. Охр. Народ. Здравія 1900, №№ 6—8.

2) Цитированная выше статья въ Archiv für die ges. Physiol. Также «Возбужденіе, Торможеніе и Наркозъ». Спб. 1901.

3) Насколько согласно со мною понимаетъ этотъ авторъ значеніе телефона какъ методическаго орудія для изученія нерва и насколько высоко цѣнитъ его пока-

занія, это можно видѣть между прочимъ изъ слѣдующихъ его словъ: «Speciell in diesem Falle nun — bei frequenten phasischen Actionsströmen — lässt entschieden mehr als Capillarelektrometer ein empfindliches Telephon erkennen, dessen erstaunliche Leistungsfähigkeit ich in völliger Uebereinstimmung mit Wedensky nicht hoch genug veranschlagen kann» (Archiv für die ges. Physiologie, B. 94, S. 324).

4) Извѣстія Импер. Академіи Наукъ, томъ XVI, № 3.

Прежде чѣмъ я займусь возраженіями г. Чирьева, мнѣ необходимо сначала изложить, хотя бы въ краткихъ чертахъ, въ чемъ заключается мой телефоническій методъ. Только изъ сопоставленія моего приѣма изслѣдованія и приѣма, примѣняемаго этимъ авторомъ, можно видѣть, откуда происходитъ разница въ нашихъ результатахъ.

Я производилъ опыты на нервѣ лягушки, всегда вынудомъ изъ тѣла и обыкновенно оставленномъ въ соединеніи съ мышцей. Къ нерву были приложены двѣ пары электродовъ, изолированныя воздухомъ. Одна пара служила для раздраженія индукціонными токами какой-либо точки въ верхнемъ участкѣ нерва (раздражающіе электроды), а другая пара была предназначена для отведенія къ телефону нижней части нерва (анализирующіе электроды).

Опытъ производился собственно не съ однимъ телефономъ, а съ двумя (телефоны Сименса и Гальске), соединенными послѣдовательно и приспособленными для выслушиванія одновременно чрезъ оба уха. Чтобы повысить еще чувствительность наблюденія, тотъ и другой телефоны были снабжены добавочными трубками, благодаря которымъ устранялись побочныя шумы (треніе амбушуры телефона о волоса, ушную раковину и т. д.).

Чрезвычайно высокая чувствительность телефона къ электрическимъ колебаніямъ извѣстна всѣмъ и много разъ опредѣлялась по физическимъ методамъ, примѣры чего приведены и въ моей работѣ «Телефоническія изслѣдованія»... Чтобы дать понятіе о чувствительности того телефоннаго расположенія, которымъ я пользовался, я привожу примѣръ, выраженный въ условіяхъ физиологическаго изслѣдованія. Если включить во вторичную цѣпь саннаго индукціоннаго аппарата послѣдовательно участокъ сѣдалищнаго нерва лягушки длиною въ 10 мм. и оба телефона и затѣмъ раздражать нервъ индукціонными токами, производимыми прерывателемъ 100 колеб. въ 1 сек., то нервъ начинаетъ вызывать мышечныя сокращенія при разстояніи первичной и вторичной катушекъ 40 см., между тѣмъ какъ телефонъ реагируетъ звуками (на токи, стало быть, той же самой вторичной цѣпи, съ тѣми же сопротивленіями) еще при разстояніи 175 см. и только при разстояніи 200 см. ухо перестаетъ совсѣмъ слышать тонъ въ телефонѣ. Изъ этого можно видѣть, насколько чувствительность моего телефоннаго расположенія далеко оставляетъ за собою чувствительность нерва, считавшагося до изобрѣтенія телефона даже у физиковъ самымъ чувствительнымъ («физиологическимъ») реоскопомъ.

Прежде чѣмъ начать наблюденіе токовъ дѣйствія нерва съ помощью телефона, я каждый разъ отыскиваю предварительно на шкалѣ индукціоннаго аппарата тѣ токи, которые вызываютъ самыя слабыя сокращенія мышцы (порогъ раздраженія). Въ самомъ дѣлѣ, знать это крайне важно, чтобы судить потомъ, съ токами какой силы въ физиологическомъ смыслѣ мы будемъ имѣть дѣло, когда будемъ раздражать нервъ то болѣе слабыми, то болѣе сильными токами.

Вотъ что наблюдается въ телефонѣ, если переходитъ постепенно отъ индукціонныхъ

токовъ болѣе слабыхъ къ болѣе сильнымъ (предполагая частоту ихъ не очень высокой, 60—150 въ секунду):

1. Когда вторичная катушка приходитъ въ сосѣдство съ порогомъ раздраженія, указаннымъ мышцей, въ телефонѣ появляется внезапно слабый тонъ, или соответствующій ритму раздражающихъ токовъ, или, чаще, ритма болѣе низкаго (рокотъ). Это порогъ раздраженія по показанію телефона. Онъ не расходится много съ порогомъ раздраженія по мышцѣ (обыкновенно разница не болѣе одного сантиметра на шкалѣ саннаго аппарата).

2. Если передвигать постепенно индукціонную катушку впередъ (по направленію къ первичной), то наблюдаютъ, что каждое новое перемѣщеніе на 5 мм. содѣйствуетъ первое время много усиленію телефоническаго тона; при этомъ послѣдній съ каждымъ новымъ перемѣщеніемъ выигрываетъ чувствительно въ своей музыкальной чистотѣ или, если онъ раньше не соответствовалъ ритму раздраженія, то въ своей высотѣ (рокотъ болѣе или болѣе частаго ритма, появленіе низкаго музыкальнаго тона). Это раздраженія субмаксимальныя.

3. Затѣмъ доходятъ до индукціонныхъ токовъ, которые, вызывая въ телефонѣ тонъ чистый и соответствующій раздраженію, не производятъ уже никакого дальнѣйшаго возрастанія интенсивности послѣдняго при своемъ послѣдовательномъ усиленіи. Это характеристика максимальныхъ раздраженій.

4. Если двигать вторичную катушку еще дальше впередъ, то телефоническій тонъ начинаетъ снова терять нѣсколько въ своей интенсивности и музыкальной чистотѣ.

Измѣненія, испытываемыя телефоническимъ тономъ подъ 1—3 въ зависимости отъ измѣненія силы индукціонныхъ токовъ, сами по себѣ заставляютъ уже насъ разсматривать его какъ *нервный тонъ*, выражающій въ дѣйствительности *функциональную дѣятельность* нерва. Въ самомъ дѣлѣ, не трудно указать для нихъ эквивалентовъ на мышцѣ (мышечныя сокращенія, мышечный тонъ), когда она возбуждается съ нерва.

Только явленіе, наблюдаемое подъ 4, требуетъ особаго объясненія. Происхожденіе его обязано, повидимому, сложнымъ условіямъ. Когда пользуются для опыта обыкновеннымъ индукціоннымъ аппаратомъ (гдѣ индукціонные токи замыканія и размыканія не выравнены), вступленіе въ дѣйствіе замыкательныхъ индукціонныхъ ударовъ осложняетъ характеръ наблюдаемаго нервнаго тона. Второй причиной явленія, наблюдаемаго подъ 4, можетъ служить то обстоятельство, что раздражительность нерва начинаетъ скоро страдать отъ приложенія къ нему необычайно-сильныхъ индукціонныхъ токовъ (перераздраженіе). Наконецъ, въ извѣстныхъ случаяхъ указанное подъ 4 измѣненіе въ характерѣ телефоническаго тона можетъ происходить отъ вмѣшательства въ наблюдаемыя явленія униполярныхъ дѣйствій тока на телефонъ.

Это послѣднее обстоятельство должно очень озабочивать насъ въ опытахъ этого рода. Въ самомъ дѣлѣ, между тѣмъ какъ на *изолированномъ* нервѣ не существуетъ никакой

опасности со стороны *простого вѣтвленія* раздражающаго тока въ телефонъ, если разстояніе между раздражающими и отводящими электродами превосходитъ лишь 5 мм. (это общепризнано и легко можетъ быть провѣрено съ помощью простаго контрольнаго опыта), *униполярныя дѣйствія* могутъ сказаться на любомъ протяженіи нерва. Замѣчу тотчасъ, что я понимаю это слово (какъ и г. Чирьевъ) въ томъ смыслѣ, который ему данъ du Bois-Reymond'омъ. Въ этомъ смыслѣ индукціонный токъ можетъ дѣйствовать *униполярно* не только при условіи приложенія къ нерву одной проволоки вторичной цѣпи, но и въ условіяхъ обычнаго приложенія, т. е. когда оба электрода приложены къ нерву и одинъ конецъ этого послѣдняго изолированъ воздухомъ, а другой соединенъ съ мышцей, съ гальванометромъ и т. п. Униполярныя дѣйствія въ этомъ смыслѣ начинаютъ всегда сказываться, когда экспериментаторъ обращается къ токамъ крайне сильнымъ. Къ счастью, они легко могутъ быть распознаны, если даже не прибѣгать къ такимъ приѣмамъ, какъ перевязка нерва мокрой ниткой, раздавливаніе его въ извѣстной точкѣ и т. д. Достаточно экспериментатору прикоснуться къ какому-либо металлическому пункту вторичной цѣпи, и тотчасъ же произойдетъ рѣзкое усиленіе *resp.* ослабленіе наблюдаемыхъ эффектовъ, если униполярныя дѣйствія уже вмѣшиваются въ дѣло.

Въ виду высокой чувствительности телефона по отношенію къ электрическому току вообще, по отношенію къ униполярнымъ дѣйствіямъ индукціоннаго тока въ частности, нужно быть при опытахъ съ телефономъ всегда насторожѣ по отношенію къ этимъ послѣднимъ:

5. Когда пользуются для опыта индукціонными токами столь сильнымъ, что есть основанія предполагать униполярное дѣйствіе ихъ на телефонъ, это послѣднее можетъ быть тотчасъ обнаружено, если даже тонъ этого происхожденія существуетъ рядомъ съ тономъ происхожденія физиологическаго, благодаря тому, что униполярный тонъ тотчасъ же испытываетъ рѣзко выраженное усиленіе или ослабленіе въ своей интенсивности, какъ только соединяютъ съ землей металлическимъ проводникомъ (либо прикосновеніемъ руки) одну или другую изъ двухъ проволокъ вторичной цѣпи или же цѣпи нерва-телефона. Кромѣ того экспериментаторъ можетъ, при небольшомъ навыкѣ, распознавать появленіе въ телефонѣ униполярнаго тона по его своеобразному тембру. Это въ особенности ясно, если частота раздражающихъ токовъ не велика, напр. 50—80 въ сек. Униполярный тонъ имѣетъ рѣзкій стрекочущій тембръ, довольно непріятный для нашего уха въ противоположность нервному тону. Въ этомъ можно убѣдиться вполне, если нервъ убить въ какой-либо точкѣ между раздражающими и отводящими электродами по одному изъ тѣхъ способовъ, которые практикуются въ физиологій.

6. Если коснуться какой-либо точки нерва между раздражающими и отводящими электродами кисточкой, смоченной растворомъ амміака или 5% растворомъ карболовой кислоты (не оставляя при этомъ на нервѣ никакой видимой капли), то телефоническій тонъ, описанный подъ 1—4, быстро исчезаетъ совсѣмъ и остается только тонъ униполярнаго

происхожденія, когда раздражающіе токи имѣютъ интенсивность уже достаточную для вызова этого послѣдняго.

Этотъ контрольный опытъ, одинъ изъ самыхъ убѣдительныхъ. Онъ намъ позволяетъ, *не измѣняя рѣшительно ничего въ прочихъ экспериментальныхъ условіяхъ* (мѣсто раздраженія и отведенія въ телефону, сопротивленія той и другой цѣпи, сила индукціонныхъ токовъ), исключить физиологическія дѣйствія нерва и оставить въ ихъ прежней роли физическія свойства нерва, какъ проводника электрическихъ осцилляцій.

Вотъ что слѣдуетъ изъ этого контрольнаго опыта: между тѣмъ какъ нервъ нормальный даетъ намъ слышать телефоническіе тоны извѣстнаго характера (подъ 1—4), начиная напр. съ 40 см. шкалы индукціоннаго аппарата, тотъ же самый нервъ послѣ смазыванія его амміакомъ или феноломъ — веществами нисколько не измѣняющими его физическаго строенія¹⁾ и приложенными лишь къ одной его точкѣ — обнаруживаетъ какое-либо дѣйствіе на телефонъ лишь напр. при разстояніи катушекъ въ 15 см. и притомъ тонъ телефоническій имѣетъ теперь тембръ отличный отъ того, какимъ характеризовался тонъ, наблюдавшійся между дѣленіями шкалы 40—15. Кроме того наблюдающійся теперь тонъ тотчасъ же измѣняется рѣзко въ своей интенсивности, какъ только экспериментаторъ прикасается къ какой-либо обнаженной точкѣ вторичной или телефонической цѣпи, чего совсѣмъ не наблюдалось, пока дѣло шло о тонѣ перваго происхожденія.

Какъ видно, *есть простое и вѣрное средство разединить физиологическую проводимость нерва отъ физической и указать съ совершенною точностью ту шкалу индукціонныхъ токовъ, гдѣ телефонъ реагируетъ лишь на токи дѣйствія нерва и выше которой начинается прямое дѣйствіе на него физическихъ осцилляцій раздражающаго тока. И первая шкала достаточно обширна для того, чтобы можно было изучать физиологическія явленія нерва, не производя въ немъ состоянія перераздраженія.*

Однако возможно одно возраженіе противъ значенія послѣдняго опыта (подъ 6): такъ какъ у насъ нервъ остается въ непосредственной связи съ сокращающейся мышцей, то можно предположить, что механическія vibraціи этой послѣдней во время сокращенія могутъ сдѣлаться причиной механическихъ сотрясеній нерва на отводящихъ электродахъ; а эти послѣднія, какъ бы они ни были слабы, могли бы, можетъ быть, вызывать въ немъ электрическія измѣненія, совершенно достаточныя для того, чтобы привести въ дѣйствіе телефонъ, аппаратъ необычайной чувствительности.

1) Я могу теперь съ положительностью утверждать, что при этомъ нервъ не утрачиваетъ окончательно и свои *физиологическія* свойства, если амміакъ или карболовая кислота дѣйствуютъ на него не очень долгое время. Обмывъ тщательно смазанную ими точку нерва физиологическимъ растворомъ, удается часто (иногда

лишь по прошествіи нѣсколькихъ часовъ) ему снова возвратитъ всѣ его физиологическія функціи. Очевидно, здѣсь дѣло идетъ (по крайней мѣрѣ, на первыхъ порахъ) объ измѣненіи нерва сходномъ съ наркозомъ (Comptes Rendus de la l'Académie des Sciences de Paris, 13 octobre 1902).

Какъ ни слабо могло бы быть такое возраженіе, я считалъ необходимымъ устранить его посредствомъ слѣдующаго контрольнаго опыта.

7. Если, прежде чѣмъ примѣнить къ нерву манипуляцію, описанную подъ 6, растворомъ амміака или карболовой кислоты смазывается какая-либо точка его, промежуточная между мышцей и отводящими электродами, то дѣйствіе нерва на мышцу прекращается, между тѣмъ онъ продолжаетъ дѣйствовать на телефонъ такъ же, какъ то было и раньше.

Итакъ, физиологическая натура телефоническаго тона, вызываемаго умѣренно сильнымъ раздраженіемъ нерва, несомнѣнна. Но теперь возникаетъ новый вопросъ: обязанъ ли нервный тонъ своимъ происхожденіемъ дѣйствительно электрическимъ волнамъ возбужденія или же онъ беретъ свое происхожденіе отъ электротоническихъ токовъ, вызываемыхъ въ нервѣ вліяніемъ индукціоннаго тока?

Что *электротоническіе токи* здѣсь ни причемъ, это вытекаетъ изъ того обстоятельства, что нервный тонъ не зависитъ, по своему происхожденію, отъ близости электродовъ отводящихъ къ электродамъ раздражающимъ; напротивъ, онъ находится въ опредѣленномъ отношеніи къ порогу раздраженія, показываемому мышцей.

Затѣмъ весь характеръ тѣхъ измѣненій, которыя испытываетъ нервный тонъ въ зависимости отъ измѣненій силы раздраженія, отвѣчаетъ тоже обнаруженіямъ нервной раздражительности, а отнюдь не природѣ электротоническихъ токовъ, которые должны были просто возрастать въ силѣ съ возрастаніемъ интенсивности раздражающихъ токовъ.

Наконецъ, нервный тонъ не испытываетъ никакихъ измѣненій въ своей силѣ, если къ части нерва, промежуточной между раздражающими и отводящими электродами, прикладываютъ металлическую дугу, если эту часть окружить кусками мышцы и т. д.

Въ послѣднее время мною было сдѣлано много опытовъ надъ наркозомъ нерва, гдѣ явленія изучались параллельно по показаніямъ мышцы и телефона¹⁾. Во всѣхъ этихъ случаяхъ оба показателя нерва обнаруживали полное согласіе въ своихъ свидѣтельствахъ (ср. протоколы I—VIII въ первой цитиров. сейчасъ статьѣ). Но въ особенности демонстративными являются опыты съ вліяніемъ на функціи нерва высокихъ температуръ (40—45°). Если помѣстить часть нерва, промежуточную между электродами раздражающими и отводящими, на тонкостѣнную стеклянную трубку и пропускать чрезъ послѣднюю воду указанной температуры, мышца и телефонъ перестаютъ чрезъ извѣстное время отвѣчать на раздраженіе верхняго участка нерва. Если потомъ пропускать воду комнатной температуры, оба показателя нерва снова начинаютъ реагировать на его раздраженіе. Параллелизмъ показаній мышцы и телефона въ этомъ случаѣ вполне очевиденъ. Я демонстрировалъ этотъ опытъ русскимъ физиологамъ, принимавшимъ участіе въ послѣднемъ Съѣздѣ Естествоиспытателей

1) Цитированная статья въ «Pflüger's Archiv». Также «Возбужденіе, Торможеніе и Наркозъ».

и Врачей въ декабрѣ 1901 года. Свидѣтелями этой демонстраціи были также проф. Tigerstedt (Helsingfors) и Einthoven (Leiden).

Такимъ образомъ я имѣлъ случай провѣрить показанія столько разъ и въ такихъ разнообразныхъ условіяхъ, что не оставалось сомнѣнія не только у меня, но и у другихъ лицъ, которыя были свидѣтелями моихъ демонстрацій, что телефонъ есть аппаратъ вполне пригодный для воспроизведенія токовъ дѣйствія нерва. То же самое, какъ упомянуто уже, подтверждается всецѣло и опытами Boruttau.

Перехожу теперь къ возраженіямъ г. Чирьева.

Самое замѣчательное здѣсь прежде всего то, что онъ не повторялъ ни одного изъ моихъ опытовъ. Онъ не подвергаетъ ихъ со своей стороны и никакой критикѣ. Онъ просто приводитъ отрицательные результаты своихъ опытовъ, и это ему кажется совершенно достаточнымъ, чтобы уничтожить значеніе моихъ.

Слѣдуетъ поэтому думать, что г. Чирьевъ опирается на методъ, который представляетъ со своей стороны преимущества безспорныя, на аппараты чувствительности несравненно болѣе высокой, на контрольные опыты, не допускающіе никакого возраженія.

И ничего этого нѣтъ.

Г. Чирьевъ производитъ опыты съ *однимъ* телефономъ Сименса и Гальске, безъ всякихъ добавочныхъ приспособленій, которыя дѣлали бы выслушиваніе слабыхъ звуковъ болѣе удобнымъ и легкимъ. Онъ сообщаетъ намъ только, что его телефонъ имѣетъ «1740 оборотовъ проволоки и 195 омовъ сопротивленія», т. е. такія данныя, которыя можно прочесть на первомъ встрѣтившемся телефонѣ этой фирмы¹⁾.

Вооружившись такимъ телефономъ, онъ поступаетъ слѣдующимъ образомъ:

«Возьмемъ два нерва: одинъ совершенно жизнеспособный, живой, другой — мертвый или лежавшій въ спирту, формалинѣ, Мюллеровской жидкости и т. д., и, приложивъ къ обоимъ нервамъ электроды, соединимъ послѣдніе, при помощи жиротроповъ Rohr'a (съ вынутыми діагоналями), со второю спиралью индукціоннаго аппарата и съ телефономъ. Тогда, соединяя попеременно то живой, то мертвый нервъ съ индукторіумомъ и съ телефономъ, мы слышимъ *одинъ и тотъ же рокотъ* (курсивъ самого автора) — иногда даже болѣе ясный (?) на мертвомъ нервѣ».

Можно видѣть тотчасъ отрицательное значеніе, представляемое методомъ этого автора по сравненію съ моимъ. Онъ не производитъ опытъ *на одномъ и томъ же нервѣ*, сначала вполне жизнеспособномъ, потомъ утратившемъ свои функціональныя отправленія, но остающемся *въ тѣхъ же совершенно физическихъ условіяхъ*; нѣтъ, онъ предпочитаетъ сравнивать явленія на одной сторонѣ своего «жиротропа» съ явленіями на другой, т. е. въ условіяхъ,

1) На обоихъ моихъ телефонахъ указано: 2200 оборотовъ, 215 единицъ сопротивленія.

которыя не представляются абсолютно тѣми же самыми ни въ отношеніи точекъ приложенія индукціонныхъ токовъ, ни въ отношеніи отведенія къ телефону.

Какъ мало удѣляетъ вниманія подобнымъ условіямъ этотъ экспериментаторъ, это видно изъ его дальнѣйшаго опыта. Онъ беретъ «искусственный нервъ, состоящій изъ пучка тонкихъ нитокъ, обернутыхъ спирально такою же ниткою, и смоченный физиологическимъ растворомъ поваренной соли». И вотъ изумительный результатъ: «Такой нервъ даетъ совершенно такой же телефонный рокоть при пропусканіи чрезъ него индукціонныхъ токовъ» (!).

Легко судить по этому примѣру о тонкости наблюденій цитируемаго автора. И какую интенсивность (недопустимую въ настоящихъ физиологическихъ опытахъ) должны были имѣть прикладываемые имъ индукціонные токи, чтобы они могли дать ему рокоть «иногда даже болѣе ясный на мертвомъ нервѣ», чѣмъ на живомъ?

Читая его изложеніе, всего болѣе поражаешься выраженіями: «одинъ и тотъ же рокоть», «совершенно такой же телефонный рокоть». Что желаетъ этими выраженіями сказать авторъ? Развѣ высота тона должна быть непременно и всегда различна на нервѣ живомъ и нервѣ мертвомъ? Но почему это? авторъ на этотъ вопросъ не даетъ намъ никакого указанія. Съ какою легкостью онъ относится къ подобнымъ условіямъ, можно видѣть изъ слѣдующихъ его словъ. Упомянувъ, что въ моихъ опытахъ былъ «рокоть отъ живого нерва въ музыкальномъ отношеніи(?) нѣсколько другой, нежели отъ мертваго», онъ далѣе замѣчаетъ: «что незначительныя(?) различія въ тембрѣ звука здѣсь возможны — это понятію само собою(?); но основное музыкальное явленіе остается тѣмъ же самымъ».

Авторъ не объясняетъ намъ, почему онъ «нѣкоторыя различія» считаетъ возможными и почему онъ ихъ признаетъ «незначительными». Наблюдалъ ли ихъ онъ самъ иногда и въ какихъ условіяхъ?

Это примѣры точности въ наблюденіяхъ и описаніяхъ разбираемаго автора.

Г. Чирьевъ приводитъ еще со своей стороны «experimentum crucis». Когда онъ раздражаетъ нервъ посредствомъ тетаномотора Heidenhain'a, то «въ телефонѣ не слышно ничего, тѣмъ болѣе(?) никакого рокота, отвѣчающаго числу колебаній тетаномотора», хотя мышца при этомъ сокращается; если, напротивъ, онъ раздражаетъ ту же самую часть нерва индукціонными токами, онъ слышитъ «явственный рокоть».

Что при механической тетанизации первый тонъ наблюдается въ телефонѣ съ большимъ трудомъ, это было отмѣчено мною уже въ первыхъ опытахъ съ этимъ приборомъ. Но въ этомъ для меня не было ничего неожиданнаго, потому что я зналъ уже впередъ, что въ такомъ случаѣ дѣло должно было идти скорѣе всего о нервныхъ тонахъ *трансформи-*

1) Интересно, что въ той же своей статьѣ, опубликованной нѣсколько позднѣе на французскомъ языкѣ (Journal de physiologie 1902, № 5), г. Чирьевъ выпустилъ четыре послѣднія слова. Такъ что тутъ является еще болѣе туманнымъ, что хотѣлъ сказать авторъ

словами «основное музыкальное явленіе остается тѣмъ же самымъ». По этому примѣру также можно судить, какія ясныя представленія имѣетъ этотъ экспериментаторъ о томъ, что ему слѣдовало и можно было наблюдать съ телефономъ.

рованнаго ритма, а эти послѣдніе всегда гораздо слабѣе, чѣмъ изохрашныя тоны. Въ этомъ нѣтъ ничего необычайнаго для всякаго, кто ближе знакомъ съ механическимъ и химическимъ раздраженіями нерва. Въ этомъ можетъ убѣдиться легко каждый, если изслѣдуетъ съ помощью стетоскопа *мышечный* тонъ, вызванный одинъ разъ электрическимъ раздраженіемъ нерва, а въ другой разъ механическимъ. Что касается химическаго раздраженія, то оно даетъ даже на мышцѣ въ полномъ тетанусѣ лишь слабый шумъ (Bernstein, мои опыты). То же самое имѣетъ мѣсто по отношенію къ полученію вторичнаго тетануса съ мышцы. Онъ также получается болѣе трудно при механическомъ раздраженіи, и не удается (или крайне рѣдко) при химическомъ, такъ же какъ при раздраженіи индукціонными токами высокой частоты. Но это не можетъ быть цитируемо (какъ то дѣлаетъ г. Чирьевъ въ другой статьѣ), какъ аргументъ противъ ритмической природы мышечнаго сокращенія во всѣхъ этихъ случаяхъ и пѣкоторыхъ аналогичныхъ. Этотъ фактъ долженъ быть скорѣе объясняемъ расхожденіемъ фазъ возбужденія въ различныхъ волокнахъ, какъ это сдѣлано Вгиске, или еще расхожденіемъ ритмовъ въ различныхъ волокнахъ, каковыя ритмы при трансформированныхъ возбужденіяхъ отнюдь не должны во всѣхъ волокнахъ быть одними и тѣми же, какъ это соображеніе было выдвинуто мною¹⁾.

Слѣдуетъ отмѣтить, что г. Чирьевъ самъ говоритъ въ другой своей статьѣ²⁾, что «раздраженіе индукціонными токами даетъ *значительно большее* отрицательное колебаніе, нежели тетаномоторъ» (стр. 44). Такимъ образомъ онъ самъ ослабляетъ или даже упичтожаетъ совсѣмъ значеніе своего «*experimentum crucis*». Если бы онъ получилъ результатъ положительный (какъ это было въ моихъ опытахъ), то это позволило бы сдѣлать опредѣленное заключеніе; но результатъ отрицательный не даетъ ему никакого права дѣлать свой выводъ, и развѣ только сдѣлать предположеніе, что его показатель электрическихъ осцилляцій нерва былъ недостаточно чувствителенъ.

Вотъ факты, на которыхъ покоится заключеніе г. Чирьева, что въ моихъ опытахъ телефоническій тонъ былъ «явленіе чисто *физическое*, а не *физиологическое*».

Всякій другой экспериментаторъ, получивъ отрицательные результаты, счелъ бы своимъ долгомъ проконтролировать прежде всего чувствительность своего показателя физическаго, а потомъ своего анализатора физиологическаго, такъ какъ дѣло идетъ о звукахъ сравнительно слабыхъ, хотя и воспринимаемыхъ всякимъ ухомъ нормальной остроты. Этого мы не усматриваемъ изъ статьи разбираемаго автора.

Въ описаніи своихъ опытовъ онъ намъ не даетъ никакого яснаго представленія о

1) Archives de physiologie 1891, №№ 1 и 2.

2) Чирьевъ. Извѣстія Императорской Академіи Наукъ, 1902, томъ XVII, № 1.

томъ, что онъ слышалъ въ телефонѣ, когда онъ вообще здѣсь слышалъ что-либо (съ электрическимъ раздраженіемъ). Очевидно, что онъ самъ не можетъ намъ сказать, что было объектомъ его собственныхъ наблюденій. Начиная статью, онъ становится на точку зрѣнія du Bois-Reymond'a относительно «возможныхъ униполярныхъ распространеній токовъ по тканямъ». Но онъ самъ не примѣняетъ ни одного изъ тѣхъ способовъ, которые служатъ для распознаванія *униполярной* природы слышимаго имъ звука. Въ дальнѣйшемъ изложеніи онъ трактуетъ уже телефоническіе звуки въ моихъ опытахъ, какъ и въ своихъ, какъ «распространеніе *оттокъ* индукціонныхъ токовъ на телефонъ». Но это чистая невозможность, если онъ принимаетъ это слово («Stromschleife») въ смыслѣ du Bois-Reymond'a, если нервъ былъ изолированъ и разстояніе между электродами раздражающими и отводящими превосходитъ нѣсколько миллиметровъ¹⁾. И здѣсь онъ не примѣняетъ никакого контрольного опыта, обычнаго въ такихъ случаяхъ, какъ перевязка нерва мокрой ниткой, отодвиганіе электродовъ раздражающихъ отъ отводящихъ и т. д. вмѣсто этого онъ предпочитаетъ послать одинъ разъ въ нервъ живой, другой разъ въ нервъ мертвый *индукціонные токи, интенсивность которыхъ, а тѣмъ болѣе ихъ фізіологическое значеніе остаются для читателя и повидимому для самого автора совершенно неизвѣстными*. Вся экспериментальная энергія этого автора направилась на то, что онъ употреблялъ для убиванія нерва, помещаемаго по другую сторону «жиротропа», разныя средства: алкоголь, формалинъ, Мюллеровскую жидкость, да потомъ построилъ еще «искусственный нервъ» изъ нитокъ. Какъ видно, онъ занимался совершенно бесполезными вещами. Въ самомъ дѣлѣ, можно было бы еще примѣнить сотню разныхъ другихъ веществъ, или взять кусокъ каната и т. под., но смыслъ опытовъ нисколько не разъяснился бы отъ этого. Экспериментаторъ все слышалъ бы «одинъ и тотъ же рокотъ». Да и что же другое могъ слышать г. Чирьевъ? Судя по тому, что онъ говоритъ всюду о «рокотѣ», а не музыкальномъ тонѣ, частота раздражающихъ токовъ въ его опытахъ была мала. И нервъ живой не производитъ тогда трансформированія ритма.

Характерно въ высшей степени для разбираемаго автора, что онъ рѣшительно нигдѣ не упоминаетъ, *есть ли какая-либо разница въ реакціяхъ живого и мертвого нерва на телефонъ, если пользоваться для опыта индукціонными токами, постепенно нарастающими въ своей интенсивности*. Въ моихъ опытахъ эта разница достигаетъ 20 и болѣе см. шкалы. Можетъ быть, и это авторъ причислил бы къ «незначительнымъ различіямъ», какъ это онъ дѣлаетъ, когда у него рѣчь идетъ о характеристикѣ слышимаго телефонически тона? Мы видѣли, какими туманными выраженіями ограничивается онъ, когда описываетъ его характеръ.

Такимъ образомъ, нельзя усмотрѣть ничего яснаго изъ его изложенія. Наблюдалъ ли онъ только униполярныя дѣйствія на телефонъ? или уже дѣйствовали вѣтви тока (благодаря

1) du Bois-Reymond. Untersuchungen über thierische Elektrizität, II, стр. 295.

необычайной силѣ прикладываемыхъ токовъ и плохой изоляціи)? или иногда наблюдались и истинные нервные тоны? Это также можно предположить въ виду его допущенія «пезначительныхъ разницъ» между тономъ живого и мертваго нерва.

Поистинѣ, въ разбираемомъ авторѣ должны были сочетаться какія-то совершенно особыя условія, что онъ могъ смѣшать въ одно неразчленное цѣлое и токи дѣйствія нерва, и петли раздражающаго тока, и униполярныя обнаруженія.

Замѣчательно еще, что я производилъ мою телефоническую демонстрацію на нервѣ для г. Чирьева, и притомъ въ очень детальной формѣ, въ 1889 году по поводу конгресса Естественныхъ Испытателей и Врачей въ С.-Петербургѣ. Тогда онъ не сдѣлалъ мнѣ никакого возраженія. Теперь, чрезъ 13 лѣтъ, онъ выступилъ на свой собственный путь телефоническаго изслѣдованія и мы видимъ, насколько его новый путь мало ясенъ и надеженъ.

Какъ же объяснить себѣ это?

Первое время я оставался въ полномъ недоумѣніи предъ этимъ вопросомъ. Я могъ отвѣтить себѣ на этотъ вопросъ лишь только послѣ того, какъ я познакомился съ другими работами того же автора, которыя онъ опубликовалъ въ *самое последнее время*. Читатель тоже отвѣтитъ себѣ на этотъ вопросъ, если онъ прочтетъ внимательно напр. его статью: «Отрицательное колебаніе мышечнаго и нервнаго токовъ и его значеніе» (Извѣстія Акад. Наукъ, томъ XVII, № 1). Здѣсь г. Чирьевъ излагаетъ какъ установленныя имъ истины между прочимъ положенія слѣдующаго рода:

... «Всѣ дѣйствительные тетанусы... суть сплошныя, непрерывныя укороченія мышць и вторичныхъ тетанусовъ не даютъ» (стр. 43)...

... «Въ совершенно свѣжихъ и неповрежденныхъ мышцахъ и нервахъ, въ живомъ тѣлѣ, нѣтъ никакихъ электрическихъ токовъ, и *физиологическое возбужденіе* тѣхъ и другихъ равнымъ образомъ не сопровождается никакими электрическими измѣненіями» (стр. 46).

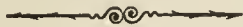
... «Дифференціальный реотомъ Bernstein'a, какъ я впоследствии покажу, совершенно неприложимъ къ подобнаго рода опытамъ, потому что, послѣ нѣкотораго продолженія опыта, при наименьшей скорости вращенія электродвигателя Helmholtz'a и реотома, можно наблюдать такое на первый разъ абсурдное явленіе, какъ наступленіе электродвигательнаго колебанія въ мышцѣ повидимому тотчасъ предъ раздраженіемъ — въ сущности *такъ долго длится* это колебаніе!» (стр. 43).

... «Въ мышцѣ пораненной и дающей постоянный токъ, во время ея тетаническаго сокращенія, первое время получаютъ не зигзагообразныя колебанія, а тѣмъ менѣе колебанія ея тока въ формѣ ктеноида, а токъ уступообразно (*treppenförmig*) понижается» (стр. 42).

Послѣдній результатъ наблюдался этимъ авторомъ съ капиллярнымъ электрометромъ. Это у него начинается уже при раздраженіи мышцы отдѣльными индукціонными ударами и затѣмъ 4—6 ударами въ 1 сек. Поэтому, если вѣрить ему, то надо было бы признать, что электрическія измѣненія при возбужденіи мышцы протекаютъ *медленно*, чѣмъ фазы ея сокращенія. И такія данныя сообщаются намъ въ то время, когда у насъ имѣются совершенно противоположныя результаты опытовъ съ этимъ приборомъ, засвидѣтельствованныя фотограммами, примѣры чего намъ дали въ своихъ прекрасныхъ изслѣдованіяхъ Bigdon-Sanderson, Gotch et Burch, Boruttau, Garten и др.

Эти примѣры показываютъ, что не только телефонъ, но и другіе научные приборы, разъ они находятся въ рукахъ г. Чирьева, то они начинаютъ показывать нѣчто такое, чего не наблюдалъ никакой другой изслѣдователь, и не даютъ того, что получали всѣ другіе изслѣдователи.

Но за всѣмъ тѣмъ заслуживаетъ наибольшаго вниманія то, *какимъ образомъ* г. Чирьевъ развиваетъ и аргументируетъ свои положенія.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 5.

Volume XV. № 5.

ТЕРМОМЕТРИЧЕСКІЯ ИЗСЛѢДОВАНІЯ
И
ПОВѢРКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХЪ И ДРУГИХЪ ТЕРМОМЕТРОВЪ
ВЪ НИКОЛАЕВСКОЙ ГЛАВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
СЪ 1869 ПО 1901 ГОДЪ.

І. Шукевичъ.

(Доложено въ засѣданіи Физико-математическаго отдѣленія 23-го октября 1902 г.)

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:
И. П. Глазунова, М. Эггерса и Коми. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Коми. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 2 р. — Prix: 5 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Февраль 1904 г.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТРАН.
1. Введеніе	1
2. Опредѣленіе нулевой точки ртутнаго термометра	3
3. Постепенное повышеніе нулевой точки ртутнаго термометра	6
4. Временныя пониженія нулевой точки ртутнаго термометра	11
5. Разность основныхъ точекъ ртутнаго термометра	21
6. Вліяніе виѣшняго и внутренняго давленій на показанія ртутнаго термометра	25
7. Поправки калибра нормальныхъ термометровъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи	28
8. Интерполяція поправокъ метеорологическихъ термометровъ	30
9. Приборы и способы для повѣрки термометровъ при температурахъ выше 0°	35
10. Приборы и способы для повѣрки термометровъ при температурахъ ниже 0°	40
11. Главные нормальные термометры Главной Физической Обсерваторіи для температуръ выше 0°: Tonnelot № 4494 и 4495	46
12. Главный нормальный термометръ № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn)	56
13. Главные нормальные термометры для температуръ ниже 0°: ртутный термометръ Tonnelot № 11167 и толуоловый термометръ Tonnelot № 4932	58
14. Главный нормальный термометръ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).	68
15. Нормальный термометръ № 2 (H. Geissler in Bonn)	77
16. Нормальный термометръ № 3' (Dr. H. Geissler in Bonn)	87
17. Провѣрочный термометръ № 274 (Dr. H. Geissler in Bonn).	90
18. Провѣрочный термометръ № 603 (R. Fuess, Berlin — Patent 1877)	92
19. Провѣрочный термометръ № 313 (Ф. Мюллеръ — С.-Петербургъ).	95
20. Повѣрка спиртовыхъ термометровъ	97
21. Заключеніе	99

1. Введеніе.

Для точныхъ измѣреній температуры ртутный термометръ недавно еще считался мало-пригоднымъ. Только въ новѣйшее время, благодаря трудамъ Пернета, Крафтса, Гильома и другихъ, ртутному термометру дано значеніе точнаго физическаго инструмента.

Въ настоящее время для каждаго точнаго измѣренія температуры по ртутному термометру дѣлаются два отсчета по его шкалѣ: отсчетъ при измѣряемой температурѣ и отсчетъ нулевой точки термометра непосредственно послѣ перваго. Это правило дано Пернетомъ, чтобы исключить вліяніе измѣненій термометра, происходящихъ отъ того, что нуль термометра, представляющій исходную точку для каждаго измѣренія температуры, измѣняется не только со временемъ (постепенное повышеніе нулевой точки), но и въ зависимости отъ измѣряемой температуры и отъ колебаній температуры, которымъ термометръ былъ подвергнутъ (временныя измѣненія нулевой точки).

Затѣмъ, къ каждому изъ двухъ отсчетовъ примѣняются поправка калибра, приведеніе къ одному и тому же внѣшнему давленію (760 мм.) и приведеніе къ горизонтальному положенію термометра. Разность исправленныхъ такимъ образомъ двухъ отсчетовъ даетъ намъ число дѣлений шкалы, которое еще превращаютъ въ точные градусы при помощи множителя, выведеннаго изъ опредѣленія разности основныхъ точекъ термометра, соответствующихъ температурамъ 100° и 0° . Такъ какъ только термометры изъ одного и того же сорта стекла показываютъ при одной и той же температурѣ одинаковое число градусовъ (послѣ примѣненія всѣхъ индивидуальныхъ поправокъ), то, наконецъ, приводятъ показанія каждаго ртутнаго термометра къ международному водородному термометру, чтобы дать измѣреніямъ температуры общій характеръ, т. е. чтобы всѣ измѣренія по разнымъ термометрамъ въ точности были сравнимы между собою.

Изслѣдованіе ртутнаго термометра для опредѣленія всѣхъ его индивидуальныхъ поправокъ требуетъ большой траты времени; кромѣ того всесторонне-изслѣдованные ртутные термометры, у которыхъ раздѣленная на $0,1$ шкала простирается до 100° , по своей длинѣ

не удобны для практики, если они должны служить и для измѣреній низкихъ температуръ. Поэтому въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи для измѣреній температуры при повѣркѣ разныхъ метеорологическихъ термометровъ употребляется обыкновенный термометръ, для котораго, по тщательнымъ сравненіямъ со всесторонне-изслѣдованнымъ термометромъ, даны полныя поправки относительно международнаго водороднаго термометра. Въ эти полныя поправки включены уже какъ поправки калибра, такъ и поправки отъ неправильнаго градуснаго дѣленія шкалы. Данныя поправки, вмѣстѣ съ этимъ, относятся къ тому положенію термометра, въ которомъ онъ былъ сравненъ со всесторонне-изслѣдованнымъ термометромъ. При каждомъ измѣреніи температуры, кромѣ полной поправки отсчета термометра, принимаютъ въ расчетъ его нулевую точку, получаемую, согласно съ упомянутымъ выше правиломъ, тотчасъ послѣ отсчета при измѣряемой температурѣ.

Существенныя измѣненія, въ повѣйшее время, въ опредѣленіи температуры по ртутному термометру; введеніе, при изготовленіи термометровъ, новыхъ сортовъ стекла, дающихъ значительно меньшія депрессіи нулевой точки, чѣмъ старыя; нѣкоторая неопредѣленность приведеній провѣренныхъ въ прежнее время въ обсерваторіи термометровъ къ международному водородному термометру, вслѣдствіе того, что для нормальнаго термометра при повѣркѣ принималась для всѣхъ температуръ одна и та же нулевая точка; введеніе болѣе совершенныхъ способовъ для повѣрки термометровъ при низкихъ температурахъ и несогласія между данными раньше и найденными въ послѣднее время приведеніями ртутныхъ и спиртовыхъ термометровъ къ водородному термометру при низкихъ температурахъ, — вотъ тѣ причины, которыя вызвали настоящій трудъ. Цѣль его — изучивъ подробно дѣятельность обсерваторіи по отношенію къ повѣркѣ термометровъ и къ термометріи вообще, съ 1869 года до настоящаго времени, и дополнивъ ее собственными изслѣдованіями, связать, по возможности, тѣснѣе между собою результаты повѣрки термометровъ, полученные въ разное время и по разнымъ нормальнымъ термометрамъ.

Относительно порядка, въ которомъ изложена нами въ настоящемъ трудѣ повѣрка термометровъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, замѣтимъ, что сперва разсмотрѣно опредѣленіе температуры по ртутному термометру вообще, затѣмъ описаны приборы и способы для повѣрки термометровъ при разныхъ температурахъ и, наконецъ, подробно выведены для отдѣльныхъ нормальныхъ термометровъ приведенія къ международному водородному термометру.

2. Определе́ніе нулевой точки ртутнаго термометра.

Нулевая точка термометра лучше всего определя́ется въ тающемъ наскобленномъ льду. Въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи берутъ для этого натуральный (невскій) лёдъ, которымъ обсерваторія запасается въ концѣ зимы. Выбираются изъ запаса наиболѣе чистые куски льда для наскобленія. Лёдъ наскобляется по возможности мельче помощью большого ножа съ ручками у обоихъ концовъ его, при чемъ на чистоту обрабатывается особенное вниманіе. Наскобленнымъ льдомъ наполняется цинковый сосудъ, формы и величины обыкновеннаго дождемѣрнаго сосуда, съ двойнымъ дномъ. Верхнее воронкообразное дно имѣетъ маленькія отверстія, черезъ которыя образовавшаяся отъ таянія вода стекаетъ каплями. Термометры погружаютъ въ лёдъ нѣсколько выше ихъ нулевыхъ точекъ, и только при отсчетахъ, насколько нужно, освобождаютъ отъ льда.

Для самыхъ точныхъ определе́ній нулевыхъ точекъ ртутныхъ термометровъ имѣется особый приборъ, состоящій изъ двухъ цилиндрическихъ стеклянныхъ сосудовъ, вставленныхъ одинъ въ другой. Внутренній сосудъ и пространство между нимъ и внѣшнимъ сосудомъ наполняются льдомъ. Сосуды помѣщены на треножникѣ, снабженномъ винтами для вертикальной установки термометра, при помощи отвѣса. Внутренній сосудъ снабженъ внизу краномъ, чтобы выпускать наружу избытокъ воды. Для отсчетовъ служитъ зрительная труба, прикрѣпленная къ одному изъ стержней прибора.

Такой приборъ употребляется въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ въ Севрѣ, близъ Парижа (Bureau international des poids et mesures. — Pavillon de Breteuil, Sèvres). При определе́нии точки таянія льда соблюдаютъ въ Бюро слѣдующія предосторожности: къ наскобленному льду (изъ норвежскихъ озеръ), которымъ наполненъ внутренний сосудъ, прибавляютъ дистиллированную воду, послѣ чего лёдъ крѣпко сдавливаютъ деревянною доскою, а избытку воды даютъ стечь черезъ открытый кранъ. Какъ только поверхность льда начи́паетъ обсыхать, закрываютъ кранъ, вся масса льда при этомъ должна оставаться смоченною. Затѣмъ палочкою дѣлаютъ во льду выемку и вставляютъ сюда термометръ.

При измѣреніяхъ температуры выше 0° , термометръ вставляютъ въ лёдъ немедленно послѣ отсчета и наблюдаютъ черезъ 3—10 минутъ наинизшее его показаніе. При измѣреніяхъ температуры ниже 0° , приимаютъ въ Бюро, въ послѣднее время, нулевую точку, соответствующую продолжительному пребыванію термометра въ тающемъ льду.

По такому же способу, по какому въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ определяются нулевые точки ртутныхъ термометровъ, слѣдуетъ и у насъ определять нулевые точки нашихъ главныхъ нормальныхъ термометровъ, которые тамъ были всесторонне изслѣдованы и непосредственно сравнены съ нормальнымъ термометромъ Бюро. Эти главные нормальные термометры служатъ у насъ для определе́нія приведеній къ между-

народному водородному термометру другихъ нормальныхъ термометровъ, предназначенныхъ для повѣрки метеорологическихъ и прочихъ специальныхъ термометровъ. Для этихъ же нормальныхъ термометровъ, при сличеніи ихъ съ главными нормальными, температура таянія льда, однако, должна быть опредѣлена такъ, какъ она обыкновенно опредѣляется при повѣркѣ термометровъ. Этой мѣрою исключается и та небольшая погрѣшность при повѣркѣ термометровъ, которая кроется въ принятомъ у насъ болѣе простомъ способѣ опредѣленія 0° .

Ввиду важности точнаго опредѣленія нулевыхъ точекъ термометровъ, я сравнилъ въ декабрѣ 1901 г. оба способа опредѣленія между собою, а именно, какъ это обыкновенно принято у насъ, въ тающемъ наскобленномъ льду, помѣщенномъ въ дождемѣрномъ сосудѣ (А), и способъ, принятый въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ (В). Результаты этого сравненія слѣдующіе:

31-го декабря 1901г.	Гипсотерм. № 226. (R. Fuess).	Медицинск. № 7. (Ф. О. Мюллеръ).	Особые термометры.		Психром. термом.	
			№ 67. (Ф.Мюллеръ.)	№ 68. (Ф.Мюллеръ.)	№ 781. (Ф.Мюллеръ.)	№ 781*. (Ф.Мюллеръ.)
0 ч. 48 м. — 0 ч. 50 м.			Вставлены въ ледъ (А).			
1 » 15 » — 1 » 33 »	0,007	0,061	0,103	0,105	0,053	0,079
1 » 40 » — 1 » 45 »			Вставлены въ ледъ (В).			
2 » 0 » — 2 » 13 »	0,009	0,064	0,106	0,110	0,056	0,092
2 » 19 »			Открытъ кранъ.			
2 » 23 » — 2 » 32 »	0,011	0,066	0,106	0,110	0,057	0,096
2 » 32 »			Кранъ закрытъ.			
2 » 33 » — 2 » 41 »	0,010	0,064	0,105	0,108	0,056	0,093
2 » 43 » — 2 » 44 »			Вставлены вторично въ ледъ (А).			
2 » 52 » — 3 » 1 »	0,009	0,062	0,100	0,106	0,053	0,085
3 » 7 » — 3 » 14 »	0,009	0,062	0,103	0,104	0,053	0,085
3 » 16 » — 3 » 20 »			Термометры охлаждены ниже 0° .			
3 » 25 » — 3 » 36 »	0,007	0,061	0,101	0,102	0,049	0,084
3 » 45 » — 3 » 52 »	0,007	0,061	0,102	0,105	0,049	0,080
$B - A = \dots\dots\dots$	+0,002	+0,002	+0,003	+0,004	+0,003	+0,010
B (закр.) — B (откр.) =	-0,002	-0,002	-0,001	-0,001	-0,001	-0,003
A ($+0^{\circ}$) — A (-0°) =	+0,002	+0,001	0,000	+0,002	+0,004	+0,003

Относительно термометровъ, служившихъ для этого изслѣдованія, замѣтимъ, что первые 4 термометра раздѣлены на $\frac{1}{10}^{\circ}$ и имѣютъ цилиндрическіе резервуары, а послѣдніе 2, такъ

называемые психрометрическіе термометры раздѣлены на $\frac{1}{5}^{\circ}$ и имѣютъ шаровидные резервуары. Такъ какъ у всѣхъ этихъ термометровъ шкала находится позади капиллярной трубки (Einschlussthermometer), то мы довольствовались производить отсчеты посредствомъ лупы. Кромѣ меня отсчитывали каждый разъ наблюдатели В. В. Александровъ и Л. Ф. Матушевичъ. Приведенныя выше, въ таблицѣ, нулевая точка представляютъ среднія изъ 3 отсчетовъ. Температура воздуха въ помѣщеніи была 15° . Порядокъ, въ которомъ термометры отсчитывались, былъ слѣдующій:

Сперва нулевая точка термометровъ опредѣлены обыкновеннымъ способомъ, т. е. въ тающемъ наскобленномъ льду, въ обыкновенномъ сосудѣ (*A*); затѣмъ — въ приборѣ, какъ въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ (*B*): поверхъ наскобленнаго льда, которымъ набитъ былъ приборъ, налита дистиллированная вода, послѣ чего ледъ былъ сдавленъ и избытку воды дано стечь черезъ открытый кранъ; промывъ такимъ образомъ ледъ, я тотчасъ закрылъ кранъ, при чемъ вся масса льда осталась смоченною. Отсчеты производились при закрытомъ кранѣ, затѣмъ при открытомъ и, наконецъ, еще разъ при закрытомъ кранѣ. Затѣмъ термометры отсчитывались вторично въ обыкновенныхъ условіяхъ (*A*) и, наконецъ, послѣ охлажденія ихъ на -2° , въ воздухѣ изъ окна помѣщенія, такъ что нулевая точка была достигнута термометрами при повышеніи температуры.

При вычисленіи приведенныхъ въ концѣ таблицы разностей взяты среднія изъ первыхъ и вторичныхъ отсчетовъ, относящихся къ одному и тому же способу опредѣленія нулевой точки.

Изъ полученныхъ разностей мы можемъ заключить слѣдующее:

Тающій наскобленный невскій ледъ, какъ онъ обыкновенно употребляется въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, даетъ около $0,003$ низшія нулевая точки, чѣмъ такой же, но промытый дистиллированной водою и достаточно ею смоченный ледъ въ приборѣ, употребляемомъ въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ (*B—A*). Причина этой разности, вѣроятно, кроется въ слабыхъ примѣсяхъ соли, содержащихся во льду.

Показанія термометровъ въ приборѣ *B* при открытомъ кранѣ на $0,002$ выше, чѣмъ при закрытомъ кранѣ (*B* (закр.) — *B* (откр.)), вѣроятно, вслѣдствіе того, что, когда вода черезъ открытый кранъ стекаетъ, полное прикосновеніе термометра съ окружающимъ его льдомъ мѣстами нарушается и въ образовавшіеся промежутки всасывается воздухъ, не успѣвающій охладиться до 0° .

Термометръ, охлажденный предварительно ниже 0° и быстро вставленный въ тающій ледъ, показываетъ нѣсколько ниже, чѣмъ послѣ перехода отъ высшей температуры къ 0° ($A (+0) — A (-0)$). Эту разность, очевидно, слѣдуетъ приписать вліянію капиллярности.

Какъ видно изъ полученныхъ разностей *B—A*, принятый у насъ болѣе простой способъ опредѣленія нулевыхъ точекъ термометровъ можетъ считаться для обыкновенныхъ цѣлей достаточно точнымъ. Замѣтимъ еще, что нулевая точка термометровъ, провѣренныхъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи и служащихъ для наблюденій на метеоро-

логическихъ станціяхъ, должны быть отъ времени до времени вновь опредѣляемы въ виду того, что онѣ измѣняются со временемъ. Производство этихъ опредѣленій одна изъ обязанностей инспектора метеорологическихъ станцій во время ихъ осмотра. При этомъ онъ имѣетъ возможность, посредствомъ своего контрольнаго термометра, нулевая точка котораго ему извѣстна, убѣдиться каждый разъ въ томъ, протаяла ли вся масса льда, и въ доброкачественности его. Наблюдателямъ же, желающимъ самимъ провѣрять ежегодно нулевые точки своихъ термометровъ, можно рекомендовать для этого набрать чистый, свѣжевыпавшій снѣгъ въ ведро и, поставивъ его въ теплое помѣщеніе, выждать, пока весь снѣгъ не будетъ смоченъ образовавшеюся отъ таянія водою, а затѣмъ наполнить мокрымъ снѣгомъ большую банку и вставить сюда термометры для опредѣленія ихъ нулевыхъ точекъ.

3. Постепенное повышеніе нулевой точки ртутнаго термометра.

Уже въ 18-омъ столѣтіи было извѣстно, что нулевая точка ртутнаго термометра мѣняется со временемъ свое положеніе въ капиллярной трубкѣ относительно нуля шкалы, а именно, что она повышается постепенно, въ первое время послѣ изготовленія термометра скоро, потомъ все медленнѣе.

Къ концу первой половины минувшаго столѣтія Персонъ (Person)¹⁾, подвергнувъ термометры изъ хрустальнаго стекла въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ дѣйствию температуры въ 440°, получилъ, вслѣдствіе этого нагрѣванія, повышенія ихъ нулевыхъ точекъ въ предѣлахъ отъ 12° до 17°, и заключилъ изъ своихъ дальнѣйшихъ опытовъ, что достаточно подвергнуть термометръ въ продолженіе 24 часовъ дѣйствию температуры въ 440°, а затѣмъ медленно охладить его, чтобы получить постоянную нулевую точку. На это, однако, при изготовленіи термометровъ долгое время, особенно въ Германіи, не обращали надлежащаго вниманія.

Позднѣе—особенно Крафтсъ (Crafts)²⁾ занимался вопросомъ объ измѣненіяхъ ртутныхъ термометровъ вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія и пришелъ, на основанія своихъ опытовъ, къ слѣдующимъ выводамъ:

«Повышеніе нулевой точки происходитъ гораздо скорѣе въ началѣ, и при продолжительномъ дѣйствию определенной высокой температуры оно, вѣроятно, стремится къ достиженію предѣла.»

«Нулевая точка, повышенная вслѣдствіе продолжительнаго нагрѣванія, удерживается на этой новой высотѣ, когда термометръ находится при обыкновенной температурѣ, и тер-

1) Comptes Rendus 1844.

2) Comptes Rendus 1880 и 1882.

мометръ, который былъ подвергнутъ вліянію высокой температуры, дѣлается вслѣдствіе этого болѣе постояннымъ при каждой низшей температурѣ.»

Поэтому, чтобы нулевая точка термометра при физическихъ опытахъ не измѣнялась, Крафтсъ совѣтовалъ, прежде чѣмъ нанести шкалу и калибровать термометръ, подвергнуть его дѣйствию наивысшей температуры, какая будетъ достигнута при опытахъ, въ продолженіе достаточно долгаго времени сравнительно съ продолжительностью этихъ опытовъ.

Эти выводы вполне подтверждены опытами Вибе¹⁾. Между прочимъ, послѣдній нашель, что химическій термометръ изъ Іенскаго нормального стекла достаточно подвергнуть дѣйствию высокой температуры около 300° въ продолженіе 24 часовъ, чтобы при дальнѣйшемъ употребленіи нулевая точка повышалась лишь весьма незначительно, такъ, напр., термометръ изъ Іенскаго нормального стекла 16^{III} показывалъ въ тающемъ льду:

10 ноября	1885 г.	+0,11					
20 »	1885 »	+1,68	послѣ 19 час.	дѣйствія	температуры	въ 300°	
23 февраля	1886 »	+1,73					
14 іюля	1888 »	+1,80	» 4 ^{1/2}	»	»	»	260
18 »	1888 »	+1,83	» 5	»	»	»	260
19 »	1888 »	+1,85	» 4	»	»	»	260
4 сент.	1888 »	+1,86	» 4	»	»	»	260

И такъ, вслѣдствіе перваго нагрѣванія термометра нулевая точка его сильно повысилась, дальнѣйшія же повышенія ея уже довольно незначительны.

Для нулевыхъ точекъ термометровъ изъ различныхъ сортовъ стекла Крафтсъ, Вибе и другіе получили различныя повышенія. Изъ всѣхъ изслѣдованныхъ Вибе сортовъ стекла наименьшее повышение показывало Іенское стекло 18^{III}. Принимая повышение нулевыхъ точекъ термометровъ изъ этого стекла въ данное время (3—19 часовъ) при данной температурѣ (300°) равнымъ 1, онъ получаетъ для термометровъ изъ другихъ сортовъ стекла, подвергнутыхъ тѣмъ же нагрѣваніямъ, слѣдующія отношенія:

	Іенское.			Англійск.	Тюрингенск.
	18 ^{III}	14 ^{III}	16 ^{III}		
Стекло	18 ^{III}	14 ^{III}	16 ^{III}		
Относ. повышение	1	1,6	1,7	3,2	3,4 и 5,3

Такимъ образомъ, Іенское стекло, изъ котораго въ настоящее время и въ Россіи преимущественно изготовляются термометры, имѣетъ значительное преимущество

1) Wiebe. Ueber die Standänderungen der Quecksilberthermometer nach Erhitzung auf höhere Temperaturen. Instrumentenkunde 1888.

передъ Тюрингенскимъ стекломъ, изъ котораго раньше изготовлялись въ Германіи термометры.

Для французскаго стекла получаютъ слѣдующія повышенія нулевыхъ точекъ относительно Іенскаго стекла 18^{III}:

Стекло Іенское 18 ^{III}	Твердое стекло (Verre dur)	Хрусталь (Cristal)
Относ. повышеніе	1	0,6
		2,1

По тѣмъ же законамъ, по которымъ измѣняется со временемъ нулевая точка термометра при очень высокихъ температурахъ, она измѣняется также, когда термометръ находится все время послѣ изготовленія при обыкновенныхъ температурахъ. Повышеніе нулевой точки въ этомъ случаѣ происходитъ въ значительно меньшей степени и подвержено слѣдующимъ законамъ:

1) Повышеніе нулевой точки термометра, находящагося при обыкновенныхъ температурахъ, происходитъ въ первое время послѣ изготовленія сравнительно скоро, потомъ медленно.

2) Оно происходитъ скорѣе при болѣе высокихъ температурахъ, чѣмъ при низкихъ, такъ, напр., лѣтомъ скорѣе, чѣмъ зимою.

3) Оно зависитъ отъ сорта стекла и способа изготовленія термометра.

Чтобы провѣрить эти законы и показать, какимъ повышеніямъ въ дѣйствительности были подвержены нулевая точка термометровъ, служившихъ для метеорологическихъ наблюденій въ Россіи, составлена мною нижеслѣдующая таблица. Для составленія этой таблицы я воспользовался матеріаломъ, имѣющимся въ отдѣленіи повѣрки инструментовъ при Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, и ежегодными (около 1-го января) опредѣленіями нулевыхъ точекъ термометровъ, служившихъ для наблюденій у насъ и въ обсерваторіяхъ въ Павловскѣ, Екатеринбургѣ и Иркутскѣ, при чемъ взяты мною лишь психрометрическіе термометры, служившіе для наблюденій надъ температурою и влажностью воздуха, за исключеніемъ первыхъ трехъ приведенныхъ въ таблицѣ термометровъ, служившихъ въ отдѣленіи какъ нормальные, т. е. для повѣрки другихъ термометровъ. Такъ какъ у отдѣльныхъ психрометрическихъ термометровъ замѣчаются въ повышеніи нулевыхъ точекъ нѣкоторыя неправильности, вызванныя различными причинами при опредѣленіяхъ нулевыхъ точекъ, то въ таблицѣ, чтобы сгладить неправильности, даны среднія повышенія для термометровъ отъ одного и того же изготовителя и съ однимъ и тѣмъ же приблизительно ходомъ повышенія; число термометровъ, для которыхъ даны среднія повышенія, поставлено въ таблицѣ рядомъ съ фирмою, въ скобкахъ. Кромѣ того даны въ таблицѣ: время перваго опредѣленія нулевой точки и соотвѣтствующая средняя нулевая точка, а также сортъ стекла, изъ котораго изготовлены термометры.

Термометры.	Стекло.	Первое опредѣленіе нуля въ Г. Ф. О.		Повышенія нулевыхъ точекъ метеоролог. термометровъ со времени ихъ перваго опредѣленія въ:										
		Годъ.	Нуль.	0	1 г.	2 г.	3 г.	4 г.	5 л.	10 л.	15 л.	20 л.	25 л.	30 л.
Geissler in Bonn № 3 . . .	Тюрингенск.	1869	+0,22	0,00	0,09	0,13	0,15	0,17	0,18	0,23	0,26	0,29	0,32	0,34
» » № 3' . . .	»	1869	+0,12	0,00	0,12	0,17	0,21	0,23	0,25	—	—	—	—	0,38
» » № 10' . . .	»	1874	+0,30	0,00	0,08	0,11	0,14	0,16	0,17	0,23	0,27	0,29	0,31	—
Geissler in Bonn (10 терм.) . .	Тюрингенск.	1870-1873	+ 0,1	0,00	—	—	—	—	0,16	—	0,23	0,26	—	—
» » (3 ») . . .	»	1877	+ 0,2	0,00	0,19	0,27	0,33	0,37	0,41	0,47	—	—	—	—
» » (6 ») . . .	»	1879	— 0,1	0,00	0,09	0,13	0,16	0,19	0,21	0,28	—	—	—	—
» » (2 ») . . .	»	1880	— 0,1	0,00	0,21	0,28	0,32	0,35	0,37	—	—	—	—	—
» » (4 ») . . .	»	1884	+ 0,1	0,00	0,08	0,14	—	—	—	—	—	—	—	—
Geissler in Berlin (6 ») .	»	1877	0,0	0,00	—	0,10	0,12	0,14	0,15	—	—	—	—	—
Fuess, Berlin, Patent (8 терм.)	»	1881-1884	— 0,1	0,00	0,12	0,15	0,18	0,20	0,21	0,26	0,30	—	—	—
Fuess, Berlin, Patent (15 »)	Иенское 16 III	съ 1886 г.	0,0	0,00	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	—	—	—	—
Ф. Мюллеръ въ Спб. (10 »)	»	съ 1889 г.	0,0	0,00	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	—	—	—	—

Изъ приведенныхъ въ этой таблицѣ новышеній нулевыхъ точекъ вычислена слѣдующая таблица, въ которой даны новышенія за равныя промежутки времени (1 годъ и 5 лѣтъ):

Термометры.	Стекло.	Повышенія нулевыхъ точекъ.										
		въ 1 годъ.					въ 5 лѣтъ.					
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30
Geissler in Bonn; 1869—1874, 1879, 1884 .	Тюрингенск.	0,09	0,04	0,03	0,02	0,02	0,20	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02
» » » 1877 и 1880	»	0,20	0,08	0,05	0,04	0,03	0,40	0,06	—	—	—	—
Fuess, Berlin, Patent; съ 1881—1884 . .	»	0,12	0,03	0,03	0,02	0,01	0,21	0,05	0,04	—	—	—
Fuess, Berlin, Patent; съ 1886 г.	Иенское 16 III	0,03	0,01	0,00	0,01	0,00	0,05	0,01	—	—	—	—
Ф. Мюллеръ въ С.-Петербургѣ, съ 1889 г.	»	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,05	0,01	—	—	—	—

Разсматривая эту таблицу, мы видимъ слѣдующее:

Термометры изъ Иенскаго нормальнаго стекла 16^{III}, которыми Николаевская Главная Физическая Обсерваторія съ 1886 г. снабжаетъ метеорологическія станціи, даютъ значительно меньшія повышенія нулевыхъ точекъ, чѣмъ термометры изъ Тюрингенскаго стекла извѣстныхъ мастеровъ Гейслера въ Боннѣ, Гейслера въ Берлинѣ и Фуса (1881—1884), которыми обсерваторія до 1886 г. снабжала станціи. Между тѣмъ, какъ у термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла въ первые 5 лѣтъ со времени перваго опредѣленія нулевыхъ точекъ обнаружались повышенія на 0,20 или даже на 0,40, у термометровъ изъ Иенскаго стекла наблюдаются за тѣ же 5 лѣтъ лишь повышенія около 0,05.

Затѣмъ таблица показываетъ намъ, что повышеніе нулевой точки значительно замедляется со временемъ. У термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла получены повышенія нулевыхъ точекъ въ первый годъ на $0^{\circ},09$ до $0^{\circ},20$, въ пятый годъ лишь около $0^{\circ},02$, въ первые 5 лѣтъ на $0^{\circ},20$ до $0^{\circ},40$, въ послѣдующіе затѣмъ 5 лѣтъ лишь около $0^{\circ},05$. Интересенъ при этомъ тотъ фактъ, что нулевая точка термометровъ, находившихся 25 лѣтъ въ употребленіи, все еще продолжаютъ замѣтно повышаться.

Дальше изъ таблицы можно вывести правило, что, чѣмъ быстрѣе нулевая точка повышается въ первое время, тѣмъ значительнѣе и ея дальнѣйшее повышеніе.

Если разсматривать измѣненія со временемъ нулевыхъ точекъ отдѣльныхъ термометровъ, то замѣчаются большія неправильности. Главная причина этихъ неправильностей должна быть приписана непрочному закрѣпленію шкалы у термометровъ стараго нѣмецкаго типа. Случайныя измѣненія нулевой точки, которыя, очевидно, слѣдовало приписать этой причинѣ, исключены нами при составленіи приведенныхъ выше таблицъ. Мы исключили также всѣ подпочвенные термометры по слѣдующимъ причинамъ. Резервуары этихъ термометровъ включены въ мѣдныя оправы, наполненныя мѣдными опилками. Во первыхъ, опредѣленія нулевыхъ точекъ термометровъ въ оправкахъ могутъ быть не вполне точны, если не приняты во вниманіе всѣ предосторожности; во вторыхъ, резервуары могутъ быть нѣсколько сжаты въ оправкахъ, вслѣдствіе различныхъ коэффициентовъ расширенія мѣди и стекла и вслѣдствіе окисленія мѣдныхъ опилокъ. Такой случай наблюденъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи у термометра, служившаго для наблюдений надъ температурою почвы на глубинѣ 0,4 метра. Нулевая точка его найдена въ іюнѣ 1894 г. $= 0^{\circ},00$, до вставленія въ оправу, затѣмъ въ оправѣ

1895	1896.	1897	1898		
Апрѣль.	Апрѣль.	Апрѣль.	Апрѣль.	Май.	Іюнь.
$+0^{\circ},02$	$+0^{\circ},03$	$+0^{\circ},11$	$+0^{\circ},39$	$+0^{\circ},60$	$+0^{\circ},73$;

въ іюлѣ 1898 г. термометръ былъ вынутъ изъ оправы, при чемъ оказалось, что мѣдныя опилки превратились въ каменистую массу, плотно обхватившую резервуаръ термометра, очевидно вслѣдствіе окисленія ихъ отъ попавшей въ оправу влаги. Послѣ освобожденія термометра изъ оправы нулевая точка его найдена $= +0^{\circ},05$.

Постепенное повышеніе нулевой точки ртутнаго термометра объясняется постепеннымъ сжатіемъ его стекляннаго резервуара. Это сжатіе есть слѣдствіе внутренней работы стекла, внѣшнее давленіе не играетъ при этомъ никакой роли, какъ это показали опыты съ термометрами, у которыхъ внутреннее давленіе превышало внѣшнее, съ термометрами въ безвоздушномъ пространствѣ, съ сплошными кусками стекла и пр. Пернетъ, Крафтсъ и другіе объясняютъ сжатіе со временемъ резервуара термометра на основаніи слѣдующей теоріи: Частицы твердаго тѣла, перемѣстившіяся подъ вліяніемъ какой нибудь механической силы, какъ давленіе, растяженіе или крученіе, или вслѣдствіе какой нибудь физической

причины, какъ повышеніе или пониженіе температуры, не принимаютъ точно своихъ первоначальныхъ положеній, когда эти причины перестали дѣйствовать, и объемъ тѣла остается болѣе или менѣе продолжительное время увеличеннымъ или уменьшеннымъ.— Сжатіе со временемъ резервуара термометра Крафтсъ¹⁾ объясняетъ именно слѣдующимъ образомъ: Частицы стекла, сильно раздвинутыя при выдуваніи резервуара, возвращаются въ свое нормальное положеніе, соотвѣтствующее данной низшей температурѣ, не сейчасъ, а постепенно, черезъ болѣе или менѣе продолжительное время, отъ чего и получается постепенное повышеніе нулевой точки термометра. Если новый термометръ подвергать дѣйствию высокой температуры (напр. 355°), то, давая частицамъ стекла болѣе подвижность, мы способствуемъ возвращенію ихъ въ нормальное положеніе и вызываемъ сокращеніе объема; но стекло всякій разъ, при послѣдующемъ затѣмъ быстромъ охлажденіи, удерживаетъ отчасти то размѣщеніе своихъ частицъ, которое соотвѣтствуетъ температурѣ (355°), до которой термометръ былъ нагрѣтъ,—медленное же охлажденіе способствуетъ постепенному возвращенію частицъ въ нормальное положеніе, оно должно поэтому дать наибольшее приближеніе къ нормальному состоянію стекла и, благодаря этому, и наибольшее постоянство нулевой точки термометра.

Это свойство стекла весьма важно для практики. Сильное нагрѣваніе и послѣдующее затѣмъ весьма медленное охлажденіе, до панесенія шкалы, введены въ практику въ новѣйшее время изготовителями химическихъ термометровъ, чтобы устранить повышеніе нулевой точки. Это имѣетъ тѣмъ большее значеніе, что повышеніе нулевой точки сопровождается измѣненіемъ коэффициента расширенія стекла и, вслѣдствіе этого, измѣненіемъ промежутка между основными точками термометра.

4. Временныя пониженія нулевой точки ртутнаго термометра.

Если отмѣтить показаніе ртутнаго термометра въ тающемъ льду послѣ того, какъ онъ находился болѣе или менѣе продолжительное время при одной и той же температурѣ, напр. при комнатной, затѣмъ термометръ подвергнуть на короткое время дѣйствию высшей температуры и тотчасъ послѣ этого вставить его опять въ тающій ледъ, то нулевая точка термометра, отсчитанная тотчасъ же, окажется нѣсколько пониженною,—она будетъ стоять нѣсколько ниже, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Это пониженіе (депрессія) нулевой точки исчезаетъ у однихъ термометровъ въ нѣсколько дней, у другихъ лишь въ нѣсколько мѣсяцевъ, при чемъ сначала повышеніе нулевой точки происходитъ сравнительно скоро, потомъ медленнѣе.

Это пониженіе нулевой точки вслѣдствіе кратковременнаго нагрѣванія и сравнительно быстрое исчезаніе его по существу тождественны съ остаточнымъ расширеніемъ резервуара термометра вслѣдствіе нагрѣванія стекла до размягченія при изготовленіи термометра и съ послѣдующимъ затѣмъ повышеніемъ нулевой точки въ теченіе весьма долгаго времени.

1) Crafts. Sur la cause des variations des points fixes dans les thermomètres. Comptes Rendus 1880.

Для большей ясности, временныя пониженія нулевой точки можно отнести къ тому состоянію термометра, въ которомъ частицы стекляннаго резервуара пришли уже въ равновѣсіе, нарушенное при изготовленіи термометра, и въ которомъ поэтому склонность къ поднятію нулевой точки при нагрѣваніи уже исчезла.

Въ слѣдующемъ разсмотрѣна нами зависимость временныхъ измѣненій нулевой точки отъ разныхъ факторовъ.

Зависимость пониженія нулевой точки отъ температуры. Максимальнымъ пониженіемъ нулевой точки для данной положительной температуры называется разность между нулевой точкою послѣ долгаго пребыванія термометра въ тающемъ льду и нулевой точкою тотчасъ послѣ того, какъ термометръ былъ подвергнутъ въ продолженіе нѣкотораго времени (напр. 1 часа) дѣйствию данной положительной температуры. Замѣтимъ при этомъ, что нулевая точка термометра, находившагося продолжительное время при комнатной температурѣ, будетъ нѣсколько понижена, если отсчитать термометръ тотчасъ послѣ погруженія его въ тающій ледъ. Поэтому, чтобы опредѣлить максимальныя пониженія нулевой точки для разныхъ температуръ, слѣдуетъ сперва держать термометръ достаточно долго при 0° , чтобы, по возможности, уничтожить вліяніе комнатной температуры на его нулевую точку. Кромѣ того, при этихъ опредѣленіяхъ слѣдуетъ всегда переходить отъ низшей температуры къ высшей и термометры должны быть на столько отлежавшіеся, чтобы повышеніе со временемъ нулевой точки можно было считать ничтожнымъ. Въ слѣдующей таблицѣ приведены максимальныя пониженія нулевой точки для температуръ отъ 10° до 100° .

0°	Verre dur.	Іенское 16Ш.	Тюрингенское.		
	$0,000$ ¹⁾	$0,000$ ²⁾	$0,00$ ³⁾	$0,00$ ⁴⁾	$0,00$ ⁵⁾
10	0,009	0,004	0,00	0,02	0,03
20	0,018	0,009	0,01	0,05	0,06
30	0,028	0,014	0,02	0,08	0,09
40	0,037	0,020	0,04	0,13	0,14
50	0,047	0,027	0,07	0,19	0,19
60	0,057	0,035	0,10	—	0,25
70	0,068	0,044	0,13	—	0,33
80	0,078	0,054	0,17	—	0,42
90	0,089	0,064	0,21	—	0,53
100	0,100	0,076	0,29	—	0,67

1) Guillaume. Traité pratique de la thermométrie de précision. 1889.

2) Данныя числа представляютъ среднія изъ пониженій, полученныхъ различными изслѣдователями, см. Schloesser. Thermometrische Untersuchungen. Zeitschrift für Instrumentenkunde, October 1901.

3) Böttcher. Ueber den Gang der Eispunktsdepression. Zeitschrift für Instrumentenkunde, December 1888.

4) Данныя пониженія наблюдаемы мною у нормальнаго термометра № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn въ февралѣ 1901 г.

5) Grützacher. Untersuchung von Thermometern aus älteren Glassorten. Wissenschaftliche Abhandlungen der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt, Band III, 1900.

Пониженія нулевой точки термометровъ изъ тугоплавкаго французскаго стекла (verre dur) и изъ Ленскаго нормальнаго стекла (16^{III}) могутъ быть выражены, съ достаточною точностью, прямолинейною функціею температуры. Чтобы выразить зависимость пониженій нулевой точки отъ температуры для термометровъ изъ Тюрингенскихъ сортовъ стекла, нужно прибѣгать къ квадратной формулѣ, предложенной впервые Пернетомъ въ 1875 году; величина пониженія для температуры t° можетъ быть вычислена довольно точно по слѣдующей формулѣ Пернета:

$$\Delta = \frac{(c-\gamma) \cdot t^2}{100^2},$$

гдѣ c обозначаетъ нулевую точку послѣ продолжительнаго покоя при комнатной температурѣ (zeitiger Nullpunkt), а γ — пониженную нулевую точку для 100° (maximal deprimirter Nullpunkt für 100°).

Въ слѣдующей табличкѣ мы приводимъ еще пониженія нулевой точки термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла, служившихъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи какъ нормальные. Приведенныя пониженія опредѣлены мною въ маѣ 1901 г., при чемъ была сперва отмѣчена пониженная нулевая точка для комнатной температуры (около 17°), затѣмъ послѣдовательно для 20° , 30° , 40° и 45° . Такъ какъ исходною температурою служила комнатная температура, то и даны мною разности между пониженной нулевой точкою для комнатной температуры и пониженной нулевой точкою для температуръ 20° , 30° , 40° и 45° .

Нормальные термометры Dr. H. Geissler in Bonn:	№ 2.	№ 3'.	№ 10'.	№ 274.
21-го мая, послѣ комнатной температуры	0,00	0,00	0,00	0,00
21 » » 40-минутн. дѣйствія темп. въ 20° .	0,005	0,00	0,01	0,00
21 » » 10 » » » 30° .	0,015	0,005	0,03	0,00
21 » » 20 » » » 30° .	0,015	0,01	0,035	0,00
21 » » 40 » » » 30° .	0,02	0,015	0,04	0,01
28-го мая, послѣ комнатной температуры	0,005	0,00	0,01	0,005
28 » » 40-минутн. дѣйствія темп. въ 40° .	0,055	0,04	0,08	0,01
28 » » 50 » » » 40° .	0,07	0,05	0,09	0,015
28 » » 40 » » » 45° .	0,075	—	0,13	—
1-го июня, послѣ комнатной температуры	0,005	0,00	0,025	0,00

Какъ видно изъ этой таблички, пониженіе нулевой точки для данной температуры тѣмъ значительнѣе, чѣмъ дольше термометръ находился при этой температурѣ.

Зависимость пониженія отъ продолжительности нагрѣванія. Опредѣленіе этой зависимости путемъ частыхъ погруженій термометра въ тающій ледъ представляетъ нѣкоторыя неудобства. Такъ какъ пониженію нулевой точки предшествуетъ каждый разъ одинаковое

по величинѣ пониженіе показанія термометра при данной температурѣ, то зависимость пониженія нулевой точки отъ времени можно также опредѣлять болѣе простымъ способомъ, наблюдая термометръ все время при данной температурѣ, небольшія измѣненія которой должны быть наблюдаемы по другому термометру съ постоянною нулевою точкою; при 100° наблюденія еще болѣе упрощаются, такъ какъ весьма малыя измѣненія температуры паровъ кипящей воды могутъ быть точно опредѣляемы по барометру. По этому способу Гильомъ¹⁾ нашель, что если подвергнуть термометръ изъ французскаго твердаго стекла (*verre dur*) въ теченіе одной минуты дѣйствию температуры кипѣнія воды, то пониженіе нулевой точки устанавливается уже настолько, что дальнѣйшее измѣненіе не превышаетъ $0,01$, такъ напр. получено пониженіе въ 1 минуту $= 0,087$, въ 2 минуты $= 0,090$, въ 5 минутъ $= 0,092$, въ 10 минутъ $= 0,093$. Съ почти той же скоростью устанавливается пониженіе и въ термометрахъ изъ Іенскаго стекла 16^{III} и 59^{III} . Во всякомъ случаѣ, у термометровъ нѣмецкаго типа, со вставленною внутри шкалою (*Einschlussthermometer*), которые не такъ чувствительны, какъ палочные термометры (*Stabthermometer*), пониженія нулевой точки можно считать уже вполне установившимися, когда температура кипѣнія воды опредѣлилась въ термометрахъ. Благодаря быстротѣ, съ которою устанавливается пониженіе, термометры какъ изъ французскаго твердаго стекла, такъ и изъ Іенскаго стекла 16^{III} и 59^{III} , весьма пригодны для гипсометрическихъ измѣреній. Напротивъ того, термометры изъ обыкновеннаго Тюрингенскаго стекла мало пригодны для этого, какъ вообще для точныхъ наблюденій надъ температурою среды, ввиду того, что пониженія нулевой точки устанавливаются весьма медленно. Уже Вильдъ²⁾ указаль на то, что при нервомъ нагрѣваніи послѣ болѣе продолжительнаго покоя термометра точка кипѣнія постепенно понижается и только послѣ нѣсколькихъ разъ повторенныхъ нагрѣваній и охлажденій, или же послѣ болѣе продолжительнаго нагрѣванія, объемъ резервуара становится наконецъ для одной и той же температуры постояннымъ, поэтому онъ совѣтоваль при опредѣленіяхъ точки кипѣнія пренебрегать первыми отсчетами по термометру до наступленія этого постояннаго состоянія.

Чтобы дать представленіе о ходѣ пониженія термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла, привожу въ нижеслѣдующей таблицѣ наблюденныя мною 28-го февраля 1902 г. показанія при 100° термометровъ № 3 и № 10 Гейслера въ Боннѣ; время при этомъ показано отъ того момента, въ который термометры были вставлены въ кипятильникъ, находившійся уже въ дѣйстви. Изъ нулевыхъ точекъ послѣ продолжительнаго покоя и нулевыхъ точекъ непосредственно послѣ послѣднихъ отсчетовъ при 100° вычислены ихъ максимальныя пониженія, для термометра № 10 $= 0,32$, а для термометра № 3 $= 0,39$ послѣ перваго нагрѣванія и $= 0,40$ послѣ втораго нагрѣванія. Замѣтимъ еще, что давленіе воздуха понизилось, за все время отсчетовъ при 100° по термометру № 10, на $0,3$ мм., — по термометру № 3 на $0,5$ мм., чему соотвѣтствуютъ пониженія температуры кипѣнія лишь на $0,011$ и

1) Guillaume. Études thermométriques. Travaux et Mémoires du Bureau international. 5. 1886.

2) Meteorologischer Сборникъ III. 1874. Wild. Ueber die Bestimmung des Luftdrucks.

на $0,018$, и что колебанія температуры кипѣнія въ зависимости отъ колебаній давленія воздуха приняты въ расчетъ.

№ 10 (Dr. H. Geissler in Bonn).			№ 3 (Dr. H. Geissler in Bonn).		
Нулевая точка = $0^{\circ}54$.			Нулевая точка = $0^{\circ}55$.		
Время.	Отсчеты.	Пониженія.	Время.	Отсчеты.	Пониженія.
0 мин.	—	—	0 мин.	—	—
1 »	100,22	—	1 »	100,31	—
2 »	100,49	—	2 »	100,56	—
3 »	100,55	0,17	3 »	100,59	0,28
4 »	100,53	0,19	4 »	100,59	0,28
5 »	100,52	0,20	5 »	100,58	0,29
10 »	100,49	0,23	10 »	100,55	0,32
15 »	100,47	0,25	15 »	100,52	0,35
20 »	100,46	0,26	20 »	100,50	0,37
25 »	100,45	0,27	25 »	100,49	0,38
30 »	100,44	0,28	30 »	100,49	0,38
35 »	100,43	0,29	35 »	100,48	0,39
40 »	100,42	0,30	40 »	100,48	0,39
45 »	100,41	0,31			
50 »	100,40	0,32			
55 »	100,40	0,32			
Нулевая точка = $0^{\circ}22$.			Нулевая точка = $0^{\circ}16$.		
			0 мин.	—	—
			1 »	100,12	—
			2 »	100,39	—
			3 »	100,42	—
			4 »	100,46	0,40
			5 »	100,46	0,40
			10 »	100,46	0,40
			15 »	100,46	0,40
			20 »	100,46	0,40
			Нулевая точка = $0^{\circ}15$.		

Мы видимъ изъ этой таблицы, что черезъ $\frac{1}{2}$ часа пониженіе далеко еще не установилось.

Укажемъ еще на то, что характерная черта всѣхъ измѣненій нулевой точки состоитъ въ томъ, что нулевая точка достигаетъ предѣльнаго положенія тѣмъ скорѣе, чѣмъ выше температура, при которой термометръ находится. Такимъ образомъ, при температурахъ ниже 100° , напр. при 40° , пониженіе нулевой точки у термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла устанавливается черезъ еще болѣе продолжительное время, чѣмъ при 100° (см. табличку на стр. 13).

Зависимость величины пониженія отъ продолжительности нагрѣванія — одна изъ главныхъ причинъ разногласія между найденными въ разное время поправками одного и того же нормального термометра, особенно въ прежнее время, когда нулевая точка принималась для всѣхъ температуръ одна и та же, а именно послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго покоя при комнатной температурѣ.

Для достиженія наибольшей точности при опредѣленіяхъ поправокъ термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла, а также изъ хорошихъ сортовъ стекла можно рекомендовать слѣдующій способъ: Термометръ слѣдуетъ предварительно подвергать нѣкоторое время, напр. $\frac{1}{2}$ часа, дѣйствию данной температуры, непосредственно послѣ чего опредѣляется пониженная нулевая точка его; затѣмъ уже производятся сравненія его съ нормальнымъ термометромъ при данной температурѣ, и тотчасъ послѣ послѣдняго отсчета опредѣляется вновь нулевая точка его. По обѣимъ нулевымъ точкамъ вычисляется при помощи интерполяціи та нулевая точка, которая дѣйствительна для времени сравненій. Для обыкновенной повѣрки термометровъ, однако, этотъ способъ неудобопримѣнимъ, и приходится ограничиваться двумя опредѣленіями нулевой точки, въ началѣ повѣрки и тотчасъ послѣ повѣрки при наивысшей температурѣ, или даже, какъ принято до сихъ поръ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, однимъ лишь опредѣленіемъ нулевой точки въ началѣ повѣрки. О неточности, вытекающей изъ этого, будетъ рѣчь ниже.

Второю причиною разногласія между найденными въ разное время поправками одного и того же термометра слѣдуетъ считать медленное исчезаніе пониженій нулевой точки. Какъ только перейти отъ данной температуры, напр. 100° , къ низшей температурѣ t° , пониженіе нулевой точки начинаетъ исчезать, и тѣмъ скорѣе, чѣмъ выше t° . Если термометръ перенесенъ отъ данной температуры въ тающій ледъ, положеніе нулевой точки будетъ зависѣть отъ быстроты, съ которою 0° достигнуто. Чѣмъ быстрѣе это произошло, тѣмъ ниже окажется нулевая точка. Такъ какъ нельзя моментально понизить данную температуру термометра до 0° , то максимально-пониженная нулевая точка для данной температуры имѣетъ лишь условное значеніе. Принято переносить термометръ въ теченіе первой минуты въ тающій ледъ и считать максимально-пониженною нулевою точкою наинизшее показаніе термометра при 0° ; оно получается черезъ 3—10 минутъ, смотря по чувствительности термометра.

Пониженіе исчезаетъ несравненно медленнѣе, чѣмъ оно устанавливается. У термометра изъ французскаго твердаго стекла пониженная нулевая точка повышается, независимо отъ величины пониженія, при 0° : въ первую минуту на $0,002$, въ первыя 10 минутъ на $0,01$, затѣмъ все медленнѣе, на $0,02$ въ нѣсколько часовъ, на $0,04$ въ одинъ или два дня, пониженіе же для 100° ($0,08$ — $0,10$) исчезаетъ совсѣмъ лишь въ нѣсколько недѣль.

Въ такіе же приблизительно промежутки времени исчезаютъ и пониженія термометровъ изъ Іенскаго нормального стекла (16^{III}). Такъ напр. пониженіе нулевой точки $= 0,02$, вызванное нагрѣваніемъ до 40° — 50° , исчезаетъ вполне въ теченіе первыхъ полу-сутокъ, пониженіе же $= 0,06$, вызванное нагрѣваніемъ отъ комнатной температуры до 100° ,

исчезаетъ виолнѣ черезъ $1\frac{1}{2}$ или 2 мѣсяца. Для иллюстраціи исчезанія пониженія привожу въ слѣдующей таблицѣ наблюденныя мною измѣненія нулевыхъ точекъ двухъ гипсо-термометровъ изъ Іенскаго стекла 16^{III}, послѣ нагрѣванія ихъ до 100° . Термометры были вставлены въ тающій ледъ 30 секундъ послѣ того, какъ они были вынуты изъ паровъ кипящей воды; время въ таблицѣ показано отъ того момента, когда термометры были вставлены въ ледъ. Термометры затѣмъ первые 10 дней находились все время при 0° , потомъ при комнатной температурѣ:

В р е м я.	№ 226 (R. Fuess.)	№ 145 (Ф. О. Мюллеръ).	Примѣчанія.
	Нулевая точка.	Нулевая точка.	
18 марта 1902г.	0,00	+0,055	Послѣ комнатн. темпер.
0 час. 0 мин.	—	—	
0 » 5 »	-0,02	+0,035	
0 » 6 »	-0,04	+0,015	
0 » 7 »	-0,05	+0,005	
0 » 8 »	-0,05	0,00	
0 » 9 »	-0,055	0,00	
0 » 10 »	-0,055	0,00	
0 » 12 »	-0,055	0,00	
0 » 15 »	-0,05	0,00	
0 » 20 »	-0,05	+0,005	Послѣ нагрѣванія термометровъ до 100° .
0 » 30 »	-0,05	+0,005	
1 » 0 »	-0,05	+0,005	
1 » 30 »	-0,045	+0,01	
2 » 0 »	-0,045	+0,01	
3 » 0 »	-0,045	+0,01	
6 » 0 »	-0,04	+0,015	
сутки	-0,035	+0,025	
2 сутокъ	-0,03	+0,025	
4 »	-0,02	+0,035	
7 »	-0,02	+0,035	
10 »	-0,015	+0,04	
20 »	-0,01	+0,04	
30 »	-0,01	+0,045	
45 »	-0,005	+0,05	

Весьма долгое время нужно, чтобы большое пониженіе нулевой точки термометра изъ плохого сорта стекла, т. е. съ большимъ термическимъ послѣдѣствіемъ, совсѣмъ исчезло. Какъ примѣръ, привожу измѣненія нулевой точки нормальнаго термометра № 2, изъ Тюрингенскаго стекла, послѣ нагрѣванія его до 100° .

№ 2 (H. Geissler in Bonn).		
В р е м я.	Нулевая точка.	Примѣчанія.
30 марта 1876 г.	+0,31	Послѣ комнатной температуры
30 мая 1876 »	+0,315	» » »
7 июня 1876 »	+0,305	» » »
7 » 1876 »	-0,02	Тотчасъ послѣ 100°
15 » 1876 »	+0,12	Послѣ комнатной температуры.
19 » 1876 »	+0,16	» » »
12 июля 1876 »	+0,19	» » »
26 » 1876 »	+0,23	» » »
8 сентября 1876 »	+0,24	» » »
12 октября 1876 »	+0,27	» » »
9 ноября 1876 »	+0,27	» » »
21 февраля 1877 »	+0,29	» » »

Привожу еще измѣненія нулевой точки термометра № 10, изъ Тюригенскаго стекла, въ первые полчаса послѣ нагрѣванія до 100° по наблюденіямъ директора Вильда, 8 сентября 1876 г. Нулевая точка термометра передъ нагрѣваніемъ было = 0,405. Время показано въ табличкѣ отъ того момента, когда термометръ вставленъ въ тающій ледъ.

№ 10 (Dr. H. Geissler in Bonn).

В р е м я.		Отсчетъ.
0 мин.	0 сек.	—
0 »	50 »	0,200
1 »	10 »	0,175
1 »	30 »	0,150
2 »	0 »	0,140
2 »	30 »	0,130
2 »	50 »	0,135
4 »	0 »	0,135
4 »	50 »	0,135
5 »	30 »	0,137
8 »	20 »	0,140
15 »	30 »	0,140
20 »	20 »	0,145
38 »	0 »	0,145

Спрашивается теперь, если пониженіе нулевой точки, вызванное нагрѣваніемъ термометра, напр., до 100° , еще не исчезло, какія пониженія получатся вслѣдствіе нагрѣваній отъ комнатной температуры до температуры ниже 100° , напр. до 40° ? Очевидно, въ первое время эти пониженія будутъ отчасти маскированы вслѣдствіе повышенія нулевой точки, при дальнѣйшемъ же, болѣе медленномъ повышеніи, они, какъ показали наблюденія, происходятъ такъ, какъ будто первое пониженіе уже совсѣмъ исчезло. Это показываютъ также наблюденныя мною и приведенныя въ слѣдующей табличкѣ пониженія нулевыхъ точекъ термометровъ № 3 и № 10.

В р е м я.	№ 3.		№ 10.		Примѣчанія.
	Нулевая точка.	Пониженіе.	Нулевая точка.	Пониженіе.	
28 мая 1901 г. . .	0,545		0,55		Долгое время при комнатн. темп. Послѣ 40° .
28 » 1901 » . .	0,51	$\Delta_{40} = 0,035$	0,52	$\Delta_{40} = 0,03$	
28 февраля 1902 » . .	0,55		0,54		Послѣ комнатной температуры. Послѣ 100° .
28 » 1902 » . .	0,15	$\Delta_{100} = 0,40$	0,22	$\Delta_{100} = 0,32$	
10 марта 1902 » . .	0,31		0,365		Послѣ комнатной температуры. Послѣ 40° .
10 » 1902 » . .	0,275	$\Delta_{40} = 0,035$	0,325	$\Delta_{40} = 0,04$	
11 » 1902 » . .	0,305	—	0,36	—	Послѣ комнатной температуры.

10 марта нулевая точка этихъ термометровъ оказались еще на $0^{\circ},24$ и $0^{\circ},175$ ниже, чѣмъ 28 февраля передъ нагрѣваніемъ до 100° ; всетаки, пониженія вслѣдствіе нагрѣванія до 40° получились 10 марта такія же, какъ обыкновенно, т. е. послѣ продолжительнаго покоя при комнатной температурѣ (см. 28 мая 1901 г.).

Какъ уже упомянуто, при повѣркѣ метеорологическихъ термометровъ въ Главной Физической Обсерваторіи нулевая ихъ точки опредѣляются лишь одинъ разъ. Опредѣленныя въ Главной Физической Обсерваторіи поправки нулевой точки и шкалы термометра примѣняются затѣмъ на станціи до тѣхъ поръ, пока не обнаружится несомнѣнное измѣненіе со временемъ нулевой точки. Неточность, вытекающая изъ упрощеннаго способа повѣрки, для термометровъ изъ Іенскаго нормальнаго стекла не велика, она едва ли превышаетъ $0^{\circ},01$, такъ какъ пониженіе нулевой точки для наивысшей температуры (40°), при которой термометры провѣряются, $= 0^{\circ},02$, при чемъ вообще пониженія быстро устанавливаются и быстро исчезаютъ. Для однообразія повѣрки принято за правило, чтобы переходить послѣдовательно отъ низшей къ высшей температурѣ, во всякомъ случаѣ послѣ 30° и 40° повѣрка при низшей температурѣ въ тотъ же день не производится. Гораздо больше неточность повѣрки термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла, съ большими термическими послѣдствіями, потому что нулевая точка для данной температуры зависитъ и

отъ продолжительности пребыванія термометра при этой температурѣ и отъ предшествовавшихъ температуръ. Данныя для такихъ термометровъ поправки имѣютъ поэтому лишь условное значеніе, т. е. онѣ дѣйствительны: только для тѣхъ послѣдовательныхъ измѣненій температуры, которымъ термометры подвергались, когда они находились для повѣрки въ Главной Физической Обсерваторіи. На метеорологическихъ же станціяхъ термометры подвержены самымъ различнымъ колебаніямъ температуры, и нулевая точка термометра изъ плохого сорта стекла можетъ для одной и той же температуры разниться около $0^{\circ},1$, въ зависимости отъ предшествовавшаго хода температуры. Такъ, напр., при 20° показанія термометра, у котораго максимальное пониженіе для $40^{\circ} = 0^{\circ},14$, разнятся весною, когда наивысшія температуры не превышаютъ 20° , и лѣтомъ, послѣ жары въ 40° , на $0^{\circ},07$. Точность наблюденій по термометрамъ съ большими термическими послѣдствіями ограничивалась въ прежнее время еще тѣмъ, что у нихъ въ первые годы послѣ повѣрки въ Главной Физической Обсерваторіи нулевая точка значительно повышалась, не рѣдко на $0^{\circ},3$ въ 2 или 3 года (см. таблицу на стр. 9), при чемъ онѣ могли оставаться на станціяхъ долгое время не повѣренными вновь. Замѣтимъ еще, что вообще у термометровъ съ бѣльшими постепенными повышеніями нулевой точки, считая со времени первой повѣрки, наблюдаются и бѣльшія пониженія.

Въ виду сложности, съ которою измѣняется нулевая точка, невозможности принимать эти измѣненія въ расчетъ при обыкновенныхъ наблюденіяхъ и неточности, вытекающей изъ этого, слѣдуетъ считать большимъ успѣхомъ, что теперь при изготовленіи термометровъ употребляются только такіе сорта стекла, у которыхъ термическія послѣдствія такъ малы, что ими при обыкновенныхъ наблюденіяхъ можно пренебречь.

Роль состава стекла. Изслѣдованія Р. Вебера, произведенныя Вибе опредѣленія пониженій нулевыхъ точекъ старыхъ термометровъ изъ разныхъ сортовъ стекла и ихъ химическій анализъ, который затѣмъ произвелъ Шоттъ въ Іенѣ, привели въ 1884 г. къ слѣдующему заключенію: Стекло, содержащее и калий и натрій въ значительныхъ количествахъ, даетъ наибольшія, напротивъ стекло, въ которое входитъ или калий или натрій, даетъ наименьшія послѣдствія. Такъ какъ технически трудно получать поташъ безъ примѣсей натрія, а весьма легко получать чистый натръ, то стеклянно-техническая лабораторія въ Іенѣ ввела въ технику подъ названіемъ «Jenaer Normalglas» стекло 16^{III}, отмѣченное красно-фіолетовою полоскою, слѣдующаго состава: SiO_2 67,5%, Na_2O 14%, CaO 7%, ZnO 7% и пр. Изъ этого стекла и въ Россіи теперь почти исключительно изготовляются термометры. Однако, термометры изъ этого, впрочемъ довольно хрупкаго стекла, какъ и изъ французскаго твердаго стекла, имѣютъ тотъ недостатокъ, что показанія ихъ значительно разнятся отъ показаній водороднаго термометра. Поэтому Шоттъ въ Іенѣ недавно предложилъ для термометровъ новое стекло 59^{III}, которое даетъ пониженіе нулевой точки для 100° лишь въ $0^{\circ},03$ и у котораго ходъ расширенія таковъ, что ртутные термометры отъ 0° до $+100^{\circ}$ согласуются до нѣсколькихъ сотыхъ градуса съ водороднымъ термометромъ, что весьма важно для практическихъ цѣлей. Еще меньшія термическія послѣдствія и лучшее согласіе съ

водороднымъ термометромъ даютъ Іенское стекло 122^{III} и Французское хрустальное стекло «Choisy le Roi», которое Реньо въ свое время употреблялъ для своихъ термометровъ; къ сожалѣнію, первое стекло трудно обрабатывать изъ за твердости его, поэтому широкое примѣненіе его для изготовленія термометровъ едва ли предвидится, а стекло «Choisy le Roi» имѣетъ тотъ недостатокъ, что при обработкѣ его на пламени можетъ измѣняться нѣсколько составъ его.

5. Разность основныхъ точекъ ртутнаго термометра.

Въ настоящее время подъ однимъ градусомъ термометрической шкалы подразумѣвается сотая часть промежутка между точками 100° и 0°, а именно между точкою кипѣнія воды подъ барометрическимъ давленіемъ = 760 мм., приведеннымъ къ 0° и къ тяжести на широтѣ 45° и на уровнѣ моря, и точкою таянія льда, отмѣченною на термометрѣ тотчасъ послѣ 100°, т. е. максимально-пониженною нулевой точкою.

Въ прежнее время верхнею основною точкою принималась температура кипѣнія воды подъ барометрическимъ давленіемъ = 760 мм., приведеннымъ къ 0° и къ тяжести въ Парижѣ (лабораторія Реньо), т. е. къ тяжести на широтѣ 48° 50' 14" и на высотѣ 60 м. надъ уровнемъ моря.

Такъ какъ нормальное ускореніе (на широтѣ 45° и на уровнѣ моря) относится къ ускоренію въ Парижѣ¹⁾, какъ

$$1 : 1,000334,$$

то барометрической высотѣ = 760 мм. въ Парижѣ соотвѣтствуетъ на широтѣ 45° и на уровнѣ моря 760,254 мм.

Этому давленію соотвѣтствуетъ температура кипѣнія воды = 100°,0093. Такимъ образомъ, прежняя основная точка 100° совпадаетъ теперь съ 100°,0093. Для превращенія прежнихъ градусовъ T въ градусы t , принятые въ настоящее время какъ нормальные, имѣемъ, слѣдовательно,

$$t = 1,000093 T.$$

Разности между прежними градусами и нормальными незначительны, напр. для 50° она все еще меньше 0°,005 ($T = 50°$; $t = 50°,0047$). Замѣтимъ при этомъ, что нормальные градусы введены въ Главной Физической Обсерваторіи въ 1892 году вмѣстѣ съ водородною шкалою и что приведенія къ водородному термометру, выведенныя для нашихъ прежнихъ нормальныхъ термометровъ изъ сравненій ихъ съ теперешними нормальными

1) Broch. Températures d'ébullition de l'eau pure, Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures, 1881, III.

термометрами Tonnelot № 4494, № 4495 и № 11167, включаютъ въ себѣ и поправки для превращенія прежнихъ градусовъ въ нормальные.

Существенно измѣненнымъ является опредѣленіе градуса шкалы термометра введеніемъ пониженной нулевой точки. Тогда какъ въ прежнее время нуль термометра, наблюдаемый послѣ продолжительнаго пребыванія термометра въ тающемъ льду, принимался какъ исходная точка для всей шкалы термометра, теперь для каждаго отдѣльнаго показанія термометра опредѣляется своя нулевая точка. Кромѣ того, разность основныхъ точекъ, если точку 0 опредѣлить передъ точкою 100, представляетъ непостоянную, произвольную величину, особенно у термометровъ съ большимъ пониженіемъ нулевой точки, вслѣдствіе того, что нулевая точка термометра зависитъ отъ колебаній температуры, которыми онъ подвергался раньше, а точка 100 находится въ зависимости отъ продолжительности нагрѣванія. Напротивъ, разность основныхъ точекъ, если опредѣлить пониженную точку 0 тотчасъ послѣ точки 100, есть постоянная величина, какъ это показали опыты Пернета, Гильома и другихъ. Въ этомъ постоянствѣ и заключается существенное преимущество принятаго въ настоящее время опредѣленія градуса шкалы термометра передъ прежнимъ опредѣленіемъ.

Уже въ 1877 году въ Главной Физической Обсерваторіи директоромъ Вильдомъ градусъ шкалы нормальнаго термометра былъ отнесенъ къ максимально-пониженной нулевой точкѣ.

Для опредѣленія разности основныхъ точекъ и значенія одного градуснаго дѣленія термометра имѣемъ

$$\Delta_{100} = \frac{l_t - l_0}{t} \cdot 100 \text{ и } 1^\sigma = \left(\frac{100}{\Delta_{100}} \right)^\circ$$

гдѣ Δ_{100} обозначаетъ число дѣленій термометра, соответствующее 100° , т. е. разность основныхъ точекъ, l_t — показаніе термометра въ парахъ воды, l_0 — въ тающемъ льду, t — температуру паровъ воды, опредѣленную по барометру, и $\frac{100}{\Delta_{100}}$ — нормальные градусы, соответствующіе одному дѣленію (1^σ) термометра.

Въ слѣдующей таблицѣ приводимъ опредѣленія значенія одного градуснаго дѣленія прежняго главнаго нормальнаго термометра № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn) и нормальнаго термометра № 2 (H. Geissler in Bonn), служившаго для повѣрки термометровъ съ 1869 года по 1877 годъ. Черезъ l_0 въ таблицѣ обозначена максимально-пониженная нулевая точка, а черезъ l'_0 — нулевая точка, наблюдаемая до кипѣнія, и черезъ Δ_{100} и Δ'_{100} , 1^σ и $1^{\sigma'}$ — величины, соответственныя l_0 и l'_0 (см. табл. на стр. 23).

Замѣтимъ при этомъ, что термометры отсчитывались всегда въ вертикальномъ положеніи.

Приведемъ здѣсь также результаты опредѣленій основныхъ разностей главныхъ нормальныхъ термометровъ Tonnelot № 4494, № 4495 и № 11167, служащихъ для опредѣленія приведеній употребляемыхъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи тер-

Нормальные термометры.	№ 2 (H. Geissler in Bonn).				№ 4 (Dr. H. Geissler in Bonn).			
	1868 12 нояб.	1873 14 авг.	1876 7 июня.	1877 21 февр.	1876 16 мая	1876 22 мая	1876 7 июня.	1877 21 февр.
Барометръ при 0°	мм. 761,52	мм. 758,25	мм. 765,39	мм. 754,04	мм. 757,95	мм. 754,92	мм. 765,39	мм. 754,04
Приведеніе къ тяжести въ Парижѣ .	+0,74	+0,73	+0,74	+0,72	+0,73	+0,72	+0,74	+0,72
Приведенный барометръ	762,26	758,98	766,13	754,76	758,68	755,64	766,13	754,76
Температура кипѣнія (t)	100,08	99,96	100,224	99,807	99,951	99,839	100,224	99,807
l'_0	0,33	0,30	0,305	0,290	—	—	—	0,450
l_t	100,20	100,06	100,303	99,862	100,158	100,089	100,470	100,027
l_0	—	—	-0,023	-0,070	0,140	0,180	0,182	0,165
$l_t - l'_0$	99,87	99,76	99,998	99,572	—	—	—	99,577
$l_t - l_0$	—	—	100,326	99,932	100,018	99,909	100,288	99,862
Δ'_{100}	99,79	99,80	99,77	99,77	—	—	—	99,770
Δ_{100}	—	—	100,102	100,125	100,067	100,070	100,064	100,055
$1\sigma'$	1,0021	1,0020	1,0023	1,0023	—	—	—	1,00230
1σ	—	—	0,99898	0,99875	0,99933	0,99930	0,99936	0,99945

мометровъ къ международному водородному термометру. Основныя разности этихъ трехъ термометровъ опредѣлены Гильомомъ въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ. Для каждаго термометра сдѣланы 5 опредѣленій. Термометры отсчитаны въ парахъ кипящей воды каждый разъ въ горизонтальномъ и въ вертикальномъ положеніяхъ. Отсчеты нулевой точки произведены каждый разъ непосредственно послѣ опредѣленія точки 100 и въ вертикальномъ положеніи. Всѣ результаты отнесены къ горизонтальному положенію. Получены такимъ образомъ слѣдующія среднія величины:

Термометръ.	Основная разность.	Значеніе дѣленія.	Время опредѣленій.
Tonnellot № 4494	$100,0016 \pm 0,0016$	0,999984	Мартъ и апрѣль 1886 г.
» № 4495	$99,9380 \pm 0,0019$	1,000620	» » 1886 »
» № 11167	$99,9347 \pm 0,0013$	1,000653	Іюнь 1894 »

Опредѣленіе значенія одного градуснаго дѣленія нормальнаго термометра № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn), шкала котораго простирается только до $+62^\circ$, изложено ниже въ главѣ, къ которой этотъ термометръ подробно разсматривается.

Измѣненіе основной разности со временемъ. При изученіи постепеннаго повышенія нулевой точки мы уже замѣтили, что это повышеніе сопровождается измѣненіемъ коэффиціента расширенія стекла и, вслѣдствіе этого, измѣненіемъ основной разности термометра. Крафтсъ¹⁾

1) Crafts. Sur les variations du coefficient de dilatation du verre. Comptes Rendus. 1880.

впервые обратилъ вниманіе на то, что повышеніе нулевой точки вслѣдствіе сильнаго и продолжительнаго нагрѣванія термометра сопровождается значительнымъ увеличеніемъ основной разности и что это слѣдуетъ приписать уменьшенію коэффициента расширенія стекла. Онъ получилъ послѣ продолжительнаго нагрѣванія 7 термометровъ до 355° повышеніе нулевыхъ точекъ среднимъ числомъ на $18,3$ и увеличеніе основныхъ разностей на $0,67$.

Вибе¹⁾ повторилъ эти опыты и получилъ среднее увеличеніе основныхъ разностей на $0,36$ при среднемъ повышеніи нулевыхъ точекъ на $12,9$.

Увеличеніе основной разности вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія слѣдуетъ приписать однако не только уменьшенію коэффициента расширенія стекла, но отчасти также уменьшенію объема капиллярной трубки, явленію тождественному съ уменьшеніемъ объема резервуара. На эту вторую причину указалъ впервые Гильомъ²⁾. Предположеніе его подтверждено опытами Бодэна³⁾, изъ которыхъ можно также заключить, что увеличеніе основной разности пропорціонально повышенію нулевой точки и что повышенію нулевой точки на 1° соотвѣтствуетъ увеличеніе основной разности на $0,03$.

Упомянутыя измѣненія нулевыхъ точекъ и основныхъ разностей термометровъ наблюдались послѣ сильныхъ и продолжительныхъ нагрѣваній термометровъ. Крафтсъ⁴⁾ указалъ также на то, что вслѣдствіе нагрѣванія термометра, доведеннаго только до 100° , получится также увеличеніе основной разности, если нулевая точка повысилась. Основательность этого предположенія доказана въ новѣйшее время опытами, произведенными въ «Physikalisch-Technisch. Reichsanstalt» надъ 8 главными нормальными термометрами, изъ которыхъ 2 были изъ французскаго твердаго стекла (verre dur) и 6 изъ нормальнаго Іенскаго стекла⁵⁾. Получено, вслѣдствіе продолжительнаго дѣйствія температуры въ 110° , среднее повышеніе нулевыхъ точекъ на $0,07$ и увеличеніе основныхъ разностей на $0,009$. Если взять отношеніе этихъ чиселъ, то повышенію нулевой точки на 1° соотвѣтствуетъ увеличеніе основной разности на $0,129$!

Спрашивается теперь, получится ли у термометра увеличеніе основной разности, если нулевая точка его повысилась отъ времени, при обыкновенныхъ температурахъ? Мы склонны, отвѣтить на это утвердительно. Во всякомъ случаѣ, слѣдуетъ пока имѣть въ виду возможность такого измѣненія основной разности. Такъ какъ у новаго термометра изъ твердаго стекла или изъ нормальнаго Іенскаго стекла нулевая точка можетъ со временемъ повыситься на $0,1$, а этому повышенію нулевой точки соотвѣтствовало бы увеличеніе основной разности на $0,013$, то не трудно будетъ рѣшить со временемъ поставленный вопросъ.

1) Wiebe. Ueber die Bewegungen der Fundamentalpunkte von Thermometern. Metronomische Beiträge. № 3. 1881.

2) Guillaume. Traité pratique de la thermométrie de précision. 1889.

3) Baudin. Comptes Rendus. 1893.

4) Crafts. Les Mesures thermométriques. Bull. Soc. Chim. 1882.

5) Wissenschaftliche Abhandlungen der Phys. Techn. Reichsanstalt. Band. I, 1894.

6. Вліяніе внѣшняго и внутренняго давленій на показанія ртутнаго термометра.

Объемъ резервуара термометра измѣняется вмѣстѣ съ *внѣшнимъ давленіемъ*, которому резервуаръ термометра подвергнутъ. При большемъ внѣшнемъ давленіи термометръ даетъ высшіе отсчеты, при меньшемъ — низшіе.

Внѣшнее давленіе слагается изъ даннаго давленія воздуха и изъ давленія жидкости, температура которой измѣряется. При точныхъ термометрическихъ измѣреніяхъ всѣ отсчеты термометра приводятся къ одному и тому же внѣшнему давленію, а именно къ нормальному атмосферному давленію (760 мм.). Для этихъ приведеній опредѣляется для каждаго термометра разъ навсегда коэффициентъ внѣшняго давленія (β_e). Подъ этимъ коэффициентомъ подразумѣвается измѣненіе показанія термометра, соответствующее измѣненію внѣшняго давленія на 1 мм. Если P обозначаетъ внѣшнее давленіе въ миллиметрахъ, которому термометръ подвергнутъ, то приведеніе отсчета термометра къ нормальному давленію будетъ

$$= \beta_e \cdot (760 - P).$$

Въ Главной Физической Обсерваторіи приводятся къ нормальному атмосферному давленію лишь отсчеты главныхъ нормальныхъ термометровъ Tonnelot № 4494, № 4495 и № 11167. Ихъ коэффициенты внѣшняго давленія (β_e) и внутренняго давленія (β_i) опредѣлены Гильомомъ (Guillaume) въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ. Они приведены въ слѣдующей табличкѣ:

Термометръ.	β_e	β_i	$\Delta_1 \beta_i$	Время опредѣленія.
Tonnelot № 4494	0,0001161	0,0001315	0,0007631	31 марта 1886 г.
» № 4495	0,0001190	0,0001344	0,0007759	31 » 1886 »
» № 11167	0,0001284	0,0001438	0,0008441	7 іюня 1894 »

Замѣтимъ при этомъ, что цилиндрическіе резервуары этихъ термометровъ припаяны къ трубкамъ и что толщина стѣнокъ резервуаровъ равна приблизительно 0,6 мм.

Въ общемъ, коэффициенты внѣшняго давленія находятся въ зависимости отъ толщины стѣнокъ и колеблются въ предѣлахъ 0,0001 и 0,0004.

Въ С.-Петербургѣ крайнія давленія воздуха бываютъ 720 мм. и 790 мм. Если припятъ для нашихъ термометровъ коэффициентъ внѣшняго давленія равнымъ 0,0002, то крайней разности во внѣшнемъ давленіи = 70 мм. соответствуетъ разность отсчетовъ = 0,014. Для обыкновенныхъ наблюденій надъ температурою поэтому измѣненія показаній термометровъ въ зависимости отъ колебаній давленія воздуха не имѣютъ практическаго значенія. Что касается точныхъ измѣреній температуры по нормальнымъ термометрамъ,

какъ напр. при повѣркѣ термометровъ, то обратимъ вниманіе на то, что каждое такое измѣреніе температуры состоитъ изъ двухъ отсчетовъ: отсчета при измѣряемой температурѣ и отсчета при 0° . Если оба отсчета сдѣланы при одномъ и томъ же внѣшнемъ давленіи, то мы можемъ ихъ и не привести къ нормальному давленію, такъ какъ, беря разность между обими отсчетами, мы исключаемъ этимъ вліяніе внѣшняго давленія на термометръ. При опредѣленіяхъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи поправокъ обыкновеннаго нормальнаго термометра, предназначеннаго для повѣрки метеорологическихъ термометровъ, нулевая точка его отсчитывается тотчасъ послѣ сличенія его съ главнымъ нормальнымъ термометромъ. При этомъ можно пренебречь измѣненіемъ давленія воздуха, по его незначительности. Остается только принять во вниманіе разность между давленіемъ тающего льда и давленіемъ жидкости (воды или спирта), въ которой сличеніе было произведено. Эта разность приблизительно равна 25 мм. ртутнаго столба, если термометръ по всей своей длинѣ (35 — 40 см.) былъ погруженъ въ жидкость. Принявъ коэффициентъ внѣшняго давленія $= 0,0002$, мы получили бы поправку на давленіе $= - 0,005$. Такъ какъ отсчеты обыкновеннаго нормальнаго термометра при данной температурѣ и при 0° не приводятся къ одному и тому же внѣшнему давленію, то въ поправки его, выведенныя изъ сличенія его съ главнымъ нормальнымъ термометромъ, включена будетъ и поправка на внѣшнее давленіе $= - 0,005$. Затѣмъ, повѣрка метеорологическихъ термометровъ посредствомъ обыкновеннаго нормальнаго термометра производится въ такихъ же ваннахъ, въ какихъ было произведено сличеніе его съ главнымъ нормальнымъ термометромъ; слѣдовательно, температуры ваннъ опредѣляются вѣрно. Слѣдуетъ еще замѣтить, что при повѣркѣ метеорологическихъ термометровъ каждый разъ вмѣстѣ съ ними отсчитывается при 0° и нормальный термометръ. При одинаковыхъ коэффициентахъ внѣшняго давленія у нормальнаго термометра и у провѣряемыхъ термометровъ, колебанія давленія воздуха въ продолженіе повѣрки не имѣютъ никакого значенія для опредѣленія поправокъ провѣряемыхъ термометровъ, а при различныхъ коэффициентахъ вліяніе это оказывается весьма малымъ. Изъ всего этого можно заключить, что пренебрегая вліяніемъ давленія воздуха и жидкости на отсчеты какъ нормальнаго такъ и провѣряемыхъ термометровъ, мы допускаемъ въ опредѣленіяхъ поправокъ для послѣднихъ ошибки, едва-ли превышающія $0,005$.

Относительно опредѣленныхъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи поправокъ метеорологическихъ термометровъ, по которымъ ведутся наблюденія на горныхъ станціяхъ, замѣтимъ, что вслѣдствіе значительно меньшаго давленія воздуха на этихъ станціяхъ всѣ показанія термометровъ будутъ нѣсколько понижены, такъ напр. на высотѣ 2000 м. (среднее давленіе воздуха $= 600$ мм.) около $0,03$, на наивысшей метеорологической станціи Россійской Имперіи, на Памирскомъ Посту (высота $= 3640$ м., среднее давленіе $= 490$ мм.) около $0,05$. Данныя поправки поэтому слѣдовало бы на нѣсколько сотыхъ градуса увеличить. Но такъ какъ термометры отсчитываются лишь въ десятыхъ градуса, то вліяніемъ на отсчеты термометровъ разности давленія воздуха въ С.-Петербургѣ и на горной станціи можно пренебречь. Впрочемъ, опредѣленіемъ вновь нулевой точки термо-

метра на станціи и исправленіемъ шкаловыхъ поправокъ, сообразно съ измѣненіемъ нулевой точки, можно исключить и это вліяніе.

Наконецъ, нѣсколько словъ о гипсотермометрахъ, употребляемыхъ преимущественно въ путешествіяхъ для опредѣленій давленія воздуха. Къ провѣреншымъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи гипсотермометрамъ приложены таблицы поправокъ, выведенныхъ изъ повѣрки ихъ при различныхъ точкахъ кипѣнія воды, т. е. при различныхъ давленіяхъ воздуха (до 430 мм.); кромѣ этихъ поправокъ даны и нулевые точки, опредѣленныя въ тающемъ льду при обыкновенномъ давленіи. Опредѣленіе нулевой точки гипсотермометра въ путешествіи при данномъ низкомъ давленіи не можетъ служить для контроля постоянства шкалы и для опредѣленія, въ данномъ случаѣ, величины измѣненія всей шкалы термометра, если не принимать въ расчетъ вліянія давленія воздуха на показанія термометра въ тающемъ льду. Поэтому желательно, чтобы на листкѣ съ поправками было приведено и давленіе воздуха, при которомъ нулевая точка была опредѣлена.

Во всякомъ не горизонтальномъ положеніи ртутный столбъ въ термометрѣ производитъ давленіе на резервуаръ и расширяетъ его, въ то же время и ртуть нѣсколько сдвливается. Вслѣдствіе этого *внутренняго давленія* разность между показаніями термометра въ горизонтальномъ и не горизонтальномъ положеніяхъ будетъ тѣмъ больше, чѣмъ длиннѣе столбъ ртути, т. е. чѣмъ выше температура. Чтобы исключить вліяніе положенія термометра на его показанія, ихъ приводятъ къ горизонтальному положенію. Это приведеніе равно

$$\beta_i \cdot l \cdot \frac{\delta_t}{\delta_0} \cdot \sin \alpha,$$

гдѣ β_i обозначаетъ коэффициентъ внутренняго давленія, т. е. измѣненіе, вслѣдствіе внутренняго давленія, показанія термометра, соответствующее измѣненію длины вертикальнаго ртутнаго столбика на 1 мм., l — длину ртутнаго столбика въ миллиметрахъ, считая отъ середины резервуара, δ_t и δ_0 — плотность ртути при t° и при 0° , и α — уголъ между термометромъ и горизонтальной плоскостью. Для вертикальнаго положенія термометра имѣемъ $\sin \alpha = 1$. Отношеніе $\left(\frac{\delta_t}{\delta_0}\right)$ между плотностью ртути при t° и плотностью при 0° можетъ быть для всѣхъ температуръ съ достаточною точностью принято $= 1$, ввиду малой величины l .

Коэффициенты (β_i) внутренняго давленія для нашихъ главныхъ нормальныхъ термометровъ выведены Гильомомъ изъ коэффициентовъ внѣшняго давленія. Имъ приято

$$\beta_i = \beta_e + 0,0000154.$$

Къ упомянутымъ термометрамъ приложены таблицы, содержація приведенія отсчетовъ въ вертикальномъ положеніи къ отсчетамъ въ горизонтальномъ положеніи, отъ градуса до градуса. Для бѣльшаго удобства при пользованіи таблицами, именно вмѣсто коэффициента

β_i , отнесеннаго къ измѣненію длины ртутнаго столбика на 1 мм., аргументомъ таблицъ принять коэффициентъ β_i , помноженный на длину одного градуса Δl_1 .

Повѣрка термометровъ производится въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи съ самаго начала только въ вертикальномъ положеніи, и всѣ данныя поправки относятся къ этому положенію.

Замѣтимъ при этомъ, что въ метеорологіи наблюденія надъ температурою и влажностью воздуха производятся по термометрамъ въ вертикальномъ положеніи, только ртутные максимальные термометры отсчитываются въ горизонтальномъ положеніи, но для нихъ выводятся ежемѣсячно добавочныя поправки изъ сравненій ихъ, послѣ установки ртутнаго столбика, съ сухими психрометрическими термометрами, отсчитываемыми, какъ уже сказано, въ вертикальномъ положеніи. Поправки же, данныя для термометровъ на поверхности земли и другихъ термометровъ, отсчитываемыхъ въ горизонтальномъ положеніи, слѣдовало бы нѣсколько уменьшить, а именно, если предположить коэффициентъ внутренняго давленія $= 0,0002$, на слѣдующія величины:

	I.	II.
При -40° на $0,01$;		$0,01$,
» 0 » $0,025$;		$0,035$,
» $+40$ » $0,04$;		$0,06$,

въ первомъ случаѣ (I) взяты приблизительные размѣры термометровъ, раздѣленныхъ на $\frac{1}{2}^\circ$ (разстояніе нуля шкалы отъ середины резервуара $= 125$ мм. и длина градуса $= 2$ мм.), во второмъ случаѣ (II) взяты размѣры психрометрическихъ термометровъ, раздѣленныхъ на $\frac{1}{5}^\circ$ (175 мм. и 3,3 мм.). Однако, обыкновенныя наблюденія по горизонтальнымъ термометрамъ, какъ напр. надъ температурою поверхности земли, такъ мало точны, что разностями между показаніями термометра въ горизонтальномъ и въ вертикальномъ положеніяхъ можно пренебречь.

7. Поправки калибра нормальныхъ термометровъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Изъ нормальныхъ термометровъ, принадлежащихъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, калиброваны слѣдующіе термометры:

- 1) ртутный термометръ № 4 (Dr H. Geissler in Bonn), калиброванный профессоромъ А. фонъ-Эттингеномъ въ Дерптѣ въ 1874 году, по данному имъ методу¹⁾. Результаты калиброванія приведены ниже, въ главѣ, въ которой разсматривается этотъ термометръ;
- 2) ртутный термометръ № 10' (Dr H. Geissler in Bonn), калиброванный Дорандтомъ

1) A. von Oettingen. Ueber die Correction der Thermometer etc. Inaugural-Dissertation. Dorpat 1865.

въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи въ 1876 году, по методу Бесселя-Неймана¹⁾. Подробности о калиброваніи и поправки калибра этого термометра приведены ниже въ главѣ, въ которой онъ разсматривается;

3) ртутный термометръ № 1 (R. Fuess, Berlin, Patent), калиброванный Ф. Гельманомъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи въ ноябрѣ 1878 года, по методу Бесселя-Неймана. Такъ какъ этотъ термометръ для повѣрки другихъ термометровъ не употреблялся — онъ былъ сравненъ лишь съ термометромъ № 10', а затѣмъ съ термометромъ № 4495, — то мы ограничиваемся въ этомъ трудѣ относительно него указать на статью Гласека²⁾, въ которой изложены всѣ подробности, касающіяся этого термометра;

4) ртутный термометръ № 4494 (Tonnelot);

5) ртутный термометръ № 4495 (Tonnelot), — для обоихъ термометровъ повѣрка равенства дѣлений, калиброваніе и вычисленіе поправокъ калибра произведены въ апрѣлѣ 1886 года въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ г-жею А. Тауффлибъ, состоявшею при Бюро для калиброванія термометровъ. Равенство дѣлений найдено удовлетворительнымъ. Калиброваніе было произведено такимъ образомъ, что сперва были взяты 5 частей промежутка [0·100], затѣмъ каждая часть, включающая въ себѣ 20°, была калибрована отъ 2° до 2°; крайнія части были продолжены до — 2° и до + 102°. Поправки калибра, вѣроятная ошибка которыхъ меньше 0,0010, приведены ниже въ главѣ о главныхъ нормальныхъ термометрахъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи для температуръ выше 0°;

6) ртутный термометръ № 11167 (Tonnelot), калиброванный г-жею С. Моде (S. Maudet) въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ въ іюлѣ 1894 года. Шкала этого термометра, предназначеннаго для измѣреній низкихъ температуръ и имѣющаго два расширенія, раздѣлена на 0,1 отъ — 45,1 до + 4,8, отъ 48,9 до 55,1 и отъ 97,0 до 103,5. Равенство дѣлений найдено удовлетворительнымъ. Калиброваніе произведено такимъ образомъ, что сперва весь промежутокъ [— 44·+100] калиброванъ по тремъ частичнымъ промежуткамъ, посредствомъ нитей въ 48° и 96°, наблюденныхъ 6 разъ въ каждомъ положеніи, затѣмъ калиброванъ промежутокъ [— 44·+ 4] по тремъ частичнымъ промежуткамъ посредствомъ нитей въ 16° и 32°; наконецъ, калиброванъ отъ 2° до 2° каждый изъ трехъ промежутковъ [— 44·— 28], [— 28·— 12] и [— 12·+ 4]. Поправки дѣлений въблизи 50° и 100° определены черезъ дополнительныя наблюденія. Всѣ поправки отнесены къ системѣ [0·100]. Результаты калиброванія термометра приведены въ главѣ, въ которой онъ разсматривается;

7) толуольный термометръ № 4932 (Tonnelot), калиброванный въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ г-жею С. Моде, подъ руководствомъ Гильома, въ концѣ 1891 г. Шкала этого термометра, имѣющаго одно расширеніе, раздѣлена отъ 0 до 570 и отъ 745 до 805, при чемъ одно дѣленіе, длина котораго = 0,70 мм., соотвѣтствуетъ 0,21. Равен-

1) H. Wild. Bericht über die Reform der Schweizerischen Urmaasse. 1868. | lischen Central-Observatoriums. Repert. für Meteorologie. Bd. XV, № 7, pag. 11—15.

2) S. Hlasek. Die Temperatur-Scalen des Physika-

ство дѣленій найдено удовлетворительнымъ. Для калиброванія термометръ былъ предварительно наполненъ ртутью; затѣмъ термометръ калиброванъ обыкновеннымъ образомъ. Сперва весь промежутокъ [0·800] былъ калиброванъ по двумъ частичнымъ промежуткамъ посредствомъ трехъ нитей въ 400° , наблюденныхъ по 6 разъ въ положеніяхъ [0·400] [400·800]; затѣмъ промежутокъ [0·550] калиброванъ отъ 50° до 50° посредствомъ нитей въ 50° , 100° , 150° , 200° , 250° , 300° , 350° , 400° , 450° , наблюденныхъ при передвиженіи нитей туда и обратно. Поправка точки 750 опредѣлена черезъ дополнительныя наблюденія. Результаты калиброванія приведены въ 13-й главѣ.

Замѣтимъ еще, что въ 1874 году были опредѣлены профессоромъ А. фонъ-Эттингенемъ поправки калибра термометра № 15851 (Casella, London), принадлежащаго Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. При этомъ оказались такія неправильности калибра, что термометръ не можетъ считаться нормальнымъ.

8. Интерполяція поправокъ метеорологическихъ термометровъ.

Метеорологическіе термометры провѣряются въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи отъ 10° до 10° . Для промежуточныхъ дѣленій поправки интерполируются прямолинейно. Спрашивается, насколько поправки, полученные путемъ прямолинейной интерполяціи, отклоняются отъ истинныхъ поправокъ?

При рѣшеніи этого вопроса можно различать два случая. Во первыхъ, вся шкала термометра можетъ быть раздѣлена на равныя промежутки; во вторыхъ, на шкалѣ могутъ быть нанесены неравныя дѣленія, съ тою цѣлью, чтобы включить въ дѣленія неправильности калибра и, въ настоящее время, также приведенія термометра къ международному водородному термометру

Въ первомъ случаѣ, въ полныя поправки, опредѣленныя въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи отъ 10° до 10° , включены поправки: 1) отъ не вполне вѣрно принятаго градуснаго дѣленія, 2) приведенія къ водородному термометру и 3) поправки калибра.

1) Если градусное дѣленіе термометра не соответствуетъ точно нормальному градусу, то поправки, отъ этого зависящія, для $\pm 10^{\circ}$, $\pm 20^{\circ}$ и т. д. прямо пропорціональны этимъ дѣленіямъ, и для каждаго промежуточнаго дѣленія поправка можетъ быть точно опредѣлена путемъ прямолинейной интерполяціи.

2) Такъ какъ у ртутныхъ, алкогольныхъ и другихъ термометровъ, изъ того или другого сорта стекла, измѣненія приведеній къ водородному термометру не пропорціональны измѣненіямъ температуры, какъ вообще, такъ и въ промежуткахъ десяти градусовъ, то при прямолинейной интерполяціи приведеній для промежуточныхъ показаній термометровъ между 0 и 10, 10 и 20 и т. д. мы допускаемъ нѣкоторыя систематическія погрѣшности. Послѣднія могутъ быть легко опредѣлены. Въ слѣдующей таблицѣ даны для наиболѣе упо-

требуемыхъ у насъ, въ Россіи, термометровъ приведенія къ водородному термометру черезъ каждые 5° и отклоненія приведеній для 5°, 15°, 25° и т. д. отъ прямолинейно интерполированныхъ приведеній, при чемъ эти отклоненія являются максимальными отклоненіями, или же весьма близкими къ нимъ величинами, въ промежуткахъ между 0 и 10, 10 и 20 и т. д.

Шкала.	Ртутные термометры.				Алкольный термометръ.		Толуоловый термометръ.	
	Иенское стекло 16ш.		Тюрингенское стекло.		Привед.	Отклон.	Привед.	Отклон.
	Привед.	Отклон.	Привед.	Отклон.				
—60°	—	—	—	—	—7,30	—	—14,27	—
—55	—	—	—	—	—6,50	+0,01	—12,75	+0,03
—50	—	—	—	—	—5,71	—	—11,28	—
—45	—	—	—	—	—4,94	+0,02	— 9,87	+0,03
—40	—	—	—	—	—4,20	—	— 8,52	—
—35	—	—	—	—	—3,51	+0,02	— 7,22	+0,04
—30	+0,334	—	+0,365	—	—2,86	—	— 6,00	—
—25	+0,258	—0,004	+0,286	—0,004	—2,25	+0,03	— 4,83	+0,04
—20	+0,191	—	+0,215	—	—1,70	—	— 3,73	—
—15	+0,132	—0,004	+0,151	—0,004	—1,20	+0,03	— 2,69	+0,04
—10	+0,081	—	+0,094	—	—0,75	—	— 1,73	—
— 5	+0,037	—0,003	+0,043	—0,004	—0,35	+0,03	— 0,83	+0,03
0	0,000	—	0,000	—	0,00	—	0,00	—
+ 5	—0,031	—0,003	—0,037	—0,003	—	—	—	—
+10	—0,056	—	—0,069	—	—	—	—	—
+15	—0,077	—0,002	—0,096	—0,003	—	—	—	—
+20	—0,093	—	—0,117	—	—	—	—	—
+25	—0,105	—0,002	—0,134	—0,002	—	—	—	—
+30	—0,113	—	—0,146	—	—	—	—	—
+35	—0,118	—0,001	—0,154	—0,002	—	—	—	—
+40	—0,120	—	—0,159	—	—	—	—	—

Какъ видно изъ этой таблицы, приведенія ртутныхъ термометровъ въ промежуткахъ между — 30 и — 20, — 20 и — 10 и т. д. могутъ быть опредѣлены прямолинейною интерполяціею съ точностью до нѣсколькихъ тысячныхъ градуса, что вполне достаточно для нашихъ цѣлей. Для алкольныхъ и толуоловыхъ термометровъ получаются при прямолинейной интерполяціи отклоненія до 0,05. Однако въ виду того, что точность наблюденій по этимъ термометрамъ вообще не велика, то для обыкновеннаго употребленія достаточно опредѣлять поправки ихъ, въ десятыхъ градуса, черезъ каждые 10° и для промежуточныхъ показаній поправки интерполировать прямолинейно.

3) При прямолинейной интерполяціи поправокъ калибра въ промежуткахъ десяти градусовъ мы допускаемъ различія погрѣшности, зависяція отъ случайныхъ неправильностей

капиллярной трубки. При этомъ, въ нихъ включаются также погрѣшности отъ неправильнаго дѣленія шкалы. Весьма вѣроятно, что у большинства проверенныхъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи термометровъ (Гейслера въ Боннѣ, Гейслера въ Берлинѣ, Фуса въ Берлинѣ и Мюллера въ С.-Петербургѣ) эти погрѣшности не больше $\pm 0,03$, и что только въ исключительныхъ случаяхъ онѣ превышаютъ $\pm 0,05$. Это предположеніе подтверждается также произведенною въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, въ апрѣлѣ 1902 г., повѣркою раздѣленныхъ на $\frac{1}{5}^\circ$ ртутныхъ термометровъ черезъ каждые $2,5$. Въ слѣдующей таблицѣ приведены для каждаго изъ проверенныхъ такимъ образомъ термометровъ отклоненія наблюдаемыхъ поправокъ отъ поправокъ, полученныхъ путемъ прямолинейной интерполяціи. Какъ видно изъ этой таблицы, только у 5 изъ 18 термометровъ отклоненія превышаютъ $\pm 0,03$.

Шкала.	R. Fuess.				Ф. Мюллеръ.			Ф. и О. Мюллеръ.								Г. Г. Майкранцъ.			
	1887 г.		1892 г.		1893г.	1896 г.		1896г.	1898г.	1900 г.		1901г.	1902 г.				1902 г.		
	617	617*	781	781*	313	652	652*	2940	4019*	152	153	6543*	6805	6806	6807	6811	1224	1224*	
0°																			
2,5	+0,02	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	+0,01	+0,02	-0,02	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	+0,05	-0,06	0,00	-0,03	
5	+0,03	0,00	-0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	+0,03	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,03	+0,06	-0,07	+0,01	-0,03	
7,5	+0,01	0,00	0,00	-0,01	0,00	-0,01	0,00	+0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,03	+0,04	-0,05	0,00	-0,01	
10																			
12,5	-0,01	0,00	+0,01	+0,01	-0,01	-0,01	+0,01	+0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	+0,01	-0,01	-0,03	-0,03	0,00	0,00	
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	+0,03	+0,01	-0,03	0,00	0,00	-0,01	+0,02	-0,01	-0,03	-0,04	0,00	+0,01	
17,5	+0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	+0,02	+0,02	-0,01	0,00	0,00	0,00	+0,03	+0,01	0,00	-0,02	0,00	+0,01	
20																			
22,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	+0,05	+0,02	-0,01	0,00	-0,01	-0,02	+0,01	-0,02	+0,01	-0,02	+0,02	+0,02	
25	0,00	+0,01	0,00	+0,01	0,00	-0,02	+0,05	0,00	-0,01	0,00	-0,02	-0,03	+0,02	-0,03	0,00	-0,03	+0,03	+0,04	
27,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	+0,05	0,00	-0,01	0,00	-0,03	-0,01	+0,01	-0,02	+0,01	-0,01	+0,02	+0,03	
30																			
32,5	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,01	-0,03	+0,01	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,03	-0,03	+0,02	-0,02	0,00	-0,02	
35	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,02	-0,04	+0,04	+0,01	0,00	-0,01	0,00	-0,02	-0,03	+0,04	-0,01	+0,01	-0,02	
37,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	-0,02	+0,02	+0,01	0,00	-0,02	0,00	-0,02	-0,03	+0,04	-0,01	0,00	-0,01	
40																			

Дѣленіе всей шкалы на равные промежутки въ настоящее время примѣняется у нормальныхъ термометровъ, предназначенныхъ для полнаго изслѣдованія (калиброванія, опредѣленія основной разности и пр.). У метеорологическихъ же термометровъ шкала дѣлится на неравные промежутки съ тою цѣлью, чтобы включить въ дѣленія неправильности калибра и приведенія къ водородному термометру. При этомъ изготовители термометровъ поступаютъ

слѣдующимъ образомъ: на термометрѣ отмѣчаются точки -10° , 0° , $+10^{\circ}$, $+20^{\circ}$ и т. д., при помощи провѣреннаго хорошаго термометра; отдѣльные промежутки между ними затѣмъ дѣлятся на равныя части на специальной дѣлительной машинѣ.

Такъ какъ въ первомъ случаѣ на термометрѣ отмѣчаются при изготовленіи лишь двѣ точки 0° и 100° или 0° и какая-нибудь другая точка, напр. 30° , а затѣмъ, на основаніи отмѣченнаго промежутка $[0^{\circ}\cdot 100^{\circ}]$ или вообще $[0^{\circ}\cdot t^{\circ}]$, всю шкалу дѣлятъ на равныя части, то все различіе между обоими случаями, т. е. между термометрами съ равными дѣленіями по всей шкалѣ и термометрами съ приведенною шкалою, состоитъ въ томъ, что у послѣднихъ шкала слагается изъ нѣсколькихъ, такъ сказать, основныхъ промежутковъ $[-10^{\circ}\cdot 0^{\circ}]$, $[0^{\circ}\cdot 10^{\circ}]$, $[10^{\circ}\cdot 20^{\circ}]$ и т. д., изъ которыхъ каждый имѣетъ равныя дѣленія. Такъ какъ повѣрка термометровъ производится въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи черезъ каждые 10° , то второй случай сводится къ первому, и все, что сказано выше объ интерполяціи поправокъ, относится и къ термометрамъ съ приведенною шкалою.

Прямолинейная интерполяція въ промежуткахъ отъ 10° до 10° даетъ намъ поправки у большинства термометровъ съ точностью до $\pm 0,02$, и только въ исключительныхъ случаяхъ точность меньше $\pm 0,05$. Провѣряя термометры отъ 5° до 5° , мы бы увеличили точность приблизительно вдвое.

Обратимъ еще вниманіе на то, что повѣрка отъ 10° до 10° термометровъ съ приведенною шкалою не даетъ никакого критерія о правильности калибра, а показываетъ лишь, съ какою точностью изготовителемъ термометра нанесены на шкалу точки -10° , 0° , 10° , 20° и т. д.

Поправки термометровъ даются на сертификатахъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи или при температурахъ сличенія въ сотыхъ градуса или, для удобства наблюдателей метеорологическихъ станцій, отъ $0,1$ до $0,1$ для опредѣленныхъ промежутковъ шкалы, предѣламъ которыхъ соотвѣтствуютъ поправки $0,05$, $0,15$, $0,25$ и т. д. или, вообще, $\pm 0,05\cdot(2n+1)$, гдѣ $n = 0, 1, 2, 3, \dots$. Эти предѣлы опредѣлялись раньше графически, а съ 1900 г., ради экономіи во времени, они вычисляются при помощи ниже слѣдующей, составленной мною таблицы. (См. стр. 34).

Эта таблица примѣнима, когда поправки даны въ сотыхъ градуса для температуръ отъ 10° до 10° . Ею пользуются слѣдующимъ образомъ: берутъ разность (Δ) между двумя сосѣдними поправками и дополненіе поправки, данной для пизшей температуры, къ $0,05\cdot(2n+1)$. Затѣмъ по разности Δ и дополненію отыскиваютъ въ таблицѣ предѣлъ, въ графѣ «+», если температура выше 0° , въ графѣ «—», если температура ниже 0° . Напр., если при -20° поправка $= +0,19$, при $-10^{\circ} = +0,08$, то таблица даетъ для разности поправокъ $\Delta = 0,11$ и для дополненія $0,19$ къ $0,15 = 0,04$ въ графѣ «—» предѣлъ: $-6,3$, а въ данномъ случаѣ (между -20° и -10°) предѣлъ: $-16,3$, отъ котораго поправка будетъ $+0,1$, такъ что

$$\begin{aligned} \text{отъ } -20,0 \text{ до } -16,4 \text{ поправка} &= +0,2 \\ \text{» } -16,3 \text{ » } x \text{ » } &= +0,1. \end{aligned}$$

$\Delta = 0,02.$			$\Delta = 0,03.$			$\Delta = 0,04.$			$\Delta = 0,05.$			$\Delta = 0,06.$			$\Delta = 0,07.$				
Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.			
	+	-		+	-		+	-		+	-		+	-		+	-	+	-
	отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ	отъ	отъ
0,01	5,1	-4,9	0,01	3,4	-6,6	0,01	2,6	-7,4	0,01	2,1	-7,9	0,01	1,7	-8,3	0,01	1,5	-8,5		
			0,02	6,7	-3,3	0,02	5,1	-4,9	0,02	4,1	-5,9	0,02	3,4	-6,6	0,02	2,9	-7,1		
						0,03	7,6	-2,4	0,03	6,1	-3,9	0,03	5,1	-4,9	0,03	4,3	-5,7		
									0,04	8,1	-1,9	0,04	6,7	-3,3	0,04	5,9	-4,2		
												0,05	8,4	-1,6	0,05	7,2	-2,8		
															0,06	8,6	-1,4		
$\Delta = 0,08.$			$\Delta = 0,09.$			$\Delta = 0,10.$			$\Delta = 0,11.$			$\Delta = 0,12.$			$\Delta = 0,13.$				
Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.			
	+	-		+	-		+	-		+	-		+	-		+	-	+	-
	отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ	отъ	отъ
0,01	1,3	-8,7	0,01	1,2	-8,8	0,01	1,1	-8,9	0,01	1,0	-9,0	0,01	0,9	-9,1	0,01	0,8	-9,2		
0,02	2,5	-7,5	0,02	2,3	-7,7	0,02	2,1	-7,9	0,02	1,9	-8,1	0,02	1,7	-8,3	0,02	1,6	-8,4		
0,03	3,8	-6,2	0,03	3,4	-6,6	0,03	3,1	-6,9	0,03	2,8	-7,2	0,03	2,5	-7,5	0,03	2,4	-7,6		
0,04	5,1	-4,9	0,04	4,5	-5,5	0,04	4,1	-5,9	0,04	3,7	-6,3	0,04	3,4	-6,6	0,04	3,1	-6,9		
0,05	6,3	-3,7	0,05	5,6	-4,4	0,05	5,1	-4,9	0,05	4,6	-5,4	0,05	4,2	-5,8	0,05	3,9	-6,1		
0,06	7,6	-2,4	0,06	6,7	-3,3	0,06	6,1	-3,9	0,06	5,5	-4,5	0,06	5,1	-4,9	0,06	4,7	-5,3		
0,07	8,8	-1,2	0,07	7,8	-2,2	0,07	7,1	-2,9	0,07	6,4	-3,6	0,07	5,9	-4,1	0,07	5,4	-4,6		
			0,08	8,9	-1,1	0,08	8,1	-1,9	0,08	7,3	-2,7	0,08	6,7	-3,3	0,08	6,2	-3,8		
						0,09	9,1	-0,9	0,09	8,2	-1,8	0,09	7,5	-2,5	0,09	7,0	-3,0		
									0,10	9,1	-0,9	0,10	8,4	-1,6	0,10	7,7	-2,3		
												0,11	9,2	-0,8	0,11	8,5	-1,5		
															0,12	9,3	-0,7		
$\Delta = 0,14.$			$\Delta = 0,15.$			$\Delta = 0,16.$			$\Delta = 0,17.$			$\Delta = 0,18.$			$\Delta = 0,19.$				
Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.		Дополне- ніе къ б.	Температ.			
	+	-		+	-		+	-		+	-		+	-		+	-	+	-
	отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ		отъ	отъ	отъ	отъ
0,01	0,8	-9,2	0,01	0,7	-9,3	0,01	0,7	-9,3	0,01	0,6	-9,4	0,01	0,6	-9,4	0,01	0,6	-9,4		
0,02	1,5	-8,5	0,02	1,4	-8,6	0,02	1,3	-8,7	0,02	1,2	-8,8	0,02	1,2	-8,8	0,02	1,1	-8,9		
0,03	2,2	-7,8	0,03	2,1	-7,9	0,03	1,9	-8,1	0,03	1,8	-8,2	0,03	1,7	-8,3	0,03	1,6	-8,4		
0,04	2,9	-7,1	0,04	2,7	-7,3	0,04	2,5	-7,5	0,04	2,4	-7,6	0,04	2,3	-7,7	0,04	2,2	-7,8		
0,05	3,6	-6,4	0,05	3,4	-6,6	0,05	3,2	-6,8	0,05	3,0	-7,0	0,05	2,8	-7,2	0,05	2,7	-7,3		
0,06	4,3	-5,7	0,06	4,1	-5,9	0,06	3,8	-6,2	0,06	3,6	-6,4	0,06	3,4	-6,6	0,06	3,2	-6,8		
0,07	5,1	-4,9	0,07	4,7	-5,3	0,07	4,4	-5,6	0,07	4,2	-5,8	0,07	3,9	-6,1	0,07	3,7	-6,3		
0,08	5,8	-4,2	0,08	5,4	-4,6	0,08	5,1	-4,9	0,08	4,8	-5,2	0,08	4,5	-5,5	0,08	4,3	-5,7		
0,09	6,5	-3,5	0,09	6,1	-3,9	0,09	5,7	-4,3	0,09	5,3	-4,7	0,09	5,1	-4,9	0,09	4,8	-5,2		
0,10	7,2	-2,8	0,10	6,7	-3,3	0,10	6,3	-3,7	0,10	5,9	-4,1	0,10	5,6	-4,4	0,10	5,3	-4,7		
0,11	7,9	-2,1	0,11	7,4	-2,6	0,11	6,9	-3,1	0,11	6,5	-3,5	0,11	6,2	-3,8	0,11	5,8	-4,2		
0,12	8,6	-1,4	0,12	8,1	-1,9	0,12	7,5	-2,5	0,12	7,1	-2,9	0,12	6,7	-3,3	0,12	6,4	-3,6		
0,13	9,3	-0,7	0,13	8,7	-1,3	0,13	8,2	-1,8	0,13	7,7	-2,3	0,13	7,3	-2,7	0,13	6,9	-3,1		
			0,14	9,4	-0,6	0,14	8,8	-1,2	0,14	8,3	-1,7	0,14	7,8	-2,2	0,14	7,4	-2,6		
						0,15	9,4	-0,6	0,15	8,9	-1,1	0,15	8,4	-1,6	0,15	7,9	-2,1		
									0,16	9,5	-0,5	0,16	8,9	-1,1	0,16	8,5	-1,5		
												0,17	9,5	-0,5	0,17	9,0	-1,0		
															0,18	9,5	-0,5		

Графическое опредѣленіе предѣловъ примѣняется теперь лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда у термометровъ сосѣднія поправки значительно разнятся другъ отъ друга, и когда термометры провѣрепы при показаніяхъ, значительно отклонявшихся отъ $\pm n \cdot 10^\circ$.

9. Приборы и способы для повѣрки термометровъ при температурахъ выше 0° .

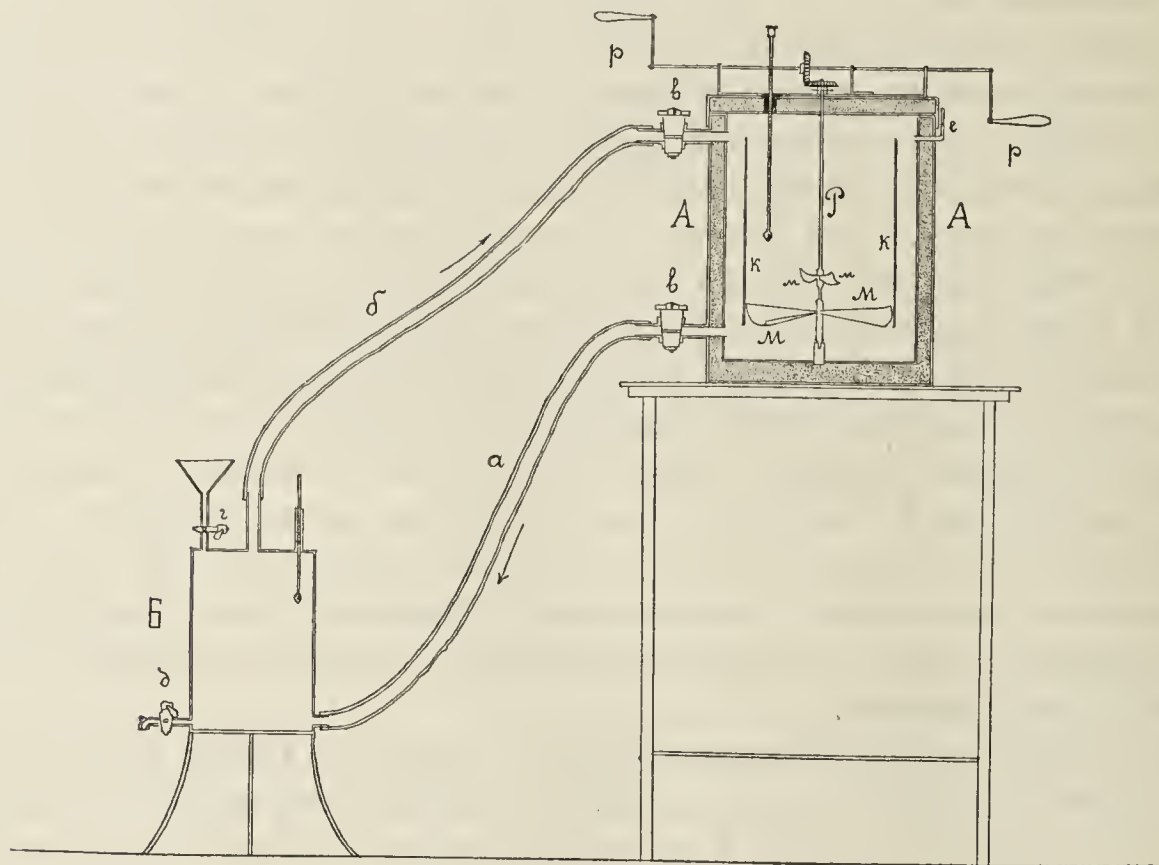
Сперва нѣсколько словъ объ отсчетахъ термометровъ вообще. При повѣркѣ, термометры, раздѣленные на $\frac{1}{10}^\circ$, $\frac{1}{5}^\circ$ и $\frac{1}{2}^\circ$, отсчитываются въ сотыхъ градуса на глазъ, черезъ лупу. При этомъ положеніе ртутнаго столбика всегда отсчитывается сперва въ десятыхъ доляхъ промежутка между обѣими сосѣдними чертами шкалы. Если термометръ раздѣленъ на $0,1$, то отсчетъ даетъ наблюдателю непосредственно сотыя градуса; если термометръ раздѣленъ на $\frac{1}{5}^\circ = 0,2$, то каждая отсчитанная десятая часть дѣленія соотвѣтствуетъ $0,02$ и наблюдатель множитъ въ умѣ отсчетъ на 2, чтобы получить сотыя градуса, — при неполныхъ десятыхъ берутся нечетныя сотыя; наконецъ, если термометръ раздѣленъ на $\frac{1}{2}^\circ = 0,5$, то каждая десятая дѣленія соотвѣтствуетъ $0,05$, и наблюдатель множитъ отсчетъ на 5, чтобы получить сотыя градуса, неполныя десятые дѣленія при этомъ принимаются наблюдателемъ въ расчетъ. При нѣкоторомъ навыкѣ наблюдатель можетъ отсчитывать показанія термометровъ въ сотыхъ градуса быстро и точно. У нѣкоторыхъ наблюдателей однако можно обнаружить въ оцѣнкѣ десятыхъ долей дѣленія личныя погрѣшности, особенно вблизи черты, въ томъ смыслѣ, что положеніе ртутнаго столбика ниже черты отсчитывается слишкомъ высоко, выше черты — слишкомъ низко. Желательно поэтому температуру сличенія варіировать, чтобы отсчеты производились при различныхъ относительно черты положеніяхъ ртутнаго столбика.

Для повѣрки термометровъ при температурахъ выше 0° , съ 1874 г. до весны 1897 г. служилъ приборъ, который изображенъ ниже въ разрѣзѣ. Этотъ приборъ состоитъ изъ цилиндрическаго мѣднаго сосуда *A* и изъ котла *B*, соединенныхъ между собою толстыми резиновыми трубками *a* и *b*. Для повѣрки термометровъ весь приборъ наполнялся водою при открытыхъ кранахъ *вв* и закрытыхъ кранахъ *г* и *д*, при чемъ уровень воды въ сосудѣ *A* доводился немного выше отверстія *в*, соотвѣтствующаго верхней резиновой трубкѣ. Чтобы видно было, до какой высоты сосудъ *A* наполненъ водою, придѣлана къ нему сбоку стеклянная трубка *e*.

Цилиндрической сосудъ *A* имѣетъ двойныя стѣны; заполненное дурнымъ проводникомъ пространство между ними замкнуто. Дно и крышка также двойныя. Внутренніе размѣры сосуда 32 см. (діаметръ) и 42 см. (высота). Внутри сосуда помѣщается концентрическая жестяная перегородка *к* на разстояніи 4 см. отъ стѣнокъ сосуда. Перегородка какъ наверху, такъ и внизу открыта; верхній край ея находится на высотѣ середины верхняго отверстія *в*, а нижній край — нѣсколько выше нижняго отверстія *в*. Въ цилиндрической перегородкѣ *к*

помѣщались на разстояніи 4 см. отъ нея сличаемые термометры (всего 11 и 1 нормальный), придерживаемые пробками въ круглыхъ отверстіяхъ крышки сосуда, расположенныхъ по концентрическому кругу.

Черезъ центръ крышки проходитъ до дна сосуда вертикальная ось P двойной мѣшалки $Мм$. Нижняя мѣшалка $М$ состоитъ изъ 8 крыльевъ и образуетъ, такъ сказать, дно перегородки $к$; на 8 см. выше мѣшалки $М$ прикрѣплены къ оси 3 маленькія крыла $м$, изогнутыя, какъ и нижнія крылья. Мѣшалка приводится во вращеніе посредствомъ ручекъ $рр$, при чемъ одному полному обороту ручекъ соотвѣтствуютъ почти 2 полныхъ оборота мѣшалки. Если вращать ручки по одному направленію, то получается теченіе воды въ перегородкѣ снизу



вверхъ, а въ пространствѣ между стѣнками сосуда и перегородкою — сверху вниз; если вращать по другому направленію, то получается противоположное теченіе. Въ перегородкѣ при этомъ вода перемѣшивается кругомъ оси мѣшалки.

При сличеніи термометровъ краны $вв$ держались закрытыми и мѣшалка вращалась такъ, чтобы вода въ перегородкѣ протекала снизу вверхъ.

Вода въ котлѣ нагрѣвалась помощью газовой горѣлки, при чемъ кранъ z держался открытымъ. Когда нужно было повышать температуру воды въ сосудѣ A , кранъ z закрывался, а краны $вв$ открывались. Тогда теплая вода изъ котла поднималась вверхъ по трубѣ $б$, а холодная вода опускалась изъ сосуда въ котель по трубѣ $а$. Открывъ краны $вв$ только частью, можно было замедлять обмѣнъ воды. При нагрѣваніи воды въ сосудѣ

мѣшалка вращалась такъ, чтобы теплая вода опускалась по стѣнкамъ сосуда, а затѣмъ перемѣшиваясь поднималась въ перегородкѣ. Когда достигнута была желаемая температура, закрывались опять краны *вв* и начиналось сличеніе термометровъ. Отсчеты производились такимъ образомъ при медленно понижающейся температурѣ, когда она превышала комнатную температуру.

При сличеніи термометровъ съ нормальнымъ термометромъ, въ прежнее время наблюдатель каждый разъ передъ отсчетами перемѣшивалъ воду, чтобы возстановить во всѣхъ ея слояхъ одну и ту же температуру. Прекративъ перемѣшиваніе, онъ отсчитывалъ весь рядъ термометровъ, начиная съ нормальнаго, возможно скоро, чтобы температура не измѣнилась болѣе чѣмъ на $0,01$, въ чемъ онъ могъ удостовѣриться, отсчитавъ въ концѣ еще разъ нормальный термометръ. Весь рядъ термометровъ отсчитывался при каждой температурѣ сличенія не менѣе 4 разъ.

Этотъ способъ сличенія съ 1892 г. замѣненъ тѣмъ, что термометры въ описанномъ приборѣ отсчитывались при непрерывномъ перемѣшиваніи воды, и весь рядъ термометровъ поочередно туда и обратно, съ тою цѣлью, чтобы среднюю температуру каждаго термометра приводить къ одному и тому же моменту времени.

Между тѣмъ, какъ при повѣркѣ обыкновенныхъ термометровъ послѣ нагрѣванія воды до желаемой температуры краны *вв* закрывались, при отсчетахъ метеорологическихъ максимальныхъ термометровъ около 20° , 30° и 40° краны *вв* оставались открытыми, чтобы температура воды въ сосудѣ *A* постоянно повышалась. Мѣшалка при этомъ все время находилась въ дѣйствиіи.

Ввиду того, что трудно было въ описанномъ приборѣ равномерно и медленно повышать температуру, построены въ 1892 г. для повѣрки максимальныхъ термометровъ особый приборъ, состоящій изъ двухъ цилиндрическихъ металлическихъ сосудовъ, вставленныхъ одинъ въ другой и не сообщающихся между собою. Внутренній сосудъ, дно котораго находится на 8 см. надъ дномъ внѣшняго сосуда, и пространство между обоими сосудами наполнялось водою. Во внутреннемъ сосудѣ, снабженномъ мѣшалкою особаго устройства, помѣщались термометры. Температура воды во внѣшнемъ сосудѣ удерживалась при отсчетахъ помощью газовой горѣлки, поставленной подъ него, нѣсколько выше температуры воды во внутреннемъ сосудѣ.

Описанный выше приборъ употребляется въ настоящее время только для повѣрки медицинскихъ максимальныхъ термометровъ. Такъ какъ они должны быть максимальные и въ вертикальномъ положеніи, между тѣмъ какъ отъ метеорологическихъ максимальныхъ термометровъ этого не требуется, первые можно повѣрять въ вертикальномъ положеніи и при непостоянномъ нагрѣваніи водяной ванны, опредѣляя ея максимальныя температуры. Этотъ способъ позволяетъ повѣрять совмѣстно большое число термометровъ. Прежняя крышка сосуда *A* для 12 термометровъ замѣнена поэтому крышкой для 30 термометровъ. Повѣрка медицинскихъ максимальныхъ термометровъ производится въ этомъ приборѣ слѣдующимъ образомъ: открывъ отчасти краны *вв*, медленно повышаютъ температуру, вращая

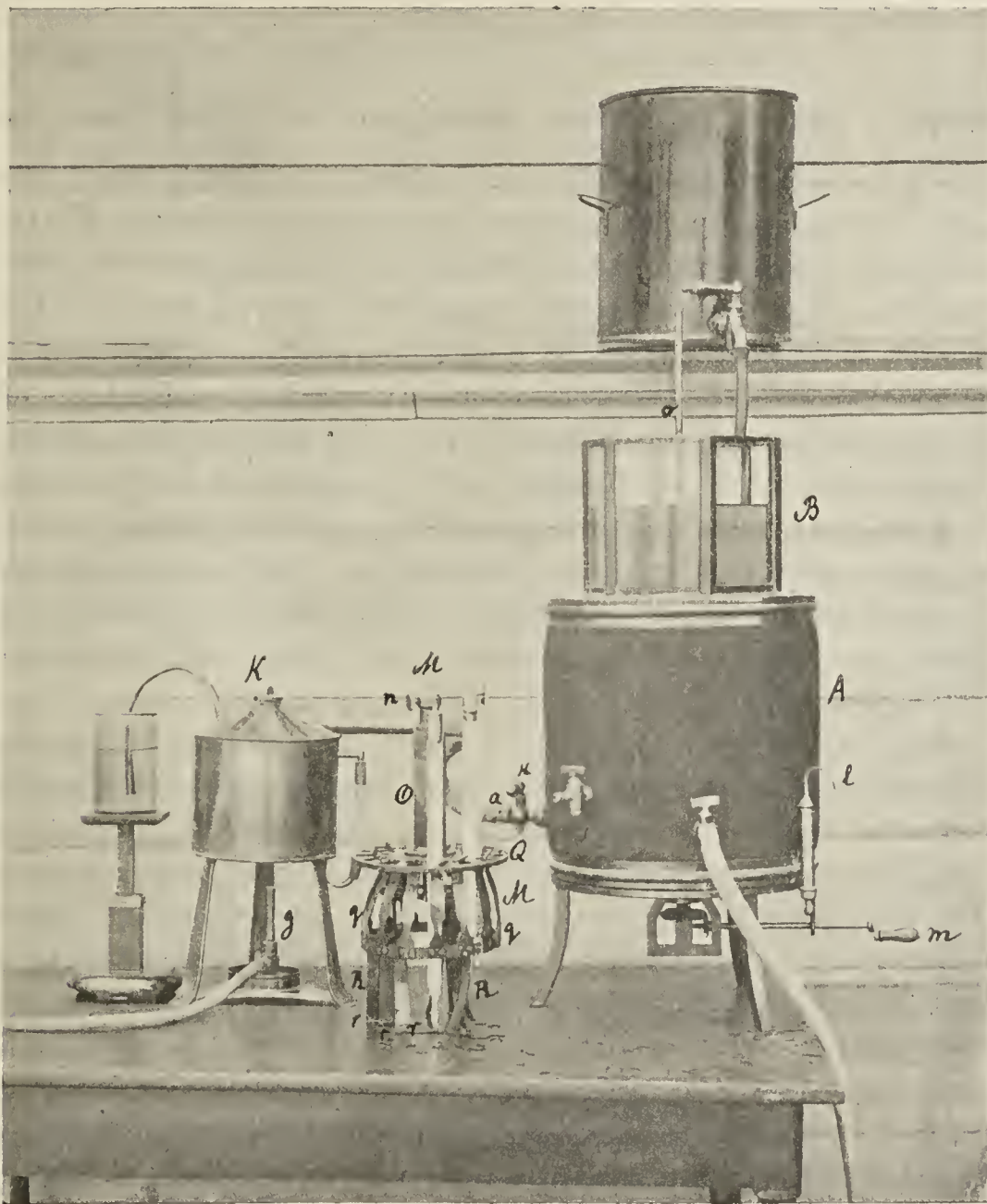
мѣшалку такъ, чтобы теплая вода изъ котла опускалась внизъ между стѣнками сосуда *A* и перегородкою *k*, а затѣмъ перемѣшиваясь поднималась въ перегородкѣ. При этомъ наблюдатель внимательно слѣдитъ за измѣненіемъ температуры по немасимальному нормальному термометру. Когда желаемая температура достигнута, наблюдатель закрываетъ оба крана и отсчитываетъ максимальное показаніе нормального термометра. При продолжающемся все время перемѣшиваніи воды отсчитываются затѣмъ нровѣряемые максимальные термометры. Повѣрка производится при 36° , 37° , 39° и 41° . При каждой изъ этихъ температуръ термометры сличаютъ съ нормальнымъ 6 разъ, сперва послѣдовательно при $35^{\circ},9$, $36^{\circ},0$ и $36^{\circ},1$, затѣмъ, прибавляя немного холодной воды понижаютъ температуру и встряхиваютъ максимальные термометры, послѣ чего температуру опять доводятъ приблизительно до $35^{\circ},9$, $36^{\circ},0$ и $36^{\circ},1$; послѣ отсчетовъ при $36^{\circ},1$ температуру повышаютъ до $36^{\circ},9$, $37^{\circ},0$ и $37^{\circ},1$ и т. д. Послѣ послѣднихъ отсчетовъ при 41° опредѣляютъ пониженную нулевую точку нормального термометра.

Весною 1897 г. пріобрѣтенъ новый приборъ для повѣрки метеорологическихъ, какъ обыкновенныхъ, такъ и максимальныхъ термометровъ. Съ приборомъ точно такого же устройства имѣлъ случай предварительно познакомиться В. К. Гунъ въ «Physikalisch-Technische Reichsanstalt» въ Шарлоттенбургѣ (Берлинѣ), во время своей командировки за границу осенью 1896 г. Этотъ приборъ имѣетъ то преимущество, что термометры, во время отсчетовъ, могутъ быть цѣликомъ погружены въ водяную ванну, между тѣмъ, какъ въ прежнемъ приборѣ концы ртутныхъ и спиртовыхъ столбиковъ термометровъ находились около 1,5 см. надъ крышкою сосуда и около 5 см. надъ уровнемъ воды. Кромѣ того, новый приборъ представляетъ нѣкоторыя удобства при повѣркѣ термометровъ, благодаря своимъ меньшимъ размѣрамъ и благодаря тому, что наблюдатель, не мѣняя своего мѣста, можетъ отсчитывать всѣ термометры, одинъ за другимъ. Этотъ приборъ, изображенный ниже имѣетъ слѣдующее устройство: нижняя часть сосуда *A*, въ которомъ производится сличеніе термометровъ, состоитъ изъ двухъ концентрическихъ мѣдныхъ цилиндровъ, высоты $= 32$ см. и діаметра $= 32$ см. и $= 18$ см. Внѣшній цилиндръ обмотанъ войлокомъ. Воздухъ, заключенный въ пространствѣ между нимъ и внутреннимъ цилиндромъ, съ одной стороны защищаетъ водяную ванну во внутреннемъ цилиндрѣ отъ вліянія внѣшней температуры, съ другой стороны, для нагрѣванія водяной ванны, въ пространство, окружающее ее, можно впускать водяные пары изъ кипятильника *K* черезъ резиновую трубку *a* и капль *k*. Посредствомъ крана *k* или пламени газовой горѣлки *g* можно регулировать притокъ паровъ. Вода, образовавшаяся отъ конденсаціи, свободно стекаетъ черезъ металлическую трубку *l*.

Стѣнки верхней части *B* сосуда состоятъ изъ 6 стеклянныхъ оконъ. Внутренній цилиндръ и верхняя часть *B* могутъ вмѣщать около 12 литровъ воды.

Для закрѣпленія термометровъ и для перемѣшиванія воды служатъ приспособленіе *M*, изображенное отдѣльно. Оно насаживается на шесть *o*, проходящій черезъ середину сосуда *B* — *A*, и прикрѣпляется къ нему зажимнымъ винтомъ *n*. Шестъ *o* вмѣстѣ съ *M* приводится во вращеніе посредствомъ рукоятки *m*. Для закрѣпленія термометровъ къ оси

О мѣшалки *M* прикрѣплена у конца круглая металлическая доска *Q* съ 15-ю отверстіями у ея окружности; снизу къ доскѣ прикрѣплено въ 4 см. отъ нея кольцо съ 15-ю вырѣзками, соотвѣтствующими верхнимъ отверстіямъ; термометры удерживаются вертикально въ этихъ вырѣзкахъ при помощи упругихъ пластинокъ *q*, концы которыхъ проходятъ черезъ верхнія



отверстія. Для перемѣшиванія воды имѣются внизу у *M* три мѣшалки *R*, изъ которыхъ каждая состоитъ изъ трехъ лопастей *r*. При вращеніи рукоятки *m* вращаются кругомъ оси *o* какъ мѣшалки, такъ и термометры.

При повѣркѣ термометровъ, быстрымъ и болѣе или менѣе продолжительнымъ вращеніемъ рукоятки *m* наблюдатель перемѣшиваетъ воду; прекративъ вращеніе, онъ отсчиты-

васть сперва нормальный термометръ, затѣмъ провѣряемые термометры, подводя ихъ, одинъ за другимъ, при помощи рукоятки *m*, къ окну, передъ которымъ онъ сидитъ. Отсчитавъ послѣдній изъ нихъ, онъ опять быстро перемѣшиваетъ воду и, прекративъ перемѣшиваніе, отсчитываетъ термометры въ обратномъ порядкѣ. При каждой температурѣ сличенія производится 10 рядовъ отсчетовъ.

10. Приборы и способы для повѣрки термометровъ при температурахъ ниже 0°.

Повѣрка термометровъ при температурахъ ниже 0° въ первое время производилась лишь случайно, зимою, при сильныхъ морозахъ, въ холодномъ помѣщеніи. Съ 1877 г. термометры провѣрялись какъ зимою, такъ и лѣтомъ, въ охладительной смѣси снѣга или мелко наскобленнаго льда съ поваренною солью, дающей температуру около — 21,25°. Кромѣ того, термометры провѣрялись при — 10°, сначала въ алкоголь, охлажденномъ при помощи этой смѣси, а затѣмъ въ водѣ, перемѣшанной съ нею. Въ 1890 и 1891 гг. термометры, преимущественно минимальные, провѣрялись также при температурахъ между — 35° и — 30° въ растаявшей смѣси наскобленнаго льда съ толченными кристаллами хлористаго кальція. Въ концѣ 1891 г. былъ приобрѣтенъ приборъ, изготовленный Дюкрете (Ducretet) въ Парижѣ, для повѣрки термометровъ въ алкоголь до — 60°, при помощи жидкой углекислоты. Этотъ приборъ замѣненъ въ февралѣ 1898 г. болѣе совершеннымъ приборомъ, изготовленнымъ по плану В. К. Гуна въ механической мастерской Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Для повѣрки термометровъ при — 21,25° берутъ на 1 часть мелко истолченной поваренной соли отъ 2 до 3 частей мелко наскобленнаго льда; при смѣшиваніи обращаютъ вниманіе на то, чтобы въ смѣсь не попали куски льда или соли. вмѣсто льда зимою берутъ также снѣгъ. Соль со льдомъ смѣшиваютъ всегда маленькими порціями въ деревянной посудѣ и постепенно наполняютъ ею деревянный цилиндрической сосудъ, емкостью около 10 куб. децим.; этотъ сосудъ имѣетъ двойное дно съ отверстиями, чтобы растворъ соли могъ стекать. Сосудъ, помѣщенный въ другой деревянный сосудъ, окружаютъ той же смѣсью. Температура составленной такимъ образомъ охладительной смѣси оказывается во всѣхъ слояхъ одна и та же, по крайней мѣрѣ, въ предѣлахъ $\pm 0,02$, и держится достаточно постоянною; когда она начинаетъ замѣтно повышаться, смѣсь уже считаютъ негодною для дальнѣйшей повѣрки термометровъ. Однако, составленная въ различное время смѣсь даетъ различную температуру въ довольно широкихъ предѣлахъ. Изъ 400, приблизительно, случаевъ составленія смѣси, въ теченіе болѣе 20 лѣтъ, нормальный ртутный термометръ показывалъ постоянную температуру смѣси:

— 21,15 до — 21,19	въ	86	случаяхъ.
— 21,20 » — 21,24	»	176	»
— 21,25 » — 21,29	»	90	»

— 21,30 до — 21,34 въ 31 случаяхъ.
 — 21,35 » — 21,39 » 25 »
 — 21,40 » — 21,44 » 4 »

Высшей температуры, чѣмъ — 21,15, не наблюдалось, ниже — 21,44 отмѣчено 8 случаевъ. Лѣтомъ наблюдались въ общемъ высшія температуры, чѣмъ зимою; замѣчается рѣзко выраженный средній годовой ходъ температуры смѣси:

Январь . . . — 21,29	Июль — 21,21
Февраль . . — 21,28	Августъ . . — 21,22
Мартъ . . . — 21,25	Сентябрь . . — 21,22
Апрѣль . . . — 21,21	Октябрь . . . — 21,22
Май — 21,21	Ноябрь . . . — 21,25
Июнь — 21,20	Декабрь . . . — 21,27

Для повѣрки термометровъ при — 10° служитъ приборъ, состоящій изъ трехъ концентрическихъ стеклянныхъ цилиндровъ. Пространство между наружнымъ и среднимъ цилиндрами заполнено ватой, пространство между среднимъ и внутреннимъ цилиндрами, какъ и внутренній, наполняются для повѣрки термометровъ водою съ охладительною смѣсью льда и поваренной соли (раньше употреблялся охлажденный алкоголь). Для перемѣшиванія воды и смѣси во внутреннемъ цилиндрѣ, въ которомъ сличаются термометры, служитъ винтообразная мѣшалка, которая помѣщается въ маленькомъ, наверху и внизу открытомъ, жестяномъ цилиндрѣ и приводится во вращеніе, какъ и мѣшалка изображеннаго на страницѣ 36 прибора. Перемѣшиваніе продолжается непрерывно, во все время отсчетовъ термометровъ.

Въ 1890 и 1891 гг. производилась повѣрка термометровъ при температурахъ около — 35° въ растаявшей смѣси наскобленнаго льда и толченныхъ кристалловъ хлористаго кальція. Между тѣмъ, какъ смѣсь льда съ поваренною солью составляетъ во всякое время легко и скоро, и отсчеты термометровъ въ этой смѣси производятся при постоянной температурѣ, добываніе хорошихъ кристалловъ изъ продажнаго сырого хлористаго кальція, составленіе изъ нихъ и наскобленнаго льда охладительной смѣси и повѣрка термометровъ въ растаявшей смѣси требовали много времени и представляли нѣкоторыя личныя неудобства наблюдателямъ; кромѣ того, температура при отсчетахъ обыкновенно быстро повышалась. Поэтому этотъ способъ скоро былъ оставленъ, и мы ограничиваемся сказаннымъ, не приводя подробностей этого способа.

Въ концѣ 1891 г. Николаевская Главная Физическая Обсерваторія приобрѣла приборъ Кальете (Cailletet) работы Дюкрете въ Парижѣ, для повѣрки термометровъ при низкихъ температурахъ, до — 60°, въ алкоголь, охлаждаемомъ при помощи жидкой углекислоты. Устройство прибора слѣдующее: въ деревянный ящикъ, обитый изнутри сукномъ,

плотно вставленъ двойной цилиндрической жестяной сосудъ, въ который наливаютъ алкоголь. Въ сосудѣ, вдоль стѣнокъ, помѣщается густая змѣеобразная труба, которая нижнимъ концомъ своимъ, проходящимъ сквозь внутреннее дно сосуда, сообщается съ замкнутымъ пространствомъ между двойными стѣнками. Верхній конецъ этой трубы снабженъ краномъ, открывающимся и закрывающимся при помощи стержня, проходящаго черезъ крышку прибора. При открытомъ кранѣ труба сообщается черезъ мѣдную трубку маленькаго діаметра съ желѣзною бутылкою, содержащею жидкую углекислоту. Открывая кранъ, даютъ жидкой углекислотѣ доступъ въ змѣеобразную трубу, которую она, превращаясь въ газообразное состояніе, сильно охлаждаетъ. Газы изъ трубы и сообщающагося съ нею пространства между двойными стѣнками уходятъ черезъ отверстіе въ верхней части прибора наружу. Для перемѣшиванія алкоголя, охлаждаемаго змѣеобразною трубою, служитъ мѣшалка, вродѣ корабельнаго винта, осью которой служитъ стеклянный стержень, проходящій черезъ центръ крышки прибора. Мѣшалка приводится въ дѣйствіе во все время отсчетовъ термометровъ. Въ крышкѣ имѣется 6 отверстій для термометровъ. Послѣдніе при повѣркѣ настолько погружались въ алкоголь, чтобы концы ихъ столбиковъ были какъ разъ еще видны надъ крышкою. Такъ какъ крышка, для лучшей изоляціи сосуда отъ наружной теплоты, довольно толста, то концы столбиковъ термометровъ находились около 100 мм. надъ уровнемъ алкоголя. Такимъ образомъ, въ приборѣ могли быть провѣрены лишь такіе термометры, у которыхъ наинизшія дѣленія, которыя нужно было еще провѣрять, находились, по крайней мѣрѣ, на 100 мм. надъ резервуарами. Поэтому были заказаны Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею у Фуса въ Берлинѣ, затѣмъ у Ф. Мюллера въ С.-Петербургѣ, спиртовые термометры съ длинными (около 100 мм.) шейками. Кромѣ недостатка прибора, что не всѣ термометры могли быть провѣрены въ немъ, точность повѣрки была ограничена вслѣдствіе большой длины выдававшихся изъ алкоголя столбиковъ термометровъ, вслѣдствіе несовершенства мѣшалки и, наконецъ, вслѣдствіе трудности удерживать постоянную температуру въ приборѣ. Средняя температура выдававшихся столбиковъ могла превышать температуру алкоголя на нѣсколько десятковъ градусовъ, такъ что при большой разности длины градуса между провѣрившимся и нормальнымъ термометрами (напр. 2 и 4 мм.) погрѣшность могла превышать 0,1; когда же термометры при повѣркѣ, въ исключительныхъ случаяхъ, были погружены въ алкоголь такъ, что одинаковое число градусныхъ дѣленій выдавалось изъ него, средняя температура соответственныхъ столбиковъ была различна, вслѣдствіе чего поправки термометровъ могли получиться болѣе или менѣе неточныя. Замѣтимъ, впрочемъ, что погрѣшности въ опредѣленіяхъ поправокъ, вызванныя разностями температуръ выдававшихся столбиковъ и алкоголя, почти всегда были ничтожны, такъ какъ спиртовые термометры провѣрялись по нормальному спиртовому термометру одинаковаго устройства, а психометрическіе ртутные термометры провѣрялись по такому же нормальному ртутному термометру. Что касается дѣйствія мѣшалки, то слѣдуетъ замѣтить, что резервуары термометровъ при повѣркѣ находились въ алкогольѣ на различныхъ глубинахъ и что, по заявленію В. К. Гуна, производившаго опыты, мѣ-

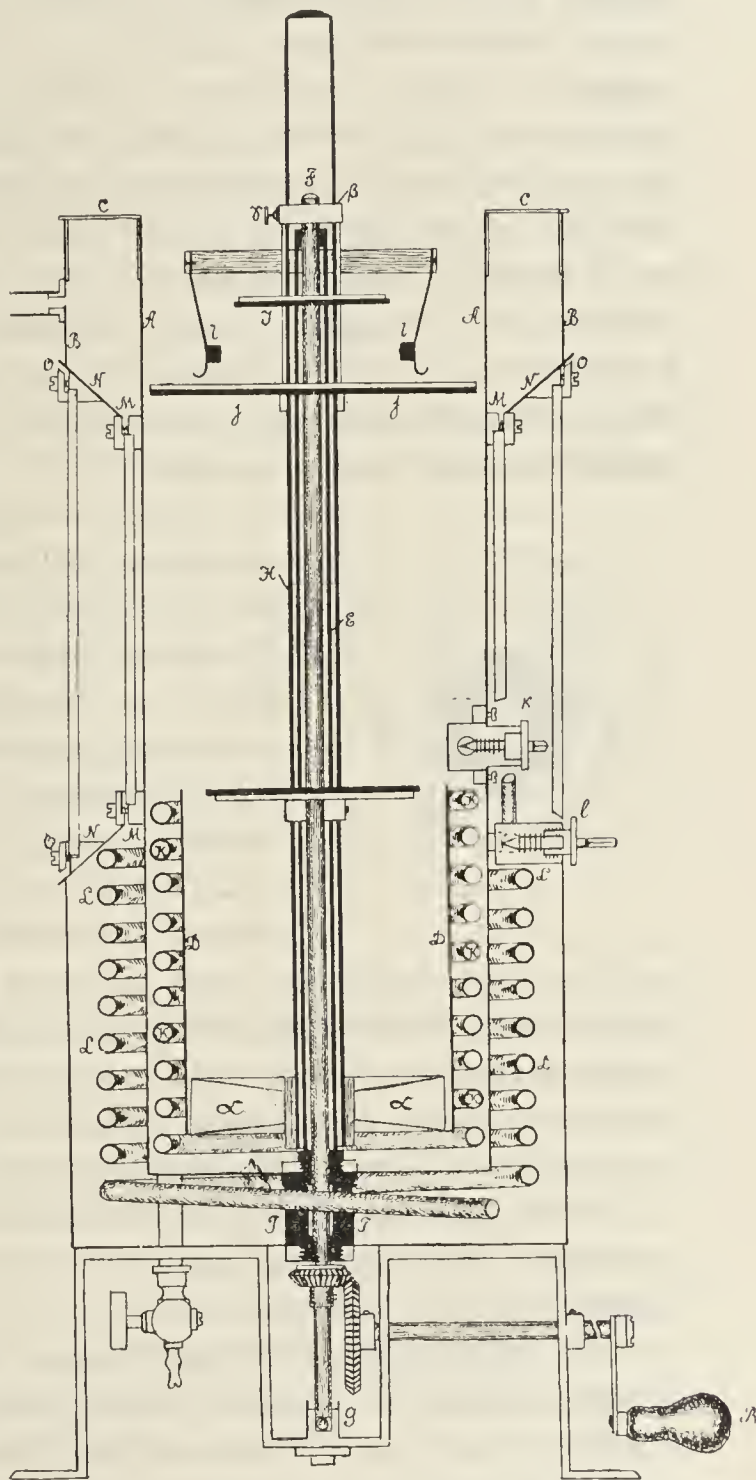
шалка не дѣйствовала столь сильно, чтобы можно было быть увѣреннымъ въ равенствѣ температуры алкоголя въ различныхъ слояхъ его.

Упомянутые недостатки прибора побудили В. К. Гуна придумать новый приборъ, который и былъ построенъ въ началѣ 1898 г. въ механической мастерской Главной Физической Обсерваторіи подъ руководствомъ механика К. К. Рорданца. Преимущества новаго прибора передъ приборомъ Дюкрете заключаются въ томъ, что термометры могутъ быть цѣликомъ погружены въ алкоголь, благодаря чему всевозможные метеорологическіе термометры могутъ быть провѣрены при низкихъ температурахъ, затѣмъ, въ томъ, что въ немъ можно удерживать болѣе постоянную температуру, и, наконецъ, въ лучшемъ дѣйствіи мѣшалки.

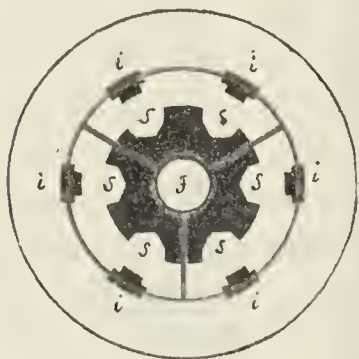
Устройство прибора, изображеннаго здѣсь въ разрѣзѣ слѣдующее:

Цилиндрическій никелевый сосудъ *A*, вышиною = 500 мм. и діаметромъ = 180 мм., наполняемый для повѣрки алкоголемъ, вставленъ въ цилиндрическій мѣдный сосудъ *B*, вышины = 540 мм. и діаметра = 260 мм., такимъ образомъ, что дно и стѣнки перваго сосуда отстоятъ отъ дна и стѣнокъ втораго на 40 мм. Кольцеобразная крышка *C* закрываетъ сверху пространство между обоими сосудами. Внутри сосуда *A*, въ нижней его части, находится наверху и внизу открытый никелевый цилиндръ *D*, вышиною въ 180 мм. и діаметромъ въ 140 мм.; нижній край цилиндра находится на 20 мм. надъ дномъ сосуда *A*. Колесо съ крыльями α образуетъ, такъ сказать, дно цилиндра *D*; окружность крыльевъ отстоитъ только около 1 мм. отъ стѣнокъ цилиндра. Крылья наклонены такъ, чтобы при вращеніи ихъ перемѣщать алкоголь по вертикальному направленію.

Дно сосуда *A* опирается на толстую трубу *T* съ выступающими наверху и внизу ко-



роткими трубками, которыя проходятъ черезъ круглыя отверстія дна *A* и дна *B*. Посредствомъ кольцеобразныхъ гаекъ и винтовыхъ нарѣзокъ на этихъ трубкахъ дно *A* и дно *B* плотно прикрѣплены къ трубѣ *T*. Къ гайкѣ надъ дномъ *A* плотно прикрѣплена нижнимъ концомъ своимъ длинная труба *E*, верхній открытый конецъ которой находится на нѣсколько миллиметровъ ниже края сосуда *A*. Такимъ образомъ, алкоголь не можетъ проникнуть изъ сосуда *A* въ сосудъ *B*. Сквозь трубу *E*, дно *A* и дно *B* свободно проходитъ стальная ось *F*, нижній конецъ которой опирается на стальной шаръ въ подставкѣ *G*. Къ верхнему концу *F*, выдающемуся нѣсколько изъ сосуда *A*, прикрѣплена винтомъ β труба *H*, окружающая трубу *E* и держащая на нижнемъ своемъ концѣ крылья α . Стальная ось *F* снабжена внизу зубчатымъ колесомъ, чтобы посредствомъ рукоятки *R* и второго зубчатого колеса ббльшаго діаметра приводить во вращеніе ось *F* и вмѣстѣ съ нею трубу *H* и мѣшалку α . Къ трубѣ *H* прикрѣпляется посредствомъ нажимнаго винта γ на подходящей высотѣ приспособленіе *I* для закрѣпленія термометровъ, которые такимъ образомъ вращаются вмѣстѣ съ мѣшалкою α .



Приспособленіе *I* для закрѣпленія термометровъ имѣетъ слѣдующее устройство: металлическая труба, длиною около 100 мм., которая можетъ быть перемѣщаема, скользя по трубѣ *H*, держитъ внизу круглую эбонитовую доску *j* съ 6 вырѣзками, расположенными вокругъ оси трубы. Надъ этою доскою труба *I*, въ серединѣ, держитъ вторую эбонитовую доску, по окружности которой вырѣзаны 6 точно такихъ углубленій *s*, (см. рисун.), какъ у вырѣзокъ нижней доски. Обѣ эбонитовыя доски привинчены къ подобнымъ имъ металлическимъ кругамъ, которые, въ свою очередь, прикрѣплены къ трубѣ *I* такимъ образомъ, что углубленія верхняго эбонитоваго круга паходятся какъ разъ вертикально надъ углубленіями нижняго круга. При помощи длинныхъ упругихъ пластинокъ *i*, прикрѣпленныхъ верхними концами своими къ металлическому кольцу въ верхней части *I* и снабженныхъ внизу эбонитовыми наставками, провѣряемые термометры прижимаются, въ вертикальномъ положеніи, въ углубленіяхъ обоихъ эбонитовыхъ круговъ.

Къ трубѣ *H* прикрѣпленъ на высотѣ края цилиндра *D* третій эбонитовый кругъ съ 6 отверстіями, черезъ которыя термометры свободно могутъ проходить, если приспособленіе *I* закрѣплено въ надлежащемъ мѣстѣ.

Въ приборѣ имѣются двѣ змѣеобразныя трубы *K* и *L*. Одна изъ нихъ *K* проведена вокругъ цилиндра *D*; открытый нижній конецъ ея входитъ сквозь дно сосуда *A* въ пространство между *A* и *B*. Вторая змѣеобразная труба *L* проведена вокругъ нижней части сосуда *A* и кончается у дна сосуда *B*. Верхній конецъ каждой изъ этихъ трубъ закрытъ краномъ. Открывая кранъ *k* или кранъ *l*, даютъ жидкой углекислотѣ доступъ въ трубу *K* или въ трубу *L* и охлаждають алкоголь въ сосудѣ *A* или пространство между *A* и *B*. Краны открываются на короткія времена, чтобы небольшія количества жидкой угле-

кислоты превращались въ газообразное состояніе и такимъ образомъ медленно охлаждали приборъ. Вращая мѣшалку, перемѣшиваютъ алкоголь и, отсчитывая отъ времени до времени термометръ, слѣдятъ за пониженіемъ температуры алкоголя. Изъ пространства между *A* и *B* газы уходятъ паружу черезъ отверстіе въ верхней части сосуда *B* вблизи крышки *C*.

Краны сообщаются съ желѣзной бутылкою, содержащею жидкую углекислоту, черезъ мѣдную трубку маленькаго внутренняго діаметра, которой у крановъ дана вилкообразная форма. Трубка, длина которой около 1 м., при выходѣ изъ прибора загнута вверхъ и снабжена въ верхней наивысшей своей части металлическою воронкою, отверстіе которой обыкновенно закрыто затычкою съ винтовыми нарѣзами. Воронка придѣлана къ трубкѣ съ тою цѣлью, чтобы въ случаѣ образованія льда въ пей или въ кранахъ пропускать черезъ трубку теплый алкоголь для оттаиванія льда.

Для отсчетовъ термометровъ вдѣланы въ стѣнки двойнаго цилиндра *BA* въ двухъ діаметрально противоположныхъ мѣстахъ двойныя окна изъ зеркальнаго стекла. Внутреннее стекло каждаго изъ обоихъ двойныхъ оконъ плотно закрѣплено между металлическою рамкою *M*, припаянною къ *A* съ внѣшней стороны, и металлическою рамкою *N*, посредствомъ винтовъ, соединяющихъ обѣ рамки, при чемъ между металломъ и стекломъ помѣщены намазанныя саломъ полоски кожи. Точно также плотно закрѣплено наружное стекло между рамкою *N*, представляющею видъ усѣченной пирамиды ($h = 23$ мм.), и наружной рамкою *O*. Пространство между стеклами такимъ образомъ герметически замкнуто, съ тою цѣлью, чтобы влажный воздухъ и алкоголь не могли проникать въ него; для осушенія воздуха въ немъ вставлена открытая, согнутая вверхъ у обоихъ концовъ стеклянная трубка съ фосфорно-кислымъ ангидридомъ.

Всѣ металлическія части прибора, соприкасающіяся съ алкоголемъ, сдѣланы изъ никеля или хорошо никелированы.

Приборъ вставленъ въ деревянный ящикъ, шириною и длиною около 38 см., превышающій нѣсколько крышку *C* прибора. Противъ оконъ его сдѣланы въ ящикѣ отверстія, въ которыя вставлены деревянные рамки, вышиною 26 см., шириною 14 см. и глубиною 7 см.; эти рамки прижаты возможно плотнѣе къ рамкамъ *O*. Противъ окна, черезъ которое отсчитываютъ термометры, деревянная рамка закрыта доскою, вышиною 48 см. и шириною 17 см. Доска, прижатая 4 пружинами къ рамкѣ, можетъ быть вертикально передвигаема. Въ середину доски вставлена большая лупа, которая можетъ быть передвигаема въ оправѣ, чтобы установить ее для глаза. Въ замкнутое пространство между окномъ и доскою ставятъ фосфорно-кислый ангидридъ для осушенія въ немъ воздуха. Въ этомъ пространствѣ помѣщается передвижная электрическая лампа для освѣщенія термометровъ вечеромъ или когда дневной свѣтъ не достаточенъ для этого. Ящикъ закрывается двойнымъ деревяннымъ колпакомъ. Изъ ящика выдаются два стержня съ ручками, помощью которыхъ открываютъ и закрываютъ краны змѣеобразныхъ трубъ *K* и *L*, затѣмъ трубка съ воронкою, сообщающая краны съ желѣзною бутылкою, содержащею жидкую

углекислоту, и, наконецъ, рукоятка *R* для перемѣшиванія алкоголя въ приборѣ и для того, чтобы подводить термометры для отсчетовъ одинъ за другимъ къ окну.

Въ описанномъ только что приборѣ сравнены въ мартѣ 1898 г., въ мартѣ и маѣ 1900 г. и въ февралѣ и мартѣ 1901 г. нормальные термометры Главной Физической Обсерваторіи съ главными нормальными термометрами. Въ немъ производится съ марта 1898 г. повѣрка метеорологическихъ ртутныхъ термометровъ при -30° и спиртовыхъ термометровъ при -30° , -40° , -50° и -60° . Приборъ оказался весьма пригоднымъ для повѣрки термометровъ, какъ это показали также сравненія нормальныхъ термометровъ (см. таблицы IV—IX). Температура въ немъ держится достаточно хорошо; такъ, напр., 9 марта 1901 г. (см. таблицу VIII) при -30° температура повысилась въ одномъ случаѣ въ 13 минутъ на $0^{\circ}04$, въ другомъ случаѣ въ 10 минутъ на $0^{\circ}22$, при чемъ углекислота больше не пропусклась черезъ приборъ. Температура воздуха въ помещеніи была при этомъ около -5° . Повышеніе было бы еще меньше, если бы алкоголь въ приборѣ не перемѣшивался послѣ каждаго отсчета; при обыкновенной же повѣркѣ термометровъ алкоголь перемѣшивается послѣ каждой серіи отсчетовъ. Перемѣшиваніе алкоголя послѣ каждаго отсчета при сравненіяхъ въ мартѣ 1901 г. имѣло цѣлью устранить образованіе слоевъ и теченій въ алкогольѣ, что было важно въ виду того, что сравниваемые термометры имѣли различную длину и ихъ резервуары находились на различныхъ глубинахъ.

Замѣтимъ, наконецъ, что повѣрка термометровъ при низкихъ температурахъ производится въ этомъ приборѣ только въ холодное время года, въ виду большого расхода жидкой углекислоты при высокой температурѣ воздуха въ помещеніи, съ другой стороны потому что при высокой влажности окна прибора сильно потѣютъ, вслѣдствіе чего отсчеты дѣлаются невозможными.

11. Главные нормальные термометры Главной Физической Обсерваторіи для температуръ выше 0° : Tonnelot № 4494 и № 4495.

Подъ главными нормальными термометрами обсерваторіи подразумѣваемъ: 1) тѣ термометры, которые всесторонне изслѣдованы въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ и непосредственно сравнены съ водороднымъ термометромъ или съ термометромъ—эталономъ Международнаго Бюро и 2) тѣ ртутные термометры, къ которымъ до введенія международной термометрической шкалы приводились пробѣренные въ Главной Физической Обсерваторіи термометры.

Въ Главной Физической Обсерваторіи имѣется въ настоящее время четыре главныхъ нормальныхъ термометра, изслѣдованныхъ въ Международномъ Бюро: три ртутныхъ и одинъ толуольный. Изъ нихъ два ртутные термометра Tonnelot № 4494 и № 4495 слу-

жать для температуръ выше 0°, а третій ртутный Tonnelot № 11167 и толуоловый термометръ Tonnelot № 4932 — для температуръ ниже 0°.

Главные нормальные термометры № 4494 и № 4495, изготовленные Тонло въ Парижѣ, были приобрѣтены директоромъ Вильдомъ для Главной Физической Обсерваторіи въ С.-Петербургѣ и переданы 9 февраля 1886 года въ Международное Бюро Мѣръ и Вѣсовъ (Bureau international des poids et mesures. — Pavillon de Breteuil, Sèvres) для полного ихъ изслѣдованія.

Послѣ изслѣдованія термометры были обратно посланы Тонло для упаковки и передачи ихъ затѣмъ въ Россійское Посольство въ Парижѣ, куда 19 мая 1886 г., были посланы директоромъ Бюро Брошъ (Broch) сертификаты термометровъ вмѣстѣ съ письмомъ, извѣщавшимъ, что въ Посольство должны быть доставлены г. Тонло два термометра—эталона, принадлежащіе Главной Физической Обсерваторіи въ С.-Петербургѣ.

Термометры, сертификаты и копія письма были отправлены 21 мая Посольствомъ изъ Парижа въ С.-Петербургъ, въ Департаментъ Внутреннихъ Сношеній, съ просьбою переслать ихъ въ Физическую Обсерваторію.

Термометръ № 4494 изготовленъ изъ твердаго стекла (verre dur). Шкала нанесена на прозрачной трубкѣ его; она раздѣлена на 0°,1 и идетъ отъ —5°,1 до +103°,0.

Его размѣры слѣдующіе:

Разстояніе середины резервуара отъ нуля шкалы = 60,0 мм.

» » » отъ точки 100 = 640,3 мм.

Длина градуса = 5,803 мм.

Подробности о калиброваніи этого термометра, объ опредѣленіяхъ коэффициентовъ внѣшняго и внутренняго давленій и основной разности сообщены въ предыдущихъ главахъ (на стр. 23, 25, 27 и 29). Поправки калибра его слѣдующія:

Термометръ Tonnelot № 4494.

Поправки калибра.

Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.
— 2°	—0,0024	10°	—0,0033	22°	—0,0558
0	0,0000	12	—0,0084	24	—0,0652
+ 2	—0,0038	14	—0,0126	26	—0,0701
4	—0,0086	16	—0,0147	28	—0,0826
6	—0,0130	18	—0,0265	30	—0,1026
8	—0,0096	20	—0,0431	32	—0,1217

Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.
34°	—0,1401	58°	+0,0903	82°	—0,0909
36	—0,1668	60	+0,0793	84	—0,0956
38	—0,1771	62	+0,0551	86	—0,0962
40	—0,1633	64	+0,0373	88	—0,0903
42	—0,1274	66	+0,0151	90	—0,0821
44	—0,0824	68	—0,0069	92	—0,0709
46	—0,0350	70	—0,0295	94	—0,0620
48	+0,0168	72	—0,0424	96	—0,0447
50	+0,0652	74	—0,0585	98	—0,0213
52	+0,0947	76	—0,0658	100	0,0000
54	+0,0977	78	—0,0807	102	+0,0159
56	+0,0948	80	—0,0870		

На основаніи этой таблицы составлена посредствомъ графической интерполяціи и приложена къ сертификату другая таблица, содержащая поправки калибра для каждой десятой градуса.

По коэффициенту внѣшняго давленія

$$\beta_e = 0,0001161$$

вычислены поправки для давленій отъ 720 мм. до 809 мм., для каждаго миллиметра. Послѣднія приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Термометръ Tonnelot № 4494.

Поправки внѣшняго давленія.

мм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
720	+0,0046	+0,0045	+0,0044	+0,0043	+0,0042	+0,0041	+0,0039	+0,0038	+0,0037	+0,0036
730	+0,0035	+0,0034	+0,0033	+0,0031	+0,0030	+0,0029	+0,0028	+0,0027	+0,0026	+0,0024
740	+0,0023	+0,0022	+0,0021	+0,0020	+0,0019	+0,0017	+0,0016	+0,0015	+0,0014	+0,0013
750	+0,0012	+0,0010	+0,0009	+0,0008	+0,0007	+0,0006	+0,0005	+0,0003	+0,0002	+0,0001
760	0,0000	—0,0001	—0,0002	—0,0003	—0,0005	—0,0006	—0,0007	—0,0008	—0,0009	—0,0010
770	—0,0012	—0,0013	—0,0014	—0,0015	—0,0016	—0,0017	—0,0019	—0,0020	—0,0021	—0,0022
780	—0,0023	—0,0024	—0,0026	—0,0027	—0,0028	—0,0029	—0,0030	—0,0031	—0,0033	—0,0034
790	—0,0035	—0,0036	—0,0037	—0,0038	—0,0039	—0,0041	—0,0042	—0,0043	—0,0044	—0,0045
800	—0,0046	—0,0048	—0,0049	—0,0050	—0,0051	—0,0052	—0,0053	—0,0055	—0,0056	—0,0057

По коэффициенту внутренняго давления

$$\beta_i = 0,0001315$$

и по размѣрамъ термометра вычислены приведенія отсчетовъ по термометру въ вертикальномъ положеніи къ горизонтальному положенію для каждаго градуса. Эти приведенія даны въ слѣдующей таблицѣ:

Термометръ Tonnelot № 4494.
Поправки внутренняго давления.

Дѣл.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°	+0,0079	+0,0087	+0,0094	+0,0102	+0,0109	+0,0117	+0,0125	+0,0132	+0,0140	+0,0148
10	+0,0155	+0,0163	+0,0170	+0,0178	+0,0186	+0,0193	+0,0201	+0,0209	+0,0216	+0,0224
20	+0,0232	+0,0239	+0,0247	+0,0254	+0,0262	+0,0270	+0,0277	+0,0285	+0,0293	+0,0300
30	+0,0308	+0,0315	+0,0323	+0,0331	+0,0338	+0,0346	+0,0354	+0,0361	+0,0369	+0,0376
40	+0,0384	+0,0392	+0,0399	+0,0407	+0,0415	+0,0422	+0,0430	+0,0438	+0,0445	+0,0453
50	+0,0460	+0,0468	+0,0476	+0,0483	+0,0491	+0,0499	+0,0506	+0,0514	+0,0521	+0,0529
60	+0,0537	+0,0544	+0,0552	+0,0560	+0,0567	+0,0575	+0,0583	+0,0590	+0,0598	+0,0605
70	+0,0613	+0,0621	+0,0628	+0,0636	+0,0644	+0,0651	+0,0659	+0,0666	+0,0674	+0,0682
80	+0,0689	+0,0697	+0,0705	+0,0712	+0,0720	+0,0728	+0,0735	+0,0743	+0,0750	+0,0758
90	+0,0766	+0,0773	+0,0781	+0,0789	+0,0796	+0,0804	+0,0811	+0,0819	+0,0827	+0,0834
100	+0,0842	+0,0850	+0,0857	+0,0865	—	—	—	—	—	—

По основной разности и полученной по ней поправкѣ на 1°

$$\alpha = -0,000016,$$

вычислена слѣдующая таблица для превращенія дѣленій въ градусы:

Термометръ Tonnelot № 4494.
Поправки на основную разность.

Дѣл.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001
10	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0002	-0,0003	-0,0003	-0,0003	-0,0003
20	-0,0003	-0,0003	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0004	-0,0005
30	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0005	-0,0006	-0,0006	-0,0006	-0,0006	-0,0006
40	-0,0006	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0007	-0,0008	-0,0008	-0,0008
50	-0,0008	-0,0008	-0,0008	-0,0008	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009	-0,0009
60	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0010	-0,0011	-0,0011	-0,0011	-0,0011
70	-0,0011	-0,0011	-0,0012	-0,0012	-0,0012	-0,0012	-0,0012	-0,0012	-0,0012	-0,0013
80	-0,0013	-0,0013	-0,0013	-0,0013	-0,0013	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014	-0,0014
90	-0,0014	-0,0015	-0,0015	-0,0015	-0,0015	-0,0015	-0,0015	-0,0016	-0,0016	-0,0016
100	-0,0016	-0,0016	-0,0016	-0,0016	-0,0017	—	—	—	—	—

Термометръ № 4495 изготовленъ, какъ и термометръ № 4494, изъ твердаго стекла (verre dur), шкала его раздѣлена на $0^{\circ},1$ и простирается отъ $-5^{\circ},2$ до $+103^{\circ},3$.

Его размѣры слѣдующіе:

Разстояніе середины резервуара отъ нуля шкалы = 62,0 мм.

» » » » точки 100 = 639,3 мм.

Длина градуса = 5,773 мм.

Подробности о калиброваніи этого термометра, объ опредѣленіяхъ коэффициентовъ внѣшняго и внутренняго давленій и основной разности сообщены въ предыдущихъ главахъ. Поправки калибра его слѣдующія:

Термометръ Tonnelot № 4495.

Поправки калибра.

Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.
- 2°	+0,0276	34°	-0,1033	70°	-0,1681
0	0,0000	36	-0,1036	72	-0,1686
+ 2	-0,0262	38	-0,1111	74	-0,1687
4	-0,0503	40	-0,1136	76	-0,1699
6	-0,0634	42	-0,1174	78	-0,1701
8	-0,0760	44	-0,1280	80	-0,1562
10	-0,0885	46	-0,1323	82	-0,1425
12	-0,1007	48	-0,1334	84	-0,1263
14	-0,1091	50	-0,1277	86	-0,1090
16	-0,1155	52	-0,1216	88	-0,0901
18	-0,1245	54	-0,1176	90	-0,0711
20	-0,1273	56	-0,1243	92	-0,0503
22	-0,1147	58	-0,1335	94	-0,0320
24	-0,1056	60	-0,1424	96	-0,0156
26	-0,1112	62	-0,1507	98	-0,0054
28	-0,1110	64	-0,1542	100	0,0000
30	-0,1021	66	-0,1598	102	-0,0034
32	-0,1023	68	-0,1652		

На основаніи этой таблицы составлена посредствомъ графической интерполяціи и приложена къ сертификату другая таблица, содержащая поправки калибра для каждой десятой градуса.

По коэффициенту внѣшняго давленія

$$\beta_e = 0,0001190$$

вычислены поправки для давленій отъ 720 мм. до 809 мм. для cadaго миллиметра. Последнія приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Термометръ Toppelot № 4495.

Поправки внѣшняго давленія.

мм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
720	+0,0048	+0,0047	+0,0045	+0,0044	+0,0043	+0,0042	+0,0041	+0,0039	+0,0038	+0,0037
730	+0,0036	+0,0035	+0,0033	+0,0032	+0,0031	+0,0030	+0,0029	+0,0027	+0,0026	+0,0025
740	+0,0024	+0,0023	+0,0022	+0,0020	+0,0019	+0,0018	+0,0017	+0,0016	+0,0014	+0,0013
750	+0,0012	+0,0011	+0,0010	+0,0008	+0,0007	+0,0006	+0,0005	+0,0004	+0,0002	+0,0001
760	0,0000	-0,0001	-0,0002	-0,0004	-0,0005	-0,0006	-0,0007	-0,0008	-0,0010	-0,0011
770	-0,0012	-0,0013	-0,0014	-0,0016	-0,0017	-0,0018	-0,0019	-0,0020	-0,0022	-0,0023
780	-0,0024	-0,0025	-0,0026	-0,0027	-0,0029	-0,0030	-0,0031	-0,0032	-0,0033	-0,0035
790	-0,0036	-0,0037	-0,0038	-0,0039	-0,0041	-0,0042	-0,0043	-0,0044	-0,0045	-0,0047
800	-0,0048	-0,0049	-0,0050	-0,0051	-0,0053	-0,0054	-0,0055	-0,0056	-0,0057	-0,0059

По коэффициенту внутренняго давленія

$$\beta_1 = 0,0001344$$

и по размѣрамъ термометра вычислены приведенія отсчетовъ по термометру въ вертикальномъ положеніи къ горизонтальному положенію для каждаго градуса. Эти приведенія даны въ слѣдующей таблицѣ:

Термометръ Toppelot № 4495.

Поправки внутренняго давленія.

Дѣл.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°	+0,0033	+0,0091	+0,0099	+0,0107	+0,0114	+0,0122	+0,0130	+0,0138	+0,0145	+0,0153
10	+0,0161	+0,0169	+0,0176	+0,0184	+0,0192	+0,0200	+0,0207	+0,0215	+0,0223	+0,0231
20	+0,0238	+0,0246	+0,0254	+0,0262	+0,0270	+0,0277	+0,0285	+0,0293	+0,0301	+0,0308
30	+0,0316	+0,0324	+0,0332	+0,0339	+0,0347	+0,0355	+0,0363	+0,0370	+0,0378	+0,0386
40	+0,0394	+0,0401	+0,0409	+0,0417	+0,0425	+0,0432	+0,0440	+0,0448	+0,0456	+0,0464
50	+0,0471	+0,0479	+0,0487	+0,0495	+0,0502	+0,0510	+0,0518	+0,0526	+0,0533	+0,0541
60	+0,0549	+0,0557	+0,0564	+0,0572	+0,0580	+0,0588	+0,0595	+0,0603	+0,0611	+0,0619
70	+0,0626	+0,0634	+0,0642	+0,0650	+0,0657	+0,0665	+0,0673	+0,0681	+0,0689	+0,0696
80	+0,0704	+0,0712	+0,0720	+0,0727	+0,0735	+0,0743	+0,0751	+0,0758	+0,0766	+0,0774
90	+0,0782	+0,0789	+0,0797	+0,0805	+0,0813	+0,0820	+0,0828	+0,0836	+0,0844	+0,0851
100	+0,0859	+0,0867	+0,0875	+0,0883	—	—	—	—	—	—

По основной разности и полученной по ней поправкѣ на 1°,

$$\alpha = + 0,000640,$$

вычислена слѣдующая таблица:

Термометръ Tonnelot № 4495.

Поправки на основную разность.

Дѣл.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0°	0,0000	+0,0006	+0,0013	+0,0019	+0,0026	+0,0032	+0,0038	+0,0045	+0,0051	+0,0058
10	+0,0064	+0,0070	+0,0077	+0,0083	+0,0090	+0,0096	+0,0102	+0,0109	+0,0115	+0,0122
20	+0,0128	+0,0134	+0,0141	+0,0147	+0,0154	+0,0160	+0,0166	+0,0173	+0,0179	+0,0186
30	+0,0192	+0,0198	+0,0205	+0,0211	+0,0218	+0,0224	+0,0230	+0,0237	+0,0243	+0,0250
40	+0,0256	+0,0262	+0,0269	+0,0275	+0,0282	+0,0288	+0,0294	+0,0301	+0,0307	+0,0314
50	+0,0320	+0,0326	+0,0333	+0,0339	+0,0346	+0,0352	+0,0358	+0,0365	+0,0371	+0,0378
60	+0,0384	+0,0390	+0,0397	+0,0403	+0,0410	+0,0416	+0,0422	+0,0429	+0,0435	+0,0442
70	+0,0448	+0,0454	+0,0461	+0,0467	+0,0474	+0,0480	+0,0486	+0,0493	+0,0499	+0,0506
80	+0,0512	+0,0518	+0,0525	+0,0531	+0,0538	+0,0544	+0,0550	+0,0557	+0,0563	+0,0570
90	+0,0576	+0,0582	+0,0589	+0,0595	+0,0602	+0,0608	+0,0614	+0,0621	+0,0627	+0,0634
100	+0,0640	+0,0646	+0,0653	+0,0659	+0,0666	—	—	—	—	—

Оба термометра, какъ Tonnelot № 4494, такъ и Tonnelot № 4495 сравнены др. Шапюи (Chappuis), состоявшимъ при Международномъ Бюро ученыхъ (savant attaché), первый съ термометромъ-эталонемъ Международнаго Бюро Tonnelot № 4429, второй съ термометромъ-эталонемъ Tonnelot № 4431; эти термометры-эталоны служили для сравненій ртутныхъ термометровъ изъ твердаго стекла съ азотнымъ термометромъ, произведенныхъ въ 1886 году Шапюи. Сравненія между собою ртутныхъ термометровъ изъ твердаго стекла, произведенныя въ маѣ 1886 года, показали, что показанія ихъ тождественны въ предѣлахъ погрѣшностей наблюденій, и что поэтому можно примѣнять къ термометрамъ № 4494 и № 4495 таблицу поправокъ относительно азотнаго термометра, полученную Шапюи для термометровъ-эталоневъ Международнаго Бюро. Вѣроятная ошибка этой таблицы не превышаетъ $\pm 0,002$.

Въ 1887 году тѣ же термометры-эталоны были сравнены Шапюи съ водороднымъ термометромъ. Полученныя для нихъ приведенія къ водородному термометру дѣйствительны и для термометровъ № 4494 и № 4495.

Въ виду того, что водородъ изъ всѣхъ газовъ наиболѣе приближается къ совершенному состоянію, которое предполагается при опредѣленіи температуры путемъ расширенія газа, что водородный термометръ наиболѣе близокъ къ абсолютной термометрической шкалѣ и, наконецъ, въ виду того, что водородъ остается въ газообразномъ состояніи при болѣе низкихъ температурахъ, чѣмъ кислородъ и азотъ, Международный Комитетъ Мѣръ и Вѣсовъ постановилъ, въ своемъ засѣданіи 15 октября 1887 года, слѣдующую резолюцію:

«Международный Комитетъ Мѣръ и Вѣсовъ принимаетъ за *нормальную термометрическую шкалу* для всѣхъ измѣреній и взвѣшиваній стоградусную шкалу *водороднаго термо-*

метра, постоянныя точки котораго суть температура тающаго льда (0°) и температура (100°) пара дистиллированной воды, кипящей подъ нормальнымъ атмосфернымъ давленіемъ; водородъ при этомъ взятъ подъ начальнымъ манометрическимъ давленіемъ ртути въ 1 метръ, т. е. при $\frac{1000}{760} = 1,3158$ нормального атмосфернаго давленія».

Приведенія къ водородному термометру термометровъ-эталонныхъ Международнаго Бюро Мѣръ и Вѣсовъ, главныхъ нормальныхъ термометровъ Г. Ф. О. Tonnelot № 4494 и Tonnelot № 4495, какъ и вообще ртутныхъ термометровъ, изготовленныхъ Тонло изъ твердаго стекла (verre dur), слѣдующія:

Приведенія къ водородному термометру.

Темпер.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
— 30°	+0,290	+0,303	+0,317	+0,331	+0,345	+0,359	+0,374	+0,389	+0,404	+0,420
— 20	+0,168	+0,179	+0,191	+0,202	+0,214	+0,226	+0,238	+0,251	+0,263	+0,276
— 10	+0,072	+0,080	+0,089	+0,098	+0,107	+0,117	+0,127	+0,137	+0,147	+0,158
— 0	+0,000	+0,006	+0,012	+0,019	+0,026	+0,033	+0,040	+0,048	+0,055	+0,063
+ 0	0,000	—0,006	—0,012	—0,018	—0,023	—0,028	—0,033	—0,038	—0,043	—0,047
+ 10	—0,052	—0,056	—0,060	—0,063	—0,067	—0,070	—0,073	—0,076	—0,079	—0,082
+ 20	—0,085	—0,087	—0,089	—0,091	—0,093	—0,095	—0,097	—0,098	—0,100	—0,101
+ 30	—0,102	—0,103	—0,104	—0,105	—0,106	—0,106	—0,107	—0,107	—0,107	—0,107
+ 40	—0,107	—0,107	—0,107	—0,107	—0,107	—0,106	—0,106	—0,105	—0,104	—0,104
+ 50	—0,103	—0,102	—0,101	—0,100	—0,099	—0,097	—0,096	—0,095	—0,093	—0,092
+ 60	—0,090	—0,089	—0,087	—0,085	—0,084	—0,082	—0,080	—0,078	—0,076	—0,074
+ 70	—0,072	—0,070	—0,068	—0,066	—0,064	—0,062	—0,059	—0,057	—0,055	—0,053
+ 80	—0,050	—0,048	—0,045	—0,043	—0,041	—0,038	—0,036	—0,033	—0,031	—0,028
+ 90	—0,026	—0,023	—0,021	—0,017	—0,016	—0,013	—0,010	—0,008	—0,005	—0,003
+100	0,000	+0,003	—	—	—	—	—	—	—	—

Оба главные нормальные термометры № 4494 и № 4495 были мною въ февралѣ 1901 года сравнены между собою отъ 5° до 50°, черезъ каждыя 5°, въ приборѣ, служащемъ съ 1897 года до настоящаго времени для повѣрки метеорологическихъ термометровъ. Приборъ описанъ выше на стр. 36. Отсчеты по термометрамъ производились при помощи зрительной трубы. Для отчета термометръ каждый разъ вращеніемъ приспособленія, служащаго для закрѣпленія термометровъ и въ то же время для перемѣшиванія воды, приводился противъ зрительной трубы, установленной предварительно на высотѣ ртутнаго мениска. Для устраненія погрѣшностей отъ паралакса, передъ сравненіями термометровъ при данной температурѣ и послѣ нихъ, каждый изъ термометровъ отсчитывался поочередно въ положеніи, въ которомъ онъ находился при сравненіяхъ (дѣленія впереди), и въ положеніи послѣ обращенія его около своей оси на 180° (дѣленія позади), такъ напр. послѣ 35° отсчитано:

	№ 4494.	№ 4495.
Дѣленія впереди	35,180	35,244
» позади	35,173	35,262
» впереди	35,182	35,248
	<u>35,181</u>	<u>35,246</u>

Поправка паралакса въ данномъ случаѣ найдена для № 4494 = $-\frac{1}{2}.0,008 = -0,004$, а для № 4495 = $+\frac{1}{2}.0,016 = +0,008$.

Въ таблицѣ I-й, въ концѣ этого труда, приведены средніе отсчеты обоихъ термометровъ (поправки паралакса уже включены въ нихъ) и всѣ поправки для вычисленія температуръ. Изъ этой таблицы получены слѣдующія среднія разности между обоими термометрами:

№ 4494 — № 4495.	
При 5°	—0,003
10	—0,003
15	—0,002
20	—0,003
25	—0,003
30	—0,002
35	—0,002
40	—0,006
45	+0,002
50	—0,001

Въ этой табличкѣ обращаетъ на себя вниманіе постоянная разность между обоими термометрами при всѣхъ температурахъ отъ 5° до 35°. Это постоянство указываетъ на нѣкоторую систематическую ошибку, которая однако осталась для насъ невыясненною.

Замѣтимъ, что вмѣстѣ съ обоими главными нормальными термометрами отсчитывались еще 4 другіе термометра съ тѣмъ, чтобы опредѣлить для нихъ поправки относительно водороднаго термометра, а именно: нормальный термометръ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn), № 313 (Ф. Мюллеръ), служащій въ настоящее время для повѣрки метеорологическихъ термометровъ, и резервные термометры № 152 и № 153 (Ф. О. Мюллеръ). Термометры отсчитывались въ слѣдующемъ порядкѣ: № 152; № 4495; № 10'; № 4494; № 313; № 153, и обратно.

При каждой температурѣ производили 10 отсчетовъ по каждому термометру. Передъ каждымъ отсчетомъ вода въ приборѣ перемѣшивалась. Чтобы температура не измѣнялась быстро, температура воздуха въ помещеніи была доведена близко къ температурѣ воды въ приборѣ, такъ напр. при сравненіяхъ при 5° температура воздуха была 10°, при 50° она была 35°. Подробности о продолжительности сравненій и объ измѣненіяхъ температуры во время сравненій приведены въ таблицѣ II-й, въ концѣ этого труда.

Нулевья точки термометровъ опредѣлены непосредственно послѣ 10°, 15°, 20°, 25°, 35° и 50°; для температуръ 30°, 40° и 45° онѣ интерполированы. Чтобы при сравненіяхъ нулевья точки термометровъ можно было считать для данной температуры установившимся, сравненія начинались не раньше, чѣмъ полчаса, послѣ того, какъ термометры были подвергнуты данной температурѣ. Въ слѣдующей табличкѣ привожу наблюденныя мною пониженія нулевыхъ точекъ термометровъ Tonnelot № 4494 и № 4495, и рядомъ съ ними, для сравненія, наблюденныя В. Х. Дубинскимъ въ 1888 году пониженія нулевыхъ точекъ тѣхъ же термометровъ и пониженія нулевыхъ точекъ термометровъ изъ французскаго твердаго стекла (verre dur) вообще, которыя получилъ Гильомъ въ Международномъ Бюро.

Температура.	Главная Физическая Обсерваторія.					Международное Бюро.
	Февраль 1901.		Февраль 1888.	Январь 1888.	Юль 1888.	
	№ 4494.	№ 4495.	№ 4494.	№ 4495.	№ 4495.	
0°	—	—	—	—	—	0,000
5	—	—	—	—	—	0,004
10	0,000	0,000	—	—	—	0,009
15	0,002	0,006	0,000	0,000	0,000	0,014
20	0,005	0,008	—	—	—	0,018
25	0,008	0,010	—	—	0,008	0,023
30	—	—	—	—	0,014	0,028
35	0,015	0,018	—	—	0,020	0,032
40	—	—	0,020	0,020	0,022	0,037
45	—	—	—	—	—	0,042
50	0,029	0,032	—	—	—	0,047

Нулевая точка, послѣ пребыванія термометра при температурѣ въ 15°, была найдена въ 1888 году для № 4494 = 0,028 и для № 4495 = 0,029, а въ 1901 году для № 4494 = 0,063 и для № 4495 = 0,059, т. е. въ 13 лѣтъ ихъ нулевья точки повысились около 0,033.

Какъ видно изъ таблички, пониженія нулевой точки, которыя получилъ Гильомъ, нѣсколько больше, чѣмъ наблюденныя въ Г. Ф. О. пониженія. Это объясняется съ одной стороны тѣмъ, что имъ были опредѣлены максимальныя пониженія, т. е. разности между нулевой точкою послѣ долгаго пребыванія термометра въ тающемъ льду и нулевой точкою послѣ того, какъ термометръ нагрѣвался въ продолженіе пѣкотораго времени (напр. 1 часа) до данной температуры; въ Г. Ф. О. же исходною точкою служила температура около 15°. Съ другой стороны, отсчеты при 0° были произведены въ Г. Ф. О., быть можетъ, не столь быстро послѣ данной высшей температуры, какъ въ Международномъ Бюро,

что могло вызвать въ опредѣленіяхъ поправокъ сравненныхъ съ № 4494 и № 4495 термометровъ нѣкоторую погрѣшность, впрочемъ едва ли превышавшую $0^{\circ}005$.

Кромѣ сравненій упомянутыхъ выше 4 термометровъ съ главными нормальными термометрами въ февралѣ 1901 г., были сравнены Дубинскимъ: нормальный термометръ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn) съ № 4494 въ февралѣ 1888 года, нормальный термометръ № 2 (H. Geissler in Bonn) съ № 4495 въ январѣ 1888 г. и № 1 (R. Fuess, Berlin) съ № 4495 въ іюлѣ 1888 г.; подробности о сравненіяхъ первыхъ двухъ термометровъ № 10' и № 2 и результаты сравненій сообщены ниже.

12. Главный нормальный термометръ № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn).

До введенія въ Г. Ф. О. въ 1892 году водородной термометрической шкалы, термометръ № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn) является для температуръ выше 0° главнымъ нормальнымъ термометромъ, т. е. тѣмъ термометромъ, къ которому приводились всѣ провѣренныя въ Г. Ф. О. термометры,—не смотря на то, что онъ уже въ 1877 году былъ разбитъ. Къ нему именно были приведены поправки нормального термометра № 2 (H. Geissler in Bonn), служившаго съ 1869 г. до конца 1876 г. для повѣрки метеорологическихъ термометровъ, а затѣмъ для опредѣленія поправокъ другихъ нормальныхъ термометровъ, какъ напр. термометра № 603. Къ нему также относятся поправка верхней основной точки (46°) и значеніе градусныхъ дѣленій термометра № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn), который считался главнымъ нормальнымъ термометромъ для температуръ ниже 0° съ 1877 г. до 1892 г., т. е. до введенія водородной термометрической шкалы.

Термометръ № 4 былъ приобрѣтенъ отъ Гейслера въ Боннѣ въ 1870 году. Онъ представлялъ изъ себя термометръ съ отдѣльной шкалою изъ молочнаго стекла, помѣщенною внутри его внѣшней трубки и приклеенною къ ней («Einschluss thermometer» стараго типа). Шкала его была раздѣлена на $0^{\circ}1$ и простиралась отъ -5° до $+100^{\circ}$ слишкомъ.

Поправки калибра его, опредѣленныя профессоромъ А. фонъ-Эттингеномъ, были слѣдующія: (см. табл. стр. 57).

Значеніе градусныхъ дѣленій термометра № 4 было опредѣлено др. Мягисомъ 16 мая и 25 августа 1874 года, при чемъ нулевая точка была взята послѣ продолжительнаго покоя термометра при комнатной температурѣ. Получены были слѣдующія поправки:

	При 0° .	При 100° .
16 мая 1874 г.....	$-0^{\circ}40$	$-0^{\circ}18$
25 августа 1874 г.....	$-0^{\circ}39$	$-0^{\circ}21$

Такимъ образомъ было получено одно градусное дѣленіе $= 1^{\circ}0022$ и $1^{\circ}0018$ или въ среднемъ $= 1^{\circ}0020$.

Поправки калибра нормального термометра № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn).

Шкала.	Поправки.	Шкала.	Поправки.	Шкала.	Поправки.	Шкала.	Поправки.
0°	0,000	26°	+0,032	52°	+0,026	78°	+0,025
2	+0,012	28	+0,029	54	+0,023	80	+0,020
4	+0,018	30	+0,026	56	+0,020	82	+0,012
6	+0,020	32	+0,026	58	+0,020	84	-0,001
8	+0,018	34	+0,028	60	+0,023	86	-0,006
10	+0,018	36	+0,032	62	+0,023	88	-0,004
12	+0,018	38	+0,038	64	+0,022	90	0,000
14	+0,019	40	+0,042	66	+0,023	92	+0,004
16	+0,022	42	+0,042	68	+0,026	94	+0,007
18	+0,026	44	+0,042	70	+0,029	96	+0,008
20	+0,030	46	+0,039	72	+0,031	98	+0,006
22	+0,032	48	+0,035	74	+0,030	100	0,000
24	+0,033	50	+0,031	76	+0,028		

Въ 1876 и 1877 годахъ основная разность термометра № 4 была вновь опредѣлена Дорандтомъ, при чемъ нулевая точка была взята тотчасъ послѣ 100°. Изъ четырехъ опредѣленій (см. стр. 23) было получено въ среднемъ

$$1^\circ = 0,99936.$$

Приведенія разбитаго въ 1877 г. термометра № 4 къ водородному термометру могутъ быть опредѣлены посредствомъ нормального термометра № 2 (Dr H. Geissler in Bonn), точныя поправки котораго относительно № 4 извѣстны. Въ слѣдующей таблицѣ приведены полныя поправки термометра № 2 относительно водороднаго термометра, полученныя изъ сравненій его съ главнымъ нормальнымъ термометромъ № 4495 и съ термометромъ № 313 (см. главу 15); поправки отнесены къ пониженной нулевой точкѣ и дѣйствительны для вертикальнаго положенія термометра. Затѣмъ даны поправки на основную разность, соответствующія максимально пониженной нулевой точкѣ для 100° и вертикальному положенію термометра. Данныя въ таблицѣ приведенія термометра № 2 къ термометру № 4 отнесены къ исправленнымъ показаніямъ послѣдняго, при чемъ взята также пониженная нулевая точка (см. ниже въ главѣ о нормальномъ термометрѣ № 2).

Вычтя изъ полныхъ поправокъ термометра № 2 относительно водороднаго термометра поправки на основную разность и приведенія его къ термометру № 4, получимъ приведенія къ водородному термометру термометра № 4 и вообще всѣхъ термометровъ, изготовленныхъ изъ одинаковаго съ нимъ сорта стекла.

Шкала.	№ 2 (H. Geissler in Bonn).			Приведенія термом. изъ Тюрингенскаго стекла къ водородн. термом.	
	Полныя попр. отн. водор. терм.	Поправки на основн. разность.	Приведенія къ № 4.	Главн. физ. Обсерват.	Разныя изслѣдователи 1).
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-0,04	-0,01	+0,02	-0,05	—
10	-0,08	-0,01	0,00	-0,07	-0,07
15	-0,12	-0,02	-0,01	-0,09	—
20	-0,16	-0,02	-0,02	-0,12	-0,12
25	-0,19	-0,03	-0,02	-0,14	—
30	-0,21	-0,03	-0,03	-0,15	-0,145
35	-0,23	-0,04	-0,04	-0,15	—
40	-0,26	-0,04	-0,05	-0,17	-0,16

Для сравненія даны въ послѣднемъ столбцѣ таблицы приведенія къ водородному термометру, полученныя учеными въ «Physikalisch-Technische Reichsanstalt» и другими изслѣдователями для термометровъ, изготовленныхъ изъ Тюрингенскаго стекла и давшихъ максимальное пониженіе нулевой точки для 100° около 0,4, т. е. такое же пониженіе, какое слѣдуетъ предположить и для термометра № 4. Съ этими средними приведеніями согласуются весьма хорошо приведенія, найденныя въ Г. Ф. О.

13. Главные нормальные термометры для температуръ ниже 0°: ртутный термометръ Tonnelot № 11167 и толуоловый термометръ Tonnelot № 4932.

Главнымъ нормальнымъ термометромъ Г. Ф. О. для температуръ ниже 0° до температуръ вблизи точки замерзанія ртути считается въ настоящее время единственно ртутный термометръ Tonnelot № 11167. При болѣе низкихъ температурахъ служить для опредѣленія поправокъ спиртовыхъ и другихъ термометровъ относительно водороднаго термометра толуоловый термометръ Tonnelot № 4932.

Ртутный термометръ № 11167, изготовленный Тонло въ Парижѣ изъ твердаго стекла (verre dur), приобрѣтенъ директоромъ Вильдомъ для Г. Ф. О. и переданъ 7 іюня 1894 г. въ Международное Бюро Мѣръ и Вѣсовъ для полного его изслѣдованія.

1) См. Schloesser. Thermometrische Untersuchungen. Zeitschrift für Instrumentenkunde. Oktober 1901.

Термометръ имѣеть два расширенія. Шкала, нанесенная на прозрачной трубкѣ его, раздѣлена на 0,1 и идетъ

отъ — 45,1 до + 4,8; отъ + 48,9 до + 55,1 и отъ + 97,0 до + 103,5.

Размѣры термометра слѣдующіе:

Разстояніе отъ середины резервуара до дѣленія	0 ... 402,8	мм.
» » » » » »	100 ... 511,4	»
Длина градуса	.....	5,870 »
Вся длина термометра	.....	570,0 »

Поправки калибра его слѣдующія:

Термометръ Tonnelot № 11167.

Поправки калибра.

Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.
—44	—0,0546	—22	—0,0215	0	0,0000
—42	—0,0596	—20	—0,0309	+ 2	+0,0020
—40	—0,0630	—18	—0,0317	+ 4	—0,0001
—38	—0,0752	—16	—0,0332	+ 50	—0,0033
—36	—0,0788	—14	—0,0366	+ 52	+0,0051
—34	—0,0741	—12	—0,0370	+ 54	+0,0139
—32	—0,0624	—10	—0,0297	+ 98	+0,0009
—30	—0,0569	— 8	—0,0236	+100	0,0000
—28	—0,0469	— 6	—0,0111	+102	—0,0065
—26	—0,0386	— 4	+0,0038	—	—
—24	—0,0293	— 2	+0,0051	—	—

На основаніи этой таблицы составлена посредствомъ графической интерполяціи и приложена къ сертификату другая таблица, содержащая поправки калибра для каждой десятой градуса.

По коэффициенту внѣшняго давленія

$$\beta_e = 0,0001284$$

вычислены поправки для давленій отъ 720 мм. до 819 мм., для каждаго миллиметра. Онѣ приведены въ слѣдующей таблицѣ:

Термометръ Tonnelot № 11167.

Поправки внѣшняго давленія.

мм.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
720	+0,0051	+0,0050	+0,0049	+0,0048	+0,0046	+0,0045	+0,0044	+0,0042	+0,0041	+0,0040
730	+0,0039	+0,0037	+0,0036	+0,0035	+0,0033	+0,0032	+0,0031	+0,0030	+0,0028	+0,0027
740	+0,0026	+0,0024	+0,0023	+0,0022	+0,0021	+0,0019	+0,0018	+0,0017	+0,0015	+0,0014
750	+0,0013	+0,0012	+0,0010	+0,0009	+0,0008	+0,0006	+0,0005	+0,0004	+0,0003	+0,0001
760	0,0000	-0,0001	-0,0003	-0,0004	-0,0005	-0,0006	-0,0008	-0,0009	-0,0010	-0,0012
770	-0,0013	-0,0014	-0,0015	-0,0017	-0,0018	-0,0019	-0,0021	-0,0022	-0,0023	-0,0024
780	-0,0026	-0,0027	-0,0028	-0,0030	-0,0031	-0,0032	-0,0033	-0,0035	-0,0036	-0,0037
790	-0,0039	-0,0040	-0,0041	-0,0042	-0,0044	-0,0045	-0,0046	-0,0048	-0,0049	-0,0050
800	-0,0051	-0,0053	-0,0054	-0,0055	-0,0056	-0,0058	-0,0059	-0,0060	-0,0062	-0,0063
810	-0,0064	-0,0065	-0,0067	-0,0068	-0,0069	-0,0071	-0,0072	-0,0073	-0,0074	-0,0076

По коэффициенту внутренняго давленія

$$\beta_i = 0,0001438$$

и размѣрамъ термометра вычислены приведенія отсчетовъ по термометру въ вертикальномъ положеніи къ горизонтальному положенію, для каждаго градуса. Эти приведенія даны въ слѣдующей таблицѣ:

Термометръ Tonnelot № 11167.

Поправки внутренняго давленія.

Дѣл.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
- 40°	+0,0242	—	—	—	—	—	—	—	—	—
- 30	+0,0326	+0,0318	+0,0309	+0,0301	+0,0292	+0,0284	+0,0275	+0,0267	+0,0258	+0,0250
- 20	+0,0410	+0,0402	+0,0394	+0,0385	+0,0377	+0,0368	+0,0360	+0,0351	+0,0343	+0,0334
- 10	+0,0495	+0,0486	+0,0478	+0,0469	+0,0461	+0,0453	+0,0444	+0,0436	+0,0427	+0,0419
- 0	+0,0579	+0,0571	+0,0562	+0,0554	+0,0545	+0,0537	+0,0529	+0,0520	+0,0512	+0,0503
+ 0	+0,0579	+0,0588	+0,0596	+0,0605	+0,0613	—	—	—	—	—
50	+0,0648	+0,0657	+0,0665	+0,0674	+0,0682	—	—	—	—	—
90	—	—	—	—	—	—	—	—	+0,0719	+0,0727
100	+0,0735	+0,0744	+0,0752	—	—	—	—	—	—	—

По основной разности и полученной по ней поправкѣ на 1°

$$x = +0,000653,$$

вычислена, для превращенія дѣлений въ градусы, слѣдующая таблица:

Термометръ Tonnelot № 11167.
 Поправки на основную разность.

Дѣл.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
— 40°	—0,0261	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—0,0196	—0,0202	—0,0209	—0,0215	—0,0222	—0,0229	—0,0235	—0,0242	—0,0248	—0,0255
20	—0,0131	—0,0137	—0,0144	—0,0150	—0,0157	—0,0163	—0,0170	—0,0176	—0,0183	—0,0189
10	—0,0065	—0,0072	—0,0078	—0,0085	—0,0091	—0,0098	—0,0104	—0,0111	—0,0118	—0,0124
— 0	0,0000	—0,0007	—0,0013	—0,0020	—0,0026	—0,0033	—0,0039	—0,0046	—0,0052	—0,0059
+ 0	0,0000	+0,0007	+0,0013	+0,0020	+0,0026	—	—	—	—	—
50	+0,0326	+0,0333	+0,0340	+0,0346	+0,0353	—	—	—	—	—
90	—	—	—	—	—	—	—	—	+0,0640	+0,0646
100	+0,0653	+0,0660	+0,0666	—	—	—	—	—	—	—

Толуоловый термометръ № 4932, изготовленный Тонло въ Парижѣ изъ твердаго стекла (verre dur), былъ приобрѣтенъ директоромъ Вильдомъ для Г. Ф. О. и переданъ, 24 сентября 1891 г., въ Международное Бюро для полного его изслѣдованія.

Термометръ имѣеть одно расширеніе. Шкала, нанесенная на прозрачной трубкѣ его, раздѣлена отъ 0 до 570 и отъ 745 до 805.

Размѣры его слѣдующіе:

Разстояніе отъ середины резервуара до черты 0 73,0 мм.
 » » » » » 800 532,8 »
 Длина одного дѣленія 0,70 »

Подробности о калиброваніи изложены выше (стр. 29). Результаты его слѣдующіе:

Поправки калибра термометра Tonnelot № 4932.

Дѣленія	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.	Дѣленія.	Поправки.
0°	0,000	250°	+0,237	500°	—0,365
50	+0,251	300	+0,106	550	—0,184
100	+0,473	350	+0,079	—	—
150	+0,598	400	+0,011	750	—0,345
200	+0,292	450	—0,122	800	0,000

Къ сертификату приложена таблица, содержащая поправки калибра, въ сотыхъ одного дѣленія, отъ дѣленія до дѣленія.

Послѣ калиброванія термометръ опять наполненъ толуолемъ физикомъ Шапюи. Затѣмъ были сдѣланы 11 опредѣленій точки 100 въ теченіе декабря 1891 года, въ разные дни. Эти опредѣленія, произведенныя Гильомомъ при температурахъ отъ $99^{\circ},577$ до $100^{\circ},459$, дали для точки 100° исправленное показаніе термометра = 786,28.

Нулевая точка, опредѣленная Шапюи 12 января 1892 г., найдена = 309,74.

Такимъ образомъ основная разность получена

$$= 786,28 - 309,74 = 476,54 \text{ дѣлений,}$$

и слѣдовательно

$$1^{\circ} = 0,20985,$$

при чемъ подъ 1° слѣдуетъ подразумѣвать сотую часть основной разности [0.100] толуолеваго термометра.

Въ таблицѣ, приложенной къ сертификату, даны для каждаго дѣленія шкалы отъ 0° до 400° соотвѣтствующіе ему градусы.

Термометръ № 4932 сравненъ съ водороднымъ термометромъ, при различныхъ температурахъ, между $-11^{\circ},43$ и $-72^{\circ},78$. Результаты этихъ сравненій, произведенныхъ Шапюи, приведены ниже.

Термометръ былъ, послѣ изслѣдованія, возвращенъ Тоцло 2 февраля 1892 г.

Къ сертификату, кромѣ упомянутыхъ таблицъ, таблицы для превращенія нормальныхъ градусовъ въ градусы по шкалѣ толуолеваго термометра и таблицы для превращенія послѣднихъ въ нормальные градусы, приложена еще замѣтка Шапюи объ употребленіи толуолеваго термометра № 4932 и данныхъ таблицъ поправокъ. Замѣтка въ переводѣ слѣдующая:

«Измѣреніе температуръ посредствомъ толуолевыхъ термометровъ представляетъ нѣкоторыя спеціальныя затрудненія, относящіяся, съ одной стороны, къ свойству жидкости, которою термометры наполнены, съ другой стороны къ тому обстоятельству, что эти термометры не раздѣлены прямо на градусы, а имѣютъ условную шкалу».

«Чтобы вывести изъ даннаго отсчета *n* этого термометра соотвѣтственную температуру, слѣдуетъ примѣнять къ нему слѣдующія поправки:

«1. Поправку калибра (*c*). Эта поправка дана для каждаго дѣленія въ приложенной къ сертификату таблицѣ (I).

«2. Поправку нуля ($-z$). При всѣхъ измѣреніяхъ можно принимать постоянный нуль, который получается при вертикальномъ положеніи термометра, погруженнаго въ тающій ледъ до отсчитываемаго дѣленія. Это опредѣленіе требуетъ особыхъ предосторожностей. Такъ какъ толуоль смачиваетъ стекло, капельки жидкости часто остаются на стѣнкахъ верхнихъ частей термометра. Чтобы ихъ присоединить опять къ столбику, слѣдуетъ осторожно нагрѣвать при помощи лампы верхній конецъ термометра, нѣсколько разъ, пока наблюденія, повторенныя отъ времени до времени, не приведутъ къ одному и тому же ре-

«4. Поправку на разность хода. Такъ какъ коэффициентъ расширенія толуоля очень замѣтно измѣняется въ зависимости отъ температуры, то значеніе дѣленія будетъ различно въ разныхъ мѣстахъ шкалы. Принимая же K за постоянную величину, дѣлаемъ систематическую ошибку. Вычисленные такимъ образомъ показанія толуолеваго термометра дадутъ сравнительно съ нормальной термометрической шкалою водороднаго термометра разность хода, которую можно опредѣлить непосредственными сравненіями этихъ термометровъ между собою.

«Поправки на разность хода термометра № 4932 опредѣлены посредствомъ 21 серіи сравненій при разныхъ температурахъ въ предѣлахъ отъ 0° до -72° .

«Эти сравненія дали слѣдующіе результаты:

Толуолевый термометръ.	Водородный термометръ T.	Поправки (C) на разность хода.		Наблюденіе— Вычисленіе.
		Наблюденныя.	Вычисленныя.	
0°	0°	0°	0°	$0^\circ 00$
— 9,77	—11,43	— 1,66	— 1,68	+0,02
—11,09	—13,03	— 1,94	— 1,94	0,00
—14,52	—17,12	— 2,60	— 2,60	0,00
—19,23	—22,78	— 3,55	— 3,56	+0,01
—19,80	—23,50	— 3,70	— 3,67	—0,03
—22,15	—26,36	— 4,21	— 4,20	—0,01
—27,59	—33,05	— 5,46	— 5,43	—0,03
—31,69	—38,10	— 6,41	— 6,41	0,00
—31,78	—38,19	— 6,41	— 6,42	+0,01
—36,87	—44,56	— 7,69	— 7,70	+0,01
—38,92	—47,13	— 8,21	— 8,23	+0,02
—39,34	—47,67	— 8,33	— 8,34	+0,01
—43,04	—52,40	— 9,36	— 9,34	—0,02
—45,00	—54,89	— 9,89	— 9,88	—0,01
—49,47	—60,61	—11,14	—11,13	—0,01
—54,13	—66,61	—12,48	—12,49	+0,01
—54,69	—67,29	—12,60	—12,64	+0,04
—56,03	—69,10	—13,07	—13,06	—0,01
—57,85	—71,45	—13,60	—13,61	+0,01
—58,39	—72,18	—13,79	—13,78	—0,01
—58,85	—72,78	—13,93	—13,91	—0,02

«Эти наблюденія могутъ быть связаны между собою функціею третьей степени:

$$x \cdot T + y \cdot T^2 + z \cdot T^3 = C,$$

для коэффициентовъ которой x , y и z получены, по методу наименьшихъ квадратовъ, слѣдующія величины:

$$x = + 0,137377; y = - 8,815113.10^{-4}; z = - 1,945963.10^{-6}.$$

«Какъ видно изъ разностей между наблюдаемыми и вычисленными поправками, функция выражаетъ наблюденыя удовлетворительнымъ образомъ. Изъ этой функции выведена величина поправки на разность хода для каждого градуса толуолеваго термометра отъ 0° до —60°. Эти поправки даны въ слѣдующей таблицѣ:

Таблица поправокъ на разность хода С.

Толуолевый термометръ (n+c-z) К.	Поправки на разность хода С.	Толуолевый термометръ (n+c-z) К.	Поправки на разность хода (n+c-z) К.	Толуолевый термометръ (n+c-z) К.	Поправки на разность хода С.
— 1	—0,16	—21	—3,95	—41	— 8,79
— 2	—0,33	—22	—4,16	—42	— 9,05
— 3	—0,50	—23	—4,38	—43	— 9,32
— 4	—0,66	—24	—4,61	—44	— 9,59
— 5	—0,83	—25	—4,83	—45	— 9,87
— 6	—1,01	—26	—5,06	—46	—10,15
— 7	—1,18	—27	—5,29	—47	—10,43
— 8	—1,36	—28	—5,52	—48	—10,71
— 9	—1,54	—29	—5,76	—49	—11,00
—10	—1,73	—30	—6,00	—50	—11,28
—11	—1,92	—31	—6,24	—51	—11,57
—12	—2,11	—32	—6,48	—52	—11,86
—13	—2,30	—33	—6,72	—53	—12,15
—14	—2,49	—34	—6,97	—54	—12,45
—15	—2,69	—35	—7,22	—55	—12,75
—16	—2,90	—36	—7,47	—56	—13,04
—17	—3,10	—37	—7,73	—57	—13,34
—18	—3,31	—38	—7,99	—58	—13,65
—19	—3,52	—39	—8,25	—59	—13,96
—20	—3,73	—40	—8,52	—60	—14,27

Толуолевый термометръ № 4932 сравненъ въ Г. Ф. О. съ главнымъ нормальнымъ ртутнымъ термометромъ № 11167 В. К. Гупомъ въ мартѣ 1898 г. и мною въ мартѣ и маѣ 1900 г. и въ февралѣ 1901 г. Сравненія произведены въ алкоголь, который охлаждался при помощи жидкой углекислоты, въ новомъ, описанномъ на стр. 41—46 приборѣ. По-

дробныя вычисленія результатовъ сравненій приведены на таблицахъ IV, V, VI и VII, въ концѣ настоящаго труда. Замѣтимъ при этомъ, что вмѣстѣ съ этими термометрами отсчитывались также нормальный ртутный термометръ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn) и другіе термометры, служившіе или предназначенные въ Г. Ф. О. какъ нормальные, т. е. для обычной повѣрки метеорологическихъ термометровъ.

Главный нормальный термометръ № 11167, по своей большой длинѣ, могъ быть отсчитанъ въ упомянутомъ приборѣ, черезъ окно, лишь отъ -20° . Для отсчетовъ при болѣе высокихъ температурахъ пужно было снять съ прибора деревянный колпакъ и погрузить термометръ лишь на столько, чтобы конецъ ртутнаго столбика былъ еще виденъ надъ краемъ деревяннаго ящика. Въ виду трудности опредѣленія, съ достаточною точностью, поправокъ на выдающійся столбикъ (около 80 мм. $\approx 14^{\circ}$), температура алкоголя въ приборѣ могла быть точно опредѣлена по этому термометру только тогда, когда температура помещенія, въ которомъ находился приборъ, была очень близка къ температурѣ алкоголя. Такіе случаи представились мнѣ 25 и 26 февраля 1901 г., при -10° (см. таблицу VII). Въ тѣхъ случаяхъ, когда толуоловый термометръ № 4932 не могъ быть сравненъ съ термометромъ № 11167, онъ сравненъ съ термометромъ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn), поправки котораго относительно № 11167 извѣстны. Въ таблицахъ IV—VII температуры, опредѣленныя по № 10', отмѣчены звѣздочками.

Прежде чѣмъ разсмотрѣть результаты сравненій толуолеваго термометра № 4932 съ ртутнымъ термометромъ № 11167 или, въ данныхъ случаяхъ, съ ртутнымъ термометромъ № 10', изложимъ способъ опредѣленія нулевой точки шкалы нормальныхъ ртутныхъ термометровъ вообще и термометра № 11167 въ частности для температуръ ниже 0° . Въ Международномъ Бюро Мѣръ и Вѣсовъ примѣнялся сперва слѣдующій способъ: Какъ только термометръ, послѣ отсчета при данной низкой температурѣ, былъ перенесенъ въ тающій ледъ, производился рядъ отсчетовъ по термометру черезъ короткіе и равные промежутки времени, затѣмъ при помощи экстраполяціи опредѣлялось положеніе нулевой точки для перваго момента, т. е. для того момента, въ который температура его стала повышаться отъ данной низкой температуры до 0° . Эта экстраполяція, очевидно, имѣла цѣлью исключить пониженіе нулевой точки термометра, происходящее при 0° , послѣ низшей температуры. Однако, этотъ способъ замѣненъ въ Международномъ Бюро существенно другимъ способомъ, вѣроятно, въ виду недостаточной точности экстраполяціи вслѣдствіе болѣе скорого измѣненія нулевой точки въ первыя минуты, когда температура термометра при 0° еще не установилась, и дальнѣйшаго трудно наблюдаемаго по своей малости пониженія ея. Въ настоящее время въ Международномъ Бюро принимаютъ для температуръ ниже 0° нулевую точку, соответствующую продолжительному пребыванію термометра въ тающемъ льду. Этотъ способъ примѣнялся и къ термометру Tonnelot № 11167. При опредѣленіи нулевой точки термометра послѣ низкой температуры слѣдуетъ соблюдать нѣкоторыя предосторожности, такъ какъ термометръ переносится изъ алкоголя въ тающій ледъ. Его слѣдуетъ тщательно промывать въ водѣ, не нагрѣвая его значительно выше 0° , и вообще, перенося его

въ тающій ледъ, слѣдуетъ избѣгать нагрѣванія его выше 0°, насколько это возможно. Иначе могла бы получиться, вслѣдствіе нагрѣванія выше 0°, нѣсколько низшая нулевая точка, чѣмъ та, которую слѣдовало бы принимать. Для термометра № 11167 принимался въ Г. Ф. О. слѣдующія нулевая точки:

- въ Декабрѣ 1894 $+ 0,061$
- » Мартѣ 1898 отъ $+ 0,090$ (-20°) до $+ 0,092$ (-35°)
- » Мартѣ 1900 $+ 0,100$
- » Маѣ 1900 $+ 0,100$
- » Февралѣ 1901 отъ $+ 0,109$ (-10°) до $+ 0,112$ (-35°)

Изъ таблицъ IV—VII получаемъ слѣдующія разности между главнымъ нормальнымъ ртутнымъ термометромъ и толуоловымъ термометромъ № 4932:

Ртутный термометръ Tonnelot № 11167. — Толуоловый термометръ Tonnelot № 4932.

Температура.	16 Марта 1898.	22 Марта 1900.	24 Марта 1900.	26 Марта 1900.	4 Мая 1900.	9 Мая 1900.	26 Февр. 1901.	8 Марта 1901.	9 Марта 1901.
0°	—	—	—	—	$-0,01^*$	—	—	$0,00^*$	—
— 5	$+0,03^*$	$0,00^*$	$+0,01^*$	—	$+0,01^*$	—	—	$+0,02^*$	—
—10	$+0,06^*$	$+0,04^*$	$+0,02^*$	$0,00^*$	$+0,02^*$	$+0,03^*$	$+0,05$	$+0,03^*$	—
—15	$+0,06^*$	$+0,06^*$	$+0,05^*$	—	—	$+0,04^*$	$+0,04^*$	$+0,07^*$	$+0,06^*$
—20	$+0,07$	—	$+0,05$	$+0,02^*$	—	$+0,06$	$+0,07$	$+0,06$	$+0,07$
—25	$+0,08$	—	$+0,06$	—	—	$+0,07$	—	—	$+0,09$
—30	$+0,11$	—	—	$+0,02$	—	$+0,07$	—	—	$+0,09$
—35	$+0,09$	—	—	$+0,03$	—	$+0,07$	—	—	$+0,10$
Нулевая точка № 4932.	309,10	309,30	309,30	309,30	309,74	309,74	309,58	309,60	309,60

Мы видимъ, что толуоловый термометръ показывалъ низшія температуры, чѣмъ ртутный термометръ, и что разность между показаніями обоихъ термометровъ возрастала съ пониженіемъ температуры среды. Это слѣдуетъ, несомнѣнно, приписать каплямъ толуоля, оставшимся послѣ пониженія температуры на стѣнкахъ капиллярной трубки. Способъ присоединенія ихъ опять къ столбику нагрѣваніемъ верхней части термометра при помощи пламени лампы не могъ быть примѣнимъ, такъ какъ термометръ находился открыто въ алкогольѣ. Отъ нагрѣванія термометра, напримѣръ, посредствомъ жаркаго воздуха я отказался, такъ какъ дѣйствіе нагрѣванія можетъ быть лишь медленное и едва ли въ концѣ концовъ можно быть увѣреннымъ въ полномъ успѣхѣ его.

Вторая причина неточности температуръ, опредѣленныхъ по толуоловому термометру, можетъ заключаться въ принятой для него нулевой точкѣ. Въ данной выше таблицѣ при-

ведены нами принятыя въ различное время нулевья точки его. Если термометръ послѣ продолжительнаго пребыванія въ тающемъ льду непосредственно перенести въ приборъ для сравненій при низкихъ температурахъ, не погружая его, то опредѣленная нулевая точка его будетъ точно совпадать съ исходною точкою шкалы его для послѣдующихъ отсчетовъ, какъ это показали наблюденія, произведенныя мною 8 Марта 1901 г. Послѣ перенесенія термометра изъ льда въ приборъ онъ былъ сравненъ съ нормальнымъ ртутнымъ термометромъ при температурахъ около 0° , затѣмъ при -5° и т. д. Изъ разностей между обоими термометрами (см. табличку) при $0^{\circ} = 0,00$, при $-5^{\circ} = +0,02$ и т. д., мы видимъ, что исходная точка шкалы толуолеваго термометра была вѣрно опредѣлена. Если же термометръ, послѣ опредѣленія нулевой точки его, находился сперва при комнатной температурѣ, а затѣмъ помѣщенъ въ приборъ, или же, если послѣ непосредственнаго перенесенія термометра изъ льда въ приборъ сравненія начнутся черезъ продолжительное время, то принятая нулевая точка можетъ оказаться въ первомъ случаѣ слишкомъ высокою, во второмъ случаѣ слишкомъ низкою, и въ этомъ послѣднемъ случаѣ опредѣленныя по толуолевному термометру температуры могутъ получиться даже слишкомъ высокія.

Изъ всего этого мы видимъ, что толуолевый термометръ едва ли можетъ служить для болѣе точныхъ опредѣленій температуры.

Въ настоящее время, для опредѣленія поправокъ обыкновенныхъ нормальныхъ какъ ртутныхъ, такъ и спиртовыхъ термометровъ относительно водороднаго термометра при температурахъ ниже 0° до -38° служитъ единственно ртутный термометръ Tonnelot № 11167. Для опредѣленія поправокъ спиртовыхъ термометровъ при -40° и ниже служитъ толуолевый термометръ № 4932. Чтобы привести погрѣшность произведенныхъ нами опредѣленій поправокъ при -40° , -50° и -60° къ минимуму, мы вычислили каждый разъ изъ сравненій толуолеваго термометра съ главнымъ нормальнымъ ртутнымъ термометромъ при температурахъ до -35° дополнительныя поправки его, а изъ послѣднихъ мы опредѣлили посредствомъ экстраполяціи дополнительныя поправки и при -40° , -50° и -60° .

Замѣтимъ наконецъ, что приведенія нормальныхъ термометровъ Г. Ф. О. къ водородному термометру для всѣхъ температуръ ниже 0° были выведены въ началѣ 1892 г. посредствомъ толуолеваго термометра Tonnelot № 4932 (см. слѣдующую главу), и что съ Января 1895 г. примѣняются болѣе точныя приведенія, полученныя посредствомъ ртутнаго термометра Tonnelot № 11167.

14. Главный нормальный термометръ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).

Между тѣмъ какъ термометръ № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn) слѣдуетъ считать, какъ изложено выше, для температуръ выше 0° тѣмъ нормальнымъ термометромъ, къ которому приведены всѣ термометры, провѣренные въ Г. Ф. О. съ 1869 г. до 1892 г., т. е. до

введенія водородной термометрической шкалы, ртутный термометръ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn) слѣдуетъ считать такимъ же главнымъ нормальнымъ термометромъ для температуръ ниже 0°.

Ртутный термометръ № 10' изготовленъ Гейслеромъ въ Боннѣ изъ тюрингенскаго стекла около 1873 г. Онъ снабженъ отдѣльною шкалою изъ молочнаго стекла, помѣщенной внутри его внѣшней трубки и приклеенною къ ней («Einschlussthermometer» стараго нѣмецкаго типа).

Резервуаръ термометра имѣетъ цилиндрическую форму; объемъ резервуара приблизительно 0,5 куб. см. (диаметръ = 6 мм., длина около 15 мм.).

Разстояніе середины резервуара отъ дѣленія 0 шкалы = 194 мм.

Шкала раздѣлена на $\frac{1}{10}^\circ$ и идетъ отъ -41° до $+62^\circ$ слишкомъ. Дѣленія шкалы равны между собою, при чемъ 1 дѣленіе = $0,1 = 0,4$ мм.

Вся длина термометра = 465 мм.

Термометръ № 10' калиброванъ въ 1876 г. Дорандтомъ отъ -40° до $+60^\circ$ по методу Бесселя-Неймана, при чемъ за единицу объема была принята $\frac{1}{25}$ объема между -10° и $+60$. Результаты калиброванія даны въ слѣдующей таблицѣ:

—40		—20		0		20		40
+0,032		—0,018		0,008		+0,011		—0,002
—38		—18		2		22		42
+0,029		—0,025		+0,006		+0,007		—0,002
—36		—16		4		24		44
+0,024		—0,021		—0,003		+0,006		+0,002
—34		—14		6		26		46
+0,005		—0,011		—0,001		—0,013		—0,005
—32		—12		8		28		48
+0,015		—0,008		+0,005		—0,008		50
—30		—10		10		30		52
+0,020		—0,010		—0,005		+0,003		—0,009
—28		—8		12		32		54
+0,016		—0,008		—0,004		+0,010		—0,002
—26		—6		14		34		56
+0,021		—0,010		+0,007		+0,008		—0,010
—24		—4		16		36		58
+0,009		—0,017		+0,016		+0,004		—0,012
—22		—2		18		38		60
—0,005		—0,012		+0,020		+0,005		—0,015
—20		0		20		40		

Данныя въ этой таблицѣ числа показываютъ, на какую долю одного градуснаго дѣленія объема между -40 и -38 , между -38 и -36 , и т. д. больше или меньше средняго объема $\frac{1}{25}$ (10—60).

Такъ какъ шкала термометра не простирается до $+100^\circ$, то для опредѣленія точнаго значенія одного градуснаго дѣленія второю основною точкою шкалы принята Дорандтомъ температура кипѣнія чистаго сѣрнистаго углерода (46°), при чемъ для опредѣленія этой температуры, державшейся достаточно продолжительное время постоянною, служилъ нормальный термометръ № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn); нулевою точкою шкалы термометра № 10' принята Дорандтомъ максимально пониженное показаніе термометра въ тающемъ льду непосредственно послѣ опредѣленія верхней основной точки (46°). При опредѣленіи температуры кипѣнія сѣрнистаго углерода была принята для термометра № 4 также максимально-пониженная нулевая точка. Отношеніе между этой, опредѣленной по термо-

метру № 4, температурою и исправленнымъ числомъ дѣленій по термометру № 10' и принято за коэффициентъ для перевода градусныхъ дѣленій термометра № 10' въ точные градусы. Произведены 4 опредѣленія этого отношенія. Они приведены нами въ слѣдующей таблицѣ:

В Р Е М Я.		1876 Мая 28.	1876 Юня 18.	1877 Марта 4.	1877 Марта 5.
№ 4	Отсчетъ	46,608	46,859	46,628	46,513
	Нулевая точка (максим. пониженная) . . .	0,400	0,304	0,400	0,405
	Разность	46,208	46,555	46,228	46,108
	Полная поправка	+ 0,009	+ 0,008	+ 0,009	+ 0,009
	Температура	46,217	46,563	46,237	46,117
№ 10'	Отсчетъ	46,543	46,895	46,595	46,483
	Нулевая точка (максим. пониженная) . . .	0,230	0,269	0,260	0,275
	Разность	46,313	46,626	46,335	46,208
	Поправки калибра	+ 0,064	+ 0,063	+ 0,064	+ 0,064
	Исправленный отсчетъ	46,377	46,689	46,399	46,272
	1° соотвѣтствуетъ	0,99655	0,99730	0,99651	0,99665

Второе опредѣленіе (18 іюня) какъ температуры, такъ и отношенія между нсю и исправленнымъ отсчетомъ термометра № 10', столь значительно отклоняется отъ остальныхъ 3 опредѣленій, что значеніе одного градуснаго дѣленія термометра № 10' вычислено лишь изъ 3 опредѣленій. Получено такимъ образомъ:

$$1 \text{ градусное дѣленіе термометра } \text{№ } 10' = 0,99657.$$

Въ слѣдующей таблицѣ приводимъ для термометра № 10' отъ 2° до 2° поправки калибра, выведенныя изъ приведенныхъ выше результатовъ калиброванія, поправки за основную разность [0° · 46°] и полученныя изъ нихъ полныя поправки, которыя обыкновенно примѣнялись къ показаніямъ термометра, при чемъ, разумѣется, принималась въ расчетъ еще нулевая точка его (см. табл. на стр. 71).

Такъ какъ верхняя основная точка (46°) термометра № 10' отнесена къ термометру № 4, то при 46° оба термометра, послѣ примѣненія всѣхъ ихъ поправокъ, должны показывать въ точности одно и то же, но при другихъ температурахъ показанія обоихъ термометровъ могутъ и не совпадать. Возникаетъ поэтому вопросъ, на сколько разнятся показанія обоихъ термометровъ при отдѣльныхъ температурахъ? Очевидно, если оба термометра изготовлены изъ одного и того же сорта стекла, то какъ максимальныя пошженія

№ 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).

Шкала.	Поправки калибра.	$t^{\circ}=0^{\circ},99657$	Полныя поправки шкалы.	Шкала.	Поправки калибра.	$t^{\circ}=0^{\circ},99657$	Полныя поправки шкалы.	Шкала.	Поправки калибра.	$t^{\circ}=0^{\circ},99657$	Полныя поправки шкалы.
-40	-0,026	+0,137	+0,11	- 6	+0,039	+0,021	+0,06	28	+0,044	-0,096	-0,05
-38	+0,006	+0,130	+0,14	- 4	+0,029	+0,014	+0,04	30	+0,036	-0,103	-0,07
-36	+0,035	+0,123	+0,16	- 2	+0,012	+0,007	+0,02	32	+0,039	-0,110	-0,07
-34	+0,059	+0,117	+0,18	0	0,000	0,000	0,00	34	+0,049	-0,117	-0,07
-32	+0,064	+0,110	+0,17	2	-0,008	-0,007	-0,01	36	+0,057	-0,123	-0,07
-30	+0,079	+0,103	+0,18	4	-0,002	-0,014	-0,02	38	+0,061	-0,130	-0,07
-28	+0,099	+0,096	+0,19	6	-0,005	-0,021	-0,03	40	+0,066	-0,137	-0,07
-26	+0,115	+0,089	+0,20	8	-0,006	-0,027	-0,03	42	+0,064	-0,144	-0,08
-24	+0,136	+0,082	+0,22	10	-0,001	-0,034	-0,03	44	+0,062	-0,151	-0,09
-22	+0,145	+0,075	+0,22	12	-0,006	-0,041	-0,05	46	+0,064	-0,158	-0,09
-20	+0,140	+0,069	+0,21	14	-0,010	-0,048	-0,06	48	+0,059	-0,165	-0,11
-18	+0,122	+0,062	+0,18	16	-0,003	-0,055	-0,06	50	+0,048	-0,172	-0,12
-16	+0,097	+0,055	+0,15	18	+0,013	-0,062	-0,05	52	+0,039	-0,178	-0,14
-14	+0,076	+0,048	+0,12	20	+0,033	-0,069	-0,04	54	+0,037	-0,185	-0,15
-12	+0,065	+0,041	+0,11	22	+0,044	-0,075	-0,03	56	+0,027	-0,192	-0,16
-10	+0,057	+0,034	+0,09	24	+0,051	-0,082	-0,03	58	+0,015	-0,199	-0,18
- 8	+0,047	+0,027	+0,07	26	+0,057	-0,089	-0,03	60	0,000	-0,206	-0,21

нулевой точки, такъ и приведенія къ водородному термометру, благодаря одному и тому же коэффициенту расширенія стекла, должны получиться для обоихъ термометровъ равныя. Въ этомъ случаѣ при всѣхъ температурахъ любой термометръ, приведенный къ нормальному термометру № 10', могъ бы считаться въ то же время приведеннымъ къ нормальному термометру № 4. Для рѣшенія вопроса, изготовлены ли оба термометра изъ одного и того же сорта стекла и на сколько разнятся ихъ показанія, сопоставлены мною въ слѣдующей таблчкѣ пониженія нулевой точки обоихъ термометровъ и приведенія ихъ къ водородному термометру:

Шкала.	Пониженія нулевой точки.		Приведенія къ водородному термометру.	
	№ 4.	№ 10'.	№ 4.	№ 10'.
0 ^o	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,00	-0,07	-0,08
20	0,00	0,01	-0,12	-0,12
30	0,02	0,04	-0,15	-0,16
40	0,04	0,09	-0,17	-0,17
46	0,06	0,13	-0,17	-0,17

Пониженія нулевой точки термометра № 4, который, къ сожалѣнію, разбитъ въ 1877 г., опредѣлены мною по нормальному термометру № 3 (Dr. H. Geissler in Bonn), приобретенному Г. Ф. О. вмѣстѣ съ термометромъ № 4 отъ Гейслера и изготовленному имъ, какъ слѣдуетъ предполагать, изъ того же сорта стекла и въ то же время, какъ термометръ № 4. Приведенныя въ табличкѣ пониженія нулевой точки термометровъ № 3 и № 10' опредѣлены мною 21-го и 25-го мая 1901 г. При этихъ опредѣленіяхъ оба термометра подвергались мною вполне одинаковымъ нагрѣваніямъ отъ комнатной температуры (около 17°) до 20° , 30° , 40° и 46° , при чемъ термометры держались при этихъ температурахъ отъ получаса до часа. Отмѣтимъ еще, что въ февралѣ 1877 г. послѣ нагрѣванія термометровъ № 4 и № 10' до 46° , въ парахъ сѣрнистаго углерода, получены Дорандтомъ пониженія

0,05 для термометра № 4
и 0,13 » » № 10',

т. е. такія же величины, какія получены мною для термометровъ № 3 и № 10' въ маѣ 1901 г. Мы видимъ, такимъ образомъ, что у термометра № 10' пониженія нулевой точки значительно больше, чѣмъ у термометра № 4. Очевидно, эти термометры изготовлены изъ различнаго сорта стекла. Однако, какъ показано въ табличкѣ, приведенія обоихъ термометровъ № 4 и № 10' къ водородному термометру согласуются между собою, до $0,01$. Эти приведенія мы вывели, приравнявъ какъ для термометра № 4 (см. стр. 57), такъ и для термометра № 10' (см. ниже) пониженныя нулевые точки и примѣнивъ къ показаніямъ термометра № 10' поправки на основную разность [$0,46^{\circ}$], отнесенную, какъ изложено выше, къ термометру № 4. Такимъ образомъ, всѣ температуры выше 0° , опредѣленныя указаннымъ способомъ по термометру № 10', могутъ считаться отнесенными къ нормальному термометру № 4, съ точностью до $0,01$.

Термометръ № 10' сравненъ В. Х. Дубинскимъ въ февралѣ 1888 г., для опредѣленія приведеній его къ водородному термометру, съ главнымъ нормальнымъ термометромъ Tonnelot № 4494, при температурахъ отъ 0° до $+40^{\circ}$, черезъ каждые 5° . При этихъ сравненіяхъ оба термометра находились въ цилиндрическомъ стеклянномъ сосудѣ, наполненномъ водою, который, чтобы удерживать болѣе постоянную температуру, вставленъ былъ въ другой, также наполненный водою, стеклянный сосудъ. Передъ этими сравненіями и непосредственно послѣ послѣдняго сравненія, при 40° , опредѣлены нулевые точки обоихъ термометровъ. Найденныя пониженія, у термометра Тонло = $0,02$ и у термометра Гейслера = $0,09$, распределены В. Х. Дубинскимъ на температуры отъ 25° до 40° , а именно у термометра Тонло по найденному въ Международномъ Бюро для термометровъ изъ французскаго твердаго стекла линейному закону, а у термометра Гейслера по данному Пернетомъ квадратному закону. Замѣтимъ при этомъ, что наблюдавшіяся передъ сравненіями нулевые точки относятся къ комнатной температурѣ.

Сравненія приведены въ слѣдующей таблицѣ:

ВРЕМЯ.	Tonnelot № 4494.									№ 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).					
	Средній отсчётъ.	Поправка калибра.	Приведеніе къ вѣшному давленію = 760 мм.	Приведеніе къ горизонт. положенію.	Поправка нуля.	Исправлен. отсчётъ.	Поправка за основную разность.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Водородный термометръ.	Средній отсчётъ.	Поправка калибра.	Поправка нуля.	Поправка за основную разность.	Температура.	Приведеніе къ водородн. термометру.
1888 6 Февраля	+ 0,020	0,000	0,000	+0,008	-0,028	0,000	—	—	0,000	+ 0,540	-0,002	-0,538	—	0,000	0,000
8 »	4,539	-0,010	0,000	+0,011	-0,028	4,512	0,000	-0,021	4,491	5,090	-0,004	-0,538	-0,016	4,532	-0,041
» »	9,467	-0,005	-0,001	+0,015	-0,028	9,448	0,000	-0,049	9,399	10,067	-0,001	-0,538	-0,033	9,495	-0,096
9 »	15,160	-0,014	-0,001	+0,019	-0,028	15,136	0,000	-0,070	15,066	15,774	-0,004	-0,538	-0,052	15,180	-0,114
10 »	14,935	-0,014	-0,001	+0,019	-0,028	14,911	0,000	-0,070	14,841	15,553	-0,005	-0,538	-0,051	14,959	-0,118
» »	19,889	-0,042	-0,001	+0,023	-0,028	19,841	0,000	-0,085	19,756	20,452	+0,035	-0,538	-0,068	19,881	-0,125
11 »	25,801	-0,070	-0,001	+0,028	-0,023	25,735	0,000	-0,096	25,639	26,341	+0,055	-0,521	-0,089	25,786	-0,147
15 »	29,596	-0,099	-0,003	+0,030	-0,018	29,506	0,000	-0,102	29,404	30,136	+0,036	-0,501	-0,102	29,569	-0,165
16 »	35,235	-0,154	-0,004	+0,035	-0,013	35,099	-0,001	-0,106	34,992	35,697	+0,056	-0,477	-0,121	35,155	-0,163
17 »	39,304	-0,173	-0,004	+0,038	-0,008	39,157	-0,001	-0,107	39,049	39,729	+0,065	-0,448	-0,135	39,211	-0,162
» »	0,000	0,000	0,000	+0,008	-0,008	0,000	—	—	0,000	+ 0,450	-0,002	-0,448	—	0,000	0,000

Приведенія термометра № 10' къ международному водородному термометру вторично выведены мною въ февралѣ 1901 г. изъ сравненій его съ обоими главными нормальными термометрами Tonnelot № 4494 и № 4495. Эти сравненія приведены нами въ таблицахъ I и II, въ концѣ настоящаго труда, а способъ сравненій изложенъ выше (см. стр. 53—56).

Въ слѣдующей табличкѣ сопоставлены результаты сравненій, полученные Дубинскимъ въ 1888 г. и мною въ 1901 г., среднія изъ полученныхъ приведеній и тѣ приведенія, которыя примѣнялись до 1901 г.

Приведенія термометра № 10' къ водородному термометру.

Шкала.	1888.	1901.	Среднія.	Примѣнялись до 1901 г.	Разности.
0°	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-0,045	-0,035	-0,04	-0,05	+0,01
10	-0,10	-0,07	-0,08	-0,08	0,00
15	-0,115	-0,095	-0,10	-0,11	+0,01
20	-0,125	-0,12	-0,12	-0,13	+0,01
25	-0,145	-0,14	-0,14	-0,15	+0,01
30	-0,16	-0,17	-0,16	-0,16	0,00
35	-0,16	-0,17	-0,16	-0,16	0,00
40	-0,16	-0,17	-0,17	-0,16	-0,01
45	—	-0,175	-0,17	-0,16	-0,01
50	—	-0,17	-0,17	-0,16	-0,01

Данныя въ этой таблицѣ среднія приведенія мы приняли какъ окончательно опредѣленные, и примѣнили ихъ въ настоящемъ трудѣ къ термометру № 10' при всѣхъ опредѣленіяхъ поправокъ сравненныхъ съ нимъ обыкновенныхъ нормальныхъ термометровъ. Впрочемъ, эти среднія приведенія отклоняются отъ принимавшихся раньше не болѣе чѣмъ на 0,01.

Замѣтимъ здѣсь, что термометръ № 10' служилъ для повѣрки термометровъ только въ исключительныхъ случаяхъ, когда нужно было повѣрить обыкновенные нормальные термометры, или же термометры при температурахъ выше 40°, или, наконецъ, при температурахъ отъ 5° до 5°, отъ 2° до 2° и т. д. Къ сожалѣнію, повѣрка термометровъ по термометру № 10' не всегда была вполне точною, особенно при высокихъ температурахъ, по причинѣ значительныхъ термическихъ послѣдствій его. Поэтому въ настоящемъ трудѣ при опредѣленіяхъ поправокъ обыкновенныхъ нормальныхъ термометровъ относительно водороднаго термометра мы пользовались только тѣми сравненіями съ термометромъ № 10', при которыхъ имѣются тщательныя опредѣленія его нулевой точки.

Приведенія термометра № 10' къ водородному термометру при температурахъ ниже 0° опредѣлены впервые С. В. Гласекомъ въ февралѣ 1892 г. Они вычислены имъ изъ произведенныхъ Дораидтомъ, въ декабрѣ 1876 г., сравненій между ртутнымъ термометромъ № 10' и нормальнымъ спиртовымъ термометромъ А (Dr. H. Geissler in Bonn) и изъ произведеннаго имъ самимъ, въ февралѣ 1892 г., сличенія этого спиртового термометра съ главнымъ нормальнымъ толуолевымъ термометромъ Tonnelot № 4932, который былъ изслѣдованъ и непосредственно сравненъ съ водороднымъ термометромъ въ Международномъ Бюро. Такимъ образомъ приведенія ртутнаго термометра № 10' были опредѣлены посредствомъ спиртового термометра А, для котораго посредствомъ толуолеваго термометра № 4932 были опредѣлены приведенія къ международному водородному термометру.

Сличеніе спиртового термометра А съ толуолевымъ термометромъ № 4932 изложено подробно въ статьѣ: S. Hlasek «Die Temperatur-Scalen des Physikalischen Central-Observatoriums», Repertorium für Meteorologie, Bd. XV, № 7, pag. 16—18. Замѣтимъ здѣсь только, что это сличеніе было произведено въ описанномъ нами выше приборѣ Дюкрете, что нулевая точка толуолеваго термометра, при вычисленіи температуръ, была принята = 309,74, т. е. наивышшая, которая получена въ Международномъ Бюро послѣ продолжительнаго пребыванія термометра при 0° (см. стр. 62—63) и что послѣ каждаго пониженія температуры верхнія части какъ толуолеваго, такъ и спиртового термометровъ нагрѣвались при помощи пламени спиртовой лампы.

Въ слѣдующей таблицѣ мы приводимъ полученные въ декабрѣ 1876 г. поправки спиртового термометра А относительно шкалы ртутнаго термометра № 10', затѣмъ, полученные въ февралѣ 1892 г. поправки термометра А относительно водороднаго термометра (№ 4932—А) и, наконецъ, вычисленные изъ нихъ приведенія термометра № 10' къ водородному термометру:

Шкала термометра А.	Ртутный термометръ № 10' — спирт. термометръ А.	Толуоловый термометръ № 4932 — спирт. термометръ А.	Шкала термометра № 10'.	Приведенія термом. № 10' къ водородному термометру (1892).
0°	0,00	0,00	0°	0,00
— 5	—0,15	—0,17	— 5	—0,03
—10	—0,31	—0,33	—10	—0,02
—15	—0,51	—0,51	—15	0,00
—20	—0,72	—0,71	—20	+0,01
—25	—1,03	—0,97	—25	+0,06
—30	—1,37	—1,29	—30	+0,07
—35	—1,72	—1,56	—35	+0,14
—40	—2,11	—1,84	—40	+0,25
—45	—	—2,08	—	—
—50	—	—2,33	—	—
—55	—	—2,56	—	—
—60	—	—2,76	—	—

Полученныя такимъ образомъ приведенія термометра № 10' однако значительно разнятся отъ опредѣленныхъ впоследствии приведеній этого термометра.

Въ январѣ 1893 г. термометръ № 10' былъ сравненъ непосредственно съ толуоловымъ термометромъ № 4932, а именно В. Х. Дубинскимъ и В. К. Гуномъ въ наполненномъ алкоголемъ большомъ стеклянномъ сосудѣ при -10° и -20° ; при этихъ сравненіяхъ температура воздуха почти совпадала съ температурою алкоголя. Въ среднемъ получены слѣдующія приведенія термометра № 10' къ водородному термометру:

$$\begin{aligned} \text{При } -20^{\circ} \text{ приведеніе} &= + 0,18 \\ \text{» } -10 \quad \text{»} &= + 0,08 \\ \text{» } 0 \quad \text{»} &= 0,00 \end{aligned}$$

Мы видимъ, что уже эти величины значительно разнятся отъ данныхъ въ 1892 г. величинъ.

Въ 1894 г. былъ приобретень Г. Ф. О. ртутный термометръ Tonnelot № 11167, предназначенный служить главнымъ нормальнымъ термометромъ для температуръ ниже 0° и изслѣдованный въ Международномъ Бюро (см. стр. 58).

Съ этимъ ртутнымъ термометромъ В. К. Гупъ непосредственно сравнилъ термометръ № 10' въ декабрѣ 1894 г. въ наполненномъ алкоголемъ стеклянномъ сосудѣ при -10° и -20° , затѣмъ въ мартѣ 1898 г. въ новомъ приборѣ, описанномъ нами выше (см. стр. 43), при температурахъ до -35° . Эти сравненія повторены мною въ мартѣ и маѣ 1900 г. и, наконецъ, въ февралѣ 1901 г. Всѣ эти сравненія приведены нами въ таблицѣ VIII, въ

концѣ настоящаго труда, вычисленія же температуръ по шкалѣ водороднаго термометра приведены въ таблицахъ IV—VII, въ которыхъ даны сравненія толуолеваго термометра № 4932 съ ртутнымъ термометромъ № 11167. Съ послѣднимъ именно сравнивались въ одно и то же время термометры № 4932, № 10' и нѣсколько другихъ нормальныхъ термометровъ. Способъ сравненій изложенъ выше (см. стр. 65—68). Результаты сравненій термометра № 10' съ главнымъ нормальнымъ термометромъ № 11167 слѣдующіе:

Приведенія термометра № 10' къ водородному термометру.

Шкала.	1894.	1898.	1900.	1901.	Окончательный.
0°	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
— 5	—	—	—	—	+0,06
—10	+0,13	—	—	+0,115	+0,12
—15	—	—	—	—	+0,19
—20	+0,26	+0,255	+0,255	+0,255	+0,26
—25	—	+0,32	+0,32	+0,33	+0,33
—30	—	+0,40	+0,43	+0,42	+0,41
—35	—	+0,48	—	—	+0,49

Приведенія, помѣщенныя въ послѣднемъ столбцѣ этой таблички, мы принимаемъ за окончательныя. Они значительно разнятся отъ данныхъ въ 1892 г. приведеній, а именно:

При — 5°	на	+0,09
—10	»	+0,14
—15	»	+0,19
—20	»	+0,25
—25	»	+0,27
—30	»	+0,34
—35	»	+0,35

Эти значительныя отклоненія мы приписываемъ непригодности спиртового и толуолеваго термометровъ для точныхъ измѣреній температуры. Мы приписываемъ ихъ съ одной стороны тому обстоятельству, что при сравненіяхъ спиртового термометра А съ ртутнымъ термометромъ № 10', въ декабрѣ 1876 г., оставшіяся на стѣнкахъ капиллярной трубки капельки спирта не успѣвали стечь, между тѣмъ, какъ въ 1892 г. этотъ недостатокъ былъ устраненъ нагрѣваніемъ верхней части термометра А при помощи пламени спиртовой лампы, съ другой стороны — тому, что для толуолеваго термометра № 4932 въ 1892 г. была взята слишкомъ высокая нулевая точка = 309.74, вслѣдствіе чего получены слишкомъ низкія температуры по этому термометру.

На сколько не надежны приведенія термометра № 10', выведенныя такимъ способомъ, какимъ они были выведены въ 1892 г., показываютъ также сравненія спиртового термометра *A* съ толуолевымъ термометромъ № 4932, произведенныя В. К. Гуномъ въ мартѣ 1898 г. Результаты этихъ сравненій даны въ слѣдующей таблицѣ:

Шкала.	Толуолевый термометръ № 4932 — спиртовой термом. <i>A</i> .	II—I.	Приведенія термометра № 10' къ водородному термом. (<i>A</i>).	Δ .
0°	0,00	0,00	0,00	0,00
— 5	—	—	—	—
—10	—	—	—	—
—15	—	—	—	—
—20	—0,57	+0,14	+0,15	+0,11
—25	—0,92	+0,05	+0,11	+0,22
—30	—1,11	+0,18	+0,25	+0,16
—35	—1,41	+0,15	+0,29	+0,20
—40	—1,81	+0,03	—	—
—45	—2,18	—0,10	—	—
—50	—	—	—	—
—55	—2,99	—0,43	—	—

Въ столбцѣ «Толуолевый термометръ № 4932 — спиртовой термометръ *A*» даны приведенія термометра *A* къ водородному термометру, выведенныя изъ сравненій его съ термометромъ № 4932, въ мартѣ 1898 г., въ столбцѣ «II—I» даны разности между послѣдними и приведеніями, полученными въ 1892 г., затѣмъ даны приведенія термометра № 10' къ водородному термометру, вычисленныя изъ № 4932—*A* (1898 г.) и № 10'—*A* (1876 г.), и, наконецъ, даны отклоненія окончательныхъ приведеній термометра № 10', выведенныхъ нами изъ сравненій его съ ртутнымъ термометромъ Tonnelot № 11167, отъ вычисленныхъ указаннымъ способомъ приведеній.

Замѣтимъ, наконецъ, что окончательно принятыя нами приведенія термометра № 10 (Dr. H. Geissler in Bonn) къ международному термометру при температурахъ ниже 0° хорошо согласуются съ приведеніями, полученными другими изслѣдователями для термометровъ изъ Тюрингенскаго стекла.

15. Нормальный термометръ № 2 (H. Geissler in Bonn).

Съ 1869 г. до конца 1876 г. нормальнымъ термометромъ Главной Физической Обсерваторіи служилъ ртутный термометръ № 2 (H. Geissler in Bonn); къ нему приводились поправки всѣхъ термометровъ, провѣренныхъ въ Г. Ф. О. въ теченіе этого времени, и въ

тѣхъ случаяхъ, когда для провѣрки служилъ другой нормальный термометръ (№ 3, № 3', № 4, № 4').

Поправки термометра № 2 слѣдующія:

При	0°	10°	20°	30°	40°
Относительно водороднаго термометра	0,00	-0,08	-0,16	-0,20	-0,22
Примѣнялись не приведенныя къ водородному термометру поправки:					
1869—1875	0,00	+0,02	+0,04	+0,06	+0,08
1876	0,00	+0,03	+0,02	+0,02	+0,02
Отнесенныя в послѣдствіи къ термометру № 4 (№ 10')	0,00	-0,01	-0,04	-0,06	-0,08
Приведенія поправокъ къ водородному термометру:					
1869—1875	0,00	-0,10	-0,20	-0,26	-0,30
1876	0,00	-0,11	-0,18	-0,22	-0,24
(термометръ № 4)	0,00	-0,07	-0,12	-0,14	-0,14

Въ этой таблицѣ даны нами для термометра № 2 лишь поправки, которыя имѣютъ практическое значеніе для метеорологическихъ термометровъ, провѣрившихся по термометру № 2 отъ 0° до 30° или 40°, черезъ каждыя 10°. Болѣе подробно даны нами для термометра № 2 поправки шкалы ниже, гдѣ нами разсмотрѣно, какимъ путемъ получены эти поправки и чѣмъ мы руководствовались при выводѣ приведеній ихъ къ международному водородному термометру.

Термометръ № 2 (H. Geissler in Bonn) представляетъ собою термометръ съ отдѣльной шкалой изъ молочнаго стекла, помѣщенной внутри его внѣшней трубки и приклеенною къ ней («Einschlussthermometer» стараго типа).

Резервуаръ термометра имѣетъ цилиндрическую форму; объемъ резервуара около 0,4 куб. см. (діаметръ = 6 мм., длина около 10 мм.).

Разстояніе середины резервуара отъ дѣленія 0 шкалы = 59 мм.

Шкала раздѣлена на $\frac{1}{10}^\circ$ и простирается отъ -8° до $+102^\circ$ слишкомъ. Дѣленія шкалы равны между собою, при чемъ 1 дѣленіе = $0,1 = 0,31$ мм.

Вся длина термометра = 410 мм.

Изъ имѣвшихся въ Главной Физической Обсерваторіи въ 1868 г. двухъ нормальныхъ термометровъ № 1 и № 2 (оба: Geissler in Bonn) первый при калиброваніи былъ сломанъ. Чтобы не подвергать № 2 такому же риску, директоръ Вильдъ довольствовался самымъ простымъ калиброваніемъ его, т. е. лишь перемѣщеніями одного короткаго ртутнаго столбика. При этомъ онъ нашель, что термометръ имѣетъ въ предѣлахъ $\pm 0,02$ правильный калибръ.

Пренебрегая неточностями калибра, директоръ Вильдъ далъ для нормального термометра № 2 предварительныя поправки лишь на основаніи опредѣленія основныхъ точекъ 0° и 100°, 12 ноября 1868 г., и выведеннаго изъ этого опредѣленія градуснаго значенія (см. стр. 23):

$$1^\circ = 1,0021.$$

Почти точно такая же величина получена директоромъ Вильдомъ 14 августа 1873 г.:

$$1^\circ = 1,0020.$$

Замѣтимъ при этомъ, что въ обоихъ случаяхъ нулевая точка термометра была взята передъ кипѣніемъ и соответствовала комнатной температурѣ.

Данныя для нормальнаго термометра № 2 директоромъ Вильдомъ поправки примѣнялись съ 1869 г. до конца 1875 г., при чемъ всякій разъ принималась еще въ расчетъ нулевая точка термометра, соответствовавшая болѣе или мѣнѣе продолжительному покою при комнатной температурѣ. Эти поправки приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ, въ третьемъ столбцѣ.

Нормальный термометръ № 2 (Geissler in Bonn).

Шкала.	Поправки относит. водородн. термом. (нуль послѣ комн. температуры).	1869—1875.		1876.		Поправки относит. № 4 (нулев. точки послѣ комнатной температуры).	Приведенія этихъ поправокъ къ водородн. термом.	Поправки относит. водородн. термом. (пониженный нуль).	$1^\circ = 0,9989.$	Поправка калибра.	Приведенія ртути. термом. къ водородн. термометру.
		Примѣнялись.	Приведенія поправокъ къ водородн. термометру.	Примѣнялись.	Приведенія поправокъ къ водородн. термометру.						
0°	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	-0,04	+0,01	-0,05	+0,03	-0,07	+0,01	-0,05	-0,04	-0,01	+0,02	-0,05
10	-0,08	+0,02	-0,10	+0,03	-0,11	-0,01	-0,07	-0,08	-0,01	0,00	-0,07
15	-0,12	+0,03	-0,15	+0,02	-0,14	-0,03	-0,09	-0,12	-0,02	-0,01	-0,09
20	-0,16	+0,04	-0,20	+0,02	-0,18	-0,04	-0,12	-0,16	-0,02	-0,02	-0,12
25	-0,18	+0,05	-0,23	+0,02	-0,20	-0,05	-0,13	-0,19	-0,03	-0,02	-0,14
30	-0,20	+0,06	-0,26	+0,02	-0,22	-0,06	-0,14	-0,21	-0,03	-0,03	-0,15
35	-0,21	+0,07	-0,28	+0,02	-0,23	-0,07	-0,14	-0,23	-0,04	-0,04	-0,15
40	-0,22	+0,08	-0,30	+0,02	-0,24	-0,08	-0,14	-0,26	-0,04	-0,05	-0,17
45	—	+0,09	—	+0,05	—	-0,07	—	—	-0,05	-0,04	—
50	—	+0,10	—	+0,07	—	-0,06	—	—	-0,05	-0,03	—

Въ 1876 г. для нормальнаго термометра № 2 принимались другія поправки (см. ту же таблицу). Эти поправки были выведены Тизеномъ еще въ декабрѣ 1874 г. изъ сравненій термометра № 2 съ термометромъ № 4, калиброваннымъ профессоромъ А. фонъ Эттингеномъ. При этихъ сравненіяхъ къ термометру № 4 кромѣ поправокъ калибра и поправки нуля было примѣнено градусное значеніе $1^\circ = 1,0020$, полученное Др. Мягисомъ въ 1874 г. по старому способу, т. е. нулевая точка термометра была взята имъ до кипѣнія (см. стр. 56).

Впослѣдствіи для термометра № 2 вычислены новыя поправки на основаніи тѣхъ же сравненій его съ термометромъ № 4, но съ той разницею, что къ послѣднему примѣнено

новое градусное значеніе $1^\circ = 0,99936$, отнесенное къ максимально-пониженной пудевой точкѣ непосредственно послѣ опредѣленія точки кипѣнія (см. стр. 57).

На основаніи этихъ новыхъ приведеній термометра № 2 къ термометру № 4 были даны въ 1877 г. новыя поправки для всѣхъ термометровъ, провѣренныхъ въ Г. Ф. О. съ 1869 г. до конца 1876 г. Такимъ образомъ всѣ эти термометры являются приведенными къ калиброванному нормальному термометру № 4 (Dr. H. Geissler in Bonn), при чемъ подъ градусомъ подразумѣвалась 100-ая часть промежутка между точкою кипѣнія воды подъ нормальнымъ давленіемъ, 760 мм. въ Парижѣ (см. главу 5), и точкою таянія льда, отмѣченною на термометрѣ тотчасъ послѣ точки кипѣнія.

Въ слѣдующей таблицѣ приводимъ упомянутыя сравненія, на которыхъ основываются приведенія термометра № 2 и другихъ термометровъ къ нормальному термометру № 4.

ВРЕМЯ.	№ 4 (Dr. H. Geissler in Bonn).					№ 2 (Dr. H. Geissler in Bonn).		
	Отсчетъ.	Поправка нуля.	Поправка калибра.	$1^\circ = 0,99936$	Температура.	Отсчетъ.	Разность.	Приведенія къ № 4.
5 Декабря 1874 г. . .	0,38	-0,38	—	—	0,00	0,28	-0,28	0,00
7 " " . . .	2,11	"	+0,01	0,00	1,74	1,99	-0,25	+0,03
	5,67	"	+0,02	0,00	5,31	5,57	-0,26	+0,02
	5,91	"	+0,02	0,00	5,55	5,81	-0,26	+0,02
	10,04	"	+0,02	-0,01	9,67	9,95	-0,28	0,00
8 " " . . .	12,94	"	+0,02	-0,01	12,57	12,87	-0,30	-0,02
	14,97	"	+0,02	-0,01	14,60	14,90	-0,30	-0,02
	17,50	"	+0,02	-0,01	17,13	17,45	-0,32	-0,04
	19,92	"	+0,03	-0,01	19,56	19,88	-0,32	-0,04
9 " " . . .	24,54	"	+0,03	-0,02	24,17	24,50	-0,33	-0,05
	27,47	"	+0,03	-0,02	27,10	27,44	-0,34	-0,06
	30,10	"	+0,03	-0,02	29,73	30,07	-0,34	-0,06
10 " " . . .	30,35	"	+0,03	-0,02	29,98	30,30	-0,32	-0,04
	32,00	"	+0,03	-0,02	31,63	31,96	-0,33	-0,05
	34,96	"	+0,03	-0,02	34,59	34,94	-0,35	-0,07
	39,95	"	+0,04	-0,03	39,58	39,95	-0,37	-0,09
	40,08	"	+0,04	-0,03	39,71	40,07	-0,36	-0,08
	44,87	"	+0,04	-0,03	44,50	44,86	-0,36	-0,08
	44,98	"	+0,04	-0,03	44,61	44,97	-0,36	-0,08
	46,31	"	+0,04	-0,03	45,94	46,29	-0,35	-0,07
	45,94	"	+0,04	-0,03	45,57	45,90	-0,33	-0,05
	49,04	"	+0,03	-0,03	48,66	49,00	-0,34	-0,06
	50,01	"	+0,03	-0,03	49,63	49,96	-0,33	-0,05

При этомъ замѣтимъ, что нулевая точка какъ термометра № 4, такъ и термометра № 2, принята для всѣхъ температуръ одна и та же, а именно послѣ продолжительнаго покоя при комнатной температурѣ (№ 4 былъ передъ этими сравненіями въ послѣдній разъ подвергнутъ температурѣ кипѣнія воды въ августѣ 1874 г.; № 2 служилъ въ 1874 г. для повѣрки термометровъ не выше 40°). Если бы пониженія нулевой точки обоихъ термометровъ были одинаковы, тогда для вычисленія приведеній одного къ другому было бы безразлично, примѣнять ли для отдѣльныхъ температуръ разныя поправки нулевой точки или, какъ выше, для всѣхъ температуръ одну и ту же поправку. Какъ видно, однако, изъ слѣдующей таблички, № 2 имѣеть нѣсколько бѣльшія пониженія, чѣмъ № 4.

	Пониженія нулевой точки.	
	№ 2.	№ 4.
20°	0,00	0,00
30	0,01	0,01
40	0,05	0,04
46	0,07	0,05
—	—	—
100	0,36	0,29

Приведенныя здѣсь пониженія нулевой точки термометра № 2 для 30°, 40° и 46° наблюдались мною въ маѣ 1901 г., при чемъ термометръ былъ подвергнутъ этимъ температурамъ около получаса; максимальныя пониженія (послѣ 100°) нулевой точки обоихъ термометровъ и пониженіе № 4 для 46° наблюдались Дорандтомъ въ началѣ 1877 г.; пониженія же № 4 для 30° и 40° вычислены мною по формулѣ Пернета.

Если принять въ расчетъ, при вычисленіи приведеній № 2 къ № 4, разности пониженій ихъ нулевыхъ точекъ, а именно

для 35° и 40°	.....	0,01
» 45 » 50	.....	0,02,

то получимъ на эти разности меньшія приведенія, чѣмъ тѣ, которыя даны въ 1877 г. и приведены нами въ таблицѣ на стр. 79, а именно мы получимъ теперь

при 35°	.....	—0,08	вмѣсто	—0,07
» 40	.....	—0,09	»	—0,08
» 45	.....	—0,09	»	—0,07
» 50	.....	—0,08	»	—0,06

Изъ исправленныхъ такимъ образомъ приведеній термометра № 2 къ калиброванному термометру № 4 и изъ градуснаго значенія термометра № 2 ($1^\circ = 0,9989$)

выведеннаго изъ опредѣленій точки кипѣнія и максимально-пониженной нулевой точки, 7 іюня 1876 г. и 21 февраля 1877 г. (см. стр. 23), легко можно вычислить для него поправки калибра. Эти поправки даны нами вмѣстѣ со всѣми другими поправками его въ таблицѣ на стр. 79. Замѣтимъ однако, что выведенныя для термометра № 2 поправки калибра лишь въ томъ случаѣ могутъ считаться вполнѣ точными, если при точныхъ сравненіяхъ его съ термометромъ № 4 расширеніе стекла происходило у обоихъ термометровъ по одному и тому же закону.

Чтобы опредѣлить приведенія термометра № 2 къ международному водородному термометру, Дубинскій въ началѣ 1888 г. сравнилъ его съ нормальнымъ ртутнымъ термометромъ № 4495 (Tonnelot), изслѣдованнымъ въ «Bureau international des poids et mesures». При сравненіяхъ № 2 съ № 4495, оба термометра находились въ наполненномъ водою стеклянномъ сосудѣ, который, чтобы температура въ немъ держалась болѣе постоянной, вставленъ былъ въ другой цилиндрической сосудъ съ водою. Выдававшіеся ртутные столбики имѣли у обоихъ термометровъ одинаковую длину, около 4 см. Температура помѣщенія, въ которомъ производились сравненія при 5°, 10° и 15°, была только на 1° выше температуры ванны, а при температурахъ отъ 20° до 40° — ниже (при 30° на 10°, при 40° на 13°). Отсчеты производились черезъ зрительную трубу, при чемъ на вертикальное положеніе наочнаго термометра Tonnelot № 4495 было обращено надлежащее вниманіе. Передъ всей серіей сравненій и послѣ нея были опредѣлены нулевые точки обоихъ термометровъ, и изъ полученныхъ пониженій (0,08 для Гейслера и 0,02 для Тонло) были вычислены нулевые точки для промежуточныхъ температуръ, при чемъ для Тонло вычисленія основывались на прямолинейномъ законѣ, а для Гейслера на формулѣ, предложенной Пернетомъ, такъ напр. для 30° получено Дубинскимъ пониженіе нулевой точки

$$= 0,08 \cdot \frac{(30^2 - 20^2)}{(40^2 - 20^2)} = 0,033.$$

Сравненія термометра № 2 (H. Geissler in Bonn) съ нормальнымъ термометромъ № 4495 (Tonnelot) приведены въ нижеслѣдующей таблицѣ (см. стр. 83).

Въ этой таблицѣ мы вывели для термометра № 2 полныя поправки относительно водороднаго термометра, примѣнивъ къ № 2 лишь поправки нулевой точки.

Чтобы получить нѣкоторый критерій для точности выведенныхъ поправокъ, я сравнилъ термометръ № 2 въ маѣ 1901 г. съ термометромъ № 313 (Ф. Мюллеръ), служащимъ въ настоящее время для повѣрки ртутныхъ термометровъ въ новомъ приборѣ, позволяющемъ провѣряемые термометры цѣликомъ погружать въ воду. Термометры находились въ ваннѣ, при отдѣльныхъ температурахъ, около 40 минутъ, и отсчитывались въ теченіе послѣднихъ 15 минутъ. Передъ каждымъ отсчетомъ вода быстро перемѣшивалась. Нулевые точки термометровъ опредѣлялись послѣ cadaго сравненія, тотчасъ послѣ послѣднихъ отсчетовъ.

ВРЕМЯ.	№ 4495 Tonnelot.										№ 2 (Dr. H. Geissler in Bonn).		
	Средній отсчетъ.	Поправка калибра.	Приведеніе къ горизонт. положенію.	Приведеніе къ 760 мм.	Поправка нуля.	Исправлен. отсчетъ.	Поправка на разность основныхъ точекъ.	Ртутный термометръ.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Водородный термометръ.	Средній отсчетъ.	Поправка нуля.	Полная поправка относительно водороднаго термометра.
24 Января 1888.	5,005	-0,057	+0,012	-0,001	-0,029	4,930	+0,003	4,933	-0,028	4,905	5,349	-0,410	-0,034
» » »	9,800	-0,037	+0,016	-0,001	-0,029	9,699	+0,006	9,705	-0,051	9,654	10,137	-0,410	-0,073
25 » »	0,020	0,000	+0,008	+0,001	-0,029	0,000	—	0,000	—	0,000	0,410	-0,410	0,000
27 » »	14,622	-0,111	+0,020	+0,001	-0,029	14,503	+0,009	14,512	-0,068	14,444	14,965	-0,410	-0,111
» » »	19,696	-0,128	+0,024	0,000	-0,029	19,563	+0,013	19,576	-0,084	19,492	20,054	-0,410	-0,152
» » »	24,854	-0,107	+0,028	0,000	-0,024	24,751	+0,016	24,767	-0,095	24,672	25,255	-0,395	-0,188
28 » »	19,453	-0,128	+0,023	0,000	-0,029	19,319	+0,013	19,332	-0,083	19,249	19,805	-0,410	-0,146
» » »	24,543	-0,106	+0,028	-0,001	-0,024	24,440	+0,016	24,456	-0,094	24,362	24,943	-0,395	-0,186
» » »	29,955	-0,102	+0,032	-0,001	-0,019	29,865	+0,019	29,884	-0,102	29,782	30,370	-0,377	-0,211
30 » »	29,802	-0,103	+0,032	-0,002	-0,019	29,710	+0,019	29,729	-0,102	29,627	30,220	-0,377	-0,216
» » »	34,699	-0,104	+0,035	-0,002	-0,014	34,614	+0,022	34,636	-0,106	34,530	35,107	-0,355	-0,222
31 » »	34,899	-0,104	+0,035	-0,002	-0,014	34,814	+0,022	34,836	-0,106	34,730	35,312	-0,355	-0,227
1 Февраля »	40,278	-0,114	+0,040	-0,003	-0,009	40,192	+0,026	40,218	-0,107	40,111	40,702	-0,330	-0,261
» » »	0,000	0,000	+0,008	0,000	-0,008	0,000	—	0,000	—	0,000	0,330	-0,330	0,000

Эти сравненія приведены въ слѣдующей таблицѣ:

ВРЕМЯ.	№ 313 (Ф. Мюллеръ).				№ 2 (Dr. Geissler in Bonn).				
	Средній отсчетъ.	Поправка нуля.	Поправка относител. водороднаго термометра.	Водородный термометръ.	Средній отсчетъ.	Поправка нуля.	Поправка относит. водородн. термом.		
							Шукевичъ.	Дубинскій.	
21 Мая 1901.	10,26	-0,04	+0,02	10,24	10,77	-0,45	-0,08	-0,07	
» » »	19,73	-0,04	+0,01	19,70	20,30	-0,44	-0,16	-0,15	
» » »	30,09	-0,04	+0,01	30,06	30,69	-0,42	-0,21	-0,21	
28 » »	40,41	-0,04	0,00	40,37	41,03	-0,39	-0,27	} -0,26	
» » »	40,24	-0,04	0,00	40,20	40,85	-0,38	-0,27		

Въ послѣднихъ двухъ столбцахъ этой таблицы сопоставлены поправки № 2 относительно водороднаго термометра, полученныя мною, съ поправками, полученными изъ сравненій, произведенныхъ Дубинскимъ въ 1888 г. Какъ видно изъ этого сопоставленія, результаты сравненій въ обоихъ случаяхъ сходятся между собою до 0,01. Окончательно при-

нятыя нами поправки термометра № 2 относительно водороднаго термометра приведены въ таблицѣ на стр. 79.

Если вычестъ изъ этихъ поправокъ поправки термометра отъ неправильнаго промежутка основныхъ точекъ (0° и 100°) и поправки калибра, то получаемъ приведенія нормальныхъ ртутныхъ термометровъ изъ стекла даннаго сорта вообще къ водородному термометру (эти приведенія даны въ послѣднемъ столбцѣ той же таблицы). Но такъ какъ поправки калибра выведены для № 2 изъ сравненій его съ калиброваннымъ термометромъ № 4 (Geissler in Bonn), то, строго разсуждая, слѣдуетъ эти приведенія отнести и къ послѣднему. Къ сожалѣнію, этотъ термометръ въ 1877 г. разбитъ, такъ что приведенія его къ водородному термометру болѣе близкимъ путемъ не могутъ быть опредѣлены.

Полученныя нами полныя (индивидуальныя) поправки термометра № 2 относительно водороднаго термометра примѣнимы въ томъ случаѣ, когда извѣстна пониженная нулевая точка для каждой данной температуры. При повѣркѣ же термометровъ по термометру № 2 нулевая точка его принималась для всѣхъ температуръ одна и та же, а именно послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго покоя при комнатной температурѣ. Если къ показаніямъ термометра № 2 въ то время, когда съ нимъ сравнивались другіе термометры, примѣнить эту поправку нулевой точки и полученныя нами поправки его относительно водороднаго термометра, то болѣе высокія температуры получатся нѣсколько ниже, чѣмъ онѣ были въ дѣйствительности по шкалѣ водороднаго термометра. Если напр. по термометру № 2 было отсчитано $40,45$, а нулевая точка его послѣ комнатной температуры была $= +0,30$, то, примѣнивъ къ разности $40,45 - 0,30 = 40,15$ поправку относительно водороднаго термометра $= -0,27$, получимъ температуру $= 39,88$, для пониженной же нулевой точки, положимъ $+0,24$, получимъ $39,94$, т. е. первая температура на $0,06$ ниже дѣйствительной температуры по шкалѣ водороднаго термометра.

Давая для поправокъ провѣренныхъ въ прежнее время термометровъ приведенія къ водородному термометру, слѣдуетъ поэтому принимать въ соображеніе, какъ опредѣлена была при повѣркѣ термометровъ нулевая точка нормальнаго термометра. Такъ какъ ко всѣмъ показаніямъ термометра № 2 примѣнялась при повѣркѣ поправка нулевой точки, соответствующей комнатной температурѣ, то для болѣе высокыхъ температуръ слѣдуетъ давать нѣсколько меньшія приведенія, чѣмъ тѣ, которыя мы получили, принявъ въ расчетъ пониженную нулевую точку, а именно ихъ слѣдуетъ уменьшить на тѣ пониженія нулевой точки, которыя происходили во время повѣрки. Но такъ какъ пониженія нулевой точки зависятъ не только отъ температуры, но и отъ времени, въ продолженіе котораго термометръ былъ подвергнутъ этой температурѣ, а пониженія нулевой точки термометра № 2 при повѣркѣ не наблюдались, то мы можемъ дать для нихъ лишь приближенныя величины. Предположивъ, что повѣрка метеорологическихъ термометровъ при отдѣльныхъ температурахъ продолжалась сравнительно короткое время, мы остановились на слѣдующихъ небольшихъ пониженіяхъ нулевой точки нормальнаго термометра № 2:

При 25°	пониженіе	=	0,005
» 30	»	=	0,015
» 35	»	=	0,025
» 40	»	=	0,045
» 45	»	=	0,065

Исправивъ на эти величины полученныя нами выше поправки № 2 относительно водороднаго термометра, мы и получимъ тѣ поправки, которыя слѣдуетъ примѣнять къ поправкамъ термометровъ, провѣренныхъ въ теченіе періода 1869—1876 г., для приведенія ихъ къ международному водородному термометру, при чемъ, разумѣется, должны быть приняты въ расчетъ примѣнявшіяся въ это время поправки шкалы термометра № 2. Всѣ эти поправки даны въ таблицѣ на стр. 79. При этомъ припомнимъ, что впоследствии, въ 1877 г., поправки всѣхъ провѣренныхъ раньше термометровъ были приведены къ термометру № 4 и что, такимъ образомъ, дѣйствительны тѣ приведенія къ водородному термометру, которыя относятся къ принятымъ въ 1877 г. поправкамъ № 2 относительно № 4 (см. ту же таблицу). Въ слѣдующемъ сопоставлены приведенія (I) къ водородному термометру, принимавшіяся съ 1892 г. до сихъ поръ, съ тѣми (II), которыя выведены нами:

	0	10	20	30	40
I	0,00	—0,07	—0,12	—0,15	—0,16
II	0,00	—0,07	—0,12	—0,14	—0,14

Разности между ними для метеорологическихъ цѣлей ничтожны.

Замѣтимъ здѣсь еще, что данныя для какого-нибудь термометра поправки строго говоря имѣютъ лишь условное значеніе; въ точности онѣ дѣйствительны только при тѣхъ колебаніяхъ температуры, каковымъ онъ подвергался въ продолженіе того времени, когда онъ находился въ Г. Ф. О. для повѣрки. Условности этой нѣтъ для термометровъ съ незначительнымъ пониженіемъ нулевой точки.

Наконецъ, воспользуемся тѣмъ, что нѣкоторые термометры, провѣренные по термометру № 2, черезъ болѣе или менѣе долгій промежутокъ времени были вторично провѣрены по другому нормальному термометру, чтобы сравнить между собою результаты повѣрки, полученные въ разное время. Въ слѣдующей таблицѣ сопоставлены для нѣсколькихъ психрометрическихъ термометровъ (разд. на $\frac{1}{5}^{\circ}$) найденныя въ разное время поправки, при чемъ къ нимъ уже примѣнены окончательно нами выведенныя приведенія къ водородному термометру (см. стр. 86).

Сравнивая поправки термометровъ, выведенныя изъ сличенія съ нормальнымъ термометромъ № 2, съ поправками, опредѣленными въ позднѣйшее время по другому нормальному термометру, и принимая послѣднія за болѣе точныя, мы видимъ, что поправки, полученныя въ первое время (1870, 1872), даютъ слишкомъ высокія температуры, въ среднемъ изъ приведенныхъ случаевъ:

Термометръ.	Нормальный термометръ.	Время повѣрки.	Поправки термометра.				Нулевая точка.
			0°	10°	20°	30°	
№ 72 ^I (Geissler in Bonn) .	№ 2	Августъ 1870. .	0,00	-0,05	-0,09	-0,13	+0,06
	№ 274	Декабрь 1877. .	0,00	-0,12	-0,10	-0,19	+0,24
№ 72 ^{II} » » » .	№ 2	Августъ 1870. .	0,00	-0,11	-0,18	-0,20	+0,01
	№ 274	Декабрь 1877. .	0,00	-0,16	-0,21	-0,25	+0,20
№ 144 ^I » » » .	№ 2	Май 1872. . . .	0,00	-0,03	-0,07	-0,05	0,00
	№ 313	Май 1901. . . .	0,00	-0,04	-0,10	-0,11	+0,11
№ 148 ^I » » » .	№ 2	Іюнь 1872 . . .	0,00	-0,02	-0,08	-0,07	+0,06
	№ 274	Сентябрь 1879 .	0,00	-0,07	-0,12	-0,12	+0,18
№ 144 ^{II} » » » .	№ 2	Май 1872. . . .	0,00	-0,03	-0,07	-0,04	0,00
	№ 2	Май 1875. . . .	0,00	-0,09	-0,12	-0,04	+0,08
	№ 313	Май 1901. . . .	0,00	-0,07	-0,13	-0,12	+0,14
№ 146 ^I » » » .	№ 2	Іюнь 1872 . . .	0,00	-0,08	-0,14	-0,14	0,00
	№ 2	Май 1875. . . .	0,00	-0,12	-0,16	-0,11	+0,10
	№ 313	Декабрь 1901. .	0,00	-0,09	-0,16	-0,17	+0,32
№ 20 (Geissler in Berlin) .	№ 2	Февраль 1875. .	0,00	-0,10	-0,15	-0,11	-0,06
	№ 274	Іюнь 1877 . . .	0,00	-0,05	-0,16	-0,16	+0,01
№ 15 » » » .	№ 2	Октябрь 1875. .	0,00	-0,09	-0,10	-0,10	+0,61
	№ 603	Іюль 1899 . . .	0,00	-0,03	-0,10	-0,14	+0,71
№ 274 (Geissler in Bonn) .	№ 2	Октябрь 1876. .	0,00	-0,08	-0,14	-0,06	-0,08
	№ 2	Май 1901. . . .	0,00	-0,06	-0,15	-0,13	+0,57

на 0,04 при 10°, на 0,03 при 20° и на 0,05 при 30°;

поправки же, полученные въ 1875 и 1876 гг., при 20° точно согласуются съ поправками, найденными въ позднѣйшее время, при 10° первыя даютъ нѣсколько низшія температуры, чѣмъ послѣднія, въ среднемъ на 0,03, а при 30° опять нѣсколько высшія температуры, въ среднемъ на 0,06. Эти разности, вѣроятно, вызваны различными причинами. Отмѣтимъ здѣсь лишь то, что съ марта мѣсяца 1874 г. термометры провѣрялись въ другомъ приборѣ и что у нормального термометра № 2, у котораго шкала простирается отъ -8° до +102°, разстояніе резервуара, напр., отъ дѣленія 10° меньше 10 см., между тѣмъ какъ у психрометрическихъ термометровъ, со шкалою отъ -35° до +45°, оно превышаетъ обыкновенно 20 см.

Нормальный термометръ № 3 (*Dr. H. Geissler in Bonn*). Этотъ термометръ въ рѣдкихъ случаяхъ служилъ для повѣрки термометровъ вмѣсто нормального термометра № 2.

Такъ какъ показанія термометра № 3 всякій разъ приводились къ № 2 и оба термометра одинаково устроены, то нѣтъ надобности разсматривать № 3 подробнѣе. Ограничиваемся приведеніемъ полученныхъ въ разное время поправокъ его относительно термометра № 2, при чемъ къ послѣднему примѣнены поправки, которыя даны въ 1869 г.

№ 3 (Dr. H. Geissler in Bonn).

Шкала.	Июнь 1869 Пернетъ.	Ноябрь 1872 Мягисъ.	Декабрь 1872 Мягисъ.	Май 1901 Шукевичъ.
0°	0,00	0,00	0,00	0,00
5	—	—0,02	—0,03	—
10	0,00	0,00	0,00	0,00
15	—	+0,04	+0,03	—
20	+0,03	+0,03	+0,03	+0,03
25	—	+0,06	—	—
30	+0,10	—	+0,08	+0,08
35	—	—	—	—
40	+0,17	—	—	+0,13
45	—	—	—	—
50	+0,10	—	—	—

16. Нормальный термометръ № 3' (Dr. H. Geissler in Bonn).

Съ 1869 г. до декабря 1876 г. для повѣрки термометровъ при температурахъ ниже 0° служилъ, главнымъ образомъ, ртутный термометръ № 3', при чемъ для всей его шкалы ниже 0° была принята поправка = 0,00. Впослѣдствіи, въ 1877 г., поправки его и всѣхъ другихъ слѣдующихъ съ нимъ термометровъ были приведены къ нормальному термометру № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).

Поправки термометра № 3' слѣдующія:

При	—35°	—30°	—20°	—10°	0°
Относительно водороднаго термометра	+0,11	+0,06	+0,04	+0,01	0,00
Принятая поправка относительно № 10'	—0,38	—0,35	—0,22	—0,11	0,00
Приведенія ихъ къ водородному термометру	+0,49	+0,41	+0,26	+0,12	0,00

Ниже показано, какимъ путемъ эти поправки получены.

Термометръ № 3' отличается отъ нормальныхъ термометровъ № 2, № 3 и № 4 значительно бѣльшимъ разстояніемъ резервуара отъ дѣленія 0, такъ какъ шкала его простирается внизъ до -39° . Вся длина его при этомъ почти та же, что у упомянутыхъ термометровъ, такъ какъ шкала его вверхъ доведена лишь до $+62^{\circ}$. Шкала раздѣлена равномерно на 0,1, при чемъ одно дѣленіе $= 0,39$ мм.

Какъ уже упомянуто, поправки термометра № 3' и другихъ термометровъ, провѣренныхъ по № 3' при низкихъ температурахъ до декабря 1876 г., впоследствии, въ 1877 г., приведены къ калиброванному нормальному термометру № 10'. Такъ какъ у послѣдняго шкала также не доведена до верхней основной точки (100°), во избѣжаніе чрезмѣрной длины его, то точное значеніе одного градуснаго дѣленія шкалы его было опредѣлено на основаніи сличенія его при 46° съ главнымъ нормальнымъ термометромъ № 4 (подробности см. стр. 70); къ послѣднему, такимъ образомъ, отнесена вся шкала термометра № 10' и вмѣстѣ съ нею поправки термометра № 3'.

Послѣднія выведены Дорандтомъ изъ сличенія № 3' съ № 10' въ декабрѣ 1876 г. При сличеніи ртутные столбики обоихъ термометровъ были совсѣмъ погружены въ охлажденный спиртъ и температура воздуха была близка къ температурѣ спирта. Результаты сличенія приведены въ слѣдующей таблицѣ:

ВРЕМЯ.	№ 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).				№ 3' (Dr. H. Geissler in Bonn).		
	Отсчетъ.	Поправка нуля.	Поправка шкалы.	Исправлен. отсчетъ.	Отсчетъ.	Поправка нуля.	Поправка относ. 10'.
21 Декабря 1876 г. . . .	+ 0,42	—	—	—	+ 0,40	—	0,00
» » » . . .	—30,52	—0,42	+0,17	—30,77	—30,00	—0,41	—0,36
» » » . . .	—36,33	»	+0,15	—36,60	—35,81	»	—0,38
» » » . . .	+ 0,41	—	—	—	+ 0,41	—	—
23 » » . . .	—26,93	—0,41	+0,19	—27,15	—26,45	—0,41	—0,29
» » » . . .	—26,42	»	+0,20	—26,63	—25,96	»	—0,26
25 » » . . .	—22,13	»	+0,22	—22,32	—21,67	»	—0,24
» » » . . .	—18,24	»	+0,18	—18,47	—17,86	»	—0,20
» » » . . .	—17,88	»	+0,18	—18,11	—17,49	»	—0,21
» » » . . .	—18,53	»	+0,19	—18,75	—18,13	»	—0,21
» » » . . .	—18,88	»	+0,19	—19,10	—18,48	»	—0,21
26 » » . . .	+ 0,41	—	—	—	+ 0,41	—	—
» » » . . .	—14,56	—0,41	+0,13	—14,84	—14,25	—0,41	—0,18
» » » . . .	—14,39	»	+0,13	—14,67	—14,09	»	—0,17
» » » . . .	—11,56	»	+0,10	—11,87	—11,32	»	—0,14
» » » . . .	—11,22	»	+0,10	—11,53	—11,00	»	—0,12

На основаніи найденныхъ такимъ образомъ для № 3' поправокъ при различныхъ температурахъ, были даны при помощи графической интерполяціи поправки его отъ 5° до 5°. Послѣднія приведены нами въ слѣдующей табличкѣ. Рядомъ съ ними даны приведенія термометра № 10' къ международному водородному термометру, принятые нами окончательно, и полныя поправки термометра № 3' относительно водороднаго термометра, полученные изъ нихъ.

№ 3' (Dr. H. Geissler in Bonn).

Шкала.	Поправки относит. № 10'.	Приведенія № 10' къ водородному термометру.	Полныя поправки относ. водор. термометра (1876).	Полныя поправки относ. водор. термометра (1901).
0°	0,00	0,00	0,00	0,00
— 5	—0,06	+0,06	0,00	0,00
—10	—0,11	+0,12	+0,01	0,00
—15	—0,18	+0,19	+0,01	0,00
—20	—0,22	+0,26	+0,04	+0,04
—25	—0,26	+0,33	+0,07	+0,05
—30	—0,35	+0,41	+0,06	+0,06
—35	—0,38	+0,49	+0,11	—

Въ послѣднемъ столбцѣ этой таблички даны поправки термометра № 3' относительно водороднаго термометра, полученные изъ произведеннаго мною въ декабрѣ 1901 г. сличенія его съ термометромъ № 313 (Ф. Мюллеръ), служащимъ въ настоящее время для по-вѣрки термометровъ. Полученныя поправки хорошо согласуются съ поправками, выведенными изъ сличенія термометра № 3' съ № 10' въ декабрѣ 1876 г.

Небезынтересенъ также полученный въ 1871 г. Пернетомъ результатъ сравненій термометра № 3' съ воздушнымъ термометромъ:

Поправки термометра № 3'
относительно воздушнаго термометра (Пернетъ 1871).

При 0° погр. = 0,00
» — 5 » = —0,02
» —10 » = —0,01

17. Провѣрочный термометръ № 274 (Dr. H. Geissler in Bonn).

Съ января 1877 г. до мая 1887 г., съ короткими перерывами (октябрь и ноябрь 1881 г. и май—декабрь 1886 г.), для повѣрки метеорологическихъ термометровъ служилъ термометръ № 274 (Dr. H. Geissler in Bonn). Поправки его слѣдующія:

При	—30°	—20°	—10°	0°	10°	20°	30°	40°
Относительно водороднаго термометра	+0,38	+0,24	+0,10	0,00	—0,06	—0,13	—0,11	—0,17
Примѣнялись не приведенныя къ водородному термометру поправки:								
Январь 1877 — Декабрь 1879	—	—0,01	—0,01	0,00	+0,04	0,00	+0,04	+0,04
Декабрь 1879 — Май 1887	—	—0,01	—0,01	0,00	+0,04	0,00	+0,04	—0,01
Приведенія къ водородному термометру:								
Январь 1877 — Декабрь 1879	—	+0,25	+0,11	0,00	—0,10	—0,13	—0,15	—0,21
Декабрь 1879 — Май 1887	—	+0,25	+0,11	0,00	—0,10	—0,13	—0,15	—0,16

Ртутный термометръ № 274 принадлежитъ къ такъ называемымъ психрометрическимъ термометрамъ, т. е. къ термометрамъ, которые служатъ для наблюденій надъ температурою и влажностью воздуха на метеорологическихъ станціяхъ въ Россіи. Это термометры съ шаровиднымъ резервуаромъ (діаметръ около 9 мм.) и съ раздѣленною на $\frac{1}{5}^{\circ}$ шкалою изъ молочнаго стекла, которая включена въ стеклянную трубку (Einschlussthermometer). Термометръ № 274 принадлежитъ къ термометрамъ стараго нѣмецкаго типа, т. е. къ такимъ, у которыхъ шкала приклеена къ стѣнкамъ внѣшней трубки:

Шкала термометра № 274 простирается отъ -40° до $+53^{\circ}$.

Разстояніе середины резервуара отъ 0°	$=168$ мм.
Длина градуса	$= 3,2$ »
Вся длина	$= 354$ »

Пользуясь тщательно провѣреннымъ психрометрическимъ термометромъ для обыкновенной повѣрки метеорологическихъ термометровъ, увеличили точность повѣрки психрометрическихъ — наиболѣе важныхъ въ метеорологіи — термометровъ.

Укажемъ еще на то, что у термометра № 274, хотя онъ изготовленъ изъ Тюрингенскаго стекла, термическія послѣдствія оказались сравнительно незначительными, такими, какъ напр. у термометровъ изъ нормальнаго Іенскаго стекла (16^{III}). Пониженіе нулевой точки его послѣ нагрѣванія его отъ комнатной температуры до $40^{\circ} = 0,015$. Это свойство провѣрочнаго термометра слѣдуетъ считать весьма благоприятнымъ для точности повѣрки метеорологическихъ термометровъ, производившейся съ 1877 г. до настоящаго времени (послѣ термометра № 274 провѣрочными термометрами служили термометры изъ Іенскаго стекла 16^{III}). Замѣтимъ, наконецъ, что нулевая точка его повысилась со временемъ съ января 1877 г. по іюль 1881 г. на $0,06$, отъ $-0,07$ до $-0,01$, но осенью 1881 г.

было замѣчено внезапное крупное измѣненіе положенія нулевой точки, на $+0^{\circ},5$, вслѣдствіе перемѣщенія отклеившейся шкалы. Послѣдняя была вновь прикрѣплена къ внѣшней трубкѣ, и термометръ съ декабря 1881 г. опять употреблялся для повѣрки термометровъ. Нулевая точка его съ этого времени до 1901 г. повысилась на $0^{\circ},04$, отъ $+0^{\circ},53$ до $+0^{\circ},57$.

Примѣнявшіяся къ показаніямъ термометра № 274 поправки выведены изъ сличенія его съ нормальнымъ термометромъ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn), въ декабрѣ 1876 г.

Въ слѣдующей таблицѣ мы приводимъ поправки термометра № 274 относительно международнаго водороднаго термометра, полученныя нами на основаніи этого сличенія, сличенія его съ нормальнымъ термометромъ № 2 (Dr. H. Geissler in Bonn), въ маѣ 1886 г., и сличеній его съ термометромъ № 313 (Ф. Мюллеръ), въ маѣ и декабрѣ 1901 г. Среднія изъ этихъ поправокъ мы принимаемъ за окончательныя. Замѣтимъ при этомъ, что эти поправки относятся къ постоянной нулевой точкѣ (послѣ комнатной температуры).

Поправки термометра № 274 относительно водороднаго термометра.

Шкала.	Декабрь 1876 № 10'.	Май 1886 № 2.	Май 1901 № 313.	Декабрь 1901 № 313.	Среднія.
-30°	$+0,38$	$^{\circ}$	$^{\circ}$	$+0,37$	$+0,38$
-25	$+0,31$	—	—	$+0,29$	$+0,30$
-20	$+0,25$	—	—	$+0,24$	$+0,24$
-15	$+0,18$	—	—	$+0,17$	$+0,17$
-10	$+0,11$	—	—	$+0,09$	$+0,10$
-5	$+0,05$	—	—	$+0,05$	$+0,05$
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	—	$-0,04$	—	—	$-0,04$
10	$-0,05$	$-0,06$	$-0,06$	—	$-0,06$
15	$-0,09$	$-0,09$	—	—	$-0,09$
20	$-0,13$	$-0,13$	$-0,14$	—	$-0,13$
25	$-0,11$	$-0,10$	—	—	$-0,11$
30	$-0,11$	$-0,11$	$-0,12$	—	$-0,11$
35	—	$-0,15$	—	—	$-0,15$
40	—	$-0,17$	$-0,17$	—	$-0,17$

Вмѣсто термометра № 274 для повѣрки термометровъ служили въ октябрѣ и ноябрѣ 1881 г. термометръ № 314* (Geissler in Berlin) и съ мая по декабрь 1886 г. термометръ № 560 (Fuess, Berlin, Patent). Ограничиваемся замѣчаніемъ, что приведенія исправленныхъ при повѣркѣ показаній этихъ двухъ термометровъ къ водородному термометру такія же, въ предѣлахъ $\pm 0^{\circ},01$, какъ и у термометра № 274.

18. Провѣрочный термометръ № 603 (R. Fuess, Berlin — Patent 1877).

Съ конца мая 1887 г. до начала ноября 1900 г. для повѣрки метеорологическихъ термометровъ служилъ ртутный термометръ № 603 (R. Fuess, Berlin — Patent 1877). Поправки его слѣдующія:

При	−30°	−20°	−10°	0°	10°	20°	30°	40°
Относительно водороднаго термометра	+0,34	+0,19	+0,08	0,00	−0,07	−0,09	−0,10	−0,11
Примѣнялись не приведенныя къ водородному термометру поправки:								
Май 1887 — Декабрь 1891	−0,04	−0,04	−0,04	0,00	+0,01	+0,04	+0,05	+0,05
Примѣнялись приведенныя къ водородному термометру поправки:								
Январь 1892 — Декабрь 1892	—	+0,20	+0,16	0,00	−0,07	−0,09	−0,11	−0,11
Декабрь 1892 — Декабрь 1894	—	+0,13	+0,10	0,00	−0,07	−0,09	−0,11	−0,11
Январь 1895 — Ноябрь 1900	+0,35	+0,19	+0,08	0,00	−0,08	−0,10	−0,11	−0,12
Приведеніе поправокъ къ водородн. термометру								
Май 1887 — Декабрь 1891	+0,38	+0,23	+0,12	0,00	−0,08	−0,13	−0,15	−0,16
Добавочныя поправки:								
Январь 1892 — Декабрь 1892	—	−0,01	−0,08	0,00	0,00	0,00	+0,01	0,00
Декабрь 1892 — Декабрь 1894	—	+0,06	−0,02	0,00	0,00	0,00	+0,01	0,00
Январь 1895 — Ноябрь 1900	−0,01	0,00	0,00	0,00	+0,01	+0,01	+0,01	+0,01

Термометръ № 603, изготовленный изъ нормальнаго Іенскаго стекла (16^{III}), принадлежитъ, какъ и термометръ № 274, къ психрометрическимъ термометрамъ. Отъ послѣдняго онъ отличается тѣмъ, что шкала его, для большей устойчивости, упирается внизу въ вилкообразную стеклянную подставку, къ которой она прижата пружиною у верхняго конца (Patent 1877). Шкала, раздѣленная на $\frac{1}{5}^{\circ}$, простирается отъ -39° до $+48^{\circ}$.

Разстояніе середины резервуара отъ $0^{\circ} = 170$ мм.

Длина градуса = 3,1 »

Вся длина = 366 »

Поправки термометра № 603 при температурахъ выше 0° , принимавшіяся въ первое время, съ мая 1887 г. до конца 1891 г., выведены В. Х. Дубинскимъ изъ сравненій его съ нормальнымъ термометромъ № 2 (Dr. H. Geissler in Bonn), въ январѣ 1887 г.

Съ 1892 г. провѣренныя въ Г. Ф. О. термометры приведены къ международному водородному термометру. Для приведенія поправокъ термометра № 603 къ водородному термометру и, вмѣстѣ съ тѣмъ, для соотвѣтственнаго приведенія поправокъ всѣхъ термометровъ, провѣренныхъ въ Г. Ф. О. до конца 1891 г., были даны С. В. Гласекомъ слѣдующія величины при температурахъ выше 0° :

При	0°	10°	20°	30°	40°
Приведенія	0,00	−0,08	−0,13	−0,16	−0,16

Термометръ № 603 неоднократно сравнивался съ главнымъ нормальнымъ термометромъ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn); результаты этихъ сравненій мы приводимъ въ слѣдующей табличкѣ:

Полныя поправки термометра № 603 относительно водороднаго термометра, выведенныя изъ сравненій съ термометромъ № 10'.

Шкала.	1893.	1894.	1897.	1898.	1899.	1900.	Среднiя.
0°	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	—	—	—	—0,03	—	—0,03	—0,03
10	—0,08	—0,08	—0,08	—0,07	—0,07	—0,07	—0,07
15	—	—	—	—0,08	—	—0,07	—0,08
20	—0,08	—0,10	—0,08	—0,09	—0,09	—0,09	—0,09
25	—	—	—	—0,10	—	—0,09	—0,09
30	—0,09	—0,11	—0,09	—0,10	—0,11	—0,09	—0,10
35	—	—	—	—0,10	—	—0,10	—0,10
40	—0,12	—0,12	—0,09	—0,11	—0,09	—0,11	—0,11

При вычисленіяхъ этихъ поправокъ нулевая точка нормальнаго термометра № 10' принималась пониженной данною температурою, а для приведенія его показаній къ водородному термометру служили окончательно принятыя нами величины (см. стр. 73).

Среднія изъ полученныхъ такимъ образомъ въ разное время поправокъ термометра № 603 мы принимаемъ за окончательныя. Такъ какъ онѣ отклоняются отъ поправокъ, примѣнявшихся съ янв. 1892 г. до ноября 1900 г., не болѣе чѣмъ на 0,01, то при температурахъ выше 0° поправки термометровъ, провѣренныхъ за этотъ промежутокъ времени по термометру № 603, можно считать вѣрными. Къ поправкамъ же термометровъ, провѣренныхъ съ мая 1887 г. до конца 1891 г. по термометру № 603, слѣдуетъ примѣнить данныя въ таблицѣ, въ началѣ этой главы, приведенія къ водородному термометру. Послѣднія также хорошо согласуются съ данными С. В. Гласекомъ приведеніями.

Отмѣтимъ здѣсь еще тотъ интересный фактъ, что найденныя нами полныя поправки термометра № 603 относительно водороднаго термометра представляютъ съ точностью до 0,01 приведенія термометровъ изъ Iенскаго стекла 16^{III} вообще къ водородному термометру. Для этихъ термометровъ именно получилъ Шель (Scheel) въ «Physikalisch-Technische Reichsanstalt» слѣдующія приведенія:

При . . .	—30°	—20°	—10°	0°	10°	20°	30°	40°
Приведенія . . .	+0,32	+0,19	+0,08	0,00	—0,06	—0,09	—0,11	—0,12

Изъ этого можно заключить, что градусныя дѣленія термометра № 603 точно соот-

вѣтствуютъ 1° и что поправки калибра его незначительны. Это относится не только къ шкалѣ выше 0° , но и, какъ мы увидимъ дальше, къ шкалѣ ниже 0° .

Не приведенныя къ водородному термометру поправки термометра № 603 при температурахъ ниже 0° , принимавшіяся съ мая 1887 г. до конца 1891 г., даны В. Х. Дубинскимъ на основаніи сравненій его съ термометромъ № 274, въ январѣ 1887 г.

Приведенныя къ водородному термометру поправки термометра № 603 при температурахъ ниже 0° , принимавшіяся съ января до середины декабря 1892 г., даны С. В. Глазеконъ. Въ декабрѣ 1892 г. термометръ № 603 вновь провѣренъ при отрицательныхъ температурахъ по главному нормальному толуоловому термометру Tonnelot № 4932 В. Х. Дубинскимъ и В. К. Гуномъ. Полученныя при этомъ и данныя С. В. Глазеконъ поправки сопоставлены въ слѣдующей табличкѣ:

	0°	-10°	-20°
Глазекъ	0,00	+0,16	+0,20
Дубинскій	0,00	+0,06	+0,06
		+0,10	+0,11
Гунъ	0,00	—	+0,11
		+0,09	+0,18
Среднія	0,00	+0,10	+0,13

Найденныя среднія поправки примѣнялись съ конца декабря 1892 г. до конца 1894 г.

Большое разногласіе полученныхъ поправокъ слѣдуетъ главнымъ образомъ приписать нормальному толуоловому термометру № 4932, который, какъ изложено нами выше, для болѣе точныхъ опредѣленій температуры служить не можетъ.

Въ декабрѣ 1894 г. термометръ № 603 провѣренъ по главному нормальному ртутному термометру Tonnelot № 11167, приобрѣтенному въ томъ же году. Выведенныя изъ этой провѣрки поправки термометра № 603 примѣнялись съ января 1895 г. Затѣмъ онъ провѣренъ по термометру Tonnelot № 11167 еще въ мартѣ 1898 г. и въ мартѣ и маѣ 1900 г.; кромѣ того имѣются неоднократныя сравненія его съ нормальнымъ термометромъ № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn), приведенія котораго къ международному термометру нами выведены выше (см. стр. 76). Результаты повѣрки термометра № 603 при отрицательныхъ температурахъ по ртутнымъ термометрамъ Tonnelot № 11167 и № 10' (Dr. H. Geissler in Bonn) сопоставлены въ слѣдующей табличкѣ (см. стр. 95).

Въ послѣднемъ столбцѣ этой таблички даны нами тѣ поправки термометра № 603 относительно международнаго водороднаго термометра, которыя приняты нами за окончательныя.

Послѣднія вполнѣ согласуются съ поправками, которыя примѣнялись къ термометру № 603 при повѣркѣ метеорологическихъ термометровъ съ января 1895 г.

Поправки термометра № 603 (R. Fuess) относительно водороднаго термометра.

Шкала.	По сравненіямъ съ Tonnelot № 11167.			По сравнен. съ № 10°.	Оконча- тельныя.
	1894.	1898.	1900.	1893—1900.	
0°	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
— 5	—	—	—	+0,04	+0,04
—10	+0,08	—	—	+0,09	+0,08
—15	—	—	—	+0,14	+0,13
—20	+0,19	+0,19	+0,19	+0,19	+0,19
—25	—	+0,26	+0,27	+0,27	+0,26
—30	—	+0,33	+0,36	+0,32	+0,34
—35	—	+0,41	—	+0,42	+0,42

Мы видимъ, наконецъ, что выведенныя нами полныя поправки термометра № 603 относительно водороднаго термометра не только при положительныхъ, но и при отрицательныхъ температурахъ хорошо согласуются съ приведеніями термометровъ изъ Іенскаго стекла 16^{III} вообще къ водородному термометру.

19. Провѣрочный термометръ № 313 (Ф. Мюллеръ — С.-Петербургъ).

Съ 8-го ноября 1900 г.¹⁾ до настоящаго времени для повѣрки ртутныхъ термометровъ при температурахъ отъ —35° до +40° служитъ термометръ № 313 (Ф. Мюллеръ—С.-Петербургъ).

Поправки его относительно водороднаго термометра, которыя примѣнялись въ первое время, съ ноября 1900 г. до 1-го іюля 1901 г., и тѣ, которыя примѣняются теперь, слѣдующія:

При	—30°	—20°	—10°	0°	10°	20°	30°	40°
Ноябрь 1900 — Іюнь 1901	0,00	+0,03	0,00	0,00	+0,01	0,00	0,00	+0,01
Съ 1-го Іюля 1901	+0,02	+0,05	+0,01	0,00	+0,02	+0,01	+0,01	0,00

Ртутный термометръ № 313 изготовленъ Ф. Мюллеромъ въ С.-Петербургѣ въ 1893 г. изъ нормальнаго Іенскаго стекла. Онъ принадлежитъ къ тому же типу термометровъ, какъ и термометръ № 603 (R. Fuess, Berlin — Patent), съ тою только разницею, что на шкалѣ его дѣленія нанесены неравныя для приведенія ртутной термометрической шкалы къ водородной шкалѣ.

1) Прежній провѣрочный термометръ № 603 лопнулъ при повѣркѣ термометровъ около 40°, но недосмотру наблюдателя, вслѣдствіе высоко поднявшейся температуры.

Поправки, принятыя для термометра № 313 въ первое время, были выведены В. К. Гуномъ изъ сравненій этого термометра съ термометромъ № 603 въ 1894 г. Поправки же, принятыя съ 1 іюля 1901 г., выведены мною изъ непосредственныхъ сравненій его съ главными нормальными термометрами Tonnelot № 4494 и № 4495 при температурахъ выше 0° и съ главнымъ нормальнымъ ртутнымъ термометромъ Tonnelot № 11167 при температурахъ ниже 0°, въ февралѣ и мартѣ 1901 г. Эти сравненія приведены въ таблицахъ III и IX въ концѣ этого труда, вычисленія же температуръ по водородной термометрической шкалѣ изъ показаній главныхъ нормальныхъ термометровъ Tonnelot и подробности о времени сравненій и о колебаніяхъ температуры во время этихъ сравненій даны въ таблицахъ I, II, VII и VIII.

Нулевая точка термометра № 313, какъ видно изъ таблицы III, не показываетъ никакого пониженія при переходѣ отъ низшей къ высшей температурѣ, она показываетъ при измѣненіяхъ температуры отъ 0° до 40° лишь нѣкоторыя неправильныя колебанія, не превышающія 0,01.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ сопоставлены результаты всѣхъ сравненій термометра № 313 съ прежнимъ пробѣрочнымъ термометромъ № 603 и съ главными нормальными термометрами Tonnelot, при чемъ къ термометру № 603 примѣнены поправки, принятыя нами окончательно.

Поправки термометра № 313 (Ф. Мюллеръ) относительно водороднаго термометра.

Шкала.	По сравненіямъ съ термометромъ № 603.				По сравнен. съ Tonnelot.	Прини- маются съ 1-го Іюля 1901 г.
	Февраль 1894.	Мартъ 1898.	Февраль 1900.	Май 1900.	Февр. и Мартъ 1901.	
-35°	—	+0,01	—	+0,02	—	+0,01
-30	—	+0,01	—	+0,02	+0,03	+0,02
-25	—	+0,02	—	+0,04	+0,04	+0,04
-20	+0,03	+0,02	—	+0,05	+0,05	+0,05
-15	—	+0,04	—	+0,05	+0,05	+0,05
-10	0,00	0,00	—	+0,01	+0,01	+0,01
-5	—	-0,01	—	0,00	0,00	0,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
+5	—	—	0,00	0,00	+0,02	+0,01
+10	+0,02	—	+0,01	—	+0,02	+0,02
+15	—	—	0,00	—	+0,02	+0,01
+20	+0,01	—	0,00	—	+0,01	+0,01
+25	—	—	0,00	—	+0,01	+0,01
+30	+0,01	—	0,00	—	+0,01	+0,01
+35	—	—	+0,01	—	+0,01	+0,01
+40	+0,02	—	—	—	0,00	0,00

Замѣтимъ, наконецъ, что въ приложенныхъ таблицахъ III и IX приведены также сравненія термометра № 152 (Ф. и О. Мюллеръ) съ главными нормальными термометрами Toppelot. Этотъ термометръ служитъ резервнымъ. Онъ изготовленъ въ концѣ 1900 г. и принадлежитъ къ тому же типу ртутныхъ термометровъ, какъ и термометръ № 313, съ тѣмъ только различіемъ, что резервуаръ его имѣетъ цилиндрическую форму. Въ февралѣ и мартѣ 1901 г. получены слѣдующія полныя поправки его относительно водороднаго термометра:

Поправки термометра № 152 относительно водороднаго термометра.

Шкала.	Поправки (пониженная нулевая точка).	Пониженія нулевой точки.	Поправки (нулевая точка послѣ комнатной температуры).
—35°	—0,28	0,00	—0,28
—30	—0,20	0,00	—0,20
—25	—0,12	0,00	—0,12
—20	—0,06	0,00	—0,06
—15	—0,02	0,00	—0,02
—10	0,00	0,00	0,00
— 5	—0,01	0,00	—0,01
0	0,00	0,00	0,00
5	—0,01	0,00	—0,01
10	—0,01	0,00	—0,01
15	—0,02	0,00	—0,02
20	—0,02	0,00	—0,02
25	—0,04	—0,005	—0,03
30	—0,05	—0,005	—0,04
35	—0,04	—0,01	—0,03
40	—0,04	—0,015	—0,02
45	—0,04	—0,02	—0,02
50	—0,04	—0,03	—0,01

20. Повѣрка спиртовыхъ термометровъ.

Повѣрка спиртовыхъ термометровъ производилась въ Г. Ф. О. до 1891 г. по разсмотрѣннымъ выше ртутнымъ термометрамъ, при чемъ она обыкновенно доводилась лишь до —21,2 (въ смѣси наскобленнаго льда съ поваренною солью). Съ 1891 г. до 1895 г. для повѣрки спиртовыхъ термометровъ служили также спиртовые термометры, главнымъ

образомъ, при низшихъ температурахъ. Съ 1895 г. повѣрка спиртовыхъ термометровъ производится при помощи спиртоваго термометра одинаковаго съ ними устройства уже при всѣхъ температурахъ, въ предѣлахъ отъ $+20^{\circ}$ до -60° .

У обыкновеннаго спиртоваго термометра резервуаръ имѣетъ вилкообразную форму, а раздѣленная на $\frac{1}{2}^{\circ}$ шкала включена въ наружную стеклянную трубку, какъ и у метеорологическихъ ртутныхъ термометровъ (Einschlussthermometer). У спиртоваго термометра капиллярная трубка значительно шире, чѣмъ у ртутнаго.

Повѣрка спиртовыхъ термометровъ посредствомъ спиртоваго термометра одинаковаго съ ними устройства представляла слѣдующія преимущества:

1) исключались погрѣшности вслѣдствіе выдававшихся столбиковъ. Въ настоящее время это не имѣетъ большаго значенія, такъ какъ при повѣркѣ термометры при всѣхъ температурахъ могутъ быть погружены выше отсчитываемыхъ дѣленій въ жидкость.

2) исключались погрѣшности вслѣдствіе различной чувствительности спиртовыхъ и ртутныхъ термометровъ. Насколько чувствительность различна, показываютъ, напр., наблюдавшіяся мною скорости, съ которыми ртутный психрометрический и обыкновенный спиртовый термометры принимали температуру въ тающемъ льду послѣ комнатной температуры:

Послѣ перенесенія въ ледь:	0 мин.	$\frac{1}{2}$ мин.	1 мин.	2 мин.	3 мин.	4 мин.	5 мин.	6 мин.	8 мин.	10 мин.
Ртутный психрометр. термом.	16,2	1,2	0,4	0,09	0,05	0,02	0,00	0,00	—	—
Спиртовый термометръ.	16,2	8,0	5,5	3,0	1,8	1,1	0,7	0,4	0,1	0,0

3) исключалось вліяніе смачиванія стѣнокъ капиллярной трубки спиртомъ на отсчеты термометровъ при понижающейся температурѣ. При этомъ однако допускалось, что это смачиваніе происходило въ одинаковой степени какъ у провѣрочнаго спиртоваго термометра, такъ и у провѣрявшихся термометровъ. Замѣтимъ при этомъ также, что спиртовые термометры провѣрялись въ Г. Ф. О. всегда въ вертикальномъ положеніи, и что они передъ повѣркою при низкихъ температурахъ держались продолжительное время въ холодномъ помѣщеніи въ вертикальномъ положеніи съ тою цѣлью, чтобы капельки спирта, оставшіяся на стѣнкахъ капиллярныхъ трубокъ, имѣли время стечь.

Производившаяся такимъ образомъ повѣрка спиртовыхъ термометровъ давала болѣе или менѣе точныя поправки ихъ, дѣйствительныя въ томъ предположеніи, что при всѣхъ колебаніяхъ температуры вся масса термометрической жидкости остается замкнутою въ себя.

Однако, минимальные спиртовые термометры отсчитываются на метеорологическихъ станціяхъ въ горизонтальномъ положеніи, и отъ всей массы спирта могутъ, при пониженіи температуры, отдѣляться небольшія количества спирта, вслѣдствіе чего поправки ихъ могутъ быть другія; въ общемъ онѣ будутъ возрастать по мѣрѣ пониженія температуры.

Замѣтимъ еще, что въ настоящее время у спиртоваго термометра, при повѣркѣ какъ при 0° , такъ и при всѣхъ другихъ температурахъ, отсчитывается наинизшая точка мениска, т. е. та точка, до которой при метеорологическихъ наблюденіяхъ доводится индексъ минимальныхъ температуръ. Если же отсчитывать, напр., середину черной полоски мениска, то могутъ получаться разности до $0^{\circ}05$ и больше.

Въ виду небольшой, сравнительно, точности повѣрки спиртовыхъ термометровъ, мы не приводимъ здѣсь поправокъ провѣрочныхъ спиртовыхъ термометровъ, которыя принимались въ различное время. Провѣрочными спиртовыми термометрами служили слѣдующіе термометры: А (Dr. H. Geissler in Bonn) въ 1891 г. въ нѣсколькихъ случаяхъ при -30° и -40° , № 1283 (R. Fuess) въ 1892 и 1893 гг., № 1420 (R. Fuess) съ длинною шейкою для повѣрки такихъ же термометровъ съ 1893 г. до іюля 1899 г. и № 444 (Ф. Мюллеръ) съ 1895 г. до настоящаго времени.

Для приведенія къ международному водородному термометру поправокъ спиртовыхъ термометровъ, которыя получены въ Г. Ф. О. съ 1869 г. до конца 1891 г., должны быть приняты тѣ же величины, что и для ртутныхъ термометровъ.

21. Заключение.

Въ слѣдующей заключительной таблицѣ сопоставлены выведенныя нами въ этомъ трудѣ приведенія провѣрочныхъ ртутныхъ термометровъ къ международному водородному термометру. Данныя въ ней приведенія и слѣдуетъ примѣнить къ поправкамъ термометровъ, полученнымъ въ Г. Ф. О. съ 1869 г. до конца 1891 г. (см. стр. 100).

Припомнимъ при этомъ, что въ 1877 г. поправки всѣхъ термометровъ, провѣренныхъ до этого года, перевычислены для приведенія ихъ къ опредѣленной по новому методу шкалѣ ртутнаго термометра № 10' (№ 4). Полученныя новыя поправки термометровъ затѣмъ были сообщены для примѣненія ихъ при наблюденіяхъ на станціяхъ, и къ нимъ должны быть примѣнены приведенія, данныя въ столбцѣ (1869—1876) этой таблицы.

Обратимъ еще вниманіе на то, что данныя въ таблицѣ приведенія примѣнимы только въ тѣхъ предѣлахъ шкалы, въ которыхъ термометры были провѣрены въ Г. Ф. О., т. е. они примѣнимы лишь къ даннымъ Г. Ф. О. поправкамъ термометровъ.

Что касается экстраполяціи приведеній къ водородному термометру старыхъ ртутныхъ термометровъ, у которыхъ дѣленія шкалы не приведены изготовителями къ шкалѣ водороднаго термометра, то съ большею или меньшею точностью можно принимать выше 30° тѣ же приведенія къ водородному термометру поправки, что и для 30° , а ниже 0° , напр. для -30° , данныя для -20° приведенныя поправки, прибавивъ къ нимъ $+0^{\circ}15$; если термометръ не былъ провѣренъ при -10° и -20° , то можно принимать приблизительныя приведенія, при $-10^{\circ} = +0^{\circ}1$, при $-20^{\circ} = +0^{\circ}25$, при $-30^{\circ} = +0^{\circ}4$. При экстра-

Приведенія къ международному водородному термометру поправокъ ртутныхъ и спиртовыхъ термометровъ, провѣренныхъ въ Г. Ф. О. съ 1869 г. до конца 1891 г.

Время повѣрки.	1869—1875.	1876.	(1869—1876).	1877 — Дек. 1879.	Дек. 1879— Май 1887.	Май 1887— Дек. 1891.
Провѣрочные термометры.	№ 2 и № 3'.	№ 2 и № 3'.	№ 2 и № 3'.	№ 274.	№ 274.	№ 603.
При -35°	— ^o	— ^o	— ^o	— ^o	— ^o	+0,46
—30	+0,06	+0,06	+0,41	—	—	+0,38
—20	+0,04	+0,04	+0,26	+0,25	+0,25	+0,23
—10	+0,01	+0,01	+0,12	+0,11	+0,11	+0,12
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	—0,10	—0,11	—0,07	—0,10	—0,10	—0,08
20	—0,20	—0,18	—0,12	—0,13	—0,13	—0,13
30	—0,26	—0,22	—0,14	—0,15	—0,15	—0,15
40	—0,30	—0,24	—0,14	—0,21	—0,16	—0,16

поляціи болѣе новыхъ термометровъ, съ 1892 г., у которыхъ дѣленія шкалы уже приведены къ водородному термометру, можно принимать поправки, данныя для предѣльныхъ точекъ повѣрки.

Весьма сложною является экстраполяція поправокъ и ихъ приведеній къ водородному термометру для спиртовыхъ термометровъ. Кромѣ того, что жидкость, послужившая для изготовленія термометровъ, можетъ быть не вполне одинакова, дѣленія шкалы могутъ быть разными изготовителями и даже однимъ и тѣмъ же въ разное время нанесены различно. Шкала можетъ имѣть равныя дѣленія, отнесенныя къ основной разности [$0^{\circ}30^{\circ}$] или къ какой-нибудь другой основной разности, она можетъ быть раздѣлена по шкалѣ ртутнаго термометра въ тѣхъ или другихъ предѣлахъ, а при низкихъ температурахъ дѣленія могутъ быть равны или же равномерно сближены по мѣрѣ пониженія температуры. Изъ этого видно, что невозможно дать для всѣхъ спиртовыхъ термометровъ при низкихъ температурахъ одни и тѣ же даже крайне приближенныя приведенія. Чтобы опредѣлить болѣе или менѣе точно приведенія, слѣдовало бы изслѣдовать спиртовые термометры, по нѣсколькимъ экземпляровъ изъ разныхъ періодовъ времени, или вывести приведенія изъ тѣхъ сравненій минимальныхъ термометровъ съ ртутными термометрами, которыя производятся на метеорологическихъ станціяхъ въ 7 ч. у. и 9 ч. в.

Закончимъ этотъ трудъ указаніемъ на нѣкоторыя работы по термометріи, которыя предполагается произвести въ отдѣленіи въ ближайшемъ будущемъ, а, именно, на слѣдующія работы:

Опредѣленіе приведеній къ водородному термометру не провѣренныхъ при низкихъ температурахъ спиртовыхъ термометровъ, которые служили или служатъ еще для метеорологическихъ наблюденій въ Россіи.

Изслѣдованіе различныхъ способовъ повѣрки спиртовыхъ термометровъ.

Опыты надъ термометрами, предназначенными для минимальныхъ и вообще низкихъ температуръ, съ другими жидкостями, чѣмъ алкоголь и толуоль.

Изученіе чувствительности различныхъ типовъ термометровъ.

Устройство прибора для повѣрки термометровъ при температурахъ выше 40°.

ТАБЛ

ВРЕМЯ.	Tonnelot № 4494 и № 4495.					Tonnelot № 4494.				
	Въ водѣ до:	Высота воды надъ резервуар. термометра.	Барометрич. давленіе воды.	Давленіе воздуха.	Полное вышнее давленіе.	Отсчетъ.	Поправка калибра.	Приведеніе къ вышн. давленію 760 мм.	Приведеніе къ горизонт. положенію.	Поправка нулевой точки.
7 Февр. 1901 г.	0	мм. 61	мм. 4	мм. 752	мм. 756	+ 0,050	0,000	0,000	+0,008	-0,058
12 » »	0	61	4	755	759	+ 0,057	0,000	0,000	+0,008	-0,065
	21	183	13	756	769	4,921	-0,011	-0,001	+0,012	-0,065
	21	183	13	756	769	5,242	-0,012	-0,001	+0,012	-0,065
	23	194	14	756	770	6,082	-0,013	-0,001	+0,013	-0,065
	27	217	16	756	772	7,899	-0,010	-0,001	+0,014	-0,065
	0	61	4	758	762	0,057	0,000	0,000	+0,008	-0,065
13 » »	0	61	4	764	768	0,058	0,000	-0,001	+0,008	-0,065
	26	212	16	764	780	9,463	-0,005	-0,002	+0,015	-0,065
	26	212	16	764	780	9,726	-0,004	-0,002	+0,015	-0,065
	26	212	16	764	780	10,039	-0,003	-0,002	+0,016	-0,065
	26	212	16	764	780	10,168	-0,003	-0,002	+0,016	-0,065
14 » »	32	246	18	772	790	14,782	-0,013	-0,003	+0,019	-0,063
	32	246	18	772	790	14,986	-0,014	-0,003	+0,019	-0,063
	32	246	18	773	791	15,172	-0,014	-0,004	+0,019	-0,063
	0	61	4	773	777	0,057	0,000	-0,002	+0,008	-0,063
	36	269	20	774	794	20,084	-0,044	-0,004	+0,023	-0,060
	36	269	20	774	794	20,205	-0,045	-0,004	+0,023	-0,060
	39	287	21	774	795	25,008	-0,068	-0,004	+0,027	-0,057
	0	61	4	774	778	0,051	0,000	-0,002	+0,008	-0,057
18 » »	35	264	19	775	794	20,043	-0,043	-0,004	+0,023	-0,060
	35	264	19	775	794	20,218	-0,045	-0,004	+0,023	-0,060
	0	61	4	775	779	0,054	0,000	-0,002	+0,008	-0,060
19 » »	45	322	24	777	801	25,009	-0,068	-0,005	+0,027	-0,057
	45	322	24	777	801	25,225	-0,068	-0,005	+0,027	-0,057
	49	345	26	777	803	30,129	-0,104	-0,005	+0,031	-0,054
	49	345	26	777	803	30,322	-0,106	-0,005	+0,031	-0,054
	49	345	26	776	802	30,350	-0,106	-0,005	+0,031	-0,054
	49	345	26	776	802	34,998	-0,151	-0,005	+0,035	-0,050
	49	345	26	776	802	35,361	-0,156	-0,005	+0,035	-0,050
	0	61	4	776	780	0,044	0,000	-0,002	+0,008	-0,050
20 » »	51	356	26	767	793	35,294	-0,155	-0,004	+0,035	-0,050
	51	356	26	766	792	40,344	-0,157	-0,004	+0,039	-0,046
	53	368	27	766	793	40,083	-0,161	-0,004	+0,038	-0,046
	53	368	27	766	793	40,257	-0,159	-0,004	+0,039	-0,046
	55	379	28	766	794	45,023	-0,059	-0,004	+0,042	-0,041
	55	379	28	766	794	45,191	-0,054	-0,004	+0,042	-0,041
	57	391	29	765	794	49,737	+0,059	-0,004	+0,046	-0,036
	57	391	29	765	794	49,951	+0,064	-0,004	+0,046	-0,036
	57	391	29	765	794	50,018	+0,066	-0,004	+0,046	-0,036
	0	61	4	765	769	0,029	0,000	-0,001	+0,008	-0,036

I.

Температура по шкалѣ ртутнаго термометра.	Tonnellot № 4495.								№ 4494 — № 4495.	Приведеніе къ водородному термометру.	Средняя темпер. по водородному термометру.
	Отсчетъ.	Поправка калибра.	Приведеніе къ вышш. давленію 760 мм.	Приведеніе къ горизонт. положенію.	Поправка нулевой точки.	Исправлен. отсчетъ.	Поправка на разстояніе основныхъ точекъ.	Температура по шкалѣ ртутнаго термометра.			
—	0,053	—0,001	0,000	+0,008	—0,060	0,000	—	—	—	—	—
—	0,058	—0,001	0,000	+0,008	—0,065	0,000	—	—	—	—	—
4,856	4,966	—0,057	—0,001	+0,012	—0,065	4,855	+0,003	4,858	—0,002	—0,027	4,830
5,176	5,291	—0,059	—0,001	+0,012	—0,065	5,178	+0,003	5,181	—0,005	—0,029	5,149
6,016	6,125	—0,064	—0,001	+0,013	—0,065	6,008	+0,004	6,012	+0,004	—0,033	5,981
7,837	7,961	—0,076	—0,001	+0,014	—0,065	7,833	+0,005	7,838	—0,001	—0,042	7,796
—	0,058	—0,001	0,000	+0,008	—0,065	0,000	—	—	—	—	—
—	0,059	—0,001	—0,001	+0,008	—0,065	0,000	—	—	—	—	—
9,406	9,538	—0,085	—0,002	+0,016	—0,065	9,402	+0,006	9,408	—0,002	—0,049	9,358
9,670	9,805	—0,087	—0,002	+0,016	—0,065	9,667	+0,006	9,673	—0,003	—0,050	9,622
9,985	10,125	—0,089	—0,002	+0,016	—0,065	9,985	+0,006	9,991	—0,006	—0,052	9,936
10,114	10,248	—0,090	—0,002	+0,016	—0,065	10,107	+0,006	10,113	+0,001	—0,052	10,062
14,722	14,868	—0,112	—0,004	+0,020	—0,059	14,713	+0,009	14,722	0,000	—0,069	14,653
14,925	15,076	—0,113	—0,004	+0,020	—0,059	14,920	+0,010	14,930	—0,005	—0,070	14,858
15,110	15,258	—0,113	—0,004	+0,020	—0,059	15,102	+0,010	15,112	—0,002	—0,070	15,041
—	0,054	—0,001	—0,002	+0,008	—0,059	0,000	—	—	—	—	—
19,999	20,152	—0,127	—0,004	+0,024	—0,057	19,988	+0,013	20,001	—0,002	—0,085	19,915
20,119	20,273	—0,126	—0,004	+0,024	—0,057	20,110	+0,013	20,123	—0,004	—0,085	20,036
24,906	25,033	—0,107	—0,004	+0,028	—0,055	24,895	+0,016	24,911	—0,005	—0,095	24,813
—	0,050	—0,001	—0,002	+0,008	—0,055	0,000	—	—	—	—	—
19,959	20,110	—0,127	—0,004	+0,024	—0,057	19,946	+0,013	19,959	0,000	—0,085	19,874
20,132	20,287	—0,126	—0,004	+0,024	—0,057	20,124	+0,013	20,137	—0,005	—0,085	20,049
—	0,052	—0,001	—0,002	+0,008	—0,057	0,000	—	—	—	—	—
24,906	25,030	—0,107	—0,005	+0,028	—0,055	24,891	+0,016	24,907	—0,001	—0,095	24,811
25,122	25,248	—0,108	—0,005	+0,028	—0,055	25,108	+0,016	25,124	—0,002	—0,095	25,028
29,997	30,108	—0,102	—0,005	+0,032	—0,051	29,982	+0,019	30,001	—0,004	—0,102	29,897
30,188	30,296	—0,102	—0,005	+0,032	—0,051	30,170	+0,019	30,189	—0,001	—0,102	30,086
30,216	30,325	—0,102	—0,005	+0,032	—0,051	30,199	+0,019	30,218	—0,002	—0,102	30,115
34,826	34,929	—0,104	—0,005	+0,035	—0,047	34,808	+0,022	34,830	—0,004	—0,106	34,722
35,184	35,287	—0,104	—0,005	+0,036	—0,047	35,167	+0,022	35,189	—0,005	—0,106	35,080
—	0,042	—0,001	—0,002	+0,008	—0,047	0,000	—	—	—	—	—
35,119	35,214	—0,104	—0,004	+0,036	—0,047	35,095	+0,022	35,117	+0,002	—0,106	35,012
40,175	40,275	—0,114	—0,004	+0,040	—0,043	40,154	+0,026	40,180	—0,005	—0,107	40,071
39,909	40,011	—0,114	—0,004	+0,039	—0,043	39,889	+0,026	39,915	—0,006	—0,107	39,805
40,086	40,187	—0,114	—0,004	+0,040	—0,043	40,066	+0,026	40,092	—0,006	—0,107	39,982
44,960	45,055	—0,131	—0,004	+0,043	—0,038	44,925	+0,029	44,954	+0,006	—0,106	44,851
45,133	45,235	—0,131	—0,004	+0,043	—0,038	45,105	+0,029	45,134	—0,001	—0,106	45,028
49,801	49,885	—0,128	—0,004	+0,047	—0,033	49,767	+0,032	49,799	+0,002	—0,103	49,697
50,020	50,110	—0,127	—0,004	+0,047	—0,033	49,993	+0,032	50,025	—0,005	—0,103	49,919
50,089	50,173	—0,127	—0,004	+0,047	—0,033	50,056	+0,032	50,088	+0,001	—0,103	49,985
—	0,027	—0,001	—0,001	+0,008	—0,033	0,000	—	—	—	—	—

ТАБЛИЦА II.

Сличеніе термометра № 10' съ нормальнымъ термометромъ Tonnelot.

Время отсчетовъ.	Tonnelot № 4494 и № 4495.		№ 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).					
	Средняя температура по водородн. шкалѣ.	Измѣненіе температур. въ 1 мин.	Средній отчетъ.	Поправка за калибръ.	Поправка нуля.	1° = 0.99657.	Температ. по шкалѣ ртутнаго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.
Февраль 1901 г.								
12-го 1 ^ч 3 ^м — 1 ^ч 12 ^м .	4,830	+0,013	5,524	-0,004	-0,635	-0,017	4,868	-0,038
» 1 23 — 1 41 .	5,149	+0,012	5,841	-0,005	-0,635	-0,018	5,183	-0,034
» 2 0 — 2 14 .	5,981	+0,012	6,685	-0,005	-0,635	-0,021	6,024	-0,043
» 2 57 — 3 16 .	7,796	+0,007	8,518	-0,005	-0,630	-0,027	7,856	-0,060
13-го 3 2 — 3 14 .	9,358	+0,004	10,078	-0,001	-0,620	-0,032	9,425	-0,067
» 3 21 — 3 33 .	9,622	+0,004	10,346	-0,002	-0,620	-0,033	9,691	-0,069
» 3 42 — 3 54 .	9,936	+0,002	10,667	-0,003	-0,620	-0,034	10,010	-0,074
» 4 4 — 4 20 .	10,062	+0,005	10,789	-0,003	-0,620	-0,035	10,131	-0,069
14-го 10 27 — 10 44 .	14,653	+0,006	15,417	-0,005	-0,615	-0,051	14,746	-0,093
» 10 58 — 11 10 .	14,858	+0,004	15,621	-0,004	-0,615	-0,051	14,951	-0,093
» 11 26 — 11 39 .	15,041	+0,005	15,805	-0,004	-0,615	-0,052	15,134	-0,093
» 2 49 — 3 8 .	19,915	+0,007	20,668	+0,037	-0,605	-0,069	20,031	-0,116
» 3 15 — 3 28 .	20,036	+0,002	20,787	+0,037	-0,605	-0,069	20,150	-0,114
» 4 15 — 4 30 .	24,813	-0,003	25,576	+0,056	-0,590	-0,086	24,956	-0,143
18-го 4 22 — 4 49 .	19,874	0,000	20,628	+0,036	-0,595	-0,069	20,000	-0,126
» 5 2 — 5 22 .	20,049	+0,002	20,792	+0,037	-0,595	-0,069	20,165	-0,116
19-го 12 12 — 12 31 .	24,811	-0,001	25,563	+0,056	-0,585	-0,086	24,948	-0,137
» 12 36 — 12 52 .	25,028	+0,001	25,782	+0,056	-0,585	-0,086	25,167	-0,139
» 2 24 — 2 38 .	29,897	+0,010	30,698	+0,037	-0,570	-0,103	30,062	-0,165
» 2 45 — 2 57 .	30,086	+0,008	30,890	+0,037	-0,570	-0,104	30,253	-0,167
» 3 0 — 3 14 .	30,115	-0,007	30,925	+0,037	-0,570	-0,104	30,288	-0,173
» 4 48 — 5 2 .	34,722	-0,007	35,500	+0,055	-0,545	-0,120	34,890	-0,168
» 5 2 — 5 21 .	35,080	-0,013	35,866	+0,056	-0,545	-0,121	35,256	-0,176
20-го 10 14 — 10 29 .	35,012	±0,001	35,782	+0,056	-0,545	-0,121	35,172	-0,160
» 11 22 — 11 38 .	40,071	+0,015	40,840	+0,065	-0,520	-0,139	40,246	-0,175
» 11 43 — 11 58 .	39,805	+0,005	40,566	+0,065	-0,520	-0,138	39,973	-0,168
» 12 3 — 12 18 .	39,982	-0,012	40,748	+0,065	-0,520	-0,138	40,155	-0,173
» 1 30 — 1 41 .	44,851	0,000	45,600	+0,064	-0,485	-0,155	45,024	-0,173
» 1 43 — 1 54 .	45,028	+0,003	45,782	+0,064	-0,485	-0,155	45,206	-0,178
» 2 38 — 2 52 .	49,697	0,000	50,452	+0,046	-0,450	-0,172	49,876	-0,179
» 3 4 — 3 13 .	49,919	+0,007	50,669	+0,045	-0,450	-0,172	50,092	-0,173
» 3 15 — 3 26 .	49,985	{ +0,004 -0,012	50,731	+0,045	-0,450	-0,173	50,153	-0,168

Т А Б Л И Ц А III.

Сличеніе термометровъ № 313 и № 152 съ термометрами Tonnelot № 4494 и № 4495.

Время сличенія.	Температура по водородной шкалѣ.	№ 313 (Ф. Мюллеръ).				№ 152 (Ф. О. Мюллеръ).			
		Средній отсчетъ.	Разность.	Поправка нуля.	Поправка шкалы.	Средній отсчетъ.	Разность.	Поправка нуля.	Поправка шкалы.
12 Февраля 1901 г. .	4,830	4,856	-0,026	-0,045	+0,019	4,844	-0,014	-0,010	-0,004
» » » .	5,149	5,171	-0,022	-0,045	+0,023	5,165	-0,016	-0,010	-0,006
» » » .	5,981	6,006	-0,025	-0,045	+0,020	5,998	-0,017	-0,010	-0,007
» » » .	7,796	7,820	-0,024	-0,045	+0,021	7,821	-0,025	-0,010	-0,015
13 » » .	9,358	9,380	-0,022	-0,040	+0,018	9,378	-0,020	-0,010	-0,010
» » » .	9,622	9,630	-0,008	-0,040	+0,032	9,630	-0,008	-0,010	+0,002
» » » .	9,936	9,961	-0,025	-0,040	+0,015	9,966	-0,030	-0,010	-0,020
» » » .	10,062	10,065	-0,003	-0,040	+0,037	10,070	-0,008	-0,010	+0,002
14 » » .	14,653	14,685	-0,032	-0,050	+0,018	14,682	-0,029	-0,010	-0,019
» » » .	14,858	14,894	-0,036	-0,050	+0,014	14,888	-0,030	-0,010	-0,020
» » » .	15,041	15,061	-0,020	-0,050	+0,030	15,063	-0,022	-0,010	-0,012
» » » .	19,915	19,958	-0,043	-0,045	+0,002	19,946	-0,031	-0,010	-0,021
» » » .	20,036	20,066	-0,030	-0,045	+0,015	20,049	-0,013	-0,010	-0,003
» » » .	24,813	24,845	-0,032	-0,045	+0,013	24,850	-0,037	-0,005	-0,032
18 » » .	19,874	19,916	-0,042	-0,050	+0,008	19,908	-0,034	-0,010	-0,024
» » » .	20,049	20,091	-0,042	-0,050	+0,008	20,080	-0,031	-0,010	-0,021
19 » » .	24,811	24,848	-0,037	-0,045	+0,008	24,855	-0,044	-0,005	-0,039
» » » .	25,028	25,070	-0,042	-0,045	+0,003	25,078	-0,050	-0,005	-0,045
» » » .	29,897	29,935	-0,038	-0,045	+0,007	29,948	-0,051	-0,005	-0,046
» » » .	30,086	30,126	-0,040	-0,045	+0,005	30,140	-0,054	-0,005	-0,049
» » » .	30,115	30,150	-0,035	-0,045	+0,010	30,175	-0,060	-0,005	-0,055
» » » .	34,722	34,756	-0,034	-0,045	+0,011	34,760	-0,038	0,000	-0,038
» » » .	35,080	35,121	-0,041	-0,045	+0,004	35,124	-0,044	0,000	-0,044
20 » » .	35,012	35,056	-0,044	-0,045	+0,001	35,057	-0,045	0,000	-0,045
» » » .	40,071	40,117	-0,046	-0,045	-0,001	40,104	-0,033	+0,005	-0,038
» » » .	39,805	39,850	-0,045	-0,045	0,000	39,836	-0,031	+0,005	-0,036
» » » .	39,982	40,034	-0,052	-0,045	-0,007	40,017	-0,035	+0,005	-0,040
» » » .	44,851	—	—	—	—	44,877	-0,026	+0,010	-0,036
» » » .	45,028	—	—	—	—	45,050	-0,022	+0,010	-0,032
» » » .	49,697	—	—	—	—	49,716	-0,019	+0,020	-0,039
» » » .	49,919	—	—	—	—	49,941	-0,022	+0,020	-0,042
» » » .	49,985	—	—	—	—	50,011	-0,026	+0,020	-0,046

ВРЕМЯ.	T o n n e l o t № 1116								
	Въ алькоголѣ до:	Высота альког. надъ резервуар. термометра.	Барометрич. давленіе алькоголя.	Давленіе воздуха.	Полное внѣшнее давленіе.	Отсчетъ.	Поправка калибра.	Приведеніе къ внѣшн. давленію 760 мм.	Приведеніе къ горизонт. положенію.
16 Марта 1898 г. . . .	0	мм.	мм.	мм.	мм.	+ 0,032	0,000	-0,001	+0,058
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-20,923	-0,025	-0,004	+0,040
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-20,907	-0,025	-0,004	+0,040
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-25,287	-0,035	-0,004	+0,037
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-25,223	-0,035	-0,004	+0,037
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-30,165	-0,057	-0,004	+0,032
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-30,258	-0,058	-0,004	+0,032
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-34,992	-0,078	-0,004	+0,028
» » » . . .	—2	391	23	766	789	-35,010	-0,078	-0,004	+0,028
» » » . . .	—	—	—	766	—	+ 0,035	0,000	-0,001	+0,058
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22 » » . . .	—2	391	23	748	771	-21,141	-0,024	-0,001	+0,040
» » » . . .	—2	391	23	748	771	-25,119	-0,035	-0,001	+0,037
» » » . . .	—2	391	23	748	771	-30,015	-0,057	-0,001	+0,033
» » » . . .	—2	391	23	748	771	-34,954	-0,078	-0,001	+0,028

Примѣчаніе. Температуры, отмѣченныя звѣздочками, опредѣлены по нормальному термометру № 10' (см. стр. 66).

IV.

				T o n n e l o t № 4932.								
Поправка на разстояніе основныхъ точекъ.	Температура по шкалѣ ртутнаго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Температура приведенная къ водородн. термометру.	Отсчетъ.	Поправка калибра.	Нулевая точка.	Исправлен. отсчетъ — нулевая точка.	Градусы по шкалѣ толуолеваго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Приведенная температура.	№ 11167 — № 4932.	
—	—	—	—	309,0	+0,10	309,10	—	—	—	—	—	
—	—	—	— 5,58*	286,04	+0,13	309,10	— 22,93	— 4,81	— 0,80	— 5,61	+0,03	
—	—	—	—10,02*	267,87	+0,18	309,10	— 41,05	— 8,61	— 1,47	—10,08	+0,06	
—	—	—	—15,07*	247,58	+0,24	309,10	— 61,28	—12,86	— 2,27	—15,13	+0,06	
—0,014	—21,016	+0,179	—20,837	224,55	+0,26	309,10	— 84,29	—17,69	— 3,24	—20,93	+0,09	
—0,014	—21,000	+0,179	—20,821	224,78	+0,26	309,10	— 84,06	—17,64	— 3,23	—20,87	+0,05	
—0,017	—25,397	+0,231	—25,166	207,53	+0,27	309,10	—101,30	—21,26	— 4,00	—25,26	+0,09	
—0,017	—25,333	+0,230	—25,103	207,92	+0,27	309,10	—100,91	—21,18	— 3,99	—25,17	+0,07	
—0,020	—30,305	+0,294	—30,011	188,52	+0,35	309,10	—120,23	—25,23	— 4,88	—30,11	+0,10	
—0,020	—30,399	+0,295	—30,104	188,08	+0,36	309,10	—120,66	—25,32	— 4,90	—30,22	+0,12	
—0,023	—35,161	+0,361	—34,800	169,93	+0,52	309,10	—138,65	—29,10	— 5,78	—34,88	+0,08	
—0,023	—35,179	+0,362	—34,817	169,82	+0,52	309,10	—138,76	—29,12	— 5,79	—34,91	+0,09	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	150,49	+0,60	309,10	—158,01	—33,16	— 6,76	—39,92	—	
—	—	—	—	112,94	+0,52	309,10	—195,64	—41,06	— 8,81	—49,87	—	
—	—	—	—	78,00	+0,38	309,10	—230,72	—48,42	—10,83	—59,25	—	
—	—	—	—	50,34	+0,25	309,10	—258,51	—54,25	—12,52	—66,77	—	
—	—	—	—	309,0	+0,10	309,10	—	—	—	—	—	
—0,014	—21,230	+0,182	—21,048	—	—	—	—	—	—	—	—	
—0,016	—25,225	+0,229	—24,996	—	—	—	—	—	—	—	—	
—0,020	—30,151	+0,292	—29,859	—	—	—	—	—	—	—	—	
—0,023	—35,120	+0,361	—34,759	—	—	—	—	—	—	—	—	

ВРЕМЯ.	T o n n e l o t № 1								
	Въ алькоголѣ до:	Высота альког. надъ резервуар. термометра.	Барометрич. давленіе алькоголя.	Давленіе воздуха.	Полное внѣшнее давленіе.	Отсчетъ.	Поправка калибра.	Приведеніе къ внѣшн. давленію 760 мм.	Приведеніе къ горизонт. положенію.
21 Марта 1900 г. . . .	°	мм.	мм.	мм.	мм.	+ 0,045	0,000	-0,003	+0,058
22 » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23 » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24 » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	-20,5	285	17	763	780	-21,780	-0,022	-0,003	+0,040
» » » . . .	-20,5	285	17	763	780	-21,364	-0,023	-0,003	+0,040
» » » . . .	-18,5	295	17	763	780	-20,326	-0,030	-0,003	+0,041
» » » . . .	-18,5	295	17	763	780	-20,018	-0,031	-0,003	+0,041
» » » . . .	-23	270	16	762	778	-24,824	-0,033	-0,002	+0,037
» » » . . .	-23	270	16	762	778	-24,685	-0,033	-0,002	+0,037
26 » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-30,212	-0,057	-0,001	+0,032
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-29,854	-0,056	-0,001	+0,032
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-29,606	-0,055	-0,001	+0,032
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-29,715	-0,056	-0,001	+0,032
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-34,782	-0,077	-0,001	+0,029
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-35,123	-0,078	-0,001	+0,028
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-34,768	-0,077	-0,001	+0,029
» » » . . .	-28,5	235	14	757	771	-34,412	-0,076	-0,001	+0,029

A V.

					T o n n e l o t № 4932.							
отсчетъ.	Поправка на разстояніе основныхъ точекъ.	Температура по шкалѣ ртутнаго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Температура приведенная къ водородн. термометру.	Отсчетъ.	Поправка калибра.	Нулевая точка.	Исправлен. отсчетъ — нулевая точка.	Градусы по шкалѣ толуолеваго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Приведенная температура.	№ 11167— № 4932.
100	—	—	—	—	309,0	+0,10	309,10	—	—	—	—	—
	—	—	—	— 5,16*	288,05	+0,12	309,30	— 21,13	— 4,43	—0,73	— 5,16	0,00
	—	—	—	— 9,95*	268,48	+0,18	309,30	— 40,64	— 8,53	—1,46	— 9,99	+0,04
	—	—	—	— 9,86*	268,80	+0,18	309,30	— 40,32	— 8,46	—1,44	— 9,90	+0,04
	—	—	—	—15,41*	246,44	+0,24	309,30	— 62,62	—13,14	—2,33	—15,47	+0,06
	—	—	—	—15,22*	247,20	+0,24	309,30	— 61,86	—12,98	—2,30	—15,28	+0,06
	—	—	—	— 9,93*	268,56	+0,18	309,30	— 40,56	— 8,51	—1,45	— 9,96	+0,03
	—	—	—	— 9,65*	269,72	+0,17	309,30	— 39,41	— 8,27	—1,41	— 9,68	+0,03
	—	—	—	—	309,20	+0,10	309,30	—	—	—	—	—
	—	—	—	— 4,97*	288,85	+0,12	309,30	— 20,33	— 4,21	—0,71	— 4,98	+0,01
	—	—	—	— 9,98*	268,44	+0,18	309,30	— 40,68	— 8,54	—1,46	—10,00	+0,02
	—	—	—	—14,85*	248,75	+0,24	309,30	— 60,31	—12,66	—2,24	—14,90	+0,05
865	—0,014	—21,879	+0,190	—21,689	221,47	+0,26	309,30	— 87,57	—18,38	—3,39	—21,77	+0,08
450	—0,014	—21,464	+0,185	—21,279	223,16	+0,26	309,30	— 85,88	—18,02	—3,31	—21,33	+0,05
418	—0,013	—20,431	+0,173	—20,258	227,25	+0,26	309,30	— 81,79	—17,16	—3,13	—20,29	+0,03
111	—0,013	—20,124	+0,169	—19,955	228,44	+0,26	309,30	— 80,60	—16,91	—3,08	—19,99	+0,03
922	—0,016	—24,938	+0,225	—24,713	209,65	+0,27	309,30	— 99,38	—20,85	—3,92	—24,77	+0,06
783	—0,016	—24,799	+0,224	—24,575	210,18	+0,27	309,30	— 98,85	—20,74	—3,89	—24,63	+0,06
	—	—	—	—10,00*	268,39	+0,18	309,30	— 40,73	— 8,54	—1,46	—10,00	0,00
	—	—	—	—19,59*	229,99	+0,26	309,30	— 79,05	—16,59	—3,02	—19,61	+0,02
338	—0,020	—30,358	+0,295	—30,063	188,82	+0,35	309,30	—120,13	—25,21	—4,88	—30,09	+0,03
978	—0,020	—29,998	+0,290	—29,708	190,26	+0,35	309,30	—118,69	—24,91	—4,81	—29,72	+0,01
729	—0,019	—29,748	+0,287	—29,461	191,22	+0,34	309,30	—117,74	—24,71	—4,77	—29,48	+0,02
339	—0,019	—29,858	+0,288	—29,570	190,77	+0,34	309,30	—118,19	—24,80	—4,79	—29,59	+0,02
931	—0,023	—34,954	+0,358	—34,596	171,08	+0,51	309,30	—137,71	—28,90	—5,74	—34,64	+0,04
274	—0,023	—35,297	+0,364	—34,933	169,86	+0,52	309,30	—138,92	—29,15	—5,80	—34,95	+0,02
017	—0,023	—34,940	+0,358	—34,582	171,12	+0,51	309,30	—137,67	—28,89	—5,73	—34,62	+0,04
560	—0,023	—34,583	+0,353	—34,230	172,52	+0,49	309,30	—136,29	—28,60	—5,66	—34,26	+0,03

ВРЕМЯ.	T o n n e l o t № 11								
	Въ алькоголѣ до:	Высота альког. резервуар. термометра.	Барометрич. давленіе алькоголя.	Давленіе воздуха.	Полное внѣшнее давленіе.	Отсчетъ.	Поправка калибра.	Приведеніе къ внѣшн. давленію 760 мм.	Приведеніе къ горизонт. положенію.
3 Мая 1900 г.	0	—	—	767	—	+ 0,042	0,000	—0,001	+0,058
4 » »	—	—	—	765	—	+ 0,042	0,000	—0,001	+0,058
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	765	—	+ 0,045	0,000	—0,001	+0,058
» » »	—	—	—	756	—	+ 0,041	0,000	+0,001	+0,058
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—18,5	295	17	757	774	—19,739	—0,031	—0,002	+0,041
» » »	—18,5	295	17	757	774	—19,717	—0,031	—0,002	+0,041
» » »	—18,5	295	17	757	774	—19,410	—0,032	—0,002	+0,042
» » »	—	—	—	757	—	+ 0,043	0,000	0,000	+0,058
» » »	—20	284	17	757	774	—20,965	—0,025	—0,002	+0,040
» » »	—20	284	17	757	774	—20,937	—0,025	—0,002	+0,040
» » »	—20	284	17	757	774	—25,568	—0,037	—0,002	+0,036
» » »	—20	284	17	757	774	—25,522	—0,036	—0,002	+0,036
» » »	—20	284	17	757	774	—30,342	—0,058	—0,002	+0,032
» » »	—20	284	17	757	774	—30,078	—0,057	—0,002	+0,033
» » »	—24	262	15	757	772	—34,360	—0,076	—0,002	+0,029
» » »	—	—	—	757	—	+ 0,042	0,000	0,000	+0,058

ВРЕМЯ.	T o n n e l o t № 1								
	Въ алькоголѣ до:	Высота альког. надъ резервуар. термометра.	Барометрич. давленіе алькоголя.	Давленіе воздуха.	Полнос вышнес давленіе.	Отчетъ.	Исправка калибра.	Приведеніе къ вышн. давленію 760 мм.	Приведеніе къ горизонт. положенію.
25 Февраля 1901 г. . . .	-45°	мм. 139	мм. 8	мм. 742	мм. 750	- 9,933	-0,029	+0,001	+0,050
» » » . . .	-45	139	8	743	751	-10,005	-0,030	+0,001	+0,049
» » » . . .	-45	139	8	743	751	-10,023	-0,030	+0,001	+0,049
» » » . . .	—	—	—	743	—	0,049	0,000	+0,002	+0,058
26 » » . . .	-45	139	8	751	759	- 8,583	-0,025	0,000	+0,051
» » » . . .	-44	145	9	753	762	-10,147	-0,030	0,000	+0,049
» » » . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » » . . .	-19	291	18	755	773	-20,384	-0,029	-0,002	+0,041
» » » . . .	-19	291	18	756	774	-20,468	-0,028	-0,002	+0,041
» » » . . .	—	—	—	757	—	0,052	0,000	0,000	+0,058
8 Марта 1901 г.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	-17	303	18	766	784	-20,153	-0,030	-0,003	+0,041
» » »	-17	303	18	766	784	-20,488	-0,028	-0,003	+0,041
9 » »	—	—	—	—	—	—	—	—	—
» » »	-19,5	288	17	768	785	-20,445	-0,029	-0,003	+0,041
» » »	-19,5	288	17	767	784	-20,381	-0,029	-0,003	+0,041
» » »	-19,5	288	17	767	784	-21,580	-0,022	-0,003	+0,040
» » »	-23	268	16	767	783	-24,986	-0,034	-0,003	+0,037
» » »	-23	268	16	767	783	-25,012	-0,034	-0,003	+0,037
» » »	-24	262	16	766	782	-30,971	-0,059	-0,003	+0,032
» » »	-24	262	16	766	782	-30,856	-0,059	-0,003	+0,032
» » »	-24	262	16	766	782	-35,585	-0,079	-0,003	+0,028
» » »	-24	262	16	766	782	-35,708	-0,079	-0,003	+0,028
» » »	—	—	—	765	—	0,055	0,000	-0,001	+0,058

A VII.

					T o n n e l o t № 4932.							
Отсчетъ.	Исправка на разстояние основныхъ точекъ.	Температура по шкалѣ ртутнаго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Температура приведенная къ водородн. термометру.	Отсчетъ.	Исправка калибра.	Нулевая точка.	Исправлен. отсчетъ — нулевая точка.	Градусы по шкалѣ толуолеваго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.	Приведенная температура.	№ 11167 — № 4932.
0,020	-0,007	-10,027	+0,072	- 9,955	268,68	+0,18	309,60	- 40,74	- 8,55	-1,46	-10,01	+0,05
0,094	-0,007	-10,101	+0,073	-10,028	268,42	+0,18	309,60	- 41,00	- 8,60	-1,47	-10,07	+0,04
0,112	-0,007	-10,119	+0,073	-10,046	268,30	+0,18	309,60	- 41,12	- 8,63	-1,47	-10,10	+0,05
0,109	—	—	—	—	309,50	+0,10	309,60	—	—	—	—	—
8,666	-0,006	- 8,672	+0,060	- 8,612	274,06	+0,16	309,58	- 35,36	- 7,42	-1,26	- 8,68	+0,07
0,237	-0,007	-10,244	+0,074	-10,170	267,81	+0,18	309,58	- 41,59	- 8,73	-1,49	-10,22	+0,05
—	—	—	—	-15,51*	246,41	+0,24	309,58	- 62,93	-13,21	-2,34	-15,55	+0,04
0,484	-0,013	-20,497	+0,173	-20,324	227,14	+0,26	309,58	- 82,18	-17,25	-3,15	-20,40	+0,08
0,567	-0,013	-20,580	+0,174	-20,406	226,86	+0,26	309,58	- 82,46	-17,30	-3,16	-20,46	+0,05
0,110	—	—	—	—	309,48	+0,10	309,58	—	—	—	—	—
—	—	—	—	- 0,43*	307,75	+0,10	309,60	- 1,75	- 0,37	-0,06	- 0,43	0,00
—	—	—	—	- 5,27*	287,84	+0,12	309,60	- 21,64	- 4,54	-0,75	- 5,29	+0,02
—	—	—	—	-10,26*	267,55	+0,18	309,60	- 41,87	- 8,79	-1,50	-10,29	+0,03
—	—	—	—	-15,27*	247,26	+0,24	309,60	- 62,10	-13,03	-2,31	-15,34	+0,07
0,255	-0,013	-20,268	+0,171	-20,097	228,07	+0,26	309,60	- 81,27	-17,05	-3,11	-20,16	+0,06
0,588	-0,013	-20,601	+0,175	-20,426	226,83	+0,26	309,60	- 82,51	-17,32	-3,17	-20,49	+0,06
—	—	—	—	-15,37*	246,87	+0,24	309,60	- 62,49	-13,11	-2,32	-15,43	+0,06
0,546	-0,013	-20,559	+0,174	-20,385	226,96	+0,26	309,60	- 82,38	-17,29	-3,16	-20,45	+0,07
0,482	-0,013	-20,495	+0,173	-20,322	227,23	+0,26	309,60	- 82,11	-17,23	-3,15	-20,38	+0,06
1,675	-0,014	-21,689	+0,187	-21,502	222,54	+0,26	309,60	- 86,80	-18,22	-3,36	-21,58	+0,08
5,096	-0,016	-25,112	+0,227	-24,885	209,15	+0,27	309,60	-100,18	-21,02	-3,95	-24,97	+0,09
5,122	-0,016	-25,138	+0,228	-24,910	209,02	+0,27	309,60	-100,31	-21,05	-3,96	-25,01	+0,10
1,112	-0,020	-31,132	+0,305	-30,827	185,87	+0,38	309,60	-123,35	-25,88	-5,03	-30,91	+0,08
0,997	-0,020	-31,017	+0,303	-30,714	186,34	+0,38	309,60	-122,88	-25,79	-5,01	-30,80	+0,09
5,751	-0,023	-35,774	+0,371	-35,403	168,02	+0,54	309,60	-141,04	-29,60	-5,90	-35,50	+0,10
5,874	-0,023	-35,897	+0,372	-35,525	167,52	+0,54	309,60	-141,54	-29,70	-5,93	-35,63	+0,11
0,112	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ТАБЛИЦА VIII.

Сличеніе термометра № 10' съ нормальнымъ термометромъ Tonnelot № 11167.

Время отсчетовъ.	Tonnelot № 11167.		№ 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).					
	Средняя температура по водородн. шкалѣ.	Измѣненіе температ. въ 1 мин.	Средній отсчетъ.	Поправка за калибръ.	Поправка нуля.	$1^{\circ} = 0.99657.$	Температ. по шкалѣ ртутнаго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.
13 Декабря 1894 г.	— 9,651	—	— 9,255	+0,053	—0,600	+0,034	— 9,768	+0,117
» » »	— 9,134	—	— 8,738	+0,051	—0,600	+0,032	— 9,255	+0,121
» » »	— 8,754	—	— 8,334	+0,049	—0,600	+0,030	— 8,855	+0,101
14 » »	—20,632	—	—20,510	+0,142	—0,600	+0,072	—20,896	+0,264
» » »	—20,787	—	—20,687	+0,142	—0,600	+0,073	—21,072	+0,285
22 » »	— 9,865	—	— 9,485	+0,054	—0,600	+0,035	— 9,996	+0,131
» » »	—10,068	—	— 9,688	+0,055	—0,600	+0,035	—10,198	+0,130
16 Марта 1898 г.	—20,837	—	—20,715	+0,142	—0,610	+0,073	—21,110	+0,273
» » »	—20,821	—	—20,675	+0,142	—0,610	+0,073	—21,070	+0,249
» » »	—25,166	—	—25,100	+0,125	—0,610	+0,088	—25,497	+0,331
» » »	—25,103	—	—25,022	+0,126	—0,610	+0,088	—25,418	+0,315
» » »	—30,011	—	—29,990	+0,079	—0,610	+0,105	—30,416	+0,405
» » »	—30,104	—	—30,058	+0,079	—0,610	+0,105	—30,484	+0,380
» » »	—34,800	—	—34,827	+0,049	—0,610	+0,121	—35,267	+0,467
» » »	—34,817	—	—34,840	+0,049	—0,610	+0,121	—35,280	+0,463
22 » »	—21,048	—	—20,932	+0,142	—0,610	+0,074	—21,326	+0,278
» » »	—24,996	—	—24,929	+0,127	—0,610	+0,087	—25,325	+0,329
» » »	—29,859	—	—29,850	+0,081	—0,610	+0,104	—30,275	+0,416
» » »	—34,759	—	—34,815	+0,049	—0,610	+0,121	—35,255	+0,496
24 Марта 1900 г.	—21,689	—	—21,580	+0,144	—0,615	+0,076	—21,975	+0,286
26 » »	—29,708	—	—29,712	+0,082	—0,615	+0,104	—30,141	+0,433
» » »	—29,461	—	—29,476	+0,084	—0,615	+0,103	—29,904	+0,443
» » »	—29,570	—	—29,592	+0,083	—0,615	+0,104	—30,020	+0,450
9 Мая 1900 г.	—19,678	—	—19,525	+0,136	—0,610	+0,069	—19,930	+0,252
» » »	—19,656	—	—19,507	+0,136	—0,610	+0,069	—19,912	+0,256
» » »	—19,352	—	—19,195	+0,133	—0,610	+0,068	—19,604	+0,252

Время отсчетовъ.	Tonnelot № 11167.		№ 10' (Dr. H. Geissler in Bonn).					
	Средняя температура по водородн. шкалѣ.	Измѣненіе температ. въ 1 мин.	Средній отчетъ.	Поправка за калибръ.	Поправка нуля.	1°=0°99657.	Температ. по шкалѣ ртутнаго термометра.	Приведеніе къ водородн. термометру.
9 Мая 1900 г.	-20,886	—	-20,760	+0,142	-0,610	+0,073	-21,155	+0,269
» » »	-20,859	—	-20,728	+0,142	-0,610	+0,073	-21,123	+0,264
» » »	-25,454	—	-25,395	+0,122	-0,610	+0,089	-25,794	+0,340
» » »	-25,407	—	-25,330	+0,123	-0,610	+0,089	-25,728	+0,321
» » »	-30,194	—	-30,217	+0,078	-0,610	+0,106	-30,643	+0,449
» » »	-29,931	—	-29,938	+0,080	-0,610	+0,105	-30,363	+0,432
25 Февр. 1901 г. 2 ^ч 4 ^м — 2 ^ч 42 ^м	- 9,955	{ +0,004 } { -0,002 }	- 9,571	+0,055	-0,580	+0,035	-10,061	+0,106
» » » 2 54 — 3 14	-10,028	-0,003	- 9,658	+0,055	-0,580	+0,035	-10,148	+0,120
» » » 3 29 — 4 3	-10,046	+0,003	- 9,666	+0,055	-0,580	+0,035	-10,156	+0,110
26 » » 11 18 — 11 47	- 8,612	0,000	- 8,201	+0,048	-0,585	+0,030	- 8,708	+0,096
» » » 0 19 — 0 43	-10,170	+0,001	- 9,785	+0,056	-0,585	+0,035	-10,279	+0,109
» » » 2 24 — 2 37	-20,324	+0,010	-20,238	+0,141	-0,585	+0,071	-20,611	+0,287
» » » 2 56 — 3 12	-20,406	+0,011	-20,304	+0,141	-0,585	+0,072	-20,676	+0,270
8 Марта 1901 г. 3 58 — 4 17	-20,097	+0,015	-19,963	+0,140	-0,600	+0,070	-20,353	+0,256
9 » » 11 4 — 11 9	-20,385	-0,002	-20,258	+0,141	-0,600	+0,071	-20,646	+0,261
» » » 11 13 — 11 35	-20,322	+0,010	-20,197	+0,141	-0,600	+0,071	-20,585	+0,263
» » » 11 55 — 12 6	-21,502	{ -0,007 } { +0,007 }	-21,397	+0,144	-0,600	+0,075	-21,778	+0,276
» » » 0 35 — 0 39	-24,885	+0,013	-24,839	+0,128	-0,600	+0,087	-25,224	+0,339
» » » 0 42 — 0 56	-24,910	+0,005	-24,858	+0,127	-0,600	+0,087	-25,244	+0,334
» » » 2 22 — 2 35	-30,827	+0,003	-30,836	+0,073	-0,605	+0,108	-31,260	+0,433
» » » 2 36 — 2 46	-30,714	+0,022	-30,729	+0,074	-0,605	+0,107	-31,153	+0,439

ТАБЛИЦА IX.

Сличеніе термометровъ № 313 и № 152 съ нормальнымъ термометромъ Tonnelot № 11167.

Время сличенія.	Температура по водородной шкалѣ.	№ 313 (Ф. Мюллеръ).				№ 152 (Ф. О. Мюллеръ).			
		Средній отсчетъ.	Разность.	Поправка нуля.	Поправка шкалы.	Средній отсчетъ.	Разность.	Поправка нуля.	Поправка шкалы.
25-го Февраля 1901 г. . .	— 9,96	— 9,90	—0,06	—0,06	0,00	— 9,93	—0,03	—0,02	—0,01
» » » . .	—10,03	— 9,98	—0,05	—0,06	+0,01	—10,00	—0,03	—0,02	—0,01
» » » . .	—10,05	—10,02	—0,03	—0,06	+0,03	—10,04	—0,01	—0,02	+0,01
26-го » » . .	— 8,61	— 8,59	—0,02	—0,05	+0,03	— 8,59	—0,02	—0,02	0,00
» » » . .	—10,17	—10,14	—0,03	—0,05	+0,02	—10,16	—0,01	—0,02	+0,01
» » » . .	—15,51*	—15,51	0,00	—0,05	+0,05	—15,47	—0,04	—0,02	—0,02
» » » . .	—20,32	—20,33	+0,01	—0,05	+0,06	—20,27	—0,05	—0,02	—0,03
» » » . .	—20,41	—20,41	0,00	—0,05	+0,05	—20,34	—0,07	—0,02	—0,05
» » » . .	—25,02*	—25,01	—0,01	—0,05	+0,04	—24,87	—0,15	—0,02	—0,13
8-го Марта 1901 г. . . .	— 0,43*	— 0,38	—0,05	—0,05	0,00	— 0,41	—0,02	—0,02	0,00
» » » . . .	— 5,27*	— 5,22	—0,05	—0,05	0,00	— 5,23	—0,04	—0,02	—0,02
» » » . . .	—10,26*	—10,22	—0,04	—0,05	+0,01	—10,24	—0,02	—0,02	0,00
» » » . . .	—15,27*	—15,27	0,00	—0,05	+0,05	—15,22	—0,05	—0,02	—0,03
» » » . . .	—20,10	—20,10	0,00	—0,05	+0,05	—20,02	—0,08	—0,02	—0,06
» » » . . .	—20,39*	—20,40	+0,01	—0,05	+0,06	—20,31	—0,08	—0,02	—0,06
9-го » » . . .	—15,37*	—15,38	+0,01	—0,05	+0,06	—15,33	—0,04	—0,02	—0,02
» » » . . .	—20,39	—20,40	+0,01	—0,05	+0,06	—20,30	—0,09	—0,02	—0,07
» » » . . .	—20,32	—20,32	0,00	—0,05	+0,05	—20,24	—0,08	—0,02	—0,06
» » » . . .	—21,50	—21,50	0,00	—0,05	+0,05	—21,41	—0,09	—0,02	—0,07
» » » . . .	—24,89	—24,89	0,00	—0,05	+0,05	—24,75	—0,14	—0,02	—0,12
» » » . . .	—24,91	—24,90	—0,01	—0,05	+0,04	—24,77	—0,14	—0,02	—0,12
» » » . . .	—30,83	—30,80	—0,03	—0,05	+0,02	—30,59	—0,24	—0,02	—0,22
» » » . . .	—30,71	—30,70	—0,01	—0,05	+0,04	—30,49	—0,22	—0,02	—0,20
» » » . . .	—35,40	—	—	—	—	—35,10	—0,30	—0,02	—0,28
» » » . . .	—35,53	—	—	—	—	—35,23	—0,30	—0,02	—0,28



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНЮ.

Томъ XV. № 6.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Volume XV. № 6.

ИЗСЛѢДОВАНИЕ
НАДЪ ВЫДѢЛЕНІЕМЪ ВОДНЫХЪ РАСТВОРОВЪ
РАСТЕНІЯМИ

В. В. Лепешкина.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 26 ноября 1903 г.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:
Н. Н. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:
J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. 60 к. — Prix: 4 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Февраль 1904 г.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

СОДЕРЖАНІЕ.

Цитированныя статьи и сочиненія	СТРАН. V—VII
Введеніе	1

I. Выдѣленіе водныхъ растворовъ одноклѣтными растеніями.

A. Историческій обзоръ	3
B. Выдѣленіе водныхъ растворовъ у Mucogaseae.	
Гл. 1. Pilobolus.	4
Гл. 2. Вліяніе внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воднаго раствора у Pilobolus	11
а) Вліяніе влажности. — б) Вліяніе температуры. — в) Вліяніе кислорода воздуха. —	
д) Вліяніе анестезирующихъ веществъ. — е) Вліяніе свѣта. — ф) Вліяніе ядовъ и физи-	
ческихъ раздраженій.	
Гл. 3. Механика выдѣленія воднаго раствора у Pilobolus.	24
Гл. 4. Приложеніе выведенныхъ формулъ къ случаю выдѣленія воднаго раствора у Pilobolus. . .	34
C. Гл. 5. Секреція воднаго раствора другими Mucogaseae.	39
D. Гл. 6. Выдѣленіе воднаго раствора у Vaucheria.	40

II. Выдѣленіе водныхъ растворовъ многоклѣтными растеніями.

A. Теоретическія основанія выдѣленія воды системой клѣтокъ	42
B. Выдѣленіе воднаго раствора септированными плѣснями, Penicillium.	44
C. Выдѣленіе воднаго раствора сосудистыми растеніями	47
Гл. 1. Выдѣленіе воднаго раствора эпидермальными органами.	48
Гл. 1. Вліяніе внѣшнихъ факторовъ на скорость выдѣленія воднаго раствора эпидермальными	
органами.	61
а) Вліяніе температуры. — б) Вліяніе наркотизирующихъ и ядовитыхъ веществъ. —	
с) Вліяніе свѣта. — д) Значеніе кислороднаго дыханія.	
Гл. 3. Выдѣленіе воднаго раствора сосудистыми растеніями черезъ устьица и др. отверстія	
эпидермиса.	72
Гл. 4. Выдѣленіе воды черезъ дыхательныя устьица у Papilionaceae	76
Гл. 5. Причина выдѣленія воды черезъ отверстія эпидермиса т. е. причина плача	78
Главные результаты	80

ЦИТИРОВАННЫЯ СТАТЬИ И СОЧИНЕНІЯ.

Brefeld. Ueber Schimmelpilze. 1881.

Brücke. Annall. d. Phys. u. Chemie. 1844.

Деларю. О выдѣленіи воды наземными частями растеній.

Dutrochet. Memoires. Brüssel. 1837. p. 201.

Edelstein. Zur Kenntniss der Hydathoden an den Blättern der Holzgewächse. Извѣстія Имп. Акад. Наукъ. 1902. Іюнь. Т. XVIII. № 1. p. 59.

Gärtner. Flora. 1842 a, Bd. I.

Godlewski. Zur Theorie d. Wasserbewegung in der Pflanze. Jahrbücher f. wissensch. Botanik. 1884. Bd. 15.

Goebel. Ueber d. biologische Bedeutung der Blatthöhlen bei Tozzia und Lathraea. Flora. 1897. Bd. 83. H. 3.

Haberlandt I. Das tropische Blatt. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. zu Wien. 1892. I Abth. p. 792.

II. Botanische Tropenreise. 1893. p. 58.

III. Ueber Wasser secernirende u. absorbirende Organe. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. 1894. Abth. I. Bd. CIII. p. 489.

IV. Тоже. Sitzungsber. d. K. A. d. W. z. Wien. 1895. II Abth. Bd. CIV. p. 55.

V. Ueber Bau u. Function d. Hydathoden. Berichte d. deutsch. botanisch. Gesellsch. 1894. p. 367.

VI. Physiologische Pflanzenanatomie. 1896.

VII. Zur Kenntniss der Hydathoden. Jahrb. f. wiss. Bot. 1897. p. 511.

VIII. Anatomisch-physiolog. Untersuchungen u. s. w. Sitzungsber. d. K. A. d. Wiss. zu Wien. 1897. p. 86.

IX. Bemerkungen zur Abhandl. von Otto Spanier... Botan. Zeitg. 1898. № 12.

X. Eine experimentelle Hervorruf. eines neuen Organes bei Conocephalus ovatus. Botanische Untersuch. Schwenderer dargebracht. 1899.

Hofmeister. Flora. 1862.

- Лепешкинъ. Къ вопросу о гидатодахъ. Труды СПб. Общества Естествоисп. Протоколы 1899 г.
- Mazé. Annales de l'institut Pasteur, T. 14 p. 350.
- Meyen. Neues System der Pflanzenphysiologie. 1838. p. 508.
- Meyer, A. Kritische Besprechung von Haberlandt's Bemerkungen u. s. w. Botanische Zeitung. № 16. 1890. p. 241.
- Minden, von Max. Beiträge zur anat. u. physiolog. Kenntniss der Wasser secernirend. Organe. Bibliotheca botanica. 1899. H. 46.
- Molisch.
- Moll. Untersuchungen über Tropfenausscheid. und Injection d. Blätter. Verslagen en Mededeel. d. Konink. Akad. Amsterdam. 1880 (Sonderabdruck). Vorläufige Mitteil. in Bot. Zeitg. 1880. p. 49.
- Nestler. I. Untersuch. üb. d. Aussch. v. Wassertropf. an d. Blättern. Sitzungsber. d. Kais. Ak. d. Wiss. zu Wien. Bd. CV. Abth. I. 1896. p. 521.
 II. Die Ausscheidung v. Wassertropf. an d. Blättern d. Malvaceae u. and. Pflanzen. Sitzb. d. R. A. z. Wien. Bd. CVI. I Abth. 1897.
 III. Die Secrettropf. an. d. Laubblättern von Phaseolus multiflorus Wild und d. Malvaceen. Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Berlin. 1899. p. 333.
 IV. Zur Kenntniss der Wasserausscheid. an d. Blättern von Phaseol. multiflorus und Boehmeria. Sitzungsber. d. K. Ak. d. Wiss. zu Wien. Math.-naturwiss. Kl. 108, 1. p. 680—711 или Oester. Bot Ztg. 1900. p. 26—28.
- Ostwald. Lehrbuch der allgem. Chemie I Bd. 1891. p. 662.
- Pitra. Jahrb. f. wiss. Botanik. 1877. Bd. 11. p. 437.
- Pfeffer. I. Physiologische Untersuchungen. 1873.
 II. Pflanzenphysiologie. 1897.
 III. Osmotische Untersuchungen. 1877.
 IV. Zur Kenntniss der Plasmahaut u. d. Vacuolen, Abh. d. math. phys. Cl. d. Kön. säch. Gesellsch. d. Wissensch. Bd. VI. p. 303.
- Rysselberghe, van. Influence de la Température sur la perméabilité du protoplasme etc. Bruxelles. 1901. Bulletins de l'Acad. royale de Belgique (Classe des sciences) n° 31901.
- Ray. Histor. plantar. 1686. Bd. I. p. 8.
- Rosanoff. Botanische Zeitung. 1869. p. 883.
- Sachs. I. Experimentalphysiologie. 1865. p. 207.
 II. Lehrbuch d. Botanik. IV. Aufl. 1874. p. 649.
 III. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1887. p. 259.

- Schmidt. Beobacht. üb. die Ausscheidung v. Flüssigk. aus d. Spitze der Blätter de Arum Colocasia. Linnaea. 6 Bd. 1831. p. 65.
- Schmitz. Linnaea. 1843. Bd. 17. p. 472.
- Spanjer, Otto. Untersuchungen über d. Wasserapparate d. Gefässpflanzen. Bot. Zeitg. 1898. p. 35.
- Tamman. Zeitschrift für Physikalische Chemie. Bd. 9. 1892. p. 99.
- Traub. Annal du Jardin botan. d. Buitenzorg. Bd. 2. p. 32.
- Volgens. Ueber Wasserausscheidung in liquider Form u. s. w. Diss. Berlin. 1882.
- Wieler. Das Bluten der Pflanzen. Beitr. z. Biol. d. Pflanzen herausgeg. v. F. Cohn. Bd. 6. 1893.
- Wilson. The Cause of the Excretion of Water on the Surface of Nectaries. Unters. a. d. botanisch. Instit. zu Tübingen. 1881.
- Zopf. Die Pilze. p. 186.

ЗАМѢЧЕННЫЯ ОПЕЧАТКИ.

<i>Стран.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано:</i>	<i>Нужно читать:</i>
4	2 св.	Глава 1. <i>a</i> .	Глава 1.
7	12 сн.	пишетъ (Pfeffer,	пишетъ Pfeffer (
13	рисунокъ	вышеприведенной	нижеприведенной
20	2 св.	табл. I.	табл. I.)
23	3 св.	, же не	же, не
»	15 св.	въ и	и въ
35	13 сн.	чѣмъ концентрація	концентраціи
37	14—13 сн.	надо приписать увеличенію <i>a</i>	зависитъ отъ увеличенія <i>a</i>
42	14 сн.	c_m	c_n
43	1 сн.	c_{n2}	c_n
46	1 сн.	понижаютъ	повышаютъ
49	3 св.	Weizenzorg	Wuitenzorg.
62	15 св.	на фигурѣ 2	на изображенной фигурѣ.

ВВЕДЕНІЕ.

Выхожденіе сока изъ пораненныхъ частей растеній принадлежитъ, какъ извѣстно, къ явленіямъ, обратившимъ на себя вниманіе самыхъ первыхъ изслѣдователей жизненныхъ отравленій растенія, посвятившихъ изученію его добрую часть своихъ работъ. Сила, заставляющая воду выходить наружу, должна по мнѣнію первыхъ авторовъ доставляться исключительно корнемъ (Ray, Hales, Hofmeister и др.). Это мнѣніе не подтверждается однако позднѣйшими изслѣдованіями. Выдѣленіе воды съ давленіемъ, какъ показали Pitra, Kraus, Wieler и др., можетъ производиться при извѣстныхъ условіяхъ также и стеблемъ безъ всякаго участія корня. Тотъ же фактъ былъ подтвержденъ въ новѣйшее время Эдельштейномъ, описавшимъ рядъ опытовъ съ выдѣленіемъ воды черезъ устья сръзанными вѣтками различныхъ деревьевъ. Во всѣхъ подобныхъ случаяхъ двигатели односторонняго воднаго тока, находясь внутри или *на всасывающей* поверхности плачущей части растенія, *выталкиваютъ* воду наружу черезъ ея древесину. Въ послѣднія 10 лѣтъ было описано однако нѣсколько случаевъ выдѣленія воды, въ которыхъ двигатели односторонняго воднаго тока помѣщаются *на выдѣляющей* поверхности растенія, *всасывая*, слѣдовательно, воду черезъ древесину послѣдняго. Такими двигателями оказались клѣтки эпидермиса листьевъ и волоски многихъ растеній, а также волосковидныя клѣтки каллюса (Naberlandt, Treub, Nestler, Molisch и др.). Давленіе, съ которымъ выталкивается вода послѣдними, иногда превосходитъ самыя большія, когда-либо наблюдавшіяся корневыя давленія (Molisch).

Механизмъ (причина) активнаго выдѣленія воды при помощи какъ тѣхъ такъ и другихъ двигателей односторонняго воднаго тока остается пока невыясненнымъ. Среди многочисленныхъ гипотезъ, предложенныхъ съ цѣлію объясненія выдѣленія воды ни одна не основана на достаточномъ фактическомъ матеріалѣ. Стремленіе свести причину явленія на осмотическіе процессы, происходящіе въ клѣткахъ, встрѣтило непобѣжденное пока препятствіе въ результатахъ изученія дѣйствія различныхъ внѣшнихъ факторовъ на плачь (напр. прекращеніе плача въ бескислородной средѣ или подъ дѣйствіемъ хлороформа и т. п.). Безъ удовлетворительнаго объясненія этихъ результатовъ никакая осмотическая гипотеза

активного выдѣленія воды не можетъ быть принята. Разрѣшеніе вопроса къ сожалѣнію даже и тогда мало подвинется впередъ, если для объясненія ихъ вмѣстѣ съ Годлевскимъ (Godlewsky, p. 604) совершенно произвольно принять періодическое активное сокращеніе плазматическаго мѣшка выдѣляющихъ клѣтокъ или періодическое дѣйствіе обмена веществъ, ведущаго къ колебанію осмотическихъ свойствъ веществъ, растворенныхъ въ клѣточномъ соку.

Указанное состояніе вопроса о механикѣ выдѣленія водныхъ растворовъ растеніями побудило меня заняться экспериментальнымъ изученіемъ этого явленія. Естественно было прежде всего остановиться на изслѣдованіи самыхъ простѣйшихъ случаевъ выдѣленія воднаго раствора, въ которыхъ выдѣляющее растеніе одноклѣтно. Такой простѣйшій случай, описываемый во всѣхъ учебникахъ физиологій, представляетъ выдѣленіе водныхъ капель у *Pilobolus*. Изученію послѣдняго посвящается поэтому первая, самая главная часть предлагаемой работы.

Убѣдившись въ возможности физико-химическаго объясненія выдѣленія воды у *Pilobolus*, естественно было обратиться далѣе къ изученію болѣе сложнаго случая выдѣленія воды многоклѣтными растеніями при помощи поверхностныхъ клѣтокъ. Въ этомъ случаѣ въ противоположность выдѣленію при помощи двигателей, расположенныхъ внутри растенія, процессъ выдѣленія доступенъ непосредственному наблюденію, а потому и болѣе пригоденъ для изученія. Что же касается самаго сложнаго случая выдѣленія воднаго раствора многоклѣтнымъ растеніемъ съ двигателями, находящимися внутри тканей, то въ этой работѣ находитъ себѣ мѣсто лишь сравненіе результатовъ, полученныхъ прежними изслѣдователями при его изученіи, съ данными моихъ изслѣдованій надъ выдѣленіемъ воды поверхностными клѣтками. Впрочемъ въ недалекомъ будущемъ я не теряю надежды опубликовать и свои уже начатыя опыты въ этомъ направленіи.

Желаніе математически оформить необходимость выдѣленія воды изъ клѣтки и растенія заставило меня спеціально заняться теоретическимъ разборомъ выдѣленія воды изъ воображаемаго сосуда съ двумя полупроницаемыми перепонками. Выведенная мною формула для скорости выдѣленія воды нуждается безъ сомнѣнія въ экспериментальной провѣркѣ надъ осадочными перепонками (что и будетъ мною сдѣлано въ недалекомъ будущемъ). Въ виду однако сложности и долговременности производства подобныхъ работъ, я предпочелъ пока ограничиться провѣркой этой формулы на живыхъ объектахъ, насколько это конечно доступно. Полное соответствіе полученныхъ мною результатовъ съ требованіями формулы можетъ служить, мнѣ кажется, съ одной стороны подтвержденіемъ вѣрности самой формулы, съ другой же стороны доказательствомъ въ пользу принимаемой мною гипотезы относительно причины выдѣленія водныхъ растворовъ растеніемъ.

I. Выдѣленіе водныхъ растворовъ одноклѣтными растеніями.

A. Историческій обзоръ.

Всѣмъ, работавшимъ съ плѣсками, хорошо извѣстенъ фактъ появленія водныхъ капель на воздушныхъ частяхъ ихъ мицелія, въ особенности на ихъ спорангіеносцахъ и конидіеносцахъ. Фактъ этотъ впервые описанъ еще въ срединѣ прошлаго столѣтія Шмицомъ (Schmitz). Однако происхожденіе капель и причина ихъ появленія оставались мало изслѣдованными до послѣднихъ дней.

Брефельдъ (Brefeld), подробно изучавшій ростъ муковокъ, пытается объяснить появленіе капель концентрированіемъ плазмы при спорообразованіи. Какъ можно заключить изъ его разсужденій, въ капляхъ выдавливается повидимому изъ клѣтки избытокъ воды, мѣшающій образованію менѣе богатыхъ водою споръ (Н. 4, р. 68 и Н. 1 р. 12). Цопфъ (Zopf) въ своемъ учебникѣ высказываетъ мнѣніе, что капли по крайней мѣрѣ у *Pilobolus* выталкиваются изъ клѣтки осмотическимъ давленіемъ, развивающимся ко времени созрѣванія споръ. Напротивъ того Вильсонъ (Wilson) считаетъ причиной появленія капель у *Pilobolus* осмотическое притяженіе воды веществами, находящимися на поверхности клѣтки, подобно тому, какъ это имѣетъ мѣсто въ нектаріяхъ (р. 15). Къ такому заключенію названный изслѣдователь приходитъ на основаніи своего опыта съ обмываніемъ воздушныхъ частей этого гриба: послѣ обмыванія выдѣленіе воды прекращается. Объясненію Wilson склоненъ повидимому отдать предпочтеніе и Пфефферъ (Pfeffer) въ своей физиологій, считая во всякомъ случаѣ не доказаннымъ, что капли выдавливаются изъ клѣтки осмотическимъ давленіемъ (II, р. 256).

Приведенными мнѣніями исчерпывается весь литературный матеріалъ относительно выдѣленія водныхъ растворовъ одноклѣтными растеніями. Какъ видимъ, не было даже установлено окончательно происхожденіе капель, несмотря на особенный интересъ, представляемый выдѣленіемъ капельно-жидкой воды въ такомъ простѣйшемъ случаѣ. Болѣе подходящаго случая для изученія механики активной секреціи клѣтокъ трудно себѣ и представить: одна и та же клѣтка всасываетъ и выталкиваетъ воду.

Приступаю къ описанію своихъ наблюденій и опытовъ.

В. Выдѣленіе водныхъ растворовъ у Mucogaceae.

Глава 1. а. Pilobolus.

Внѣшность
явленія.

На безцвѣтной растущей верхушкѣ едва показавшагося изъ субстрата желтаго кончика спорогенной нити *Pilobolus* почти всегда можно видѣть крупную прозрачную каплю. По снятіи капли капилляромъ, она минутъ черезъ 40—50 замѣняется новой. По мѣрѣ роста нити постепенно появляются болѣе мелкія капли и по всему ея протяженію. У нѣкоторыхъ видовъ *Pilobolus* съ короткими спорангиеносцами (напр. *P. Oedipus*) выдѣленіе капель по всей высотѣ спорангиеносцевъ начинается однако только послѣ того, какъ круглый спорангій раздулся и отдѣлился перегородкой отъ остальной части нити. вмѣстѣ съ тѣмъ выдѣленіе воды на вершинѣ прекращается.

Часто вмѣсто прозрачной водной капли на верхушкѣ только что вышедшей изъ клубневиднаго утолщенія спорогенной нити виситъ мутная тягучая капля, которую на первый взглядъ можно принять за смолистое выдѣленіе. Исслѣдованіе однако показываетъ, что дѣло обстоитъ иначе. Въ нитяхъ настолько повышается повидимому осмотическое давленіе, что оболочка клѣтки лопается въ самомъ слабомъ мѣстѣ на растущей вершинѣ, и плазматическій мѣшокъ выдавливается наружу въ видѣ шарообразной капли оранжеваго цвѣта отъ массы капелекъ пигмента (липохрома), вкрапленныхъ въ зернистую плазму. Само собою разумѣется, что лопнувшія нити прекращаютъ ростъ и потомъ отмираютъ.

Что же касается водныхъ капель, появляющихся на спорангиеносцахъ, то какъ уже упоминалось раньше оставалось не выясненнымъ, выдавливаются-ли онѣ осмотическимъ давленіемъ, образуются ли вслѣдствіе перемѣны физическаго и химическаго состоянія плазмы при образованіи споръ или притягиваются осмотически дѣйствующими веществами, находящимися на поверхности клѣтки. Такимъ образомъ моей задачей прежде всего было: выяснитъ происхожденіе капель. Съ этой цѣлю нужно было обратиться сперва къ болѣе обстоятельному изученію внѣшности явленія.

Всего демонстративнѣе удастся наблюдать выдѣленіе водныхъ капель у *Pilobolus* непосредственно подъ микроскопомъ. Для этого небольшія дерновишки со спорангиеносцами гриба помѣщаются во влажную камеру, покровное стекло которой смазано съ внутренней стороны глицериномъ; выдѣляющіяся капли измѣряются окулярнымъ микрометромъ и снимаются заранѣе пропущенной во влажную камеру капиллярной пипеткой подъ микроскопомъ. Новыя капли, какъ оказывается, появляются всегда на тѣхъ же самыхъ мѣстахъ и очень равномерно. Такъ капли діаметромъ въ 0,2 мм. вырастаютъ довольно постоянно въ 7—9 минутъ. Въ моихъ опытахъ капли снимались 5—10 разъ и промежутки ихъ появленія оставались для одного и того же мѣста спорангиеносца одинаковыми. Такъ какъ капли сса-

сывались капиллярной пипеткой весьма полно, то трудно предположить, что на поверхности клѣтки оставалось столько осмотически дѣйствующаго вещества, чтобы оно могло притянуть изъ клѣтки каплю воды прежнихъ размѣровъ въ тотъ же промежутокъ времени, какъ и вся масса его, упесенная капилляромъ. Съ другой стороны грибъ находился во влажной атмосферѣ, слѣдовательно капли не могли такъ быстро сохнуть, что часть раствореннаго вещества осаждалась и не попадала въ пипетку. Такимъ образомъ внѣшность явленія не давала повода думать, что капли появляются вслѣдствіе осмотическаго вліянія веществъ, находящихся на поверхности клѣтки.

Обратимся теперь однако къ вышеупомянутому опыту Wilson, явно несогласному съ только что приведеннымъ наблюденіемъ. Вполнѣ развитые спорангиеносцы *Pilobolus* довольно легко ломаются при обмываніи погруженіемъ въ воду, такъ какъ при выниманіи изъ воды почти всегда сгибаются и прилипаютъ къ дерну. Во избѣжаніе послѣдняго въ моихъ опытахъ спорангиеносцы осторожно перекладывались фильтровальной бумагой, которая по вынутіи дерновинки гриба изъ воды вынималась пинцетомъ. Промытые подобнымъ образомъ спорангиеносцы, помѣщенные во влажную атмосферу, продолжали выдѣлять воду какъ и до обмыванія. При этомъ на многихъ изъ нихъ выступающая вода сейчасъ же растекалась по поверхности и дѣлалась совершенно незамѣтной, тогда какъ до промыванія жидкость собиралась въ шарообразныя капли. Очевидно тонкій слой жирныхъ веществъ, покрывавшихъ клѣтки при промываніи былъ отчасти смытъ. На такихъ спорангиеносцахъ жидкость легко обнаруживается однако капиллярной пипеткой или лакмусовой бумагой (щелочная реакція). Весьма вѣроятно, что Wilson былъ введенъ въ заблужденіе описаннымъ фактомъ, очевидно предполагая, что и послѣ промыванія вода будетъ вездѣ собираться въ шарообразныя капли. Послѣднее дѣйствительно легко наблюдать, если брать для опыта молодые спорангиеносцы съ только что раздувшимися спорангіями, гдѣ слой жирнаго вещества повидимому не такъ легко смывается. Очень возможно также, что Wilson дѣлалъ свой опытъ съ *Pilobolus* незадолго до выбрасыванія спорангиеносцамп споръ, когда вообще секретія воды очень незначительна и нерѣдко совершенно отсутствуетъ. Какъ бы то ни было, опытъ съ обмываніемъ воздушныхъ частей *Pilobolus* въ надлежащей постановкѣ приводитъ къ тому же заключенію, какъ и наблюденіе процесса подъ микроскопомъ.

Повтореніе
опыта
Wilson.

Такимъ образомъ сила, заставляющая воду выдѣляться изъ спорангиеносцевъ, дѣйствуетъ не снаружи, а изнутри клѣтки. Что выдѣляющаяся вода однако не образуется въ плазмѣ во время концентраціи ея при спорообразованіи (мнѣніе Брефельда), видно уже изъ того, что самое сильное выдѣленіе воды происходитъ изъ спорангиеносцевъ и наоборотъ совершенно отсутствуетъ (или очень незначительно) изъ спорангіевъ, т. е. мѣстъ концентраціи плазмы. Всего естественнѣе предположеніе, что силу выдавливающую воду доставляетъ осмотическое давленіе. Если это дѣйствительно имѣетъ мѣсто, то, уничтожая осмотическое давленіе въ клѣткѣ, мы должны тѣмъ самымъ прекратить и выдѣленіе воды изъ спорангиеносцевъ.

Опытъ
уничтоженія
осмотическа-
го давленія
въ клѣткѣ.

Уничтожить осмотическое давленіе въ спорангіеносцахъ, соприкасающихся лишь своимъ нижнимъ расширеніемъ съ жидкостью субстрата, можно только однимъ способомъ, именно: помѣщая дерновинку гриба на растворъ какой-нибудь безвредной соли, напр. поваренной, изотоническій съ клѣточнымъ сокомъ спорангіеносцевъ. Плазмолизъ послѣднихъ у *Pilobolus Kleini* (возраста часовъ 5—6 до выбрасыванія споръ) начинается обыкновенно при содержаніи *NaCl* въ плазмолизирующемъ растворѣ отъ 1,35—1,4%. Первый предѣлъ принять для концентраціи изотоническаго раствора. Согласно ожиданію, энергично выдѣлявшіе передъ тѣмъ воду спорангіеносцы *Pilobolus Kleini* по перенесеніи на такой растворъ (при этомъ нужно наблюдать, чтобы нижнія расширенія были ниже уровня жидкости) тотчасъ прекращали выдѣленіе капель, послѣ же замѣны соли водой ои опять возобновляли его съ прежнею энергіей.

Опытъ показываетъ однако, что секреція воды прекращается при перенесеніи гриба на растворы соли и меньшей концентраціи (напр. 1%), а при концентраціи въ 0,3% выдѣленіе капель хотя и продолжается, но идетъ гораздо медленнѣе. Это обстоятельство указываетъ на то, что давленіе въ клѣткѣ должно быть не менѣе известной величины, въ данномъ случаѣ — $2\frac{1}{2}$ атм., чтобы вызвать замѣтное выдѣленіе воды. Такимъ образомъ плазматическій мѣшокъ представляетъ фильтраціи клѣточного сока известное сопротивленіе, которое должно быть преодолѣно осмотическимъ давленіемъ.

Схема выдѣ-
ленія воды
на основаніи
предыду-
щаго опыта.

Такъ какъ спорангіеносцы погружены въ жидкость только своими нижними расширеніями, то при посредствѣ только ихъ плазматической перепонки (ногтечного слоя плазмы) можетъ развиваться осмотическое давленіе, необходимое для фильтраціи сока черезъ воздушныя части клѣтки. При этомъ вода, нужная для его образованія, берется нижними расширеніями исключительно изъ окружающей среды (жидкости). Послѣ отдѣленія спорогенной клѣтки (будущаго нижняго расширенія спорангіеносцевъ), мицелій не играетъ уже при образованіи спорангіеносцевъ и спорангіевъ никакой роли; заложенную спорогенную клѣтку можно безъ всякаго ущерба для дальнѣйшаго ея роста отрѣзать отъ мицелія: выдѣленіе воды и выбрасываніе споръ остается совершенно одинаково какъ и въ случаѣ, когда грибъ остается на естественномъ субстратѣ, если понятно позаботиться о томъ, чтобы спорогенная клѣтка имѣла въ достаточномъ количествѣ воду (напр. можно помѣстить ее подъ колоколь на мокрую фильтровальную бумагу).

Такимъ образомъ выдѣленіе воды у *Pilobolus* намъ представляется слѣдующимъ образомъ. Нижнія расширенія спорангіеносцевъ всасываютъ изъ окружающей среды воду и, смѣшивая ее съ клѣточнымъ сокомъ, фильтруютъ послѣдній черезъ верхнія воздушныя части клѣтки. (Спорангій послѣ отдѣленія отъ спорангіеносца перегородкой, какъ уже было раньше упомянуто, не участвуетъ въ выдѣленіи воды). Позже я намѣренъ подробно разобрать весь механизмъ приведенной схемы, теперь же пока перейду къ болѣе детальному изслѣдованію фильтраціи клѣточного сока черезъ плазматическій мѣшокъ и оболочку верхней части клѣтки.

Какъ было уже упомянуто выше, капли выдѣляются на спорангиеносцахъ всегда на однѣхъ и тѣхъ же точкахъ клѣтки, причемъ въ различныхъ мѣстахъ выдѣленіе воды идетъ съ неравной энергіей. Такъ напр. мѣстомъ наиболѣе энергичной, хотя и наиболѣе кратковременной (вслѣдствіе образованія спорангія) секреціи является верхушка растущей спорогенной нити. Въ зрѣлыхъ спорангиеносцахъ *Pilobolus Kleinii* и др. всего лучше выдѣляющими воду оказываются зоны непосредственно подъ и надъ верхнимъ раздутіемъ, характеризующія густымъ оранжевымъ цвѣтомъ вслѣдствіе скопленія въ этихъ мѣстахъ плазмы съ окрашенными зернышками пигмента. Однако часто наиболѣе крупныя капли выдѣляются на участкахъ видимо ничѣмъ не отличающихся отъ остальныхъ частей клѣтки.

Болѣе детальное изслѣдованіе фильтраціи сока черезъ воздушныя части клѣтки.

Такъ какъ плазматическій мѣшокъ очень плотно прилегаетъ къ клѣточной оболочкѣ, то неравная секреціи воды различными участками клѣтки едва ли можетъ зависѣть отъ неоднородности оболочки, скорѣй можно предполагать въ данномъ случаѣ неодинаковую проницаемость различныхъ участковъ постѣночного слоя плазмы. Къ сожалѣнію мы не имѣемъ средствъ провѣрить экспериментально высказанное предположеніе. Правда плазмолизъ спорогенныхъ нитей всегда начинается съ вершины, а плазмолизъ раздутыхъ спорангиеносцевъ съ верхней секреціонной зоны, что какъ будто указываетъ на болѣе быстрое проникновеніе раствора черезъ оболочку въ мѣстахъ наибольшей секреціи, но это можетъ обуславливаться также и меньшимъ прилипаніемъ въ этихъ мѣстахъ плазматическаго мѣшка къ оболочкѣ. Условимся въ послѣдующемъ для краткости называть стѣнку клѣтки плюсъ постѣночный слой плазмы, черезъ которые продавливается, какъ было показано, подъ напоромъ осмотического давленія клѣточный сокъ, фильтрующей перепонкой и обратимся теперь къ разсмотрѣнію ея физическихъ свойствъ, имѣющихъ рѣшительное вліяніе на ходъ процесса выдѣленія воды.

Пфефферъ, изучая фильтрацію воды черезъ осадочныя перепонки, нашелъ, какъ извѣстно, что количество воды, прошедшей въ единицу времени черезъ перепонку, пропорціонально давленію, подъ которымъ совершается фильтрація. «Es gibt keine Grenze des Filtrationswiderstandes, d. h. jeder Ueberdruck bewirkt Filtration nach der Seite geringeren Widerstandes» пишетъ (Pfeffer, III, p. 71). Осадочная перепонка оказалась такимъ образомъ какъ бы бесконечно проницаемой для воды.

Выше уже было упомянуто, что спорангиеносцы *Pilobolus Kleinii* не выдѣляютъ сколько-нибудь замѣтнаго количества воды при уменьшеніи давленія внутри клѣтки до $2\frac{1}{2}$ атмосферъ. Очень возможно, что фильтрація сока идетъ и при этомъ давленіи, но дѣлается настолько незначительной, что не можетъ быть замѣчена въ теченіе нѣсколькихъ часовъ опыта, даже и при возможно полномъ устраненіи испаренія. Болѣе продолжительное наблюденіе дѣлается въ данномъ случаѣ невозможнымъ, такъ какъ можетъ вести къ ложному выводу. Если съ вечера вырѣзанныя ножницами дерновинки гриба съ вышедшими изъ нижнихъ расширеній спорогенными нитями перенести на 2% растворъ поваренной соли (всего лучше жидкость помѣстить въ большую кристаллизационную чашку съ бисеромъ, для того чтобы дерновинки имѣли podporу и прибавка воды, заключенной въ дерновинкахъ, не уменьшила

Провѣрка данныхъ Пфеффера относительно увеличенія фильтраціи съ увеличеніемъ давленія.

концентраціи раствора), то на слѣдующій день утромъ развившіеся спорангіеносцы будутъ покрыты множествомъ капель выдѣлившейся изъ клѣтокъ жидкости. Осмотическое давленіе въ молодыхъ спорогенныхъ питяхъ *Pilobolus* колеблется между 12,6 и 14 атмосферами (т. е. плазмолизъ начинается при 3,4% и 4% KNO_3); такимъ образомъ послѣ перенесенія на 2% растворъ поваренной соли (соотвѣтствуетъ 12,2 атм.), абсолютное давленіе въ клѣткахъ¹⁾ падаетъ до 0,4—1,6 атмосферы и выдѣленіе капель (также и ростъ) дѣлается незамѣтнымъ. Съ теченіемъ времени однако протопластъ начинаетъ вопреки ожиданіямъ совершенно неопытнымъ образомъ накоплять внутри клѣтки поваренную соль изъ раствора (что это дѣйствительно такъ, непосредственно показываетъ анализъ клѣточного сока). Этимъ достигается такое повышеніе осмотического давленія, что черезъ какіе-нибудь 10—12 часовъ послѣ перенесенія дерновинокъ на растворъ соли плазмолизъ клѣтокъ начинается лишь при 5,5% селитры (28,7% сахара). Слѣдовательно абсолютное давленіе въ клѣткѣ увеличивается съ 0,4—1,6 атмосферъ до 19,2—12,2 = 7. Такимъ образомъ дѣлается понятнымъ и обильное выдѣленіе капель спорангіеносцами, выросшими на растворѣ поваренной соли.

Въ виду возможной ошибки вслѣдствіе только что описанной аккомодациі гриба къ большей концентраціи раствора, провѣрку данныхъ Пфеффера относительно увеличенія скорости фильтраціи вмѣстѣ съ давленіемъ удобнѣе производить на спорангіеносцахъ съ искусственно увеличеннымъ осмотическимъ давленіемъ, предварительно выдерживая дерновинки гриба на растворѣ поваренной соли. Въ спорангіеносцахъ, накопившихъ за ночь въ клѣточномъ соку хлористый натрій, по перенесеніи дерновинокъ на дистиллированную воду развивается давленіе почти въ $2\frac{1}{2}$ раза превышающее таковое въ спорангіеносцахъ нормально культивируемаго гриба. Эффектъ, производимый подобнымъ повышеніемъ внутрикѣлочнаго давленія, оказывается однако неодинаковымъ для спорангіеносцевъ различнаго возраста. Если опыты производить надъ спорогенными нитями безъ спорангіевъ, выдѣляющими жидкость еще на вершинѣ, или надъ спорангіеносцами часовъ за 6—8 до выбрасыванія споръ, то по перенесеніи дерновинокъ гриба на дистиллированную воду замѣчается усиленное выдѣленіе капель. Такъ если въ теченіе ночи (16 часовъ) на 20 нормально культивируемыхъ спорангіеносцахъ *Pilobolus Kleimii* при 18° С. выдѣлился объемъ жидкости, измѣряемый 64 (т. е. 4 въ часъ) дѣленіями капиллярной пипетки (градуированной столбикомъ подкрашенной воды), то на 10 спорангіеносцахъ, бывшихъ на 2% растворѣ соли, послѣ замѣны соли дистиллированной водой выдѣляется 12 дѣленій въ теченіе часа. При этомъ никакого увеличенія объема клѣтки не замѣчается; слѣдовательно вся усиленно подводимая нижнимъ расширеніемъ вода успѣваетъ отфильтровываться наружу. Къ иному результату приводитъ опыты со зрѣлыми спорангіеносцами (напр. за 1—2 часа до выбрасыванія споръ). По перенесеніи на дистиллированную воду секретія видимо не ускоряется. Послѣ-же 1—

1) Условимся осмотическимъ давленіемъ называть давленіе, обнаруживаемое плазмолизомъ, абсолютнымъ-же давленіемъ — давленіе, дѣйствительно существующее въ клѣткѣ въ данный моментъ.

5 минутнаго пребыванія на дистиллированной водѣ спорангіеносцы лопаются продольной щелью въ верхнемъ расширеніи или въ *columella*, а содержимое клѣтокъ съ трескомъ выбрасывается вонъ, увлекая въ послѣднемъ случаѣ разумѣется и спорангій со спорами. Такимъ образомъ усиленно подводимая нижнимъ расширеніемъ спорангіеносцевъ вода, очевидно вслѣдствіе пониженія проницаемости фильтрующей перепонки ко времени полной зрѣлости гриба, не успѣваетъ выходить наружу и, накопляясь въ клѣткѣ, создаетъ давленіе достаточное для разрыва оболочки въ мѣстѣ ея наименьшаго сопротивленія. Тотъ же процессъ очень вѣроятно имѣетъ мѣсто у *Pilobolus* и при нормальномъ выбрасываніи споръ, сопровождаемомъ всегда предварительнымъ паденіемъ или прекращеніемъ секреціи, но для этого попятно требуется большее время, такъ какъ нижнее расширеніе доставляетъ воду въ этомъ случаѣ гораздо медленнѣе¹⁾.

Въ томъ, что параллельно съ созрѣваніемъ спорангіеносцевъ дѣйствительно понижается проницаемость ихъ фильтрующей перепонки и именно плазматической части ея, можно убѣдиться, пользуясь опредѣленіемъ скорости плазмолиза и обратнаго возстановленія тургора клѣтки въ дистиллированной водѣ. Плазмолизъ производился въ моихъ опытахъ 20,4% растворомъ тростниковаго сахара, къ которому прибавлялось для приданія окраски нѣсколько капель экстракта Orseille. Сначала измѣрялось обыкновенно время, прошедшее до момента образованія опредѣленной фигуры плазмолиза, которая зарисовывалась при помощи рисовальной призмы, послѣ чего сахаръ замѣнялся водой и наблюдалось время, нужное для полнаго возстановленія тургора. Какъ и слѣдовало ожидать, опредѣленная фигура плазмолиза спорангіеносцевъ, возраста 7—8 часовъ до выбрасыванія споръ, получалась гораздо скорѣй, чѣмъ такая же фигура при плазмолизѣ спорангіеносцевъ за 1—2 часа до лопанія *columella*. Именно въ первомъ случаѣ черезъ 12 минутъ, во второмъ черезъ 40 и болѣе. Обратное возстановленіе тургора: 10 и 35 минутъ.

Такимъ образомъ различіе результатовъ опытовъ съ молодыми и зрѣлыми спорангіеносцами пужно искать дѣйствительно въ неодинаковой проницаемости ихъ фильтрующей перепонки и именно плазматической части ея. Здѣсь слѣдовательно впервые мы встрѣчаемся со свойствами, характеризующими живую перепонку. Измѣненія структуры гіалоплазмы, тѣсно связанныя съ жизнедѣятельностью клѣтки, могутъ повести, какъ мы видѣли, къ быстрому паденію ея проницаемости. Ничего подобнаго никогда не наблюдалось для осадочныхъ перепонокъ, гдѣ трудно и допустить какое-нибудь быстрое измѣненіе проницаемости безъ рѣзкой перемѣны внѣшнихъ условій.

Итакъ, только опытамъ съ молодыми спорангіеносцами можно придавать дѣйствительное значеніе. Эти опыты, какъ мы видѣли, показываютъ, что съ увеличеніемъ давленія

1) Такимъ образомъ не разбуханіе нижней части стѣнки спорангія, какъ это теперь принимается (Zopf, Brefeld), обусловливаетъ прорываніе *Columella*, а пониженіе проницаемости фильтрующей перепонки. Дѣйствительно можно очень легко снять спорангій, нижняя часть котораго разбухла, со спорангіеносцевъ, не вызвавъ этимъ лопаніе клѣтки. Только тогда, когда внутреннее давленіе, вслѣдствіе пониженія или даже прекращенія отвода воды, достигаетъ предѣльной величины, происходитъ прорываніе *Columella*, какъ наиболѣе слабого мѣста оболочки.

внутри клѣтки скорость выдѣленія воды увеличивается; такимъ образомъ скорость фильтраціи черезъ фильтрующую перепонку *Pilobolus*, подобно скорости фильтраціи черезъ осадочную перепонку, увеличивается съ увеличеніемъ давленія, подъ которымъ она совершается.

Проницаемость филь-
трующей перепонки
Pilobolus
для раство-
ренныхъ ве-
ществъ.

Обратимся теперь къ изученію проницаемости фильтрующей перепонки для веществъ. Растворенныхъ въ проходящей черезъ нее водѣ. Какъ извѣстно, еще Пфефферъ (*Pfeffer*, III, p. 48) нашелъ, что растворенныя въ водѣ соли могутъ проникать черезъ осадочныя перепонки, діосмируя въ сторону меньшаго осмотическаго давленія; весьма естественно поэтому думать, что и при фильтраціи сока черезъ живую перепонку, приравниваемую обыкновенно осадочнымъ, вмѣстѣ съ водой уносятся и растворенныя въ ней вещества. Дѣйствительно капля выдѣленной жидкости оставляетъ послѣ испаренія кристаллическій остатокъ. Большой интересъ представляло изслѣдовать, насколько сильно задерживаетъ фильтрующая перепонка спорангіеносцевъ вещества, растворенныя въ проходящей черезъ нее водѣ. Для этого нужно было обратиться къ сравненію анализовъ клѣточного сока и жидкости, выдѣляемой спорангіеносцами.

Чтобы получить клѣточный сокъ, я поступалъ слѣдующимъ образомъ. Изъ срѣзанныхъ ножницами спорангіеносцевъ *Pilobolus* выжималась мутная жидкость, и опредѣленный вѣсъ ея (8,4387 гр.) выпаривался до-суха при 40°; затѣмъ остатокъ обрабатывался водой и жидкость отфильтровывалась отъ нерастворившихся частей; полученный такимъ образомъ совершенно прозрачный растворъ имѣетъ свѣтло-бурый цвѣтъ и слабо-щелочную реакцію.

Изслѣдованіе показываетъ, что въ мутной жидкости, выжатой изъ спорангіеносцевъ, содержится 1,2% нерастворимыхъ и 2,9% растворимыхъ твердыхъ веществъ. Анализъ послѣднихъ привелъ къ слѣдующему ихъ составу:

Органическихъ веществъ (составъ не опредѣленъ, углеводы отсутствуют) . . .	34,8%
» щелочей (главнымъ образомъ окиси калия)	20,5
» щелочныхъ земель слѣды окисей алюминія и желѣза (послѣд- няго незначительное количество)	19,3
сѣрной кислоты (SO_3)	1,5
фосфорной кислоты (P_2O_5)	14,5
хлора	4,2
азотной кислоты мало (не опредѣлялась)	—
угольной кислоты (CO_2)	1,4
кремнекислоты (SiO_2)	0,2
Сумма	96,4%

Перехожу къ описанію жидкости, выдѣляемой спорангіеносцами. Растворъ имѣетъ слабо-щелочную реакцію, прозраченъ и совершенно безцвѣтенъ. Щелочная реакція зависитъ и здѣсь, подобно реакціи клѣточного сока, отъ присутствія углекислыхъ щелочей. Анализъ показываетъ, что жидкость содержитъ 0,6% растворенныхъ твердыхъ веществъ,

что представляетъ однако среднюю концентрацію, такъ какъ анализировалась жидкость, выдѣленная въ теченіе всего періода роста спорангіеносцевъ. Въ противоположность клѣточному соку въ жидкости не содержится органическихъ соединеній. Составъ минеральныхъ соединеній вполне соотвѣтствуетъ таковому клѣточного сока, не исключая окиси алюминія и кремнезема. Такимъ образомъ, фильтрующей перепонкой были задержаны цѣликомъ только органическія вещества, частицы которыхъ имѣютъ вѣроятно очень большой объемъ и сложное строеніе. Съ другой стороны только часть минеральныхъ соединеній проходитъ черезъ перепонку.

Вслѣдствіе вымыванія солей изъ клѣтокъ, концентрація клѣточного сока естественно должна падать. Она падаетъ также и вслѣдствіе роста спорангіеносцевъ, такъ какъ увеличеніе ихъ объема происходитъ всецѣло на счетъ воды, доставляемой нижнимъ расширеніемъ, количество же осмотическихъ соединеній прибываетъ незначительно. Дѣйствительно плазмолизъ молодыхъ спорогенныхъ нитей *Pilobolus Kleinii* напр. начинается въ среднемъ при содержаніи 3,7% селитры въ плазмолизирующемъ растворѣ, плазмолизъ же зрѣлыхъ спорангіеносцевъ при 2,3%. Если принять, что концентрація клѣточного сока падаетъ равномерно, то среднее содержаніе въ немъ твердыхъ веществъ за весь періодъ роста будетъ $= \frac{3.2,9}{2,3} = 3,8\%$, а среднее содержаніе неорганическихъ веществъ — 2,4%. Такимъ образомъ только $\frac{1}{4}$ часть всѣхъ неорганическихъ веществъ проходитъ черезъ фильтрующую перепонку спорангіеносцевъ.

Къ сожалѣнію проницаемость осадочныхъ перепонокъ для растворенныхъ веществъ при фильтраціи водныхъ растворовъ подъ давленіемъ еще совершенно не изучена, и поэтому нельзя провести желательной параллели въ этомъ отношеніи между живой протоплазматической оболочкой и мертвой полупроницаемой перепонкой.

Въ слѣдующей главѣ выяснятся свойства фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ *Pilobolus*, отличающія ее отъ осадочныхъ перепонокъ.

Гл. 2. Вліяніе внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воднаго раствора у *Pilobolus*.

Въ выясненіи механизма различныхъ отправленій растительнаго организма оказало незамѣнимыя услуги изученіе ихъ при различныхъ измѣненіяхъ во внѣшнихъ условіяхъ. Поэтому мнѣ представлялось весьма важнымъ для уясненія механизма выдѣленія водныхъ капель у *Pilobolus* изучить вліяніе на него различныхъ внѣшнихъ факторовъ. Въ особенности представлялся интереснымъ вопросъ: будетъ-ли плазматическая оболочка реагировать на внѣшнія воздѣйствія подобно мертвой полупроницаемой перепонкѣ, или же внесетъ въ реакцію свой специфическій элементъ, обусловливаемый ея живой структурой, безъ сомнѣнія сильно отличающейся отъ структуры осадочныхъ перепонокъ изъ берлинской лазури или желѣзисто-синеродистой мѣди, къ которымъ обыкновенно ее приравниваютъ.

Чтобы имѣть болѣе опредѣленные, годныя для сравненія данныя о ходѣ секреціи,

пришлось въ описанныхъ ниже опытахъ главнымъ образомъ обращать вниманіе на энергію выдѣленія воды. Лишь въ немногихъ случаяхъ, гдѣ это было возможно, дѣлались анализы выдѣляющагося раствора. Капли собирались обыкновенно градуированной капиллярной пипеткой (всегда одной и той же для возможности сравненія), одно дѣленіе которой было приблизительно равно 0,03 с. мм. Объемъ жидкости, выдѣленной 10-ю спорангіеносцами въ теченіе часа, выраженной въ дѣленіяхъ такой пипетки, будемъ для краткости называть энергіей выдѣленія воды.

Влажность
необходима.

а) *Вліяніе атмосферной влажности.* Выдѣленіе капель идетъ у *Pilobolus* только когда въ окружающей спорангіеносцы атмосферѣ достаточно влажности. Въ сухомъ воздухѣ лабораторіи какъ выдѣленіе воды, такъ и ростъ совершенно прекращаются, несмотря на избытокъ воды, доставляемой нижнимъ расширеніемъ спорангіеносцевъ. Выросшіе спорангіеносцы по перенесеніи въ сухой лабораторный воздухъ начинаютъ высыхать и дѣлаются наконецъ настолько вялыми, что падаютъ и погибаютъ. Относительная влажность должна быть въ окружающемъ воздухѣ не менѣе 90, чтобы выдѣленіе капель дѣлалось замѣтнымъ. Очевидно потеря воды испареніемъ съ поверхности спорангіеносцевъ не можетъ быть покрыта количествомъ воды, доставляемымъ нижнимъ расширеніемъ. Выдѣленіе воды и ростъ становятся лишь тогда замѣтными, когда количество поступающей въ клѣтку воды начинаетъ превышать количество, теряющееся черезъ испареніе.

Температура
сильно повы-
шаетъ энер-
гію выдѣле-
нія воды.

б) *Вліяніе температуры.* Повышеніе температуры, какъ показалъ еще Pfeffer, очень незначительно измѣняетъ величину осмотического давленія, быстро увеличивая однако же скорость проникновенія воды черезъ осадочную перепонку. Въ новѣйшее время Van Rysselberghe показалъ, что зависимость скорости проникновенія воды и растворенныхъ въ ней кристаллоидовъ черезъ протоплазматическій мѣшокъ отъ температуры при плазмоллизѣ сходна съ таковой для осадочной перепонки (р. 217—219). Осмотическое же давленіе въ клѣткѣ измѣняется подъ вліяніемъ температуры лишь настолько, насколько того требуетъ законъ Вантъ-Гофа (р. 218). Если выдѣленіе водныхъ капель у *Pilobolus* зависитъ только отъ осмотического давленія, господствующаго въ клѣткѣ, съ одной стороны и легкой проницаемости фильтрующей оболочки воздушныхъ частей спорангіеносцевъ съ другой, то, принимая во вниманіе только что приведенныя литературныя указанія, нужно ждать усиленіе секреціи воды съ увеличеніемъ температуры (осмотическое давленіе мало измѣняется, скорость фильтраціи и всасыванія увеличивается). Последнее дѣйствительно находитъ себѣ подтвержденіе въ опытѣ. Изъ приведенной ниже таблицы (стр. 14) энергіей выдѣленія воды при различныхъ температурахъ видно, что скорость выдѣленія капель быстро растетъ съ возвышеніемъ температуры. Такъ при 3° С. въ теченіе 28 часовъ выдѣляется столько же жидкости, сколько при 18° С. выдѣляется въ 4 часа. При 35° С. выдѣленіе жидкости дѣлается болѣе чѣмъ въ 2 раза сильнѣе, чѣмъ при 18° С. При возвышеніи температуры проницаемости фильтрующей и всасывающей перепонки спорангіеносцевъ для клѣточного сока увеличиваются однако повидимому не одинаково, а именно проницаемость фильтрующей перепонки растетъ съ температурой быстрѣе.

Неодинако-
вое дѣйствіе
температуры
на различ-
ныя части
спорангіе-
носцевъ.

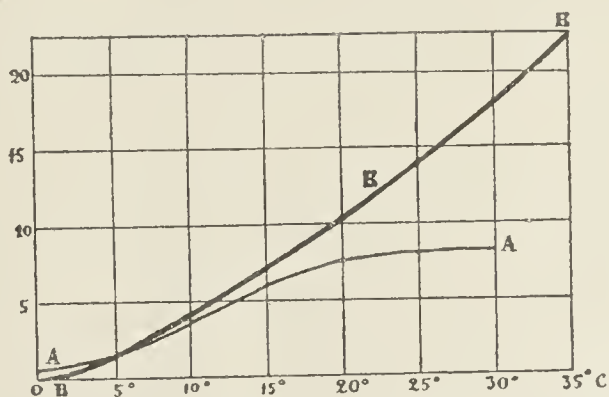
По крайней мѣрѣ это видно изъ того факта, что при нѣкоторой температурѣ (30—35°) выдѣленіе воды изъ клѣтки дѣлается болѣе поступленія ея въ спорангіеносцы, что обнаруживается въ уменьшеніи объема клѣтокъ и замедленіи или даже совершенномъ прекращеніи лопанія *columella* и выбрасыванія споръ. При этомъ жидкость, выдѣляемая при высокихъ температурахъ, содержитъ въ растворѣ всегда больше растворенныхъ веществъ, слѣдовательно проницаемость фильтрующей оболочки повышается съ температурой также и для нихъ, что ведетъ очевидно къ разжиженію клѣточного сока и понижая осмотическое давленіе въ клѣткѣ, усиляетъ эффектъ, производимый неравнымъ отношеніемъ къ температурѣ фильтрующей и всасывающей перепонки.

Очень возможно, что къ описанному вліянію проницаемости перепонки на время выбрасыванія споръ присоединяется еще и вліяніе неодинаковой скорости созрѣванія спорангіеносцевъ при различныхъ температурахъ, т. е. времени наступленія уже ранѣе описаннаго пониженія проницаемости фильтрующей перепонки вслѣдствіе внутреннихъ перегруппировокъ въ протоплазмѣ, связанныхъ съ ростомъ гриба. Вліянію именно этого фактора нужно повидимому приписать данныя относительно выбрасыванія споръ въ опытахъ 8—10. (См. табл. I, на стр. 14).

Изъ таблицы I видно, что энергія секретіи увеличивается почти пропорціонально температурѣ и кривая зависимости, построенная по даннымъ таблицы, нѣсколько отличается отъ найденной *Russelberghe*'омъ для плазмолиза. Въ опытахъ названнаго автора плазмолизъ и «деплазмолизъ» идутъ еще довольно хорошо при 0°, тогда какъ выдѣленіе воды у *Pilobolus* дѣлается совершенно незамѣтнымъ при этой температурѣ. Причина такого различія заключается вѣроятно въ разномъ отношеніи къ низкой температурѣ плазматической оболочки *Pilobolus* и растений, изслѣдованныхъ *Russelberghe*'омъ.

Для большей наглядности привожу кривую *Russelberghe*'а вмѣстѣ съ кривой, построенной на основаніи табл. I, гдѣ за абсциссы приняты температура, за ординаты энергіи секретіи.

Разсматривая кривыя, видимъ, что увеличеніе проницаемости въ опытахъ *Russelberghe*'а идетъ сначала медленно до 5°С., потомъ быстро до 20°С. и далѣе опять медленно. Въ кривой энергіи секретіи *Pilobolus* такихъ переломовъ совершенно не видно: зависимость почти прямолинейна. Раньше было уже упомянуто, что проницаемость фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ повидимому увеличивается съ температурой быстрѣе проницаемости всасывающей оболочки. Слѣдовательно энергія выдѣленія воды, начиная съ нѣкоторой температуры, главнымъ образомъ



AA — кривая, найденная *Russelberghe*'омъ для скорости плазмолиза при различныхъ температурахъ (р. 190, 20). BB — кривая энергіи секретіи при различныхъ температурахъ, построенная по вышеприведенной таблицѣ (энергія секретіи при 3,5° принята за единицу).

Кривыя вліянія температуры на энергію выдѣленія воды и проницаемость плазматической оболочки.

ТАБЛИЦА I.

Дерновинки *Pilobolus Kleinii* съ обсушенными пропускной бумагой спорангиеносцами одного возраста помещались по возможности одновременно на мокрую бумагу въ почти насыщенный парами воды атмосферу при различныхъ температурахъ (глубокая чашка, небольшой колоколь съ мокрой бумагой на стѣнкахъ). При собираніи выдѣленныхъ капель воды, продолжавшемся не болѣе 1—2 минуты, для избѣжанія испаренія колоколь лишь незначительно приподнимался. Опыты производились въ началѣ марта.

№№ опытовъ.	Температура.	Время, въ теченіе котораго происходило выдѣленіе собранной воды.	Часы.	Количество взятыхъ спорангій.	Количество выдѣленной жидкости въ дѣл. капиллярной пипеткѣ.	Энергія выдѣленія воды.	ПРИМѢЧАНІЯ.
1	0°	2 недѣли	—	36	0	0	При этой температурѣ ростъ гриба не идетъ дальше образованія спорогенныхъ нитей. Раздутіе спорангиеносцевъ не наблюдалось ни разу.
2	3—4° С.	Съ 11 ^ч 25 ^м у. до 3 ^ч слѣд. дня.	27 ^{1/2}	44	18	0,2	Среднее: 1,9
3	18° С.	5 ^ч н. до 9 ^ч у. слѣд. дня .	16	28	90	1,9	
4	»	9 ^ч 40 ^м у. до 12 ^ч 50 ^м дня .	3,15	35	21	2	
5	»	12 ^ч 50 ^м до 3 ^ч 30 ^м дня . . .	2,6	35	19	2,1	
6	»	9 ^ч неч. — 10 ^ч у. сл. дня .	13	24	58	1,8	
7	»	10 ^ч у. — 1 ^ч дня	3	31	19	2	
8	25° С.	6 ^ч в. до 10 ^ч слѣд. дня. .	16	38	170	2,8	
9	»	10 ^ч у. — 1 ^ч дня	3	35	27	2,6	
10	»	6 ^ч в. до 10 ^ч слѣд. дня. .	16	24	112	3,0	
11	30° С.	10 ^ч у. до 1 ^ч дня.	3	32	33	3,5	Средн.: 3,6
12	»	10 ^ч 15 ^м — 2 ^ч дня.	3,75	26	33	3,4	
13	»	11 ^ч 15 ^м — 2 ^ч дня.	2,75	30	32	3,9	
14	35° С.	8 ^ч 30 ^м у. — 10 ^ч у.	1,5	35	24	4,6	Средн.: 4,5
15	»	11 ^ч 20 ^м у. — 12 ^ч 50 ^м дня. .	1,5	28	17	4	
16	»	12 ^ч — 1 ^ч дня	1	36	18	5	
17	18° С.	Спорангиеносцы изъ опыта 16 послѣ дѣйствія 35° С. перенесены въ 18° С. 1 ^ч 10 ^м — 3 ^ч дня.	2,8	36	5	0,5	Выбрасываніе споръ совершенно не происходитъ; послѣ долгаго пребыванія спорангиеносцевъ при этой температурѣ клѣтки теряютъ окончательно свой тургоръ и сгибаются. Большинство спорогенныхъ нитей не раздуваются. Выбрасываніе споръ происходитъ хотя и съ нѣкоторымъ запозданіемъ.

выражаетъ энергію фильтраціи клѣточного сока, и быстрое поднятіе кривой нужно приписать такимъ образомъ болѣе сильному повышенію проницаемости фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ. Причину послѣдняго вѣроятно нужно искать въ неодинаковомъ строеніи плазматической оболочки въ воздушной и погруженной въ субстратъ частяхъ клѣтки, такъ какъ неодинаковое отношеніе къ переменѣ температуры скоростей фильтраціи подѣ давленіемъ и проникновенія при осмосѣ едва-ли можно предполагать (Pfeffer, III, p. 87).

с) *Вліяніе кислорода воздуха.* Изслѣдованіями Wieler'a, какъ извѣстно, былъ установленъ фактъ постепеннаго прекращенія плача въ безкислородной средѣ. Такъ какъ въ выдѣленіи водныхъ капель у *Pilobolus* можно видѣть простѣйшій случай плача, то естественно было ждать прекращенія секреціи воды въ безкислородной атмосферѣ и у *Pilobolus*. Однако результатъ моихъ опытовъ не подтвердилъ это предположеніе.

Кислородное
дыханіе не
нужно для
выдѣленія
воды.

Пробирная трубка съ дерновинкой гриба соединялась двумя трубками съ сильнымъ водянымъ насосомъ и съ газометромъ, наполненнымъ чистѣйшимъ азотомъ. Попеременно выкачивая газъ изъ трубки и вновь наполняя ее азотомъ разъ 8, можно было достигъ очень полного удаленія кислорода изъ атмосферы, окружающей грибъ, гораздо болѣе полного, чѣмъ это было въ опытахъ Wieler'a, который вытѣснялъ воздухъ изъ трубки водородомъ (р. 64), постепенно припуская послѣдній въ трубку сверху. Однако, несмотря на такое тщательное удаленіе кислорода, выдѣленіе воды на спорангіеносцахъ *Pilobolus* продолжалось съ той же энергіей какъ въ воздухѣ.

Если съ вечера только-что вышедшія изъ нижняго расширенія спорогенныя нити помещались въ безкислородную среду, то на слѣдующее утро можно было подмѣтить видимую разницу сравнительно съ контрольными, остававшимися въ воздухѣ грибами, только въ слабой пигментаціи спорангіевъ и замедленномъ созрѣваніи споръ. Ростъ спорангіеносцевъ и выдѣленіе воды напротивъ того протекали совершенно нормально въ безкислородной средѣ. Величина спорангіеносцевъ и діаметръ верхнихъ ихъ расширеній были такими-же какъ у грибовъ, находившихся въ воздухѣ. Такимъ образомъ кислородное дыханіе оказалось не необходимымъ для растяженія плазматической оболочки подѣ напоромъ воды, доставляемой нижними расширеніями, и роста клѣточной оболочки. Такъ какъ клѣточное давленіе поднималось до нормальной высоты и проницаемость фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ не понижалась въ безкислородной средѣ, то не было основанія прекратиться и выдѣленію воды спорангіеносцами: оно продолжалось съ той же энергіей какъ и въ кислородѣ.

Ростъ и выдѣленіе воды находятся въ равной зависимости отъ кислороднаго дыханія.

Причину различія полученнаго результата съ результатомъ изслѣдованія Wieler'a нужно искать вѣроятно, какъ то будетъ показано при разборѣ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органовъ, въ различіи продуктовъ интродомолекулярнаго дыханія у *Pilobolus* и высшихъ растеній.

d) *Вліяніе анестезирующихъ веществъ.* Въ опытахъ Wieler'a плачь прекращался по перенесеніи корня въ хлороформную воду. Большой интересъ поэтому представляло изслѣдовать дѣйствіе анестезирующихъ веществъ на секрецію у *Pilobolus*. Предварительные опыты показали, что для полученія успѣшнаго результата необходимо очень медленно уве-

Наркозъ прекращаетъ выдѣленіе воды.

личивать содержаніе анестезирующаго вещества въ окружающей спорангіеносцы средѣ. Всего удобнѣе этого достигнуть, помѣщая на стѣнку колокола, покрывающаго дерновинку гриба, каплю анестезирующей жидкости опредѣленнаго объема. При этомъ для испытанія дѣйствія хлороформа первая капля должна быть взята съ такимъ расчетомъ, чтобы послѣ испаренія жидкости содержаніе анестезирующихъ паровъ въ воздухѣ подъ колоколомъ было не болѣе 0,01 gr. въ 100 с.с.; новыя капли прибавляются затѣмъ черезъ 2—3 минуты до содержанія хлороформа около 0,1 gr. въ 100 с.с. воздуха. Эфиромъ нужно дѣйствовать то же очень осторожно; содержаніе его въ атмосферѣ должно быть однако нѣсколько больше чѣмъ хлороформа для произведенія такого же эффекта.

Если постепенность увеличенія дозъ анестезирующихъ паровъ соблюдена, то выдѣленіе капель на спорангіеносцахъ *Pilobolus* очень скоро прекращается, по перенесеніи же гриба обратно въ чистый воздухъ опять возобновляется, черезъ болѣе или менѣе продолжительное время.

Объясненіе
дѣйствія
наркоза.

Такимъ образомъ дѣйствіе анестезирующихъ веществъ на выдѣленіе воды у *Pilobolus* оказалось тождественнымъ съ вліяніемъ ихъ на плачь высшихъ растений. Въ чемъ же однако можетъ заключаться причина такого вліянія? Если выдѣленіе капель у *Pilobolus* есть чисто физическое явленіе фильтраціи клѣточного сока подъ напоромъ осмотического давленія, то депримирующее вліяніе хлороформа и эфира казалось не должно бы имѣть мѣсто, такъ какъ послѣдніе не измѣняютъ осмотическихъ свойствъ полупроницаемыхъ перепонокъ (осадочныхъ). Такимъ образомъ можетъ явиться предположеніе, что мы въ процессѣ выдѣленія воды у *Pilobolus* (resp. высшихъ растений) имѣемъ примѣръ физиологическаго явленія, гдѣ большую, а можетъ быть даже главную роль играетъ дѣятельность живой протоплазмы. Однако дѣйствіе эфира и хлороформа можно объяснить и другимъ путемъ, допустивъ, что структура плазматической оболочки (гіалоплазмы) измѣняется наркозомъ такимъ образомъ, что проницаемость ея для воды и растворенныхъ въ ней веществъ понижается. Слѣдствіемъ такого пониженія неизбежно должно явиться замедленіе или прекращеніе выдѣленія воды. Такъ какъ нижнее расширеніе спорангіеносцевъ и въ наркозѣ продолжаетъ подавать воду попрежнему или даже нѣсколько энергичнѣе, въ виду повышенія осмотической силы плазматической перепонки, то нужно ждать преждевременнаго наступленія выбрасыванія споръ, происходящаго, какъ было показано выше, и нормально вслѣдствіе пониженія проницаемости фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ.

Для провѣрки высказаннаго предположенія обратимся опять къ наблюденію времени, необходимаго для наступленія опредѣленной фигуры плазмолиза, подобно тому какъ это было уже описано на стр. 9. Изслѣдованіе показываетъ, что осмотическое давленіе въ теченіе непродолжительнаго времени наркотизаціи не успѣваетъ замѣтно увеличиться, такъ что можно пользоваться однимъ и тѣмъ же растворомъ сахара какъ для плазмолиза спорангіеносцевъ, еще не подвергавшихся дѣйствію паровъ эфира и хлороформа, такъ и для спорангіеносцевъ, уже подвергавшихся ихъ дѣйствію.

Привожу нѣсколько опытовъ.

Pilobolus Kleinii. Плазмолизъ производился 20,4% растворомъ тростниковаго сахара (т. е. содержащимъ въ 100 с.с. 20,4 гр. сахара). Желаемая фигура плазмолиза зарисовывалась рисовальной призмой. Для всѣхъ опытовъ предѣльная фигура плазмолиза выбрана одна и та же. Температура 18°С. Между 8 и 9 ч. утра.

Наблюденіе скорости плазмолиза.

1. 12 спорангіеносцевъ, не подвергавшихся наркозу, даютъ въ среднемъ означенную фигуру плазм. въ 13 минутъ.

2. 12 спорангіеносцевъ того же возраста, подвергавшихся наркозу хлороформомъ (въ теченіе 15 минутъ), даютъ ту же фигуру плазмолиза въ среднемъ въ 42 минуты.

3. 14 спорангіеносцевъ того же возраста, подвергавшихся наркозу эфиромъ въ теченіе 20 минутъ, даютъ ту же фигуру плазм. черезъ 35 мин.

Такимъ образомъ проницаемость фильтрующей оболочки спорангіеносцевъ понижается почти въ 3 раза подъ вліяніемъ наркоза. Теперь обратимся къ наблюденію надъ временемъ выбрасыванія споръ.

Наблюденіе надъ временемъ выбрасыванія споръ.

Pilobolus Kleinii. Одновременно, въ 9 ч. 15 м. утра, т. е. за 5—7 часовъ до выбрасыванія споръ (опытъ производился въ февралѣ) нѣсколько дерновинокъ гриба помѣщены подъ небольшіе колокола съ мокрой бумагой. Подъ нѣкоторые изъ колоколовъ введены постепенно эфиръ и хлороформъ. Въ общей сложности 70 спорангіеносцевъ подвергались и 95 не подвергались наркозу. О количествѣ лопнувшихъ и выбросившихъ споры спорангіеносцахъ можно судить изъ слѣдующей таблички (Таб. II), гдѣ «+» означаетъ спорангіеносцы, находящіеся подъ дѣйствіемъ эфира или хлороформа, а «—» спорангіеносцы, не подвергающіеся ихъ дѣйствію.

ТАБЛИЦА II.

Часы.	Знакъ.	Количество спорангіеносцевъ, выбросившихъ споры.
9 ч. 15 м.		Начало опыта.
9 ч. 45 м.	+	20
	—	0
10 ч. 15 м.	+	65
	—	0
10 ч. 30 м.	+	всѣ
	—	0
11 ч.	—	0

Такимъ образомъ высказанное предположеніе о причинѣ прекращенія секретіи подъ дѣйствіемъ анестезирующихъ веществъ подтверждается и наблюденіемъ надъ временемъ выбрасыванія споръ въ наркозѣ.

Въ чемъ состоитъ однако предполагаемая перемѣна, происходящая въ структурѣ плазм.

матической перепонки при пониженіи проницаемости, обуславливается ли она простымъ уменьшеніемъ разстоянія мицеллъ между собою или-какой нибудь болѣе глубокой химической реакціей, происходящей подъ вліяніемъ анестезирующихъ веществъ, которыя можетъ быть сами въ ней участвуютъ, остается разумѣется пока совершенно неизвѣстнымъ, какъ неизвѣстно вообще все, касающееся измѣненій, происходящихъ въ физическомъ и химическомъ составѣ плазмы.

Дѣйствіе
прямыхъ
солнечныхъ
лучей анало-
гично нар-
козу.

е) *Вліяніе свѣта.* Разсѣянный дневной свѣтъ оказываетъ повидному очень незначи- тельное вліяніе на секрецію у *Pilobolus*, по крайней мѣрѣ въ моихъ опытахъ количество выдѣленной спорангіеносцами воды въ предѣлахъ погрѣшности измѣренія въ темнотѣ было одинаково съ выдѣленнымъ на разсѣянномъ свѣту. Какъ извѣстно, *Pilobolus microsporus* не образуетъ спорангіеносцевъ въ темнотѣ (Brefeld Н. 4, р. 76 и Н. 8, р. 275); несмотря на это, выдѣленіе капель происходитъ съ той же энергіей и на вытянувшейся ненормально спорогенной нити. Если такимъ образомъ вліяніе разсѣянаго свѣта на секрецію не могло быть замѣчено, нельзя того же самого сказать относительно вліянія прямого солнечнаго свѣта. Дѣйствіе его видно изъ слѣдующаго опыта.

Одновременно (8 ч. утра) выставлены 4 дерновинки гриба, сильно смоченныя и покрытыя небольшими колоколами, на прямой солнечный свѣтъ; изъ нихъ 2 закрыты фольгой. Черезъ 2 ч. съ 46 спорангіеносцевъ, защищенныхъ фольгой отъ дѣйствія прямыхъ солнечныхъ лучей собрано жидкости 28 дѣлений капиллярной пипетки; на не закрытыхъ фольгой спорангіеносцахъ капель не замѣчено. Послѣ этого освѣщавшіяся дерновинки были закрыты фольгой¹⁾, а затемненныя выставлены на солнце. Согласно ожиданію, черезъ 2 часа спорангіеносцы на солнцѣ оставались сухими, съ покрытыхъ же фольгой собрано жидкости 15 дѣлений капиллярной пипетки (число спорангіеносцевъ 40).

Такимъ образомъ дѣйствіе прямыхъ солнечныхъ лучей на выдѣленіе воды у *Pilobolus* оказалось тождественнымъ съ дѣйствіемъ анестезирующихъ веществъ. Что прекращеніе выдѣленія капель и въ этомъ случаѣ происходитъ также вслѣдствіе пониженія проницаемости фильтрующей оболочки, явствуетъ изъ наступанія усиленнаго выбрасыванія споръ спорангіеносцами при выставленіи гриба на солнце.

ф) *Вліяніе ядовъ и физическихъ раздраженій.* Для изученія дѣйствія химическихъ агентовъ на энергію выдѣленія воды у *Pilobolus*, дерновинки гриба помѣщались обыкновенно въ растворъ испытываемаго вещества въ водѣ такимъ образомъ, чтобы нижнія расщиренія спорангіеносцевъ были ниже уровня жидкости или въ нѣкоторыхъ случаяхъ спорангіеносцы прямо смазывались при помощи кисточки испытываемымъ растворомъ. При испытаніи дѣйствія летучихъ жидкостей (хлороформа, соляной кислоты и т. п.) къ стѣнкѣ колокола, покрывающаго дерновинку гриба, прикрѣплялась бумажка, смоченная испытываемой жидкостью. Количество выдѣленной спорангіеносцами воды измѣрялось градуированной капиллярной пипеткой.

1) Вслѣдствіи фольга была замѣнена густо закопченнымъ стекломъ, не задерживающимъ, какъ извѣстно, тепловыхъ лучей; результатъ опыта оказался тождественнымъ.

Выше было показано, что эфиръ и хлороформъ, взятые въ небольшихъ количествахъ и при постепенномъ увеличеніи дозъ, сначала замедляютъ, а затѣмъ прекращаютъ выдѣленіе капель у *Pilobolus*. Тогда же было указано, что постепенное увеличиваніе содержанія анестезирующихъ паровъ въ окружающей атмосферѣ является непремѣннымъ условіемъ успѣшнаго результата наркотизаціи. Опытъ показываетъ, что тѣ же самыя вещества, введенныя въ атмосферу, окружающую грибокъ, сразу въ большомъ количествѣ, дѣйствуютъ въ совершенно противоположномъ направленіи; вмѣсто ожидаемаго прекращенія выдѣленія воды наблюдается напротивъ того усиленное выступаніе капель на спорангіеносцахъ; при этомъ чѣмъ больше было введено подъ колоколь паровъ ядовитой жидкости, тѣмъ скорѣе и сильнѣе наступаетъ вызванная ими реакція. Подобное усиленное выдѣленіе капель изъ спорангіеносцевъ вызывается, какъ оказывается, также нарами и другихъ ядовитыхъ веществъ напр. спирта, соляной кислоты, амміака, сѣрнистаго углерода. Первое мѣсто по силѣ и скорости дѣйствія занимаетъ однако хлороформъ, а затѣмъ уже слѣдуютъ послѣдовательно спиртъ, эфиръ, соляная кислота, амміакъ и наконецъ сѣрнистый углеродъ. Скорѣе обнаруживается дѣйствіе спирта, соляной кислоты и амміака, если погружать вышеописаннымъ образомъ дерновинки гриба въ растворы этихъ веществъ.

Достаточное количество яда вызываетъ усиленное выдѣленіе воды.

Такъ напр. при помѣщеніи на 0,5 — 1% растворъ спирта можно уже черезъ 1/2 минуты (или скорѣй) наблюдать обильное выступаніе капель на спорангіеносцахъ. Соляная кислота оказываетъ замѣтное дѣйствіе даже при концентраціи въ 0,05%. Нѣсколько болѣе слабую реакцію вызываютъ 1/2 — 1% кофеина. При вызываніи усиленнаго выдѣленія воды смазываніемъ воздушныхъ частей спорангіеносцевъ воднымъ растворомъ ядовитыхъ веществъ оказалось необходимымъ брать болѣе концентрированные растворы, причину чего пужно вѣроятно искать въ предохраняющемъ дѣйствіи тонкаго слоя жирныхъ веществъ, находящагося на поверхности клѣтки.

Во всѣхъ описанныхъ случаяхъ, если усиленное выдѣленіе воды началось, оно всегда продолжается нѣкоторое время и послѣ перенесенія гриба въ среду, совершенно свободную отъ вещества, вызвавшего реакцію. Чѣмъ больше было взято раздражителя и чѣмъ длиннѣе было время его дѣйствія, тѣмъ долѣе продолжается этотъ періодъ послѣдствія.

Какъ видно изъ ниже приведенныхъ примѣровъ (табл. III), этотъ періодъ часто продолжается гораздо долѣе, чѣмъ время, нужное для возбужденія раздраженія; въ особенности если раздраженіе было сильно. Такимъ образомъ въ живой клѣткѣ дѣйствіемъ ядовъ вызывается нѣкоторое ненормальное состояніе, требующее болѣе или менѣе продолжительнаго времени для своего обратнаго перехода въ нормальное. Въ виду этого нужно съ большою осторожностью испытывать дѣйствіе ядовитыхъ веществъ на спорангіеносцы *Pilobolus*, такъ какъ слишкомъ сильное и продолжительное дѣйствіе ихъ ведетъ къ черезчуръ длинному періоду послѣдствія; такъ какъ количество воды, теряющееся фильтраціей, не покрывается количествомъ ея, доставляемымъ всасываніемъ черезъ погруженныя части спорангіеносцевъ, то раздраженіе слишкомъ долго длящееся ведетъ къ уменьшенію объема клѣтокъ, сгибанію и окончательной гибели спорангіеносцевъ, подобно тому, какъ то

происходитъ при высокой температурѣ (см. примѣчаніе къ опытамъ 14 — 16 въ табл. I.

ТАБЛИЦА III.

Примѣры, показывающіе дѣйствіе ядовъ.

<i>Pilobolus longipes</i> . Средняя энергія выдѣленія воды въ теченіе ночи (22° С.)	4,1
Грибъ подвергнутъ дѣйствію паровъ спирта; въ теченіе 5 мин. энергія выдѣленія	250
Послѣ удаленія изъ атмосферы ядовитыхъ паровъ; въ теченіе 25 мин. энергія выдѣленія	56
Послѣ удаленія въ теченіе слѣдующихъ 25 минутъ; энергія выдѣленія	10
<i>Pilobolus Kleinii</i> . Средняя энергія выдѣленія воды въ теченіе ночи (18° С.)	2
Послѣ помѣщенія дерновинки гриба на 0,5% растворъ кофеина, въ теченіе 2 минутъ энергія выдѣленія	42
Послѣ перенесенія дерновинки на дистиллированную воду, въ теченіе 10 минутъ энергія выдѣленія	25
въ теченіе слѣдующихъ 10 минутъ	10
еще черезъ 1/2 часа	3

Дѣйствію ядовъ совершенно соотвѣтствуетъ дѣйствіе различныхъ внезапныхъ переменъ въ физическомъ состояніи клѣтокъ. Усиленное выдѣленіе капель вызывается напр. рѣзкой переменной температурой. Достаточно на 15 секундъ внести дерновинку гриба въ температуру 47—50° С., чтобы вызвать усиленное выдѣленіе капель, продолжающееся по крайней мѣрѣ минутъ 40 и по перенесеніи дерновинки обратно въ комнатную температуру (18° С.). Дѣйствію высокой температуры аналогично дѣйствіе концентрированного луной солнечнаго свѣта (хотя разумѣется при этомъ трудно избѣжать концентраціи и тепловыхъ лучей), и вызванное имъ усиленное выдѣленіе воды продолжается, какъ и при внезапномъ нагрѣваніи, также нѣкоторое время послѣ удаленія раздражителя.

Такимъ образомъ, какъ химическія вещества совершенно различнаго состава, такъ и физическіе агенты при достаточной силѣ дѣйствія вызываютъ въ клѣткахъ спорангіеносцевъ *Pilobolus* одинаковую реакцію, выражающуюся въ усиленномъ выдѣленіи воды. Какимъ образомъ однако можно объяснить описанное явленіе съ точки зрѣнія принятой нами выше схемы процесса секреціи воды у *Pilobolus*?

Объясненіе дѣйствія раздражителей. Аналогія выдѣленія воды у *Pilobolus* съ выдѣленіемъ воды въ межклѣтнички у мимозы.

Какъ извѣстно, выдѣленіе воды изъ клѣтокъ подъ вліяніемъ раздраженія является главной причиной движенія листовыхъ суставовъ чувствительной мимозы и тычинокъ *Sutnagaeae. Pfeffer*, которому мы обязаны установленіемъ этого факта (I), считаетъ единственнымъ возможнымъ объясненіемъ выстуленія воды изъ клѣтокъ пониженіе осмотического давленія въ клѣткахъ. Рѣшительнымъ доводомъ въ пользу такого объясненія является, по его мнѣнію, возможность повторно вызывать движеніе отрѣзанныхъ и поло-

женныхъ въ воду суставовъ мимозы и филантовъ *Synagoga*, потому что если бы выходъ воды, говоритъ названный авторъ, обуславливался «расширеніемъ межмолекулярныхъ пространствъ примордіальнаго мѣшка» (последнее предположеніе было высказано тѣмъ же ученымъ нѣсколько раньше), то вмѣстѣ съ водой вышли бы и растворенныя въ сокѣ осмотическія вещества; въ виду же того, что чувствительныя части находятся въ водѣ, эти осмотическія вещества должны удалиться, и въ результатѣ: клѣтки были бы лишены возможности возстановить свой тургоръ (III, p. 188 и слѣд.). Однако приведенный доводъ, заставившій Pfeffer'a отказаться отъ своего прежняго объясненія, мнѣ кажется недостаточно убѣдительнымъ. Вода изъ клѣтокъ суставовъ и филантовъ выходитъ при раздраженіи въ межклѣтники сжимая или вытѣсня находящійся въ нихъ воздухъ. Поэтому вышедшій растворъ не сообщается вовсе или сообщается лишь въ немногихъ мѣстахъ черезъ устья съ окружающей водой и мнѣ кажется совершенно невозможнымъ допустить, что всѣ осмотическія вещества диффузіей вымываются въ теченіе непродолжительнаго времени отдыха изъ межклѣтниковъ. Если же осмотическія вещества остаются въ послѣднихъ, то стоитъ лишь предположить ихъ обратное всасываніе въ клѣтку, чтобы возможность повторнаго раздраженія сдѣлалась понятной. Въ возможности же обратнаго всасыванія осмотическихъ веществъ нѣтъ ничего недопустимаго, такъ какъ случаи накопленія клѣткою осмотическихъ веществъ въ соку общезвѣстны (укажу хотя бы выше описанный случай аккомодации *Pilobolus* на соляномъ растворѣ).

Обращаясь теперь къ случаю усиленнаго выходенія воды изъ спорангиосцевъ *Pilobolus* подъ вліяніемъ химическихъ и физическихъ агентовъ, не можемъ не видѣть въ этомъ явленіи большую аналогію съ процессомъ, происходящимъ въ чувствительномъ суставѣ мимозы.

Какъ показываютъ непосредственныя измѣренія, объемъ спорангиосцевъ, подобно объему клѣтокъ чувствительныхъ суставовъ, уменьшается соответственно большому или меньшему выходу воды. Напримѣръ, выражая измѣрявшіяся величины въ дѣленіяхъ окулярнаго микрометра (1 дѣл. = 0,015 mm.), имѣемъ слѣдующія соотношенія при дѣйствіи хлороформа на *Pilobolus Oedipus*.

Уменьшеніе объема спорангиосцевъ подъ дѣйствіемъ ядовъ.

	До выхода воды спорангиосцы:				Послѣ выхода воды спорангиосцы:			
	№ 1	2	3	4	№ 1	2	3	4
Диаметръ нити (a)	9	9	9	8	8	7,5	7,5	6
Наибольшій діаметръ верхняго расширенія (b) . .	33	28	30	27	28	20	25	20
Высота верхняго расширенія (c)	40	39	40	38	32	30	31	29

Слѣдовательно уменьшеніе объема въ среднемъ около 50%.

Однако такое уменьшеніе объема наблюдается только при максимальномъ дѣйствіи ядовитаго вещества, за которымъ слѣдуетъ уже смерть клѣтки. При осторожномъ и кратковременномъ дѣйствіи яда разница получается не столь замѣтная. Такъ напр. послѣ 3 минутнаго дѣйствія паровъ спирта и 10-минутнаго послѣдѣйствія (слѣд. въ свободной отъ

спирта атмосферѣ) наблюдались слѣдующія измѣненія объема спорангиеносцевъ *Pilobolus Oedipus*.

	До выхода воды спорангиеносцы:				Послѣ выхода воды спорангиеносцы:			
	№ 1	2	3	4	№ 1	2	3	4
<i>a</i> =	9	9	9	9	8,5	8,5	8,5	9
<i>b</i> =	32	29	28	30	30	26	26	28
<i>c</i> =	40	39	37	41	37	36	36	38

Слѣдовательно въ среднемъ уменьшеніе объема равно 20%. Подобное уменьшеніе клѣтокъ при раздраженіи имѣетъ мѣсто и въ клѣткахъ суставовъ мимозы.

Такимъ образомъ вызванное дѣйствіемъ ядовъ усиленное выдѣленіе воды изъ спорангиеносцевъ *Pilobolus* сопровождается всегда значительнымъ уменьшеніемъ абсолютнаго давленія въ клѣткѣ, подобно тому, какъ это происходитъ и въ листовыхъ суставахъ мимозы. Подобное пониженіе внутриклеточнаго давленія можетъ быть слѣдствіемъ одной изъ двухъ слѣдующихъ причинъ: выпаденіе осмотическихъ веществъ изъ сока въ нерастворимомъ состояніи (гипотеза Пфеффера) или повышеніе проницаемости фильтрующей перепонки спорангиеносцевъ. Въ первомъ случаѣ осмотическое давленіе въ клѣткѣ должно понизиться; во второмъ случаѣ можетъ или остаться безъ перемѣны, если осмотическія вещества, растворенныя въ клеточномъ соку, начинаютъ проходить черезъ фильтрующую перепонку мало задерживаясь, или увеличиться, если проницаемость перепонки возрастаетъ только для воды и осмотическія вещества, отфильтровываясь, скопляются въ соку. Чтобы рѣшить, какая изъ упомянутыхъ причинъ дѣйствительно имѣетъ мѣсто, обратимся къ анализу жидкости, выдѣляющейся послѣ дѣйствія яда, а также къ плазмолизу спорангиеносцевъ.

Концентрація сока не мѣняется.

Опытъ показываетъ, что ни въ одномъ случаѣ увеличеніе скорости выдѣленія воды не сопровождается уменьшеніемъ осмотическаго давленія въ клѣткѣ; плазмолизъ начинается обыкновенно при той же концентраціи раствора сахара, какъ и до дѣйствія яда или даже въ нѣкоторыхъ случаяхъ при немного бѣльшей концентраціи. Такимъ образомъ осмотическія вещества во время усиленной секреціи уносятся вмѣстѣ съ водой изъ клѣтки, очень мало задерживаясь перепонкой. Это находитъ себѣ подтвержденіе и въ анализѣ выдѣляющейся жидкости. Такъ послѣ дѣйствія паровъ эфира въ 0,2814 гр. собранной жидкости было найдено 0,0053 растворенныхъ твердыхъ веществъ т. е. около 1,9%, тогда какъ въ жидкости, выдѣленной спорангиеносцами въ нормальномъ состояніи, содержится, какъ мы знаемъ только около 0,6% твердыхъ веществъ въ растворѣ. Качественно можно было констатировать при этомъ довольно замѣтное количество органическихъ веществъ въ остаткѣ, тогда какъ въ нормально выдѣленной жидкости они находятся лишь въ ничтожномъ количествѣ. Мы должны, такимъ образомъ, искать причину усиленнаго выдѣленія воды спорангиеносцами въ повышеніи проницаемости фильтрующей перепонки для веществъ, растворенныхъ въ выдѣляющейся водѣ. Что при этомъ повышается также проницаемость ея для воды доказывается наблюденіемъ надъ скоростью плазмолиза клѣтокъ.

Провидаемость фильтрующей перепонки для растворенныхъ веществъ увеличивается.

Одна и та же фигура плазмолиза, зарисованная рисовальной призмой, получается (при плазмолизѣ 21% растворомъ сахара) въ спорангіеносцахъ, усиленно выдѣлявшихъ воду подѣ дѣйствіемъ паровъ спирта, среднимъ числомъ черезъ 2 минуты; въ спорангіеносцахъ, же подвергавшихся дѣйствію паровъ спирта, только черезъ 15—20 минутъ (*Pilobolus Kleinii*).

Проницаемость ея для воды также увеличивается.

Не можетъ быть сомнѣнія въ томъ, что только плазматическая часть фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ измѣняетъ свою проницаемость подѣ вліяніемъ раздраженій (химическихъ и физическихъ). Въ чемъ заключается однако перемѣна въ структурѣ плазматического мѣшка, при этомъ происходящая, трудно себѣ пока представить съ достаточной ясностью. Наблюденіе показываетъ, что при дѣйствіи ядовъ (эфира, хлороформа, спирта и теина въ моихъ опытахъ) въ постѣночномъ слое плазмы спорангіеносцевъ не появляется во всякомъ случаѣ какихъ-либо трещинъ или отверстій, доступныхъ самымъ сильнымъ увеличеніямъ (апохроматъ Zeiss'a и сопр. окуляръ 12); прозрачность и свѣтопреломляемость плазмы при этомъ также нисколько не измѣняются. Наблюдая выдѣленіе воды подѣ вліяніемъ паровъ эфира подѣ микроскопомъ, замѣчаемъ, что хотя масса капель появляется на спорангіеносцахъ въ и мѣстахъ, гдѣ до дѣйствія яда не происходило выдѣленія воды, однако наиболѣе крупныя капли выходятъ изъ зонъ, всего сильнѣе выдѣлявшихъ воду и въ нормальномъ состояніи. Такимъ образомъ пониженіе проницаемости плазматической оболочки происходитъ болѣе или менѣе равномерно по всей воздушной части клѣтокъ.

Мы видѣли раньше, что умеренное и постепенное введеніе эфира и хлороформа въ атмосферу, окружающую *Pilobolus*, понижая проницаемость плазматической части фильтрующей перепонки спорангіеносцевъ, обуславливаетъ прекращеніе выдѣленія воды. Интересно было изслѣдовать отношеніе подобнымъ образомъ подвергнутыхъ наркозу спорангіеносцевъ къ раздраженію ядами, въ виду общеизвѣстнаго факта прекращенія реакціи на раздраженіе обычнымъ движеніемъ у мимозы, подвергнутой наркозу хлороформомъ. Какъ у *Mimosa*, такъ и у *Pilobolus* раздраженіе вызываетъ выходъ воды изъ клѣтокъ, поэтому нужно было ожидать, что энергія выдѣленія воды и наркотизированными спорангіеносцами *Pilobolus* будетъ гораздо менѣе измѣняться подѣ дѣйствіемъ ядовъ. Это ожиданіе дѣйствительно оправдалось. Спорангіеносцы, прекратившіе подѣ дѣйствіемъ хлороформа или эфира выдѣлять воду, болѣе не реагируютъ уже на быстрое введеніе тѣхъ же реактивовъ въ окружающую грибъ атмосферу въ дозахъ, вызывавшихъ быстрое выступаніе капель на не наркотизированныхъ спорангіеносцахъ. Только очень большія количества хлороформа, почти насыщающія воздухъ подѣ колоколомъ, вызываютъ обильное выступаніе капель, сопровождающееся смертію клѣтокъ. Пары спирта, эфира, соляной кислоты и амміакъ почти совершенно не дѣйствуютъ. Только послѣ продолжительнаго пребыванія гриба въ атмосферѣ съ ядовитыми парами можно наблюдать выступаніе капель, сопровождающееся и въ этомъ случаѣ смертію клѣтокъ. Если, слѣдовательно, плазматическая оболочка приняла структуру соответствующую наркозу, она впадаетъ какъ-бы въ оцѣпенѣніе и только съ трудомъ выводится изъ этого состоянія. Максимальное же раздраженіе, выводящее протопласту изъ оцѣпенѣнія, ведетъ къ смерти клѣтки (подѣ микроскопомъ такое состояніе мак-

Раздраженіе въ состояніи наркоза.

Смерть сопровождается максимальнымъ повышеніемъ проницаемости плазматической оболочки.

симального раздраженія характеризуется исчезновеніемъ оражковыхъ колець и невозможностью плазмолиза, вслѣдствіе слишкомъ большой проницаемости оболочекъ для солей).

Заключеніе.

Изученіе вліянія различныхъ внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воднаго раствора у *Pilobolus* показало намъ, что живая плазматическая оболочка, обладая подвижной структурой, легко мѣняетъ свою проницаемость, а слѣдовательно и вообще осмотическія свойства подъ вліяніемъ агентовъ, совершенно не дѣйствующихъ на мертвыя полупроницаемыя перепонки. Полученные результаты не противорѣчатъ предложенной выше схемѣ процесса выдѣленія капель, а косвеннымъ образомъ даже подтверждаютъ ее.

Гл. 3. Механика выдѣленія воднаго раствора у *Pilobolus*.

Историческій очеркъ.

Прежде чѣмъ приступить къ физико-химическому толкованію секретин у *Pilobolus*, считаю не лишнимъ напомнить нѣкоторыя имѣющіяся въ литературѣ воззрѣнія на причины, могущія вызвать въ растеніи вообще односторонній токъ воды. Главная масса сдѣланныхъ въ этомъ направленіи изслѣдованій и гипотезъ стремится объяснить загадочное явленіе плача у высшихъ растеній.

Еще Dutrochet (1837), Brücke (1844), главнымъ же образомъ Hofmeister пытались объяснить явленіе плача осмотическими силами. Послѣдній конструировалъ даже аппаратъ, долженствовавшій демонстрировать плачь, оставивъ однако не выясненнымъ, какимъ образомъ напряженіемъ тканей (*Gewebespannung*) можетъ поддерживаться въ растеніи односторонній токъ воды въ теченіе продолжительнаго времени. Клѣтка Hofmeister'a была впоследствии усовершенствована Sachs'омъ, предложившимъ для объясненія односторонняго тока неравную проницаемость оболочки на противоположныхъ сторонахъ клѣтки. Когда позднѣе изслѣдованіями Pfeffer'a (III) было установлено, что осмотическое давленіе въ клѣткѣ создается постѣночнымъ слоемъ плазмы, Sachs былъ принужденъ, соглашаясь съ Pfeffer'омъ, перенести причину односторонняго тока воды изъ клѣточной оболочки въ гіалоплазму (III). Однако гипотеза Sachs'a не могла доставить удовлетворенія. Еще Hofmeister предвидѣлъ, а Godlewskii специальнымъ опытомъ показалъ, что жидкость, выталкиваемая изъ клѣтки Сакса, совершенно одинакова съ жидкостью, содержащейся въ клѣткѣ (р. 600). Если бы такимъ образомъ схема Sachs'a имѣла мѣсто въ дѣйствительности, то концентрація жидкости, вытекающей изъ растенія при плачѣ, была бы одинакова съ концентраціей сока клѣтокъ, всасывающихъ воду изъ почвы, что, какъ извѣстно, въ громадномъ большинствѣ случаевъ далеко не такъ. Поэтому Годлевскій, не видя иного исхода, прибѣгаетъ къ допущенію ритмическихъ измѣненій въ осмотическомъ давленіи клѣтокъ паренхимы корня (то же сердцевиныхъ лучей), приводящихъ къ послѣ-

довательнымъ всасываніямъ и выталкиваніямъ воды. Силу, необходимую для такой насосо-подобной работы клѣтокъ, доставляетъ по его мнѣнію кислородное дыханіе.

По мнѣнію Pfeffer'a односторонній водный токъ черезъ клѣтку (III р. 223 и слѣд.) можетъ обуславливаться лишь тѣмъ, что или: I) проницаемость постѣночного слоя плазмы на противоположныхъ сторонахъ клѣтки различна (принято Sachs'омъ), или II) постѣночный слой плазмы хотя однообразенъ, но сама масса зернистой плазмы въ различныхъ частяхъ клѣтки имѣетъ не одинаковыя осмотическія свойства (осмотическія вещества распределены въ ней неравномерно) — гдѣ осмотическое значеніе ея меньше, туда направленъ и токъ или наконецъ тѣмъ, что III) хотя въ постѣночномъ слое плазмы и въ зернистой плазмѣ распределеніе осмотическихъ веществъ и одинаково, но въ клѣточной оболочкѣ распределеніе послѣднихъ неравномерно, въ сторонѣ выдѣленія оболочка пропитана болѣе концентрированнымъ растворомъ (подобіе нектаріевъ). Изъ этихъ объясненій второе нашло себѣ въ послѣдствіи горячаго защитника въ лицѣ Wieler'a, видящаго косвенное доказательство его вѣрности въ необходимости кислороднаго дѣханія для плача, долженствующаго, по его мнѣнію, поддерживать въ протоплазмѣ осмотическія разницы (р. 164 и слѣд.).

Оставляя пока въ сторонѣ, насколько всѣ приведенныя теоріи односторонняго тока воды черезъ клѣтку объясняютъ явленіе плача, посмотримъ, въ состояніи ли онѣ уяснить намъ необходимость выдѣленія воды изъ спорангіеносцевъ *Pilobolus*.

Что гипотеза, предложенная для объясненія плача Годлевскимъ, непримѣнима въ нашемъ случаѣ, ясно уже изъ самого хода выдѣленія капель у *Pilobolus*, наблюдаемаго въ особенности подъ микроскопомъ. Гипотеза требуетъ выдѣленіе воды толчками, выдѣленіе же воды изъ спорангіеносцевъ, какъ было упомянуто выше, происходитъ совершенно равномерно и непрерывно.

Намъ остается, такимъ образомъ, рассмотреть приложимость гипотезъ Pfeffer'a къ объясненію секретіи у *Pilobolus*.

Третья изъ этихъ гипотезъ требуетъ присутствія въ части клѣточной оболочки, соотвѣтствующей мѣсту выдѣленія воды, раствора большей концентрации, чѣмъ въ другихъ ея частяхъ. Очевидно односторонній токъ воды можетъ продолжаться при такомъ толкованіи только до уравниванія концентраціи жидкостей, насыщающихъ клѣточную оболочку. Если вода, выходящая изъ клѣтки, тотчасъ удаляется или, какъ это мы имѣемъ у *Pilobolus*, собирается въ шарообразныя капли, отдѣляющіяся отъ оболочки тонкимъ слоемъ жирныхъ веществъ, то выдѣленіе воды не можетъ продолжаться слишкомъ долго; осмотическія вещества быстро вымываются изъ толщи оболочки выходящими изъ клѣтки все новыми количествами чистой воды. Для того, что-бы выдѣленіе воды происходило продолжительное время, необходимо присутствіе достаточно большого запаса осмотическихъ веществъ внѣ клѣтки, имѣющихъ возможность легко диффундировать въ толщу оболочки. Подобное имѣетъ мѣсто напр. въ нектаріяхъ. Мы видѣли однако уже раньше, что ничего похожаго на это не имѣется у *Pilobolus*; да и непонятно было бы, какимъ путемъ эти осмотическія вещества могли появиться на поверхности спорангіеносцевъ; въ нектаріяхъ предполагается обыкновенно

Непри-
годность ги-
потезы Год-
левскаго.

Третья ги-
потеза Пфеф-
фера.

предварительное превращеніе целюлезной оболочки клѣтокъ въ сахаръ, что очевидно неприложимо къ *Pilobolus*, гдѣ осмотическія вещества въ выдѣляющей жидкости минеральнаго происхожденія. Итакъ третья гипотеза Pfeffer'a неприложима къ объясненію секретіа воды у *Pilobolus*. Посмотримъ теперь, насколько годится для ея объясненія вторая гипотеза.

Вторая гипотеза Pfeffer'a.

Пусть въ одной части клѣтки постоянно поддерживается нѣкоторый избытокъ осмотическихъ веществъ; тогда осмотическое давленіе, развиваемое этой частью клѣтки, по законамъ гидростатики распространяется тотчасъ же и на части клѣтки съ меньшимъ осмотическимъ давленіемъ, откуда подъ его давленіемъ (собственно только разницы между нимъ и меньшимъ давленіемъ, установившимся въ этой части клѣтки) начнется фильтрація воды паружу. Предположимъ, что клѣтка погружена въ дистиллированную воду. При условіи какъ абсолютной, такъ и неабсолютной полупроницаемости плазматической оболочки, мы имѣли бы *perpetuum mobile*, если бы не затрачивалось силы на поддержаніе осмотическихъ разностей, необходимыхъ для тока воды. Эта сила доставляется, какъ думаетъ очевидно *Wieler*, кислороднымъ дыханіемъ.

Фактъ выдѣленія воды у *Pilobolus* въ безкислородной атмосферѣ не доказываетъ еще, однако, непримѣнимости второй гипотезы для этого случая, такъ какъ можно видѣть источникъ силы и въ интрамолекулярномъ дыханіи (хотя это очевидно недопустимо по мнѣнію *Wieler'a*). Напротивъ совершенно непонятнымъ съ точки зрѣнія разбираемой гипотезы является описанный выше фактъ прекращенія выдѣленія воды у *Pilobolus* подъ дѣйствіемъ анестезирующихъ веществъ, которыя, какъ извѣстно, не только не прекращаютъ, а даже увеличиваютъ дыханіе (*Pfeffer II, I Bd., 575*). Съ другой стороны главная масса осмотическихъ веществъ спорангиеносцевъ состоитъ изъ минеральныхъ соединеній (см. стр. 11) и ихъ постоянное новообразованіе изъ плазмы при посредствѣ дыханія представляется невозможнымъ. Но пусть токъ воды черезъ спорангиеносцы поддерживается какъ разъ меньшею, органическою частью осмотическихъ веществъ (которыя могутъ дать однако лишь незначительное давленіе, имѣя сложную частицу, задерживаемую, какъ было указано раньше, фильтрующей перепонкой). Гипотеза требуетъ сосредоточенія осмотическихъ веществъ въ плазматической части клѣтки, противоположной мѣсту секретіа, и быстрого распространенія вызываемаго ими давленія, что неизбѣжнымъ дѣлаетъ диффузію этихъ веществъ въ клѣточный сокъ. Такимъ образомъ для поддержанія тока воды прежней силы въ клѣткѣ необходимо должно постоянно увеличиваться новообразованіе органическихъ осмотическихъ веществъ. Концентрація сока будетъ слѣдовательно непрерывно расти, а количество плазмы уменьшаться. Въ дѣйствительности же мы знаемъ, что концентрація сока спорангиеносцевъ напротивъ того постоянно падаетъ (стр. 11); съ другой стороны трудно допустить, что все болѣе истощающаяся плазма могла бы вырабатывать все большее количество осмотическихъ веществъ — количество выдѣляющейся воды въ первое время даже растетъ (см. напр. таблицу на стр. 14). Взвѣсивая всѣ приведенныя возраженія второй гипотезы Pfeffer'a, приходимъ къ выводу, что и она не въ состояніи объяснить намъ причину выдѣленія воды спорангиеносцами *Pilobolus*.

Переходя теперь къ обсужденію приложимости первой схемы Pfeffer'a къ объясненію секреціи, считаю не лишнимъ болѣе подробно разобрать ея основаніе и требованія¹⁾.

Первая гипотеза Пфелфера.

Схема требуетъ неравной проницаемости противоположныхъ частей плазматической оболочки клѣтки, создающей различіе осмотическихъ давленій, ими возбуждаемыхъ. Но Pfeffer показалъ еще раньше (I р. 303 и III р. 228), что качество перепонки не оказываетъ вліянія на величину осмотическаго давленія, если не происходитъ экзосмоса растворенныхъ веществъ, слѣдовательно различіе осмотическихъ давленій, возбуждаемыхъ противоположными частями плазматической оболочки, можетъ зависѣть только отъ неодинаковой проницаемости ихъ для веществъ растворенныхъ въ соку (Ostwald's Lehrbuch). Если послѣднее имѣетъ мѣсто, то съ того момента, когда въ клѣткѣ разовьется давленіе равное осмотическому давленію, возбуждаемому частію плазматической оболочки болѣе проницаемою для растворенныхъ веществъ, клѣточный сокъ будетъ фильтроваться черезъ послѣднюю наружу. Чтобы болѣе ясно представить себѣ весь процессъ, обратимся къ теоретическому случаю. Представимъ себѣ, что вмѣсто клѣтки мы имѣемъ цилиндрической сосудъ, дно и крышка котораго сдѣланы изъ перепонки различной проницаемости для веществъ, растворенныхъ въ водѣ, находящейся въ сосудѣ. Если сосудъ погружается въ дистиллированную воду, то вода снаружи начинаетъ входить въ сосудъ черезъ обѣ перепонки, при чемъ въ послѣднемъ развивается давленіе. Пусть перепонка *A* болѣе проницаема для растворенныхъ веществъ, чѣмъ перепонка *B*. Тогда перепонка *A* развиваетъ очевидно меньшее осмотическое давленіе, чѣмъ перепонка *B*. Если P_A есть осмотическое давленіе перепонки *A*, а P_B — перепонки *B*, то $P_A < P_B$. Каждая перепонка развиваетъ вполне опредѣленное осмотическое давленіе; это значитъ, что всякое давленіе, большее осмотическаго, производитъ обратную фильтрацію воды черезъ перепонку. Если въ нашемъ сосудѣ давленіе поднялось до P_A , то всякое, даже безконечно малое приращеніе давленія въ сосудѣ производитъ обратное выталкиваніе воды наружу черезъ перепонку *A*; но такъ какъ перепонка *B* продолжаетъ всасываніе воды (ибо это всасываніе прекращается только тогда, когда въ сосудѣ развивается давленіе P_B , а $P_A < P_B$), то избытокъ давленія надъ P_A будетъ постоянно существовать, а слѣдовательно будетъ происходить и постоянная фильтрація жидкости, находящейся въ сосудѣ, черезъ перепонку *A* наружу. («Постоянно» это выдѣленіе воды изъ сосуда понятно не можетъ происходить, т. к. вслѣдствіе вымыванія растворенныхъ веществъ односторонній водный токъ черезъ сосудъ постепенно ослабѣваетъ и наконецъ совершенно прекращается, когда въ сосудѣ вмѣсто раствора останется чистая вода).

Теоретическія основанія схемы.

Выдѣленіе воды изъ сосуда черезъ перепонку *A* можно считать очевидно только тогда установившимся, когда объемъ воды, входящей черезъ перепонку *B* въ единицу времени, дѣлается равнымъ объему выходящей изъ сосуда жидкости, т. к. объемъ сосуда пред-

1) Имѣя въ виду, что предлагаемая работа предназначена для ботаниковъ, я буду болѣе подробно останавливаться тамъ, гдѣ это не представлялось бы необходимымъ, если бы физическая часть этой работы предназначалась исключительно для физико-химиковъ. Для большаго удобства ботаниковъ я буду цитировать также мѣста учебниковъ, гдѣ можно справиться о той или другой приводимой мною формулѣ.

полагается неизмѣннымъ. Съ момента выхода первыхъ капель жидкости давленіе въ сосудѣ можетъ возвышаться, но не можетъ ни въ какомъ случаѣ подняться до высоты, равной высотѣ осмотическаго давленія перепонки B , т. е. P_B . Обозначимъ максимально давленіе, которое можетъ развиться въ сосудѣ послѣ того, какъ односторонній водный токъ черезъ сосудъ установится, черезъ P_x ; тогда $P_A < P_x < P_B$. Очевидно послѣ установленія въ сосудѣ давленія P_x (въ предположеніи, разумѣется, что растворенныя вещества не вымываются изъ сосуда) ни какихъ измѣненій въ движеніи происходитъ не будетъ. Пусть объемъ выходящей изъ сосуда жидкости въ единицу времени, т. е. скорость выдѣленія воды или все то же скорость односторонняго воднаго тока черезъ сосудъ есть W . Найдемъ зависимость этой скорости отъ первоначальной концентраціи раствора въ сосудѣ, температуры и проницаемости перепонки A и B для растворенныхъ веществъ.

Выводъ формулы скорости односторонняго воднаго тока.

Въ механикѣ доказывается (это ясно впрочемъ и безъ математическихъ формулъ), что скорость всякаго движенія увеличивается съ увеличеніемъ движущей силы и уменьшается съ увеличеніемъ сопротивленія этому движенію. Движущей силой при выдѣленіи воды изъ сосуда является давленіе въ сосудѣ P_x , сопротивленіе же складывается изъ: 1) тренія жидкости о стѣнки сосуда (внѣшнее треніе), 2) тренія жидкости при прохожденіи перепонки (внутреннее треніе), 3) осмотической силы раствореннаго вещества въ сосудѣ равной очевидно осмотическому давленію, развиваемому перепонкой A , т. е. P_A , такъ какъ при выведеніи нѣкотораго объема растворителя изъ раствора черезъ полупроницаемую оболочку затрачивается работа, измѣряемая произведеніемъ этого объема на осмотическое давленіе (см. напр. Nernst — Theoretische Chemie 1900, p. 139). Внѣшнее и внутреннее треніе растворовъ, какъ показываютъ опыты (см. Ostwald, Lehrbuch d. allg. Chemie 1891, I Bd. p. 561 — 568), измѣняются очень мало съ концентраціей раствора и температурой, а слѣдовательно также мало зависятъ отъ проницаемости перепонки для растворенныхъ веществъ, мы приемъ ихъ поэтому одинаковыми для всѣхъ перепонки и растворовъ и равными треніямъ чистой воды. Что касается третьяго сопротивленія фильтраціи — осмотическаго давленія, то оно, какъ извѣстно, измѣняется какъ отъ температуры и концентраціи раствора, такъ и отъ проницаемости перепонки для веществъ растворенныхъ. Если P_0 есть осмотическое давленіе, въ предположеніи абсолютной полупроницаемости перепонки (т. е. полной непроницаемости ея для растворенныхъ веществъ), то истинное осмотическое давленіе $P < P_0$ (см. Тамман, p. 99).

Зависимость осмотическаго давленія отъ проницаемости перепонки.

Пусть въ единицу времени изъ сосуда съ растворомъ проходитъ черезъ единицу поверхности перепонки осмосомъ p граммовъ раствореннаго вещества. По опытамъ Тамман'а (l. c. p. 99) это количество пропорціонально концентраціи раствора въ сосудѣ. Такъ, если въ литрѣ раствора содержится c граммъ вещества, то $\frac{p}{c} = \text{const}$. Обозначимъ величину $\frac{p}{c}$, постоянную для данной перепонки и вещества при неизмѣнной температурѣ, черезъ α , и назовемъ ее проницаемостію этой перепонки для раствореннаго вещества.

Если положимъ $P = kP_0$, гдѣ $k < 1$, то при постоянной температурѣ k зависитъ только отъ α , слѣд. k есть функція отъ α или: $k = f(\alpha)$. Эту функцію можно представить въ видѣ

безконечнаго ряда $f(\alpha) = A + B\alpha + C\alpha^2 + \dots$ (I) (см. напр. Nernst. Einführung in d. Mathem. Behandlung 1898 стр. 209). При $\alpha = 0$ т. е. при условіи непроницаемости перепонки для раствореннаго вещества, $P = P_0$, слѣдовательно $k = 1$; подставляя значеніе α въ рядъ (I), имѣемъ $A = 1$; такъ какъ $\alpha < 1$, то величинами α^2 , α^3 и т. д. можно пренебречь. Мы имѣемъ такимъ образомъ: $f(\alpha) = 1 + B\alpha = k$, но $k < 1$, поэтому B должно быть меньше нуля, если положимъ $B = -h$, то окончательно будемъ имѣть:

$$P = (1 - h\alpha) P_0 \dots \dots \dots (II)$$

Къ аналогичной зависимости наблюдаемаго давленія отъ проницаемости перепонки для веществъ растворенныхъ приходитъ и Тамман (l. c. p. 99) на основаніи данныхъ изъ опытовъ Пфеффера и величинъ осмотическаго давленія, находимаго теоретически. Именно величина $\frac{P_0 - P}{2P}$ оказывается почти постоянной (т. е. независимой отъ концентраціи раствора). Положивъ $\frac{P_0 - P}{2P} = M$, имѣемъ: $P = P_0 (1 - 2M)$ (III); вычисленное изъ опытовъ Pfeffer'a (при чемъ P должно означать давленіе наблюденное Pfeffer'омъ, а P_0 — давленіе вычисленное по формулѣ Arrhenius $P_0 = n_v 17200 (k\alpha + 1 - \alpha)$ mm. гдѣ n_v — число граммъ-молекулъ раствореннаго вещества въ литрѣ раствора, k — число іоновъ, на которые распадаются электролиты) M увеличивается нѣсколько съ концентраціей раствора, что отражается очевидно и на коэффициентѣ h въ формулѣ II, такъ какъ $\alpha h = 2M$ (Послѣднее видно изъ сравненія формулы II и III). Въ слѣдующей таблицѣ вычислены значенія этого коэффициента для нѣсколькихъ солей и перепонки изъ желѣзисто-сиперодистой мѣди. Величины α перечислены на одну минуту, одинъ кв. сантиметръ перепонки и промилли раствореннаго вещества въ сосудѣ.

Концентрація въ 0/0:	KNO_3	M	h	α
0,8		0,24	1640	0,00029
1,43		0,25	1720	0,00029
3,30		0,28	1930	0,00029
	Na_2SO_4			
1,00		0,17	2810	0,00012
	K_2SO_4			
1,00		0,12	2400	0,00010
	$KNaH_4C_4O_6$ Сегнетова соль.			
0,94		0,13	4330	0,00006

Обратимся теперь къ раскрытію зависимости скорости выходения жидкости изъ сосуда v отъ движущей силы и сопротивленія.

Въ выше цитированной работѣ Pfeffer (III) многочисленными опытами установилъ, что скорость фильтраціи воды черезъ полупроницаемую перепонку пропорціональна давленію, подъ которымъ она совершается; поэтому формула, выражающая искомую зависимость

Раскрытіе зависимости скорости односторонняго тока отъ осмотическаго давленія и т. д.

при $P_A = 0$, должна имѣть видъ $v = kP_x$. Такъ какъ v уменьшается съ увеличеніемъ P_A (сопротивленіе), то выраженіе ея при $P_A > 0$ можетъ имѣть видъ или $v = k \frac{P_x}{\varphi(P_A)}$ или $v = k(P_x - \varphi(P_A))$; функцію $\varphi(P_A)$ можно представить въ видѣ $A + BP_A + CP_A^2 + \dots$, гдѣ $A = 0$ такъ какъ при $P_A = 0$ и $\varphi(P_A) = 0$ (т. е. скорость фильтраціи не зависитъ отъ P_A); первое выраженіе для скорости не подходит, т. к. при $P_A = 0$ скорость $v = a \frac{P_x}{0} = \infty$; поэтому въ окончательномъ видѣ $v = k[P_x - (BP_A + CP_A^2 + \dots)] = k[P_x - P_A(B + CP_A + \dots)]$, здѣсь k зависитъ отъ величины тренія внѣшняго и внутренняго. Болѣе определенное выраженіе для скорости v мы получимъ, исходя изъ слѣдующаго механическаго соображенія. Фильтрацію черезъ перепонку можно разсматривать какъ передвиженіе нѣкотораго объема жидкости подъ дѣйствіемъ постоянной силы P_x . Осмотическое же давленіе и треніе какъ силы, противодѣйствующія силѣ P_x и прямо ей противоположныя. Если бы ихъ не было, мы могли бы написать $P_x = mu$ (III), гдѣ m есть масса жидкости, профильтрованной въ единицу времени а u ускореніе, приобрѣтаемое ей подъ дѣйствіемъ силы P_x , такъ какъ сила равна массѣ, умноженной на ускореніе (см. Nernst. Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften 1898 p. 276); пренебрегая внѣшнимъ треніемъ по его малости и принимая внутреннее треніе жидкости въ перепонкѣ пропорціональнымъ имѣющейся въ данный моментъ скорости фильтраціи v (что съ извѣстнымъ приближеніемъ всегда можно принять, такъ какъ пропорціональность есть первое приближеніе зависимости величинъ при условіи, что когда одна величина равна нулю, то и другая тоже обращается въ нуль, что какъ разъ имѣется и у насъ). ¹⁾ Что же касается зависимости внутренняго тренія отъ скорости, то она доказана экспериментальнымъ путемъ (см. напр. Ostwald. Lehrbuch. I m стр. 549; Евневичъ: прикладная механика); такимъ образомъ сила тренія равна у насъ $a.v$. Введя сопротивленія въ выраженіе III, имѣемъ:

$$P_x - P_A - a.v = mu \text{ или}$$

(вставляя вмѣсто u его значеніе, первой производной отъ скорости по времени см. Nernst. l. c.):

$$P_x - P_A - av = m \frac{dv}{dt};$$

это равенство перепишемъ такъ:

$$\frac{dv}{P_x - P_A - av} = \frac{dt}{m}; \text{ проинтегрировавъ выраженіе, имѣемъ } -\frac{1}{a} \ln(P_x - P_A - av) = \frac{t}{m} + \text{const}^2). \text{ Такъ какъ при } t = 0 \text{ и } v = 0, \text{ то: } \text{const} = -\frac{1}{a} \ln(P_x - P_A).$$

1) Дѣйствительно, если треніе обозначить черезъ Q , то Q есть функція отъ v . Раскладывая эту функцію въ рядъ имѣемъ: $Q = b + av + cv^2 + \dots$. Но при $v = 0$ и $Q = 0$, поэтому $Q = av + cv^2 + \dots$. Такъ какъ v , какъ показалъ Pfeffer очень незначительна, то ея высшими степенями можно пренебречь.

2) \ln — натуральный логарифмъ.

Слѣдовательно равенство переписется такъ:

$$\frac{1}{a} \ln(P_x - P_A) - \frac{1}{a} \ln(P_x - P_A - av) = \frac{t}{m}$$

или:

$$\ln\left(\frac{P_x - P_A}{P_x - P_A - av}\right) = \frac{at}{m};$$

слѣдовательно

$$e^{\frac{at}{m}} = \frac{P_x - P_A}{P_x - P_A - av}$$

откуда:

$$v = \frac{P_x - P_A}{a} \left(1 - \frac{1}{e^{\frac{at}{m}}}\right).$$

Такъ какъ съ увеличеніемъ t , величина $\frac{1}{e^{\frac{at}{m}}}$ непрерывно уменьшается, то при достаточно большомъ промежуткѣ времени, протекшемъ съ начала движенія, она дѣлается ничтожной въ сравненіи съ единицей, почему ею можно пренебречь¹⁾. Слѣдовательно мы имѣемъ такое выраженіе для v

$$v = \frac{P_x - P_A}{a}, \dots\dots\dots (IV)$$

гдѣ a есть коэффициентъ пропорціональности внутренняго тренія жидкости при прохожденіи перепонки и скорости; по опытамъ Pfeffer'a, какъ было упомянуто, при $P_A = 0$ $v = k P_x$. Слѣдовательно a нашей формулы должно равняться $\frac{1}{k}$ изъ опытовъ Пфедфера.

Вставимъ въ формулу (IV) вмѣсто P_A значеніе его изъ формулы (II) въ предположеніи что проницаемость перепонки A для растворенныхъ веществъ есть α_A , а осмотическое давленіе, соотвѣтствующее опредѣленной концентраціи раствора въ сосудѣ и температурѣ, при абсолютной полупроницаемости перепонки (т. е. непроницаемости ея для растворенныхъ веществъ), есть P_0 , имѣемъ:

$$v = \frac{P_x - P_0(1 - h\alpha_A)}{a} \dots\dots\dots (V)$$

Такъ какъ давленіе P_x меньше осмотическаго давленія, соотвѣтствующаго перепонкѣ B , то, обозначивъ проницаемость послѣдней для растворенныхъ веществъ черезъ α_B (причемъ $\alpha_B < \alpha_A$), будемъ имѣть $P_0(1 - h_1\alpha_B) > P_x$ (коэффициентъ h въ общемъ случаѣ будетъ другой, поэтому мы и ставимъ h_1 вмѣсто h). Примѣняя формулу (V) къ перепонкѣ B , видимъ что v для этой перепонки отрицательно (такъ какъ $P_x < P_B$); это значитъ, что жидкость не фильтруется наружу черезъ перепонку B , а всасывается наоборотъ въ сосудъ. Скорость этого всасыванія w очевидно равна въ этомъ случаѣ — v (Величину a по вышеизложенному

1) Что такой моментъ наступитъ скоро, видно изъ того, что масса передвигаемой жидкости мала въ сравненіи съ треніемъ въ перепонкѣ.

можно принять не изменяющейся отъ того, фильтруется ли чистая вода или растворъ.). Такимъ образомъ имѣемъ:

$$w = \frac{P_0(1 - h_1\alpha_B) - P_x}{a} \dots \dots \dots (VI)$$

Но послѣ того какъ односторонній водный токъ установился черезъ сосудъ $w = v$; слѣдовательно по (V) и (VI), имѣемъ слѣдующее уравненіе для опредѣленія P_x .

$$\frac{P_0(1 - h_1\alpha_B) - P_x}{a} = \frac{P_x - P_0(1 - h\alpha_A)}{a}$$

откуда:

$$\begin{aligned} P_x &= \frac{P_0(1 - h_1\alpha_B) + P_0(1 - h\alpha_A)}{2} = \frac{P_A + P_B}{2} = \\ &= \frac{P_0[2 - (h_1\alpha_B + h\alpha_A)]}{2} = P_0 \left(1 - \frac{h_1\alpha_B + h\alpha_A}{2}\right) \dots \dots \dots (VII) \end{aligned}$$

Подставивъ выраженіе для P_x изъ формулы VII въ формулу (V), имѣемъ слѣдующее выраженіе для скорости выхожденія жидкости изъ сосуда:

$$v = \frac{P_0 \left(1 - \frac{h_1\alpha_A + h\alpha_B}{2}\right) - P_0(1 - h\alpha_A)}{a} = \frac{P_0}{a} \left(\frac{h_1\alpha_A - h\alpha_B}{2}\right) \dots \dots \dots (VIII)$$

Имѣя въ виду, что P_0 въ нашей формулѣ есть осмотическое давленіе вычисленное (на основаніи экспериментальныхъ данныхъ) изъ формулы van't Hoff и Arrhenius'a (Nernst, Theoretische Chemie 1900 г., стр. 349—351): $P_0 = P [1 + (m - 1)\beta]$, гдѣ β — степень диссоціаціи электролита, $m\beta$ — число іоновъ, на которые разлагается электролитъ (буквы формулы измѣнены), а также то, что $P = CT \times \text{const.}$, гдѣ C есть концентрація раствора, а T — абсолютная температура, получимъ слѣдующее окончательное выраженіе для скорости выхода жидкости изъ сосуда, показывающее зависимость ея отъ концентраціи раствора въ сосудѣ, температуры, проницаемости перепонокъ A и B для растворенныхъ веществъ и диссоціаціи раствореннаго вещества:

$$v = \varphi \cdot \frac{CT}{a} [1 + (m - 1)\beta] \left(\frac{h_1\alpha_A - h\alpha_B}{2}\right) \dots \dots \dots (IX)$$

Коэффициентъ $\varphi = \text{const.}$

Изъ формулы (IX) видно, что хотя скорость выдѣленія воды изъ сосуда v растетъ подобно осмотическому давленію пропорціонально концентраціи раствора, она измѣняется отъ температуры гораздо быстрѣе осмотическаго давленія, такъ какъ согласно даннымъ выше цитированной работы Russelberghe'a проницаемость перепонки для растворенныхъ веществъ растетъ съ температурой гораздо быстрѣе осмотическаго давленія.

Такъ какъ въ природѣ полупроницаемыя перепонки (постѣночный слой плазмы клѣтокъ) обыкновенно соприкасаются не съ чистой водой, а съ растворами, то для приложенія выведенной формулы скорости выдѣленія воды нужно ввести соотвѣтствующія поправки. Предположимъ, что перепонка *A* соприкасается съ растворомъ, концентрація котораго въ n_1 разъ больше таковой раствора въ сосудѣ, причемъ $n_1 \leq 1$. Тогда осмотическое дѣйствіе вещества въ сосудѣ будетъ ослаблено дѣйствіемъ вещества внѣ его. Такъ какъ осмотическое давленіе пропорціонально концентраціи, то фильтраціи будетъ противодѣйствовать уже не сила P_A , а сила $P_A - n_1 P_A$ т. е. $P_A (1 - n_1)$. Разсуждая такимъ же образомъ, найдемъ, что осмотическое сосаніе въ сосудѣ черезъ перепонку *B* будетъ производиться подъ дѣйствіемъ силы $P_B (1 - n_2)$, если перепонка *B* соприкасается съ растворомъ концентрація въ n_2 разъ больше, чѣмъ концентрація раствора въ сосудѣ. Такимъ образомъ формула для скорости переписется такъ: (см. формулы VII, VIII и IX).

Болѣе общее выраженіе скорости.

$$v = \frac{P_x - P_A}{a} = \frac{P_0 [(1 - h_1 \alpha_B) (1 - n_2) + (1 - h \alpha_A) (1 - n_1) - 2(1 - h \alpha_A) (1 - n_1)]}{2a} =$$

$$= \frac{P_0 [(1 - h_1 \alpha_B) (1 - n_2) - (1 - n_1) (1 - h \alpha_A)]}{2a} =$$

$$= \varphi \frac{CT}{2a} [1 + (m - 1)\beta] [(1 - h_1 \alpha_B) (1 - n_2) - (1 - n_1) (1 - h \alpha_A)] = \dots \dots \dots (X)$$

$$= \frac{1}{2a} \varphi \cdot CT [1 + (m - 1)\beta] \cdot [h \alpha_A (1 - n_1) - h_1 \alpha_B (1 - n_2) - n_2 + n_1] \dots \dots \dots (XI)$$

Изъ формулы (X) видно, что при $n_1 = n_2 = 1$ т. е., когда концентрація жидкости внѣ сосуда равна у обѣихъ перепонокъ концентраціи жидкости въ сосудѣ, односторонній водный токъ не идетъ (т. е. $v = 0$). При $n_2 > 1$ и $n_1 \leq 1$ токъ идетъ въ обратную сторону, такъ какъ v отрицательно. При $n_2 < 1$ и $n_1 > 1$ т. е. когда со стороны перепонки *A* находится жидкость концентрированѣе чѣмъ жидкость въ сосудѣ, выдѣленіе жидкости черезъ перепонку *A* совершается.

Въ случаѣ $n_2 < 1$ и $n_1 < 1$ водный токъ можетъ итти въ ту или другую сторону или прекратиться вовсе.

1) Въ положительномъ направленіи т. е. черезъ перепонку *A* выдѣленіе жидкости идетъ когда $(1 - h_1 \alpha_B) (1 - n_2) > (1 - n_1) (1 - h \alpha_A)$ или когда $\frac{1 - h_1 \alpha_B}{1 - h \alpha_A} > \frac{1 - n_1}{1 - n_2}$, слѣдовательно когда отношеніе плазматическихъ давленій, возбуждаемыхъ перепонками *B* и *A*, больше отношеній разностей концентрацій растворовъ, находящихся у перепонокъ *A* и *B* и раствора находящагося въ сосудѣ $\left(\frac{1 - h_1 \alpha_B}{1 - h \alpha_A} = \frac{P_0 (1 - h_1 \alpha_B)}{P_0 (1 - h \alpha_A)} = \frac{P_B}{P_A}; \text{ и } \frac{1 - n_1}{1 - n_2} = \frac{c - cn_1}{c - cn_2} \right)$. При перепонкахъ *A* и *B* съ одинаковой проницаемостью для растворенныхъ веществъ, т. е. при $P_A = P_B$ неравенство приметъ видъ: $1 > \frac{1 - n_1}{1 - n_2}$ или $n_2 < n_1$. Этотъ случай отвѣчаетъ выдѣленію жидкости въ нектаріяхъ. Водный токъ идетъ въ сторону большей концентраціи

внѣ сосуда, какъ въ нектаріяхъ происходитъ выдѣленіе жидкости изъ клѣтокъ въ сторону избытка сахара, находящагося на ихъ наружной поверхности. Такимъ образомъ формула (X) заключаетъ въ себѣ, какъ частный случай, также и третью схему Pfeffer'a.

2) Если отношеніе осмотическихъ давленій $\frac{P_B}{P_A}$ меньше отношенія разностей концентрацій $\frac{c-cn_1}{c-cn_2}$, то токъ идетъ въ обратномъ направленіи такъ, какъ v дѣлается отрицательнымъ.

3) Если эти отношенія наконецъ равны между собой, то водный токъ не идетъ черезъ сосудъ.

Сказанное при разборѣ формулы IX остается очевидно справедливымъ и для формулы X.

Концентрація выдѣляющейся жидкости.

При разборѣ выдѣленія растворовъ у растеній намъ не разъ понадобится имѣть предположеніе о концентраціи жидкости, выдѣляющейся изъ клѣтокъ. Мнѣ кажется поэтому очень желательнымъ разсмотрѣть также и этотъ вопросъ съ теоретической стороны.

При выводѣ формулы для скорости выдѣленія воды изъ сосуда мы обозначили черезъ α отношеніе числа граммовъ p раствореннаго вещества, проходящихъ осмосомъ черезъ одинъ кв. сант. перепонки (см. таблица) въ одну минуту, къ концентраціи жидкости c въ сосудѣ, выраженной въ промилляхъ (т. е. граммахъ въ 1 литрѣ раствора). Если скорость v мы выразимъ въ минутахъ и кубич. сантиметрахъ черезъ одинъ кв. сант. перепонки, то нетрудно видѣть, что концентрація выдѣляющейся изъ сосуда жидкости есть $\frac{1000 p}{v}$ ‰ (такъ какъ въ то время какъ изъ сосуда выходитъ v куб. сант. жидкости, успѣваетъ перейти черезъ перепонку p граммъ вещества); но $p = c \cdot \alpha$ слѣдовательно искомая концентрація жидкости есть $\frac{1000 c \cdot \alpha}{v}$. Очень возможно однако, что съ увеличеніемъ скорости фильтраціи увеличивается также и α , поэтому ближе къ истинѣ будетъ выраженіе для концентраціи, выдѣляющейся жидкости: $\frac{1000 c \cdot \alpha \cdot A}{v}$, гдѣ A есть функція отъ v .

Гл. 4. Приложение выведенныхъ формулъ къ случаю выдѣленія воднаго раствора у *Pilobolus*.

Математически обосновавъ I схему Pfeffer'a, обращаюсь къ обсужденію возможности приложенія выведенныхъ формулъ къ случаю секреціи воднаго раствора у *Pilobolus*.

Необоснованность возраженія Годлевскаго первой схемѣ Pfeffer'a.

Однимъ изъ главныхъ противорѣчій I-ой гипотезы Pfeffer'a, какъ мы видѣли, является фактъ слабой концентраціи выдѣляющейся изъ растеній жидкости. По мнѣнію Годлевскаго, подкрѣпленнымъ опытомъ надъ сосудомъ съ двумя перепонками изъ пузыря, концентрація выдѣляющейся изъ клѣтки жидкости не должна быть меньше концентраціи

клеточнаго сока. Теоретическая необоснованность такого мнѣнія мнѣ кажется очевидна. Ни одна изъ существующихъ гипотезъ относительно осмоса черезъ перепонки не можетъ допустить, чтобы подъ вліяніемъ какого бы то ни было давленія полупроницаемая перепонка совершенно переставала задерживать растворенныя въ клеточномъ соку вещества. Такой, а не иной результатъ опыта Годлевскаго долженъ, мнѣ кажется, объясниться другимъ путемъ, именно возможностью образованія или увеличенія сквозныхъ отверстій въ пузырьѣ или пергаментной бумагѣ подъ вліяніемъ давленія. Природа такихъ перепонокъ вообще сильно отличается отъ природы осадочныхъ, неудивительно если и опытъ съ первыми приведетъ къ инымъ результатамъ, чѣмъ опытъ съ послѣдними. Какъ мы видѣли уже раньше, экзосмосъ растворенныхъ въ клеточномъ соку веществъ необходимъ для секреціи воды наружу, но величина его, зависящая только отъ состава полупроницаемой перепонки, можетъ быть очень незначительной. Поэтому въ томъ, что концентрація жидкости выдѣляющейся на спорангиеносцахъ *Pilobolus* гораздо слабѣе концентраціи клеточнаго сока, нельзя ни въ какомъ случаѣ видѣть противорѣчія первой гипотезѣ Pfeffer'a.

Если въ спорангиеносцахъ *Pilobolus* будутъ имѣться на лицо всѣ условія, необходимыя для существованія односторонняго воднаго тока, направленнаго въ сторону воздушныхъ частей клетки, то выдѣленіе жидкости наружу очевидно будетъ совершаться. Насколько эти условія, опредѣляемые формулой (X), въ дѣйствительности оказываются выполненными у *Pilobolus*, видно изъ слѣдующихъ соображеній. Выдѣленіе воды у *Pilobolus* идетъ, какъ мы знаемъ, и при помѣщеніи дерновинокъ гриба на дистиллированную воду, концентрація же выдѣляющейся жидкости меньше концентраціи клеточнаго сока, поэтому въ формулѣ (X) нужно принять $n_2 = 0$, $n_1 < 1$. Выдѣленіе воды изъ клетки должно поэтому совершаться если

$$\frac{1-h_1\alpha_B}{1-h\alpha_A} > 1 - n_2 \text{ или когда } \frac{P_B}{P_A} > \frac{3}{4},$$

такъ какъ у *Pilobolus* концентрація выдѣляющейся жидкости въ 4 раза слабѣй (около того) чѣмъ концентрація клеточнаго сока. Такимъ образомъ еслибы осмотическое давленіе развиваемое нижними (погруженными въ воду) частями спорангиеносцевъ было больше развиваемаго верхними (выдѣляющими воду) ихъ частями, или если отношеніе перваго ко второму по крайней мѣрѣ было бы больше $\frac{3}{4}$, то условія для выдѣленія воды воздушными частями спорангиеносцевъ были выполнены.

Объ относительной величинѣ осмотическихъ давленій, развиваемыхъ всасывающими и выдѣляющими частями спорангиеносцевъ можно судить по слѣдующему опыту.

Съ молодыхъ спорогенныхъ нитей гриба обмываніемъ и потираніемъ кисточкой удалялся тонкій слой жировыхъ веществъ до тѣхъ поръ, пока нити не начинали легко смачиваться водой; послѣ этого молодые спорангиеносцы вмѣстѣ съ нижнимъ своимъ расширеніемъ отрѣзались отъ мицелія и отмывались отъ приставшихъ частицъ субстрата. Одна часть такимъ образомъ отпрепарованныхъ спорангиеносцевъ погружалась воздушными частями въ воду и укрѣплялась въ такомъ положеніи, чтобы нижнія расширенія выстав-

Приложеніе
первой схемы
Пфеффера
къ случаю
выдѣленія
воды у *Pilo-
bolus*.

І опытъ, по-
казывающій
различіе
осмотиче-
скихъ давле-
ній, возбуж-
даемыхъ вса-
сывающей и
фильтрую-
щей перепон-
ками у *Pilo-
bolus*.

лялись въ воздухъ. Другая часть спорангѣносцевъ погружалась въ воду нижними расширениями и нитями оставалась въ воздухъ. По прошествіи 12 — 15 часовъ (обыкновенно утромъ слѣдующаго дня) спорангѣносцы, нижнія расширения которыхъ оставались въ воздухъ, мало измѣнялись; они сохраняли свой тургоръ, но не развивали верхнихъ вздутій, несмотря на то, что споры въ спорангѣяхъ созрѣвали нормально. Напротивъ того на спорангѣносцахъ, нижнія расширения которыхъ были погружены въ воду, нормально раздувались верхнія расширения и обильно выступали капли. Этотъ опытъ съ убѣдительною показываетъ, что плазматическая оболочка только нижнихъ расширеній можетъ дать достаточное для раздутія верхнихъ расширеній осмотическое давленіе. Такимъ образомъ въ спорангѣносцахъ *Pilobolus* осмотическое давленіе, развиваемое воздушными частями, меньше давленія, развиваемаго частями клѣтки, погруженными въ субстратъ, а слѣдовательно $\frac{P_B}{P_A} > 1$ а тѣмъ болѣе и $\frac{3}{4}$.

И опытъ съ тою же цѣлію.

Слѣдующій опытъ приводитъ къ тому же. Отпрепарованные, какъ въ предыдущемъ опытѣ, зрѣлые спорангѣносцы *Pilobolus* укрѣплялись верхними расширениями въ мокрой фильтровальной бумагѣ такъ, чтобы нижнія расширения выставлялись наружу, и подвергались внезапному дѣйствію паровъ хлороформа (см. стр. 19). Однако несмотря на продолжительное ихъ дѣйствіе на выставившихся изъ бумаги нижнихъ расширеній не появлялось ни одной капли жидкости. Между тѣмъ уменьшеніе объема спорангѣносцевъ и почти полная потеря ими тургора указывали на выходъ значительнаго количества клѣточного сока наружу черезъ верхнія расширения. Трудно предположить специфическое дѣйствіе ядовитыхъ паровъ исключительно на плазматическую оболочку верхнихъ расширеній, поэтому выходъ изъ послѣднихъ сока нужно приписать ихъ меньшему сопротивленію фильтраціи сока. Сопротивленіе же перепонки фильтраціи, какъ мы знаемъ, зависитъ главнымъ образомъ только отъ высоты осмотическаго давленія, развиваемаго этой перепонкой (см. стр. 30). Такимъ образомъ и этотъ опытъ указываетъ на то, что осмотическое давленіе, развиваемое выдѣляющими воду частями плазматической оболочки, меньше осмотическаго давленія, доставляемаго всасывающими частями.

Выводъ.

Мы приходимъ такимъ образомъ къ выводу, что *выдѣленіе воднаго раствора у Pilobolus происходитъ вслѣдствіе неравной проницаемости для растворенныхъ веществъ всасывающей и фильтрующей перепонки спорангѣносцевъ* (сохраняются названія, употреблявшіяся при экспериментальномъ разборѣ процесса).

Требованія формулы для скорости выдѣленія воды (X) вполне согласны съ фактами, описанными въ первой части работы.

Убѣдившись въ возможности приложенія формулы (X) къ процессу выдѣленія воднаго раствора спорангѣносцами *Pilobolus*, посмотримъ, какимъ образомъ можно объяснить при помощи описанные раньше факты и опыты.

Мы уже знаемъ, что по перенесеніи дерновинокъ гриба на растворъ поваренной соли, изотоническій съ клѣточнымъ сокомъ спорангѣносцевъ, выдѣленіе жидкости прекращается. Тотъ же фактъ предсказывается и формулой (X). Въ этомъ случаѣ $n_2 = 1$ и скорость выдѣленія отрицательна, т. е. водный токъ идетъ въ обратномъ направленіи; поэтому кромѣ

прекращенія секреціи нужно ждать и обратнаго всасыванія уже выдѣленной жидкости; послѣднее дѣйствительно наблюдается. Однако часто на одномъ и томъ-же спорангіеносцѣ однѣ канли медленно всасываются, другія же остаются на поверхности клѣтки даже послѣ полной потери ею тургора. Явленіе сдѣлается понятнымъ, если вспомнимъ, что поверхность спорангіеносцевъ покрыта тонкимъ и неравномѣрнымъ слоемъ жировыхъ веществъ, отдѣляющихъ выдѣлившіяся капли отъ жидкости пропитывающей оболочку.

Мы видѣли, что искусственное увеличеніе концентраціи клѣточного сока спорангіеносцевъ ведетъ къ усиленію секреціи; тотъ же фактъ предсказывается и формулой (X), въ которой скорость секреціи пропорціональна концентраціи клѣточного сока (или строго говоря почти пропорціональна, такъ какъ h измѣняется нѣсколько съ концентраціей). Перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію фактовъ, указывающихъ на измѣненіе проницаемости плазматической оболочки спорангіеносцевъ.

Раньше было показано, что скорость проникновенія воды черезъ плазматическую оболочку при плазмолизѣ сильно понижена у зрѣлыхъ спорангіеносцевъ, въ соотвѣтствіи съ чѣмъ находится также ихъ слабая секретіонная дѣятельность (см. стр. 9). Скорости плазмолиза и «деплазмолиза» представляютъ собою скорость осмотическаго всасыванія. Какъ видно изъ формулы VI, гдѣ примѣнительно къ данному случаю $P_x = 0$, скорость осмотическаго всасыванія пропорціональна концентраціи сосущаго раствора (такъ какъ осмотическое давленіе пропорціонально концентраціи), что впрочемъ было найдено экспериментальнымъ путемъ и Pfeffer'омъ (III р. 104 — 109). Такъ какъ однако концентрація клѣточного сока спорангіеносцевъ мало измѣняется при созрѣваніи, то уменьшеніе скорости надо приписать увеличенію a (въ формулѣ VI), т. е. увеличенію внутренняго тренія, что приводитъ естественно и къ уменьшенію скорости выдѣленія воды (см. форм. X).

Очень возможно, что параллельно съ увеличеніемъ внутренняго тренія при созрѣваніи спорангіеносцевъ уменьшается также проницаемость плазматической оболочки воздушныхъ частей клѣтокъ для веществъ растворенныхъ въ соку. При этомъ, какъ это видно изъ форм. (X), скорость секреціи то же уменьшается¹⁾, а давленіе въ клѣткѣ увеличивается (формула II). Это давленіе можетъ наконецъ сдѣлаться больше, чѣмъ то, которое въ состояніи еще выдержать наиболѣе слабыя мѣста стѣнки клѣтки (Columella), что естественно ведетъ къ лопанію спорангіеносцевъ. Процессы, совершающіеся въ плазматической оболочкѣ подъ дѣйствіемъ свѣта и слабыхъ дозъ паркоктизирующихъ веществъ, какъ мы знаемъ, аналогичны въ отношеніи скорости выдѣленія воды у *Pilobolus* процессамъ, нормально происходящимъ при созрѣваніи спорангіеносцевъ; поэтому способъ примѣненія формулъ остается тѣмъ-же и въ этомъ случаѣ.

1) Чтобы яснѣе видѣть зависимость скорости выдѣленія воды отъ проницаемости перепонки для растворенныхъ веществъ (т. е. α_A и α_B), формула (X) переписана въ другомъ видѣ — формула XI —; при увеличеніи α_A и α_B въ одно и то же число разъ, разность $h\alpha_A(1-n_1) - h\alpha_B(1-n_2)$ увеличивается во столько же разъ.

При дѣйствіи ядовъ, сильныхъ дозъ наркотизирующихъ веществъ и энергичныхъ физическихъ раздражителей, какъ было описано раньше, происходитъ уменьшеніе внутренняго тренія воды при прохожденіи плазматической оболочки (такъ какъ скорости плазмоллиза и обратнаго возстановленія тургора увеличиваются (см. стр. 17). Параллельно съ этимъ замѣчается и сильное увеличеніе проницаемости послѣдней для растворенныхъ веществъ. Концентрація выдѣляющейся жидкости дѣлается почти въ три раза больше послѣ химическаго раздраженія. Какъ то, такъ и другое ведетъ согласно формулѣ (X) къ увеличенію скорости выдѣленія воды, что, какъ мы знаемъ, наблюдается и въ дѣйствительности.

Что касается теперь вліянія температуры на скорость выдѣленія воднаго раствора у *Pilobolus*, то, какъ это было еще указано при разборѣ формулы IX (стр. 32), послѣдняя должна увеличиваться гораздо быстрѣе осмотическаго давленія, такъ какъ въ формулу входятъ проницаемость перепонки для растворенныхъ веществъ, которая быстро увеличивается съ температурой (см. кривую *Russelberhg*'а стр. 13). Поэтому скорость выдѣленія воды изъ спорангѣносцевъ должна согласно формулѣ (XI) увеличиваться еще быстрѣе, чѣмъ проницаемость плазматической оболочки для растворенныхъ веществъ, что подтверждается, какъ мы знаемъ, и опытомъ (см. кривыя на стр. 13).

При экспериментальномъ описаніи секреціи у *Pilobolus* мною было высказано предположеніе о возможности различнаго отношенія всасывающей и выдѣляющей воду частей плазматической оболочки къ возвышенію температуры; именно, какъ было тогда указано, проницаемость плазматической оболочки воздушныхъ частей спорангѣносцевъ (т. е. выдѣляющей, фильтрующей перепонки *A*) повидимому растетъ съ температурой быстрѣе, чѣмъ проницаемость плазматической оболочки нижнихъ ихъ частей (т. е. всасывающей перепонки *B*), что и вліяетъ на болѣе крутой подъемъ кривой скоростей выдѣленія сравнительно съ кривой *Russelberhg*'а (см. стр. 13). Предположеніе это вполнѣ согласно и съ формулой (XI), такъ какъ при болѣе сильномъ вліяніи температуры на α_A (т. е. при болѣе сильномъ увеличеніи послѣдняго), чѣмъ на α_B , разность $h\alpha_A(1 - n_1) - h\alpha_B(1 - n_2)$ — а слѣдовательно и скорость выдѣленія воды увеличивается скорѣй, чѣмъ при равномерномъ вліяніи.

Заключеніе. Такимъ образомъ результаты всѣхъ описанныхъ въ первыхъ главахъ этой работы опытовъ находятся въ полномъ согласіи съ выведенными теоретически формулами. Я не вижу поэтому никакихъ основаній считать первую схему Пфеффера неприменимой къ объясненію активнаго выдѣленія воднаго раствора спорангѣносцами *Pilobolus*; напротивъ того только она одна, мнѣ кажется, и объясняетъ явленіе во всей его полнотѣ и сложности.

Резюмируя все изложенное относительно секреціи воднаго раствора спорангѣносцами *Pilobolus*, мы приходимъ такимъ образомъ къ выводу, что этотъ процессъ есть механическая необходимость осмотическихъ свойствъ плазматической оболочки клѣтокъ и можетъ

быть подвергнутъ какъ и всякій другой физическій процессъ математическому анализу. Осмотическія свойства же живой протоплазменной перепонки отличаются отъ свойствъ мертвой осадочной своею измѣнчивостью, подъ вліяніемъ внутреннихъ факторовъ (напр. созрѣванія), а также внѣшнихъ не оказывающихъ никакого дѣйствія на свойства осадочныхъ перепонокъ. Бѣольшая способность къ реакціямъ, какъ извѣстно, есть неотъемлемый признакъ всего живого. Благодаря такой особенности плазматическихъ перепонокъ, процессъ выдѣленія воднаго раствора спорангіеносцами можетъ быть названъ физиологическимъ.

Гл. 5. Секреція воднаго раствора другими *Mucoraceae*.

На первомъ мѣстѣ послѣ *Pilobolus* по количеству выдѣляющагося на спорангіеносцахъ раствора нужно поставить *Phycomyces nitens*. Подобно тому какъ это наблюдается у *Pilobolus* самое энергичное выдѣленіе капель происходитъ у этого гриба на кончикѣ спорогенной нити, едва поднявшейся изъ субстрата; ко времени зрѣлости спорангіеносцы *Phycomyces* часто покрываются также множествомъ мелкихъ капель. Въ большинствѣ же случаевъ однако вмѣсто послѣднихъ въ одномъ или двухъ мѣстахъ спорангіеносцевъ выступаютъ крупныя капли. То же самое нужно сказать относительно видовъ *Mucor*, которые какъ извѣстно очень мало отличаются отъ *Phycomyces* своими морфологическими и физиологическими свойствами. У обоихъ грибовъ первыя капли выдѣляющейся жидкости имѣютъ слабо-щелочную реакцію, отъ присутствія углекислыхъ щелочей, которая впоследствии дѣлается кислой вслѣдствія выдѣленія щавелевой кислоты и ея гомологовъ. Въ особенности же много кислотъ выдѣляется при маломъ доступѣ воздуха. Концентрація выдѣляющейся жидкости у обоихъ грибовъ колеблется около 0,5%, при чемъ главную массу твердаго остатка составляютъ неорганическія соединенія (изъ органическихъ соединеній присутствуютъ только кислоты).

Болѣе подробно изслѣдовать выдѣленіе водныхъ растворовъ у *Phycomyces* и *Mucor*, какъ это было сдѣлано для *Pilobolus*, къ сожалѣнію не представлялось возможнымъ, такъ какъ процессъ выдѣленія воды идетъ у этихъ плѣсней слишкомъ медленно. Мнѣ удалось однако констатировать, что послѣ удаленія выдѣлившихся капель, несмотря на продолжительное пребываніе части спорангіеносца, изъ которой происходило выдѣленіе, въ мокрой фильтровальной бумагѣ, новыя капли медленно собирались на тѣхъ же мѣстахъ клѣтокъ. Нужно думать поэтому, что, аналогично *Pilobolus*, выдѣленіе воды у *Mucor* и *Phycomyces* совершается вслѣдствіе разности осмотическихъ свойствъ плазматическихъ перепонокъ воздушныхъ и погруженныхъ частей спорангіеносцевъ. Если здѣсь выдѣленіе идетъ обыкновенно только въ нѣсколькихъ точкахъ поверхности клѣтокъ, то это очевидно должно приписать болѣе неравномѣрному строенію ихъ плазматической оболочки. Выдѣленіе воднаго раствора идетъ въ сторону наименьшаго сопротивленія т. е. наибольшаго α (см. формулы); въ мѣстахъ выходенія капель на спорангіеносцахъ *Mucor* и *Phycomyces* α должно быть

поэтому въ особенности велико въ сравненіи съ остальным частями перепонки. Сообщенными фактами мнѣ пришлось ограничиться въ своихъ изслѣдованіяхъ надъ выдѣленіемъ воды у *Mucor* и *Phycomyces*; нужно думать однако, что данныя, найденныя для *Pilobolus*, можно съ большою степенью вѣроятности отнести и къ послѣднимъ грибамъ.

Гл. 6. Выдѣленіе воднаго раствора у *Vaucheria*.

Среди несептированныхъ растеній нельзя не отмѣтить земноводную *Vaucheria*, клѣтки которой подобно спорангиеносцамъ *Mucogaseae* выдѣляютъ водныя капли частями, выставяющимися въ воздухъ. Чаще всего выдѣленіе воды идетъ изъ растущихъ кончиковъ водоросли, выставяющихся изъ воды, при чемъ послѣ удаленія капель пипеткой новыя капли появляются всегда на тѣхъ же самыхъ мѣстахъ. Энергія выдѣленія воды здѣсь хотя и не такъ велика, какъ у *Pilobolus*, но все же значительно больше, чѣмъ у *Mucor* и даже *Phycomyces*. Необходимымъ условіемъ выдѣленія подобно тому же у *Mucogaseae* является достаточная влажность атмосферы (не ниже 98 относит.), безъ чего немыслима вообще воздушная вегетация *Vaucheria*; при этомъ необходимо также соприкосновеніе одной части клѣтки съ капельно-жидкой водой.

Въ томъ, что у *Vaucheria* односторонній токъ воды, идущій черезъ клѣтку, обуславливается также осмотическимъ давленіемъ внутри клѣтки, убѣждаетъ насъ опытъ съ замѣною 0,05% кноповскаго раствора, въ которомъ культивировалась водоросль, на 1%-ный. Въ такомъ растворѣ выдѣленіе капель останавливается, возобновляясь однако вновь въ первоначальномъ растворѣ. Съ другой стороны выдѣленіе капель, какъ было уже упомянуто, происходитъ въ совершенно опредѣленныхъ и ограниченныхъ числомъ мѣстахъ клѣтки. Это обстоятельство заставляетъ думать, что водный токъ черезъ клѣтку идетъ и здѣсь, какъ у *Mucogaseae*, вслѣдствіе большей проницаемости плазматической оболочки въ мѣстахъ выходенія капель изъ клѣтки.

Что касается состава жидкости, выдѣляющейся изъ клѣтокъ, то въ ней, какъ показываетъ анализъ, находится около 0,3% твердыхъ веществъ въ растворѣ, изъ которыхъ главная масса приходится на минеральныя соединенія. Изъ органическихъ веществъ, отсутствовавшихъ, какъ мы знаемъ, у *Mucogaseae* (исключительно составляютъ только органическія кислоты у *Mucor* и *Phycomyces*), мною была найдена въ жидкости выдѣляемой *Vaucheria* только глюкоза, имѣющая здѣсь повидимому прямое отношеніе къ ассимиляціонной дѣятельности зеленой клѣтки, такъ какъ въ жидкости, выдѣляемой водорослью въ темнотѣ, глюкоза отсутствуетъ. Среди неорганическихъ веществъ, находящихся въ выдѣляющемся растворѣ, преобладаютъ кислая углекислая известь, гипсъ и сѣрнокислый калий.

Если перечислить осмотическое значеніе растворенныхъ въ жидкости веществъ приблизительно на калийную селитру (припимая, что глюкоза составляетъ около $\frac{1}{4}$, а остальные минеральныя вещества находятся въ равномъ количествѣ), то концентрація выдѣляющагося

раствора $cn_1 = 0,17\%$. Плазмолизъ бывшей у меня *Vaucheria* начинался при $2,9\%$ селитры такъ что $c = 2,9\%$, а слѣдовательно $n_1 = \frac{1}{17}$, что почти въ 4 раза меньше, чѣмъ у *Pilobolus*.

Обращаюсь теперь къ описанію вліянія ви́шнихъ факторовъ на энергію выдѣленія воды у *Vaucheria*. Согласно требованію формулы XI, дѣйствіе температуры и ядовъ оказывается совершенно схоже съ таковымъ описаннымъ для *Pilobolus*.

Относительно дѣйствія температуры нужно замѣтить однако, что кривая энергіи выдѣленія воды здѣсь еще болѣе выпукла къ оси абсциссъ, чѣмъ у *Pilobolus*.

Характернымъ для *Vaucheria* является слѣдующая особенность въ усиленномъ выдѣленіи раствора подъ вліяніемъ ядовъ. Выдѣленіе водныхъ капель, какъ было уже упомянуто, совершается только въ немногихъ мѣстахъ водоросли. Если же подвергнуть *Vaucheria* раздражающему дѣйствію яда, напр. избытка паровъ спирта, то почти вся поверхность воздушной части клѣтки покрывается каплями выдѣляющагося раствора. Такимъ образомъ число мѣстъ выходения капель увеличивается чуть ли не въ 50—80 разъ. Въ той же степени увеличивается часто и энергія выдѣленія. Эффектъ получается нѣсколько меньшій, если испытуемый ядъ прибавляется къ культурной жидкости.

Заканчивая этотъ отдѣлъ работы, считаю возможнымъ сдѣлать изъ всего вышеизложеннаго слѣдующій выводъ.

Выводъ.

Выдѣленіе водныхъ растворовъ одноклѣтными растеніями для своего объясненія не нуждается въ допущеніи какихъ-нибудь еще неизвѣстныхъ намъ сложныхъ жизненныхъ процессовъ, происходящихъ въ клѣткѣ; вполнѣ удовлетворительное объясненіе его мы находимъ въ осмотическихъ свойствахъ плазматической оболочки; съ другой стороны, полное согласіе данныхъ, полученныхъ при изученіи выдѣленія воды у одноклѣтныхъ растеній съ требованіями выведенныхъ формулъ косвеннымъ образомъ служитъ подтвержденіемъ послѣднихъ ¹⁾.

II. Выдѣленіе водныхъ растворовъ многоклѣтными растеніями.

Въ предыдущемъ отдѣлѣ работы было разобрано выдѣленіе водныхъ растворовъ не-септированными растеніями. Во всѣхъ описанныхъ случаяхъ, какъ мы видѣли, одна и та же клѣтка всасываетъ воду изъ жидкости, въ которую погружена большая и меньшая часть ея, и выталкиваетъ ее наружу черезъ свои воздушныя части. Въ септированныхъ растеніяхъ мы встрѣчаемся съ распредѣленіемъ этого процесса между многими клѣтками. Однѣ изъ

1) Къ сожалѣнію я не могу представить въ этой работѣ опытную провѣрку этихъ формулъ надъ осадочными перепонками, такъ какъ мои изслѣдованія въ этомъ направленіи еще далеко не закончены.

нихъ, погруженные въ жидкость, всасываютъ воду, другія подводятъ ее къ мѣсту выдѣленія, третьи наконецъ выталкиваютъ ее наружу. При этомъ допустимы различныя комбинаціи мѣстъ нахожденія движущихъ силъ воднаго тока. Такъ напр. можетъ случиться, что одна только выдѣляющая наружу клѣтка производитъ односторонній токъ черезъ всѣ остальные клѣтки; но допустимо также, что и всасываніе и выталкиваніе воды идутъ самостоятельно и только соединяющія клѣтки являются пассивными проводниками односторонняго тока и т. д. Простѣйшій случай такой сложной выдѣлительной системы клѣтокъ будетъ очевидно септированная нить, погруженная одною своею частью въ жидкость, другою—выставляющаяся въ воздухъ. Съ небольшимъ усложненіемъ мы встрѣчаемъ эту систему осуществленную въ мицеліи септированныхъ грибовъ. Усложненіе заключается въ разнообразномъ вѣтвленіи клѣточной нити. Такимъ образомъ односторонній токъ здѣсь, слѣдуя развѣтвленію, расщепляется на все болѣе слабые или мелкіе токи. При этомъ, если нити мицеліи, поднявшись надъ субстратомъ, вновь входятъ въ него своимъ окончаніемъ, то дѣлается возможнымъ токъ и въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ.

Въ предыдущемъ отдѣлѣ мы убѣдились въ возможности примѣненія математическаго анализа къ объясненію причины выдѣленія воды одноклѣтными растеніями и вліянію на него различныхъ внѣшнихъ воздѣйствій; весьма вѣроятно поэтому, что при изученіи выдѣленія воднаго раствора многоклѣтными растеніями примѣненіе математическаго изслѣдованія можетъ оказать намъ значительную помощь при толкованіи опытовъ. Поэтому, отступая отъ порядка предыдущаго отдѣла, намѣреваюсь прежде всего теоретически разобрать простѣйшую выдѣлительную клѣточную систему.

А. Теоретическія основанія выдѣленія раствора системой клѣтокъ.

Пусть имѣется рядъ соприкасающихся между собой клѣтокъ I, II n-ая съ концентраціями сока $c_1, c_2, c_3 \dots c_m$ и проницаемостями ихъ плазматическихъ оболочекъ $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n$. Предположимъ далѣе, что изъ первой клѣтки вслѣдствіе неравнаго строенія плазматической оболочки (т. е. вслѣдствіе того, что плазматическая оболочка наружной ея части имѣетъ проницаемость α_A , а части ея, прилегающей къ II клѣткѣ — α_B) происходитъ выдѣленіе раствора наружу. Такъ какъ только одна послѣдняя n-ая клѣтка предполагается находящейся въ соприкосновеніи съ неограниченнымъ количествомъ воды или раствора, то односторонній водный токъ, возбуждаемый первой клѣткой, неизбежно долженъ проходить черезъ всю систему клѣтокъ.

Формула скорости выдѣленія воды для многоклѣточной системы.

Такъ какъ жидкость, выходящая изъ II-ой клѣтки, имѣетъ концентрацію $\frac{A \cdot 1000 \cdot c_2 \cdot \alpha_2}{v}$ (см. стр. 34), жидкость же, всасывающаяся I-ой клѣткой, — концентрацію, въ общемъ большую или меньшую, то въ клѣточной стѣпкѣ, отдѣляющей I-ую и II-ую клѣтку, будетъ происходить накопленіе или уменьшеніе раствореннаго вещества до тѣхъ поръ, пока концентрація жидкости, выходящей изъ II клѣтки, не сдѣлается равной концентраціи жидкости, всасывающейся I-ой клѣткой. Если обозначимъ концентрацію раствора, насыщающаго оболочку между I и

II клѣтками, когда наступитъ означенное равновѣсіе, черезъ c_0 , то очевидно будетъ выполнено равенство: $\frac{A \ 1000 \ c_2 \ \alpha_2}{v} = \frac{c_0 \ \alpha_B \ 1000 \ A}{v}$, откуда $c_0 = \frac{c_2 \ \alpha_2}{\alpha_B}$. Концентрація c_0 будетъ поддерживаться все время существованія воднаго тока, такъ какъ въ единицу времени уходитъ будетъ столько же раствореннаго вещества въ оболочку, сколько и прибывать вновь. Формула (X) для скорости выдѣленія воднаго раствора изъ I-ой клѣтки ряда должна быть поэтому соотвѣтственно измѣнена. Такъ какъ въ разбираемомъ случаѣ $n_2 = \frac{c_2 \ \alpha_2}{c_1 \ \alpha_B}$, то формула (X) приметъ видъ:

$$v = \varphi \frac{1}{2a} CT \left[1 + (m-1)\beta \right] \left[(1-h_1\alpha_B) \left(1 - \frac{c_2 \ \alpha_2}{c_1 \ \alpha_B} \right) - (1-h\alpha_A)(1-n_1) \right]. \quad (\text{XIII})$$

Изъ послѣдней формулы видно, что при $n_1 < 1$ односторонній водный токъ можетъ идти лишь въ томъ случаѣ когда,

$$\frac{c_2 \ \alpha_2}{c_1 \ \alpha_B} < 1 \text{ т. е. когда } c_2 \ \alpha_2 < c_1 \ \alpha_B \dots \dots \dots (\text{XIV})$$

такъ какъ въ противномъ случаѣ скорость v дѣлается отрицательною.

Если неравенство XIV выполнено, то первая клѣтка сосетъ воду изъ второй клѣтки Условіе возможности воднаго тока. ряда, послѣдняя въ свою очередь сосетъ воду изъ третьей клѣтки и т. д., самая-же послѣдняя клѣтка ряда, n -ая, покрываетъ свою потерю въ водѣ сосаніемъ воды изъ сосуда. Такъ какъ осмотическій токъ воды идетъ въ сторону большаго осмотическаго давленія, т. е. большей концентраціи раствора, то концентраціи сока клѣтокъ и жидкостей, насыщающихъ оболочки, отдѣляющія ихъ, должны постепенно убывать. Оболочка второй и третьей клѣткой по вышеизложенному насыщена растворомъ концентраціи $\frac{c_3 \ \alpha_3}{\alpha_2}$; оболочка между третьей и четвертой насыщена жидкостью концентраціи $\frac{c_4 \ \alpha_4}{\alpha_3}$ и т. д. Поэтому для возможности сосанія должны быть выполнены слѣдующія неравенства:

$$\frac{c_2 \ \alpha_2}{\alpha_B} > c_2 \ (1); \ c_2 > \frac{c_3 \ \alpha_3}{\alpha_2} \ (2), \ \frac{c_3 \ \alpha_3}{\alpha_2} > c_3 \ (3); \ c_3 > \frac{c_4 \ \alpha_4}{\alpha_3} \ (4); \ \frac{c_4 \ \alpha_4}{\alpha_3} > c_4 \ (5); \ c_4 > \frac{c_5 \ \alpha_5}{\alpha_4} \ (6) \text{ и т. д.}$$

или что тоже

$$\alpha_2 > \alpha_B \ (7); \ c_2 \alpha_2 > c_3 \alpha_3 \ (8); \ \alpha_3 > \alpha_2 \ (9); \ c_3 \alpha_3 > c_4 \alpha_4 \ (10); \ \alpha_4 > \alpha_3 \ (11) \dots \dots \dots c_n > c_0.$$

Такъ какъ при $\alpha_2 > \alpha_B$ неравенство XIV можетъ быть лишь тогда выполнено, когда $c_1 > c_2$; при $\alpha_3 > \alpha_2$, неравенство (8), когда $c_2 > c_3$ и т. д., то для возможности осмотическаго сосанія долженъ быть выполненъ такимъ образомъ добавочный рядъ неравенствъ: $c_1 > c_2 > c_3 > c_4 > \dots c_{n-1} > c_n > c_0$. Принимая же во вниманіе, что при равенствѣ

«смежныхъ концентрацій» достаточно небольшого сосанія первой клѣтки, чтобы сдѣлать концентрацію раствора, насыщающаго оболочку между первой и второй клѣтками, большею концентраціею второй клѣтки и т. д. Неравенства 7, 9, 11 и т. д. можно переписать въ видѣ $\alpha_2 \geq \alpha_B$, $\alpha_3 \geq \alpha_2$, $\alpha_4 \geq \alpha_3$ и т. д. Таковы условія возможности односторонняго воднаго тока черезъ рядъ соприкасающихся клѣтокъ.

Обратимся теперь къ экспериментальнымъ даннымъ относительно выдѣленія воднаго раствора у многоклѣтчныхъ растений.

В. Выдѣленіе воднаго раствора септированными плѣсками. *Penicillium*.

Внѣшность
явленія.

Разсматривая молодую вегетацію *Penicillium* въ лупу или микроскопъ подъ слабымъ увеличеніемъ сверху, можно видѣть множество мелкихъ капель на воздушныхъ частяхъ мицелія, которыя, часто сливаясь въ большія капли неправильныхъ очертаній, капиллярно удерживаются между нитями мицелія. Капли находятся обыкновенно только на молодыхъ, растущихъ гифахъ гриба — ихъ почти всегда можно видѣть висящими на одной или двухъ клѣткахъ конечной нити. Чаше всего однако мелкія капли сидятъ на конидіеносцахъ и стеригмахъ плѣсени.

Наблюдать появленіе капель лучше всего удается во влажной камерѣ съ покровнымъ стекломъ, смазаннымъ глицериномъ. Послѣ снятія капель капиллярной пипеткой подъ микроскопомъ, онѣ постепенно замѣняются новыми; при этомъ мѣсто выдѣленія остается всегда тѣмъ же. Выдѣленіе воды у *Penicillium* идетъ настолько медленно, что снятыя капли вырастаютъ до прежнихъ размѣровъ (около 0,08 мм.) только втеченіе нѣсколькихъ часовъ (напр. при 20° — черезъ 5—6 часовъ). Поэтому повторнаго сосасыванія капель и наблюденія ихъ выроста до прежней величины не удастся произвести надъ молодыми грибами, какъ это легко было напр. сдѣлать у *Pilobolus*: нить мицелія успѣваетъ за такой большой промежутокъ времени значительно вырасти и энергичное выдѣленіе капель переходитъ на сосѣднія болѣе молодыя клѣтки; послѣ же прекращенія роста нитей вся плѣсень покрывается настолько плотнымъ слоемъ непрозрачныхъ конидій, что наблюденіе выдѣленія воды непосредственно подъ микроскопомъ дѣлается совершенно невозможнымъ. Однако накапливающейся подъ слоемъ конидій растворъ начинаетъ постепенно выдавливаться вверхъ между цѣпочками несмачиваемыхъ водою споръ. Вышедшая жидкость собирается крупными шарообразными каплями на поверхности плѣсени, при чемъ послѣднія сливаются иногда въ одну общую каплю, какъ напримѣръ у *Penicillium glaucum*. Такимъ образомъ мы можемъ приблизительно судить о ходѣ выдѣленія воды и послѣ образованія сплошной покрывки изъ споръ. Энергія выдѣленія воды даже у видовъ наиболѣе сильно выдѣляющихъ воду напр. *Penicillium* sp.¹⁾ не

1) Форму *Penicillium*, съ которой я производилъ свои опыты, мнѣ не удалось пока опредѣлить. Весьма вѣроятно, что эта форма окажется новою. Если послѣднее подтвердится, описаніе ее не замедлитъ появиться въ одномъ изъ специальныхъ журналовъ.

велика. Въ среднемъ съ 10 квадратн. сантимет. поверхности послѣдней плѣсени выдѣляется въ теченіе сутокъ около 0,016 гр. жидкости при 22° С.

Выдѣляющаяся жидкость совершенно прозрачна, безцвѣтна и имѣетъ слабо-щелочную реакцію. Анализъ показываетъ, что въ растворѣ содержится около 0,8% твердыхъ веществъ, при чемъ всѣ они минеральнаго происхожденія. Щелочная реакція жидкости зависитъ, какъ оказывается, отъ присутствія углекислаго и трехметальнаго фосфорнокислаго кали. Въ жидкости обнаруживаются при помощи микрохимическихъ реакцій также содержаніе небольшого количества сѣрнокислыхъ и хлористыхъ калия и натрія и слѣды солей аммонія.

Качественный составъ выдѣляющейся жидкости.

Если выдѣленная жидкость остается долгое время въ соприкосновеніи со спорами, то углекислая щелочь отчасти омыляетъ жировыя вещества, покрывающія поверхность послѣднихъ; очень возможно, что также сама оболочка споръ разъѣдается при этомъ. Это приводитъ къ окрашиванію жидкости сперва въ желтоватый, а потомъ въ красно-бурый цвѣтъ и появленію въ ней органическихъ веществъ.

Обращаюсь теперь къ примѣненію вышенприведенныхъ теоретическихъ соображеній къ случаю выдѣленія воднаго раствора у *Penicillium*. Непремѣннымъ условіемъ возможности начала выдѣленія воды многокѣтной выдѣлительной системой, какъ мы знаемъ, является постепенное убываніе концентрацій кѣлочнаго сока по мѣрѣ удаленія отъ мѣста секретіи къ мѣсту всасыванія. Насколько это условіе выполнено у *Penicillium* показываетъ плазмолизъ. Мѣстомъ секретіи, какъ мы видѣли, всегда служатъ самыя молодыя части нитей мицелія, въ которыхъ находится всегда больше протоплазмы и питательныхъ веществъ въ томъ же объемѣ. Весьма понятно поэтому, что и плазмолизъ ихъ начинается всегда при большихъ концентраціяхъ плазмолизирующей жидкости. Такъ напримѣръ плазмолизъ старыхъ нитей мицелія, погруженныхъ въ субстратъ начинается при 18% KNO_3 , тогда какъ плазмолизъ старыхъ воздушныхъ частей только при 19,6% KNO_3 , плазмолизъ же самыхъ молодыхъ кѣлокъ при 21,5% KNO_3 . Кѣтки, составляющія переходъ отъ главныхъ стволовъ къ молодымъ вѣточкамъ, плазмолизируются при 20,2% KNO_3 . Самую большую концентрацію имѣютъ кѣтки стеригмъ, плазмолизирующіяся только при 22% KNO_3 . Наблюдая моментъ наступленія плазмолиза кѣтокъ, выдѣлявшихъ воду, и сосѣднихъ съ ними не удавалось при моихъ средствахъ констатировать разницу въ концентраціи ихъ сока; послѣднее не противорѣчитъ однако высказаннымъ теоретическимъ соображеніямъ, такъ какъ разница въ концентраціяхъ между I и II кѣтками можетъ быть настолько незначительной, что при существующихъ методахъ ея опредѣленія (при помощи плазмолиза можно опредѣлить ее лишь съ точностью до 0,3—0,5%, такъ какъ плазмолизъ приходится вести у *Penicillium* крѣпкими растворами) можетъ легко остаться не замѣченной.

Проверка условія возможности воднаго тока.

Напротивъ того мнѣ ни разу не приходилось наблюдать, чтобы концентрація сока кѣтки, выдѣляющей воду, была меньше концентраціи сосѣднихъ кѣтокъ, а тѣмъ болѣе кѣтокъ находящихся вблизи мѣста всасыванія воды.

Концентрація раствора, изъ котораго происходитъ всасываніе воды кѣточной нитью должна быть какъ мы знаемъ меньше концентраціи сока всасывающей кѣтки для воз-

возможности воднаго тока ($c_0 < c_n$), поэтому, помѣщая грибокъ на растворы селитры большія 18%, мы должны наблюдать прекращеніе секреціи раствора. Дѣйствительно, если плѣсень, выросшую на суслѣ-желатинѣ, отмыть отъ желатины теплой водой и положить на растворъ 18,5% селитры, то выдѣленіе раствора постепенно ослабѣваетъ, пока не прекращается совершенно, несмотря на то, что плѣсень до этого выдѣляла въ сутки довольно равномерно около 0,015 gr. жидкости съ 10 кв. сант. поверхности.

Что же касается теперь причины выдѣленія воды изъ клѣтки, производящей водный токъ у *Penicillium*, то, нужно думать, что секреція производится различіемъ осмотическихъ свойствъ плазматической оболочки въ различныхъ частяхъ секретіонной клѣтки. За это говоритъ выходъ капель изъ того же самаго мѣста клѣтки. Къ сожалѣнію мы не имѣемъ здѣсь возможности, какъ это было сдѣлано при изученіи секреціи у *Pilobolus*, проверить, выполнено ли здѣсь неравенство $\frac{P_B}{P_A} > \frac{1-n_1}{1-n_2}$, такъ какъ отношеніе осмотическихъ давленій всасывающей и выдѣляющей перепонки клѣтки здѣсь не доступны даже приблизительному опытному опредѣленію.

Вліяніе
внѣшнихъ
факторовъ
на выдѣленіе
воды.

Согласно формулѣ (X) нужно было ждать быстрого увеличенія скорости выходения раствора изъ секретіонной клѣтки съ увеличеніемъ температуры (см. соображенія, высказанныя при разборѣ того же вопроса у *Pilobolus*). Увеличеніе скорости выдѣленія воднаго раствора съ температурой наблюдается и у *Penicillium*; объ установленіи кривой энергіи секреціи въ зависимости отъ температуры однако нечего и думать, такъ какъ о ходѣ секреціи мы можемъ судить, какъ было упомянуто раньше, лишь по каплямъ, выдавливающимся на поверхность плѣсени. Количество же раствора, накаплиющагося между воздушными питями мицелія подъ покрывкой изъ споръ, а также количество его, выдавливающееся черезъ мицелій внизъ въ субстратъ, остаются попятно неизвѣстными. Однако и на основаніи количества жидкости, выдавливающейся на поверхность, можно составить себѣ приблизительное представленіе о вліяніи температуры. При низкихъ температурахъ, выдѣленіе воды и ростъ очень незначительны, такъ напр. съ 10 кв. сант. поверхности *Penicillium* sp. въ теченіе трехъ недѣль было собрано только 0,080 gr. жидкости при 3—6° С., что почти въ четыре раза меньше, чѣмъ собирается за это время при 22° С. При изученіи хода выдѣленія воды у *Penicillium* мы впервые встрѣчаемся съ максимумомъ температуры для выдѣленія воды, отсутствовавшемъ какъ мы знаемъ у одноклѣтныхъ растений. У *Penicillium* напр. при 30° С. выдѣленіе воды отсутствуетъ совершенно; наиболѣе же энергичное выдѣленіе капель идетъ повидимому при 23—25° С. Оптимумъ и максимумъ выдѣленія воды, какъ мы скоро узнаемъ, наблюдается также и у всѣхъ сосудистыхъ растений. Поэтому я оставляю разъясненіе причины такого отличія многоклѣтныхъ растений во вліяніи температуры на выдѣленіе воды отъ одноклѣтныхъ растений до болѣе подробнаго описанія вліянія возвышенія температуры на выдѣленіе раствора у высшихъ растений.

Что касается дѣйствія анестезирующихъ веществъ и ядовъ, то хотя болѣе сильныя дозы ихъ понижаютъ какъ и у одноклѣтныхъ растений проникаемость плазматической

оболочки, что видно по выступанію мелкихъ капель по всей поверхности молодыхъ клѣтокъ (въ особенности же выдѣляющихъ клѣтокъ) подъ дѣйствіемъ ядовитыхъ паровъ, однако не ускоряютъ, а уменьшаютъ и даже прекращаютъ выдѣленіе раствора у *Penicillium*. Причину такого отличія въ дѣйствіи ядовитыхъ веществъ отъ дѣйствія ихъ на выдѣленія у одноклѣтнхъ растений я намѣренъ болѣе подробно разобрать вмѣстѣ съ аналогичнымъ дѣйствіемъ ядовъ на выдѣленіе воды сосудистыми растеніями.

С. Выдѣленіе воднаго раствора сосудистыми растеніями.

Съ тѣхъ поръ, какъ появленіе водныхъ капель во влажной атмосферѣ на листьяхъ было признано физиологическимъ явленіемъ (конецъ тридцатыхъ годовъ XIX стол.), слѣдовательно явленіемъ, заслуживающимъ вниманія ботаниковъ, съ цѣлью выясненія его механизма было сдѣлано множество опытовъ и наблюденій. Самыми первыми изъ нихъ было уже прочно устаноено, что выдѣленіе воды изъ листьевъ происходитъ обыкновенно черезъ преформированныя устьяца, иногда впрочемъ мало отличающіяся отъ дыхательныхъ (Деларю). При этомъ вода выдавливается подъ напоромъ корневого давленія изъ межклѣтнхъ, предварительно фильтруясь черезъ стѣнки трахеидъ и сосудовъ, расположенныхъ подъ устьицами. (Schmidt, Meyen, въ особенности Gärtner). Впослѣдствіи этому наиболѣе распространенному способу выдѣленія водныхъ капель изъ листьевъ противопоставляется (впервые Розановымъ) какъ исключеніе другой типъ выдѣленія, обыкновенный у папоротниковъ (Розановъ указывалъ на *Polypodium*). Въ этомъ случаѣ отверстіе въ эпидермисѣ (устьице) совершенно отсутствуетъ: вода изъ межклѣтнхъ (по мнѣнію авторовъ) должна поэтому неизбѣжно проходить — многіе говорятъ: фильтроваться подъ напоромъ корневого давленія — черезъ живыя клѣтки. Однако позднѣйшія изслѣдованія показали, что папоротники не представляютъ въ этомъ отношеніи исключенія между сосудистыми растеніями. У многихъ двудольныхъ растений, какъ оказалось, выдѣленіе водныхъ капель происходитъ тоже черезъ живыя клѣтки, при чемъ у однихъ черезъ клѣтки волосковъ, у другихъ черезъ клѣтки эпидермиса эмергенцевъ.

Приступая поэтому къ изложенію фактовъ и теоретическихъ соображеній, касающихся выдѣленія воднаго раствора сосудистыми растеніями, я считаю цѣлесообразнымъ раздѣлить свое изслѣдованіе на двѣ части, согласно анатомическому подраздѣленію водовыдѣлительныхъ аппаратовъ на водяныя устьяца и эпидермальные секретіонныя органы. Изъ нихъ только послѣдніе представляютъ дѣйствительно водовыдѣлительныя аппараты, водяныя устьяца же являются во всѣхъ случаяхъ (см. ниже) лишь индифферентными отверстіями для выхода воды изъ трахеидъ и сосудовъ, выдѣляемой клѣтками корня и стебля. Основываясь на предполагаемомъ біологическомъ значеніи обѣихъ группъ водовыдѣлительныхъ аппаратовъ, Haberlandt (см. XI) предложилъ для нихъ общее названіе гидатодъ (*Hydathode*). Ввиду однако того, что біологическое значеніе какъ тѣхъ, такъ и другихъ органовъ не можетъ

считаться въ настоящее время окончательно установленнымъ, мнѣ кажется преждевременнымъ соединять ихъ въ одну новую біологическую группу органовъ. Поэтому въ послѣдующемъ я позволяю себѣ игнорировать названіе Haberlandt'a, сохраняя для первой группы органовъ старое названіе: водяныя устьяца и для второй группы: эпидермальные водовыдѣлительные органы.

Гл. 1. Выдѣленіе воднаго раствора эпидермальными органами.

Историческій очеркъ.

Вскорѣ послѣ того, какъ Treub высказалъ предположеніе о вѣроятномъ участіи особыхъ чешуйчатыхъ волосковъ въ выдѣленіи воды, накапливающейся въ чашечкѣ *Spathodea campanulata*, Haberlandt (III — XI) описалъ цѣлый рядъ одноклѣтныхъ и многоклѣтныхъ эпидермальныхъ образований, по мнѣнію автора активно выдѣляющихъ воду. Ихъ дѣятельность однако начинается лишь при извѣстной высотѣ корневого давленія, которое авторъ считаетъ необходимымъ раздражителемъ для возбужденія секреціи. Активность эпидермальныхъ образований, а также то, что они дѣйствительно выдѣляютъ воду, появляющуюся на листьяхъ во влажной атмосферѣ, доказывается прекращеніемъ секреціи послѣ смазыванія поверхности листа спиртовымъ растворомъ сулемы. Этотъ способъ доказательства повелъ однако къ полемикѣ между названнымъ авторомъ съ одной стороны и Nestler'омъ, Spanjer'омъ и Meyer'омъ съ другой, считавшими мѣстомъ выходения воды особеннаго устройства устьяца. Споръ былъ однако окончательно рѣшенъ Nestler'омъ въ пользу воззрѣнія Haberlandt'a. Авторъ могъ непосредственно подъ микроскопомъ наблюдать выходеніе капелекъ изъ головчатыхъ волосковъ на листьяхъ *Phaseolus multiflorus* во влажной атмосферѣ и объяснилъ ошибку своихъ первыхъ изслѣдованій: капли могли появляться и надъ устьицами вслѣдствіе гигроскопичности углекислаго калия, находящагося въ секретѣ волосковъ, распространяющагося по всей поверхности листа. Вопросъ, насколько справедливо мнѣніе Haberlandt'a относительно секреціонной дѣятельности волосковъ другихъ растений, напр. *Anamirta*, *Gonocarium*, *Piper*, *Artocarpus* и др., остается пока открытымъ. Мнѣ самому не удалось ни разу наблюдать настоящей секреціи (т. е. такой же обильной, какъ напр. у *Phaseolus*) на листьяхъ послѣднихъ растений; поэтому я склоненъ скорѣй думать вмѣстѣ съ Spanjer'омъ, что образованія, описанныя Haberlandt'омъ у этихъ растений, являются только слизистыми железками (что они выдѣляютъ слизь, допускаетъ и самъ Haberlandt), водяныя же капли осаждаются на листьяхъ изъ атмосферы; вслѣдствіи-же гигроскопичности слизи, образующейся въ клѣточной оболочкѣ клѣтокъ и разрывающей кутикулу (то же допускаетъ и Haberlandt), эти капли собираются какъ разъ на самихъ эпидермальныхъ образованияхъ или вблизи нихъ. По крайней мѣрѣ такія же капли, какъ показали мои опыты, появляются и на листьяхъ, взятыхъ изъ гербарія; при этомъ жидкость, собранная пипеточкой, оставляетъ на стеклѣ некристаллическій остатокъ, расплывающійся во влажной атмосферѣ (влажная камера) въ каплю прежнихъ размѣровъ.

На возраженія Spanjer'a (р. 71) относительно *Anamirta*, *Haberlandt* ссылается, какъ извѣстно, на лучшее состояніе растеній въ своихъ опытахъ, производившихся въ ботаническомъ саду *Weizenzorg* (XI). Хотя молодые листья и въ нашихъ оранжереяхъ не менѣе свѣжи, чѣмъ подъ тропиками, однако, какъ сказано, до провѣрки опытовъ *Haberlandt*'а въ той же обстановкѣ можно считать вопросъ открытымъ.

Кромѣ *Phaseolus multiflorus*, выдѣленіе воднаго секрета на листьяхъ приписывается головчатымъ волоскамъ также у *Vicia serium* (*Haberlandt* VI р. 91), *Malvaceae* (*Nestler* IV и V) и *Nicotiana* (*Max v. Minden* р. 58) и имъ же приписывается выдѣленіе жидкости такъ называемыхъ водяныхъ чашечекъ у *Spathodea* (*Trcub*) и *Jochroma* (*Lagrheim*), а также жидкости, скопляющейся въ полостяхъ чешуй *Latraea* (*Haberlandt*). Какъ извѣстно, у *Nerenthes* и другихъ насѣкомоядныхъ растеній секретія воднаго раствора, содержащаго или не содержащаго пищеварительныхъ ферментовъ, происходитъ также при помощи головчатыхъ волосковъ. Напомню далѣе, что выдѣленіе нектара часто производится также головчатыми волосками, иногда совершенно похожими на волоски, выдѣляющіе водный растворъ на листовыхъ пластинкахъ того же растенія (напр. *Vicia serium* — *Haberlandt*, VI р. 100).

Этимъ пока ограничиваются наши свѣдѣнія относительно распространенія у растеній волосковъ, выдѣляющихъ водные растворы. Весьма вѣроятно однако, что въ послѣдствіи приведенный перечень обогатится еще многими видами. Хотя цѣлью настоящей работы и не было увеличеніе этого перечня, однако, пользуясь случаемъ, упомяну о совершенно случайно найденныхъ мною водовыдѣляющихъ волоскахъ у *Tiliaceae* и *Lathyrus odoratus*, а также о томъ, что всѣ виды *Vicia* и *Phaseolus* обладаютъ такими-же волосками какъ *Vicia serium* и *Phaseolus multiflorus*. Волоски листьевъ *Tiliaceae* совершенно похожи на таковыя же у *Malvaceae*. У *Lathyrus odoratus* и вѣроятно другихъ видахъ *Lathyrus* секретіонные волоски находятся главнымъ образомъ на углахъ стебля и главныхъ жилкахъ листьевъ, въ особенности же много ихъ на молодыхъ бобахъ названнаго растенія, гдѣ они разсѣяны по всей поверхности. Что касается водовыдѣлительныхъ эпидермисовъ, то кромѣ упомянутыхъ уже известковыхъ ямокъ папоротниковъ они встрѣчаются также у многихъ двудольныхъ, располагаясь въ послѣднемъ случаѣ обыкновенно на тканевыхъ выростахъ — эмергенцахъ. Подобные секретіонные эмергенцы описаны мною у *Cameliaceae* и *Escallonia macranta*. Сюда же нужно отнести также экстранигиальные нектаріи *Impatiens*, *Prunus* *Sambucus* и т. д., а также пищеварительныя ворсинки *Drosera*.

Изъ всѣхъ перечисленныхъ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органовъ всего болѣе обратили на себя вниманіе изслѣдователей нектаріи и пищеварительныя железки насѣкомоядныхъ. Всего менѣе же изслѣдованной является та группа, какъ кажется, біологически индифферентныхъ органовъ, которую *Haberlandt* называлъ гидатодами. Въ своей работѣ мнѣ пришлось ограничиться пока разборомъ только этой группы эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органовъ, но нѣтъ сомнѣнія въ томъ, что многіе результаты, найденные мною для послѣдней, приложатся съ успѣхомъ также къ нектаріямъ и пише-

варительнымъ железкамъ. Проверкой этого я уже занятъ въ настоящее время, по результаты намѣреваюсь опубликовать только въ одной изъ слѣдующихъ работъ.

Говоря объ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органахъ, мы подразумѣвали, что только при помощи ихъ клѣтокъ происходитъ выталкиваніе воды изъ растенія наружу. Однако до сихъ поръ нельзя еще было считать окончательно рѣшеннымъ вопросъ объ ихъ активности. Хотя показанія авторовъ относительно прекращенія секреціи послѣ смерти клѣтокъ органовъ и сходятся, однако причина прекращенія секреціи толкуется различными авторами различно. Такъ Haberlandt, а потомъ и Nestler видятъ въ выдѣленіи воды результатъ жизнедѣятельности клѣтокъ, и прекращеніе секреціи послѣ отравленія гидатодъ есть у нихъ естественное слѣдствіе смерти клѣтокъ; напротивъ того Spanjer (для случая секреціи у папоротниковъ; возможность выдѣленія воды волосками отрицается авторомъ), видитъ въ секреціи лишь фильтрацію пасоки подъ напоромъ корневого давленія черезъ живыя клѣтки, а потому и прекращеніе выдѣленія воды является у него результатомъ пониженія проницаемости клѣтокъ для фильтраціи послѣ смерти. Къ такому же объясненію склоняюсь и я при описаніи гидатодъ *Cameliaceae*. Впрочемъ Haberlandt не окончательно отрицаетъ значенія корневого и стеблевого (*Blutungsdruck*) давленія для секреціи водной жидкости черезъ эпидермальныя гидатоды, напротивъ того названный авторъ предъ полагаетъ его необходимымъ для возбужденія секреціи (VI, p. 110) и всѣ свои опыты производитъ исключительно, примѣняя искусственное давленіе ртутнымъ столбомъ. Давленіе дѣйствуетъ по его мнѣнію, какъ необходимый раздражитель на протоплазму секретіонныхъ клѣтокъ. Насколько такое мнѣніе справедливо, мы увидимъ нѣсколько ниже.

Значеніе
корневого
давленія.

Мнѣ представлялось такимъ образомъ необходимымъ прежде всего выяснитъ окончательно вопросъ объ активности водовыдѣлительныхъ органовъ и значеніи давленія въ сосудистой системѣ для выдѣленія воды. Постараюсь сперва отвѣтить на вопросъ, нужно ли корневое или стебленое давленіе для возбужденія выдѣленія воднаго раствора.

Haberlandt производитъ всѣ свои опыты съ искусственнымъ давленіемъ, принимая слѣдовательно какъ бы *a priori* необходимость давленія для секреціи. Однако Nestler показлъ еще раньше Haberland'a, что выдѣленіе воды у *Phaseolus multiflorus* идетъ также и на срѣзанномъ растеніи; секреція у *Phaseolus* не нуждается слѣдовательно въ корневомъ давленіи. Но въ сосудистой системѣ и срѣзанныхъ частей растенія, какъ мы знаемъ, можно предполагать существованіе давленія, достаточнаго для фильтраціи пасоки. Последнее въ особенности ясно видно изъ опытовъ Эдельштейна. Поэтому, чтобы окончательно рѣшить вопросъ о необходимости корневого *resp.* стеблевого давленія для секреціи воды черезъ эпидермальныя образованія, нужно наблюдать секрецію при совершенномъ устраненіи сосудистой системы. Это удастся проще всего подъ микроскопомъ, во влажной камерѣ, покровное стекло которой смазано глицериномъ. Срѣзанный кусочекъ хорошо обмытаго эпидермиса молодого листа, съ многочисленными головчатыми волосками, помѣщается на каплю воды во влажной камерѣ. Какъ только атмосфера камеры сдѣлается достаточно насыщенной водянымъ паромъ, на многихъ волоскахъ появляются капли, постепенно увели-

чивающіяся въ объемѣ и иногда стекающія по мѣрѣ роста внизъ по волоску. Тотъ же опытъ съ успѣхомъ можетъ быть продѣланъ съ кусочками эпидермиса листьевъ *Malvaceae* (въ моихъ опытахъ *Abutilon* и *Althaea*) и *Nicotiana*. Такимъ образомъ не подлежитъ сомнѣнію, что секреція раствора изъ волосковъ можетъ происходить и при полномъ отсутствіи «раздражающаго давленія». То же самое для эмергенцевъ на краю листа *Sameliasaeae* явствуется изъ слѣдующаго опыта. Край молодого листа камеліи съ нѣсколькими эмергенцами, изъ которыхъ половина черезъ одну были отравлены сулемою, помѣщался при помощи восковыхъ шариковъ и пропускной бумаги на поверхность воды въ маленькой чашкѣ Петри такимъ образомъ, чтобы эмергенцы не смачивались водой. Часовъ черезъ 10 — 12 можно было видѣть на каждомъ изъ неотравленныхъ зубчиковъ по каплѣ секрета щелочной реакціи.

Въ моей цитированной раньше работѣ въ подтвержденіе мнѣнія о необходимости корневого давленія для секреціи изъ зубчиковъ на листьяхъ *Sameliasaeae* приводится между прочимъ фактъ отсутствія выдѣленія воды на срѣзанномъ листѣ *Thea*. Впослѣдствіи многократными опытами я убѣдился въ невѣрности этого заключенія. Если срѣзанный листъ не выдѣлялъ воду, то это указывало лишь на илхое состояніе секретіонныхъ эмергенцевъ; можно было съ увѣренностію сказать, что такой листъ не выдѣлялъ бы воду и оставаясь на растеніи. На основаніи нѣкоторыхъ данныхъ, собранныхъ мною при опытахъ съ камеліями, я склоненъ думать однако, что нерѣдкое отсутствіе выдѣленія на зубчикахъ молодыхъ листьевъ даже у растеній, выросшихъ при самыхъ лучшихъ условіяхъ, лежитъ въ физиологическомъ различіи расъ камелій, культивируемыхъ въ нашихъ оранжереяхъ.

Наблюденіе секреціи подъ микроскопомъ показываетъ, что выдѣляющія воду ямки у *Polypodium auginum* продолжаютъ также функціонировать, несмотря на полную разобщенность секретіонныхъ клѣтокъ отъ сосудистой системы.

Такимъ образомъ, мнѣ кажется можно считать окончательно установленнымъ, что давленіе въ сосудистой системѣ не необходимо для возбужденія секреціи воднаго раствора черезъ эпидермальныя образованія. Слѣдовательно сила, двигающая жидкость наружу, находится въ самихъ клѣткахъ послѣднихъ, т. е. выдѣленіе воды производится ими активно.

Имѣетъ ли однако давленіе въ сосудистой системѣ вообще какое-нибудь значеніе для разбираемаго процесса? Если оно дѣйствительно имѣетъ раздражающее вліяніе на протоплазму активно выдѣляющихъ клѣтокъ, какъ это думаетъ *Haberlandt*, то количество воды выдѣляемой эпидермальными органами должно быть больше при давленіи въ сосудистой системѣ, чѣмъ безъ него. Какимъ же путемъ однако должно передаваться это давленіе секретіоннымъ клѣткамъ? Какъ извѣстно, послѣднія всегда граничатъ съ межклѣтниками и клѣтками паренхимы листа, если же сосуды (*resp.* трахеиды) подходятъ къ самому эпидермису, то между ними и послѣднимъ всегда остаются интерцеллюляры, наполненные воздухомъ и сообщающіеся съ общей системой межклѣтныхъ пространствъ. Никакого плотно замкнутаго влагалища, подводящаго сосудистый пучекъ къ мѣсту секреціи, нигдѣ не наблюдалось. Поэтому если вода и выльется подъ напоромъ давленія (искусственнаго

или естественнаго) изъ трахеидъ и сосудовъ, то будетъ распространяться по межклетникамъ въ сторону наименьшаго сопротивленія, производя инъекцію паренхимы листа. Если давленіе подъ эпидермисомъ и установится вслѣдствіе недостаточнаго оттока по межклетникамъ вышедшей изъ трахеидъ воды, то оно будетъ лишь незначительно. Слѣдовательно и дѣйствіе такого давленія на секретіонныя клетки должно быть также незначительно, тѣмъ болѣе, что давленіе, оказываемое на протоплазму клеточнымъ сокомъ сравнительно велико и направлено въ противоположную сторону.

Приведенныя соображенія однако нуждаются въ опытной повѣркѣ, которую я и предпринялъ надъ выдѣленіемъ воды у *Phaseolus multiflorus*, принимая, что одного примѣра будетъ достаточно для разъясненія вопроса.

Опытъ. 2 молодыхъ листа *Phaseolus*, каждый съ небольшимъ отрѣзкомъ стебля для большаго удобства укрѣпленія (черешокъ листа имѣетъ сверху довольно глубокую борозду, черезъ которую даже и при плотно облегающей черешокъ резиновой трубкѣ остается сквозное сообщеніе, что не позволяетъ примѣнить давленіе; стебель же напротивъ того круглый и допускаетъ поэтому непроницаемое соединеніе), при помощи резиновыхъ трубочекъ соединялись съ U образными трубками, наполненными водой. Въ одинъ листъ подъ давленіемъ 40 см. ртутнаго столба нагнеталась вода, другой же сосалъ воду безъ всякаго давленія. Оба листа находились подъ колоколомъ съ мокрой бумагой. Черезъ 24 часа первый листъ выдѣлилъ 0,052 граммовъ воды; второй листъ — 0,075 грамм. Послѣ этого давленіе на первый листъ снято, давленіе на второй листъ поставлено въ 40 см. ртутнаго столба. Черезъ 24 часа (слѣдовательно на третій день) первый листъ выдѣлилъ 0,068 gr., второй — 0,076 gr. Давленіе опять переменно: на первый листъ въ 40 см., на второй — 0. Черезъ 24 ч. (слѣд. на четвертый день) выдѣлили первый — 0,045 gr., второй — 0,042 gr. Опытъ прекращенъ. (Температура 21°). Изъ описаннаго опыта видно, что давленіе въ сосудистой системѣ не ускоряетъ выдѣленія воды изъ секретіонныхъ волосковъ; вліяніе его незамѣтно. Мы видимъ такимъ образомъ, что выдѣляющія воду эпидермальныя образования функционируютъ совершенно независимо отъ сосудистой системы. Постараемся уяснить себѣ теперь механизмъ активности ихъ секретіонныхъ клетокъ.

Причина
выдѣленія
воды эпидер-
мальными
органами.

Непримѣнимость гипотезъ Годлевскаго, а также второй и третьей гипотезы Пфеффера къ случаю выдѣленія воднаго раствора водовыдѣлительными волосками и эмергенцами дѣлается очевиднымъ на основаніи тѣхъ же соображеній, какія были высказаны при разборѣ выдѣленія воды спорангіеносцами *Pilobolus*. Факты, указывающіе на неосновательность этихъ гипотезъ, слѣдующіе. 1) Выдѣленіе воды, наблюдаемое подъ микроскопомъ, происходитъ и у высшихъ растений совершенно непрерывно и равномерно. 2) Листья, несущіе водовыдѣлительныя волоски, могутъ безъ какого-то ни было ущерба для выдѣленія воды обмываться водою хоть черезъ каждый часъ; если выдѣленіе воды обильно (какъ напр. у *Phaseolus*), то при помощи микроскопа можно убѣдиться и въ томъ, что энергія выдѣленія нисколько не уменьшается, если водовыдѣлительныя волоски обмываются даже черезъ каждыя пять минутъ. 3) Концентрація сока волосковъ при долгомъ выдѣленіи воды падаетъ

(см. ниже). 4) Осмотическія вещества, экзосмирующія въ выдѣляющейсѣ водѣ, исключительно минеральнаго происхожденія (см. ниже). Такимъ образомъ намъ остается разобрать только приложимость первой гипотезы Пфеффера, выраженной математически въ формулѣ XIII (стр. 43), къ случаю выдѣленія воды эпидермальными образованіями.

Если выдѣленіе воды происходитъ и здѣсь вслѣдствіе такого, а не иного осмотическаго состоянія клѣтокъ, то всѣ приведенныя въ началѣ этого отдѣла теоретическія соображенія относительно многоклѣтной водовыдѣлительной системы (стр. 42—44) должны примѣняться и къ случаю секреціи воднаго раствора сосудистыми растеніями; условія возможности односторонняго воднаго тока черезъ клѣтки должны быть поэтому выполнены также и въ этомъ случаѣ. Посмотримъ, насколько дѣйствительность оправдываетъ ожиданія.

Первымъ необходимымъ условіемъ возможности односторонняго воднаго тока черезъ рядъ соприкасающихся между собою клѣтокъ, какъ было показано, является постепенное убываніе концентрацій клѣточного сока по мѣрѣ удаленія отъ мѣста выдѣленія воды; поэтому и въ листьяхъ, несущихъ эпидермальныя водовыдѣлительныя органы, должно имѣть мѣсто такое же распредѣленіе концентрацій сока въ проводящихъ клѣткахъ. Дѣйствительно, опытъ показываетъ, что секретіонныя клѣтки волосковъ и др. эпидермальныхъ образованій всегда имѣютъ наибольшую концентрацію сока изъ всѣхъ клѣтокъ листа. Привожу для примѣра концентраціи калийной селитры, отвѣчающія началу плазмолиза клѣтокъ молодыхъ листьевъ.

Провѣрка
условія воз-
можности
воднаго тока.

Phaseolus multiflorus (см. рисунокъ).

Клѣтки секретіоннаго волоска: 2 самыя верхнія c_1 (выдѣляющія растворъ) . . .	7,1%
Схематическій рисунокъ волоска <i>Phaseolus</i> .	
I	
II	
III	
IV	
V	
VI	
VII	
VIII	
IX	
X	
XI	
XII	
XIII	
XIV	
XV	
XVI	
XVII	
XVIII	
XIX	
XX	
XXI	
XXII	
XXIII	
XXIV	
XXV	
XXVI	
XXVII	
XXVIII	
XXIX	
XXX	
XXXI	
XXXII	
XXXIII	
XXXIV	
XXXV	
XXXVI	
XXXVII	
XXXVIII	
XXXIX	
XL	
XLI	
XLII	
XLIII	
XLIV	
XLV	
XLVI	
XLVII	
XLVIII	
XLIX	
L	
LI	
LII	
LIII	
LIV	
LV	
LVI	
LVII	
LVIII	
LIX	
LX	
LXI	
LXII	
LXIII	
LXIV	
LXV	
LXVI	
LXVII	
LXVIII	
LXIX	
LXX	
LXXI	
LXXII	
LXXIII	
LXXIV	
LXXV	
LXXVI	
LXXVII	
LXXVIII	
LXXIX	
LXXX	
LXXXI	
LXXXII	
LXXXIII	
LXXXIV	
LXXXV	
LXXXVI	
LXXXVII	
LXXXVIII	
LXXXIX	
LXXXX	
LXXXXI	
LXXXXII	
LXXXXIII	
LXXXXIV	
LXXXXV	
LXXXXVI	
LXXXXVII	
LXXXXVIII	
LXXXXIX	
LXXXXX	
LXXXXXI	
LXXXXXII	
LXXXXXIII	
LXXXXXIV	
LXXXXXV	
LXXXXXVI	
LXXXXXVII	
LXXXXXVIII	
LXXXXXIX	
LXXXXXX	
LXXXXXXI	
LXXXXXXII	
LXXXXXXIII	
LXXXXXXIV	
LXXXXXXV	
LXXXXXXVI	
LXXXXXXVII	
LXXXXXXVIII	
LXXXXXXIX	
LXXXXXXX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	
LXXXXXXXIII	
LXXXXXXXIV	
LXXXXXXXV	
LXXXXXXXVI	
LXXXXXXXVII	
LXXXXXXXVIII	
LXXXXXXXIX	
LXXXXXXXI	
LXXXXXXXII	

Polypodium aureum.

Клѣтки эпидермиса выдѣляющей ямки	7,2%
» » окружающего ямки	5,3
» листовой паренхимы	4,7

Приведенные примѣры показываютъ, что основное требованіе для возможности осмотического тока черезъ клѣтки листьевъ оказывается всегда выполненнымъ. Если какимъ бы то ни было путемъ это требованіе будетъ нарушено, выдѣленіе воднаго раствора эпидермальными образованиями сдѣлается невозможнымъ. Нарушить требуемое распределеніе концентрацій мы можемъ всего проще путемъ измѣненія c_0 т. е. концентраціи раствора въ сосудѣ, изъ котораго происходитъ сосаніе n -ой клѣткой выдѣлительной системы. Последнее не трудно исполнить, заставляя листь брать необходимую для секреціи воду не паренхимой изъ трахейдъ и сосудовъ, а эпидермисомъ непосредственно. Для опытовъ въ особенности подходятъ листья *Phaseolus*, *Abutilon* и *Nicotiana*, гдѣ эпидермисъ отличается большою проницаемостью для воды и въ состояніи покрыть не только потерю воды выдѣленіемъ въ капельно жидкомъ видѣ, но и самымъ сильнымъ испареніемъ. Односторонній осмотическій токъ воды по направленію къ водовыдѣлительнымъ волоскамъ возможенъ и черезъ эпидермисъ листьевъ трехъ названныхъ растений, такъ какъ клѣтки его имѣютъ у послѣднихъ наименьшую концентрацію сока изъ всѣхъ клѣтокъ листа. Такъ напр. клѣтки эпидермиса *Phaseolus multiflorus* плазмолизуются уже 3,3% растворомъ селитры, *Nicotiana grandifolia* — при 3,7%. Если мы положимъ слѣдовательно листь *Phaseolus* на растворъ селитры концентраціи большей чѣмъ 3,3% или растворъ поваренной соли большей 1,95%, то секреція воды черезъ волоски сдѣлается невозможной. Посмотримъ, насколько оправдывается наше предположеніе въ дѣйствительности.

Опытъ пре-
ращенія
осмотиче-
скаго тока.

Обмытые куски молодыхъ листьевъ *Phaseolus multiflorus* помѣщались морфологически верхней стороною, лишенною водовыдѣлительныхъ волосковъ, плавать на воду и растворы поваренной соли желаемой концентраціи (селитра, какъ извѣстно, нѣсколько вредно дѣйствуетъ на плазму). Выдѣленная черезъ сутки во влажной атмосферѣ (колоколь съ мокрой бумагой по стѣнкамъ) вода собиралась одной и той-же градуированной капиллярной пипеткой, чтобы имѣть возможность сравнивать количество выдѣленной воды на растворахъ различной концентраціи. Въ первой рубрикѣ таблицы III даны концентраціи растворовъ поваренной соли, во второй количество выдѣленной черезъ сутки воды въ дѣленіяхъ пипетки (100 дѣлений = 0,003 куб. сант.). Это количество перечислялось на 1 кв. сантиметръ поверхности листа. Обыкновенно листочки разрѣзывались на 2 половинки, изъ которыхъ одна помѣщалась на растворъ, другая для сравненія на дистиллированную воду (концентрація 0).

ТАБЛИЦА III.

	Конц.	Дѣл.		Конц.	Дѣл.
I листъ	2%	0	V листъ	1,5%	7,1
	0	35,7		0	29,0
II »	2%	0	VI »	0,8%	23,6
	0	48,0		0	36,0
III » (очень молодой)	2%	0,7	VII »	0,8%	29,2
	0	63,5		0	45,5
IV »	1,5%	11,3	VIII »	0,8%	16
	0	56,5		0	30

Мы видимъ, такимъ образомъ, что выдѣленіе волосками воды находится въ тѣсной зависимости отъ осмотического всасыванія клѣтками эпидермиса.

Изъ формулы (VI) на стр. 32 видно, что при $P_x = 0$, т. е. при отсутствіи внутреннѣго давленія или, все то же, въ моментъ погруженія клѣтки, содержащей растворъ, въ воду скорость осмотического всасыванія v пропорціональна осмотическому давленію P_0 . Поэтому, если съ наружной стороны перепонки находится растворъ концентраціи въ n_2 разъ большей, чѣмъ концентрація жидкости въ сосудѣ ($n_2 \leq 1$), то скорость осмотического всасыванія v_0 будетъ пропорціональна $P_0 (1 - n_2)$ (такъ какъ осмотическое давленіе пропорціонально концентраціи, и часть осмотического давленія раствора внутри клѣтки уравнивается осмотическимъ давленіемъ раствора снаружи). Отношеніе обѣихъ скоростей есть $\frac{v_0}{v} = 1 - n_2$; откуда $v_0 = v (1 - n_2)$. Такъ какъ вода изъ n -ой клѣтки системы т. е. клѣтки, соприкасающейся въ только что приведенномъ опытѣ съ растворомъ въ сосудѣ концентраціи $n_2 c_n$, постоянно сосетъ клѣтками, находящимися между ней и выдѣляющей клѣткой, при чемъ сосаніе это совершается съ бѣльшей силой чѣмъ сосаніе воды изъ сосуда съ растворомъ n -ой клѣткой¹⁾, то давленіе въ послѣдней P_x можно принять равнымъ нулю. Если черезъ a обозначить количество воды, всасываемой клѣтками эпидермиса, соприкасающимися съ дистиллированной водой, концентрація сока которыхъ изосмотична съ 1,95% поваренной соли, то количество всасываемой ими воды въ тотъ же промежутокъ времени изъ раствора поваренной соли концентраціи c опредѣлится по формулѣ $x = a \left(1 - \frac{c}{1,95}\right)$ (т. к. $n_2 = \frac{c}{1,95}$); отношеніе всасываемыхъ количествъ воды будетъ $1 - \frac{c}{1,95}$.

Для сравненія привожу рядомъ вычисленныя отношенія $\left(1 - \frac{c}{1,95}\right)$ и найденныя отношенія количествъ воды, выдѣленныхъ листьями Phaseolus на растворахъ поваренной соли и дистиллированной водѣ.

1) Что это дѣйствительно такъ доказываетъ ослабленіе и прекращеніе выдѣленія воды въ опытѣ.

	<i>c</i>	Отношеніе вычисленное.	Отношеніе найденное.
I и II листьа	2%	0,02	0 Среднее.
IV листь	1,5%	0,24	0,20 } 0,23
V »	»	»	0,25 }
VI »	0,8%	0,59	0,64 } 0,60
VII »	»	»	0,64 }
VIII »	»	»	0,54 }

Вычисленные и найденные отношенія оказываются такимъ образомъ очень близкими.

Слѣдовательно количества раствора, выдѣляемыя волосками въ равное время, пропорціональны (или равны) количествамъ воды, осмотически всасываемымъ клѣтками эпидермиса. Опытъ доказываетъ поэтому, что односторонній водный токъ, возбуждаемый клѣтками водовыдѣлительныхъ волосковъ черезъ ткани листа, есть осмотическій процессъ, а также, что выходеніе воды изъ выдѣляющей клѣтки волосковъ всецѣло зависитъ отъ осмотическаго всасыванія воды послѣднею изъ сосѣднихъ клѣтокъ. Такъ какъ осмотическое всасываніе воды клѣткой неизбежно ведетъ къ увеличенію ея внутренняго давленія, то описанный опытъ доказываетъ другими словами, что выходеніе капель изъ выдѣляющей клѣтки всецѣло зависитъ отъ давленія внутри ея. Если это давленіе уменьшается или уничтожается, то уменьшается или прекращается и выдѣленіе воды. Отсюда недалеко уже до допущенія, что именно давленіе внутри выдѣляющей клѣтки и обуславливаетъ секрецію. Если бы выдѣленіе воды волосками имѣло свою причину въ какихъ-нибудь особенныхъ процессахъ, происходящихъ въ плазмѣ выдѣляющихъ клѣтокъ, связанныхъ съ активной жизнедѣятельностію послѣдней, то соприкосновеніе эпидермиса листа противоположной стороны съ растворомъ соли не могло бы быть поводомъ къ прекращенію выдѣленія воды волосками.

Обратимся теперь къ непосредственному наблюденію выдѣленія воды волосками подъ микроскопомъ во влажной камерѣ.

Видѣнность
явленія
подъ микро-
скопомъ.

Часто удается на молодыхъ листьахъ *Phaseolus* и *Abutilon* отыскать волоски, такъ энергично выдѣляющіе воду, что черезъ какія-нибудь 10—15 минутъ послѣдніе оказываются совершенно погруженными въ каплю выдѣленной или жидкости. Наблюденіе процесса въ теченіе первыхъ минутъ показываетъ, что изъ 5—8 клѣтокъ, составляющихъ волосокъ, только двѣ верхнія (см. рис. на стр. 53) участвуютъ въ выдѣленіи воды (часто впрочемъ функционируетъ лишь одна изъ нихъ). Водныя капли собираются всегда на одномъ и томъ же мѣстѣ клѣтки; ихъ выходеніе совершается изъ одного небольшого участка наружной стѣнки клѣтки, составляющаго только $\frac{1}{10}$ — $\frac{1}{20}$ часть ея поверхности. Капли, сдѣлавши съ достаточно большими, быстро стекаютъ внизъ по волоску, замѣняясь тотчасъ новыми. При энергичномъ выдѣленіи можно часто сосчитать до 6 такихъ капель въ минуту. Выдѣленный однимъ волоскомъ въ теченіе сутокъ (при комнатной температурѣ) объемъ жидкости при энергичной секреціи иногда превосходитъ въ нѣсколько сотъ разъ объемъ самого волоска. Такъ напр. 2 волоска въ моихъ опытахъ выдѣлили за сутки при 22° С. каплю жидкости объема 0,008 куб. миллим., тогда какъ объемъ волоска

едва достигаетъ 0,00002 куб. мил. Эта необыкновенно большая энергія выдѣленія воднаго раствора волосками на листьяхъ Phaseolus и Abutilon (скорость выдѣленія воды изъ волосковъ другихъ растений гораздо слабѣе) дѣлается особенно замѣчательной при сравненіи съ энергіей выдѣленія капель на спорангіеносцахъ Pilobolus, гдѣ выдѣленный за сутки объемъ жидкости лишь немногимъ больше объема выдѣлившей его клѣтки.

Хотя энергія выдѣленія раствора волосками и эмергенцами на листьяхъ другихъ растений значительно слабѣе чѣмъ у Phaseolus и Abutilon, что затрудняетъ непосредственное наблюдение выдѣленія капель, однако и въ этомъ случаѣ долговременное и внимательное наблюдение показываетъ, что капли выходятъ только изъ нѣкоторыхъ клѣтокъ эпидермальныхъ образований и при этомъ всегда изъ одного и того же мѣста поверхности. Последнее заставляетъ думать, что какъ разъ въ мѣстѣ выхода капли плазматическая оболочка представляетъ меньшее пренятствіе просачиванію клѣточного сока. Такимъ образомъ самымъ простымъ объясненіемъ выдѣленія водныхъ капель при увеличеніи давленія въ выдѣляющей клѣткѣ (вслѣдствіе осмотическаго всасыванія воды изъ сосѣдней клѣтки) будетъ допущеніе различной проницаемости ея постѣпочнаго слоя плазмы. Въ вѣрности такого допущенія насъ убѣдитъ повѣрка опытами математическаго выраженія, найденнаго нами (см. стр. 43) для скорости выдѣленія воды изъ конечной клѣтки выдѣлительной системы.

Посмотримъ прежде всего насколько выполнены напр. у Phaseolus требованія формулы XIII относительно зависимости скорости (или все тоже энергіи) выдѣленія воды отъ концентраціи сока выдѣляющихъ клѣтокъ.

Выдѣляющаяся изъ волосковъ и эмергергенцевъ жидкость всегда содержитъ незначительное количество твердыхъ веществъ въ растворѣ, главнымъ образомъ минеральнаго происхожденія. Привожу для примѣра концентраціи выдѣляющейся жидкости изъ волосковъ у нѣсколькихъ растений:

Концентрація выдѣляющейся жидкости.

Phaseolus	около	0,4%
Abutilon.	»	0,5
Nicotiana	»	0,1
Polypodium.	»	0,2
Camelia	»	0,5
Lathyrus	»	0,5

Такимъ образомъ при продолжительномъ пребываніи растений во влажной атмосферѣ, въ особенности если выдѣленіе раствора совершается такъ энергично, какъ у Phaseolus, изъ нихъ уносится воднымъ токомъ довольно значительное количество минеральныхъ солей.

Скорость выдѣленія воды уменьшается параллельно съ вымываніемъ солей воднымъ токомъ.

Такъ какъ клѣтки выдѣляющихъ волосковъ имѣютъ концентрацію значительно большую, чѣмъ остальные клѣтки листа, то естественно ждать послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго выдѣленія воды уменьшеніе концентраціи сока клѣтокъ волосковъ, а слѣдовательно, согласно формулѣ XIII, и уменьшеніе скорости выдѣленія раствора. Такъ какъ далѣе

проницаемость перепонки не измѣняется съ концентраціей раствора¹⁾, то содержаніе твердыхъ веществъ въ выдѣляющейся жидкости должно параллельно также уменьшаться. Это дѣйствительно подтверждается слѣдующимъ опытомъ.

Молодое растеніе *Phaseolus multiflorus* съ шестью листьями (въ каждомъ 3 листочка) поставлено подъ колоколь съ тубулусомъ и мокрой бумагой по стѣнкамъ при довольно постоянной температурѣ въ 20° С.

ТАБЛИЦА IV.

Время выдѣленія въ суткахъ.	Даты.	Количество граммъ выдѣленной жидкости въ сутки.	Концентрація выдѣлившейся жидкости.
5	4 — 9 _{VIII}	0,278	0,42%
3	9 — 12	0,325	0,38
4	12 — 16	0,224	0,32
3	16 — 19	0,182	0,28
2	19 — 21	0,163	0,20
2	21 — 23	0,097	0,18
8	23 — 31	0,042	0,16
4	31 _{VIII} — 4 _{IX}	0,005	—

Какъ видно изъ приведенной таблицы, концентрація выдѣляющейся изъ волосковъ жидкости все время убываетъ. Параллельно съ уменьшеніемъ концентраціи жидкости уменьшается и количество ея, выдѣляющееся въ сутки; послѣднее начиная съ 21/VIII однако уменьшается гораздо быстрѣе, чѣмъ передъ этимъ. Это обстоятельство дѣлается впрочемъ понятнымъ, если изслѣдовать подъ микроскопомъ листья, пробывшіе 12 и 28 дней во влажной атмосферѣ. Тогда какъ первые сохраняютъ свои выдѣляющіе волоски еще вполне жизнеспособными, волоски послѣднихъ оказываются 9 изъ 10 отмершими. Плазмолизъ показываетъ, что, соотвѣтственно уменьшенію концентраціи выдѣляющейся жидкости, концентрація сока клѣтокъ волосковъ также уменьшается. Такъ послѣ 15 дней пребыванія во влажной атмосферѣ выдѣляющія клѣтки большинства волосковъ плазмолизируются 4,3% растворомъ селитры (нормально до выдѣленія жидкости большинство волосковъ плазмолизируются, какъ мы знаемъ, 7,1% селитрой), но попадаютъ волоски, плазмолизирующіеся даже при 3,7% селитры.

Въ выдѣляющейся жидкости уносится, какъ мы видѣли, довольно значительное количество солей изъ растенія (въ приведенномъ опытѣ за мѣсяць около 0,02 грамма), которое понятно не можетъ покрыться только убылью концентраціи сока выдѣляющихъ клѣтокъ. Такое значительное уменьшеніе солей естественно должно отразиться также и на концентраціи сока остальныхъ клѣтокъ листа, что дѣйствительно подтверждается: плазмолизъ ли-

1) Опыты Тамман доказали это по крайней мѣрѣ для слабыхъ растворовъ.

стовой паренхимы растенія, простоявшаго мѣсяцъ подъ колоколомъ, начинается при 3,3% селитры, плазмолизъ же клѣтокъ эпидермиса и паренхимы сосудистаго влагалища при 2,9% селитры (нормально первыя плазмолизируются при 3,8%, а вторыя при 3,3% селитры).

Мы видѣли, такимъ образомъ, что, согласно съ требованіемъ формулы XIII, въ которой скорость выдѣленія воды падаетъ и растетъ почти пропорціонально концентраціи сока выдѣляющихъ воду клѣтокъ¹⁾, суточное выдѣленіе раствора волосками Phaseolus по мѣрѣ вымыванія солей изъ послѣднихъ падаетъ. Обратнo при увеличеніи концентраціи сока выдѣляющихъ клѣтокъ нужно ждать увеличенія количества секрета.

Увеличенія концентраціи клѣтокъ уже достаточно долго функционировавшихъ волосковъ, можно достигнуть путемъ плазмолиза болѣе крѣпкимъ растворомъ безвредной соли, напр. поваренной (селитра, какъ извѣстно гораздо болѣе ядовита). Такъ какъ плазматическая оболочка клѣтокъ волосковъ довольно легко проницаема для солей (что показываетъ непосредственно концентрація выдѣляющейся жидкости), то черезъ 30—50 минутъ (если плазмолизирующій растворъ взять осмотически напр. вдвое сильнѣе клѣточного сока) достигается достаточное обогащеніе клѣточного сока волосковъ солью (при чемъ наступившій плазмолизъ успѣваетъ отчасти разойтись). Для опыта брались листья съ растенія, стоявшаго около 4 недѣль подъ колоколомъ. Листья, продолжавшіе еще слабо функционировать, разрѣзались на 2 половинки, изъ которыхъ одна помѣщалась морфологически нижней стороною на фильтровальную бумагу, пропитанную 4,3% растворомъ поваренной соли. Послѣ 30—50-минутнаго пребыванія на растворѣ поваренной соли половинки обмывались, обсушивались и размѣщались вмѣстѣ съ неподвергавшимися дѣйствію соли на мокрой фильтровальной бумагѣ во влажной атмосферѣ. Капли, выдѣленные въ теченіе 40 час. (темп. 18° С.), собирались градуированной капиллярной пипеткой. Слѣдующее сопоставленіе показываетъ объемы выдѣленной жидкости въ дѣленіяхъ пипетки.

Скорость выдѣленія воды увеличивается съ увеличеніемъ концентраціи сока клѣтокъ выдѣляющихъ волосковъ.

До поваренной соли.

	Половинки, подвергавшіяся дѣйствію поваренной соли.	Половинки, не подвергавшіяся дѣйствію соли.
I листъ	35	40
II »	43	38
III »	20	32

Послѣ поваренной соли.

I листъ	79	33
II »	87	30
III »	60	25

1) Говорю почти, такъ какъ величины h , β и m въ формулѣ XIII измѣняются отчасти съ концентраціей.

Описанный опыт можно видоизменить, искусственно увеличивая не концентрацию сока выделяющей клетки волосковъ, а осмотическую силу растворенныхъ въ немъ веществъ. Какъ мы увидимъ ниже, главную массу минеральныхъ солей, доставляющихъ осмотическую силу выделяющей клетки Phaseolus, составляетъ дву и одно-углекислый калий; поэтому, переведя послѣдній въ хлористый калий напр. при помощи соляной кислоты, мы увеличимъ осмотическую силу сока, т. е. другими словами его концентрацію почти $1\frac{1}{2}$ —2 раза¹⁾. Какъ показываетъ опытъ, соляная кислота довольно быстро проникаетъ черезъ плазматическую оболочку внутрь клетки и опытъ всегда удается. Соляная кислота въ моихъ опытахъ бралась 0,02% (500 с. с. воды и $\frac{1}{2}$ с. с. концентрированной соляной кислоты). Половинки листьевъ погружались въ жидкость на $\frac{1}{2}$ часа, послѣ чего обмывались водой, обсушивались и помещались во влажную атмосферу на мокрую бумагу (нижней стороной вверхъ). Послѣ 20 часовъ были собраны слѣдующіе объемы жидкости (въ дѣленіяхъ капиллярной пипетки и кв. сантиметрахъ поверхности).

Подвергавшіяся дѣйствию и неподвергавшіяся дѣйствию
соляной кислоты половинки листа.

I листъ	240	180
II »	98	49
III »	120	85
IV »	60	40

Выделяющаяся послѣ дѣствія соляной кислоты жидкость имѣетъ нейтральную реакцію (или слегка кислую), въ противоположность нормально выделяющейся щелочной жидкости, и оставляетъ послѣ испаренія кубы хлористаго калия. Такимъ образомъ увеличеніе концентраціи сока выделяющихъ клетокъ ведетъ согласно требованію формулы XIII къ увеличенію скорости выделенія жидкости волосками.

Въ слѣдующей главѣ мы увидимъ, что требованія формулы XIII относительно зависимости скорости выделенія воды отъ температуры и проницаемости плазматической оболочки выделяющихъ клетокъ для веществъ растворенныхъ оказываются также всегда выполненными.

Качественный составъ выделяющейся жидкости.

Раньше было уже упомянуто, что вещества растворенныя въ жидкости, выделяющейся изъ эпидермальныхъ водовыделительныхъ органовъ, главнымъ образомъ минеральнаго происхожденія. Такъ какъ токъ воды черезъ клетку производится только тѣми веществами, которыя проникаютъ черезъ плазматическую перепонку, то большой интересъ представляло узнать болѣе подробно составъ веществъ, растворенныхъ въ жидкости. Микрoхимическій анализъ показываетъ, что во всѣхъ случаяхъ за исключеніемъ Lathyrus въ жидкости присутствуютъ только слѣды органическихъ веществъ. Во всѣхъ изслѣдованныхъ случаяхъ,

1) Однопроцентный растворъ поваренной соли изотониченъ съ 2,30% растворомъ двумстального углекислаго калия и 1,60% растворомъ кислаго углекислаго калия.

также кромѣ *Lathyrus*, можно было открыть присутствіе дву и одиометальнаго углекислаго калия, обусловливающаго щелочную реакцію выдѣляющейся жидкости, что какъ извѣстно было показано для *Phaseolus* и *Malvaceae* еще Nestler'омъ. Для наглядности располагаю данныя микрохимическаго анализа въ слѣдующей таблицѣ.

ТАБЛИЦА V.

1. НАЗВАНІЕ РАСТЕНІЙ.	2. Реакція выдѣляем. жидкости.	3. Кислаяуглек. известь пре- вращ. послѣ испаренія въ среднюю.	4. Углек. щело- чи.	5. P_2O_5	6. Cl	7. SO_3	8. N_2O_5	9. Глю- коза.	10. K_2O	11. Na_2O	12. CaO
<i>Nicotiana</i> sp. . . .	щелочн.	много	много	нѣтъ	есть	есть	слѣды	нѣтъ	много	есть	много
<i>Abutilon hybrida</i> . .	щелочн.	много	много	есть	есть	много	»	нѣтъ	много	есть	много
<i>Vicia sativa</i>	щелочн.	очень много	много	нѣтъ	мало	мало	»	мало	много	есть	много
<i>Polypodium aurum</i> .	щелочн.	нѣтъ	много	нѣтъ	мало	нѣтъ	»	есть	много	есть	нѣтъ
<i>Phaseolus multifl.</i> .	щелочн.	есть	много	нѣтъ	есть	много	»	нѣтъ	много	есть	есть
<i>Camelia japonica</i> .	щелочн.	есть	много	есть	есть	есть	»	нѣтъ	много	есть	есть
<i>Eseallon. macrantha</i>	щелочн.	есть	много	—	—	—	—	нѣтъ	—	—	—
<i>Lathyrus odor.</i> . . .	нейтр.	нѣтъ	нѣтъ	много	очень много	есть	»	нѣтъ	много	много	нѣтъ

Такимъ образомъ выдѣляющія водный растворъ ямки *Polypodium* ни въ какомъ случаѣ не могутъ называться известковыми: въ противоположность другимъ растеніямъ здѣсь замѣчается полное отсутствіе извести въ выдѣляющейся жидкости. Наоборотъ глюкоза присутствуетъ въ выдѣленіи только одного *Polypodium*. Растворъ, выдѣляемый волосками *Lathyrus odoratus*, содержитъ кромѣ перечисленныхъ веществъ еще щавелевокислыя щелочи.

Перехожу теперь къ разсмотрѣнію вліянія внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе жидкости изъ волосковъ.

Гл. 2. Вліяніе внѣшнихъ факторовъ на скорость выдѣленія воднаго раствора эпидермальными водовыдѣлительными органами.

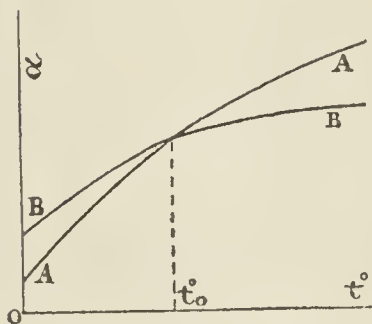
а) *Вліяніе температуры.* При изученіи вліянія температуры на выдѣленіе воды у *Pilobolus*, было найдено полное согласіе опыта съ требованіями формулы X. Разбирая вліяніе температуры на выдѣленіе воды эпидермальными органами зеленыхъ растеній, мы поэтому прежде всего обратимся къ формулѣ, выведенной для скорости выдѣленія

Измѣненіе скорости выдѣленія воды съ температурой по формулѣ XIII.

воды многоклеточной системой, т. е. къ формулѣ XIII. Последняя отличается отъ формулы X только тѣмъ, что вмѣсто n_2 здѣсь поставлено отношеніе $\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$. Но при разборѣ формулы X было показано (стр. 38), что скорость выдѣленія воды изъ клетки должна увеличиваться гораздо быстрѣ осмотического давленія (увеличивающагося пропорціоально абсолютной температурѣ). То же самое мы должны были бы ожидать и для скорости выдѣленія воды волосками зеленыхъ растений, если бы величина $\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$ не измѣнялась съ температурой. Последнее дѣйствительно имѣло бы мѣсто, если бы проницаемости плазматическихъ оболочекъ выдѣляющей и второй по порядку клетокъ волосковъ измѣнялись съ температурой совершенно одинаково. Если напр. при извѣстномъ возвышеніи температуры α_2 сдѣлалась бы равнымъ $\alpha_2 k$ и $\alpha_B - \alpha_B k$, то $\frac{c_2 \alpha_2 k}{c_1 \alpha_B k} = \frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$. Но можетъ случиться (и это будетъ болѣе общій случай), что проницаемость плазматическихъ оболочекъ различныхъ клетокъ измѣняется съ температурой различно. Тогда $\frac{c_2 \alpha_2 k_2}{c_1 \alpha_B k_1} \geq \frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$ смотря потому больше или меньше

единицы отношеніе $\frac{k_2}{k_1}$.

Если напримѣръ кривыя зависимости α_2 и α_B отъ температуры AA и BB имѣютъ видъ, представленный на фигурѣ 2, то при низкихъ температурахъ $\alpha_2 < \alpha_B$, т. е. $\frac{k_2}{k_1} < 1$; при температурѣ же t_0° α_2 дѣлается равнымъ α_B и начиная съ этой температуры при дальнѣйшемъ ея увеличеніи $\alpha_2 > \alpha_B$, т. е. $k_2 > k_1$ и отношеніе $\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$ начинаетъ увеличиваться, приближаясь все болѣе къ единицѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ и скорость выдѣленія воды начинаетъ не такъ быстро увеличиваться какъ до этого. При извѣстной температурѣ она



начинаетъ наконецъ уменьшаться, но выдѣленіе воды продолжается все время, пока $\frac{1-h\alpha_A}{1-h\alpha_B} > \frac{1-n_1}{1-\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}}$ (см. стр. 33—34); при температурѣ же, когда $\frac{h-h\alpha_A}{1-h_1 \alpha_B}$ дѣлается равнымъ отношенію $\frac{1-n_1}{1-\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}}$ выдѣленіе воды прекращается.

Наоборотъ, когда α_2 измѣняется все время съ температурой меньше чѣмъ α_B , отношеніе $\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$ никогда не увеличивается, слѣдовательно и скорость выдѣленія воды будетъ все время увеличиваться съ температурой.

Такъ какъ для возможности односторонняго воднаго тока черезъ рядъ клетокъ должны быть выполнены неравенства:

$$c_2 > \frac{c_3 \alpha_3}{\alpha_2}, \quad c_3 > \frac{c_4 \alpha_4}{\alpha_3} \text{ и т. д. (см. стр. 43), что то же } \frac{c_3 \alpha_3}{c_2 \alpha_2} < 1, \quad \frac{c_4 \alpha_4}{c_3 \alpha_3} < 1 \text{ и т. д.,}$$

то при неравномъ отношеніи величинъ $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ и т. д. къ температурѣ могутъ предста-

вѣтся также случаи уменьшенія увеличивавшейся до этого скорости выдѣленія воды или даже совершеннаго прекращенія послѣдняго.

Такимъ образомъ въ общемъ случаѣ скорость выдѣленія воды многоклѣтными растеніями можетъ или все время увеличиваться съ температурой, или въ противоположность скорости выдѣленія воды одноклѣтными растеніями увеличиваться сначала до извѣстной температуры, чтобы имѣть здѣсь свой maximum, а потомъ вновь уменьшаться и сдѣлаться наконецъ равной нулю.

При разборѣ вліянія температуры на скорость выдѣленіе воды у *Penicillium*, было упомянуто, что выдѣленіе секрета у названнаго гриба имѣетъ повидному наибольшую скорость при температурѣ 25° С., выше которой скорость начинаетъ уменьшаться и около 30° С. дѣлается равной нулю; какъ видно изъ только что приведеннаго теоретическаго разбора, существованіе maximum и optimum выдѣленія воды у *Penicillium* легко объясняется на основаніи формулъ, выведенныхъ для многоклѣтной выдѣлительной системы. Къ сожалѣнію у *Penicillium* нельзя было прослѣдить болѣе подробно измѣненія скорости выдѣленія воды съ температурой, благодаря невозможности, какъ мы знаемъ, измѣрять всю выдѣляемую грибомъ воду. Дѣло обстоитъ счастливѣе съ выдѣленіемъ воднаго раствора у зеленыхъ растеній. Выдѣленный въ термостатѣ при определенной температурѣ секретъ легко можно измѣрять капиллярной градуированной пипеткой и такимъ образомъ установить довольно точно кривую зависимости энергіи выдѣленія отъ температуры.

Измѣненіе скорости выдѣленія воды съ температурой у многоклѣтныхъ растеній.

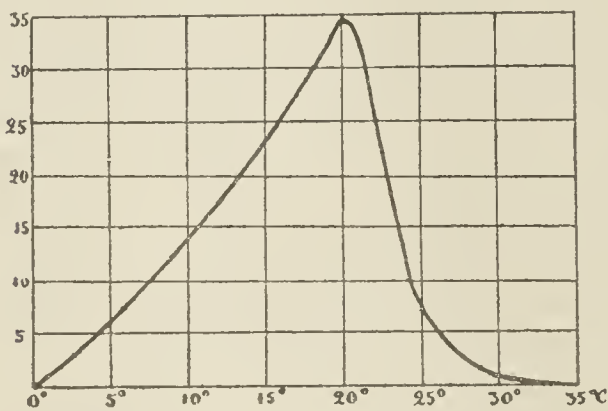
Для опыта листья *Phaseolus* разрѣзались на 4 части, изъ которыхъ каждая помѣщалась при определенной температурѣ. Чтобы сравненіе было возможнымъ, куски распредѣлялись съ такимъ расчетомъ, что, если напр. части перваго листа помѣщались при 20°, 25°, 30° и 35° С., то части втораго помѣщались при 6°, 15°, 20° и 25° С. и т. д. Приводимыя въ таблицѣ VI числа выражаютъ объемы, выдѣленные кусками за 16 часовъ въ дѣленіяхъ градуированной капиллярной пипетки, перечисленные на 1 кв. сантим. поверхности листа.

ТАБЛИЦА VI, показывающая зависимость энергіи выдѣленія раствора волосками *Phaseolus* отъ температуры.

№ листьявъ.	Объемы при температурахъ:						
	0°	6° С.	15° С.	20° С.	25° С.	30° С.	35° С.
1	—	—	—	34	8	1	0
2	—	—	—	36	9	1,4	0
3	—	—	—	65	15	1,8	0
4	—	—	31	42	8	1	—
5	—	6	17	28	5	—	—
6	—	14	38	56	12	—	—
7	—	—	45	63	—	2	0
8	0,2	7	20	32	—	—	—
9	0	5	14	23	—	—	—
10	0	8	24	37	—	—	—

Принявъ за единицу объемовъ объемъ, выдѣлявшійся кусками листьевъ при температурѣ 30°C ., получимъ слѣдующіе средніе объемы выдѣленной жидкости для листьевъ №№ 1 — 4: при 35° — 0; 30° — 1; 25° — 7,6; 20° — 34,5. Принимая же для остальныхъ листьевъ (№№ 5 — 10) объемъ, выдѣленный при 20° за 34,5, имѣемъ далѣе слѣдующіе средніе объемы, соотвѣтствующіе остальнымъ температурамъ: 15° — 23,3; 6° — 7,6; 0° — 0. Отложивъ средніе объемы по оси ординатъ, а имъ соотвѣтствующія температуры по оси абсциссъ, получимъ кривую.

Разсматривая изображенную кривую, мы видимъ, что скорость выдѣленія воднаго раствора волосками *Phaseolus* сначала увеличивается почти пропорціонально температурѣ,



Кривая зависимости скорости выдѣленія воднаго раствора волосками *Phaseolus* отъ температуры.

подобно тому какъ это было у *Pilobolus*; но энергія выдѣленія воды у послѣдняго гриба продолжаетъ, какъ мы знаемъ, увеличиваться вплоть до его смерти, тогда какъ энергія выдѣленія у *Phaseolus* при 20° имѣетъ optimum и, начиная съ этой температуры, вновь уменьшается, пока не сдѣлается равной нулю между 30 и 35°C . Переломъ кривой, какъ мы видѣли, легко объясняется выведенными формулами, безъ помощи которыхъ онъ казался бы совершенно непонятнымъ. Дѣйствительно, если въ усиленіи выдѣленія воды съ поднятіемъ температуры видѣть результатъ увеличенія

жизнедѣятельности клѣтокъ, то совершенно неяснымъ остается фактъ несовпаденія оптимума и максимума выдѣленія раствора съ оптимумомъ и максимумомъ роста, ассимиляціи, движенія и т. д., которые какъ извѣстно лежатъ для *Phaseolus* гораздо выше 20° и 30°C . (Optimum роста для *Phaseolus multiflorus* есть 34°C ., а maximum 46°C .; см. Pfeffer II, Bd. II, p. 87).

Такъ какъ переломъ кривой, какъ мы знаемъ, зависитъ только отъ неравномерности увеличенія съ температурой проницаемостей плазматическихъ оболочекъ сосѣднихъ клѣтокъ, то нетрудно и опытнымъ путемъ провѣрить послѣднее обстоятельство. Для этого нужно при различныхъ температурахъ наблюдать скорость проникновенія селитры черезъ плазматическую оболочку плазмолизированныхъ клѣтокъ волосковъ. Я не имѣлъ въ виду опредѣлять видъ кривыхъ измѣненій отъ температуры проницаемости для растворенныхъ веществъ плазматическихъ оболочекъ клѣтокъ (это потребовало бы слишкомъ много времени), а ограничился пока сравненіемъ проницаемостей плазматическихъ оболочекъ I, II и III клѣтокъ волоска (см. рис. на стр. 53) при 17° и 35°C . Плазмолизъ производился въ моихъ опытахъ 7,3% растворомъ калийной селитры, при чемъ изслѣдовались волоски съ молодыхъ листьевъ *Phaseolus*, имѣющихъ наиболѣе сильныя и здоровыя водовыдѣлительныя волоски. При 17°C . расхождение плазмолиза совершалось обыкновенно почти черезъ одинаковое время (5—6 ч.) во всѣхъ трехъ клѣткахъ (вторая и третья клѣтки всегда нѣсколько запаздывали относительно

первой). При 35° С. напротивъ того расхождение плазмолиза начиналось прежде всего въ третьей клѣткѣ (черезъ 2 — 2½ ч.), потомъ во второй и наконецъ въ первой (выдѣляющей) клѣткѣ (черезъ 4 — 5 часовъ). Такимъ образомъ при температурѣ ниже 20° (максимумъ скорости выдѣленія) проницаемости I, II и III клѣтокъ α_B , α_2 и α_3 почти одинаковы ($\alpha_B < \alpha_2$ и α_3); при 35° С. напротивъ того проницаемость α_3 дѣлается наибольшей, α_B — наименьшей; слѣдовательно около температуры, соответствующей максимуму скорости выдѣленія воды, отношенія $\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$ и $\frac{c_3 \alpha_3}{c_2 \alpha_2}$ начинаютъ быстро увеличиваться (такъ какъ концентраціи немѣняются), чѣмъ и понижаютъ скорость выдѣленія, сводя ее постепенно къ минимуму.

Что касается вліянія температуры на энергію выдѣленія воднаго раствора энзимными образованиями другихъ растений, то въ общихъ чертахъ оно остается тѣмъ же, какъ и вліяніе ея на выдѣленіе воды волосками Phaseolus. Повышеніе температуры обыкновенно сначала очень быстро увеличиваетъ скорость выдѣленія, перейдя же извѣстный оптимумъ, оно оказываетъ депримирующее дѣйствіе, пока не прекращаетъ наконецъ выдѣленіе воды окончательно. Само собою разумѣется, что какъ ортіма такъ и тахіма различныхъ растений различны, хотя первые всегда колеблются между 18 — 30° С., послѣднія же между 20 — 40° С. Такимъ образомъ характернымъ отличіемъ въ дѣйствіи повышенія температуры на выдѣленіе водныхъ растворовъ многоклетными и одноклетными растеніями является присутствіе ортімитъ и тахімитъ выдѣленія у первыхъ и совершенное отсутствіе ихъ у вторыхъ, что вполне удовлетворительно объясняется выведенными формулами.

в) Дѣйствіе наркотизирующихъ и ядовитыхъ веществъ. При изученіи выдѣленія воднаго раствора у Phaseolus было показано, что слабыя и постепенно дѣйствующія дозы наркотизирующихъ веществъ приводятъ къ пониженію проницаемости плазматической оболочки, слѣдствіемъ котораго является уменьшеніе и наконецъ полное прекращеніе выдѣленія воды. Наоборотъ сильныя и внезапно дѣйствующія дозы ихъ вызываютъ сильное повышеніе проницаемости плазматическаго мѣшка, а слѣдовательно, согласно ожиданію, и сильное увеличеніе выхода водныхъ капель. Подобное же дѣйствіе оказываютъ на процессъ выдѣленія воды и ядовитыя вещества. Предполагая, что въ дѣйствіи анестезирующихъ и ядовитыхъ веществъ на протоплазму одноклетныхъ и многоклетныхъ растений не можетъ быть большого различія, мы можемъ ожидать, что плазматическая оболочка клѣтокъ многоклетнаго растенія будетъ также понижать или повышать свою проницаемость, смотря по количеству и скорости дѣйствія ядовъ. Обращаясь прежде всего къ формулѣ, выведенной нами для скорости выдѣленія воды многоклетной системой (форм. XIII), видимъ, что уменьшеніе проницаемости плазматическихъ оболочекъ какъ для воды (т. е. увеличенія внутренняго тренія, или, что то же, увеличеніе a), такъ и для растворенныхъ въ ней веществъ α_A и α_B ведетъ къ уменьшенію скорости выдѣленія воды. Съ другой стороны отношеніе $\frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}$, входящее въ формулу, можетъ при этомъ увеличиваться, уменьшаться или оставаться безъ перемѣны, смотря по тому различно или одинаково уменьшаются α_B и α_2 (см. предыд. главу). При неравномъ уменьшеніи послѣднихъ можно ждать аналогичнаго

Предположенія относительно дѣйствія наркотизирующихъ веществъ и ядовъ.

измѣненія ихъ отношенія, какъ и при пониженіи проницаемостей вслѣдствіи пониженія температуры.

При пониженіи же температуры уменьшеніе проницаемостей плазматической оболочки приводитъ, какъ мы знаемъ изъ предыдущей главы, къ уменьшенію скорости выдѣленія воды. Слѣдовательно при постепенномъ дѣйствіи небольшихъ количествъ наркотизирующихъ веществъ нужно ждать также пониженія скорости выдѣленія воды эпидермальными органами.

При сильномъ и скоромъ дѣйствіи наркотиковъ и ядовъ происходитъ увеличеніе проницаемостей плазматическихъ оболочекъ; слѣдовательно и въ этомъ случаѣ можно ждать измѣненіе скорости выдѣленія воды, аналогичное измѣненію ихъ вслѣдствіи возвышенія температуры. Такъ какъ опыты съ дѣйствіемъ ядовъ производятся при обыкновенной температурѣ, т. е. около 20° С., то всякое (новое) повышеніе проницаемости плазматической оболочки естественно должно понижать энергію выдѣленія (см. кривую вліянія температуры). Увеличеніе комнатной температуры на 15 градусовъ, какъ мы знаемъ, дѣлаетъ выдѣленіе воды совершенно невозможнымъ. Однако увеличеніе температуры на 15 градусовъ не повышаетъ проницаемость плазматической оболочки болѣе какъ въ 1½ раза (см. опыты *Russelberghe'a*), тогда какъ дѣйствіе ядовъ и наркотиковъ повышаетъ проницаемость послѣдней, какъ было указано при изслѣдованіи выдѣленія воды у *Pilobolus*, иногда болѣе чѣмъ въ 3 раза (см. стр. 22). Поэтому сильное и быстрое дѣйствіе наркотизирующихъ веществъ и ядовъ въ большинствѣ случаевъ должно выражаться у септированныхъ растений въ совершенномъ прекращеніи, а менѣе сильное — въ замедленіи выдѣленія воды.

Для провѣрки высказанныхъ предположеній обратимся къ опыту.

Опыты для
провѣрки
предположе-
ній.

Постановка опытовъ остается та же самая: половинки листочковъ *Phaseolus multiflorus* помѣщаются во влажную атмосферу (чашки Петри съ мокрой бумагой), при чемъ однѣ изъ нихъ или предварительно подвергаются дѣйствію ядовитаго вещества или все время выдѣленія воды находятся подъ ихъ вліяніемъ, тогда какъ другія оставляются, какъ контрольныя, безъ какого бы то ни было воздѣйствія ядовъ.

Слѣдующія таблицы показываютъ результаты опытовъ. Объемы жидкости, выдѣленные въ теченіе 16 час. и выраженные въ дѣленіяхъ капиллярной пипетки, перечислены на 1 кв. сант. поверхности листа.

ТАБЛИЦА VII, показывающая дѣйствіе небольшого количества анестезирующихъ веществъ.

Эфиръ (содержаніе: около 0,5 грамма въ литрѣ атмосферы — дѣйствуетъ все время выдѣленія раствора).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствію яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	87	114
2	10	24
3	72	98
4	26	65
5	2	10

Хлороформъ (содержаніе: около 0,2 гр. въ литрѣ атмосферы — дѣйствуетъ все время выдѣленія раствора).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствию яда	подвергавшіяся половинки листа.
1	38	50
2	17	26
3	42	65
4	25	38
5	35	57

ТАБЛИЦА VIII, показывающая влияние на выдѣленіе раствора сильнаго, но непродолжительнаго воздѣйствія наркотизирующихъ и ядовитыхъ веществъ.

Теинъ (кофеинъ) — листья погружались на $\frac{1}{2}$ часа въ $\frac{1}{2}$ ‰ водный растворъ.

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствию яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	5	62
2	2	70
3	1	29
4	0	23
5	0	45
6	1	48

Спиртъ (пары, дѣйствіе продолжается 10 минутъ).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствию яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	0,5	36
2	0	20
3	20	95
4	1,8	30
5	4	55
6	2	47

Хлороформъ (пары, избытокъ, дѣйствіе 4 минуты).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствию яда	не подвергавшіяся половинки листьевъ.
1	5	40
2	12	85
3	4	38
4	2	25
5	4	48

Пары амміака (дѣйствіе 5 минутъ).

Листья №№	подвергавшіяся дѣйствію яда	не подвергавшіяся половинки листа.
1	0	35
2	2	65
3	3	49
4	1	37
5	0	30

Яды и нар-
котики вызы-
ваютъ пони-
женіе скоро-
сти выдѣле-
нія воды.

Мы видимъ такимъ образомъ, что высказанныя теоретическія предположенія относи- тельно дѣйствія наркотизирующихъ и ядовитыхъ веществъ на выдѣленіе воднаго раствора септированными растеніями вполнѣ подтверждаются опытомъ. Согласно ожиданіямъ какъ медленное, такъ и быстрое дѣйствіе ядовъ приводитъ къ уменьшенію скорости выдѣленія воды, послѣднее же часто и къ совершенному ея прекращенію. Что уменьшеніе энергіи секреціи происходитъ именно вслѣдствіе въ одномъ случаѣ пониженія, въ другомъ — по- вышенія проницаемости плазматической оболочки, можно убѣдиться и опытнымъ путемъ. Анализъ показываетъ, что въ случаяхъ, гдѣ ожидается уменьшеніе проницаемости, напр. при продолжительномъ и слабомъ дѣйствіи эфира (см. таблицу), концентрація выдѣляющейся жидкости уменьшается. Наоборотъ послѣ быстрого и сильного дѣйствія ядовъ выходящая изъ волосковъ жидкость имѣетъ бѣльшее содержаніе твердыхъ веществъ, между которыми часто появляются органическія вещества, нормально отсутствующія; при этомъ жидкость обыкновенно имѣетъ ясно желтоватый оттѣнокъ, указывающій на пропусканіе пигмента плазматической оболочкой въ раздраженномъ состояніи

с) *Вліяніе свѣта.* При изученіи секреціи воднаго раствора у *Pilobolus* было показано, что прямой солнечный свѣтъ понижаетъ проницаемость плазматической оболочки и умень- шаетъ энергію выдѣленія воды, тогда какъ разсѣянный дневной свѣтъ не оказываетъ замѣтнаго вліянія на секрецію. Если дѣйствіе свѣта на протоплазму септированныхъ растеній отвѣчаетъ таковому на протоплазму *Pilobolus*, то подъ дѣйствіемъ прямыхъ солнечныхъ лучей мы должны ждать, какъ и при дѣйствіи малыхъ количествъ наркотизирующихъ веществъ, ослабленія выдѣленія воды. Опытъ оправдываетъ ожиданія, какъ нельзя лучше. При этомъ оказывается, что только менѣе преломляемой части спектра солнечные лучи обязаны своимъ дѣйствіемъ.

Сильный
свѣтъ умень-
шаетъ энер-
гію выдѣле-
нія воды.

Опытъ поставленъ былъ также какъ предыдущіе. Отличіе заключалось лишь въ томъ, что на покрывающую чашку Петри вмѣсто мокрой бумаги былъ помѣщенъ тонкій слой $\frac{1}{2}\%$ агарагара. Приведенныя въ табл. IX числа показываютъ объемы жидкости, выдѣленные въ теченіе 8 часовъ, въ дѣленіяхъ капиллярной пипетки перечисленные на 1 кв. сант. поверхности листа. Такъ какъ слой сажи пропускаетъ всю ультракрасную часть спектра, то ослабленіе секреціи не можетъ никоимъ образомъ быть приписано дѣйствію тепловыхъ лучей. Слѣдовательно только менѣе преломляемымъ свѣтовымъ лучамъ принадлежитъ свой- ство понижать проницаемость плазматической оболочки.

ТАБЛИЦА IX, ПОКАЗЫВАЮЩАЯ ДѢЙСТВІЕ ПРЯМЫХЪ СОЛНЕЧНЫХЪ ЛУЧЕЙ НА СКОРОСТЬ ВЫДѢЛЕНІЯ РАСТВОРА ВОЛОСКАМИ *Phaseolus*.

Листья №№	лучи пропускались черезъ:		
	амміачный растворъ окси мѣди.	растворъ хромпика.	толстый слой сажи.
1	87	21	78
2	103	35	95
3	55	45	67
4	68	23	61
5	35	7	40
6	25	13	32

d) *Значеніе кислороднаго дыханія.* Выдѣленіе воды идетъ, какъ мы знаемъ, у *Pilobolus* совершенно съ одинаковой энергіей присутствуетъ или отсутствуетъ кислородъ въ атмосферѣ, окружающей грибъ.

Въ виду только что полученнаго полного согласія въ дѣйствіи различныхъ внѣшнихъ факторовъ на выдѣленіе воды у *Pilobolus* и зеленыхъ растеній, можно было бы ожидать, что и для секреціи воднаго раствора зелеными растеніями кислородное дыханіе не имѣетъ значенія. Однако опытъ не подтвердилъ такого предположенія. Въ атмосферѣ съ полнымъ отсутствіемъ кислорода выдѣленіе воднаго раствора эпидермальными образованіями зеленыхъ растеній сначала сильно задерживается, а потомъ и совершенно прекращается. Съ другой стороны оказалось, что достаточно присутствія въ атмосферѣ около 1% кислорода, чтобы секреція продолжалась съ той же энергіей какъ, и въ воздухѣ.

Опыты велись слѣдующимъ образомъ. Въ двѣ одинаковыя банки съ гуттаперчевыми пробками, каждая съ двумя газоотводными трубками, помѣщались половинки листьевъ *Phaseolus*, *Abutilon*, *Polypodium*, *Camelia* и *Nicotiana* такимъ образомъ, чтобы только черешки были погружены въ воду, налитую на днѣ банки.

Трубки одной изъ банокъ соединялись съ сильнымъ водянымъ насосомъ и ртутнымъ газометромъ, наполненнымъ обезкислороженнымъ пирогаловокислымъ калиемъ азотомъ. Поперемѣннымъ выкачиваніемъ воздуха изъ банки и наполненіемъ ее вновь азотомъ можно было добиться очень совершеннаго удаленія кислорода изъ атмосферы, окружавшей листья (анализъ не обнаруживалъ кислорода). Черезъ 18 часовъ половинки листьевъ, находившіяся въ безкислородной атмосферѣ, оставались почти что сухими, тогда какъ контрольныя половинки, оставшіяся въ воздухѣ были, покрыты обильно выдѣлившимся секретомъ. Въ банку съ азотомъ впущено послѣ этого около 5% воздуха (т. е. 1% кислорода). Черезъ слѣдующіе 15 часовъ на листьяхъ выдѣлилось довольно много секрета, однако не такъ много, какъ на листьяхъ, все время оставшихся въ воздухѣ.

Если тотъ же опытъ повторялся съ тѣмъ различіемъ, что вмѣсто чистаго азота банка наполнялась съ самаго начала азотомъ, содержащимъ немного болѣе 1% кислорода, то вы-

Выдѣленіе
воды прекра-
щается безъ
кислорода.

дѣленіе воды продолжалось въ такой атмосферѣ съ тою же энергіей, какъ и въ воздухѣ. При такомъ маломъ содержаніи кислорода, какъ въ послѣднемъ опытѣ, дыханіе въ бѣльшей своей части дѣлается интродомлекулярнымъ (Pfeffer II p. 548). Недостатокъ кислорода во всякомъ случаѣ сильно отражается на дѣятельности растенія; поэтому трудно было бы представить себѣ, чтобы выдѣленіе раствора клѣтками продолжалось съ той же энергіей въ атмосферѣ съ содержаніемъ 1% кислорода, какъ въ воздухѣ, совершенно прекращаясь въ то-же время при полномъ удаленіи кислорода, если активное выдѣленіе воды было бы результатомъ таинственной дѣятельности протоплазмы. Гораздо проще объяснить результатъ опыта слѣдующимъ образомъ. При полномъ отсутствіи кислорода въ атмосферѣ, окружающей листь, въ клѣткахъ послѣднихъ накапливается ядовитое вещество, легко окисляющееся даже при самомъ незначительномъ содержаніи кислорода въ атмосферѣ. Что при интродомлекулярномъ дыханіи зеленыхъ частей растенія накапливается легко окисляющееся альдегидное вещество, показалъ впрочемъ еще Mazé (p. 368).

Съ своей стороны я могу прибавить, что безкислородная атмосфера послѣ 18-ти часового пребыванія въ ней листьевъ пріобрѣтаетъ особенно характерный альдегидный запахъ, совершенно отсутствующій, если въ атмосферѣ находилось хотя бы и 1% кислорода. При этомъ листь, послѣ долгаго пребыванія въ совершенно свободной отъ кислорода средѣ дѣлаются нѣсколько вялыми, совершенно такъ же, какъ если бы они находились въ атмосферѣ съ значительнымъ содержаніемъ паровъ спирта или хлороформа. Не можетъ быть никакого сомнѣнія въ томъ, что ядовитое вещество, развивающееся при дыханіи листьевъ въ безкислородной атмосферѣ (вѣроятно альдегиднаго характера), повышаетъ сильно проницаемость плазматической оболочки клѣтокъ листа, какъ это дѣлаютъ и другіе яды, а этимъ самымъ обуславливаетъ пониженіе и прекращеніе выдѣленія раствора. Наблюденіе скорости наступленія и расхожденія плазмолиза показываютъ непосредственно, что послѣ пребыванія листьевъ въ безкислородной атмосферѣ проницаемость плазматической оболочки дѣйствительно увеличивается въ нѣсколько разъ. Въ согласіи съ высказаннымъ предположеніемъ стоитъ также тотъ фактъ, что послѣ пребыванія листьевъ въ безкислородной средѣ, какъ и послѣ сильнаго дѣйствія ядовитыхъ веществъ (см. выше), выдѣленіе воды не происходитъ довольно продолжительное время, несмотря на помѣщеніе листьевъ вновь въ воздухѣ. Нужно по крайней мѣрѣ 10 — 30 часовъ, чтобы плазматическая оболочка выдѣляющихъ клѣтокъ пришла въ нормальное состояніе и выдѣленіе воды возобновилось.

Кажущееся несоотвѣтствіе результатовъ полученныхъ съ *Pilobolus* и зелеными растеніями, такимъ образомъ выясняется. Причину его, какъ мы видѣли, нужно искать въ различіи продуктовъ интродомлекулярнаго дыханія въ томъ и другомъ случаѣ.

Резюмируя все сказанное относительно выдѣленія воднаго раствора эпидермальными образованіями сосудистыхъ растений, приходимъ къ заключенію, что и въ этомъ случаѣ, какъ въ случаѣ выдѣленія воднаго раствора одноклѣтными растеніями, разбираемый процессъ, хотя и можетъ быть подвергнутъ математическому анализу, какъ и всякій другой физическій процессъ, не лишенъ однако фізіологической особенности благодаря большой измѣчивости структуры плазматической оболочки клѣтокъ. Наше предположеніе относительно причины выдѣленія воды эпидермальными органами (неравная проницаемость плазматической оболочки) находится, такимъ образомъ въ полномъ согласіи съ фактами.

Окончатель-
ный
выводъ.

Въ заключеніе этого отдѣла нельзя не остановиться на часто приписываемой водовыдѣлительнымъ волоскамъ способности функционировать, какъ всасывающіе воду органы. Именно этою способностью волосковъ обуславливается по мнѣнію Haberlandt'a быстрое возвращеніе тургора завядшаго листа *Phaseolus multiflorus* послѣ погруженія въ воду (Haberlandt' VII, 373). Доказательствомъ того, что гидатоды, а не эпидермисъ листа всасываютъ (можетъ быть даже активно, р. 373) воду служатъ «Lebensfärbungsversuch» (прижизненная окраска) растворомъ метиленовой синьки.

Значеніе
эпидермаль-
ныхъ орга-
новъ при
всасываніи
воды
листьями.

Слѣдующій опытъ показываетъ однако, мнѣ кажется, съ достаточною убѣдительною, что никакого «активнаго всасыванія» при помощи гидатодъ не существуетъ. Листъ *Phaseolus multiflorus* разрѣзался на 2 равныя части; одна изъ половинокъ смазывалась алкогольнымъ растворомъ сулемы для умерщвленія гидатодъ. Послѣ того какъ обѣ половинки листа завядали, онѣ опускались въ воду. Черезъ 2—3 часа обѣ половинки возстановивали обыкновенно полностью первоначальный тургоръ.

Такимъ образомъ, если всасываніе черезъ водовыдѣлительные волоски и происходитъ, послѣдніе служатъ лишь мѣстами «наибольшей проницаемости» для воды и къ всасыванію черезъ нихъ воды относятся совершенно пассивно (второе предположеніе Haberlandt'a р. 373).

Всасываніе завядшимъ листомъ воды есть, какъ не трудно видѣть, осмотическое всасываніе вслѣдствіе увеличенія концентраціи сока клѣтокъ листа при увяданіи. Слѣдовательно концентрація сока завядшихъ клѣтокъ должна быть больше концентраціи сока клѣтокъ, черезъ которыя происходитъ всасываніе. Раньше мы видѣли, что клѣтки водовыдѣлительныхъ волосковъ имѣютъ наибольшую концентрацію сока изъ всѣхъ клѣтокъ листа. Чтобы осмотическое всасываніе черезъ волоски сдѣлалось возможнымъ, необходимо поэтому, чтобы концентрація сосущихъ клѣтокъ паренхимы листа сдѣлалась больше концентраціи клѣтокъ волосковъ. Послѣднее будетъ выполнено, если листъ потеряетъ по крайней мѣрѣ $\frac{1}{3}$ всей содержащейся въ немъ воды, при условіи, что вода испаряется лишь изъ клѣтокъ паренхимы. Только при такомъ сильномъ увяданіи листа всасываніе черезъ волоски сдѣлается возможно.

Эпидермисъ листа *Phaseolus*, какъ мы знаемъ, легко проницаемъ для воды (во всѣхъ описанныхъ опытахъ съ выдѣленіемъ воды всасываніе происходило исключительно черезъ верхній эпидермисъ листа, не имѣющій водовыдѣлительныхъ волосковъ); при этомъ концентрація сока его клѣтокъ меньше концентраціи сока клѣтокъ паренхимы листа (см. выше); поэтому при самой слабой потерѣ воды паренхимой листа она тотчасъ возмѣщается черезъ эпидермисъ, если послѣдній соприкасается съ водой. Если принять во вниманіе, что поверхность эпидермиса листа въ сотни тысячъ разъ превосходитъ поверхность водовыдѣлительныхъ волосковъ, находящихся на немъ, то сдѣлается очевиднымъ, что главная масса воды даже и въ случаѣ потери при завяданіи болѣе $\frac{1}{3}$ всей воды (когда всасываніе черезъ волоски дѣлается возможнымъ) поступаетъ въ завядшій листъ черезъ клѣтки эпидермиса. Такимъ образомъ роль всасывающихъ воду органовъ совершенно не подходитъ къ водовыдѣлительнымъ волоскамъ.

Что же касается «*Lebensfärbungsversuch*», то считаю нужнымъ напомнить только, что этотъ способъ доказательства всасыванія воды листомъ исключительно черезъ волоски представляетъ самую обыкновенную реакцію на дубильныя вещества (*Gerbstoffballen*), всегда обильно присутствующія въ водовыдѣлительныхъ волоскахъ и отсутствующія въ клѣткахъ эпидермиса (см. *Zimmermann. Micropisches Practicum* и др.).

Въ полномъ согласіи съ только что изложеннымъ находится тотъ фактъ, что листья, имѣющіе толстый, хуже проницаемый для воды эпидермисъ, какъ напр. листья камеліи, не дѣлаются послѣ завяданія вновь тургесцирующими, несмотря на продолжительное пребываніе въ водѣ и вполнѣ здоровые водовыдѣлительные эмергенцы.

Гл. 3. Выдѣленіе воднаго раствора сосудистыми растеніями черезъ устьица и др. отверстія эпидермиса.

Въ началѣ этого отдѣла было упомянуто, что водныя устьица безразлично съ сильно или слабо развитой эпитемой представляютъ лишь отверстія для выхода пасоки, фильтрующей изъ сосудовъ и трахеидъ подъ напоромъ корневого или стеблевого давленія. Относительно возможности активнаго участія эпитемы въ процессъ выдѣленія воды изъ устьиць имѣется только указаніе *Haberlandt'a*, полагающаго, что остановка въ выдѣленіи капель на листьяхъ *Ficus* и *Coposcephalus* послѣ отравленія устьиць алкогольнымъ растворомъ сулемы служитъ доказательствомъ активности послѣднихъ.

Выше было показано, что самостоятельно (активно) функционирующіе эпидермальные водовыдѣлительные органы совершенно не нуждаются ни въ какомъ давленіи въ сосудистой системѣ. Выдѣленіе воды, какъ мы знаемъ, идетъ съ одинаковой силой, находятся ли волоски въ сообщеніи съ сосудистой системой или отдѣлены отъ нея. Поэтому прежде всего пужно было ожидать отъ активно-функционирующихъ водяныхъ устьиць безразличіе ихъ къ давленію въ сосудистой системѣ.

Дѣло обстоитъ однако совершенно иначе у *Ficus* и *Coposcephalus*. Выдѣленіе воды совершенно прекращается на срѣзанномъ листѣ этихъ растений и только при искусственномъ вдавливаніи воды въ черешокъ листа можно заставить капли вновь выходить изъ устьиць.

Такимъ образомъ эпитемы *Ficus* и *Coposcephalus* оказываются активными только тогда, когда въ ихъ активности нѣтъ больше никакой надобности. Дѣйствительно, одного лишь взгляда на рисунокъ *Haberlandt*'а, изображающій поперечный разрѣзъ воднаго устьяца *Coposcephalus ovatus*, достаточно, чтобы убѣдиться въ томъ, что фильтрація пасоки подъ давленіемъ въ сосудистой системѣ идетъ совершенно независимо отъ того, будутъ ли клѣтки эпитемы активны или нѣтъ. Окончанія трахеидъ соприкасаются съ широкими межклѣтниками эпитемы, открывающимися въ водную полость подъ устьищемъ. При достаточномъ давленіи въ сосудистой системѣ пасока очевидно безъ затрудненія выходитъ изъ трахеидъ въ межклѣтники и благополучно достигаетъ устьяца. Впрочемъ и самъ *Haberlandt* видитъ себя вынужденнымъ обратиться къ активности клѣтокъ эпитемы только вслѣдствіе факта прекращенія выдѣленія капель послѣ отравленія устьиць. Не проще ли однако прекращеніе выдѣленія объясняется спаденіемъ *губчатой* паренхимы эпитемы, подобно тому какъ это предполагаетъ *Spanjer* (р. 71). Межклѣтники эпитемы дѣлаются при этомъ очевидно слишкомъ узкими, а можетъ быть и закрываются даже мѣстами. Проходъ вышедшей изъ трахеидъ воды черезъ эпитему дѣлается такимъ образомъ затрудненнымъ; давленіе въ сосудистой системѣ повышается и дѣлается достаточнымъ для инъекціи мезофила листа, какъ это было въ опытѣ *Haberlandt*'а. Слѣдующіе опыты съ достаточной, мнѣ кажется, убѣдительностью, подтверждаютъ высказанныя предположенія.

Ficus carica. 1. Въ листъ подъ давленіемъ въ 35 *ctm.* ргутаго столба вдавливалась вода (безъ давленія, какъ уже сказано, выдѣленіе не идетъ). Черезъ два часа изъ водныхъ устьиць показались первыя капли. Выдѣлившаяся вода удалена и устьяца смазаны 0,1% растворомъ сулемы. Черезъ два часа выдѣлились вновь капли прежнихъ размѣровъ. Послѣ этого зубцы листа съ функционировавшими устьицами опускались въ 1% алко-гольный растворъ сулемы, въ которомъ и оставались погруженными нѣкоторое время. Черезъ нѣсколько часовъ послѣ помѣщенія листа во влажную атмосферу водныхъ капель еще незамѣтно. Давленіе увеличено до 70 *ctm.* Спустя 16 часовъ изъ отравленныхъ кончиковъ листа показались вновь капли.

Ficus elastica. 2. Въ молодой листъ вдавливалась вода подъ давленіемъ 35 *ctm.* Черезъ 15 часовъ вода еще не показала изъ устьиць; листъ начинаетъ инъецироваться. Черезъ сутки: листъ сильно инъецированъ, вода изъ водныхъ устьиць не выдѣляется; масса капель показала съ нижней стороны листа изъ обыкновенныхъ дыхательныхъ устьиць. Анатомическое изслѣдованіе показываетъ, что межклѣтники эпитемы еще мало развиты, но клѣтки совершенно свѣжи.

Болѣе старый листъ. 3. Давленіе 35 *ctm.* Черезъ 15 час. изъ водныхъ устьиць вышли

капли. Листъ немного инъецировался. Въ слѣдующіе дни выдѣленіе воды продолжалось, инъекція не увеличилась.

Изъ опыта 1 видно, что только при отравленіи значительной части паренхимы, окружающей водное устье, происходитъ задержка въ выдѣленіи воды. При увеличеніи же давленія въ сосудистой системѣ препятствіе, созданное отравленіемъ ткани (и очевидно спаденіемъ межклетниковъ), преодолевается и вода выходитъ изъ устья. Если бы выдѣленіе воды изъ воднаго устья могло происходить только подъ вліяніемъ жизнедѣятельности клетокъ эпитемы (или все то же ихъ осмотической активности), то никакое увеличеніе давленія очевидно не могло бы вызвать вновь секреціи. Такимъ образомъ задержка послѣдней вслѣдствіе отравленія чисто механическаго характера и состоитъ въ затрудненіи прохода для воды, фильтрующей изъ трахендъ.

Опытъ 2 и 3 съ другой стороны показываютъ, что не жизнедѣятельности клетокъ эпитемы мы должны приписывать выдѣленіе воды изъ устья, а состоянію пути для воды, фильтрующей изъ сосудистой системы. Межклетники паренхимы листа оказывали очевидно меньшее сопротивленіе инъецированію водой, чѣмъ межклетники эпитемы. Странно было бы думать, что клетки эпитемы молодого листа, гдѣ всѣ функціи протекаютъ энергичнѣе, могутъ хуже функционировать, чѣмъ клетки эпитемы стараго листа. Активно выдѣляющія воду эпидермальныя образования молодого листа функционируютъ напр. гораздо энергичнѣе.

Нѣтъ никакого сомнѣнія въ томъ, что первый опытъ удался бы и съ *Conocerphalus ovatus*. Хотя это растение и невозможно было имѣть здѣсь (его и гербарный матеріалъ отсутствуетъ въ Ботаническомъ саду въ С.-Петербургѣ), однако опыты, аналогичные описаннымъ, мнѣ удалось произвести съ тѣмъ же результатомъ надъ другими *Moraceae* (именно: *Morus alba* и *nigra*). Такимъ образомъ вопросъ о существованіи активной эпитемы, мнѣ кажется, можно считать окончательно рѣшеннымъ въ отрицательномъ смыслѣ.

Въ чемъ же заключается физиологическая роль эпитемы и вообще всего воднаго устья при процессѣ выдѣленія воды?

Въ послѣднее время Max. v. Minden показалъ, что вода, вдавливаемая корневымъ давленіемъ въ листья, можетъ выдѣляться не только изъ водныхъ устьицъ, но часто изъ отверстій въ эпидермисѣ, образовавшихся вслѣдствіе мѣстнаго разрушенія клетокъ (р. 10—17). Съ другой стороны, согласно приводимымъ ниже опытамъ, выдѣленіе воды у многихъ *Pariliovaseae* совершается послѣ небольшой инъекціи мезофилла черезъ обыкновенныя воздушныя устья (то же извѣстно давно ужъ для злаковъ). При этомъ какъ въ томъ такъ и въ другомъ случаѣ выдѣленіе воды происходитъ не менѣе легко, чѣмъ выдѣленіе черезъ типичныя водныя устья другихъ растений. Анатомическое изслѣдованіе показываетъ, что въ частяхъ листа, гдѣ совершается выдѣленіе воды, трахенды окончаній сосудистыхъ пучковъ соприкасаются съ широкими межклетниками. Такъ что главной причиной того, почему фильтрація воды изъ сосудистой системы совершается именно въ мѣстахъ выдѣленія капель, а не другихъ частяхъ листа, является очевидно меньшее сопро-

тивленіе межклетниковъ. Если мы искусственно создаемъ препятствіе отводу воды въ мѣстахъ нормальнаго выдѣленія капель (заклепаніемъ или отравленіемъ устьицъ), то фильтрація начинается въ мѣстахъ, представлявшихъ до этого большее сопротивленіе т. е. черезъ сосудистыя влагалища, производя инъекцію мезофилла листа водой¹⁾.

Въ виду только что изложеннаго не трудно видѣть, какую роль играетъ эпитема въ выдѣленіи воды черезъ водныя устьица. Чѣмъ уже межклетники эпитемы, тѣмъ большее сопротивленіе оказываютъ они прохожденію черезъ нихъ воды. Наоборотъ, чѣмъ шире эти межклетники и чѣмъ меньше клетокъ содержитъ эпитема, тѣмъ легче находитъ себѣ выходъ фильтрующаяся пасока паружу. Изученіе развитія водныхъ устьицъ показываетъ, что устьице начинаетъ функционировать только съ того возраста, когда интерцеллюляры эпитемы дѣлаются достаточно широкими. Впослѣдствіи же, когда на очень старыхъ листьяхъ клетки эпитемы отмираютъ и содержимое ихъ, превращаясь въ камедь и смолу, закупориваетъ межклетники, выдѣленіе воды дѣлается снова невозможнымъ. Сравненіе энергій выдѣленія воды черезъ устьица у различныхъ растений показываетъ, что чѣмъ слабѣе развита эпитема и чѣмъ шире ея межклетники, тѣмъ легче совершается выдѣленіе воды (т. е. меньшее давленіе нужно, чтобы вызвать выходъ капель) и тѣмъ дольше сохраняется на листьяхъ способность выдѣленія, и наоборотъ. Такъ что эпитема играетъ повидимому только роль клапана для фильтрующейся изъ трахеидъ воды. Только при достаточно большомъ давленіи въ сосудистой системѣ выходъ воды дѣлается возможнымъ. Однако давленіе вслѣдствіе существованія эпитемы можетъ сдѣлаться, какъ мы видѣли въ опытѣ съ *Ficus elastica*²⁾, настолько велико, что происходитъ инъекція мезофилла листа водой и водоотводящій аппаратъ оказывается такимъ образомъ не въ силахъ выполнить свою функцію. Что касается теперь роли эпитемы, состоящей въ поддержаніи межклетниковъ, примыкающихъ къ сосудистымъ окончаніямъ, заполненными постоянно водою, и въ облегченіи такимъ образомъ выдѣленія воды паружу, то микроскопическое изслѣдованіе не подтверждаетъ такой роли, такъ какъ въ сухую погоду межклетники эпитемы оказываются наполненными воздухомъ, и несмотря на это, при первомъ пониженіи испаренія выдѣленіе воды возобновляется безъ труда. Во всякомъ случаѣ возможность выдѣленія воды черезъ устьица, лишенныя какой бы то ни было эпитемы и часто функционирующія въ другое время какъ дыхательныя, доказываетъ, что значеніе эпитемы нельзя видѣть въ означенной роли.

Совершенно независимо отъ того, затрудняетъ ли облегчаетъ эпитема выдѣленіе пасоки наружу, существованіе ея прежде всего обусловливается наследственностью³⁾. То же самое можно сказать и относительно той или другой особенности устьицъ, изъ которыхъ происходитъ выдѣленіе воды. Послѣднее въ особенности подтверждается существованіемъ

1) См. также мою работу «Die Bedeutung der Wasser absondernden Organe...» и т. д. Flora 1902 г., гдѣ препятствіе нормальной фильтраціи черезъ устьица создавалось при помощи удаленія устьицъ и заживленія раны.

2) То же было еще раньше показано и опытами Moll'a.

3) Къ тому же выводу приходитъ и Max. v. Minden (p. 54).

цѣлаго ряда растений, гдѣ, несмотря на энергичное выдѣленіе воды, ни эпитемы, ни какихъ либо преформированныхъ устьицъ не имѣется. У такихъ растений въ теченіе тысячелѣтій выдѣленіе воды всегда происходило чрезъ дыхательныя устьяца. Кромѣ злаковъ (Haberlant) сюда должно отнести также многіе виды Papilionaceae; къ описанію выдѣленія воды у послѣднихъ я и позволяю себѣ теперь перейти.

Гл. 4. Выдѣленіе воды черезъ дыхательныя устьяца у Papilionaceae.

Volken, впервые изслѣдовавшій распространеніе явленія выдѣленія воды у различныхъ семействъ сосудистыхъ растений, указываетъ на Papilionaceae, какъ на одно изъ немногихъ семействъ, гдѣ не замѣчается ни выдѣленія воды, ни органовъ, которые позволяли бы заключить о возможности существованія такового (р. 31). Этотъ выводъ Volken's'a не подтвердился, какъ мы знаемъ, внослѣдствіи. Изслѣдованія Haberlandt'a указали на существованіе у *Phaseolus multiflorus* и *Vicia serium* (VI, 90) выдѣленія воды головчатыми волосками. Кромѣ того тѣмъ же ученымъ было найдено на листьяхъ послѣдняго растения устьяце, очень похожее на дыхательное, функционирующее однако при вдавливаніи въ листъ воды, какъ водное. По даннымъ автора, это устьяце лежитъ всегда на листовомъ кончикѣ (Blattspitze). Выдѣленіе воды у Papilionaceae изслѣдуетъ внослѣдствіи Spanjer, при чемъ подтверждаетъ фактъ выдѣленія воды у *Phaseolus multiflorus* и *Vicia serium*, но съ другой стороны подтверждаетъ и наблюденія Volken's'a относительно слѣдующихъ растений: *Lupinus*, *Trifolium*, *Amicia*, *Orobus*, *Lathyrus*, *Hedysarum* и *Virgilia* (р. 59). Этимъ пока ограничиваются литературныя данныя относительно выдѣленія воды Papilionaceae.

Приступаю къ описанію своихъ опытовъ:

Pisum sativum. Нѣсколько хорошо полтыхъ водой горшковъ съ молодыми растеніями были поставлены во влажную атмосферу при темпер. 23° С. Черезъ 1½ часа ночи у половины взятыхъ растений на стебляхъ и листьяхъ появились крупныя капли воды. Послѣ удаленія капли быстро замѣнялись новыми. Мѣсто появленія ихъ совершенно неопредѣленно, хотя чаще можно было видѣть капли ближе къ краямъ листовыхъ пластинокъ и съ морфологически верхней стороны (но капли съ нижней стороны листьевъ и на срединѣ пластинокъ — не рѣдкость). Срѣзанныя и поставленные въ воду растенія прекращаютъ выдѣленіе капель.

Опыты съ давленіемъ. Вода вдавливалась столбомъ ртути въ 10 сантим. Минуть черезъ 5 появлялись первыя капли на ближайшихъ къ срѣзу частяхъ стебля. Затѣмъ выдѣленіе воды распространялось на прилистники, главные нервы и наконецъ листовыя пластинки. При 20 сантим. давленія первыя капли появлялись черезъ 1 — 2 минуты, при чемъ фильтрація воды черезъ стебель дѣлалась настолько значительной, что въ 20 — 30 м. удавалось черезъ стебель діаметра 4 мм. профильтровать 20 — 40 куб. сантим. воды.

Выдѣленіе воды изъ стебля и листьевъ происходитъ, какъ показываетъ микроскопическое наблюденіе изъ устьицъ, ничѣмъ не отличающихся отъ сосѣднихъ. Передъ выдѣленіемъ воды изъ листовой пластинки часть мезофилла инъецируется водой и вода изъ межклетниковъ идетъ въ сторону наименьшаго сопротивленія, т. е. черезъ тѣ изъ ближайшихъ устьицъ, которыя болѣе легко пропускаетъ воду, при чемъ выдѣленіе воды можетъ происходить въ обѣ стороны одновременно: вверхъ и внизъ. Окончанія сосудистыхъ пучковъ не имѣютъ никакого отношенія къ устьицамъ, пропускающимъ воду.

Быстрота фильтраціи воды черезъ стебель объясняется широтою межклетниковъ его паренхимы, по объему составляющихъ почти $\frac{1}{4}$ всего его объема.

При вдавливаніи въ стебель 1% раствора эозина капли появлялись всегда позднѣе. Выдѣленіе воды въ особенности на листьяхъ сильно затруднялось и даже прекращалось. Микроскопъ показывалъ въ такихъ случаяхъ закрытіе устьицъ, при чемъ замыкающія клетки послѣднихъ оказывались окрашенными. Только при увеличеніи давленія до 40 cm. ртутн. столба выдѣленіе ядовитаго раствора возобновлялось.

Trifolium pratense. Вопреки показаніямъ Volkens'a и Spanjer'a, половина изъ высѣянныхъ въ общій ящикъ молодыхъ растеньицъ при помѣщеніи во влажную атмосферу показывала выдѣленіе водныхъ капель, главная масса которыхъ выходила изъ стеблей. Выдѣленіе воды происходитъ, какъ показываетъ микроскопъ, совершенно тѣмъ же путемъ, какъ и у *Pisum*. Устьица, изъ которыхъ происходитъ выдѣленіе, не имѣютъ никакого отношенія къ сосудистымъ окончаніямъ и совершенно тождественны съ сосѣдными.

Lupinus luteus. Выдѣленіе капель на молодыхъ растеніяхъ происходитъ главнымъ образомъ изъ листьевъ, при чемъ устьица подобно предыдущимъ примѣрамъ, не имѣютъ никакого отношенія къ сосудистымъ окончаніямъ и тождественны съ сосѣдными.

Ervum Lens. То же, что и для *Trifolium*.

Vicia sativa. Выдѣленіе воды замѣтно лишь у немногихъ экземпляровъ. Капли появляются главнымъ образомъ изъ стеблей, а также и листовыхъ пластинокъ. Выдѣленіе воды происходитъ совершенно тѣмъ же путемъ, какъ и у *Pisum*. Быстрая фильтрація черезъ стебель наблюдается здѣсь также какъ и у *Pisum* уже при давленіи въ 20—30 cm.

Vicia sepium. То же, что и для *Vicia sativa*. Водное устьице Haberlandt'a не имѣетъ опредѣленнаго положенія и ничѣмъ не отличается отъ обыкновенныхъ воздушныхъ устьицъ. Выдѣленіе воды происходитъ тѣмъ же путемъ, какъ и у *Pisum*.

Приведенныхъ примѣровъ мнѣ кажется будетъ достаточно, чтобы показать, что выдѣленіе воды и у *Rapilionaceae* можетъ происходить черезъ устьица, при чемъ послѣднія ничѣмъ не отличаются отъ обыкновенныхъ дыхательныхъ и не имѣютъ никакого отношенія къ окончаніямъ сосудистыхъ пучковъ. Эти устьица въ сухой атмосферѣ функционируютъ очевидно и сами какъ дыхательныя.

Такимъ образомъ для выдѣленія воды *Rapilionaceae* не нуждаются ни въ эпитемѣ, ни въ преформированныхъ устьицахъ.

Что дыхательныя устьица могутъ служить мѣстомъ выдѣленія воды изъ листьевъ при

слишкомъ большомъ сопротивленіи эпитемы, мы видѣли уже изъ опыта съ *Ficus elastica*. Съ другой стороны, въ опытахъ Moll'я, при сильномъ вдавливаніи воды водныя устьяца не въ состояніи были предохранить листь отъ инъекціи мезофилла съ послѣдующимъ выходомъ воды изъ воздушныхъ устьяцъ. Весьма вѣроятно поэтому, что сопротивленіе, представляемое прохожденію воды водными устьяцами и эпитемой, только немногимъ меньше, чѣмъ сопротивленіе сосудистыхъ влагалищъ. Различіе же въ сопротивленіи тѣхъ и другихъ нужно искать въ величинѣ ихъ межклеточниковъ. Тамъ, гдѣ межклетники, граничащіе съ сосудистыми пучками (именно трахеидами и сосудами послѣднихъ), достаточно широки, какъ напр. у *Pisum sativum*, выдѣленіе воды наружу можетъ происходить и независимо отъ сосудистыхъ окончаній.

Гл. 5. Причина выдѣленія воды черезъ отверстія эпидермиса, т. е. причина плача.

Процессъ выдѣленія воды черезъ устьяца сводится, какъ мы видѣли, во всѣхъ случаяхъ къ явленію плача. Поэтому, чтобы опредѣлить причину выдѣленія воды изъ устьяцъ, нужно опредѣлить причину корневого и стеблевого давленія.

Если въ эпидермальныхъ водовыдѣлительныхъ органахъ мы имѣли примѣръ поверхностнаго расположенія движущей силы, рѣзко локализованной въ выдѣлительныхъ клеткахъ, то въ плачѣ мы имѣемъ примѣръ воднаго тока, движущая сила котораго можетъ находиться внутри стебля или корня. Къ сожалѣнію наши свѣдѣнія относительно мѣста нахождения двигателей плача еще болѣе чѣмъ недостаточны, поэтому трудно было бы провести полную параллель между поверхностными и внутренними двигателями воднаго тока. Съ другой стороны экспериментальное изслѣдованіе плача не могло входить въ программу предлагаемой работы; поэтому, ссылаясь на сочиненія другихъ авторовъ¹⁾, въ особенности Wieler'a, въ подробности разбирающія явленіе плача и заключающія въ себѣ массу цѣнныхъ опытныхъ данныхъ, я попробую выяснитъ только отчасти связь обоихъ явленій.

Посмотримъ прежде всего, насколько полученныя мною данныя относительно активной дѣятельности поверхностныхъ водовыдѣлительныхъ клетокъ согласуются съ данными Wieler'a и др., полученными относительно плача. Сходство ихъ дало бы намъ возможность высказаться утвердительно относительно аналогичности явленія плача съ явленіями поверхностнаго выдѣленія воды.

При пониженіи осмотического всасыванія перенесеніемъ корня въ растворъ селитры, глицерина или сахара плачъ замедляется или даже прекращается (р. 43—54), подобно тому какъ замедляется и прекращается выдѣленіе воды волосками *Phaseolus* послѣ помѣщенія листьевъ на растворъ поваренной соли.

1) Полную литературу вопроса можно найти въ работѣ Wieler'a.

При отсутствіи плача, его можно вызвать погруженіемъ на нѣкоторое время корня въ растворъ селитры или глицерина (р. 88 и слѣд.). Аналогичное дѣйствіе поваренной соли на усиленіе выдѣленія воды было описано нами и для волосковъ *Phaseolus*. Какъ здѣсь, такъ вѣроятно и при плачѣ соль входитъ въ плазматическій мѣшокъ выдѣляющихъ клѣтокъ, повышая концентрацію сока послѣднихъ.

Температура сильно увеличиваетъ плачъ. Такъ при 38—40° С. *Vitis* плачетъ почти въ 8 разъ сильнѣе, чѣмъ при 8° (р. 61); подобное увеличеніе вполне соответствуетъ увеличенію выдѣленія воды у *Pilobolus* (гдѣ при 38° энергія секреціи тоже въ 8 разъ больше чѣмъ при 8° — см. кривую стр. 13). Что касается дѣйствія наркотиковъ и ядовъ на энергію плача, то оно вполне соответствуетъ дѣйствию ихъ на выдѣленіе раствора поверхностными клѣтками. Хлороформъ уменьшаетъ и прекращаетъ плачъ подобно тому, какъ это было найдено мною и для выдѣленія воды волосками *Phaseolus*.

Плачъ, аналогично выдѣленію воды волосками, прекращается наконецъ въ бескислородной средѣ.

Такое полное согласіе имѣющихся данныхъ относительно плача и выдѣленія воднаго раствора поверхностными клѣтками растеній заставляетъ думать, что оба явленія обуславливаются тѣми же причинами.

Предположеніе *Wieler*'а о томъ, что плачъ вызывается различіемъ въ концентраціи различныхъ участковъ плазмы (р. 164 и слѣд.), не можетъ быть признано болѣе отвѣчающимъ фактамъ, чѣмъ гипотеза, видящая причину плача въ различіи проницаемости плазматической оболочки различныхъ частей клѣтокъ. Послѣдней гипотезѣ не противорѣчитъ, во всякомъ случаѣ, фактъ малой концентраціи жидкости, выдѣляющейся изъ водныхъ устьицъ хорошо плачущихъ растеній (напр. *Calocasia*, *Vitis*). Изъ формулы XIII, выведенной мною для скорости воднаго тока черезъ многоклѣтную водовыдѣлятельную систему, видно, что проницаемость плазматической оболочки выдѣляющей клѣтки можетъ быть очень незначительной и несмотря на это, скорость выдѣленія воды будетъ оставаться большой, если достаточно велика разность $(1 - h_1 \alpha_B) \left(1 - \frac{c_2 \alpha_2}{c_1 \alpha_B}\right) - (1 - h \alpha_A) (1 - h_1)$.

Не считая вопросъ рѣшеннымъ, позволяю себѣ однако надѣяться, что теоретическія соображенія и формулы, послужившія мнѣ руководящей нитью въ изслѣдованіи явленій активнаго выдѣленія раствора одноклѣтными и многоклѣтными растеніями, оправдаются и при дальнѣйшемъ изученіи плача.

Резюмируя все изложенное относительно выдѣленія водныхъ растворовъ сосудистыми растеніями черезъ отверстія эпидермиса, приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ:

1. Вода, выдѣляющаяся изъ устьицъ и другихъ отверстій эпидермиса растеній, доставляется исключительно клѣтками корня или стебля, при чемъ причина активной секреціонной дѣятельности послѣднихъ повидимому схожа съ причиной выдѣленія воды клѣтками эпидермальныхъ образований.

2. Вода, фильтрующаяся изъ сосудистой системы, выходитъ предпочтительно изъ

водныхъ устьиць и др. вслѣдствіе соприкосновенія сосудовъ и трахейдъ въ этихъ мѣстахъ съ широкими межклетниками, сообщающимися съ выводнымъ отверстіемъ.

3. Эпитема не способствуетъ, а наоборотъ задерживаетъ выдѣленіе воды изъ устьиць, слѣдовательно играетъ роль лишь клапана, пропускающаго воду только при известной высотѣ давленія въ сосудистой системѣ.

ГЛАВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.

1. Выдѣленіе водныхъ растворовъ какъ одноклетными растеніями, такъ и водовыдѣлительными эпидермальными образованиями (волосками, эмергенцами и эпидермисами) высшихъ растений совершается, согласно первой гипотезѣ Пфеффера, вслѣдствіе неравной проницаемости плазматической оболочки выдѣляющей клетки въ различныхъ ея частяхъ для веществъ, растворенныхъ въ клеточномъ соку (нѣтъ ни одного факта противорѣчающаго этой гипотезѣ).

2. Ходъ явленія и вліяніе на него различныхъ внѣшнихъ факторовъ находятся въ полномъ согласіи съ требованіями математической формулы, выведенной для скорости выдѣленія воды на основаніи общепринятыхъ возрѣній на осмотическое давленіе.

3. Проницаемость плазматической оболочки легко измѣняется подъ вліяніемъ какъ внутреннихъ, такъ и внѣшнихъ факторовъ, не дѣйствующихъ на проницаемость осадочныхъ полупроницаемыхъ перепонокъ. Вслѣдствіе этой особенности живой полупроницаемой перепонки процессъ выдѣленія воды должно разсматривать, какъ физиологическій процессъ.

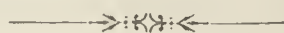
4. У высшихъ растений выдѣленіе воды производится активно или эпидермальными образованиями или клетками расположенными въ глубинѣ стебля и корня; существованіе активного выдѣленія воды клетками эпитемы водныхъ устьиць у нѣкоторыхъ растений (*Ficus*, *Moraceae*) не подтвердилось.

5. Водовыдѣлительные эпидермальные органы высшихъ растений ни въ какомъ случаѣ не могутъ быть разсматриваемы въ то же время какъ органы, служащіе всасыванію капельно-жидкой воды листомъ при недостаткѣ послѣдней въ тканяхъ растенія.

6. У многихъ видовъ *Rapilionaceae* выдѣленіе воды подъ напоромъ корневого давленія совершается нормально исключительно черезъ дыхательныя устьица.

Въ заключеніе считаю своимъ пріятнымъ долгомъ выразить сердечнѣйшую признательность академику А. С. Фаминцыну, гостепріимно предоставившему мнѣ всѣ удобства своей лабораторіи, въ которой главнымъ образомъ произведены были опыты для предлагаемой работы, а также всѣмъ лицамъ, такъ или иначе содѣйствовавшимъ возникновенію означеннаго труда.

С.-Петербургъ, 24-го сентября 1903 года.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 7.

Volume XV. № 7.

SUR

CERTAINES ÉGALITÉS GÉNÉRALES

COMMUNES À PLUSIEURS SÉRIES DE FONCTIONS

SOUVENT EMPLOYÉES DANS L'ANALYSE.

PAR

W. Stekloff.

(Présenté le 26 novembre 1903.)

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонервъ Императорской
Академіи Наукъ:

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

И. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
П. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
П. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
П. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 80 коп. — Prix: 2 Mark.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Мартъ 1904 года.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лин., № 12.

I.

1. Désignons par

$$V_1, V_2, V_3, \dots, V_k, \dots$$

une suite infinie de fonctions, définies suivant une loi quelconque dans un certain domaine (D), d'une, ou de deux, ou de trois variables indépendantes réelles x, y, z .

Soit f une autre fonction quelconque de ces variables.

S'il existe une suite de constantes

$$A_1, A_2, A_3, \dots, A_k, \dots,$$

bien déterminées et telles qu'on ait pour tous les points du domaine (D)

$$f = A_1 V_1 + A_2 V_2 + A_3 V_3 + \dots + A_k V_k + \dots,$$

on dit que la fonction f se développe dans le domaine considéré en série procédant suivant les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$.

Désignons, en général, par *de* l'élément du domaine (D), c'est-à-dire l'élément dx d'un intervalle (a, b) , a et b étant des nombres donnés, l'élément d'une aire, l'élément superficiel ou enfin l'élément de volume, selon qu'il s'agit d'une seule, de deux ou de trois variables indépendantes.

Soit F une fonction quelconque, définie dans le domaine (D).

L'intégrale de F , étendue au domaine (D) tout entier, nous la désignerons par

$$\int F de.$$

Parmi les nombreux développements ceux, qui procèdent suivant les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ satisfaisant aux conditions

$$(1) \quad \int p V_n V_m de = 0 \quad \text{pour } n \geq m,$$

p étant une certaine fonction continue et positive, déterminée pour chaque suite de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$, sont le plus souvent employés dans l'Analyse et dans les applications.

Rappelons, par exemple, dans le cas d'une seule variable x :

1°. Fonctions trigonométriques ($a = 0$, $b = 2\pi$)

$$\sin kx, \cos kx. \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

2°. Fonctions de Bessel, ou les fonctions ($a = 0$, $b = 1$)

$$P_{\mu,k} = P_{\mu}(\lambda_k x), \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

où P_{μ} est une fonction vérifiant l'équation

$$x P_{\mu}'' + (2\mu + 1) P_{\mu}' + x P_{\mu} = 0, \quad ^1)$$

μ étant une constante quelconque réelle, λ_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) désignant les racines positives d'une des équations suivantes

$$P_{\mu}(z) = 0, \quad P_{\mu}'(z) = 0, \quad z P_{\mu}'(z) - h P_{\mu}(z) = 0,$$

h étant une constante, différente de zéro.

3°. Fonctions de Lamé.

4°. Polynômes de Tchébicheff et, en particulier, polynômes de Jacobi et les fonctions de Legendre.

5°. Fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) satisfaisant aux conditions suivantes :

$$\begin{aligned} V_k'' + (\lambda_k p - q) V_k &= 0 \quad \text{pour } a < x < b, \\ V_k' - h V_k &= 0 \quad \text{pour } x = a, \\ V_k' + H V_k &= 0 \quad \text{pour } x = b, \end{aligned} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

où p et q sont les fonctions de x , continues et positives, dont la première ne s'annule pas dans l'intervalle (a, b) , h et H sont des constantes positives données, λ_k est une constante positive, bien déterminée pour chaque fonction V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) (constante caractéristique pour V_k)²⁾.

Dans le cas de deux ou de trois variables nous signalons :

6°. Fonctions sphériques.

7°. Fonctions connues sous le nom de produits de Lamé.

1) Je désigne, en général, par F' et F'' les dérivées du premier et du second ordre de la fonction F .

2) Voir mon Mémoire: «Problème de refroidissement d'une barre hétérogène. Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse», 1901.

8°. Fonctions fondamentales dont j'ai établi l'existence en 1899 ¹⁾.

9°. Fonctions fondamentales de M. Ed. Le Roy ²⁾.

10°) Fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$), définies pour chaque surface fermée (S) par les conditions

$$(2) \quad \frac{\partial^2 V_k}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V_k}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V_k}{\partial z^2} + \lambda_k V_k = 0$$

à l'intérieur de (S),

$$\frac{\partial V_{ki}}{\partial n} + h V_k = 0 \quad \text{sur } (S),$$

où je désigne par le symbole $\frac{dV_{ki}}{dn}$ ce qu'on appelle dérivée normale intérieure de la fonction V_k sur (S) ³⁾, par h une constante positive donnée, par λ_k un nombre positif, bien déterminé pour chacune des fonctions V_k [et pour chaque surface donnée (S)]. ⁴⁾

Dans le cas limite de $h = \infty$, nous obtiendrons les fonctions satisfaisant à l'équation (2) et s'annulant sur (S); pour $h = 0$, V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) se réduisent aux fonctions dont j'ai établi l'existence dans mon Mémoire déjà cité (Sur les problèmes fondamentaux etc. »).

Signalons enfin

11°. Fonctions universelles de M. A. Korn ⁵⁾ qu'on peut définir le plus convenablement par la relation

$$V_k(x, y, z) = \frac{\lambda_k}{4\pi} \int \frac{p V_k(\xi, \eta, \zeta)}{r} dr, \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

l'intégrale (par rapport à ξ, η, ζ) étant étendue au domaine donné (D), r désignant la distance du point x, y, z au point variable ξ, η, ζ de (D), p une fonction de ξ, η, ζ positive,

1) W. Stekloff: «Sur l'existence des fonctions fondamentales.» Comptes rendus, 27 mars 1899.

Idem: «Les méthodes générales pour résoudre les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique.» Kharkow, 1901 (en russe).

2) Ed. Le Roy: «Sur l'intégration des équations de la chaleur.» Annales de l'École Normale, 1897—98.

W. Stekloff: «Sur les problèmes fondamentaux de la Physique mathématique.» Annales de l'École Normale, 1902.

3) n désigne la direction de la normale extérieure à la surface (S).

4) H. Poincaré: «Sur les équations de la Physique mathématique.» Rendiconti di Palermo, 1894.

S. Zaremba: «Sur l'équation aux dérivées partielles $\Delta u + \xi u + f = 0$ et sur les fonctions harmoniques.» Annales de l'École Normale, 1899.

Idem: «Sur le développement d'une fonction arbitraire en une série procédant suivant les fonctions harmoniques.» Journal de Mathématiques, 1900.

W. Stekloff: «Mémoire sur les fonctions harmoniques de M. H. Poincaré.» Annales de Toulouse, 1901.

Idem: «Sur les problèmes fondamentaux etc.» Annales de l'École Normale, 1902.

A. Korn: «Ueber die Differentialgleichung $\Delta u + k^2 \varphi u = f$ und die harmonischen Functionen Poincaré's.» Berlin, 1902.

5) A. Korn: «Le problème mathématique des vibrations universelles.» Communications de la Société Mathématique de Kharkow, 1903.

continue dans (D) , λ_k une constante positive, bien déterminée pour chacune des fonctions V_k [et pour chaque domaine donné (D)].

2. Supposons que $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ satisfont aux conditions

$$(3) \quad \int p V_k^2 de = 1,$$

ce qui est toujours possible d'admettre sans restreindre la généralité.

Considérons les fonctions 1°, 2°, 3°, 6° et 7° du n° 1.

On sait que toute fonction f (d'une seule variable dans les cas 1°, 2° et 3°, de deux variables dans le cas 6° et de trois variables dans le cas 7°), satisfaisant à certaines conditions, assez générales, dans un certain domaine (D) , se développe en séries uniformément convergentes procédant suivant les fonctions dont il s'agit¹⁾.

Sans rappeler les conditions générales, il nous suffit de remarquer que ce développement a lieu, pourvu que la fonction f ainsi que ses dérivées de deux premiers ordres restent continues dans le domaine (D) .

Ces conditions étant remplies, on a pour les points du domaine considéré

$$f = \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k, \quad A_k = \int p f V_k de,$$

p désignant une fonction continue et positive.

De cette égalité on tire, en tenant compte de (1) et (3),

$$(4) \quad \int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2,$$

l'égalité ayant lieu pour toute fonction f continue avec ses dérivées de deux premiers ordres.

Considérons maintenant les fonctions 5°, 8°, 9° et 10°.

J'ai démontré dans divers Mémoires, cités plus haut, *sans m'appuyer sur la possibilité du développement d'une fonction donnée en séries des fonctions dont il s'agit*, que l'égalité (4) a lieu toujours, pourvu que f soit une fonction continue avec ses dérivées de deux premiers ordres.

En répétant presque textuellement les mêmes raisonnements nous pouvons établir l'égalité (4) pour les fonctions 11° de M. Korn sous les mêmes suppositions par rapport à f .

Quant aux fonctions 4° de Tchébicheff, l'égalité (4) aura lieu toutes les fois que la fonction f soit égale à un polynome quelconque en x .

1) Voir, par exemple, Dini: «Sopra la serie di Fourier», 1872.
Heine: «Handbuch der Kugelfunctionen», 1878.
Jordan: «Cours d'Analyse.» T. II, 1894.

Il en résulte de ce que nous avons dit que l'égalité (4) a lieu pour chaque suite de fonctions, énumérées dans le n° 1, pourvu que f soit un polynome quelconque des variables x, y, z .

On a donc pour tout polynome P et pour chaque suite de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ du n° 1

$$(5) \quad \int p P^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k^2, \quad B_k = \int p P V_k de.$$

3. Désignons maintenant par f une fonction quelconque, bornée et intégrable dans le domaine (D), et posons

$$f = \sum_{k=1}^n A_k V_k + R_n, \quad A_k = \int p f V_k de,$$

$$S_n = \int p R_n^2 de.$$

On trouve aisément, en tenant compte de (1) et (3),

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^n A_k^2 + S_n.$$

Cette égalité conduit aux propositions suivantes ayant lieu pour toute fonction f , bornée et intégrable dans le domaine donné (D):

1°. La série

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2$$

est toujours convergente, car

$$\sum_{k=1}^n A_k^2 \leq \int p f^2 de,$$

quel que soit le nombre n .

2°. La quantité S_n , considérée comme fonction de l'indice n , décroît, lorsque n croît indéfiniment, car

$$S_n - S_{n+1} = A_{n+1}^2 \geq 0.$$

4. Posons maintenant

$$(6) \quad P = \sum_{k=1}^n B_k V_k + R_n, \quad B_k = \int p P V_k de,$$

P étant un polynome quelconque en x, y, z .

Dans ce cas on trouve, en vertu de (5),

$$(7) \quad \lim_{n=\infty} S_n = \lim_{n=\infty} \int p R_n^2 de = 0.$$

Soit ψ une autre fonction, bornée et intégrable dans le domaine (D).

Multiplions (6) par $p\psi de$ et l'intégrons. On trouve, en tenant compte de (1) et (3),

$$\int p\psi P de = \sum_{k=1}^n B_k C_k + \int p\psi R_n de, \quad C_k = \int p\psi V_k de.$$

Or, quel que soit le nombre n ,

$$(\int p\psi R_n de)^2 \leq \int p R_n^2 de \cdot \int p\psi^2 de = Q^2 S_n,$$

où l'on a posé

$$Q^2 = \int p\psi^2 de.$$

Supposons que n croisse indéfiniment et passons à la limite; il viendra, en vertu de (7),

$$\lim_{n=\infty} \int p\psi R_n de = 0,$$

ce qui démontre la proposition suivante :

Quelle que soit la fonction ψ , bornée et intégrable dans le domaine (D), on a toujours, pour tout polynôme P et pour toutes les fonctions V_k du n° 1, le développement suivant

$$\int p\psi P de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k C_k, \quad B_k = \int p\psi V_k de, \quad C_k = \int p P V_k de.$$

Le théorème énoncé, qui résulte immédiatement de l'égalité (5), n'est qu'un cas particulier d'un autre théorème beaucoup plus général que nous démontrerons plus loin.

5. Après ces remarques préliminaires, passons à la démonstration du théorème suivant :

Si l'égalité de la forme

$$(8) \quad \int p P^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k^2, \quad B_k = \int p P V_k de,$$

P étant un polynôme quelconque en x, y, z , a lieu pour une suite quelconque de fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$), satisfaisant aux conditions

$$(9) \quad \int p V_n V_m de = 0, \quad \text{si } m \geq n, \quad \int p V_k^2 de = 1,$$

elle aura lieu nécessairement pour toute fonction f , continue dans le domaine (D) , c'est-à-dire on aura

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad A_k = \int p f V_k de.$$

On peut employer, pour la démonstration, la méthode indiquée dans mon ouvrage: «Les méthodes générales pour résoudre etc.» (Kharkow, 1901, p. 251)¹⁾, moyennant le théorème connu de M. E. Picard sur le développement des fonctions continues en séries des polynomes. Mais on peut simplifier les raisonnements, comme l'a remarqué M. Liapounoff, de la manière suivante:

Quelle que soit la fonction f , continue dans le domaine (D) , on peut toujours construire un polynome P tel qu'on ait en tous les points du domaine (D)

$$(10) \quad |f - P| < \varepsilon,$$

ε étant un nombre positif, donné à l'avance.

C'est le théorème connu, établi pour la première fois par M. Weierstrass pour la fonction f ne dépendant que d'une seule variable x .

On sait maintenant que ce théorème reste vrai pour toute fonction continue f de plusieurs variables indépendantes.

En entendant par P dans (8) le polynome ainsi défini, écrivons cette égalité sous la forme suivante:

$$\int p f^2 de + 2 \int p f (P - f) de + \int p (P - f)^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} (A_k + C_k)^2,$$

où l'on a posé

$$A_k = \int p f V_k de, \quad C_k = \int p (P - f) V_k de.$$

L'égalité précédente donne

$$(11) \quad \int p f^2 de - \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 = \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} A_k C_k - \int p (P - f)^2 de - 2 \int p f (P - f) de.$$

Soient maintenant

$$\begin{aligned} a_1, & a_2, & a_3, & \dots, & a_n, \\ b_1, & b_2, & b_3, & \dots, & b_n \end{aligned}$$

deux suites de nombres arbitraires, n étant un entier quelconque.

1) Voir aussi mon Mémoire: «Sur le développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les polynomes de Tchébicheff et, en particulier, suivant les polynomes de Jacobi.» Journal für die reine und angew. Mathematik, Bd. 125, 1902, p. 210 etc.

Quels que soient les nombres $a_k, b_k (k = 1, 2, \dots, n)$, on a toujours

$$(12) \quad \left| \sum_{k=1}^n a_k b_k \right| \leq \sqrt{\sum_{k=1}^n a_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^n b_k^2}.$$

Supposant que n croisse indéfiniment et que les séries

$$\sum_{k=1}^{\infty} a_k^2, \quad \sum_{k=1}^{\infty} b_k^2$$

convergent, on aura, en passant à la limite,

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} a_k b_k \right| \leq \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} a_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} b_k^2}.$$

Appliquons cette inégalité générale au cas de

$$a_k = A_k, \quad b_k = C_k,$$

ce qui est possible, car les séries

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2$$

convergent d'après le théorème 1^o du n^o 3.

On trouve

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k C_k \right| < \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2} \sqrt{\sum_{k=1}^{\infty} C_k^2}.$$

D'autre part (voir n^o 3),

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 \leq \int p f^2 de, \quad \sum_{k=1}^{\infty} C_k^2 \leq \int p (P - f)^2 de$$

et

$$\left| \int p f (P - f) de \right| \leq \left(\int p f^2 de \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int p (P - f)^2 de \right)^{\frac{1}{2}},$$

d'où l'on tire

$$\sum_{k=1}^{\infty} C_k^2 < \varepsilon^2 \int p de, \quad \left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k C_k \right| < \varepsilon \sqrt{\int p de \cdot \int p f^2 de},$$

$$\left| \int p f (P - f) de \right| \leq \varepsilon \sqrt{\int p de \cdot \int p f^2 de},$$

car, en vertu de (10),

$$\int p (P - f)^2 de < \varepsilon^2 \int p de.$$

Ces inégalités donnent, eu égard à (11),

$$(13) \quad \left| \int p f^2 de - \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2 \right| < \varepsilon N,$$

où

$$N = 2\varepsilon \int p de + 4\sqrt{\int p de \cdot \int p f^2 de}$$

est un nombre fini positif.

L'inégalité (13) démontre le théorème, énoncé au début de ce n^o.

6. Soit maintenant $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ une suite quelconque de fonctions, complètement définies dans un domaine donné (D), satisfaisant aux conditions (9) et telles qu'on a toujours

$$(14) \quad \int p \psi^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad A_k = \int p \psi V_k de,$$

quelle que soit la fonction ψ , continue dans le domaine (D).

Je démontrerai, dans ce qui va suivre, ce théorème général :

Si l'égalité (14) a lieu pour toute fonction ψ , continue dans (D), elle aura lieu nécessairement pour toute fonction f qui n'est que bornée et intégrable dans le domaine donné.

Décomposons (D) en domaines élémentaires

$$e_1, e_2, e_3, \dots, e_q,$$

q étant un nombre entier quelconque.

Désignons par e_k ceux de ces domaines particuliers, où l'oscillation O_k de la fonction f est plus petite qu'un nombre positif ε , donné à l'avance, par e_i — ceux, où l'oscillation O_i de f surpasse ε .

Comme f est intégrable dans (D), on peut choisir une décomposition convenable telle qu'on ait

$$(15) \quad \sum e_i < \varepsilon,$$

la somme étant étendue à tous les éléments e_i , où l'oscillation O_i surpasse le nombre ε .

Le nombre ε , qu'on peut prendre si petit que l'on veut, étant fixé d'une manière convenable, formons une fonction ψ , continue dans le domaine (D) tout entier, et telle que l'on ait en tous les points de chacun des éléments e_k

$$(16) \quad \psi = f + \eta,$$

où η est une fonction satisfaisant à la condition

$$(17) \quad |\eta| < \varepsilon.$$

Cela est toujours possible, car l'oscillation de f ne surpasse pas ε dans chacun des éléments e_k .

Posons maintenant

$$(18) \quad f = \sum_{k=1}^n A_k V_k + R_n, \quad A_k = \int p f V_k de,$$

$$(19) \quad \psi = \sum_{k=1}^n B_k V_k + R'_n, \quad B_k = \int p \psi V_k de,$$

$$S_n = \int p R_n^2 de, \quad S'_n = \int p R_n'^2 de.$$

Multiplions (18) par $p R_n de$ et l'intégrons; on trouve

$$\int p f R_n de = \sum_{k=1}^n A_k \int p R_n V_k de + S_n.$$

D'autre part, multipliant (18) par $V_k de$ et l'intégrant, on tire l'égalité

$$\int p R_n V_k de = 0,$$

ayant lieu pour toutes les valeurs de l'indice k à partir de $k = 1$ jusqu'à $k = n$.

On a donc

$$(20) \quad S_n = \int p f R_n de.$$

Multiplions maintenant (18) par $p \psi de$, (19) par $p f de$, intégrons et retranchons les résultats ainsi obtenus.

On trouve

$$(21) \quad \int p \psi R_n de = \int p f R'_n de.$$

Désignons, en général, par le symbole

$$\int_{e_s}$$

l'intégrale, étendue à l'élément e_s ($s = 1, 2, 3, \dots, q$).

On peut écrire

$$\int p \psi R_n de = \sum_{e_k} \int p \psi R_n de + \sum_{e_i} \int p \psi R_n de,$$

d'où, en vertu de (16),

$$\begin{aligned} \int p \psi R_n de &= \sum_{e_k} \int p (f + \eta) R_n de + \sum_{e_i} \int p \psi R_n de = \\ &= \int p f R_n de + \sum_{e_k} \int p \eta R_n de + \sum_{e_i} \int p (\psi - f) R_n de, \end{aligned}$$

puisque

$$\int p f R_n de = \sum_{e_k} \int p f R_n de + \sum_{e_i} \int p f R_n de.$$

De l'égalité précédente on tire, en tenant compte de (20) et (21),

$$S_n = \int p f R_n' de - \sum_{e_k} \int p \eta R_n de + \sum_{e_i} \int p (f - \psi) R_n de,$$

d'où

$$(22) \quad S_n \leq \left| \int p f R_n' de \right| + \left| \sum_{e_k} \int p \eta R_n de \right| + \left| \sum_{e_i} \int p (f - \psi) R_n de \right|.$$

Or

$$(23) \quad \left| \int p f R_n' de \right| \leq Q \sqrt{S_n'},$$

où

$$Q^2 = \int p f^2 de$$

est un nombre fixe, ne dépendant pas de n .

D'autre part, en vertu de (17),

$$\left| \sum_{e_k} \int p \eta R_n de \right| < \varepsilon \sum_{e_k} \int p |R_n| de.$$

Or

$$\sum_{e_k} \int p |R_n| de < \sqrt{\beta} \sqrt{e_k} \left(\sum_{e_k} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}},$$

β désignant le maximum de p dans le domaine (D).

On a donc

$$(24) \quad \left| \sum_{e_k} \int p \eta R_n de \right| < \varepsilon \sqrt{\beta} \sum_{e_k} \sqrt{e_k} \left(\sum_{e_k} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Appliquons l'inégalité générale (12) au cas de

$$a_k = \sqrt{e_k}, \quad b_k = \left(\int_{e_k} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}}.$$

On trouve

$$\sum \sqrt{e_k} \left(\int_{e_k} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}} < \sqrt{\sum e_k} \left(\sum \int_{e_k} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}}.$$

Or, il est évident que

$$\sum \int_{e_k} p R_n^2 de < \sum \int_{e_k} p R_n^2 de + \sum \int_{e_i} p R_n^2 de = S_n,$$

d'où (voir n° 3)

$$\sum \int_{e_k} p R_n^2 de < \int p f^2 de = Q^2.$$

D'autre part,

$$\sum e_k < D,$$

D désignant le volume du domaine (D).

Par conséquent,

$$\sum \sqrt{e_k} \left(\int_{e_k} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}} < Q \sqrt{D}.$$

On trouve donc, eu égard à cette inégalité et (24),

$$(25) \quad \left| \sum \int_{e_k} p \eta R_n de \right| < \varepsilon Q \sqrt{\beta D}.$$

Considérons enfin le dernier membre de l'inégalité (22).

On a

$$(26) \quad \left\{ \begin{array}{l} \left| \sum \int_{e_i} p (f - \psi) R_n de \right| \leq \sum \left(\int_{e_i} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_{e_i} p (f - \psi)^2 de \right)^{\frac{1}{2}} < \\ < M \sum \sqrt{e_i} \left(\int_{e_i} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}}, \end{array} \right.$$

où M désigne la maximum de $|f - \psi| \sqrt{p}$ dans le domaine (D).

Appliquons l'inégalité (12) au cas de

$$a_k = \sqrt{e_i}, \quad b_k = \left(\int_{e_i} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}}.$$

On trouve, comme précédemment,

$$\sum \sqrt{e_i} \left(\int_{e_i} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}} < \sqrt{\sum e_i} \left(\sum \int_{e_i} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}} < Q \sqrt{\sum e_i},$$

d'où, en tenant compte de (15) et (26), on tire

$$\left| \sum \int_{e_i} p (f - \psi) R_n de \right| < MQ \sqrt{\varepsilon}.$$

Cette dernière inégalité et les inégalités (22), (23) et (25) donnent

$$S_n < Q (\sqrt{S'_n} + \varepsilon \sqrt{\beta D} + M \sqrt{\varepsilon}).$$

Or, d'après l'hypothèse faite, l'égalité (14) a lieu pour la fonction continue ψ . On peut donc trouver un nombre ν tel, qu'on ait pour $n \geq \nu$

$$S'_n < \varepsilon.$$

En choisissant le nombre ν de la manière indiquée, on aura

$$S_n < \sqrt{\varepsilon} A \quad \text{pour } n \geq \nu,$$

où

$$A = Q (1 + M + \sqrt{\varepsilon \beta D})$$

est un nombre fixe, ne dépendant pas de n .

On a donc nécessairement

$$(27) \quad \lim_{n \rightarrow \infty} S_n = 0,$$

c'est-à-dire

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad A_k = \int p f V_k de,$$

quelle que soit la fonction f , bornée et intégrable dans le domaine (D).

7. La simple comparaison du théorème démontré avec celui du n° 5 nous conduit à la proposition suivante :

Si l'égalité de la forme

$$(28) \quad \int p P^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} B_k^2, \quad B_k = \int p P V_k de,$$

P étant un polynome quelconque en x, y, z , a lieu pour une suite quelconque de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ satisfaisant aux conditions

$$\int p V_n V_m de = 0 \quad \text{pour } n \leq m, \quad \int p V_k^2 de = 1,$$

elle aura lieu nécessairement pour toute fonction f , bornée et intégrable dans le domaine (D), c'est-à-dire on aura

$$\int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad A_k = \int p f V_k de.$$

Or, nous avons montré que l'égalité (28) a lieu pour chacune des suites de fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$, énumérées dans le n° 1 [voir n° 2, l'égalité (5)].

Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

Quelle que soit la fonction f , bornée et intégrable dans le domaine (D), on a toujours, pour toutes les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$, énumérées dans le n° 1, le développement suivant

$$(29) \quad \int p f^2 de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k^2, \quad A_k = \int p f V_k de,$$

comme si la série

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k,$$

pouvant n'avoir aucun sens sous les suppositions générales, faites par rapport à la fonction f , était non seulement convergente mais encore uniformément convergente.

Je dois rappeler que ce théorème, dans les cas particuliers des fonctions trigonométriques et sphériques, a été démontré pour la première fois par M. Liapounoff en 1896—97, mais par une méthode tout-à-fait différente de celle que nous venons d'exposer.

La démonstration nouvelle du théorème de M. Liapounoff (pour les fonctions trigonométriques) a paru récemment dans le Mémoire de M. A. Hurwitz: « Sur quelques applications géométriques des séries de Fourier » (Annales de l'Ecole Normale, Septembre, 1902).

8. Il est utile de signaler encore un théorème plus général contenant comme un cas particulier le théorème du n^o précédent.

Désignons par (D_0) un domaine quelconque, intérieur au domaine donné (D) , et entendons par $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ une suite quelconque de fonctions du n^o 1.

Soit f une fonction bornée et intégrable dans le domaine (D) tout entier, soit φ une autre fonction pouvant devenir infinie aux environs de certains points isolés du domaine (D_0) , mais telle que les intégrales

$$\int_{D_0} p f \varphi de, \quad \int_{D_0} p \varphi V_n de, \quad \int_{D_0} p \varphi^2 de,$$

étendues au domaine (D_0) , aient un sens bien déterminé.

Multiplions (18) par $p \varphi de$ et l'intégrons, en étendant l'intégration au domaine (D) .

On trouve

$$\int_{D_0} p f \varphi de = \sum_{k=1}^n A_k B_k + \int_{D_0} p \varphi R_n de,$$

où l'on a posé

$$B_k = \int_{D_0} p \varphi V_k de. \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

Or

$$\left| \int_{D_0} p \varphi R_n de \right| \leq \left(\int_{D_0} p \varphi^2 de \right)^{\frac{1}{2}} \left(\int_{D_0} p R_n^2 de \right)^{\frac{1}{2}} < Q \sqrt{S_n},$$

où

$$Q^2 = \int_{D_0} p \varphi^2 de$$

est un nombre fixe, ne dépendant pas de n .

L'inégalité précédente, ayant lieu quel que soit l'indice n , donne [en vertu de l'égalité (27) qui reste vraie pour toutes les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ du n^o 1, d'après le théorème précédent]

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_{D_0} p \varphi R_n de = 0,$$

c'est-à-dire

$$\int_{D_0} p \varphi f de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k B_k.$$

Cette égalité démontre le théorème suivant :

Soit f une fonction, bornée et intégrable dans le domaine (D) , soit φ une autre fonction, pouvant devenir infinie aux environs de certains points isolés d'un domaine (D_0) , intérieur à (D) , mais telle que les intégrales

$$\int_{D_0} p f \varphi de, \quad \int_{D_0} p \varphi V_k de, \quad \int_{D_0} p \varphi^2 de,$$

étendues au domaine (D_0) , aient un sens bien déterminé.

Ces conditions étant remplies, on a toujours, pour toutes les fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) du n° 1, le développement suivant

$$(30) \quad \int_{D_0} p f \varphi de = \sum_{k=1}^{\infty} A_k B_k, \quad A_k = \int p f V_k de, \quad B_k = \int_{D_0} p \varphi V_k de.$$

En supposant que (D_0) coïncide avec (D) et que $\varphi = f$, on retrouve le théorème du n° précédent; en remplaçant f par ψ , φ par P nous obtiendrons l'égalité, établie au n° 4.

II.

9. Je me permets de rappeler que le théorème analogue à celui que je viens d'énoncer a été établi dans mes travaux antérieurs, cités plus haut (n° 1 et 5), pour les fonctions de Tchébicheff, pour les fonctions fondamentales et pour les fonctions 10° du n° 1, mais sous la supposition particulière que la fonction f soit *continue* dans le domaine (D) .

J'en ai déjà indiqué diverses applications de ce théorème à la solution de certaines questions de l'Analyse et de la Physique mathématique.

Moyennant le théorème, dont il s'agit, j'ai réussi à résoudre :

- 1° Le problème général de refroidissement d'un corps solide homogène;
- 2° Le problème de refroidissement d'une barre hétérogène;
- 3° Les problèmes de Dirichlet et de Neumann à l'aide des fonctions fondamentales;
- 4° Le problème de développement du potentiel superficiel en série procédant suivant les fonctions fondamentales;

5° Certains problèmes concernant l'attraction d'une couche superficielle dont j'indiquerai ici les suivants :

a) Les valeurs du potentiel V des masses attirantes, répandues sur une surface fermée (S) , étant données sur (S) ; trouver les valeurs de V , ou de la composante suivant une

direction quelconque de la force d'attraction, en tous les autres points de l'espace, lorsque on sait seulement que la densité des masses agissantes reste finie sur (S) .

b) Les valeurs de V étant données sur (S) ; trouver la masse d'une portion arbitraire de la surface (S) , ou la densité des masses attirantes, sous la seule supposition qu'elle soit finie sur (S) .

Je rappelle sommairement ces résultats de mes recherches précédentes seulement pour faire comprendre la portée du théorème du n° 8, et je me permets, à cause de cela, de ne pas reproduire l'Analyse, en renvoyant, pour la démonstration, à mes travaux, déjà cités.

Dans ce qui va suivre je ne vais considérer d'une manière détaillée que des applications nouvelles conduisant aux résultats nouveaux (ou plus généraux) qu'on ne peut pas trouver dans mes travaux antérieurs.

10. Considérons d'abord le problème du développement d'une fonction arbitraire en séries procédant suivant les fonctions V_k .

Supposons que la fonction positive p , de laquelle dépendent les fonctions V_k , ne s'annule pas dans le domaine (D) .

Soit, comme précédemment, (D_0) un domaine quelconque, pris arbitrairement à l'intérieur du domaine D .

Désignons par D_0 le volume du domaine (D_0) .

Ecrivons l'égalité (30) sous la forme suivante

$$\int_{D_0} p \varphi \left(f - \sum_{k=1}^n A_k V_k \right) de = \sum_{k=n+1}^{\infty} A_k B_k = r'_n$$

et posons $p\varphi = 1$; il viendra

$$K = \int_{D_0} \left(f - \sum_{k=1}^n A_k V_k \right) de = r_n,$$

r_n désignant la valeur de r'_n pour $p\varphi = 1$.

Quel que soit le domaine (D_0) , on peut choisir le nombre $n = \nu$ de façon que l'on ait

$$(31) \quad |K| < \varepsilon D_0,$$

ε étant un nombre positif, donné à l'avance, ce qui résulte immédiatement du théorème du n° précédent.

Supposons que f soit continue dans le domaine (D_0) ; la fonction

$$\psi = f - \sum_{k=1}^{\nu} A_k V_k$$

le sera aussi.

Désignons, en général, par $F(m)$ la valeur d'une fonction quelconque F' au point m .

D'après le théorème de la moyenne, on peut trouver un point m , intérieur au domaine (D_0) ¹⁾, tel qu'on ait

$$K = D_0 \left(f(m) - \sum_{k=1}^n A_k V_k(m) \right).$$

On aura donc, en vertu de (31),

$$\left| f(m) - \sum_{k=1}^n A_k V_k(m) \right| < \varepsilon,$$

ce qui démontre la proposition suivante :

Dans tout domaine (D_0) , intérieur au domaine (D) , il existe au moins un point m , où la série finie

$$\sum_{k=1}^n A_k V_k,$$

n étant un nombre entier convenablement choisi, représente la valeur de la fonction f en ce point avec l'approximation donnée à l'avance ε , si seulement f reste continue dans le domaine (D_0) et la fonction positive p , de laquelle dépendent les fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$), ne s'annule pas dans le domaine (D) .

11. Supposons maintenant que la fonction f reste continue et la série

$$(32) \quad \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k$$

converge uniformément dans le domaine (D_0) .

Soit m_1 un point, pris arbitrairement à l'intérieur de (D_0) .

Décrivons du point m_1 comme centre une sphère (σ) , en entier comprise à l'intérieur de (D_0) ; soit δ le rayon de (σ) .

D'après l'hypothèse faite, la série (32) converge en tous les points de volume de la sphère (σ) .

1) Remarquons que la position du point m dépend, en général, du choix du nombre n .

Le nombre positif ε étant donné à l'avance, on peut trouver un nombre δ , suffisamment petit, et un nombre ν' , suffisamment grand, de façon que l'on ait pour chaque point m , intérieur à (σ)

$$\left| \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k(m) - \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k(m_1) \right| < \varepsilon,$$

$$\left| \sum_{k=1}^n A_k V_k(m) - \sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k(m) \right| < \varepsilon \quad \text{pour } n \geq \nu',$$

et

$$|f(m) - f(m_1)| < \varepsilon,$$

car f reste continue à l'intérieur de (σ) .

D'autre part, le nombre ε étant donné, on peut, d'après le théorème précédent, trouver un nombre $\nu \geq \nu'$ et un point m , intérieur à la sphère (σ) , tels qu'on ait

$$\left| f(m) - \sum_{k=1}^{\nu} A_k V_k(m) \right| < \varepsilon.$$

De ces inégalités on tire aisément

$$\left| f(m_1) - \sum_{k=1}^n A_k V_k(m_1) \right| < 5\varepsilon \quad \text{pour } n \geq \nu'.$$

Le théorème suivant est donc démontré:

La série

$$\sum_{k=1}^{\infty} A_k V_k, \quad A_k = \int p f V_k de$$

a f pour somme en tous les points d'un domaine (D_0) , intérieur au domaine donné (D) , si elle converge uniformément et la fonction f reste continue dans (D_0) .

On peut appliquer ce théorème, qui me semble intéressant par lui-même, à la solution du problème de développement d'une fonction donnée en séries procédant suivant les fonctions $V_k (k = 1, 2, 3, \dots)$ du n° 1, comme je l'ai montré, pour la plupart des ces fonctions, dans mes travaux antérieurs, cités plus haut (nn° 1 et 5).

Mais à présent je puis déduire, dans certains cas, les résultats plus généraux d'une manière plus simple, sans m'appuyer sur le théorème que je viens d'énoncer.

J'indiquerai quelques uns d'entre eux dans les nn° 12 et 13.

12. Soient, par exemple, V_k ($k = 0, 1, 2, 3, \dots$) les polynomes de Jacobi correspondant à la fonction caractéristique

$$(33) \quad p = (1+x)^{\alpha-1} (1-x)^{\beta-1},$$

$V_k^{(1)}$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) les polynomes correspondant à la fonction

$$(34) \quad p_1 = (1+x)^\alpha (1-x)^\beta,$$

α et β étant des nombres quelconques positifs.

Supposons que V_k et $V_k^{(1)}$ satisfont aux conditions

$$\int_{-1}^{+1} p V_k^2 dx = 1, \quad \int_{-1}^{+1} p_1 (V_k^{(1)})^2 dx = 1.$$

On sait que V_k vérifient les équations

$$(35) \quad (1-x^2) V_k'' + [\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x] V_k' + \lambda_k V_k = 0 \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

et que

$$(36) \quad V_k' = \sqrt{\lambda_k} V_{k-1}^{(1)}, \quad \lambda_k = k(\alpha + \beta + k - 1). \quad 1)$$

Soit maintenant f une fonction de x admettant la dérivée du premier ordre bornée et intégrable dans l'intervalle $(-1, +1)$.

Posons

$$(37) \quad f = A_0 V_0 + A_1 V_1 + \dots + A_n V_n + R_n, \quad A_k = \int_{-1}^{+1} p f V_k dx. \quad (k = 0, 1, 2, \dots)$$

On trouve, en différentiant,

$$(38) \quad f' = A_1 V_1' + A_2 V_2' + \dots + A_n V_n' + R_n'.$$

Représentons l'expression de A_k , en tenant compte de (33), (34) et (35), sous la forme

$$A_k = -\frac{1}{\lambda_k} \int_{-1}^{+1} f p [(1-x^2) V_k'' + [\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x] V_k'] dx = -\frac{1}{\lambda_k} \int_{-1}^{+1} f \frac{d}{dx} (p_1 V_k') dx.$$

1) Voir K. Possé: «Sur quelques applications des fractions continues algébriques.» P. 48 etc. St. Pétersbourg, 1886.

W. Stekloff: «Sur le développement d'une fonction donnée en séries etc.» Journal für die reine und angew. Mathematik. Bd. 125, Heft 3, p. 219.

En intégrant par parties et en remarquant que p_1 s'annule pour $x = -1$ et pour $x = 1$, on tire, eu égard à (36),

$$A_k = \frac{1}{\lambda_k} \int_{-1}^{+1} p_1 f' V_k' dx = \frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} \int_{-1}^{+1} p_1 f' V_{k-1}^{(1)} dx = \frac{B_{k-1}}{\sqrt{\lambda_k}},$$

où l'on a posé

$$B_{k-1} = \int_{-1}^{+1} p_1 f' V_{k-1}^{(1)} dx.$$

Substituant cette expression de A_k ($k = 0, 1, 2, \dots$) dans (38), il viendra

$$f' = B_0 V_0^{(1)} + B_1 V_1^{(1)} + \dots + B_{n-1} V_{n-1}^{(1)} + R_n'.$$

Appliquons maintenant le théorème du n° 7 aux fonctions f et f' .

On peut, d'après ce théorème, trouver un nombre ν tel qu'on ait pour $n \geq \nu$

$$(39) \quad S_n = \int_{-1}^{+1} p R_n^2 dx < \varepsilon', \quad S_n^{(1)} = \int_{-1}^{+1} p_1 (R_n')^2 dx < \varepsilon',$$

ε' étant un nombre positif, donné à l'avance.

Or, il est évident que

$$p_1 R_n(x) = \int_{-1}^x (p_1 R_n' + p [\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x] R_n) dx.$$

De cette égalité on tire

$$p_1^2 R_n^2(x) \leq 2 \int_{-1}^x p_1 dx \cdot \int_{-1}^x p_1 (R_n')^2 dx + 2 \int_{-1}^x p [\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x]^2 dx \cdot \int_{-1}^x p R_n^2 dx$$

et, à fortiori,

$$p_1^2 R_n^2 < A S_n + B S_n^{(1)},$$

où

$$A = 2 \int_{-1}^{+1} p_1 dx, \quad B = 2 \int_{-1}^{+1} p [\alpha - \beta - (\alpha + \beta)x]^2 dx$$

sont les nombres fixes ne dépendant pas de n .

La fonction p_1 admet, dans l'intervalle $(-1, +1)$, un maximum pour

$$x_0 = \frac{\alpha - \beta}{\alpha + \beta},$$

elle croît, lorsque x croît de -1 à x_0 , et décroît, lorsque x varie de x_0 à $+1$.

Soit (a_1, b_1) un intervalle quelconque, pris arbitrairement à l'intérieur de l'intervalle donné $(-1, +1)$.

Désignons par μ^2 la plus petite des quantités

$$(1 + a_1)^\alpha (1 - a_1)^\beta \quad \text{et} \quad (1 + b_1)^\alpha (1 - b_1)^\beta.$$

On aura, pour $n \geq \nu$ et pour toutes les valeurs de x , comprises dans l'intervalle (a_1, b_1) ,

$$|R_n| < \frac{1}{\mu} \sqrt{A S_n + B S_n^{(1)}},$$

d'où, en vertu de (39),

$$|R_n| < \sqrt{\varepsilon} \frac{\sqrt{A+B}}{\mu} = \varepsilon,$$

ε étant un nombre positif, donné à l'avance.

Il en résulte, en vertu de (37),

$$\left| f - \sum_{k=1}^n A_k V_k \right| < \varepsilon$$

pour $n \geq \nu$ et pour toutes les valeurs de x , comprises dans l'intervalle (a_1, b_1) .

Le théorème suivant est donc démontré :

Toute fonction continue f , admettant la dérivée du premier ordre bornée et intégrable dans l'intervalle $(-1, +1)$, se développe, dans tout intervalle intérieur à l'intervalle donné, en série uniformément convergente procédant suivant les polynômes de Jacobi ¹⁾.

Remarquons aussi qu'on peut obtenir les résultats analogues en appliquant la méthode indiquée, légèrement modifiée en détails, aux fonctions V_k ($k = 0, 1, 2, \dots$), définies par une des conditions suivantes

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\alpha(x+\beta)^2} V_k P_{k-1} dx = 0, \quad \text{ou} \quad \int_a^{\infty} (x-a)^\beta e^{-\alpha(x-a)} V_k P_{k-1} dx = 0,$$

1) Comp. G. Darboux: «Mémoire sur l'approximation des fonctions de très grands nombres et sur une classe étendue de développements en séries.» Journal de Liouville, 3 série, T. IV, 1878.

Otto Blumenthal: «Über die Entwicklung einer willkürlichen Function etc.» Göttingen, 1898.

P_{k-1} étant un polynome arbitraire de degré $\leq k-1$, α , β et a étant des constantes données dont la première est positive, la seconde plus grande que -1 .¹⁾

13. Considérons encore les fonctions 5° du n° 1 en supposant, pour plus de simplicité,

$$q = 0, \quad h = H = \infty.$$

On aura

$$(40) \quad V_k'' + \lambda_k p V_k = 0 \quad \text{pour } a < x < b, \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

$$(41) \quad V_k(a) = 0, \quad V_k(b) = 0.$$

Supposons que la fonction f , ayant la dérivée f' bornée et intégrable dans l'intervalle (a, b) , s'annule pour $x = a$ et $x = b$.

Posons, comme précédemment,

$$(42) \quad f = A_1 V_1 + A_2 V_2 + \dots + A_n V_n + R_n, \quad A_k = \int_a^b p f V_k dx.$$

R_n est une fonction de x s'annulant pour $x = a$ et $x = b$.

L'égalité (42) donne

$$f' = A_1 V_1' + A_2 V_2' + \dots + A_n V_n' + R_n',$$

d'où l'on tire

$$(43) \quad \int_a^b (R_n')^2 dx = \int_a^b f'^2 dx - \sum_{k=1}^n \lambda_k A_k^2 < \int_a^b f'^2 dx = Q^2,$$

car, en vertu de (40) et (41),

$$\int_a^b f' V_k' dx = f V_k' \Big|_a^b - \int_a^b f V_k'' dx = \lambda_k A_k,$$

$$\int_a^b V_k'^2 dx = \lambda_k \int_a^b p V_k^2 dx = \lambda_k,$$

$$\int_a^b V_m' V_n' dx = \lambda_n \int_a^b p V_m V_n dx = 0^2), \quad \text{si } m \geq n.$$

1) Les polynomes V_k , dont il s'agit, ont été signalés par Tchébicheff en 1859. Voir N. Sonin: «Sur le calcul approximatif des intégrales définies.» Varsovie, 1887 (en russe).

2) Rappelons que les fonctions V_k satisfont aux conditions

$$\int_a^b p V_m V_n dx = 0 \quad \text{si } m \geq n, \quad \int_a^b p V_k^2 dx = 1.$$

Or, rappelant que R_n s'annule pour $x = a$, on trouve

$$R_n^2(x) = 2 \int_a^x R_n R_n' dx,$$

d'où l'on tire, en tenant compte de (43),

$$(44) \quad R_n^2(x) < 2Q \left(\int_a^x R_n^2 dx \right)^{\frac{1}{2}} < 2Q \sqrt{s_n(x)},$$

où l'on a posé

$$s_n(x) = \int_a^x R_n^2 dx.$$

Désignons maintenant par α le minimum de la fonction positive p ne s'annulant pas dans l'intervalle (a, b) [voir n° 1].

On trouve

$$s_n(x) < \frac{1}{\alpha} \int_a^x p R_n^2 dx < \frac{1}{\alpha} \int_a^b p R_n^2 dx = \frac{S_n}{\alpha}$$

et, eu égard à (44),

$$R_n^2(x) < \frac{2Q}{\sqrt{\alpha}} \sqrt{S_n}.$$

Appliquons le théorème du n° 7 au cas considéré.

On peut trouver, d'après ce théorème, un nombre ν tel qu'on ait pour $n \geq \nu$

$$S_n < \varepsilon'^2,$$

ε' étant un nombre positif, donné à l'avance.

On aura, par conséquent, pour $n \geq \nu$ et pour toutes les valeurs de x dans l'intervalle (a, b)

$$R_n^2(x) < \frac{2Q}{\sqrt{\alpha}} \varepsilon' = \varepsilon^2,$$

ε étant un nombre positif, si petit qu'on le veut.

Cette inégalité démontre le théorème suivant :

Toute fonction continue f , admettant la dérivée du premier ordre bornée et intégrable dans l'intervalle donné (a, b) et s'annulant pour $x = a$ et $x = b$, se développe dans cet intervalle en série uniformément convergente procédant suivant les fonctions V_k ($= 1, 2, 3, \dots$), définies par les équations (40) et (41).

On pourrait appliquer la même méthode, convenablement modifiée, au cas de $h = H = 0$ ainsi que au cas général, où h et H sont des constantes quelconques positives et la fonction q est différente de zéro (fonctions 5° du n° 1), mais nous nous contentons, pour abréger, des exemples indiqués et signalons, dans ce qui va suivre, quelques applications des théorèmes, qui nous intéressent, aux questions d'une autre espèce.

14. Soit $f(x, y, z)$ une fonction bornée et intégrable dans un domaine (D) , limité par une surface fermée (S) .

Désignons par $d\tau$ l'élément de volume de (D) , par r la distance d'un point quelconque x, y, z au point ξ, η, ζ du domaine (D) .

La fonction

$$(45) \quad U(x, y, z) = \frac{1}{4\pi} \int \frac{f(\xi, \eta, \zeta)}{r} d\tau,$$

l'intégrale (par rapport à ξ, η, ζ) étant étendue au domaine (D) tout entier, représente le potentiel newtonien des masses attirantes à densité $\frac{1}{4\pi} f(\xi, \eta, \zeta)$, répandues dans le domaine (D) .

Les propriétés de la fonction U dépendent de celles de f .

Faisant une seule supposition que f soit bornée à l'intérieur de (D) nous pouvons établir les propriétés suivantes de U :

1°. La fonction U ainsi que ses dérivées du premier ordre restent continues dans l'espace tout entier.

2°. Les dérivées du second ordre sont continues à l'extérieur de (S) et satisfont à l'équation de Laplace

$$(46) \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = \Delta U = 0 \text{ à l'extérieur de } (S).$$

Soit m un point quelconque, intérieur à (D) .

Traçons du point m , comme centre, une sphère (σ) , en entier comprise à l'intérieur de (D) ; soit ρ le rayon de (σ) .

Désignons par (D_0) le domaine, limité par la surface de la sphère (σ) , par (D_1) la portion de (D) qui reste.

Désignons d'une manière générale par les symboles

$$\int_{D_0} F d\tau \quad \text{et} \quad \int_{D_1} F d\tau,$$

F étant une fonction quelconque de x, y, z , les intégrales dont la première s'étend au domaine (D_0) , la seconde au domaine (D_1) , et posons

$$(47) \quad U_0 = \frac{1}{4\pi} \int_{D_0} \frac{f}{r} d\tau, \quad U_1 = \frac{1}{4\pi} \int_{D_1} \frac{f}{r} d\tau.$$

On aura

$$(48) \quad U = U_0 + U_1.$$

Formons maintenant les fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) de M. Korn (fonctions 11° du n° 1) pour le domaine (D_0), limité par la sphère (σ), en posant, pour plus de simplicité,

$$p = 1.$$

La formation de ces fonctions ne présente pas des grandes difficultés dans le cas considéré: elles s'expriment à l'aide des fonctions sphériques et des fonctions de Bessel, comme l'a déjà indiqué M. Korn¹⁾.

Elles satisfont aux conditions (voir n° 1)

$$(49) \quad V_k = \frac{\lambda_k}{4\pi} \int_{D_0} \frac{V_k}{r} d\tau, \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

jouissent les propriétés du potentiel newtonien et vérifient les équations

$$(50) \quad \Delta V_k = 0 \text{ à l'extérieur de } (\sigma),$$

$$(51) \quad \Delta V_k + \lambda_k V_k = 0 \text{ à l'intérieur de } (\sigma).$$

Supposons maintenant qu'il existe les dérivées partielles du second ordre du potentiel U_0 , bornées et intégrables dans le domaine (D_0).

Posons

$$v = \Delta U_0 + f$$

et appliquons le théorème du n° 7 à la fonction v .

On aura

$$(52) \quad \int_{D_0} v^2 d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} \left(\int_{D_0} v V_k d\tau \right)^2.$$

Désignons d'une manière générale par

$$\int_{D'} F d\tau,$$

1) A. Korn: «Le problème mathématique des vibrations universelles.» Communications de la Société Mathématique de Kharkow, 1903, p. 32.

F étant une fonction quelconque de x, y, z , l'intégrale, étendue à tout l'espace, extérieur à (σ) , par

$$\int_{\sigma} F ds$$

l'intégrale, étendue à la surface de (σ) .

Désignons par F_i la limite de F , lorsque le point x, y, z tend vers un point de (σ) en restant constamment à l'intérieur de (σ) , par F_e la limite de F , lorsque ce point tend vers un point de (σ) en restant à l'extérieur de (σ) .

Désignons enfin par n la direction de la normale extérieure à (σ) , par

$$\frac{\partial F_i}{\partial n} \quad \text{et} \quad \frac{\partial F_e}{\partial n}$$

les limites, vers lesquelles tend l'expression

$$\frac{\partial F}{\partial x} \cos(n, x) + \frac{\partial F}{\partial y} \cos(n, y) + \frac{\partial F}{\partial z} \cos(n, z),$$

quand le point x, y, z tend vers un point de (σ) en restant à l'intérieur ou à l'extérieur de (σ) .

Appliquons le théorème de Green aux fonctions U_0 et V_k .

On trouve

$$\int_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau = \int_{D_0} U_0 \Delta V_k d\tau + \int_{\sigma} \left(U_{0i} \frac{\partial V_{ki}}{\partial n} - V_{ki} \frac{\partial U_{0i}}{\partial n} \right) ds,$$

$$\int_{D'} \Delta U_0 V_k d\tau = \int_{D'} U_0 \Delta V_k d\tau + \int_{\sigma} \left(V_{ke} \frac{\partial U_{0e}}{\partial n} - U_{0e} \frac{\partial V_{ke}}{\partial n} \right) ds.$$

Remarquant que la fonction U_0 satisfait à l'équation

$$\Delta U_0 = 0 \quad \text{à l'extérieur de } (\sigma),$$

on tire des égalités précédentes, eu égard à (50) et (51),

$$\int_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau = -\lambda_k \int_{D_0} U_0 V_k d\tau.$$

D'autre part, multipliant la première des équations (47) par $V_k d\tau$ et l'intégrant, on trouve, en vertu de (49),

$$\int_{D_0} U_0 V_k d\tau = \frac{1}{\lambda_k} \int_{D_0} f V_k d\tau.$$

On a donc

$$(53) \quad \int_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau = - \int_{D_0} f V_k d\tau.$$

Or,

$$\int_{D_0} v V_k d\tau = \int_{D_0} \Delta U_0 V_k d\tau + \int_{D_0} f V_k d\tau.$$

Par conséquent, en vertu de (53),

$$\int_{D_0} v V_k d\tau = 0, \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

et l'égalité (52) se réduit à

$$(54) \quad \int_{D_0} v^2 d\tau = 0.$$

Supposons maintenant que les dérivées de second ordre du potentiel U , défini par l'équation (45), restent continues aux environs du point m .

On peut toujours choisir un nombre ρ_0 de façon que ces dérivées soient continues en tous les points du domaine (D_0) , limité par la sphère (σ_0) du rayon ρ_0 .

Or, on a, en vertu de (46),

$$\Delta U_1 = 0 \text{ à l'intérieur de } (\sigma_0),$$

car chaque point de (D_0) est un point extérieur au domaine (D_1) .

On a donc, en tenant compte de (48),

$$\Delta U = \Delta U_0 \text{ à l'intérieur de } (\sigma_0).$$

Donc, la fonction ΔU_0 reste continue à l'intérieur de (σ_0) , car ΔU est continue d'après l'hypothèse faite.

Supposons encore que f soit continue dans (D_0) ; la fonction

$$v = \Delta U_0 + f$$

le sera aussi.

Dans ce cas, on aura, en vertu de (54),

$$v = \Delta U_0 + f = \Delta U + f = 0,$$

ce qui démontre le théorème suivant connu sous le nom du théorème de Poisson:

Si aux environs d'un point de domaine quelconque, rempli par des masses attirantes, la densité est continue et les dérivées partielles du second ordre du potentiel newtonien existent et sont aussi continues, on a, en ce point,

$$\Delta U + f = 0.$$

15. Considérons encore le problème suivant:

Les masses attirantes sont répandues dans un domaine donné (D); la densité ρ de ces masses reste inconnue, mais les valeurs du potentiel newtonien

$$(55) \quad U = \frac{1}{4\pi} \int \frac{\rho}{r} d\tau$$

sont données en tous les points du domaine (D); trouver la valeur de l'intégrale

$$\int_{D_0} \rho \varphi d\tau,$$

étendue au domaine quelconque (D_0), pris arbitrairement à l'intérieur du domaine (D), φ étant une fonction donnée.

Faisons une seule supposition par rapport à la fonction inconnue ρ qu'elle soit bornée à l'intérieur de (D).

Prenons de nouveau la suite de fonctions V_k ($k = 1, 2, 3, \dots$) de M. Korn correspondant au domaine (D) et à la fonction $p = 1$ (fonctions 11° du n° 1), et appliquons le théorème du n° 8 aux fonctions ρ et φ .

On trouve

$$\int_{D_0} \rho \varphi d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} A_k B_k,$$

$$A_k = \int \rho V_k d\tau, \quad B_k = \int_{D_0} \varphi V_k d\tau. \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

Les constantes B_k étant connues, il ne reste qu'à calculer les constantes A_k pour résoudre le problème proposé.

Pour cela multiplions (55) par $V_k d\tau$ et l'intégrons.

On trouve

$$A_k = \lambda_k \int U V_k d\tau,$$

puisque, dans le cas considéré (voir n° 1),

$$V_k = \frac{\lambda_k}{4\pi} \int \frac{V_k}{r} d\tau.$$

Par conséquent,

$$(56) \quad \int_{D_0} \rho \varphi d\tau = \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int U V_k d\tau \cdot \int_{D_0} \varphi V_k d\tau,$$

ce qui résout le problème proposé.

16. Posons, en particulier,

$$\varphi = 1,$$

désignons par D_0 le volume du domaine (D_0), par σ la densité moyenne de celui-ci.

De l'égalité (56) on tire

$$\sigma = \frac{1}{D_0} \int_{D_0} \rho d\tau = \frac{1}{D_0} \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k \int U V_k d\tau \int_{D_0} V_k d\tau,$$

ce qui nous donne la solution du problème suivant:

Le potentiel newtonien des masses, répandues dans le domaine (D), étant donné; trouver la densité moyenne d'une portion quelconque (D_0) du corps attirant.

Supposons que la densité inconnue ρ reste continue dans le domaine (D). Soit m un point quelconque, intérieur à (D).

Décrivons autour du point m , comme centre, une sphère (σ) du rayon assez petit δ .

Prenons pour (D_0) le volume, limité par (σ).

On a

$$\rho = \lim_{\delta=0} \frac{\int_{D_0} \rho d\tau}{D_0}, \quad D_0 = \frac{4}{3} \pi \delta^3.$$

Soit ε un nombre positif, donné à l'avance.

On aura, en choisissant convenablement le nombre δ ,

$$\left| \rho - \frac{\int_{D_0} \rho d\tau}{D_0} \right| < \frac{\varepsilon}{2}.$$

D'autre part, le nombre δ étant fixé de la manière indiquée, on peut, d'après le théorème du n° 8, choisir le nombre n de façon que l'on ait

$$\left| \frac{1}{D_0} \int_{D_0} \rho d\tau - \frac{1}{D_0} \sum_{k=1}^n \lambda_k \int U V_k d\tau \int_{D_0} V_k d\tau \right| < \frac{\varepsilon}{2}.$$

On aura donc

$$\left| \rho - \frac{3}{4\pi\delta^3} \sum_{k=1}^n \lambda_k \int U V_k d\tau \cdot \int_{D_0} V_k d\tau \right| < \varepsilon,$$

ce qui nous donne la solution approchée du problème inverse d'Attraction (converse problem of Attraction) dans le cas, où nous ne pouvons pas employer la formule de Poisson, car nous supposons seulement que la densité cherchée reste continue à l'intérieur de (D).

Si nous posons dans (56)

$$\varphi = x, \quad \text{ou } y, \quad \text{ou } z,$$

nous obtiendrons les équations qui nous permettent de déterminer les coordonnées du centre de gravité d'une portion arbitraire du corps donné (D), lorsque on sait le potentiel de celui-ci.

Si nous prenons pour φ le carré de la distance des points du domaine (D_0) à un axe donné, nous obtiendrons de (56) une formule pour calculer le moment d'inertie du portion (D_0) du corps donné (D) par rapport à cet axe, sous la seule supposition que la densité inconnue du corps, dont le potentiel est donné, reste finie.

17. Faisons enfin une remarque sur un problème de Mécanique, étudié par M. Liapounoff dans son Ouvrage connu: «Sur la stabilité des figures ellipsoïdales d'équilibre d'une masse fluide, animée d'un mouvement de rotation» (St. Pétersbourg, 1884, en russe).

Considérons, pour fixer l'idée, le cas le plus simple d'une sphère de rayon R .

Le problème de stabilité de cette forme d'équilibre se ramène à la détermination du signe de l'expression

$$(57) \quad \frac{4\pi R}{3} \int \delta n^2 ds - \iint \frac{\delta n \delta n' ds ds'}{r},$$

les intégrales étant étendues à la surface de la sphère (σ), δn désignant le déplacement normal d'un point quelconque de (σ), r la distance de deux points de la sphère (σ).

M. Liapounoff démontre la stabilité d'une sphère fluide, en représentant les intégrales de l'expression (57) sous la forme des séries

$$(58) \quad \int \delta n^2 ds = \sum_{k=2}^{\infty} \int Y_k^2 ds,$$

$$(59) \quad \iint \frac{\delta n \delta n' ds ds'}{r} = 4\pi R \sum_{k=2}^{\infty} \frac{1}{2k+1} \int Y_k^2 ds,$$

où Y_k ($k = 0, 1, 2, \dots$) sont les fonctions sphériques (des coordonnées sphériques ϑ et ψ) de l'ordre k , qui figurent dans le développement

$$\delta n = \sum_{k=0}^{\infty} Y_k(\vartheta, \psi).$$

Il pourrait sembler que cette méthode dépend de la possibilité du développement de la fonction δn en série procédant suivant les fonctions sphériques et qu'elle impose sur la fonction δn quelques conditions restrictives qui ne découlent pas de la nature du problème.

Les théorèmes des n^{os} 7 et 8, appliqués au cas des fonctions sphériques, et se réduisant dans ce cas particulier aux théorèmes, établis par M. Liapounoff en 1897, montrent que les équations (58) et (59) ont lieu toujours, quelle que soit la fonction δn , *bornée et intégrable* sur (σ) , et que la méthode considérée est exacte dans toute sa généralité.

La même remarque s'applique au problème de stabilité des figures ellipsoïdales d'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation, étudié par M. Liapounoff par la même méthode dans les chap. III—V de son Ouvrage, cité plus haut.

Il faut seulement remplacer les fonctions sphériques par certains produits de fonctions de Lamé et appliquer, comme précédemment, le théorème du n^o 8 pour s'assurer, que la méthode de M. Liapounoff est tout-à-fait générale.

18. On peut indiquer d'autres applications du théorème, dont il s'agit, au calcul intégral ainsi qu'à la Géométrie pure; il suffit, à cet égard, de se reporter, par exemple, au récent Mémoire de M. A. Hurwitz: «Sur quelques applications géométriques des séries de Fourier» (Annales de l'École Normale, T. XIX, 1902) pour y trouver quelques exemples intéressants. Mais je n'insiste pas sur ce sujet et je me permets de terminer mes recherches, en espérant que les exemples indiqués plus haut, bien qu'ils ne soient pas assez nombreux, sont néanmoins suffisants pour faire comprendre, jusqu'à un certain point, la portée du théorème, établi au n^o 8.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 8.

Volume XV. № 8.

ОТЧЕТЪ

ПО

НИКОЛАЕВСКОЙ

ГЛАВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ЗА 1902 Г.,

ПРЕДСТАВЛЕННЫЙ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ

М. Рыкачевымъ,

Директоромъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Съ 2 планами.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 17 сентября 1903 года).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггера и Комп. и **К. Л. Риккера**
въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
П. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Киевѣ,
М. В. Ключина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St. Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 2 р. 40 к. — Prix: 6 Mk.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Мартъ 1904 года. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *И. О. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІА ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лин., № 12.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

23 августа (5 сентября н. с.) 1902 скончался, въ Цюрихѣ, бывшій директоръ Главной Физической Обсерваторіи, почетный Академикъ Императорской Академіи Наукъ Генрихъ Ивановичъ Вильдъ. Покойный 27 лѣтъ управлялъ Обсерваторіею. Онъ преобразовалъ и объединилъ всю систему метеорологическихъ наблюдений въ Россіи и создалъ образцовую Магнитную Обсерваторію въ Павловскѣ, занявшую первенствующее мѣсто въ ряду сродственныхъ учрежденій всего свѣта. — Направленіе имъ данное дѣятельности нашего учрежденія, одобренное Императорскою Академіею Наукъ, сохраняется и по нынѣ. И послѣ выхода въ отставку, по разстроенному здоровью, Генрихъ Ивановичъ живо интересовался дѣятельностью нашихъ обсерваторій; принималъ горячее участіе во всемъ, что печалило или радовало насъ, переписывался какъ съ теперешнимъ директоромъ (его бывшимъ помощникомъ) такъ и съ другими своими бывшими сослуживцами, остававшимися въ Обсерваторіи. — Его опытностью и совѣтами мы пользовались во многихъ случаяхъ. Короче, связь его съ его любимымъ учрежденіемъ, которому онъ посвятилъ всецѣло лучшіе годы своей жизни, сохранялась до самой его кончины. Поэтому мы съ величайшимъ прискорбіемъ, приступая къ отчету, на первомъ планѣ должны отмѣтить эту невознаградимую тяжкую утрату Обсерваторіи. — Болѣе подробный некрологъ о покойномъ былъ прочитанъ мною въ Общемъ Собраніи Императорской Академіи Наукъ, 7 сентября 1902 г. Къ протоколу этого собранія приложенъ и списокъ трудовъ Г. И. Вильда, свидѣтельствующій о необычайно энергичной и плодотворной дѣятельности покойнаго.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	СТРАН.
Предисловіе.	
Введеніе	1
I. Канцелярія и административная часть	5
II. Механическая мастерская и инструменты	7
III. Библіотека и архивъ	10
IV. Издація Обсерваторіи. Ученые труды служащихъ въ Обсерваторіи. Справки	12
V. Отдѣленіе метеорологическихъ наблюденій и повѣрки инструментовъ	20
A. Наблюденія въ С.-Петербургѣ	21
B. Повѣрка инструментовъ	22
VI. Состояніе сѣти метеорологическихъ станцій II разряда и осмотръ этихъ станцій.	
A. Дѣятельность сѣти станцій II разряда	23
B. Осмотръ метеорологическихъ станцій	34
VII. Отдѣленіе станцій II разряда	37
A. Личный составъ отдѣленія станцій II разряда	40
B. Работы по завѣдыванію сѣтью станцій II разряда	41
B. Окончательная обработка и подготовленіе къ печати основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1901 г. и наблюденій прибайкальскихъ станцій за 1899 и 1900 г. г.	43
Г. Собираніе, контроль и вычисленіе основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1902 г.	45
Д. Собираніе дополнительныхъ наблюденій и обработка записей самопишущихъ приборовъ станцій II разряда	46
VIII. Отдѣленіе станцій III разряда	48
IX. Отдѣленіе по изданію ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня.	
A. Личный составъ и распредѣленіе работъ	58
B. Обмѣнъ метеорологическими телеграммами, ежедневный бюллетень и пополненіе синоптическихъ картъ	59
B. Штормовыя предостереженія	60
Г. Предостереженія для желѣзныхъ дорогъ	62
Д. Оцѣнка предсказаній погоды	63
X. Отдѣленіе еженедѣльныхъ и ежемѣсячныхъ бюллетеней	65
XI. Константиновская Магнитно-Метеорологическая Обсерваторія	67
A. Магнитно-метеорологическая часть Обсерваторіи	68
B. Отдѣленіе по изслѣдованію разныхъ слоевъ атмосферы при Константиновской Обсерваторіи	75
XII. Тифлисская Физическая Обсерваторія	80
I. Администрація и матеріальная часть	82
II. Дѣятельность учрежденія какъ магнитной, метеорологической и сейсмической обсерваторіи	85
III. Издачіе Ежемѣсячнаго Бюллетеня Тифлисской Физической Обсерваторіи	87
IV. Завѣдываніе сѣтью кавказскихъ метеорологическихъ станцій	88
XIII. Екатеринбургская Магнитно-Метеорологическая Обсерваторія	96

	СТРАН.
XIV. Иркутская Магнитно-Метеорологическая Обсерваторія.	
1. Личный состав	114
2. Администрація	116
3. Наблюдения въ самой Обсерваторіи	122
4. Работы отдѣленія сѣти станцій	125
5. Состояніе сѣти станцій	127
6. Работы отдѣленія штормовыхъ предостереженій	134
7. Маяки на озерѣ Байкалѣ	134
Заключеніе	138
Приложеніе I. Отчетъ о занятіяхъ Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межевого Института въ 1901—1902 учебномъ году	145
Приложеніе II. Установка сейсмографа Боша и уходъ за нимъ	148
Планы:	
I. Планъ участковъ земли: принадлежащаго Константиновской Обсерваторіи и арендуемаго ею для змѣйковаго отдѣленія.	
II. Планъ участка земли, арендуемаго Константиновской Обсерваторіей для змѣйковаго отдѣленія, съ расположеніемъ находящихся на немъ построекъ.	

ВВЕДЕНІЕ.

Отчетный годъ ознаменовался въ жизни Николаевской Главной Физической и подвѣдомственныхъ ей Обсерваторій дальнѣйшимъ развитіемъ ихъ дѣятельности и несчастіемъ, постигшимъ Тифлисскую Обсерваторію, въ которой сгорѣла часть зданій и повреждены пожаромъ многіе инструменты. Учреждено змѣйковое отдѣленіе при Константиновской Обсерваторіи; ассигнованы средства на изданіе Ежемѣсячнаго Бюллетеня Тифлисской Обсерваторіи. Переданы въ вѣдѣніе Иркутской Обсерваторіи Прибайкальскіе маяки, на которыхъ устроены наши постоянныя метеорологическія станціи, учрежденныя на средства Комитета Сибирской желѣзной дороги.

Въ прошлогоднемъ отчетѣ и въ докладахъ моихъ Императорской Академіи Наукъ я уже имѣлъ случай указывать на важное значеніе изслѣдованій разныхъ слоевъ атмосферы; можно безъ преувеличенія сказать, что въ современной метеорологіи эти изслѣдованія выступаютъ на первый планъ. Отъ нихъ мы ждемъ рѣшенія вопросовъ объ истинномъ строеніи атмосферы и о законахъ, управляющихъ ея циркуляціею какъ въ общемъ цѣломъ, такъ и въ частныхъ случаяхъ въ циклонахъ и антициклонахъ.

Поэтому особенно отрадно упомянуть, что въ отчетномъ году этому дѣлу положено у насъ прочное основаніе. Въ предшествующіе годы наше участіе въ этихъ изслѣдованіяхъ было возможно, лишь благодаря готовности личнаго состава работать во внѣслужебное время; праздники, вечера, иногда и ночи жертвовались на пользу важнаго международнаго научнаго предпріятія. Обсерваторія изъ своихъ слишкомъ ограниченныхъ средствъ должна была покрывать расходы на шары зонды, на поѣздки за ними, на награды лицамъ, нашедшимъ шары, на змѣи, приборы и проч. Конечно, такое ненормальное положеніе могло длиться лишь короткое время; тѣмъ болѣе, что отъ насъ ждали не только производства па-

блюдений, но и руководства для распространения такихъ наблюдений по всей Имперіи. Я докладывалъ Академіи, что для наилучшей постановки дѣла слѣдовало бы устроить особую Динамическую Обсерваторію; но для этого потребовались бы средства до 80000 руб. одновременно и до 30000 руб. ежегодно. Не рассчитывая получить столь значительныя средства, я ограничился ходатайствомъ объ учрежденіи Отдѣленія при Константиновской Обсерваторіи, на что требовалось 18000 руб. одновременно и 12295 руб. ежегодно. Но и этотъ, крайне умѣренный для столь важнаго дѣла ежегодный кредитъ, испрашивавшійся Академіею, встрѣтилъ возраженіе въ Министерствѣ Финансовъ; во избѣжаніе дальнѣйшей задержки, пришлось согласиться на внесеніе въ Государственный Совѣтъ представленія въ еще болѣе ограниченномъ размѣрѣ. 4 апрѣля 1902 г. Высочайше утвержденнымъ мнѣніемъ Государственнаго Совѣта личный составъ Константиновской Обсерваторіи для означенной цѣли усиленъ однимъ старшимъ наблюдателемъ, однимъ адъюнктомъ и однимъ механикомъ.

На ежегодныя расходы по содержанію Отдѣленія, включая и личный составъ, назначено 7800 руб. Единственный кредитъ на устройство Отдѣленія разрѣшенъ въ размѣрѣ 18000 р., согласно первоначальному моему ходатайству. Благодаря этой новой Монаршей милости, мы могли уже въ отчетномъ году построить на арендованномъ у крестьянъ деревни Глинки участкѣ земли въ 2 десятины небольшой домикъ, въ которомъ помѣщены мастерская и квартиры механика и двухъ сторожей, сарай для змѣевъ и дровъ и колодезь. На зиму означенныя лица могли уже помѣститься здѣсь; остальную часть работъ, окончательную отдѣлку построекъ, устройство ледника, постройку электрической лебедки, павильона для нея, динамо-машины и керосинового двигателя, а также газодобывателя пришлось отложить до слѣдующаго года. Для придачі большей самостоятельности новому дѣлу, я выдѣлилъ персоналъ и средства, на него отпущенныя, въ особое отдѣленіе, работающее подъ моимъ руководствомъ; завѣдующимъ пазначенъ В. В. Кузнецовъ.

Ниже изъ подробнаго отчета по этому отдѣленію видно, что, несмотря на очень скромныя средства, оно дѣйствовало энергично и теперь уже, относительно наблюдений, добываемыхъ помощію змѣевъ, заняло весьма почетное мѣсто въ ряду сходственныхъ заграничныхъ учреждений; шары зонды также запускаются нами не менѣе успѣшно, чѣмъ въ Западной Европѣ; лишь поднятіе наблюдателей на воздушныхъ шарахъ не могло совершаться такъ часто, какъ это желательно, отчасти по недостатку средствъ, отчасти вслѣдствіе того, что у насъ нѣтъ приспособленій для такихъ поднятій, и они возможны лишь при содѣйствіи Учебнаго Воздухоплавательнаго Парка, занятаго своими задачами. Еще важнѣе роль отдѣленія, какъ распространителя змѣйковыхъ станцій въ Россіи. При его содѣйствіи наблюденія эти прививаются успѣшно. Подъ руководствомъ В. В. Кузнецова изготовляются цѣлыя серіи змѣевъ и приборовъ его системы, какъ для воздухоплавательныхъ парковъ, такъ и для частныхъ охотниковъ. Офицеры военнаго и морского вѣдомства и частныя лица знакомятся въ отдѣленіи Константиновской Обсерваторіи съ этимъ новымъ дѣломъ. Къ отчету приложены общій планъ взаимнаго расположенія участковъ прежняго обсерваторскаго

и новаго арендуемаго, а также столбовъ, съ которыхъ наблюдаютъ облака и положеніе шаровъ и змѣевъ.

Въ Иркутской Обсерваторіи стоитъ на очереди вопросъ о замѣнѣ ежечасныхъ магнитныхъ наблюденій самопишущими приборами. Приобрѣтенный на сбереженныя средства магнитографъ былъ жюстированъ, но опытъ приведенія въ дѣйствіе прибора безъ электрическаго освѣщенія пока не удался. Отсутствие средствъ, не испрошенныхъ пока на этотъ предметъ, принуждаетъ отложить доведеніе дѣла до конца.

Передача Байкальскихъ маяковъ въ вѣдѣніе Иркутской Обсерваторіи вызвана въ цѣляхъ соблюденія экономіи; завѣдываніе этимъ большимъ, постороннимъ намъ дѣломъ, хотя и представляетъ нѣкоторыя удобства по отношенію къ организаціи и дѣятельности метеорологическихъ станцій, устроенныхъ при маякахъ, ложится, однако, въ связи съ прибавленными намъ недавно сейсмическими наблюденіями, тяжелымъ бременемъ на Иркутскую Обсерваторію и, въ особенности, на ея Директора, какъ это видно изъ его отчета.

Сейсмическія наблюденія, какъ видно изъ того же отчета, приняли широкое развитіе какъ по отношенію къ разнообразнымъ приборамъ въ самой Иркутской Обсерваторіи, такъ и относительно развитія сѣти станцій въ ея районѣ. Такое широкое развитіе дѣятельности Иркутской Обсерваторіи было возможно, лишь благодаря чрезмѣрнымъ усиліямъ Директора и его помощника. Продолженіе дѣятельности Обсерваторіи въ такихъ широкихъ размѣрахъ, а тѣмъ болѣе дальнѣйшее развитіе этой дѣятельности, впрочемъ, весьма желательное, возможно будетъ безъ ущерба работамъ, составляющимъ главную задачу учрежденія, лишь при условіи соотвѣтственнаго увеличенія силъ и средствъ Обсерваторіи.

Тифлисскую Обсерваторію въ отчетномъ году, какъ упомянуто, постигло бѣдствіе пожара, нарушившаго отчасти правильную ея дѣятельность. Въ ночь съ 1 на 2 сентября сгорѣли обѣ деревянныя пристройки, лѣсница, часть башни, крыша помѣщенія магнитографа, пострадалъ архивъ. Значительная часть магнитныхъ и метеорологическихъ инструментовъ приведены въ негодность, а тѣ, которые удалось въ цѣлости спасти, все же требовали громаднаго труда для новой установки и приведенія въ дѣйствіе; непоправимою оказалась потеря всѣхъ анеометровъ, установленныхъ на башнѣ и сгорѣвшихъ. До высылки новыхъ анеометровъ изъ Главной Обсерваторіи и установки ихъ на исправленной башнѣ мы не имѣли въ Тифлисѣ записей направленія и силы вѣтра.

Немедленная заимообразная денежная помощь, оказанная Главноначальствующимъ, княземъ С. Г. Голицынымъ, дала возможность наскоро поправить наиболѣе неотложныя поврежденія; еще болѣе цѣнно его сердечное участіе, ободрившее директора Обсерваторіи въ тяжелыя минуты. Благодаря энергіи С. В. Гласека и всѣхъ служащихъ Обсерваторіи, работавшихъ съ утра до поздней ночи для приведенія всего возможно скорѣе въ исправный видъ, потери въ наблюденіяхъ были по возможности избѣгнуты, за исключеніемъ упомянутыхъ записей анеографа.

Всѣ матеріальные убытки, причиненные пожаромъ, исчислены въ 10700 рублей.

Императорская Академія Наукъ, по моему представленію, возбудила ходатайство

объ ассигнованій средствъ на возстановленіе всѣхъ частей зданія въ прежнемъ видѣ и на исправленіе всѣхъ поврежденій.

Съ другой стороны, отчетный годъ ознаменовался для Тифлисской Обсерваторіи событіемъ, благопріятнымъ для развитія ея дѣятельности. Высочайше утвержденнымъ мнѣніемъ Государственнаго Совѣта, для цѣлей изданія мѣстнаго Ежемѣсячнаго Бюллетеня, учреждены новыя должности одного старшаго и одного младшаго наблюдателя и назначены кредиты на прочіе расходы по изданію 1200 рублей ежегодно. Такимъ образомъ продолженіе этого изданія, столь важнаго для науки и для мѣстныхъ практическихъ требованій, предпринятое на частныя, случайныя средства, теперь обезпечено. Въ Бюллетенѣ за каждый мѣсяць помѣщаются таблицы температуръ за декады для 60 станцій, таблицы ежемѣсячныхъ среднихъ величинъ атмосфернаго давленія, влажности, вѣтра и облачности свыше 40 станцій и ежедневныя количества осадковъ для 150 станцій. На основаніи этихъ таблицъ и другихъ собранныхъ Обсерваторіею свѣдѣній, составляется ежемѣсячный обзоръ погоды, въ который входятъ всѣ главнѣйшіе метеорологическіе элементы, а также и особыя явленія, какъ-то засухи, ливни, градъ, состояніе снѣжнаго покрова, заморозки, вскрытіе и замерзаніе рѣкъ и проч.; состояніе сельскохозяйственныхъ растений, фенологическія явленія, гусеницы, грибныя болѣзни и другія вредныя для растительности явленія; наконецъ, сообщаются свѣдѣнія о землетрясеніяхъ.

Къ бюллетеню прилагается карта распределенія атмосфернаго давленія и осадковъ. Время отъ времени помѣщаются и отдѣльныя статьи.

Вопросы по приведенію въ дѣйствіе магнитныхъ самопишущихъ приборовъ и по введенію сейсмическихъ наблюденій въ Тифлисской Обсерваторіи, благодаря отпущеннымъ средствамъ и энергіи Директора и его помощника, рѣшены успѣшно. Но здѣсь стоитъ на очереди вопросъ о перенесеніи магнитной части за городъ, вслѣдствіе предстоящаго нарушенія правильнаго дѣйствія магнитометровъ и магнитографа электрическимъ трамваемъ, проводимымъ вблизи Обсерваторіи.

Назначенная Императорскою Академіею Наукъ Комиссія подробно разсмотрѣла и представила на усмотрѣніе Академіи проектъ устройства магнитнаго отдѣленія въ Мцхетѣ. На ходатайство Академіи, возбужденное по этому поводу, еще не послѣдовало отвѣта.

Позволяю себѣ обратить вниманіе Академіи на постоянное расширеніе дѣятельности нашихъ Обсерваторій по отношенію къ участию въ международныхъ наблюденіяхъ. Помимо упомянутыхъ сейсмическихъ наблюденій, наши Обсерваторіи принимаютъ участіе въ наблюденіяхъ надъ облаками и другими атмосферными явленіями въ дни международныхъ поднятій шаровъ, а также производятъ спеціальныя магнитныя наблюденія въ условленные дни въ связи съ наблюденіями Германской антарктической экспедиціи; наконецъ, по ходатайству Англійской антарктической экспедиціи прибавлены еще дополнительныя магнитныя наблюденія 2 раза въ мѣсяць, требовавшія дежурствъ не только дневныхъ, но и ночныхъ. Наконецъ, по предложенію Биркеланда, снарядившаго 4 экспедиціи въ сѣверныя полярныя страны, съ декабря отчетнаго года начаты магнитныя наблюденія въ опредѣлен-

ные 7 дней въ мѣсяцѣ, въ продолженіе двухъ опредѣленныхъ часовъ, помощью прибора съ увеличенною скоростью вращенія. Большое число этихъ международныхъ и другихъ новыхъ наблюдений, вызываемыхъ движеніемъ науки впередъ, вызываютъ чрезвычайное напряженіе дѣятельности личнаго состава и расходы, часто ставящіе Обсерваторію въ крайне затруднительное положеніе.

Считаю необходимымъ обратить вниманіе на недостатокъ нашего личнаго состава, вслѣдствіе чего недостатокъ средствъ на вознагражденіе лицъ, работающихъ по вольному найму, приходится покрывать изъ средствъ, ассигнованныхъ на ученые потребности, на содержаніе станцій и отчасти на спеціальныя средства, получаемыя за провѣрку инструментовъ, слѣдовательно, въ ущербъ научнымъ изслѣдованіямъ и весьма желательному расширенію дѣла провѣрки инструментовъ. Затѣмъ ошутителенъ недостатокъ средствъ, отнускаемыхъ на инспекцію болѣе 2000 станцій. Недостатокъ этотъ лишаетъ возможности осматривать станціи такъ часто, какъ это было бы необходимо для правильной постановки всей нашей сѣти. Само собою разумѣется, что всѣ усилія мои должны быть направлены къ тому, чтобы путемъ возможной экономіи и при теперешнихъ средствахъ не задерживать естественное развитіе дѣятельности Обсерваторіи; но для крайне необходимаго болѣе частаго осмотра станцій и для успѣха научной разработки накопившагося матеріала все же предвидится необходимость новыхъ ассигнованій.

I. Канцелярія и административная часть.

Канцелярією Николаевской Главной Физической Обсерваторіи завѣдывалъ, какъ и въ прошломъ году, Ученый Секретарь Е. А. Гейнцъ, который въ отчетномъ году находился въ теченіе 2 мѣсяцевъ, съ 4 іюня, въ командировкѣ за границей.

На вакантную должность столоначальника былъ избранъ окончившій физико-математическій факультетъ по математическому отдѣленію С.-Петербургскаго Университета съ дипломомъ I разряда М. Н. Городенскій, занявшій эту должность 1 февраля отчетнаго года, а утвержденный въ ней на государственной службѣ 1 апрѣля. До того г. Городенскій съ 1 мая 1901 года занимался въ Обсерваторіи подъ руководствомъ Э. В. Штеллинга обработкою Шницбергенскихъ наблюдений. Въ отсутствіе Ученаго Секретаря во время его командировки М. Н. Городенскій завѣдывалъ Канцелярією.

Обязанности журналиста попрежнему исполнялъ И. А. Тахвановъ, который, особенно въ началѣ года, занимался также цѣлымъ рядомъ другихъ работъ, вызванныхъ неполнымъ личнымъ составомъ Канцеляріи.

Другіе лица, служащіе въ Канцеляріи, въ отчетномъ году исполняли тѣ же обязан-

ности, какъ и въ прошломъ году: Н. А. Подгорновъ занимался отправкою корреспонденціи и посылокъ на почту, В. С. Савельевъ велъ журналъ исходящихъ бумагъ и слѣдилъ за подшивкою въ дѣла корреспонденціи, а гг. Шадуикисъ и Михѣевъ занимались почти исключительно перепискою.

Однако, помимо своихъ прямыхъ обязанностей, всѣ служащіе въ Канцеляріи исполняли различныя другія работы, вслѣдствіе слѣшности нѣкоторыхъ дѣлъ, а также по поводу вновь возникавшихъ вопросовъ, въ связи съ распространяющеюся съ каждымъ годомъ дѣятельностью Обсерваторіи. Обсерваторія постоянно вступаетъ въ сношенія съ новыми учрежденіями и лицами, возникаютъ новыя потребности, вырабатываются новыя проекты, назначаются комиссіи для разсмотрѣнія новыхъ запросовъ практики и т. д. Все это въ значительной степени ложится на Канцелярію, обычная текущая работа которой независимо отъ этого все увеличивается, благодаря естественному росту сѣти и вообще метеорологической службы въ Россіи. Вся переписка по административной части, а также по всѣмъ вопросамъ общаго характера ведется Канцеляріею.

При Канцеляріи состояли, какъ и раньше, два служителя для упаковки посылокъ, нашивки адресовъ и вообще для исполненія всѣхъ порученій по Канцеляріи. Складъ изданій Обсерваторіи состоялъ попрежнему въ вѣдѣніи Канцеляріи.

Въ отчетномъ году въ Канцелярію поступило 37060 входящихъ пакетовъ, посылокъ, бюллетеней и газетъ, въ томъ числѣ 4965 официальныхъ отпосеній, отправлено же было 116130 исходящихъ пакетовъ, посылокъ и бюллетеней, въ томъ числѣ 6225 официальныхъ.

Въ число исходящей корреспонденціи включены 206 экземпляровъ ежедневнаго бюллетеня, 112 экземпляровъ еженедѣльнаго бюллетеня и 528 экземпляровъ ежемѣсячнаго бюллетеня, разсылавшіеся внутри Имперіи и за границу (изъ нихъ 46 экземпляровъ ежедневнаго и 29 экземпляровъ ежемѣсячнаго бюллетеней разсылались по подпискѣ). Разныя правительственныя учрежденія, ученые общества и метеорологическія станціи получали бюллетени бесплатно. Входящая и исходящая корреспонденція Отдѣленія станцій III разряда включена въ вышеприведенныя общія числа, но туда не вошли метеорологическія депеши, получаемыя и отправляемыя непосредственно Отдѣленіемъ по изданію ежедневнаго бюллетеня.

Канцеляріею записано было 1351 корректурный листъ и сдѣлано 560 заказовъ у разныхъ поставщиковъ.

Ученый Секретарь Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ, помимо своихъ прямыхъ обязанностей, принималъ въ отчетномъ году участіе во многихъ другихъ работахъ.

Прежде всего укажемъ на многочисленныя справки и личныя объясненія постороннимъ лицамъ и пріѣзжающимъ въ Петербургъ наблюдателямъ по различнаго рода вопросамъ какъ научнаго, такъ и административнаго характера. Ученому Секретарю, наравнѣ съ завѣдывающими другихъ отдѣленій, приходилось посвящать много времени и труда на такого рода личные переговоры. Далѣе на обязанности Ученаго Секретаря лежатъ довольно

частые разъѣзды по городу для различныхъ справокъ и переговоровъ съ правительственными учреждениями и лицами.

При всѣхъ совѣщаніяхъ въ Обсерваторіи по поводу новыхъ вопросовъ Ученый Секретарь всегда принималъ въ нихъ дѣятельное участіе.

Въ отчетномъ году заканчивала свои труды упомянутая въ прошлогоднемъ отчетѣ комиссія объ организаціи наблюденій надъ интенсивностью и продолжительностью осадковъ; секретаремъ этой комиссіи попрежнему состоялъ, совместно съ г. Бергомъ, г. Гейнцъ.

Далѣе онъ исполнялъ обязанности дѣлопроизводителя въ Строительной Комиссіи по постройкѣ магнитнаго павильона при Константиновской Обсерваторіи въ г. Павловскѣ.

Наконецъ, въ качествѣ представителя Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ принималъ участіе въ декабрѣ истекшаго года въ трудахъ второго Съѣзда дѣятелей по сельскохозяйственнымъ опытнымъ учреждениямъ.

Съ моего согласія г. Гейнцъ и въ отчетномъ году продолжалъ исполнять обязанности секретаря «Бюро по международной библіографіи при Императорской Академіи Наукъ», подъ предѣдательствомъ академика А. С. Фаминцына.

Г. Р. Пернъ состоялъ, попрежнему, Смотрителемъ. Подъ его руководствомъ работали 14 служителей, а именно: 1 швейцарь, 2 служителя при Канцеляріи, 2 служителя при Отдѣленіяхъ, помѣщенныхъ въ главномъ зданіи, 2 разсылныхъ, 1 служитель при Отдѣленіи наблюденій и повѣрки инструментовъ, 5 дворниковъ и 1 истопникъ. На Смотрителя Обсерваторіи возложенъ присмотръ за чистотою помѣщеній, двора и прилегающихъ улицъ; онъ руководитъ работами прислуги, покупаетъ и доставляетъ въ Отдѣленія Обсерваторіи, въ ея лабораторіи и мастерскія необходимые матеріалы и принадлежности, получаетъ изъ таможни и отправляетъ за границу инструменты и книги и вообще заботится объ исполненіи всѣхъ хозяйственныхъ потребностей Обсерваторіи.

Сверхъ мелкихъ починокъ и исправленій, въ отчетномъ году были произведены, подъ непосредственнымъ присмотромъ Смотрителя Обсерваторіи, слѣдующія ремонтныя работы: по Масляному переулку былъ положенъ новый тротуаръ и всѣ печи въ зданіи Обсерваторіи были исправлены.

II. Механическая мастерская и инструменты.

Мастерскою попрежнему завѣдывалъ механикъ К. К. Рорданцъ; кромѣ него, подъ его руководствомъ работали: М. Хохловъ съ января до 20 апрѣля (съ этого срока онъ былъ переведенъ въ Константиновскую Обсерваторію на мѣсто механика вновь устраиваемаго Змѣйковаго Отдѣленія); А. Алексѣевъ работалъ съ января до 28 іюня; онъ ушелъ отъ насъ на болѣе выгодное мѣсто; его замѣнилъ, въ качествѣ подмастерья, окончившій у насъ обученіе ученикъ Ѳ. Пѣтуховъ. Ученикъ М. Пѣтуховъ обучался работамъ въ теченіе всего года.

Помимо обычнаго ухода за дѣйствующими приборами Обсерваторіи, мелкихъ починокъ, различныхъ порученій по заказу инструментовъ и проч., въ мастерской Обсерваторіи въ теченіе отчетнаго года были исполнены слѣдующія работы:

1) Оконченъ *большой механической анемометръ* новой конструкціи Рорданца. Приборъ этотъ установленъ на башнѣ взамѣнъ стараго анемометра Фуса; онъ приведенъ въ дѣйствіе съ августа.

2) Изготовлены *два новыхъ бусоли* съ діоптрами.

3) Изготовлено *два новыхъ усовершенствованныхъ снѣгометра*.

4) Изготовлены *одинъ анемометръ* и *одинъ новый анемометръ* для надстраиваемой башни Константиновской Обсерваторіи.

5) Изготовленъ *одинъ гелиографъ* Величко.

6) Изготовлены *два новыхъ флюгера* особаго устройства.

7) Изготовлены *два метеорографа* для шаровъ зондовъ.

8) Изготовлено 50 перьевъ для Ришаровскихъ приборовъ.

» 20 » » атмо-омбрографа.

9) Сдѣлано новое приспособленіе у обыкновеннаго дождемѣра, чтобы его можно было изъ дома закрывать и открывать во время ливня.

10) Изготовленъ футштокъ, раздѣленный на сантиметры, для гавани Портъ-Кунда.

Исправлены: 30 волосныхъ гигрометровъ, 27 ртутныхъ барометровъ, 2 анероида, 1 солнечные часы Флеше, 1 эвапорометръ, 2 нефоскопа, 2 контактныхъ часовъ, анемометры Вильда-Гаслера, Фрейберга-Ришара и анемометръ вертикальныхъ воздушныхъ теченій; электрической приборъ, служащій для приведенія въ сотрясеніе ртути у вѣсоваго барографа Вильда; дистиллировано 2 пуда ртути. Вытянуты проволочныя нити изъ польскаго серебра толщиною въ 0,066 и въ 0,045 мм. для изготавливаемыхъ новыхъ магнитныхъ приборовъ.

Провѣрены 40 камертоновъ.

Независимо отъ этого мастерская оказывала содѣйствіе Отдѣленію повѣрки инструментовъ какъ по введенію нѣкоторыхъ усовершенствованій въ повѣрительныхъ приборахъ, такъ и при повѣркѣ 65 анемометровъ на приборѣ Комба.

Въ концѣ августа механикъ Рорданцъ былъ командированъ въ Портъ-Кунда для установки электрическаго лимниграфа моей системы.

Обсерваторія приобрѣла въ отчетномъ году за свой счетъ изъ мастерскихъ Ф. Мюллера, К. Петермана, Г. Майкранца и Д. Дремлюга, и разослала на метеорологическія станціи нижеслѣдующіе приборы установленнаго типа:

35 психрометрическихъ термометровъ,

31 минимальныхъ » ,

13 максимальныхъ » ,

11 волосныхъ гигрометровъ,

20 термометрическихъ клѣтокъ,

73 пары дождемѣровъ съ складною воронкообразной защитой Нифера,
11 ртутныхъ барометровъ,
4 анероида,
10 флюгеровъ съ указателемъ силы вѣтра,
2 солнечныхъ часовъ Флеше,
2 карманныхъ часовъ,
6 фонарей,
2 эвапорометра Вильда.

Въ этомъ перечнѣ обращаетъ на себя вниманіе малое (сравнительно съ прошлыми годами) количество пріобрѣтенныхъ гигрометровъ. Объясняется это тѣмъ, что въ мастерской Обсерваторіи организованъ болѣе широкій ремонтъ старыхъ инструментовъ, возвращаемыхъ со станцій (всего выслано на станціи въ отчетномъ году 32 гигрометра, составляющихъ собственность Обсерваторіи).

То же нужно сказать и о барометрахъ, на ремонтъ которыхъ было потрачено въ отчетномъ году очень много времени механикомъ Обсерваторіи, К. К. Рорданцемъ, какъ это видно изъ отчета по мастерской.

Кромѣ перечисленныхъ, были пріобрѣтены за счетъ Обсерваторіи и высланы на станціи слѣдующіе инструменты:

Отъ Ф. Мюллера въ С.-Петербургѣ: психрометръ-пращъ для станціи на Югорскомъ Шарѣ (Новая Земля) и 2 дугообразныхъ термометра къ актинометру Хвольсона для станціи въ Асхабадѣ; изъ Германіи отъ Фуса (R. Füss in Steglitz) ручной анемометръ для станціи въ Ай-Петри; изъ Франціи отъ Ришара (J. Richard Frères à Paris) двухдневный гигрографъ (большая модель) для той же станціи и недѣльный гигрографъ (средняя модель) для станціи въ Уютномъ. На средства, ассигнованныя Спб. Городскою Думою, Обсерваторіею выписаны изъ Англій (Nation. Phys. Laboratory) 2 анемографа для станцій Портъ-Кунда и Гогландскій маякъ.

Кромѣ того отъ Ришара выписано въ отчетномъ году за счетъ Обсерваторіи 70 годовыхъ запасовъ лентъ для снабженія ими станцій, на которыхъ дѣйствуютъ Ришаровскіе самописцы.

Для Главной Физической и Константиновской Обсерваторій въ отчетномъ году пріобрѣтены изъ заграницы слѣдующіе приборы:

Изъ *Германіи*: отъ М. Гильдебранда (Freiberg) астрономическій инструментъ для опредѣленія азимутовъ миръ; отъ Р. Мюллера-Ури (Braunschweig) электрометръ и приборъ для опредѣленія плотности снѣга; отъ Континентальной Каучуковой и Гутаперчевой Компаніи (Hannover) 10 резиновыхъ шаровъ-зондовъ; отъ Р. Фуса (Steglitz) 5 аспираціонныхъ психрометровъ; отъ Акціонернаго Электрическаго Общества въ Берлинѣ динамомашина и электродвигатель; отъ О. Тепфера (Potsdam) вариометръ для магнитныхъ наблюдений и 100 листовъ фотографической бумаги для магнитографа; отъ О. Дейтца (Köln) керосиновый двигатель; отъ д-ра Штольце въ Берлинѣ 100 листовъ фотографи-

ческой бумаги для магнитографа и отъ Шлейхеръ и Шилль (Düren) 1 стопа миллиметровой бумаги.

Изъ *Франціи*: отъ Бр. Ришаръ въ Парижѣ 800 листовъ бумаги для гигрографа.

Изъ *Анліи*: отъ Англійской Національной Физической Лабораторіи (Kew) 2400 листовъ фотографической бумаги для магнитографа.

Изъ *Швеціи*: отъ И. Розе (Ursala) пиргелиометръ.

Изъ хранящагося въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи запаса камертоновъ въ отчетномъ году было выдано бесплатно 32 камертона ученикамъ регентскаго класса Придворной Капеллы, 1 камертонъ регенту при Илукетскомъ училищѣ дѣвиць С. Пенткину и 1—іеромонаху о. Георгію, всего 34 камертона.

III. Библиотека и архивъ.

Библиотекаремъ и архивариусомъ въ теченіе всего отчетнаго года состоялъ П. И. Ваннари, который пользовался въ этомъ году мѣсячнымъ отпускомъ съ 1-го августа по 1-ое сентября.

Подъ его руководствомъ въ теченіе всего года въ библиотекѣ занималась Ц. К. Ремей, которая была въ отпуску съ 10-го іюня по 9-ое іюля. На обязанности г-жи Ремей лежала переписка старыхъ каталоговъ, занесеніе въ каталогъ вновь поступающихъ книгъ и размѣщеніе ихъ въ библиотекѣ.

Библиотека увеличилась въ теченіе отчетнаго года на 917 нумеровъ, что составляетъ 1169 томовъ. Изъ нихъ 117 томовъ были куплены, а остальные 1052 получены въ обмѣнъ или въ даръ. Общее число книгъ въ библиотекѣ къ концу отчетнаго года достигло 37481.

Библиотека получаетъ болѣе 600 періодическихъ изданій, изъ которыхъ 161 находятся для общаго пользованія въ читальнѣ.

Въ отчетномъ году въ библиотекѣ была произведена *ревизія*.

Библиотекой и архивомъ пользовались въ отчетномъ году 65 лицъ, при чемъ изъ библиотекы было выдано 1296 книгъ, а изъ архива записи наблюдений за 782 года.

Въ *архивѣ* въ теченіе отчетнаго года поступило:

- 1) Книжки и таблицы наблюдений 950 станцій II раз. за 1900 г.
- 2) Таблицы наблюдений 15 финляндскихъ маяковъ за тотъ-же годъ.
- 3) Книжки и таблицы наблюдений 115 станцій надъ температурою почвы за тотъ-же годъ.
- 4) Таблицы наблюдений 164 станцій надъ температурою поверхности земли за тотъ-же годъ.
- 5) Таблицы наблюдений надъ испареніемъ на 126 ст. за тотъ-же годъ.
- 6) Записи и обработка наблюдений по гелиографу на 119 ст. за тотъ-же годъ.

7) Таблицы ежечасныхъ наблюдений Екатеринбургской Обсерваторіи за 1900 г. и таблицы ежечасныхъ магнитныхъ наблюдений Екатеринбургской Обсерваторіи за 1901 г.

8) Таблицы облачности А. М. Шенрока.

9) Желѣзнодорожныя наблюденія за зиму 1900—1901 г.

10) Оригиналы наблюдений станцій III разряда надъ грозами въ 1898, 1899 и 1900 гг., надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1898—1899 г., надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ въ 1898 и 1899 гг. и надъ осадками въ 1898 и 1899 гг.

11) Записи и обработка самопишущихъ приборовъ 55 станцій за 1900 годъ.

12) Записи самопишущихъ приборовъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи (барографовъ Гаслера и Ришара, анемографовъ Ришара, Гаслера и Фуса, анемографа для вертикальныхъ токовъ воздуха, лимниграфа Гаслера, термографа и гигрографа Ришара, омбро-атмографа Рорданца и гелиографа Кемпбеля) за 1900 годъ; таблицы чрезвычайныхъ наблюдений и обработка самопишущихъ приборовъ и книжки обыкновенныхъ и чрезвычайныхъ наблюдений за 1900 г.

Въ архивѣ и библиотекѣ, на крайнюю тѣсноту которыхъ было уже указано въ предыдущихъ отчетахъ, теперь уже совершенно не осталось мѣста для размѣщенія рукописныхъ оригиналовъ наблюдений. Все вновь поступающее приходится складывать прямо на полу; такой способъ размѣщенія рукописей наблюдений конечно нельзя признать желательнымъ, и кромѣ того имъ очень затрудняется пользование архивомъ, которое все увеличивается.

Въ библиотекѣ, кромѣ указанныхъ выше текущихъ работъ, продолжались, какъ и въ прошломъ году, составленіе новаго систематическаго каталога всѣхъ книгъ, карточнаго каталога текущей журнальной литературы и составленіе библиографіи для «Ежемесячнаго Бюллетеня».

Многочисленныя справки отнимали и въ отчетномъ году у библиотекаря не мало времени, ибо обыкновенно постороннимъ лицамъ приходилось давать разнаго рода разъясненія и совѣты. За подобными справками и разъясненіями часто обращаются также и письменно, и нерѣдко приходится изготовлять въ библиотекѣ копии съ оригиналовъ архива, сообщать списки работъ по разнымъ вопросамъ и т. д. Въ теченіе отчетнаго года въ читальнѣ Обсерваторіи дѣлали выписки для различныхъ цѣлей многія постороннія лица, широко пользуясь совѣтами и указаніями библиотекаря.

Кромѣ того библиотекарь, подъ моимъ руководствомъ, составилъ списокъ трудовъ Г. И. Вильда, приложенный къ читанному мною на засѣданіи Императорской Академіи Наукъ 9 сентября 1902 г. некрологу Г. И. Вильда.

IV. Изданія Обсерваторіи. Ученые труды служащихъ въ Обсерваторіи. Справки.

Николаевская Главная Физическая Обсерваторія разослала въ отчетномъ году разнымъ учрежденіямъ, ученымъ обществамъ и отдѣльнымъ лицамъ слѣдующія изданія въ обмѣнъ на доставленныя ей наблюденія и печатныя изданія.

1) Лѣтописи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г. части I и II, а также оттиски различныхъ отдѣловъ ихъ¹⁾.

2) Отчетъ по Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 годъ.

3) С. Гривбоѣдовъ. Предостереженія о сильныхъ вѣтрахъ и метеляхъ, посланныя Главною Физическою Обсерваторіею на линіи желѣзныхъ дорогъ зимою 1900—1901 г.

Ежедневный Метеорологическій Бюллетень разсылался безвозмездно внутри Имперіи и за границу въ числѣ 160 экземпляровъ. Разсылка производилась большею частью ежедневно и только въ нѣкоторые пункты по одному разу въ недѣлю. Сверхъ того Обсерваторія разсылала безвозмездно: Ежеведѣльный Бюллетень въ числѣ 112 экземпляровъ, Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень въ числѣ 499 экземпляровъ. По подпискѣ доставлялись внутри Имперіи: 43 экземпляра Ежедневнаго и 29 экземпляровъ Ежемѣсячнаго Бюллетеня; за границу 3 экземпляра Ежедневнаго Бюллетеня.

Въ теченіе отчетнаго года служащими Обсерваторіи были напечатаны слѣдующіе ученые труды:

Каминскій, А. А. Постановка метеорологическаго дѣла въ Россіи.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень Николаевской Главной Физической Обсерваторіи 1902, № 1.

Его-же. Обзоръ дѣятельности Комиссіи по организаціи метеорологическихъ наблюдений на отечественныхъ курортахъ.—Журналъ Русскаго Общества охраненія народнаго здравія 1902, № 7—8.

Коростелевъ, Н. А. Солнечныя пятна и варіація магнитнаго склоненія.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 2.

Кузнецовъ, В. В. Самопишущій приборъ для опредѣленія давленія вѣтра, приспособленный для поднятія на змѣяхъ.—Извѣстія Императорской Академіи Наукъ. т. XVII, № 1.

Его-же. Резиновый шаръ-зондъ и метеорографъ по идеѣ Ассмана.—Ежемѣсячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 4.

Надѣинъ, И. К. Слойное строеніе атмосферы.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

1) Выводы изъ наблюдений станцій I разряда, наблюденія надъ солнечнымъ сіяніемъ, результаты записей самопишущихъ инструментовъ, наблюденія надъ атмосферными осадками, грозами, вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ и надъ снѣжнымъ покровомъ.

Носовъ, А. В. Международныя наблюденія надъ облаками, произведенныя въ 1896—1897 гг. Вашингтонской Обсерваторіей.—Ежемесячный Метеорологическій Бюллетень, 1902, № 2.

Рыкачевъ, М. А. Возмущенія въ записяхъ магнитографа Константиновской Обсерваторіи, вызванныя Шемахинскимъ землетрясеніемъ.—Приложеніе къ протоколамъ засѣданія Сейсмической Комиссіи, 1902.

Его-же. Необычайныя электрическія явленія при змѣйковомъ полетѣ 11 апрѣля 1902 г.—Извѣстія Императорской Академіи Наукъ, т. XVI, № 4.

Его-же. Некрологъ Г. И. Вильда.—Ibid., т. XVII, № 2. То же Ежемесячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 8.

Его-же. Третій съѣздъ Международной Воздухоплавательной Комиссіи въ Берлинѣ.—Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVII, № 2.

Его-же. Участіе Константиновской Обсерваторіи въ международныхъ наблюденіяхъ въ разныхъ слояхъ атмосферы 19 сентября 1902 г.—Ibidem.

Савиновъ, С. И. Подъемъ змѣевъ въ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ 5 декабря, 1901.—Ежемесячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 3.

Его-же. Подъемъ воздушныхъ змѣевъ въ январѣ, февралѣ и мартѣ 1902 въ Константиновской Обсерваторіи въ Павловскѣ.—Ежемесячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 5.

Его-же. Международные подъемы шаровъ и змѣевъ съ августа по декабрь 1901 г.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Его-же. Краткій обзоръ международныхъ изслѣдованій свободной атмосферы за 1901 г.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Его-же. Подъемы шаровъ и змѣевъ въ январѣ—маѣ изъ С.-Петербурга и Павловска. Распыленіе $3\frac{1}{2}$ километровъ проволоки электрическимъ разрядомъ.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Его-же. Съѣздъ Международной Комиссіи по научному воздухоплаванию.—Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Семеновъ, И. П. Климатъ средне-русской черноземной области—Россія. Томъ II, 1902.

Смирновъ, Д. А. Рѣзкія колебанія температуры въ С.-Петербургѣ 20 и 21 марта 1902 г.—Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVII, № 1.

Его-же. Предварительный отчетъ о международномъ полетѣ шаровъ 6 февраля 1902.—Ежемесячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 4.

Его-же. Предварительный отчетъ о международныхъ полетахъ шаровъ съ апрѣля по сентябрь 1902 г. Ежемесячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 10.

Шенрокъ, А. М. Verification einer Stimmgabel und Versuch einer photographischen Prüfungsmethode von Stimmgabeln.—Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVI, № 3.

Его-же. Высокій полетъ шаровъ въ Берлинѣ.—Ежемесячный Метеорологическій Бюллетень 1902, № 5.

Шипчинскій, В. В. Современное состояніе вопроса объ іонизаціи атмосферы.— Метеорологическій Вѣстникъ 1902.

Шостаковичъ, В. Б. Замѣтка о быстрыхъ колебаніяхъ температуры на побережьѣ озера Байкала.—Ежемѣсячный Бюллетень 1902, № 12.

Его-же. Толщина льда на водоемахъ Восточной Сибири.—Извѣстія Академіи Наукъ т. XVII. № 5.

Кромѣ указанныхъ выше трудовъ, въ отчетномъ году мною были представлены для напечатанія въ изданіяхъ Императорской Академіи Наукъ слѣдующія три статьи:

1) Сикора, I. I. Observations des aurores boréales effectuées pendant l'hivernage en 1899—1900 de l'expédition russe à Konstantinowka, Spitzberg.

2) Срезневскій, Б. И. Einige geometrische Sätze über die Krümmung eines Luftstroms in atmosphärischen Wirbeln (Извѣстія Академіи Наукъ, т. XVI, № 4).

3) Шукевичъ, I. Б. Термометрическія изслѣдованія и повѣрка термометровъ въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи съ 1869 до 1901 года.

Николаевская Главная Физическая Обсерваторія выдала въ отчетномъ году слѣдующія справки разнымъ учрежденіямъ и лицамъ, обращающимся къ ней съ соотвѣтствующими запросами:

1) Г-жѣ Н. М. Субботиной въ С.-Петербургѣ — атмосферное давленіе и температура воздуха въ Москвѣ и Петербургѣ за 1901 г.

2) Управленію Ириновской желѣзной дороги въ Сиб. — свѣдѣнія о температурѣ воздуха въ Сиб. 7 августа 1901 г.

3) Управленію Московско-Казанской жел. дороги въ Москвѣ — наблюденія надъ температурою воздуха и надъ атмосферными осадками въ направленіи отъ Петровска-порта до Москвы за время съ 8 по 30 ноябрю 1900 г. и отъ Грознаго до Москвы съ 21 ноябрю по 3 декабря 1900 г.

4) Редакціи журнала «Звѣзда» въ Сиб. — температура воздуха въ г. Славянскѣ съ 9 по 12 февраля 1898 г.

5) Управленію Московско-Ярославско-Архангельской жел. дороги въ Москвѣ — свѣдѣнія о погодѣ вдоль желѣзнодорожной линіи Ярославль-Архангельскъ съ 12 по 23 февраля 1901 г.

6) Архитектору зданій Института Гражданскихъ Инженеровъ ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ I—мѣсячныя среднія температуры въ Сиб. за 1901 г.

7) Управленію Курско-Харьково-Севастопольской жел. дороги въ г. Харьковѣ — температура воздуха съ 1 по 26 ноябрю 1895 г. на пути изъ Ялты черезъ Севастополь въ Харьковъ.

8) Машиностроительному заводу инженера Н. Н. Струкъ въ Сиб. — высота надъ уровнемъ моря Черной рѣчки на Выборгской сторонѣ.

9) Петергофскому Дворцовому Управленію — среднія мѣсячныя величины метеорологическихъ элементовъ въ Сиб. за 1901 г.

10) Конторѣ Карла Зандера въ Спб.—свѣдѣнія о состояніи погоды въ восточной части Финскаго залива 7 и 8 сентября 1900 г.

11) Военному инженеру Полковнику Э. А. Колянковскому въ Спб.—свѣдѣнія о высотѣ воды въ р. Невѣ за разное время (6 справокъ).

12) Инженеръ-генералу Н. П. Петрову въ Спб.—свѣдѣнія о температурѣ воздуха и атмосферныхъ осадкахъ въ Спб. и Павловскѣ.

13) Генералу В. В. Витковскому въ Спб.—магнитное склоненіе въ Парижѣ и Лондонѣ за 1901 г.

14) Совѣту Управленія Лодзинской Фабричной жел. дороги въ Варшавѣ—наблюденія надъ температурою воздуха въ царствѣ Польскомъ и по направленію линіи Ростовъ-Екатеринославъ-Ровно-Ковель за время съ 9 по 19 августа 1900 г.

15) Статистическому Отдѣленію Спб. Городской Управы—состояніе погоды въ Спб. съ 1 по 13 января 1901 г.

16) Приватъ-доценту Харьковскаго Университета М. П. Косачу — выписки изъ метеорологическихъ наблюденій 99-ти станцій II-го разряда съ 11 по 14 декабря 1901 г. въ полосѣ между линіями Умань-Курскъ-Казань и Новороссійскъ-Астрахань-Оренбургъ.

17) Директору 1-го Кадетскаго Корпуса въ Спб.—мѣсячныя среднія температуры воздуха въ Спб. за 1899, 1900 и 1901 гг.

18) Начальнику 4-й Шоссейной Дистанціи Спб. Округа Путей Сообщенія въ Спб. — состояніе погоды 1 и 2 марта 1902 г. въ Спб. и Павловскѣ.

19) Контролю Сборовъ Лодзинской Фабричной жел. дороги въ Варшавѣ—температура воздуха въ Царствѣ Польскомъ и на протяженіи Ростовъ-Екатеринославъ-Ровно-Ковель за время съ 27 іюля по 5 августа 1900 г.

20) Начальнику Цивильской почтово-телеграфной Конторы — разница во времени между Цивильскомъ и Пулковомъ.

21) Юридической части Управленія желѣзныхъ дорогъ — температура воздуха въ Ирбитѣ, Тюмени и Талпцѣ за февраль 1900 г.

22) Судебному слѣдователю Ковенскаго Окружного Суда 3-го участка Поневѣжскаго уѣзда въ г. Поневѣжѣ — температура воздуха въ Митавѣ, Поневѣжѣ, Радзивилишкахъ и Двинскѣ за 11 и 12 декабря 1901 г.

23) Канцеляріи 1-го Кадетскаго Корпуса въ Спб.—мѣсячныя среднія температуры въ Спб. за январь, февраль и мартъ 1902 г.

24) Охтенской Пригородной Управѣ—высота воды въ р. Невѣ съ 10 по 20 ноябрю 1901 г.

25) Отдѣлу Сооруженій Главнаго Управленія Кораблестроенія и Снабженій—свѣдѣнія о состояніи погоды въ Глазговѣ (Англія) въ декабрѣ 1900 г. и январѣ 1901 г.

26) Самарской Губерпской Земской Управѣ— выписки изъ наблюденій метеорологическихъ станцій въ Саратовѣ, Камышинѣ, Маломъ Узлѣ, Покровской слободѣ, Урбахѣ, Ершовѣ и Уральскѣ за іюнь, іюль и августъ 1900 г. и іюнь и іюль 1901 г.

27) Инженеру Путей Сообщенія А. Ю. Саковичу въ Спб.—свѣдѣнія о количествѣ атмосферныхъ осадковъ, выпавшихъ въ видѣ снѣга въ теченіе зимы 1901—1902 гг. въ бассейнѣ Сѣверной Двины.

28) Управленію Харьковско-Николаевской казенной жел. дороги въ Харьковѣ—состояніе погоды съ 3 по 5 іюля 1900 г. на пространствѣ Тирасполь-Кременчугъ.

29) П. И. Левицкому въ с. Александровскомъ, Тульской губ.,—магнитное склоненіе въ Тульской губ.

30) Штабсъ-капитану А. И. Баранову въ Песоченскомъ заводѣ, Калужской губ.,—барометрическое давленіе въ Европейской Россіи съ 19 по 22 іюня 1902 г.

31) Старшему врачу 3-й резервной Артиллерійской бригады въ Смоленскѣ—наблюденія Смоленской метеорологической станціи за 1901 г.

32) Департаменту Земледѣлія—свѣдѣнія о первыхъ и послѣднихъ въ году морозахъ въ Петро-Александровскѣ, Нукусѣ и Тифлисѣ.

33) Инженеру К. Д. Грибоѣдову въ Спб.—высота воды въ р. Невѣ 11 іюля 1902 г.

34) О. Н. Панаеву въ Перми—нормальныя температуры воздуха для Прикамскаго района.

35) Юридической Части Управленія Курско-Харьково-Севастопольской жел. дороги въ Харьковѣ—температура воздуха и сила вѣтра съ 9 по 20 октября 1898 въ Лозовой, Мелитополѣ и Харьковѣ.

36) Инженеру М. О. Богурскому въ им. Остревки, Гродненской губ.—магнитное склоненіе въ Гродненской губ.

37) Оцѣпочному Отдѣленію Вологодской Губернской Земской Управы—ежемесячныя обзоры погоды въ Европейской Россіи за 1901 и 1902 гг. и многолѣтнія среднія температуры и осадковъ для всей Россійской Имперіи.

38) Г. Стефани на Михайловскомъ хуторѣ, Черниговской губ.—магнитное склоненіе въ Черниговской губ.

39) Судебному слѣдователю по важнѣйшимъ дѣламъ С.-Петербургскаго Окружного Суда Зайцову—состояніе погоды въ Лужскомъ уѣздѣ 29 іюня 1902 г.

40) Правленію С.-Петербургскаго Округа Путей Сообщенія—наблюденія надъ атмосферными осадками въ Павловскѣ (Спб. губ.), Усть-Ижорѣ и Усть-Славянкѣ за 1901 и 1902 гг.

41) Врачу В. А. Благовѣщенскому въ Спб.—высота надъ уровнемъ моря стаплицъ Софійской и Надеждинской, Семирѣченской области.

42) Инженеру Г. Спира въ Устюжнѣ—склоненіе магнитной стрѣлки въ Новгородской губерніи.

43) Управленію Московско-Ярославско-Архангельской жел. дороги въ Москвѣ—температура воздуха съ 30 іюля по 14 августа 1901 г. въ Москвѣ, Курскѣ, Барановѣ и Рязанцевѣ.

44) Гг. Лезеру и Гольцгютеру въ Спб., представителямъ Датскихъ машиностроительныхъ заводовъ Акціонернаго Общества «Атласъ»—температура воздуха съ 25 августа по 2 сентября 1902 г. въ направленіи Камышинъ—Варшава.

45) Инженеру К. Д. Грибоѣдову въ Спб.—предѣльныя колебанія уровня воды въ р. Невѣ.

46) Н. Е. Кеппену въ Спб.—свѣдѣнія о температурѣ въ Ялтѣ за іюнь, іюль и августъ 1902 г.

47) Штабсъ-капиталу Г. Иванову въ Спб.—наблюденія надъ атмосферными осадками во Владивостокѣ, Никольскѣ, Хабаровскѣ и Екатерино-Никольскѣ за 1895 и 1896 гг.

48) Управляющему Акцизными Сборами Екатеринославской губерніи—нормальныя количества осадковъ по временамъ года и за годъ для с. Авдотына, Екатеринославской губерніи.

49) Правленію Вытегорскаго Округа Путей сообщенія—состояніе погоды въ озерномъ районѣ 20, 21 и 22 іюня 1901 г.

50) Э. А. Бессей въ Тифлисѣ—свѣдѣнія о климатѣ Туркестана и Кавказа.

51) Военному инженеру П. М. Миклашевскому въ Спб.—высота снѣжнаго покрова зимою 1898—1899 гг., температура воздуха и атмосферныя осадки весною 1899 г. въ С.-Петербурѣ.

52) С.-Петербургскому Газовому Заводу—атмосферное давленіе въ Спб. въ ноябрѣ и декабрѣ 1901 г.

53) Студенту Г. Карницкому въ Спб. — средняя температура воздуха въ іюль для Виленской губерніи.

54) С.-Петербургской Городской Управѣ—высота воды въ р. Невѣ 27 сентября 1902 г.

55) И. И. Лобановичу въ Спб.—температура воздуха 1-го января 1901 г. въ Ташкентѣ, Читѣ, Нерчинскомъ Заводѣ и Владивостокѣ.

56) Помощнику Начальника Изысканій въ портахъ Балтійскаго моря, инженеру Климову — метеорологическія наблюденія на Мессарагоцемскомъ маякѣ съ 1897 по 1901 г. и выводы изъ наблюденій надъ направленіемъ вѣтра въ Мемелѣ (Пруссія) за 5 — лѣтіе съ 1892 по 1896 г.

57) Присяжному стряпчему Н. М. Соколовскому въ Спб.—сила вѣтра и атмосферныя осадки въ районѣ Петербургской губерніи и Ладожскаго озера съ 10 іюля по 15 августа 1899 г.

58) Инженеру Е. К. Кнорре въ Спб.—ежедневный максимумъ подъема воды въ р. Невѣ съ 15 августа по 28 сентября и 1 ноябра 1902 г.

59) Начальнику Техническаго Отдѣла Главной Конторы по изысканію Черноморской линіи Владикавказской жел. дороги въ г. Екатеринодарѣ—наблюденія надъ атмосферными осадками въ районѣ Черноморской линіи дороги.

60) Новороссійскому Городскому Головѣ А. А. Никулину—наибольшія суточные количества осадковъ въ Новороссійскѣ за послѣдніе годы.

61) Инженеръ-капитану Н. Н. Грушецкому въ Либавѣ — суточные среднія температуры и силы вѣтра и общее состояніе погоды въ С.-Петербурѣ съ 1896 по 1900 г.

62) Помощнику Юрисконсульта Управленія Либаво-Роменской жел. дороги И. І. Малиновскому въ г. Курскѣ—свѣдѣнія о температурѣ и метеляхъ 26 декабря 1899 г. по линіи Веселый Кутъ—Одесса.

63) Оцѣночно-статистическому Бюро Полтавскаго Губернскаго Земства—атмосферные осадки и температура воздуха въ Полтавской губерніи съ 1 августа 1901 г. по 31 августа 1902 г.

64) Инженеру В. Старостицу въ Ялтѣ—наблюденія надъ атмосферными осадками въ Астрахани и Ялтѣ съ 1883 по 1902 г.

65) О. Е. Арбузову въ Алтуховѣ — наблюденія надъ направлениемъ и силою вѣтра въ Скуратовѣ съ 1896 по 1901 г.

66) Окружному Генераль-Квартирмейстеру Штаба Войскъ Гвардіи и Петербургскаго Военнаго Округа И. П. Войжинъ-Мурда-Жилинскому — распределение метеорологическихъ элементовъ въ районѣ Петербургской губерніи.

67) Врачу Главнаго Военно-медицинскаго Управленія И. П. Цицурину — климатическія данныя для Омска, Оренбурга и Семипалатинска.

68) Главному механику и завѣдывающему водоподъемными зданіями и фильтрами Спб. Городскихъ водопроводовъ С. П. Пятѣ — высота воды въ р. Невѣ за ноябрь и декабрь 1902 г.

69) Начальнику Полѣскихъ желѣзныхъ дорогъ въ Вильнѣ — температура воздуха съ августа по декабрь 1898 г. въ Василевичахъ.

70) Инженеру К. Д. Грибоѣдову въ Спб.—свѣдѣнія о градобитіяхъ въ Европейской Россіи.

71) С. Ю. Раунеру въ Сиб.—многолѣтнія среднія температуры и осадковъ въ Россійской Имперіи.

72) Н. К. Поновой въ Спб.—наблюденія надъ атмосфернымъ давлениемъ и температурою воздуха въ Колѣ съ 20 мая по 1 сентября и въ Имандрѣ съ 1 іюня по 1 сентября 1901 г.

73) Д-ру Мейнардусу въ Берлинѣ — многолѣтнія среднія температуры воздуха и атмосферныхъ осадковъ для 27 станцій.

74) Профессору Вольферу, директору Астрономической Обсерваторіи въ Цюрихѣ—наблюденія надъ магнитнымъ склонениемъ въ Павловскѣ за 1899 и 1900 гг.

75) Е. Альдридъ въ Ashford (Англія) — температура воздуха въ Верхоянскѣ съ октября по декабрь 1897 г. и въ Харьковѣ съ октября 1897 по февраль 1898 г.

76) Инженеру А. Ю. Эдельбергу въ Сиб.—свѣдѣнія о силѣ вѣтра въ Ревелѣ.

77) Технику Н. А. Морозову въ Спб. — случаи панизшаго стоянія уровня воды въ р. Невѣ за послѣднія 5 лѣтъ.

78) Архитектору барону Г. В. Розену въ Спб. — свѣдѣнія о наибольшихъ количествахъ осадковъ въ Россійской Имперіи.

79) Студенту Института Инженеровъ Путей Сообщенія А. А. Казакину — осадки по мѣсяцамъ въ Вышнемъ Волочкѣ за 1898, 1899 и 1900 гг.

80) Завѣдывающему хозяйствомъ Финляндскаго Полка А. Ф. Турбину — температуры воздуха въ Спб. съ 24 января по 6 февраля 1902 г.

81) Помощнику начальника работъ Оренбургъ-Ташкентской жел. дороги Л. А. Штукенбергу въ Спб. — свѣдѣнія о наибольшихъ количествахъ осадковъ за послѣднія 20 лѣтъ въ Туркестанскомъ краѣ.

82) Начальнику работъ по постройкѣ водопровода для гг. Царскаго Села и Павловска — свѣдѣнія объ атмосферныхъ осадкахъ и температурѣ воздуха въ Петербургской губерніи, въ районѣ къ западу отъ С.-Петербурга.

83) В. Я. Захарову въ Спб. — свѣдѣнія о климатѣ Хабаровска.

84) Технику канализаціи Императорскаго Фарфороваго Завода Н. И. Разказову въ Спб. — высота воды въ р. Невѣ 27 апрѣля 1902 г.

85) Преподавателю Константиновскаго Артиллерійскаго Училища А. В. Панкину — направленіе и сила вѣтра въ Спб. за каждый часъ въ 1898 и въ 1901 гг.

86) Н. В. Будде въ Спб. — суточные минимальныя температуры за ноябрь и декабрь 1901 г. въ Спб.

87) Управленію Электротехнической Частью Инженернаго Вѣдомства — вѣроятная погода на Балтійскомъ морѣ и Финскомъ заливѣ 6 и 7 іюня 1902 г.

88) Инженеру Путей Сообщенія С. Е. Палашковскому въ Спб. — наибольшіе подъемы воды въ р. Невѣ съ 1899 по 1901 гг.

89) Собранію офицеровъ арміи и флота въ Спб. — атмосферное давленіе въ Спб. 4 октября 1902 г.

90) Химической Лабораторіи Горнаго Института — атмосферное давленіе въ Спб. 16 и 17 сентября 1902 г.

91) Дѣлопроизводителю Комиссіи по постройкѣ зданій Электротехническаго Института В. В. Грѣхову въ Спб. — наблюденія надъ температурою воздуха въ Спб. за ноябрь 1902 г.

92) Профессору Г. Б. Риццо въ Перужѣ (Италія) — наблюденія метеорологическихъ станцій Малыя Кармакулы, Мезень, Обдорскъ и Богословскъ за 1899 и 1900 гг.

93) Ассистенту Метеорологическаго Института въ Будапештѣ Л. С. Штейнеру — атмосферное давленіе и температура воздуха за 22 декабря 1901 г. въ Одессѣ, Кіевѣ, Кишиневѣ, Варшавѣ, Пинскѣ и Николаевѣ.

94) Королевскому Саксонскому Метеорологическому Институту въ Хемницѣ — температура воздуха съ 24 мая по 7 іюня 1901 г. въ направленіи линіи Бѣлая Церковь — Кіевъ — Броды.

95) Императорско-Королевскому Главному Гидрографическому Управленію въ Вѣнѣ—наблюденія надъ атмосферными осадками за 1901 г. станцій Радомъ, Кѣльцы, Конецполь, Зомбковицы, Мышковъ, Андреевъ и Лазы.

96) Профессору Н. Экгольму въ Стокгольмѣ—атмосферное давленіе 22 января 1900 г. въ Семипалатинскѣ и 23 января 1900 г. въ Барнаулѣ.

97) В. Спаріозу въ Мостарѣ (Герцеговина)—атмосферные осадки въ Спб. за февраль 1870 г. и сентябрь 1871 г.

98) Директору Office of the Coast and Geodetic Survey въ Вашингтонѣ—магнитныя наблюденія въ Павловскѣ.

V. Отдѣленіе метеорологическихъ наблюденій и повѣрки инструментовъ.

Отдѣленіемъ завѣдывалъ І. Б. Шукевичъ.

Помощникомъ завѣдывающаго состоялъ Э. Г. Розенталь.

Метеорологическія наблюденія производили Н. О. Траге и А. Н. Третьяковъ; обязанности резервнаго наблюдателя исполнялъ Л. Ф. Матусевичъ.

Повѣркою инструментовъ занимались поименованныя лица и В. В. Александровъ.

Въ качествѣ вычислительницы работала З. А. Максимова.

Завѣдывающій отдѣленіемъ І. Б. Шукевичъ былъ командированъ съ 16 до 19 іюля на островъ Куусаари въ Финляндіи, для устройства метеорологической станціи при колоніи Св. Леопида.

Отпускомъ пользовались: І. Б. Шукевичъ съ 23 іюля по 22 августа, Э. Г. Розенталь съ 27 мая по 26 іюня, А. Н. Третьяковъ съ 23 іюля по 22 августа, З. А. Максимова съ 6 іюля по 5 августа и Н. О. Траге съ 4 по 17 іюля. По болѣзни не приходилъ на службу В. В. Александровъ съ 2 января по 20 февраля. Сверхъ того, по болѣзни или по другимъ уважительнымъ обстоятельствамъ, съ моего разрѣшенія, не работали г. Розенталь 5 дней, г. Третьяковъ 10 дней, г. Александровъ 10 дней и гг. Траге и Матусевичъ по 1 дню.

Съ работами отдѣленія знакомились и производству метеорологическихъ наблюденій обучались: Н. А. Коростелевъ, И. П. Семеновъ, наблюдатель станціи въ Халилѣ К. Ф. Левандовскій, наблюдатель станціи на Мархотскомъ перевалѣ Я. П. Климовъ, члены Пекинской миссіи діаконъ Н. А. Милютинъ и монахъ Алекс. Порфирьевичъ, завѣдывающій Елисаветградскою станціею П. П. Ефимовъ, лейтенантъ флота Г. Р. Долгополовъ, С. И. Талагинъ и штабсъ-капитанъ баронъ де-Пелленбергъ, начальникъ конвоя Абиссинской экспедиціи.

А. Наблюдения въ С.-Петербургѣ.

Въ метеорологическихъ наблюденияхъ Обсерваторіи произошли въ отчетномъ году слѣдующія перемѣны:

Анемографъ Фуса снятъ 3 сентября, а на его мѣсто поставленъ новый анемографъ, изготовленный въ механической мастерской Обсерваторіи по плану и подъ руководствомъ механика К. К. Рорданца. Анемографъ Фуса дѣйствовалъ съ іюля 1885 года. По его записямъ даны въ лѣтописяхъ направленіе и скорость вѣтра лишь за 1886 и 1887 гг.; во все остальное время онъ служилъ для опредѣленія скорости вѣтра лишь въ тѣхъ случаяхъ, когда не дѣйствовалъ анемографъ Фрейберга-Ришара, по которому съ 1888 г. публикуются ежечасныя данныя направленія и скорости вѣтра. У механическаго анемографа Фуса скорость вѣтра записывается на бумажной лентѣ, приводимой въ движеніе Робинсоновымъ анемометромъ, т. е. она опредѣляется по перемѣщенію ленты, происходящему пропорціонально скорости вращенія анемометра. Направленіе же вѣтра записывается на той же самой лентѣ восьмью карандашами, соответствующими восьми румбамъ. Запись получалась непрерывная за цѣлый мѣсяць; по истеченіи мѣсяца лента отрѣзывалась.

Новый механическій анемографъ Рорданца, установленный на такой же высотѣ, какъ электрическій анемографъ Фрейберга-Ришара (на 1 метръ выше, чѣмъ анемографъ Фуса), назначенъ, главнымъ образомъ, для постояннаго контроля и замѣны, въ случаѣ надобности, записей анемографа Фрейберга-Ришара. Въ виду этой цѣли устройство пишущей части прибора Рорданца представляетъ то преимущество, что бумажная лента съ записями снимается съ прибора, какъ и съ анемографа Фрейберга-Ришара, ежедневно (а не ежемѣсячно); а затѣмъ, записи какъ скорости, такъ и направленія вѣтра, у обоихъ приборовъ, сами по себѣ, весьма сходны между собою. Подробное описаніе новаго прибора будетъ дано во введеніи къ лѣтописямъ за 1902 годъ.

Ввиду значительно бѣльшей чувствительности флюгера этого анемографа, чѣмъ флюгера анемографа Гаслера, по которому производились срочныя наблюденія надъ направлениемъ вѣтра, при помощи таблицы клапановъ, послѣдняя 22 декабря сообщена съ флюгеромъ анемографа Рорданца.

Чтобы изучить вліяніе башни Обсерваторіи и окружающихъ ее построекъ на отклоненія вѣтра отъ горизонтальнаго направленія, съ 15 августа до конца года произведены сравнительныя наблюденія надъ вертикальною составляющею силы вѣтра въ трехъ разныхъ мѣстахъ башни и на различныхъ высотахъ. Эти наблюденія показываютъ, что отклоненіе вѣтра отъ горизонтальнаго направленія, слѣдовательно и величина вертикальной составляющей силы вѣтра, зависитъ въ значительной степени отъ мѣста на башнѣ, на которомъ находится анемометръ. Подробные результаты этого изслѣдованія, предпринятаго І. Б. Шукевичемъ, будутъ сообщены во введеніи за 1902 годъ.

Лѣтомъ отчетнаго года производились непосредственныя наблюденія надъ интенсив-

ностью сильныхъ дождей по дождемѣру съ приспособленіемъ для открытія и закрытія его изъ комнаты. Эти наблюденія имѣли цѣлью рѣшить вопросъ, съ одной стороны, о пригодности приспособленія, съ другой—о томъ, насколько точны результаты подобныхъ наблюденій. Наблюденія были поручены служителю отдѣленія метеорологическихъ наблюденій Алексѣю Федорову, проживающему при Обсерваторіи. Наблюдены имъ около 20 случаевъ выпаденія болѣе сильнаго дождя. Наблюденные имъ моменты начала и конца выпаденія (моменты открытія и закрытія дождемѣра) и количества дождя затѣмъ сравнены съ записями омбрографа. По времени, непосредственныя наблюденія расходились съ записями лишь на 2—3 минуты, а количества воды согласны до 0,1—0,3 мм. Такимъ образомъ непосредственныя наблюденія дали достаточно точныя величины интенсивности, приборъ же оказался вполне пригоднымъ для этихъ наблюденій.

Подробности объ этихъ и другихъ специальныхъ наблюденіяхъ и о всѣхъ перемѣнахъ въ наблюденіяхъ сообщены во введеніи къ лѣтописямъ за 1902 годъ.

Б. Повѣрка инструментовъ.

Въ теченіе отчетнаго года провѣрены слѣдующіе инструменты:

- 910 обыкновен. ртутн. термометровъ (психром., почв. и др.),
- 9 разныхъ специальн. ртутн. термометровъ (глубоководн., актином. и пр.),
- 179 макс. ртутныхъ термометровъ,
- 178 минимальныхъ спиртовыхъ термометровъ,
- 906 медицинскихъ термометровъ,
- 137 волосныхъ гигрометровъ,
- 465 дождемѣрныхъ сосудовъ,
- 250 измѣрительныхъ стакановъ къ дождемѣрамъ,
- 19 эвапорометровъ Вильда,
- 59 ртутныхъ барометровъ,
- 162 анероида,
- 24 термобарометра,
- 79 флюгеровъ,
- 63 анемометра,
- 8 анемометровъ — вентиляторовъ,
- 3 нефоскопа Финемана,
- 1 актинометръ Хвольсона,
- 23 гелиографа,
- 16 барографовъ,
- 10 барографовъ — высотомѣровъ,
- 19 термографовъ,
- 8 гигрографовъ,

- 1 психрографъ,
- 21 метеорографъ,
- 3 плювиографа Рорданца,
- 3 мареографа,
- 1 змѣйковый анемографъ-барографъ,
- 14 солнечныхъ часовъ,
- 2 хронометра,
- 14 карманныхъ часовъ.

Всего провѣрено 3587 инструментовъ.

Кромѣ того провѣрялся, по моему порученію, «солнечный треугольникъ» С. П. Глазенапа, служащій для опредѣленія поправки часовъ. Способъ опредѣленія основанъ на наблюденіи равныхъ высотъ солнца до и послѣ полдня. Теорія и устройство треугольника, порядокъ наблюденій и вычисленіе поправки часовъ подробно изложены въ статьѣ С. П. Глазенапа «Солнечный треугольникъ. — Простѣйшій инструментъ для опредѣленія времени.» Изв. Русскаго Астроном. Общества, IX выпускъ, 1902.

Треугольникъ полученъ въ среднихъ числахъ сентября. Вслѣдствіе неблагопріятной погоды произведены лишь 6 наблюденій: 1, 7 и 13 октября, 17, 18 и 20 ноября, при чемъ въ двухъ случаяхъ удалось отмѣтить лишь одну высоту солнца. Несмотря на это и близкое къ полдню время наблюденій, ошибки опредѣленій, т. е. разности между поправкою часовъ, опредѣленной посредствомъ треугольника, и истинною поправкою, полученною по синхроническому маятнику Обсерваторіи, не превышали одной минуты. Точность опредѣленія времени при помощи треугольника, этого весьма простаго по своему устройству и способу наблюденія инструменту, вполне достаточна для метеорологическихъ цѣлей. Замѣтимъ однако, что многіе наблюдатели на метеорологическихъ станціяхъ едва ли въ состояніи дѣлать все вычисленія для опредѣленія поправки, и что наблюденія по треугольнику требуютъ несравненно больше времени, чѣмъ солнечные часы Флеше, употребляемые на метеорологическихъ станціяхъ.

VI. Состояніе сѣти метеорологическихъ станцій II разряда и осмотръ этихъ станцій.

А. Дѣятельность сѣти станцій II разряда.

Въ составъ сѣти станцій II разряда входятъ метеорологическія станціи слѣдующихъ трехъ типовъ:

1) Станціи II разряда 1 класса, т. е. такія, въ которыхъ производятъ въ 3 срока (7 ч. у., 1 ч. д. и 9 ч. в.) наблюденія надъ давленіемъ воздуха по точному ртутному барометру и наблюденія по хорошо установленнымъ и вывѣреннымъ точнымъ приборамъ надъ

температурою и влажностью воздуха, надъ направлениемъ и скоростью вѣтра, надъ облачностью и надъ осадками.

2) Станціи II разряда 2 класса, т. е. такія, съ которыхъ поступаютъ наблюденія въ тѣ же 3 срока и тоже по хорошо установленнымъ и вывѣреннымъ инструментамъ надъ температурою воздуха, надъ направлениемъ и скоростью вѣтра, надъ облачностью и надъ осадками.

3) Станціи II разряда 3 класса; къ этому типу мы причисляемъ всѣ тѣ пункты, въ которыхъ наблюденія дѣлались тоже въ 3 срока, но отчасти по невывѣреннымъ или же по не вполне удовлетворительно установленнымъ приборамъ, а также станціи, которыя не имѣютъ полного комплекта инструментовъ станцій II разряда 2 класса.

Съ большей части станцій Европейской Россіи, а также нѣкоторыхъ областей Азіатской Россіи наблюденія доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, гдѣ они и обрабатывались. Остальныя же станціи входятъ въ составъ районныхъ сѣтей, во главѣ которыхъ поставлены Екатеринбургская и Иркутская магнитно-метеорологическія Обсерваторія и Тифлисская Физическая Обсерваторія. Наблюденія районныхъ сѣтей собираются и обрабатываются названными тремя обсерваторіями, отсылающими въ Николаевскую Обсерваторію лишь результаты обработки для напечатанія въ ея Лѣтописяхъ. Станціями въ большей части Туркестанскаго края (въ Сыръ-Дарьинской, Ферганской и Самаркандской областяхъ, а также въ Аму-Дарьинскомъ отдѣлѣ) завѣдываетъ Ташкентская Астрономическая и Физическая Обсерваторія. Вычисленные въ Ташкентѣ наблюденія поступаютъ въ Николаевскую Обсерваторію для окончательной обработки и напечатанія въ Лѣтописяхъ.

Сѣть Екатеринбургской Обсерваторіи образуютъ станціи губерній Пермской, Тобольской и Томской и областей Акмолинской, Семипалатинской и Тургайской. Въ составъ сѣти Иркутской Обсерваторіи входятъ станціи губерній Енисейской и Иркутской, а также въ областяхъ Якутской и Забайкальской. Къ сѣти Тифлисской Обсерваторіи принадлежитъ бóльшая часть станцій II разряда на Кавказѣ.

Свѣдѣнія о состояніи сѣтей Екатеринбургской, Иркутской и Тифлисской Обсерваторій сообщаются въ отчетахъ директоровъ этихъ обсерваторій.

Наблюденія станцій II разряда, находящихся въ непосредственномъ вѣдѣніи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, поступаютъ въ отдѣленіе станцій II разряда, гдѣ и производится ихъ обработка; переписка съ этими станціями ведется главнымъ образомъ въ томъ же отдѣленіи, а отчасти въ канцеляріи.

Состояніе сѣти станцій II разряда, доставляющихъ свои наблюденія непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Въ 1902 г. доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію или же при посредствѣ Ташкентской Обсерваторіи наблюденія съ 771 станціи II разряда ¹⁾, а именно:

съ 430 станцій II разряда 1 класса (въ 1901 г. съ 408 ст.),
» 184 » II » 2 » (въ 1901 г. съ 166 ст.),
» 157 » II » 3 » (въ 1901 г. съ 158 ст.).

Какъ видно изъ приведенныхъ чиселъ, въ тѣхъ районахъ, изъ которыхъ наблюденія для обработки отсылаются въ Николаевскую Обсерваторію, общее число станцій II разряда по сравненію съ 1901 г. возросло на 5%, число станцій II разряда 1 класса увеличилось тоже на 5%, а число станцій II разряда 2 класса на 11%; число станцій II разряда 3 класса въ тѣхъ же районахъ почти не измѣнилось.

Наиболѣе постоянными являются станціи 1 класса; изъ числа станцій этого типа, перечисленныхъ во II части Лѣтописей за 1901 г., до начала 1902 г. окончательно закрыты только двѣ, тогда какъ изъ приведенныхъ въ томъ же томѣ Лѣтописей станцій 3 класса не дѣйствовали въ отчетномъ году 15 станцій; изъ станцій 2 класса, дѣйствовавшихъ въ 1901 г., временно или совершенно прекратили высылку наблюдений 5 станцій. Эти числа указываютъ также на сравнительное непостоянство станцій 3 класса. Къ этому типу относятся станціи не вполне еще устроенныя, т. е. снабженныя не всѣми необходимыми для наблюдений по инструкціямъ Академіи Наукъ инструментами или же не имѣющія рекомендуемыхъ означенными инструкціями приспособленій для установки приборовъ. Тамъ, гдѣ условія представляются благопріятными для успѣшной дѣятельности возникшей на частныя средства станціи 3 класса, она преобразовывается, нерѣдко при содѣйствіи Николаевской Обсерваторіи или другого правительственнаго учрежденія, въ станцію болѣе совершеннаго типа; остальные же станціи 3 класса обыкновенно, просуществовавъ пѣкоторое время, перестаютъ дѣйствовать какъ станціи II разряда.

Почти лишенная возможности, по недостатку средствъ, устраивать новыя станціи, Николаевская Обсерваторія прилагаетъ всѣ старанія къ тому, чтобы сохранить уже существующія, а также пополнить и привести въ порядокъ не вполне удовлетворительно устроенныя станціи въ такихъ пунктахъ, гдѣ можно рассчитывать на постоянство наблюдений.

1) Въ это число не включены 16 станцій при маякахъ въ Финляндіи, съ которыхъ въ Николаевскую Обсерваторію доставлялись копіи съ подлинныхъ журналовъ наблюдений, отсылаемыхъ въ Гельсингфорскую Обсерваторію.

Наблюдательная сѣть имѣетъ тѣмъ большее значеніе, чѣмъ больше среди образующихъ ее станцій опорныхъ пунктовъ съ многолѣтними непрерывными наблюденіями и чѣмъ равномѣрнѣе эти опорные пункты распределены по всей территоріи страны. Такими опорными пунктами, по понятнымъ причинамъ, лишь въ рѣдкихъ случаяхъ являются станціи, содержимыя на частныя средства. Въ большинствѣ случаевъ постоянство наблюденій на много лѣтъ можетъ быть обеспечено лишь денежнымъ вознагражденіемъ изъ средствъ казны. Частныя же станціи, дѣйствующія нерѣдко образцово, являются не только чрезвычайно важнымъ, но и необходимымъ дополненіемъ къ тѣмъ немногочисленнымъ наблюдательнымъ пунктамъ, постоянство которыхъ обеспечено заинтересованными въ ихъ существованіи вѣдомствами. Разныя вѣдомства, земства, управленія желѣзныхъ дорогъ, а также нѣкоторыя частныя общества устраиваютъ и содержатъ метеорологическія станціи, вообще говоря, съ тѣми или иными спеціальными цѣлями, но всѣми этими вѣдомствами и учрежденіями не упускаются изъ виду также и основныя задачи, преслѣдуемыя сѣтью Главной Физической Обсерваторіи; эти вѣдомства и учрежденія предоставляютъ Обсерваторіи направлять дѣятельность ихъ станцій въ отношеніи основныя метеорологическихъ наблюденій сообразно съ установленною ею программой. Такимъ образомъ *почти всѣ метеорологическія станціи II разряда въ Имперіи образуютъ одну общую сѣть.*

Изъ числа вышеупомянутыхъ 771 станцій II разряда, доставляющихъ свои наблюденія въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію непосредственно или при посредствѣ Ташкентской Обсерваторіи, содержались:

27 станцій изъ средствъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

79 станцій изъ средствъ высшихъ и среднихъ учебныхъ заведеній Министерства Народнаго Просвѣщенія.

60 станцій изъ средствъ Морского Министерства.

70 станцій изъ средствъ Министерства Земледѣлія и Государственныхъ Имуществъ (въ томъ числѣ 48 по Департаменту Земледѣлія, 10 — по Лѣсному Департаменту, 9 — по Отдѣлу земельныхъ улучшеній и 4 на курортахъ).

14 станцій изъ средствъ Министерства Земледѣлія и Г. И. и земствъ.

16 станцій на средства Министерства Путей Сообщенія (въ томъ числѣ 10 по отдѣлу водяныхъ и шоссейныхъ сообщеній и 4 по отдѣлу торговыхъ портовъ).

14 станцій на средства Удѣльнаго Вѣдомства.

16 станцій на средства Военнаго Министерства.

1 станція на средства Вѣдомства Императрицы Маріи.

1 станція на средства Министерства Финансовъ.

10 станцій на средства Министерства Юстиціи (въ томъ числѣ 9 на Сахалинѣ).

28 станцій на средства Ташкентской Астрономической и Физической Обсерваторіи и изъ средствъ по земской смѣтѣ Туркестанскаго генераль-губернаторства.

37 станцій на средства земствъ: губернскихъ Олопецкаго, Новгородскаго, Тверскаго, Вятскаго, Московскаго, Владимірскаго, Самарскаго, Полтавскаго, Курскаго, Воронежскаго,

Херсонскаго, Екатеринославскаго, Таврическаго и уѣздныхъ: Каргопольскаго, Яренскаго, Ярославскаго, Солигаличскаго, Шуйскаго, Нижегородскаго, Моршанскаго, Бугульминскаго, Бугурусланскаго, Новоузенскаго, Золотоношскаго, Константиноградскаго, Землянскаго, Богучарскаго и Елисаветградскаго.

4 станціи на средства городскихъ управленийъ городовъ: С.-Петербурга, Каменецъ-Подольска, Ялты и Керчи.

4 станціи на средства Сельскохоз. обществъ Елецкаго, Роменскаго, Донскаго и Южной Россіи.

3 станціи на средства монастырей Соловецкаго, Валаамскаго и Коневскаго.

4 станціи на средства биржевыхъ комитетовъ Ревельскаго, Перновскаго, Либавскаго и Нижегородскаго.

2 станціи на средства Рязскаго Общества Естествоиспытателей.

1 станція на средства Мурманской научно-промысловой экспедиціи.

1 станція на средства Олонецкаго Отдѣла Общества спасанія на водахъ.

2 станціи на средства Комитета по расчисткѣ Дона.

Ай-Петринская метеорологическая станція содержалась на соединенныя средства Министерства Путей Сообщенія, Главной Физической Обсерваторіи, а также Таврическаго и Ялтинскаго земствъ. Въ виду необходимости имѣть въ этомъ пунктѣ особое лицо, которое бы несло исключительно обязанности по станціи, на содержаніе этого лица потребовалась нѣсколько бѣльшая сумма, чѣмъ на содержаніе станцій при обыкновенныхъ условіяхъ жизни.

Такимъ образомъ, изъ 771 станцій, наблюденія которыхъ обрабатываются въ Главной Физической Обсерваторіи, были обеспечены содержаніемъ хотя бы и въ весьма ограниченномъ размѣрѣ 395 станцій. Не включены сюда 96 станцій, содержавшихся на средства желѣзныхъ дорогъ казенныхъ и частныхъ, такъ какъ многія изъ нихъ не отличаются постоянствомъ.

Необходимо оговорить, что хотя всѣ станціи при среднесуточныхъ заведеніяхъ причислены нами къ обеспеченнымъ, однако не при всѣхъ этихъ заведеніяхъ наблюдатели получаютъ плату за наблюденія.

На всѣхъ остальныхъ станціяхъ наблюденія производятся *безвозмездно* или *за плату отъ частныхъ лицъ*; нѣкоторыя изъ этихъ станцій на частныя же средства прекрасно обставлены инструментами и дѣйствуютъ образцово.

Въ 1902 г. слѣдующія станціи были *перемѣнены* изъ одного селенія или города въ другой пунктъ:

Изъ Варзуги въ Кузомень (Архангельской губ.).

Изъ Вахтина въ Половинкино (Ярославской губ.).

Изъ Селижарова къ Верхне-Волжскому бейшлоту (Тверской губ.).

Изъ Керчи городская станція въ Курулу (Таврической губ.).

Изъ Адисъ-Абэбы въ Адисъ-Алемъ (въ Абиссиніи) и затѣмъ обратно.

Возобновлена доставка наблюдений со слѣдующихъ станцій:

II разряда 1 класса: Старица (Тверской губ.), Рождественское (Костромской губ.), Рамонь (Воронежской губ.), Вяземская (Приморской обл.) и Лао-ти-шань (Квантунской обл.).

II разряда 2 класса: Изабеллинъ (Гродненской губ.).

II разряда 3 класса: Старая Русса (курортъ), Николаевскъ, город. учил. (Самарской губ.), Киверцы (Волынской губ.).

Въ отчетномъ году на средства *Николаевской Главной Физической Обсерваторіи* снабжены инструментами слѣдующія станціи:

II разряда 1 класса: Ивановскій рудникъ (Уфимской губ.), Сеуль (въ Кореѣ).

II разряда 2 класса: Валданицы (Олонечкой губ.), Кургія (Лифляндской губ.), Борисово (Новгородской губ.), Коровинцы (Полтавской губ.) и Серахсъ (Закаспійской обл.).

На средства *среднеучебныхъ заведеній Министерства Народнаго Просвѣщенія* открыты 2 станціи 1 класса: при реальномъ училищѣ въ Юрьевѣ (Лифляндской губ.) и при гимназій въ Тамбовѣ.

Департаментомъ Земледѣлія открыты: станція 1 класса при Костычевской сельскохоз. опытной станціи близъ Валуйки (Самарской губ.), 4 станціи 2 класса: при сельскохоз. школахъ Покровской (Смоленской губ.) и Михайловской въ Искрисковщинѣ (Харьковской губ.), при Кокорозенскомъ сельскохоз. училищѣ (Бессарабской губ.) и въ Голодной Степи (Сырѣ-Дарьинской обл.), а также станція 3 класса при древесномъ питомникѣ въ Могилевѣ губ.

На средства *Лѣсного Департамента* устроена станція 1 класса при Феодосійскомъ лѣсничествѣ (Таврической губ.) и 2 класса при Велико-Анадольской лѣсной школѣ (Екатеринославской губ.).

Въ отчетномъ году Николаевская Обсерваторія стала получать наблюдения съ существовавшей уже и ранѣе станціи 2 класса въ *Бабичахъ* (Минской губ.), устроенной *Западною Экспедиціею* (Мин. Земл. и Гос. Им.) по осушенію болотъ.

Снаряженною *Отдѣломъ Водяныхъ и Шоссейныхъ сообщеній* партіею изысканій на р. Шексиѣ были открыты временныя станціи 3 класса въ Маломъ Бурковѣ (Новгородской губ.) и въ Крохинѣ (той же губ.).

На средства *Удѣльнаго Вѣдомства* открыта станція 2 класса въ с. Частые Колки (Самарской губ.).

Военное Министерство учредило 3 постоянныя станціи 1 класса при крѣпостныхъ воздухоплавательныхъ отдѣленіяхъ въ Понѣмони (Сувалкской губ.), въ Яблоннѣ (Варшавской губ.) и въ Брестъ-Литовскѣ (Гродненской губ.); такого же типа сезонныя станціи были открыты на средства того же Министерства въ лагерѣ Военно-электротехнической школы на остр. Котлинѣ (С.-Петербургской губ.) и въ лагерѣ Михайловскаго артиллерійскаго училища въ Красномъ Селѣ (С.-Петербургской губ.).

Ташкентскою Обсерваторіею устроена станція 1 класса въ Мешхедѣ (въ Персіи).

Аральскою экспедиціею *Туркестанскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества* была устроена станція 1 класса въ Кызыль-Джарѣ (Сырѣ-Дарьин-

ской обл.); эта станція обезпечена содержаніемъ изъ земскихъ средствъ Туркестанскаго генераль-губернаторства.

Слѣдующія новыя станціи устроены на средства *земствъ*: станція 1 класса въ Кара-субазарѣ на средства Таврическаго земства, станціи 2 класса: во Владимірѣ (Владимірскаго губ. земства), въ Новоузенскѣ (Новоузенскаго уѣзднаго земства), при Грайворонскомъ опытномъ полѣ въ Борисовкѣ (Курскаго губернскаго), въ Константиноградѣ (Константиноградскаго уѣзднаго), въ Великихъ Бубнахъ (Роменскаго уѣзднаго) и въ Землянскѣ (Землянскаго уѣзднаго).

На средства *Роменскаго Общества сельскихъ хозяевъ* устроена станція 2 класса въ Ромнахъ.

Управленіями *железныхъ дорогъ* учреждены метеорологическія станціи при слѣдующихъ желѣзнодорожныхъ станціяхъ: 1 класса при ст. Котласъ Пермской желѣзной дороги и въ Гродековѣ Уссурійской желѣзной дороги, 3 класса въ Санковѣ Московско-Виндавско-Рыбинской желѣзной дороги и въ Ульяновкѣ Екатерининской желѣзной дороги.

На средства *частныхъ лицъ* устроены въ 1902 г. станціи въ слѣдующихъ пунктахъ: станція 1 класса при Янковскомъ сахарномъ заводѣ (Харьковской губ.), въ Викторополѣ (Воронежской губ.) и въ Лизиновкѣ (Воронежской губ.); 2 класса въ Миловидахъ (Гродненской губ.), въ Ловцахъ (Рязанской губ.), въ м. Немерче (Подольской губ.), въ Говорахъ (Подольской губ.), въ Юльянкѣ (Волынской губ.); 3 класса въ Старомъ (Вологодской губ.), Степне-Маріенталь (Курлянд. губ.), при Пудемскомъ заводѣ (Вятской губ.), въ Соболякахъ (Московской губ.), въ Эмильчинѣ (Волынской губ.), въ Верхнемъ Салтовѣ (Харьковской губ.), въ Кантемировкѣ (Харьковской губ.), въ Хвалынскѣ (Саратовской губ.), въ Соколкѣ (Полтавской губ.) и въ Токаревкѣ (Херсонской губ.).

Изъ числа станцій II разряда, перечисленныхъ во II части Лѣтописей 1901 г., *перестали дѣйствовать* до начала 1902 г. слѣдующія:

Станціи 1 класса: при С.-Петербургскомъ университетѣ и въ Никольскомъ-Горушкахъ.

Станціи 2 класса: Больше-Мурашкино (Нижегородской губ.), Симбирскъ, Баландино (Кіевской губ.), Константиновская (Донской обл.) и Чикишляръ (Закаспійской обл.).

Станціи 3 класса: Устьнемское, Поповъ починокъ (Вологодской губ.), Городище (Костромской губ.), Козлово (Вятской губ.), Большая Литошевка (Калужской губ.), Поташьево, Сосновка (Тамбовской губ.), Семеновка, Халашскій хуторъ (Черниговской губ.), Лохвица (Полтавской губ.), Широкий Буеракъ (Саратовской губ.), Бѣльцы (Бессарабской губ.), Стародубовка (Екатеринославской губ.), Тихменевскъ (Приморской обл.) и Лешинскъ (Семи-рѣченской обл.).

Потребность въ детальномъ изученіи климатическихъ особенностей отдѣльныхъ районовъ сознается просвѣщенными земскими дѣятелями и землевладѣльцами разныхъ губерній Европейской Россіи. Кое-гдѣ приступлено уже и къ собиранію матеріала для такою изученія. Инициаторами въ этомъ дѣлѣ являются какъ земскіе дѣятели, такъ и метеорологи провинціальныхъ высшихъ учебныхъ заведеній. Наиболѣе успѣшно подвигается дѣло тамъ, гдѣ

районъ изслѣдованія заключается въ предѣлахъ одной какой-нибудь губерніи. Мы говоримъ здѣсь не о мѣстныхъ сѣтяхъ дождемѣрныхъ станцій — объ нихъ рѣчь въ другомъ мѣстѣ — а о группахъ станцій II разряда, служащихъ для болѣе полнаго изученія климата мѣстности. Тамъ, гдѣ проявляется мѣстная инициатива, охотно приходятъ на помощь, по мѣрѣ возможности, какъ Главная Физическая Обсерваторія, такъ и разныя другія вѣдомства, и данная губернія или часть ея въ сравнительно короткое время покрывается довольно густой сѣтью станцій. Заслуживаютъ особеннаго вниманія губернскія или вообще мѣстныя сѣти станцій II разряда въ слѣдующихъ районахъ.

На южномъ берегу Крыма, главнымъ образомъ благодаря заботамъ мѣстныхъ метеорологовъ-любителей д-ра мед. В. Н. Дмитриева, А. Э. Кесслера и В. А. Иванова, сѣть станцій, устроенныхъ на средства правительственныхъ учрежденій, пополнилась цѣлымъ рядомъ земскихъ и частныхъ станцій. Такое участіе земствъ и частныхъ лицъ въ свою очередь побудило и правительственныя учрежденія къ дальнѣйшимъ затратамъ на климатическое изученіе этой мѣстности, въ результатѣ чего мы имѣемъ въ настоящее время довольно густую сѣть по всему южному берегу и отдѣльныя станціи по склону Яйлы до высоты въ 1180 м. надъ уровнемъ моря.

Въ Курской губерніи участіе въ земскихъ учрежденіяхъ такихъ энергичныхъ метеорологовъ-любителей, какъ О. П. Вангенгеймъ, И. А. Пульманъ, А. С. Балабановъ и другіе, привело къ организаціи цѣлаго ряда сельскохоз. опытныхъ полей, при которыхъ организованы и метеорологическія наблюденія. Въ настоящее время Курская губернія принадлежитъ къ наиболѣе удовлетворительно обставленнымъ метеорологическими станціями.

Въ Полтавской губерніи тоже не было недостатка въ просвѣщенныхъ мѣстныхъ дѣятеляхъ, интересовавшихся изученіемъ своей губерніи въ климатическомъ отношеніи: здѣсь принимали участіе въ организаціи метеорологическаго дѣла Полтавское Общество сельскаго хозяйства, его президентъ Д. К. Квитка, В. П. Кочубей, И. Д. Шкларевичъ, генералъ Ф. К. Величко, А. Ф. Русиповъ, П. И. Гриневичъ и друг. Нѣкоторые изъ нихъ, какъ напр. В. П. Кочубей и Ф. К. Величко, не останавливались передъ крупными затратами изъ своихъ средствъ на оборудованіе и содержаніе станцій.

Въ части Кіевской губерніи сѣть станцій II разряда пополнилась на частныя средства, благодаря инициативѣ П. И. Броунова, въ бытность его профессоромъ университета Св. Владиміра.

Въ Харьковской губерніи дѣло, начатое проф. Н. Д. Пильчиковымъ, уснѣшно продолжалась прив.-доц. М. П. Косачемъ; и здѣсь сѣть станцій пополняется при участіи земства и крупныхъ землевладѣльцевъ.

Въ Воронежской губерніи, особенно въ послѣднее время, кромѣ правительственныхъ учрежденій и земствъ, принимаютъ участіе въ содержаніи станцій представители крупнаго землевладѣнія, какъ Ея Императорское Высочество Принцесса Евгенія Максимиліановна Ольденбургская, Е. И. Черткова, графиня С. В. Папина, М. Г. Раевская, князь В. Н. Орловъ и друг.

Наконецъ, въ настоящее время образуется густая сеть станцій II разряда во *Владимірской* губерніи, благодаря довольно крупному ассигнованію со стороны губернскаго земства и нѣкоторой поддержкѣ со стороны Главной Физической Обсерваторіи.

Гдѣ мѣстная сеть станцій гуще, гдѣ, слѣдовательно, интересъ къ метеорологіи живѣе, чѣмъ въ другихъ мѣстностяхъ, тамъ сознается и необходимость въ направленіи дѣятельности сѣти на удовлетвореніе мѣстныхъ требованій. Всѣ усилія Обсерваторіи направлены къ достиженію этой цѣли; она пользуется для этого многолѣтнимъ опытомъ, свѣдѣніями, собираемыми инспекторами и другими лицами, командирруемыми ею для осмотра станцій, а также своими сношеніями съ телеграфнымъ и другими вѣдомствами, оказывающими сильное содѣйствіе во всѣхъ случаяхъ, когда представляется возможность примѣнять метеорологическія наблюденія къ практическимъ цѣлямъ.

Вопросъ объ организаціи губернскихъ сѣтей уже достаточно назрѣлъ, но мы не останавливаемся здѣсь больше на немъ, такъ какъ онъ долженъ быть подробно разработанъ и подлежить обсужденію на Метеорологическомъ Съѣздѣ.

Составъ всей сѣти станцій II разряда Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Подробности о состояніи сѣтей Тифлисской, Екатеринбургской и Иркутской обсерваторій сообщаются въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ названныхъ обсерваторій, здѣсь же приводимъ только число станцій, входившихъ въ составъ каждой изъ районныхъ сѣтей, и общую сумму всѣхъ станцій II разряда.

Въ 1902 г. доставляли свои наблюденія:

	Станціи II разряда.		
	1 класса.	2 класса.	3 класса.
Непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію или же при посредствѣ Ташкентской Обсерваторіи	430	184	157
Въ Тифлисскую Физическую Обсерваторію .	49	21	18
Въ Екатеринбургскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію	69	15	16
Въ Иркутскую Магнитно-Метеорологическую Обсерваторію	35	28	9
Всего	583	248	200

Такимъ образомъ, въ отчетномъ году въ составъ общей сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи входили 1031 станція II разряда.

По районамъ эти станціи распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	Станціи II разряда.		
	1 класса.	2 класса.	3 класса.
Въ Европейской Россіи	377	158	157
На Кавказѣ	59	28	18
Въ Азіатской Россіи	138	59	24
Внѣ предѣловъ Россіи	9	3	1

Въ 1901 г. въ составъ общей сѣти станцій Николаевской Главной Физической Обсерваторіи входило:

Станцій II разряда 1 класса	550
» II » 2 »	220
» II » 3 »	213
Всего	983

Такимъ образомъ, въ 1902 г., по сравненію съ предыдущимъ годомъ, прибавилось:

Станцій II разряда 1 класса	33	или	6%
» II » 2 »	28	»	11%

Станцій же II разряда 3 класса въ 1902 г. было на 13 меньше, чѣмъ въ 1901 г., т. е. число ихъ сократилось на 6%, изъ чего видно, что нѣкоторую часть этихъ менѣе совершенныхъ наблюдательныхъ пунктовъ удалось преобразовать въ станціи высшихъ классовъ.

Списокъ лицъ, удостоенныхъ за производство наблюденій на станціяхъ II разряда Высочайшихъ наградъ или званія корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Слѣдующіе изъ корреспондентовъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, которые въ теченіе многихъ лѣтъ послѣ утвержденія ихъ въ этомъ званіи продолжали вести наблюденія исправно и безъ перерывовъ, по ходатайству Обсерваторіи, удостоились получить въ отчетномъ году Высочайшія награды.

А. С. Бялыницкій — Бирюля	въ Новомъ Королевѣ.
А. И. Колмовскій	въ Кирилловѣ.
И. А. Пульманъ	въ с. Богородицкомъ.
П. Г. Третьяковъ	въ Орлѣ.
Учитель Ѳ. М. Синческуль	въ Новомъ Бугѣ.

Сверхъ того, въ знакъ признательности за услуги по изслѣдованію климата Россіи, оказанныя веденіемъ наблюденій въ теченіе продолжительнаго времени и большей частью

безвозмездно на метеорологическихъ станціяхъ II разряда, Императорскою Академіею Наукъ, по моему представленію, удостоены въ 1902 году нижепоименованныя лица званія корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи:

Завѣдывающій статистическимъ отдѣленіемъ при управленіи Алтайскаго округа Кабинета Его Величества Д. И. Звѣревъ	въ Барнаулѣ.
Инспекторъ городского училища Ѳ. М. Кречунъ	въ Аккерманѣ.
Учитель И. В. Сохацкій	въ Александровской экономіи, Херсонской губ.
Фельдшеръ Ф. А. Рыжковъ	въ Александровскѣ, Архангельской губ.
В. А. Дуржицкій	въ Ананьевѣ.
К. Я. Пъепе	на Андобинскомъ приискѣ.
В. А. Андреевъ	на Благовѣщенск. приискѣ.
З. П. Балаба	въ Благодатной экономіи, Донской обл.
Завѣдывающій сельско-хоз. опытной станціей Ю. Ю. Сохоцкій Коллежскій Ассесоръ К. И. Бойченко	въ Бусанахъ.
Смотритель маяка А. А. Георгъ	въ Бѣлой Церкви.
В. А. Мазановъ	на Вердерѣ.
Ф. И. Вышинскій	въ Вольскѣ.
В. О. Аскинази	въ Вондолкахъ Боровыхъ.
Лѣсничій К. И. Юницкій	въ Двинскѣ.
Учитель городского училища Д. С. Ткачевъ	въ Деркульскомъ лѣсничес.
В. С. Яковлевъ	въ Екатеринодарѣ.
Ф. И. Шнейдеръ	въ Ефремовѣ.
Н. П. Куринный	въ Жиздрѣ.
И. Л. Петровичъ	въ Житнегорахъ.
Князь А. З. Макаевъ	въ Игналинѣ.
Учитель педагогическаго училища Д. П. Мандаджіевъ	въ Икальто.
Лѣсничій А. А. Черняевъ	въ Казанлыкѣ (въ Болгар.).
А. А. Архиповъ	въ Казачинскомъ.
Агрономъ Н. П. Таратыновъ	въ Калиновскомъ хуторѣ.
И. В. Архангельскій	въ Караязахъ.
Земскій врачъ Н. П. Троицкій	въ Карсунѣ.
Н. А. Прокоповъ	въ Козьмодемьянскѣ.
Старшій врачъ госпиталя П. Н. Коноваловъ	въ Коневскомъ монастырѣ.
Инспекторъ гимназій С. С. Чемолосовъ	въ Красноярскѣ.
	въ Лубнахъ.

Н. М. Казариновъ	въ Магарачѣ.
Лѣсничій Г. Н. Высоцкій	въ Маріупольскомъ лѣснич.
Преподаватель гимназіи М. И. Кустовскій	въ Маріуполѣ.
А. Е. Дьячковъ	въ Марковѣ на Анадырѣ.
А. М. Березовская	въ Мартыновкѣ.
Учительница А. О. Трофимовичъ	въ Медвѣжьемъ.
Преподаватель сельско-хоз. школы М. В. Шкуновъ	въ Нартаѣ.
Преподаватель гимназіи В. Я. Евтушенко	въ Немировѣ.
Профессоръ Института сельскаго хоз. и лѣсоводства Н. П. Мышкинъ	въ Новой Александріи.
О. Ф. Хлобыстовъ	въ Омутнинскомъ заводѣ.
Ө. И. Миропенко	въ Опундріевкѣ.
Завѣдывающій опытнымъ полемъ И. Д. Колесниковъ	въ Персіановкѣ.
Директоръ опытнаго поля Ю. Ю. Соколовскій	въ Полтавѣ.
Агрономъ В. А. Старосельскій	въ Сакарахъ.
А. Г. Обуховъ	въ Сергинѣ.
Завѣдывающій желѣзнодорожнымъ училищемъ И. В. Буяловъ	въ Сипельниковѣ.
Чинovníкъ особыхъ порученій при губернаторѣ А. О. Уша- ровъ	въ Тобольскѣ.
Учитель двухкласснаго училища М. И. Тихомировъ	въ Троицкѣ, Пензен. губ.
М. И. Розенбергъ	въ Угроѣдахъ.
Фельдшеръ А. Ф. Ольшевскій	въ Усольѣ.
М. Д. Папковъ	въ Шанталовѣ.
Инженеръ путей сообщенія М. Н. Сарандинаки	въ Θεодосіи.
Врачъ земской больницы І. Х. Пружанскій	въ Θεодосіи.

Сверхъ того утверждены Императорскою Академіею Наукъ въ званіи корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за услуги, оказанныя Обсерваторіи въ дѣлѣ изученія климата Россіи:

Л. С. Бергъ, Инспекторъ рыбныхъ промысловъ въ Туркестанскомъ краѣ и

В. П. Кочубей, учредитель метеорологическихъ станцій въ Згуровкѣ, Рециковщинѣ и Золотоношѣ (Полтавской губ.).

Б. Осмотръ метеорологическихъ станцій.

В. В. Кузнецовъ, занимавшій въ 1901 г. должность инспектора метеорологическихъ станцій, въ началѣ отчетнаго года былъ перемѣщенъ на другую должность; на его же мѣсто назначенъ Н. А. Коростелевъ.

При составленіи маршрутовъ для командировокъ мы придерживались такого же по-

рядка, какъ и раньше; намѣчены были для осмотра съ одной стороны станціи въ такихъ районахъ, гдѣ онѣ давно уже не осматривались служащими Обсерваторіи, а съ другой стороны группы станцій, хотя и расположенныхъ въ различныхъ районахъ, но преслѣдующихъ общія спеціальныя задачи.

Изъ командировокъ отчетнаго года должны быть отнесены къ порайоннымъ командировки инспектора метеорологическихъ станцій Н. А. Коростелева и физика отдѣленія ежедневнаго бюллетеня И. П. Семёнова; впрочемъ послѣдняя преслѣдовала также и спеціальную задачу, о которой будетъ сказано ниже.

Н. А. Коростелевъ былъ командированъ для осмотра станцій въ слѣдующихъ районахъ: 1) между среднимъ теченіемъ Волги и рѣкой Сухонѣй, 2) въ районѣ Самаро-Златоустовской жел. дороги, 3) по нижнему теченію Волги и 4) на Каспійскомъ морѣ. Эта поѣздка была совершена г. Коростелевымъ съ небольшими перерывами въ періодъ съ 5 іюня по 25 октября. Кромѣ того въ маѣ г. Коростелевымъ была осмотрѣна метеорологическая станція въ Кронштадтѣ.

Такимъ образомъ въ отчетномъ году инспекторомъ были посѣщены слѣдующія станціи:

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Кронштадтъ. | 17. Полибино. |
| 2. Тотма. | 18. Вольскъ. |
| 3. Никольскъ. | 19. Привольская. |
| 4. Кологривъ (Екимцево). | 20. Камышинъ, реальное училище. |
| 5. Кострома. | 21. Камышинъ, станція жел. дороги. |
| 6. Кипешма. | 22. Царицынъ. |
| 7. Шуя. | 23. Сарепта. |
| 8. Нижній Новгородъ. | 24. Ахтуба. |
| 9. Белебеевская сельско-хоз. школа. | 25. Астрахань. |
| 10. Уфа. | 26. Ораджерейный промыселъ. |
| 11. Бирскъ. | 27. Бирючья Коса. |
| 12. Ивановскій рудникъ. | 28. Четырехбугорный маякъ. |
| 13. Златоустъ. | 29. Гурьевъ. |
| 14. Дѣдово. | 30. Красноводскъ. |
| 15. Оренбургъ. | 31. Чикишляръ. |
| 16. Бугульма. | |

Районъ, посѣщенный г. Коростелевымъ, примыкаетъ къ тѣмъ мѣстностямъ, въ которыхъ станціи были осмотрѣны В. В. Кузнецовымъ въ 1901 г. 12 изъ числа поименованныхъ станцій ранѣе ни разу еще не были осмотрѣны, остальные же станціи послѣдній разъ были осмотрѣны отъ 5 до 14 лѣтъ тому назадъ. На 8 станцій г. Коростелевымъ были доставлены ртутные барометры, а въ 19 пунктахъ произведены связочныя нивелировки какъ для опредѣленія высотъ вновь установленныхъ барометровъ, такъ и для провѣрки возбуждавшихъ сомнѣнія нѣкоторыхъ прежнихъ нивелировокъ. Подъ руковод-

ствомъ г. Коростелева устроена станція на Ивановскомъ рудникѣ, на высотѣ около 900 м. надъ уровнемъ моря. Это самая высокая станція изъ всѣхъ имѣющихся на Уралѣ. Благодаря посѣщенію инспекторомъ цѣлаго ряда станцій, дѣйствовавшихъ не вполнѣ удовлетворительно, ихъ удалось преобразовать и привести въ порядокъ. Въ Оренбургѣ опъ принялъ участіе въ обсужденіи проекта относительно устройства новой первоклассной метеорологической станціи, организуемой тамъ на средства Оренбурго-Ташкентской жел. дороги.

И. П. Семеновъ былъ командированъ для осмотра станцій въ сѣверной части Таврической губерніи и нѣсколькихъ станцій въ сосѣднихъ съ нею губерніяхъ. Въ августѣ и сентябрѣ имъ были посѣщены слѣдующія станціи:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------|
| 1. Гремячка, Рязанской губ. | |
| 2. Лизиновка, Воронежской губ. | |
| 3. Лозовая, Екатеринославской губ. | |
| 4. Павлоградъ, Екатеринославской губ. | |
| 5. Веселянская экономія. | } Таврической губ. |
| 6. Курманъ — Кемельчи. | |
| 7. Скадовскъ. | |
| 8. Тарханкутскій маякъ. | |
| 9. Евпаторійскій маякъ. | |
| 10. Сакп. | |
| 11. Тотанкой. | |

За исключеніемъ станцій въ Лозовой и Тотанкой ни одна изъ перечисленныхъ станцій не посѣщалась ранѣе служащими Обсерваторіи. Въ труднодоступные приморскіе пункты г. Семенову удалось проѣхать благодаря любезности Дирекціи маяковъ и лоціи Чернаго моря, разрѣшившей ему для этого воспользоваться рейсомъ транспорта «Ингуль». Ртутные барометры доставлены г. Семеновымъ на 4 станціи; нивелировки произведены на 10 станціяхъ; наиболѣе длинными, отъ 6 до 10 верстъ, оказались нивелировки въ Гремячкѣ, Лизиновкѣ и Веселянской экономіи.

Этой поѣздкою г. Семеновъ предполагалъ, между прочимъ, воспользоваться для того, чтобы осмотрѣть приморскіе пункты Черноморскаго побережья, куда посылаются штормовыя предостереженія, и ознакомиться съ мѣстными условіями, съ которыми при организациі службы предостереженій необходимо считаться. Эту задачу ему отчасти и удалось выполнить; имъ были посѣщены 8 приморскихъ пунктовъ.

Собиравшійся ѣхать на югъ Россіи по своему дѣлу завѣдывающей Константиновскою Обсерваторіею В. Х. Дубинскій согласился осмотрѣть попутно и нѣсколько метеорологическихъ станцій. Имъ были осмотрѣны лѣтомъ 1902 г. слѣдующіе наблюдательные пункты:

1. Плотн, Подольской губ.
2. Кишиневъ, училище винодѣлія.

3. Кишиневъ, реальное училище.

4. Комратъ.

Двѣ изъ этихъ станцій ранѣе ни разу не были осмотрѣны служащими Обсерваторіи. На одну станцію (Плоти) г. Дубинскимъ доставленъ новый ртутный барометръ.

По просьбѣ Главнаго Гидрографическаго Управленія я поручилъ завѣдывающему отдѣленіемъ проверки инструментовъ І. Б. Шукевичу въ августѣ отчетнаго года посѣтить колонію *Св. Леонида* на островѣ Куусаари (близъ Котки), гдѣ устраивалась метеорологическая станція. Г. Шукевичъ установилъ инструменты этой станціи и обучилъ наблюдателей.

Завѣдывающій отдѣленіемъ Екатеринбургской сѣти станцій А. Р. Бейеръ, командированный Екатеринбургскою Обсерваторіею для осмотра станцій въ ея районѣ, посѣтилъ также двѣ станціи, высылающія свои наблюденія непосредственно въ Главную Физическую Обсерваторію. Въ іюлѣ и въ августѣ имъ осмотрѣны, въ числѣ другихъ, станціи:

1. Троицкъ (Оренбургской губ.) и

2. Орскъ.

Въ отчетномъ году изъ общаго числа станцій, доставляющихъ свои наблюденія непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, были осмотрѣны 89 станцій. О произведенномъ осмотрѣ станцій въ районахъ сѣтей Екатеринбургской, Иркутской и Тифлисской обсерваторій говорится въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ названныхъ обсерваторій; здѣсь же упомянемъ, что общее число осмотрѣнныхъ станцій II разряда всей нашей сѣти въ отчетномъ году было 130.

Для правильнаго дѣйствія сѣти былъ бы желателенъ болѣе частый осмотръ станцій, къ сожалѣнію, однако, ограниченный кредитъ на этотъ предметъ и недостатокъ личнаго состава не позволяютъ этого.

VII. Отдѣленіе станцій II разряда.

На Отдѣленіе станцій II разряда возложены не только обработка наблюденій и надзоръ за печатаніемъ ихъ въ Лѣтописяхъ Обсерваторіи, но также и работы по завѣдыванію сѣтью станцій. Эти послѣднія работы, вслѣдствіе быстраго развитія сѣти, настолько осложнились, что отнимаютъ много времени у личнаго состава Отдѣленія, лишая его возможности своевременно исполнять другія работы. Чрезмѣрное обремененіе завѣдывающихъ работами въ Отдѣленіи ведетъ къ крайне нежелательному опозданію выхода въ свѣтъ Лѣтописей Обсерваторіи и вмѣстѣ съ тѣмъ къ еще большому осложненію лежащихъ на Отдѣленіи работъ.

Сѣть станцій требуетъ все больше и больше заботъ и вниманія. Существованіе ея лишь отчасти обезпечено платою за наблюденія изъ средствъ казны; значительная часть

станцій содержится на частныя средства, а на многихъ станціяхъ наблюденія ведутся безвозмездно любителями метеорологіи, жертвующими своимъ временемъ изъ желанія принести посильную пользу наукѣ. Лица, производящія наблюденія на этихъ станціяхъ или же принимающія участіе въ содержаніи станцій, нерѣдко нуждаются въ совѣтахъ и указаніяхъ по вопросамъ, хотя и не относящимся къ ихъ наблюденіямъ, но поддерживающимъ ихъ интересъ къ послѣднимъ. Формальное и безучастное отношеніе Обсерваторіи въ такихъ случаяхъ, безъ сомнѣнія, вредно отразилось бы на дѣятельности сѣти и повело бы къ упадку послѣдней. Живая связь, существующая между Обсерваторіею и сотрудниками ея сѣти, выражающаяся въ постоянномъ съ ними общеніи при посредствѣ письменныхъ сношеній, а также при посѣщеніи станцій уполномоченными Обсерваторіею лицами и наконецъ при посѣщеніяхъ Обсерваторіи гг. учредителями станцій и наблюдателями, представляетъ необходимое условіе для обезпеченія правильной дѣятельности сѣти. Къ сожалѣнію, однако, при настоящемъ положеніи дѣла, лица, стоящія во главѣ Отдѣленія станцій II разряда, непомерно обремененныя служебною работою, не въ силахъ достаточно успѣшно поддерживать эту связь. Увеличенная работа по завѣдыванію станціями 2 разряда для успѣшнаго веденія этого дѣла требуетъ усиленія личнаго состава этого Отдѣленія. Теперь же завѣдующіе Отдѣленіемъ часто должны работать во внѣслужебное время и лишать себя необходимаго отдыха въ видѣ отпусковъ.

Въ отчетномъ году Отдѣленіемъ станцій II разряда *окончательно подготовлены къ печати* слѣдующіе отдѣлы Лѣтописей Обсерваторіи:

1) *II часть Лѣтописей за 1901 г. Метеорологическія наблюденія по международной системѣ станцій 2 разряда въ Россіи.* (Эта часть окончена печатаніемъ въ началѣ 1903 г.). Въ этой части Лѣтописей приведены наблюденія 560 станцій II разряда 1 класса и 236 станцій II разряда 2 и 3 класса, т. е. всего 796 станцій II разряда за 1901 г. и 7 станцій за 1900 г. Полностью помѣщены наблюденія 90 станцій за 1901 г. и одной станціи за 1900 г.

Наблюденія 7 станцій при опытныхъ лѣсничествахъ напечатаны во II части Лѣтописей 1901 г. во всей ихъ полнотѣ по желанію и на средства Лѣсного Департамента.

По сравненію съ Лѣтописями 1900 г. общее число станцій II разряда въ Лѣтописяхъ 1901 г. увеличилось на 59.

Въ той же II части Лѣтописей за 1901 г., кромѣ введенія (24 страницы) и числовыхъ таблицъ съ наблюденіями (546 + 326), помѣщены составленныя А. А. Каминскимъ а) обзорѣніе станцій, наблюденія которыхъ за 1901 г. напечатаны (57 стр.), и б) замѣчанія объ отдѣльныхъ станціяхъ (86 стр.). Въ обзорѣніи станцій приведены фамиліи гг. наблюдателей, географическія координаты станцій, высоты наружныхъ инструментовъ надъ поверхностью земли и поправки барометровъ, а также показано, какими данная станція снабжена приборами и гдѣ имѣется психрометрическая будка.

Въ замѣчаніяхъ о станціяхъ даны, кромѣ описанія новыхъ станцій, свѣдѣнія о перемѣнахъ въ установкѣ приборовъ, результаты ревизіи станцій и вновь опредѣленныя абсолютныя высоты барометровъ. Во французскомъ изданіи замѣчанія о станціяхъ сокращены.

Наблюденія станцій II разряда надъ осадками отпечатаны не только во второй, но и въ первой части Лѣтописей, вмѣстѣ съ наблюденіями станцій III разряда.

Въ первый разъ дана во II части Лѣтописей 1901 г. таблица (16 стр.) со свѣдѣніями о томъ, котораго числа на каждой станціи наблюдался *послѣдній морозъ* и въ какой день *послѣдній* разъ выпалъ *снѣгъ въ первомъ полугодіи* 1901 г., а также котораго числа отмѣченъ *первый морозъ* и въ какой день выпалъ *первый снѣгъ во второмъ полугодіи* того же года.

2) Глава V въ I части Лѣтописей за 1901 г. подъ заглавіемъ: «*Самопишущіе метеорологическіе приборы станцій II разряда*» (27 стр.). Въ этой главѣ напечатаны: а) ежемѣсячные и годовые выводы изъ ежечасныхъ данныхъ давленія воздуха по записямъ барографовъ Ришара станцій Вахтино за 1900 и 1901 гг., станцій Плоты, Сагуны и Луганскъ за 1901 г., станцій Мархотскій переваль и Новороссійскъ за 1898—1900 гг., б) такіе же выводы изъ результатовъ записей термографовъ Ришара станцій Плоты, Сагуны и Луганскъ за 1901 г., станцій Мархотскій переваль за 1898—1900 гг. и станцій Новороссійскъ за 1899 и 1900 гг., в) выводы изъ результатовъ записей анемографа Тимченко станцій Плоты за 1901 г. Во введеніи къ разсматриваемой главѣ сообщены свѣдѣнія о примѣненныхъ способахъ обработки записей, а также данныя, необходимыя для сужденія о точности самыхъ записей. Сверхъ того во введеніи дается перечень записей самопишущихъ приборовъ, доставленныхъ въ 1901 г. въ Николаевскую и подвѣдомственныя ей обсерваторіи.

3) Глава VI той же I части Лѣтописей за 1901 г. подъ заглавіемъ: «*Наблюденія надъ солнечнымъ сіяніемъ и перечень наблюденій надъ температурою поверхности земли, температурою почвы и испареніемъ, произведенныхъ на станціяхъ II разряда въ 1901 г.*» (25—135 стр.). Въ этой главѣ помѣщены наблюденія надъ продолжительностью солнечнаго сіянія, произведенныя помощью гелиографовъ на 136 станціяхъ въ 1901 г., на одной станціи въ 1898 г., на 3 станціяхъ въ 1899 г. и на 5 станціяхъ въ 1900 г.

4) Прибавленіе къ Лѣтописямъ за 1900 г. *Метеорологическія наблюденія станцій 2 разряда вокругъ озера Байкала и результаты записей барографовъ и термографовъ тѣхъ же станцій за 1899 и 1900 г.* (15—131 стр.). Это прибавленіе къ Лѣтописямъ напечатано на средства, отпущенныя Комитетомъ Сибирской желѣзной дороги. Въ немъ помѣщены а) полностью наблюденія, произведенныя въ 3 срока на 8 станціяхъ въ 1899 г. и на 10 станціяхъ въ 1900 г., б) ежечасныя данныя температуры за каждый день по записямъ термографовъ для станцій Голоустное за 1899 и 1900 гг. и для станцій Верхняя Мишиха съ іюля 1899 г. до конца 1900 г., в) выводы изъ результатовъ обработки записей барографовъ и термографовъ за 1899 и 1900 гг. для станцій Голоустное, Лиственичное, Верхняя Мишиха и Мысовая. Во введеніи къ этому изданію сообщены свѣдѣнія о станціяхъ, ихъ приборахъ и о примѣненныхъ способахъ обработки записей. Вычисленія для этого изданія были сдѣланы въ Иркутской Обсерваторіи и провѣрены въ Отдѣленіи станцій 2 разряда, гдѣ и были окончательно подготовлены вошедшіе сюда матеріалы.

А. Личный составъ отдѣленія станцій II разряда.

Работами Отдѣленія станцій II разряда, какъ и раньше, завѣдывали Р. Р. Бергманъ и А. А. Каминскій. Между ними работы были распределены слѣдующимъ образомъ: г. Каминскій завѣдывалъ обработкою и изданіемъ основныхъ наблюдений станцій II разряда за 1901 г. и обработкою записей нѣкоторыхъ самоотмѣчающихъ приборовъ станцій II разряда какъ за 1901 г., такъ и за 1902 г.; онъ велъ также переписку относительно этихъ наблюдений и относительно устройства новыхъ станцій; сверхъ того ему были поручены работы общаго характера по завѣдыванію сѣтью станцій II разряда. Р. Р. Бергманъ завѣдывалъ обработкою основныхъ наблюдений станцій II разряда за отчетный годъ и велъ переписку относительно этихъ наблюдений.

Физикомъ Отдѣленія состоялъ Е. В. Мальченко, а должности адъюнктовъ занимали В. М. Недзвѣдзкій весь годъ — и П. Э. Штеллингъ — съ 1 мая. Послѣдній до 1 мая работалъ по вольному найму.

Штатными вычислителями въ теченіе всего отчетнаго года состояли Н. С. Изюмовъ, А. А. Клохъ, Е. Н. Корвинъ-Коссаковскій и Ф. И. Пашинскій. Съ 1 марта на такую же должность назначенъ М. П. Семенниковъ.

Въ качествѣ вольнонаемныхъ вычислителей работали въ Отдѣленіи въ теченіе всего года слѣдующія лица: г-жа Б. Ф. Гофманъ, г-жа А. В. Ниландеръ, К. К. Буга, г-жа А. К. Приходко, В. А. Эттингеръ, А. Н. Желтухинъ, О. А. Шолковская, Л. В. Львова, Ф. Е. Матвѣевъ, Ф. Л. Безенкинъ, г-жа Д. Ф. Пуць и П. А. Сонгайло. Н. Д. Тисфельдъ занимался въ Отдѣленіи станцій II разряда $\frac{2}{3}$ рабочаго времени въ каждомъ мѣсяцѣ, въ остальное же время онъ работалъ въ отдѣленіи Ежемѣсячнаго бюллетеня.

Сверхъ того въ отдѣленіи, тоже за плату, занимались вычисленіями слѣдующія лица:

К. Ф. Левандовскій	съ января по мартъ,
В. З. Коцарскій	съ 1 января по 6 ноября,
М. А. Шолковская	съ января по мартъ и съ 27 апр. по декабрь,
Н. Н. Малышевъ	съ 4 февраля до 2 апрѣля,
Н. А. Глембоцкій	съ марта по іюль и съ сент. по дек.
А. Н. Бурцовъ	съ 21 мая до конца года,
г. Кузнецовъ	съ 3 іюля по 5 ноября по 3 часа въ день.

Наиболѣе опытные вычислители работали за особую плату также и по вечерамъ, причѣмъ эти вечернія занятія въ общей сложности составили 2435 рабочихъ часовъ, что приближенно соотвѣтствуетъ работѣ 1 вычислителя въ теченіе года и еще одного вычислителя въ теченіе $6\frac{1}{2}$ мѣсяцевъ.

Такимъ образомъ въ отчетномъ году въ Отдѣленіи занимались среднимъ числомъ 19 вычислителей въ теченіе 8 мѣсяцевъ и 21 въ теченіе 4 мѣсяцевъ.

Знакомились съ вычислениями въ разное время, недѣли по двѣ, А. Н. Бурцовъ и Н. А. Глембоцкій.

Отпускомъ пользовались въ отчетномъ году: Е. В. Мальченко съ 21 іюня по 20 августа, А. А. Клохъ съ 27 мая по 27 іюля, А. В. Ниландеръ съ 21 іюня по 21 іюля и В. З. Конарскій съ 7 октября по 6 ноябрю.

По причинѣ тяжелой болѣзни не работали К. Ф. Левандовскій съ 14 января по 31 марта и Н. Д. Тисфельдъ съ 27 мая по 16 августа.

Б. Работы по завѣдыванію сѣтью станцій II разряда.

Отдѣленіе, попережнему, заботилось о правильной постановкѣ наблюденій, какъ на дѣйствующихъ уже, такъ и на вновь устраиваемыхъ станціяхъ II разряда. Оно отвѣчало на всякаго рода запросы со стороны сотрудниковъ сѣти станцій II разряда, касающіеся производства наблюденій и установки инструментовъ, и со своей стороны обращалось къ гг. наблюдателямъ за разъясненіями, если при контролѣ ихъ наблюденій встрѣчались недоразумѣнія. Въ случаѣ отказа кого-либо изъ гг. наблюдателей отъ дальнѣйшаго производства наблюденій, отдѣленіе обращается къ заинтересованнымъ сохраненіемъ данной станціи учрежденіямъ и лицамъ съ просьбою о пріисканіи другого лица, которое бы согласилось продолжать наблюденія. Оно заботится также о своевременномъ поступленіи журналовъ наблюденій.

Въ случаѣ открытія новой станціи или перемѣщенія уже находившейся въ дѣйствиі, по просьбѣ Обсерваторіи, отдѣленію доставляются гг. наблюдателями описанія установки инструментовъ; эти описанія разсматриваются въ отдѣленіи, по возможности, тотчасъ же по полученіи ихъ, и затѣмъ, на основаніи этихъ описаній и доставленныхъ Обсерваторіи наблюденій, дѣлаются, въ случаѣ надобности, указанія гг. наблюдателямъ о желательныхъ улучшеніяхъ, или запрашиваются отъ нихъ дополнительныя свѣдѣнія.

На отдѣленіи лежитъ, между прочимъ, и забота о возможно точномъ опредѣленіи абсолютныхъ высотъ станцій, при чемъ оно обращается къ содѣйствию какъ наблюдателей, такъ и другихъ лицъ и разныхъ учреждений и сообщаетъ лицамъ, любезно изъявляющимъ готовность произвести нивелировку, съ какою точкою слѣдуетъ связать барометръ данной станціи.

Благодаря любезности управленій желѣзныхъ дорогъ, отдѣленію удалось собрать коллекцію профилей почти всѣхъ построенныхъ дорогъ, которая продолжаетъ пополняться. Этими профилями мы часто пользуемся для опредѣленія абсолютныхъ высотъ станцій.

Переписка по всѣмъ перечисленнымъ вопросамъ велась завѣдывающими работами, Р. Р. Бергманомъ и А. А. Каминскимъ, отчасти при помощи физика и одного изъ адъюнктовъ. Имъ было передано на разсмотрѣніе и для отвѣта свыше 2800 входящихъ бумагъ, относящихся къ основнымъ наблюденіямъ станцій II разряда за 1902 г. Гг. завѣдывающими лично, или при ихъ участіи, написано 2236 отношеній соотвѣтственнаго содержанія.

Въ отдѣленіи ведутся каталоги дѣйствующихъ станцій (карточнѣй, въ которомъ станціи расположены въ алфавитномъ порядкѣ, и въ особыхъ тетрадяхъ, гдѣ станціи сгруппированы по губерніямъ) и списки пунктовъ, гдѣ предположено открыть станціи, а кромѣ того для каждой станціи имѣется тетрадь со спискомъ ея инструментовъ и со свѣдѣніями о поправкахъ послѣднихъ. Современное распредѣленіе станцій представлено на картахъ (булавками). Отдѣленіе собираетъ также виды станцій и ихъ окрестностей; эти виды хранятся въ особыхъ альбомахъ.

Пополненіе перечисленныхъ каталоговъ и тетрадей со списками инструментовъ и свѣдѣніями о поправкахъ послѣднихъ было поручено В. М. Недзвѣдзкому и Н. С. Изюмову подъ руководствомъ завѣдывающихъ.

А. А. Каминскій давалъ объясненія и сообщалъ требуемыя свѣдѣнія наблюдателямъ и другимъ лицамъ, обратившимся лично въ Обсерваторію за совѣтами относительно организаціи или обработки наблюдений. Въ отчетномъ году были даны словесныя объясненія 93 лицамъ.

Отдѣленіе выдавало испрашиваемыя свѣдѣнія о результатахъ наблюдений 1901 и 1902 гг., равно какъ и списки существующихъ метеорологическихъ станцій II разряда въ разныхъ частяхъ Имперіи, отвѣчая на соотвѣтствующіе запросы разныхъ вѣдомствъ и частныхъ лицъ. При этомъ сдѣлано въ отдѣленіи 27 болѣе или менѣе значительныхъ выписокъ.

Въ отдѣленіи, подъ руководствомъ А. А. Каминскаго, познакомились съ обработкою наблюдений П. А. Павловъ, назначенный завѣдывающимъ метеорологическими станціями Кятайской Восточной жел. дороги—около мѣсяца, Я. П. Климовъ, готовившійся занять мѣсто наблюдателя станціи на Мархотскомъ перевалѣ, — недѣли двѣ, завѣдывающій Елпсаветградскою станціею П. П. Ефимовъ, завѣдывающій Пекинскою станціею А. П. Свердловъ, С. И. Швецовъ, завѣдывающая метеорологическою станціею въ Новороссійскѣ А. П. Преображенская и ея помощница.

Подъ моею редакціей отпечатано въ отчетномъ году одобренное Академіею новое изданіе «*Инструкціи, данной Императорскою Академіею Наукъ въ руководство метеорологическимъ станціямъ II разряда 1 класса*». А. А. Каминскій помогалъ мнѣ надзирать за печатаніемъ этой инструкціи; имъ же совмѣстно съ І. Б. Шукевичемъ, по моему порученію, составлено помѣщенное въ этомъ новомъ изданіи наставленіе къ производству наблюдений помощью психрометра Ассмана и переработана глава о гипсотермометрѣ.

А. А. Каминскій имѣлъ также надзоръ за печатаніемъ тетрадей и бланковъ для записи наблюдений.

Выработать маршруты для лицъ, которыхъ предполагалось командировать для осмотра станцій, я тоже поручилъ г. Каминскому. Записки о состояніи намѣченныхъ къ осмотру 60 станцій были составлены имъ же совмѣстно съ Р. Р. Бергманомъ.

А. А. Каминскій въ качествѣ представителя Обсерваторіи участвовалъ во 2-омъ Съѣздѣ дѣятелей по сельско-хозяйственному опытному дѣлу и въ совѣщаніи завѣдывающихъ

опытными лѣсничествами Лѣсного Департамента и ихъ метеоролога (въ декабрѣ). Онъ принималъ также участіе въ образованныхъ при Обсерваторіи комиссіяхъ ливневой и по усовершенствованію системы штормовыхъ предостереженій.

Какъ и въ предыдущемъ году, г. Каминскій исполнялъ обязанности секретаря состоящей при Русскомъ Обществѣ охраненія народнаго здравія Метеорологической Комиссіи. Въ одномъ изъ засѣданій названнаго Общества онъ сдѣлалъ сообщеніе подъ заглавіемъ: «Обзоръ дѣятельности Комиссіи по организаціи метеорологическихъ наблюденій на отечественныхъ курортахъ, состоящей при V отдѣленіи Р. О. о. н. з.» (Журналъ Р. Общ. охр. нар. здравія. 1902 г.).

Подъ руководствомъ г. Каминскаго производилась обработка метеорологическихъ наблюденій Тибетской экспедиціи Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, снаряженной подъ начальствомъ П. К. Козлова.

В. Окончательная обработка и подготовленіе къ печати основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1901 г. и наблюденій прибайкальскихъ станцій за 1899 и 1900 гг.

Работами по подготовленію къ печати основныхъ срочныхъ наблюденій за 1901 г. руководилъ А. А. Каминскій; онъ же надзиралъ за печатаніемъ ихъ во II части Лѣтописей за 1901 г. Ему была также поручена окончательная редакція наблюденій станцій вокругъ оз. Байкала за 1899 и 1900 гг., нанечатанныхъ въ Прибавленіи къ Лѣтописямъ за 1900 г. Провѣрять наблюденія и руководить вычисленіями, а также вести переписку помогали ему съ января по сентябрь Е. В. Мальченко и П. Э. Штеллингъ, изъ которыхъ первый съ 21 іюня по 20 августа находился въ отпуску. Разнаго рода справки и выписки, необходимыя при составленіи введенія къ напечатаннымъ въ Лѣтописяхъ наблюденіямъ, поручались В. М. Недзвѣдзкому и А. Н. Бурцову, на которыхъ впрочемъ лежали и другія обязанности.

Вычисленіемъ наблюденій за 1901 г., корректурою числовыхъ таблицъ для II части Лѣтописей 1901 г. и нѣкоторыми другими работами для той же части Лѣтописей занимались среднимъ числомъ 14 вычислителей въ теченіе 9 мѣсяцевъ, а работами по изданію наблюденій прибайкальскихъ станцій 3 вычислителя въ теченіе 5 мѣсяцевъ.

Одинъ вычислитель занимался регистраціей поступавшихъ журналовъ наблюденій станцій II разряда за 1901 г. и дополнительныхъ наблюденій тѣхъ же станцій, а также выдачей въ другія отдѣленія наблюденій 1901 г. и выписками изъ этихъ наблюденій на предметъ выдачи сиравокъ разнымъ учрежденіямъ и лицамъ.

Въ отчетномъ году, въ дополненіе къ доставленнымъ въ 1901 г., получены 1016 журналовъ наблюденій со станцій II разряда. Сверхъ того прислано 226 мѣсячныхъ журналовъ съ наблюденіями за прежніе годы (до 1901 г.). Всего мѣсячныхъ журналовъ съ наблюденіями за 1901 г. непосредственно въ Николаевскую Обсерваторію доставлено 7986 (за 1900 г. — 7774), а именно:

4625 (въ 1900 г. было 4311) со станцій II разряда 1 класса,
1806 (въ 1900 г. было 1899) со станцій II разряда 2 класса,
1555 (въ 1900 г. было 1564) со станцій II разряда 3 класса.

Всѣ поступившія наблюденія подвергались контролю, состоявшему въ томъ, что ходъ отдѣльныхъ метеорологическихъ элементовъ сравнивался съ ходомъ этихъ элементовъ на сосѣднихъ станціяхъ, а въ сомнительныхъ случаяхъ наблюденія провѣрялись помощью синоптическихъ картъ ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня.

Для значительной части станцій мѣсячныя таблицы наблюденій по записямъ въ книжкахъ вычисляются въ отдѣленіи станцій II разряда, доставленныя же со станцій таблицы, наравнѣ съ составленными въ отдѣленіи, провѣряются еще, насколько оказывается необходимымъ, по оригинальнымъ записямъ въ книжкахъ, послѣ чего производится контроль вычисленныхъ среднихъ величинъ.

Вычислителями отдѣленія по этому отдѣлу исполнены слѣдующія работы:

	Для станцій 1 класса.		Для станцій 2 и 3 классовъ.
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ за 1901 г.	483	{ въ 1901 г. за 1900 г. } 552	477 { въ 1901 г. за 1900 г. } 355
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ таблицъ за тотъ же годъ	1408	{ въ 1901 г. за 1900 г. } 1874	1254 { въ 1901 г. за 1900 г. } 1416

Сверхъ того вычислены и провѣрены наблюденія надъ осадками для 106 станцій, остальные наблюденія которыхъ не изданы. Данныя объ осадкахъ для этихъ станцій помѣщены въ соответственномъ отдѣлѣ I части Лѣтописей 1901 г.

Продержана по 2 раза корректура 156 полулистовъ числовыхъ таблицъ для II части Лѣтописей за 1901 г.

Провѣрены вычисления въ таблицахъ, напечатанныхъ въ Прибавленіи къ Лѣтописямъ 1900 г., и продержана по два раза корректура 32 полулистовъ числовыхъ таблицъ этого изданія.

Обработка наблюденій 1901 г. была закончена въ срединѣ сентября 1902 г. По причинамъ выше указаннымъ, а также вслѣдствіе того, что типографія Императорской Академіи Наукъ не могла обратитъ достаточно силъ на печатаніе изданій Обсерваторіи, II часть Лѣтописей 1901 г. не могла быть выпущена въ свѣтъ ранѣе весны 1903 г. Прибавленіе къ Лѣтописямъ 1900 г. окончено печатаніемъ въ декабрѣ 1902 г.

Г. Собираніе, контроль и вычисленіе основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1902 г.

Собираніемъ, контролемъ и вычисленіемъ наблюденій по основной серіи приборовъ станцій II разряда за 1902 г. завѣдывалъ Р. Р. Бергманъ; онъ велъ также и соотвѣтственную переписку. Съ половины сентября до конца года ему помогали контролировать наблюденія и завѣдывать вычисленіями, а отчасти и вести переписку Е. В. Мальченко и П. Э. Штеллингъ.

Адъюнкты В. М. Недзвѣдзкій и Н. С. Изюмовъ между прочимъ вели вышеупомянутые списки станцій и инструментовъ, вычисляли новыя поправки термометровъ послѣ ревизіи данной станціи и опредѣляли географическія координаты новыхъ станцій. Они же вели выше упомянутые каталоги, какъ дѣйствующихъ, такъ и вновь учреждаемыхъ станцій, и пополняли карты распределенія ихъ, согласно съ полученными въ разное время соотвѣтственными свѣдѣніями. В. З. Конарскій до октября и К. К. Буга съ октября до конца года занимались регистраціею журналовъ наблюденій станцій II разряда за 1902 г., а также выдачею въ другія отдѣленія наблюденій 1902 г. и выписками изъ этихъ наблюденій для выдачи справокъ разнымъ учреждениямъ и лицамъ.

Вычисленіемъ основныхъ наблюденій станцій II разряда за 1902 г. были заняты среднимъ числомъ 5 вычислителей весь годъ и одинъ вычислитель полгода.

Въ теченіе отчетнаго года доставлено въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію 7528 мѣсячныхъ журналовъ наблюденій со станцій II разряда за 1902 г., а именно:

4346 со станцій II разряда 1 класса,
 1815 со станцій II разряда 2 класса,
 1367 со станцій II разряда 3 класса.

Наблюденія за отчетный годъ провѣрялись и вычислялись совершенно такимъ же образомъ, какъ и наблюденія за 1901 г. (см. выше). Вычислителями исполнены подъ руководствомъ Р. Р. Бергмана слѣдующія работы:

	Для станцій 1 класса.	Для станцій 2 и 3 классовъ.
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ наблюденій за 1902 г.	587 { въ 1901 г. за } { 1901 г. 821 }	182 { въ 1901 г. за } { 1901 г. 382 }
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ та- блицъ наблюденій за тотъ же годъ	1676 { въ 1901 г. за } { 1901 г. 2959 }	654 { въ 1901 г. за } { 1901 г. 1267 }

Печатаніе французскаго текста II части Лѣтописей 1900 г. и чтеніе соотвѣтственныхъ корректуръ были закончены лишь въ маѣ 1902 г. Приступить къ печатанію фран-

цузскаго текста тотчасъ по окончаніи печатанія русскаго изданія Лѣтописей 1900 г. мы не могли, такъ какъ соотвѣтствующій кредитъ 1901 г. тогда былъ уже исчерпанъ.

Для состоящей при Императорской Академіи Наукъ сейсмической комиссіи въ отдѣленіи, подъ руководствомъ г. Бергмана, выписаны изъ журналовъ наблюденій станцій II разряда за 1900 г. свѣдѣнія о землетрясеніяхъ.

Д. Собираніе дополнительныхъ наблюденій и обработка записей самопишущихъ приборовъ станцій II разряда.

Этими работами, какъ и раньше, завѣдывалъ А. А. Каминскій.

Наблюденія надъ *продолжительностью солнечнаго сіянія* провѣрялъ, подъ руководствомъ г. Каминскаго, В. М. Недзвѣдзкій.

Обработкою записей гелиографовъ за 1901 г. занимались 3 вычислителя 6 мѣсяцевъ. Такъ какъ въ 1901 г. къ вычисленію этихъ записей отдѣленіемъ было приступлено лишь въ декабрѣ, то почти весь использованный нами въ VI главѣ I части Лѣтописей 1901 г. соотвѣтственный матеріалъ пришлось обработать въ отчетномъ году.

Вычисленіемъ продолжительности солнечнаго сіянія по записямъ гелиографовъ за 1902 г. были заняты два вычислителя въ теченіе двухъ мѣсяцевъ. Вычислено 127 таблицъ солнечнаго сіянія за этотъ годъ и провѣрено 312 такихъ же таблицъ.

Въ 1902 г. доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію записи гелиографовъ съ 121 станцій.

На нѣкоторыхъ станціяхъ II разряда, кромѣ гелиографовъ, имѣются также и другіе *самопишущіе приборы*, записи которыхъ доставляются въ Обсерваторію. За 1902 г. въ Николаевской Обсерваторіи получены записи:

барографовъ . . .	съ 32 станцій,
термографовъ . . .	» 32 »
гигрографовъ . . .	» 14 »
анемографовъ . . .	» 3 »
омбрографовъ . . .	» 2 »
атмографа	» 1 »
лимниграфа	» 1 »

Въ эти числа не вошли станціи, съ которыхъ записи самоотмѣчающихъ приборовъ доставляются въ Екатеринбургскую, Иркутскую и Тифлисскую обсерваторіи.

На нѣсколькихъ станціяхъ обработка записей самопишущихъ приборовъ производится учредителями этихъ станцій или завѣдывающими ими, большей частью безъ всякаго за то вознагражденія, лишь изъ желанія принести посильную пользу наукѣ. Съ глубокой благодарностью за ихъ трудъ на пользу нашей науки ниже перечисляю гг. корреспондентовъ Об-

серваторіи, доставлявшихъ ей въ отчетномъ году результаты записей самопишущихъ приборовъ безъ всякаго за то вознагражденія:

Фамиліи гг. корреспондентовъ.	Названія станцій, гдѣ дѣйствовали приборы.	Записи какихъ именно приборовъ.
А. С. Бялыницкій - Бируля	Новое Королево (Витебской губ.).	Барографа и термографа.
Капитанъ С. С. Соколовъ	Тула.	Барографа, термографа и гигрографа.
Князь П. П. Трубецкой	Плоти (Подольской губ.).	Барографа, термографа и анемографа.
С. С. Чемолосовъ и ученики Лубенской гимназіи	Лубны.	Барографа, термографа, гигрографа, анемографа и омбрографа.
Г. А. Яковлевъ	Сагуны (Воронежской губ.).	Барографа, термографа и гигрографа.

По предложенію тѣхъ вѣдомствъ, на средства которыхъ содержатся станціи Айпетринская, Мархотская и Новороссійская, гг. наблюдателями этихъ станцій произведена обработка слѣдующихъ записей за 1902 г.

Названіе станціи.	Записи какихъ именно приборовъ.	За какіе мѣсяцы 1902 г.
Ай-Петри	Барографа и термографа.	Ноябрь и декабрь.
Мархотскій переваль	Барографа, термографа, гигрографа и анемографа.	Съ мая по декабрь.
Новороссійскъ. Портъ . . .	Анемографа.	Съ января по декабрь.

Въ отчетномъ году въ отдѣленіи станцій II разряда произведена обработка записей барографа и термографа Мархотской станціи и барографа Новороссійской станціи за 1898—1900 гг. и термографа Новороссійской станціи за 1899 и 1900 гг. Сверхъ того провѣрена обработка записей одного барографа за 1900 г., 5 барографовъ за 1901 г., 5 термографовъ за 1901 г. и одного анемографа за тотъ же годъ.

Руководить этими работами помогалъ А. А. Каминскому адъютантъ В. М. Недзвѣдзкій. Вычисленія дѣлали 3 вычислителя въ теченіе 3 мѣсяцевъ и 2 вычислителя въ теченіе 9 мѣсяцевъ.

Отдѣленіе разсматривало получаемыя имъ записи и заботилось объ устраненіи замѣчаемыхъ въ нихъ недостатковъ, зависящихъ отъ неправильнаго ухода за приборами или отъ другихъ причинъ. Оно, попрежнему, давало также указанія относительно обработки записей лицамъ, желающимъ заняться этой работою.

Въ 1902 г. доставлялись непосредственно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію слѣдующія дополнительныя наблюденія станцій II разряда:

надъ температурою поверхности земли	съ 214 станцій,
надъ температурою почвы на разныхъ глубинахъ	» 131 »
надъ испареніемъ воды въ тѣни	» 133 »
надъ видомъ и движеніемъ облаковъ въ 3 срока	» 198 »

На 2 станціяхъ облака наблюдались ежечасно съ утра до вечера. Помощью *нефоскопа* Финемана наблюденія дѣлались на 7 станціяхъ (Кирилловъ, Котлованъ, Муромъ, Нижне-Ольховая Поздѣвка, Сагуны, Уфа и Херсонъ).

VIII. Отдѣленіе станцій III разряда.

Работами въ отдѣленіи станцій III разряда руководилъ въ отчетномъ году, попрежнему, завѣдывающимъ отдѣленіемъ Э. Ю. Бергъ.

Обязанности физика исполнялъ Н. П. Комовъ, адъюнкта А. И. Гарнакъ.

Постоянными вычислителями состояли М. Н. Сырейщиковъ и П. А. Максимова.

Кромѣ того, для сохраненія нормальнаго хода работъ въ отдѣленіи, оказалось необходимымъ исполнять часть текущихъ, спѣшныхъ работъ въ неслужебное время за особую плату; въ этихъ экстренныхъ работахъ принимали участіе почти всѣ служащіе въ отдѣленіи и временно были приглашены г. М. Умаровъ и г-жа А. Гарнакъ. Въ общей сложности экстренныя занятія составили 1542 рабочихъ часа, что приближенно соотвѣтствуетъ *полуподовой работѣ* 1 физика и 1 вычислителя.

Отпускомъ пользовались: Э. Ю. Бергъ на 2 мѣсяца, вслѣдствіе болѣзни, Н. П. Комовъ, А. И. Гарнакъ и П. М. Максимова на 1 мѣсяць.

Занятія въ отдѣленіи состояли, попрежнему:

- 1) въ завѣдываніи сѣтью метеорологическихъ станцій III разряда;
- 2) въ обработкѣ и изданіи наблюденій надъ осадками, грозами, спѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ станцій II и III разряда и въ исполненіи другихъ научныхъ работъ;
- 3) въ административныхъ и канцелярскихъ работахъ, исполняемыхъ помимо общей канцеляріи, и въ выдачѣ различныхъ справокъ.

По примѣру предшествующихъ лѣтъ мы приводимъ здѣсь нѣкоторыя свѣдѣнія, характеризующія размѣры входящей и исходящей почты и поступившаго въ отдѣленіе станцій III разряда матеріала наблюденій въ теченіе 1902 года:

Число входящихъ пакетовъ и посылокъ	11891
въ нихъ заключалось: 1) входящихъ бумагъ	2331
2) дождемѣрныхъ мѣсячныхъ таблицъ	8421
3) грозovýchъ мѣсячныхъ таблицъ	5746
4) спѣгомѣрныхъ мѣсячныхъ таблицъ	7793
5) свѣдѣній о вскрытіи и замерзаніи водъ	4842

Число исходящихъ пакетовъ и посылокъ	6954
въ нихъ заключалось: 1) исходящихъ бумагъ	2141
2) инструкцій, запасовъ таблицъ и копвер- товъ, выводовъ изъ наблюдений за 1901 г. и пр.	5238

1) Сѣть метеорологическихъ станцій, производящихъ наблюденія надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ (и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ).

Число станцій II и III разрядовъ въ предѣлахъ Россійской Имперіи, выславшихъ въ 1902 году вышеозначенныя наблюденія Николаевской Главной Физической Обсерваторіи и подвѣдомственнымъ ей филиальнымъ Обсерваторіямъ, было слѣдующее:

	Станціи, выславшія наблюденія надъ:		
	осадками.	грозами.	снѣжн. покровомъ.
Въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію	1547	1102	1320
» Тифлисскую Физическую Обсерва- торію	205	74	129
» Екатеринбургскую Магнитно-Мете- орологическую Обсерваторію	282	180	244
» Иркутскую Магнитно-Метеорологи- ческую Обсерваторію	96	53	70
Всего	2130	1409	1763

Эти станціи распредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	дождемѣрные.	грозовые.	снѣгомѣрные.
Европейская Россія	1553	1105	1356
Кавказъ	220	86	138
Азіатская Россія	357	218	269

Общее число станцій III разряда въ 1902 году въ предѣлахъ Россійской Имперіи равняется 1505, въ томъ числѣ 1103 дождемѣрныхъ; остальные 402 станціи доставляли только наблюденія надъ грозами и снѣжнымъ покровомъ (и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ).

Въ числѣ дождемѣрныхъ станцій, выславшихъ наблюденія за 1902 годъ, находилось 208 станцій, принадлежащихъ слѣдующимъ частнымъ мѣстнымъ сѣтямъ:

	Число станцій.
1) Сѣть Императорскаго Лифляндскаго Экономическаго Общества	39
2) Сѣть Уральскаго Общества Любителей Естествознанія	52
3) Сѣть Юго-Запада Россіи	15

	Число станцій.
4) Приднѣпровская Сѣть	9
5) Сѣть Востока Россіи	4
6) Сѣть Полтавскаго губернскаго Земства (и Константиноградскаго уѣзд. земства)	38
7) Финляндская Сѣть	13
8) Сѣть Главнаго Управленія Алтайскаго Округа	38

Подробныя свѣдѣнія о состояніи сѣтей станцій, подвѣдомственныхъ филиальнымъ Обсерваторіямъ, сообщены въ помѣщенныхъ ниже отчетахъ директоровъ этихъ Обсерваторій.

Что касается до сѣти станцій III разряда, подвѣдомственныхъ непосредственно Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, то слѣдуетъ замѣтить, что въ отчетномъ году на средства Обсерваторіи были устроены 41 дождемѣрная станція въ слѣдующихъ пунктахъ:

Велико-Кракотское (Гродненск. губ.).	Успенское (Приморск. обл.).
Трехсвятское (Костромск. губ.).	Гдовъ (С.-Петербургск. губ.).
Сараево (Вологодск. губ.).	Сербино (С.-Петербургск. губ.).
Солово (Смоленск. губ.).	Верхняя Добрянка (Саратовск. губ.).
Репетекъ (Закаспійск. обл.).	Высоцкъ (Волынск. губ.).
Серахсъ (Закаспійск. обл.).	Охотничій (Семирѣченск. обл.).
Владимірское (Смоленск. губ.).	Волоколамскъ (Московск. губ.).
Юрбургъ (Ковенск. губ.).	Пижанка (Вятск. губ.).
Гофнунгсталь (Херсонск. губ.).	Кочетовская (Донск. обл.).
Себежъ (Витебск. губ.).	Верхняя Тойма (Вологодск. губ.).
Воткинскій заводъ (Вятск. губ.).	Карача (Уральск. обл.).
Курситень (Курляндск. губ.).	Жилая Коса (Уральск. обл.).
Славиносербскъ (Екатеринославск. губ.).	Шаболіново (Черниговск. губ.).
Вочъ (Вологодск. губ.).	Городея (Минск. губ.).
Павловскій посадъ (Московск. губ.).	Каргинъ (Донск. обл.).
Мильча (Минск. губ.).	Кокшага (Вятск. губ.).
Черный Яръ (Астраханск. губ.).	Кузьминъ (Подольск. губ.).
Цивильскъ (Казанск. губ.).	Пыздри (Калишск. губ.).
Купель (Волынск. губ.).	Тиксенскій погостъ (Вологодск. губ.).
Поцѣлуево (Псковск. губ.).	Устрѣка (Новгородск. губ.).
Мозырь (Минск. губ.).	

Пользуясь дождемѣрами, полученными обратно отъ станцій, прекратившихъ дѣйствіе, Обсерваторія открыла еще новыя станціи въ слѣдующихъ 5 пунктахъ:

Фаустовскій Шлюзъ (Московск. губ.).	Новый Терисъ (Самарск. губ.).
Холуницкій заводъ (Вятск. губ.).	Жеребець (Екатеринославск. губ.).
Большая Субботиха (Вятск. губ.).	

Въ отчетномъ году отдѣленіе получило заявленія о желаніи производить метеорологическія наблюденія еще отъ 53 лицъ, которымъ однако не могли быть высланы дождемѣры потому, что по близости уже имѣлись дождемѣрные станціи. Обсерваторія предложила 42 изъ этихъ лицъ производить наблюденія надъ грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ, не требующія особыхъ приборовъ. Остальнымъ лицамъ было сообщено, что Обсерваторія охотно будетъ имѣть ихъ въ виду въ томъ случаѣ, если станція, дѣйствующія уже въ предлагаемыхъ пунктахъ или же вблизи ихъ, прекратятъ производство наблюденій.

Для ремонта поврежденныхъ дождемѣровъ на средства Обсерваторіи было разослано 13 дѣйствующимъ станціямъ 14 дождемѣрныхъ сосудовъ, 9 воронкообразныхъ щитовъ и 10 измѣрительныхъ стакановъ.

Изъ 35 станцій III разряда Обсерваторія получила обратно въ теченіе отчетнаго года 56 дождемѣрныхъ сосудовъ, 15 воронкообразныхъ щитовъ и 18 измѣрительныхъ стакановъ.

Изъ нихъ оказались негодными для дальнѣйшаго употребленія 17 дождемѣрныхъ сосудовъ, 4 воронкообразныхъ щита и 1 измѣрительный стаканъ.

Изъ числа остальныхъ дождемѣровъ, возвращенныхъ въ 1902 году, отчасти же и въ 1901 году, Обсерваторія воспользовалась 41 сосудомъ, 9 щитами и 21 стаканомъ для замѣны поврежденныхъ дождемѣровъ на 24 станціяхъ III разряда, дѣйствовавшихъ въ отчетномъ году, а также для устройства вышеупомянутыхъ 5 новыхъ дождемѣрныхъ станцій.

Наконецъ слѣдуетъ замѣтить, что изъ 32 дождемѣрныхъ станцій, прекратившихъ производство наблюденій въ 1902 году, отчасти же и въ 1901 году, не получены обратно высланные на счетъ Обсерваторіи дождемѣры, несмотря на неоднократныя просьбы со стороны Обсерваторіи, въ виду чего эти 33 пары дождемѣровъ пока нужно считать потерянными; эти станціи слѣдующія:

Апненково (Симбирск. губ.).	Княжипскій поселокъ (Оренбургск. губ.).
Апушка (Тамбовск. губ.).	Кобринъ (Гродненск. губ.).
Брянскъ (Орловск. губ.).	Коровино (Тульск. губ.).
Демяха (Костромск. губ.).	Котельничъ (Вятск. губ.).
Долгое (Новгородск. губ.).	Лендеры (Олонецк. губ.).
Дубки (Владимірск. губ.).	Лошачи (Тульск. губ.).
Заинскъ (Уфимск. губ.).	Лѣтниково (Самарск. губ.).
Зубовъ (Вологодск. губ.).	Мамадышъ (Казанск. губ.).
Иловна (Ярославск. губ.).	Могилевъ (Подольск. губ.).
Камышиное (Курск. губ.).	Новая Ушица (Подольск. губ.).
Карлсгофъ (Лифляндск. губ.).	Ново-Бассань (Черниговск. губ.).
Кацбахъ (Оренбургск. губ.).	Новый Осколь (Курск. губ.).
Кашары (Донск. обл.).	Оргѣевъ (Бессарабск. губ.).

Пестово (Тульск. губ.).	Татарновичи (Волынск. губ.).
Смотричъ (Подольск. губ.).	Темниковъ (Гамбовск. губ.).
Тальсенъ (Курляндск. губ.).	Томашовъ (Петроковск. губ.).

Какъ въ предшествующіе годы, такъ и въ отчетномъ году число не возвращенныхъ дождемѣровъ, къ сожалѣнію, довольно велико; но въ виду того, что Обсерваторія, какъ мы видѣли выше, могла устроить на свои средства 41 новую дождемѣрную станцію, оказывается, что число содержимыхъ ею дождемѣрныхъ станцій въ настоящемъ году по крайней мѣрѣ удалось не только удержать на прежнемъ уровнѣ, но даже немного увеличить.

Надлежитъ здѣсь упомянуть о томъ, что по ходатайству Императорской Академіи Наукъ Обсерваторіи назначены, начиная съ 1903 года, спеціальныя средства на устройство по 100 дождемѣрныхъ станцій въ теченіе слѣдующихъ 5 лѣтъ. Такимъ образомъ дальнѣйшее развитіе нашей дождемѣрной сѣти въ Европейской Россіи въ ближайшемъ будущемъ является вполне обезпеченнымъ.

Конечно, для спеціальныхъ изслѣдованій мѣстнаго характера потребуется въ данномъ районѣ еще болѣе значительнаго увеличенія числа дождемѣрныхъ станцій.

2) Обработка и изданіе наблюденій надъ атмосферными осадками, грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ; научныя работы.

Въ началѣ отчетнаго года отдѣленіе приступило къ вычисленію годовыхъ выводовъ изъ наблюденій надъ *осадками* станцій III разряда за 1901 г., которые затѣмъ были записаны въ сводныя таблицы. Кроме того заносились въ эти сводныя таблицы мѣсячныя и годовыя выводы изъ наблюденій станцій II разряда, которые постепенно, по мѣрѣ ихъ вычисленія, доставлялись изъ отдѣленія станцій II разряда. Выводы станцій II и III разряда для отдѣльныхъ губерній сравнивались между собою для выясненія ненравильностей, могущихъ заключаться въ наблюденіяхъ. Наблюденія станцій III разряда подвергались тщательной критикѣ, при чемъ составлялись замѣчанія къ наблюденіямъ и свѣдѣнія объ установленкѣ и о системѣ дождемѣровъ, помѣщенные въ введеніи къ выводамъ.

Что касается до наблюденій станцій II и III разрядовъ надъ *грозами* за 1901 г. и надъ *снѣжнымъ покровомъ* за зиму 1900—1901 гг., то, послѣ критическаго разбора наблюденій, были вычислены выводы изъ нихъ и составлены сводныя таблицы для помѣщенія ихъ въ Лѣтописяхъ; записи подробныхъ наблюденій надъ грозами станцій II разряда, кроме того, провѣрялись и пополнялись, въ случаѣ надобности, по соотвѣтствующимъ отмѣткамъ грозъ въ общихъ метеорологическихъ таблицахъ или въ наблюдательныхъ книжкахъ.

Полученные изъ филиальныхъ Обсерваторій выводы изъ наблюденій надъ осадками, грозами за 1901 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1900—1901 гг. были тщательно просмотрѣны и, по мѣрѣ возможности, провѣрены.

Выводы изъ наблюдений надъ *вскрытіемъ* и *замерзаніемъ водъ* за 1901 г. составлялись въ отдѣленіи не только для станцій II и III разряда, подвѣдомственныхъ Николаевской Обсерваторіи, но и для станцій, входящихъ въ составъ сѣтей филиальныхъ Обсерваторій, которыя для этой цѣли прислали провѣренныя оригиналы записей этихъ наблюдений.

Въ выводахъ, изданныхъ за 1901 г., приведены:

Наблюденія надъ осадками.	1955 станцій II и III разряда
» » грозами	1323 » II » III »
» » снѣжнымъ покровомъ	1529 » II » III »
» » вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ .	1847 » II » III »

На ряду съ работами по изданію выводовъ изъ указанныхъ наблюдений за 1901 г. были составлены введенія къ нимъ, а также и алфавитный указатель 2344 станцій II и III разряда, съ показаніемъ губерній, фамилій наблюдателей, координатъ станцій, высотъ станцій надъ уровнемъ моря, высотъ дождемѣровъ надъ поверхностью земли, разряда станцій и рода наблюдений, номѣщенныхъ для каждой станціи въ отдѣльныхъ выводахъ.

Печатаніе выводовъ изъ вышеупомянутыхъ наблюдений за 1901 г., введеній къ нимъ на русскомъ языкѣ и алфавитнаго указателя станцій было окончено 9 декабря отчетнаго года.

Число корректуръ, прочитанныхъ въ теченіе 1902 года, равняется 142 полулистамъ (въ томъ числѣ 127 числовыхъ таблицъ), не считая корректуръ инструкцій, таблицъ для записыванія наблюдений, циркуляровъ и проч.

Что касается до обработки наблюдений за отчетный 1902 годъ, то слѣдуетъ замѣтить, что кромѣ регулярнаго вычисленія и провѣрки *дождемѣрныхъ* мѣсячныхъ таблицъ и записыванія мѣсячныхъ выводовъ въ сводныя таблицы, по примѣру 1901 года, каждые 4 мѣсяца предпринимался критическій разборъ ихъ, путемъ сравненія выводовъ. Наблюденія вновь устраиваемыхъ дождемѣрныхъ станцій подвергались регулярно провѣркѣ относительно ихъ надежности, при чемъ записи наблюдений надъ осадками сравнивались съ наблюденіями надъ грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Мѣсячныя записи наблюдений надъ *грозами* и *снѣжнымъ покровомъ* и свѣдѣнія о *вскрытіи* и *замерзаніи водъ*, получаемыя въ теченіе 1902 года, послѣ предварительной провѣрки стили, распредѣлялись ежемѣсячно по алфавиту губерній и станцій (или по алфавиту рѣкъ) въ имѣющихся для этой цѣли шкафахъ. Осенью же отдѣленіе приступило къ критическому просмотру и къ составленію выводовъ изъ наблюдений надъ грозами за 1902 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1901—1902 гг.

Въ теченіе отчетнаго года отдѣленіе вело, попрежнему, переписку съ наблюдателями относительно производства наблюдений надъ осадками, грозами и проч., выясненія недоразумѣній, встрѣчаемыхъ при провѣркѣ наблюдений, а также и относительно установки и исправности дождемѣровъ.

Просмотрѣно 176 новыхъ описаній установки дождемѣра или сообщеній объ измѣненіяхъ въ установкѣ и системѣ дождемѣровъ.

Географическія координаты были опредѣлены для 182 новыхъ станцій, а высота надъ уровнемъ моря—для 86 дождемѣрныхъ станцій.

Кромѣ всѣхъ этихъ текущихъ работъ, относящихся къ изданію вышеупомянутыхъ наблюденій, въ отдѣленіи были произведены еще слѣдующія *научныя работы*:

Для обработки наблюденій надъ снѣжнымъ покровомъ за 10 зимъ, предпринятой Э. Ю. Бергомъ, были 1) опредѣлены, послѣ предварительнаго критическаго разбора наблюденій, числа дней съ снѣжнымъ покровомъ за декады, за зимы 1900/01 и отчасти за зимы 1899/1900 и 1901/02 для станцій II и III разряда въ Европейской Россіи, въ сѣверной части Кавказа и въ сосѣднихъ Азіатскихъ губерніяхъ, 2) занесены на карты Европейской Россіи числа дней съ снѣжнымъ покровомъ за 5 зимъ (1896/97—1900/01), среднимъ числомъ для 980 станцій за каждую зиму, 3) занесены въ сводную таблицу тѣ же данныя за 8 зимъ (1892/93—1899/1900); 4) построены линіи съ одинаковымъ числомъ дней съ снѣжнымъ покровомъ (черезъ каждые 20 дней) для Европейской Россіи за 5 зимъ (1896/97—1900/01).

Далѣе г. Бергъ занимался критическимъ разборомъ наблюденій надъ плотностью снѣжнаго покрова, произведенныхъ въ видѣ опыта въ С.-Петербургѣ, Павловскѣ и Сагунахъ, съ цѣлью подготовить матеріалъ для составленія инструкціи для этихъ наблюденій, являющихся существеннымъ дополненіемъ къ наблюденіямъ надъ толщиною снѣжнаго покрова.

Имъ же было составлено описаніе новаго образца прибора для опредѣленія плотности снѣжнаго покрова, а также и дождемѣра для спеціальныхъ измѣреній ливней и обильныхъ дождей. Съ этимъ дождемѣромъ, позволяющимъ производить измѣренія, не выходя изъ дому, лѣтомъ отчетнаго года были произведены опыты, показавшіе, что онъ дѣйствуетъ вполне исправно.

Наконецъ слѣдуетъ замѣтить, что инструкція для наблюденій надъ атмосферными осадками была въ отчетномъ году (при новомъ ея изданіи) дополнена нѣкоторыми указаніями для достиженія большей точности и полноты производства наблюденій, и разслана всѣмъ станціямъ III разряда.

3) Административныя и канцелярскія работы; справки и работы, не входящія въ кругъ прямыхъ обязанностей отдѣленія.

Административныя работы въ отдѣленіи состояли въ перепискѣ по устройству новыхъ станцій, по пріисканію новыхъ наблюдателей на мѣсто отказавшихся отъ производства наблюденій, или же по полученію обратно дождемѣровъ, посланныхъ въ свое время на средства Обсерваторіи.

Попрежнему въ отдѣленіи велись 1 алфавитный карточный каталогъ *станцій* II и III разряда, 1 алфавитный карточный каталогъ *наблюдателей* станцій II и III разряда,

1 карточный каталогъ наблюдателей, удостоенныхъ почетнаго званія Корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Кромѣ того на 2 стѣнныхъ картахъ для Европейской и Азіатской Россіи были нанесены всѣ станціи II и III разряда, съ указаніемъ системы дождемѣровъ (при помощи булавокъ и ярлычковъ). Измѣненія въ составѣ сѣти отмѣчались на этихъ картахъ, а также и въ соотвѣтствующемъ каталогѣ, въ которомъ названія станцій записаны по губерніямъ и областямъ, съ обозначеніемъ нумеровъ ихъ на картахъ.

Въ означенныхъ каталогахъ и на картахъ въ теченіе 1902 года отмѣчалось свѣдѣній:

о вновь открываемыхъ станціяхъ	329
о станціяхъ прекратившихъ дѣйствіе	236
о перемѣнахъ наблюдателей	117

Далѣе велись книги для отмѣтокъ о дождемѣрахъ, высылаемыхъ на счетъ Обсерваторіи вновь учреждаемымъ станціямъ III разряда или для ремонта приборовъ на существующихъ станціяхъ, а также о дождемѣрахъ, получаемыхъ обратно отъ станцій, прекратившихъ производство наблюденій.

Требованій о высылкѣ обратно дождемѣровъ, вслѣдствіе прекращенія наблюденій, было послано въ 1902 году 97. Затѣмъ послано 724 приглашенія выслать недостающія наблюденія надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Для введенія правильнаго способа выборки наблюдателей станцій III разряда, которые, согласно установленнымъ правиламъ, за заслуги по безвозмездному производству наблюденій надъ осадками, грозами и проч. въ теченіе продолжительнаго времени, могутъ быть представлены Императорской Академіи Наукъ къ утвержденію въ почетномъ званіи Корреспондента Обсерваторіи, въ отдѣленіи были просмотрѣны наблюденія 704 станцій III разряда за 9 послѣднихъ лѣтъ; соотвѣтствующія свѣдѣнія были занесены въ особый журналъ. По моему представленію, въ отчетномъ году удостоены Императорской Академіею Наукъ упомянутаго почетнаго званія 46 лицъ, фамиліи которыхъ приведены въ нижеслѣдующемъ спискѣ.

Канцелярскія работы велись въ отдѣленіи въ томъ же порядкѣ, какъ и въ прежніе годы. Помимо ежедневнаго полученія входящихъ бумагъ и таблицъ съ наблюденіями, отправки исходящихъ бумагъ, инструкцій, таблицъ и проч. и веденія для этой цѣли разныхъ журналовъ и книгъ, осенью 1902 года былъ отправленъ 1828 станціямъ II и III разряда годовой запасъ таблицъ для записыванія наблюденій надъ осадками, грозами, снѣжнымъ покровомъ и вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ, а также и запасъ конвертовъ для бесплатной ихъ высылки въ Обсерваторію на 1903 годъ. Вмѣстѣ съ запасомъ таблицъ и конвертовъ были высланы станціямъ Николаевской Обсерваторіи и станціямъ филиальныхъ Обсерваторій вновь изданная дождемѣрная инструкция и циркуляръ относительно нѣкоторыхъ измѣненій въ инструкціяхъ для наблюденій надъ грозами и снѣжнымъ покровомъ.

Въ декабрѣ отчетнаго года были разсланы выводы изъ наблюденій надъ осадками,

грозами и проч. за 1901 г. 1787 станціямъ. Тѣ же изданія были доставлены и станціямъ, входящимъ въ составъ сѣтей филиальныхъ Обсерваторій черезъ посредство послѣднихъ.

Помимо различныхъ справокъ, вызванныхъ запросами со стороны наблюдателей, отдѣленіе выдало тѣ справки, которыя вышали на его долю, въ списокѣ сообщенномъ на стр. 14.

Далѣе оно сообщало, попросьбѣ Прусскаго Правительства, г. президенту провинціи Западной Пруссіи въ зимніе мѣсяцы ежедневныя свѣдѣнія о состояніи снѣжнаго покрова въ бассейнѣ р. Вислы.

Г. профессору Б. И. Срезневскому въ Юрьевѣ высылались ежемѣсячно копіи съ дождемѣрныхъ наблюденій станцій II и III разряда въ Прибалтійскихъ губерніяхъ.

Для ежемѣсячнаго бюллетеня, издаваемого Обсерваторіею, въ отдѣленіи производились вычисленія наблюденій надъ осадками (по декадамъ) и составлялись свѣдѣнія о повторяемости дней съ грозами и снѣжнымъ покровомъ для станцій, входящихъ въ таблицы бюллетеня.

Эти снѣжныя работы исполнялись, съ моего разрѣшенія, подъ руководствомъ завѣдывающаго отдѣленіемъ, адъюнктомъ А. И. Гарнакомъ, въ вечерніе часы, который получалъ за это особое вознагражденіе отъ упомянутыхъ учреждений.

По просьбѣ Главной Конторы Черноморской желѣзной дороги въ отдѣленіи были составлены свѣдѣнія о наибольшихъ мѣсячныхъ и суточныхъ количествахъ осадковъ для 22 станцій, находящихся въ районѣ означенной линіи, о наибольшихъ ежечасныхъ количествахъ осадковъ для Тифлиса и о чрезвычайно большихъ количествахъ осадковъ за болѣе короткіе промежутки времени по даннымъ, имѣющимся для юга Россіи; г. Бергомъ была кромѣ того составлена объяснительная записка къ означенному матеріалу. Нѣкоторая часть этихъ работъ, исполненная въ неслужебное время, была уплачена Главной Конторою Черноморской желѣзной дороги.

Наконецъ слѣдуетъ замѣтить, что завѣдывающій отдѣленіемъ станцій III разряда въ теченіе отчетнаго года принималъ участіе въ различнаго рода совѣщаніяхъ и исполнилъ обязанности секретаря, совмѣстно съ г. Гейнцомъ, въ Комиссіи по организаціи наблюденій надъ интенсивностью ливней и обильныхъ дождей и по улучшенію производства метеорологическихъ наблюденій на желѣзнодорожныхъ станціяхъ.

Списокъ наблюдателей станцій III разряда, удостоенныхъ въ 1902 году Императорскою Академіею Наукъ почетнаго званія Корреспондента Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

М. А. Михайловъ	въ ст-цѣ Алексѣевской
Н. Н. Заборскій	» с. Аркадіевкѣ.
И. В. Быстровъ	» г. Борисоглѣбскѣ.
В. К. Рогалевичъ	» эк. Буртовской.
Н. И. Аноимовъ	» с. Васильевскомъ.
С. О. Аптеновичъ	» г. Васильковѣ.
В. Ф. Тилль	» г. Велижѣ.

А. И. Колбунъ	въ с. Веселыхъ Тернахъ.
К. С. Пржедржемирскій	» м. Воронежъ.
П. О. Вроблевскій	» д. Вылипы-Руси.
К. В. Сямашкевичъ	» с. Голодькахъ.
Е. М. Добромысловъ	» с. Избоицъ.
М. Л. Шимилкинъ	» ст-цѣ Казанской.
И. А. Худяковъ	» с. Кептуръ.
С. А. Вознесенскій	» г. Княгининъ.
М. Н. Реннертъ	на ст. Крейцбургъ.
Д. А. Афанасьевъ	въ сл. Кукаркѣ.
И. И. Шолоховъ	» ст-цѣ Луковской.
Я. Ш. Эфросъ	» м. Любечъ.
А. М. Андреевъ	» д. Малькесвкѣ.
В. Г. Брилевскій	» эк. Мартиновкѣ.
С. В. Бейлинъ	» м. Медвѣдовкѣ.
К. В. Гордзиевскій	» г. Могилевъ.
И. Я. Забурдаевъ	» г. Мокшанъ.
И. А. Шеллапутинъ	» г. Мценскъ.
М. Я. Черновъ	» г. Новогеоргиевскъ.
А. И. Вилибертъ	на маякѣ Руно.
К. Э. Скаржинскій	въ им. Рыбенкѣ.
М. М. Чистовскій	» пог. Сольцахъ.
И. Л. Линниковъ	» с. Старой Хворостани.
Ф. С. Осипюкъ	» с. Сѣницъ.
А. И. Грековъ	» эк. Федоровскомъ.
В. В. Соболевъ	» д. Хорошавкѣ.
М. О. Оедоровъ	» г. Царевококшайскъ.
Д. I. Крупницкій	» г. Черкасахъ.
Н. С. Соколовъ	» с. Шопотовъ.
М. Д. Гроздовъ	» пог. Щемерицахъ.
А. А. Юрьевъ	» Юрьевой пристани.
П. А. Ильинскій	» с. Юрьевкѣ.
А. Е. Трошихинъ	» с. Ясени.
В. Ф. Тверитинъ	» с. Александровкѣ.
П. П. Журавлевъ	» Камбарскомъ заводѣ.
Л. П. Терехинъ	» с. Купросъ.
П. Г. Протопоновъ	» Нейво-Алапаевскомъ заводѣ.
В. П. Бабихинъ	» д. Кулаковой.
Я. А. Дрике	» д. Нижней Буланкѣ.

IX. Отдѣленіе по изданію ежедневнаго метеорологическаго бюллетеня.

А. Личный составъ и распредѣленіе работъ.

Въ теченіе всего отчетнаго года отдѣленіемъ завѣдывалъ С. Д. Грибоѣдовъ. Обязанности физиковъ исполняли И. П. Семеновъ, В. Л. Полонскій и А. П. Лондисъ.

Въ концѣ лѣта въ отдѣленіи сталъ работать въ качествѣ физика И. И. Манухинъ изъ Иркутской Обсерваторіи; по истеченіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, когда выяснилось, что спеціальныя требованія, предъявляемыя къ этой должности, не соотвѣтствуютъ характеру его работъ, г. Манухинъ прекратилъ свои занятія.

Въ концѣ года въ отдѣленіе поступили въ качествѣ практикантовъ кандидаты физико-математическихъ наукъ В. М. Турбинъ и В. Ф. Безкровный, которые и продолжаютъ работать, подготавливаясь къ обязанностямъ физиковъ.

Адьюнктами отдѣленія состояли: В. С. Небржидовскій, І. А. Егоровъ, А. Т. Кузнецовъ, М. А. Рѣшетниковъ и Э. Э. Нейманъ, — послѣдній преимущественно исполнялъ чертежныя работы.

Изъ поименованныхъ лицъ пользовались отпускомъ: С. Д. Грибоѣдовъ, В. Л. Полонскій и два адьюнкта по одному мѣсяцу и А. П. Лондисъ — три недѣли. И. П. Семеновъ былъ въ двухмѣсячной командировкѣ, главнымъ образомъ для осмотра черноморскихъ станцій.

Занятія въ отдѣленіи продолжались, какъ и раньше, ежедневно, не исключая воскресныхъ и праздничныхъ дней, съ 9-ти часовъ утра до 3¹/₂ дня и отъ 6 до 8¹/₂ часовъ вечера. Дѣятельность отдѣленія попрежнему заключалась въ составленіи ежедневныхъ синоптическихъ картъ за три ерока (7 ч. утра, 1 ч. дня и 9 ч. вечера), въ изготовленіи бюллетеня и попутныхъ экстренныхъ работахъ — отправка штормовыхъ предостереженій въ приморскіе пункты, предупрежденій о метеляхъ на желѣзныя дороги, спеціальныхъ предсказаній погоды въ разныя мѣстности Россіи и проч., и наконецъ въ сопряженныхъ съ этою дѣятельностью обработкахъ матеріаловъ и изслѣдованіяхъ.

Въ отношеніи условій правильной систематической работы отчетный годъ не можетъ быть признанъ благопріятнымъ, такъ какъ занятія съ вновь поступающими практикантами въ значительной мѣрѣ отвлекали отъ своихъ собственныхъ работъ лицъ, наиболѣе послужившихъ въ отдѣленіи, а слѣдовательно и наиболѣе опытныхъ въ изслѣдованіяхъ по синоптической метеорологіи. Въ силу этихъ же причинъ изслѣдованіе С. Д. Грибоѣдова о подъемахъ воды въ Невѣ, въ общихъ чертахъ законченное, не могло быть сдано въ окончательной выработанной формѣ.

Б. Обмѣнъ метеорологическими телеграммами, ежедневный бюллетень и пополненіе синоптическихъ картъ.

Вслѣдствіе исключительно благопріятнаго и внимательнаго отношенія Главнаго Управленія Почтъ и Телеграфовъ къ нуждамъ Обсерваторіи, въ отчетномъ году введена болѣе совершенная система передачи депешъ съ метеорологическихъ станцій на Обсерваторію; вслѣдствіе этого оказалось возможнымъ ускорить выходъ бюллетеня, выпуская его вмѣсто 3 — въ 2 ч. дня. Съ этимъ обстоятельствомъ тѣсно связана возможность отправлять бюллетень иногороднимъ подписчикамъ съ вечерними поѣздами того же самаго дня, между тѣмъ какъ раньше, по условіямъ службы въ Главномъ Почтамтѣ, бюллетень могъ быть отправляемъ изъ Петербурга только на другой день.

Въ 1902 году, какъ и въ предыдущемъ, отдѣленіе получало ежедневно 270 метеорологическихъ телеграммъ, изъ которыхъ 187 утреннихъ и 83 послѣполуденныхъ; изъ 190 станцій, высылающихъ депеши, было 123 русскихъ и 67 заграничныхъ. Ходатайство Обсерваторіи о полученіи ежедневныхъ послѣполуденныхъ депешъ изъ Бодэ и Христіанзунда, особенно важныхъ для экстренныхъ предостереженій, замедлилось по обстоятельствамъ, отъ Обсерваторіи не зависѣвшимъ; но въ концѣ года Обсерваторія получила увѣдомленіе, что ея ходатайство увѣнчалось успѣхомъ. Согласно обоюднымъ условіямъ полученіе депешъ изъ Бодэ и Христіанзунда должно начаться съ 19 Декабря 1902 г. (1 Января 1903 г.); эта мѣра вызываетъ годовой расходъ въ 100 кронъ.

Число отправляемыхъ ежедневно метеорологическихъ депешъ осталось безъ измѣненія, — каждый день въ опредѣленные по возможности часы Отдѣленіе высылало 42 телеграммы, изъ которыхъ 29 въ разныя мѣста Имперіи и 13 за границу.

Общее число депешъ, посланныхъ дежурными физиками и заключавшихъ штормовыя и желѣзнодорожныя предостереженія, а также спеціальныя предсказанія погоды для отдѣльныхъ мѣстностей Россіи, значительно возросло — 3550 противъ 2800 телеграммъ за 1901 годъ.

Внѣшность и содержаніе ежедневнаго бюллетеня остались безъ измѣненія; въ немъ помѣщались данныя 156 станцій, изъ которыхъ 98 русскихъ и 58 — заграничныхъ.

Опоздавшія депеши съ русскихъ станцій (полученныя послѣ 1 ч. 40 м. дня) печатались, какъ и раньше, въ видѣ мѣсячныхъ прибавленій къ бюллетеню.

Подписка на бюллетень принимается въ канцеляріи Обсерваторіи, которая завѣдуетъ разсылкою бюллетеня подписчикамъ.

Отсутствіе постояннаго лица, которое работало бы исключительно по пополненію синоптическихъ картъ, а также исключительно обширный желѣзнодорожный отчетъ, отнявшій все свободное время у одного изъ адъюнктовъ, замедлили обычный ходъ этихъ работъ, которыя ограничились пополненіемъ текущихъ синоптическихъ картъ опоздавшими русскими и заграничными станціями.

Какъ и прежде, на утреннія карты 1902 г. были наклеены вырѣзки изъ газетъ съ сообщеніями о погодѣ.

Въ теченіе 1902 года для надобностей ежедневнаго бюллетеня вычислено 14 таблицъ для приведенія барометра къ уровню моря. Изъ нихъ 1 таблица (для Лозовой) введена съ 1 Сентября, а остальные 13—съ 1 Января (нов. ст.) 1903 г.

В. Штормовыя предостереженія.

Въ 1902 г., какъ и въ предшествующемъ, штормовыя предостереженія посылались 34 станціямъ, изъ которыхъ 9 расположены на Балтійскомъ морѣ и заливахъ, 4—на большихъ сѣверныхъ озерахъ, 1—на Бѣломъ морѣ и 20—на Черномъ и Азовскомъ моряхъ; изъ послѣднихъ Поті и Батумъ получаютъ въ большинствѣ случаевъ лишь извѣщенія объ ожидаемыхъ буряхъ въ районѣ Керчь—Новороссійскъ. Въ текущемъ году Обсерваторія стала получать метеорологическія депеши съ Мархотскаго перевала, что имѣетъ значеніе для болѣе правильнаго сужденія о буряхъ въ Новороссійскѣ.

Результаты оцѣнки штормовыхъ предостереженій, произведенной на прежнихъ основаніяхъ, показаны въ слѣдующихъ таблицахъ, составленныхъ отдѣльно для Балтійскаго и Бѣлаго морей съ озерами и для Чернаго и Азовскаго морей.

Въ общей совокупности для всѣхъ районовъ получаемъ:

	Для Балтійскаго и Бѣлаго морей.	Для Чернаго и Азовскаго морей.
Число удачныхъ предостереженій	41%	40%
» отчасти удачныхъ »	30%	28%
» опоздавшихъ »	2%	—
» неудачныхъ »	27%	32%

Непредупрежденные бури, превысившія норму сильнаго вѣтра на 1 балль, составляютъ:

Для Балтійскаго и Бѣлаго морей	20%
» Чернаго и Азовскаго »	15%

Соединяя удачныя съ отчасти удачными, получаемъ число болѣе или менѣе удачныхъ предостереженій въ 1902 году:

Для Балтійскаго и Бѣлаго морей	71%
» Чернаго и Азовскаго »	68%

А. Штормовыя предостереженія на Балтійскомъ морѣ, сѣверныхъ озерахъ и на Бѣломъ морѣ въ 1902 году.

Группы.	СТАНЦИИ, ПРИНЯТЫЯ ВО ВНИМАНИЕ ПРИ КОНТРОЛѢ.	Норма бури.	Всѣхъ предостереженій.	Удачныхъ.	Отчасти удачныхъ.	Опоздавшихъ.	Неудачныхъ.	Непредупрежденныхъ бурь.
I.	Либава	6	25	9	7	1	8	5
	Либавскій маякъ	6						
	Виндава	7						
II.	Перновъ	6	26	11	8	—	7	3
	Усть-Двинскъ	6						
	Рижскій маякъ	7						
III.	Ревель	6	26	12	7	—	7	6
	Пакерортъ	6						
	Катериненталь	7						
IV.	Гангэ	7	26	12	7	—	7	6
	Гельсивгфорсъ	7						
	Седершеръ	8						
	Богшеръ	8						
V.	Кронштадтъ	5	19	8	6	—	5	2
VI.	С.-Петербургъ	4	6	3	2	—	1	2
VII.	Шлиссельбургъ	6	4	2	2	—	—	2
	Новая Ладога	6						
	Свирица	6						
VIII.	Петрозаводскъ	6	9	2	3	—	4	2
	Повѣнецъ	6						
	Вознесенье	6						
IX.	Архангельскъ	6	8	2	2	1	3	1
	Онега	6						
	Соловецкій монастырь	6						
Итого		—	149	61	44	2	42	29

Б. Штормовыя предостереженія на Черномъ и Азовскомъ моряхъ въ 1902 году.

Группы.	СТАНЦИИ, ПРИНЯТЫЯ ВО ВНИМАНИЕ ПРИ КОНТРОЛЬ.	Норма бури.	Всѣхъ предостереженій.	Удачныхъ.	Отчасти удачныхъ.	Опоздавшихъ.	Неудачныхъ.	Непредупрежденныхъ бурь.
I.	Одесскій маякъ	7	16	7	5	—	4	3
	Очаковъ	6						
	Николаевъ	6						
	Тендровскій маякъ	7						
	Днѣстровскій знакъ	8						
II.	Тарханкутскій маякъ	6	21	8	7	—	6	4
	Севастополь	6						
	Евпаторійскій маякъ	7						
	Айтодорскій маякъ	6						
	Херсонскій маякъ	7						
	Феодосія	7						
III.	Керчь	4	26	11	6	—	9	3
	Кызь-Аульскій маякъ	8						
	Еникальскій маякъ	8						
	Новороссійскъ	8						
IV.	Ростовъ на Дону	4	26	9	7	—	10	3
	Перебойный островъ	6						
	Таганрогъ	6						
	Маргаритовка	8						
Итого			89	35	25	—	29	13

Г. Предостереженія для желѣзныхъ дорогъ.

Сезонъ 1901—1902 г. является первымъ, когда оказалось возможнымъ примѣнить къ службѣ предостереженій выгоды, представляемая системою условнаго сокращеннаго текста для предостереженій, и обладаніемъ самостоятельнаго провода, соединяющаго Обсерваторію съ Главною Телеграфною Конторою. Какъ по количеству посланныхъ предостереженій, что указываетъ на болѣе интенсивное обслуживаніе желѣзныхъ дорогъ, такъ и по

успѣшности ихъ, въ особенности въ отношеніи сокращенія числа опоздавшихъ предостереженій и непредупрежденныхъ метелей, сезонъ 1901—1902 г. занимаетъ первое мѣсто.

Изъ отчета, изготовленнаго, какъ и раньше, подъ непосредственнымъ руководствомъ завѣдывающаго отдѣленіемъ и заключающаго въ себѣ результаты наблюденій, произведенныхъ послѣ получения предостереженій, усматривается, что зимою 1901—1902 г. отдѣленіемъ послано на желѣзныя дороги 455 предостереженій, изъ которыхъ оказалось:

удачныхъ вполнѣ или отчасти	80%
опоздавшихъ	5%
неудачныхъ	15%

Въ 50 случаяхъ, когда были посланы предостереженія, наблюдались явленія, вызывавшія экстренныя мѣры—остановку поѣздовъ, сокращенный составъ ихъ и проч.

Непредупрежденныхъ метелей оказалось 37, что въ процентномъ отношеніи значительно благопріятнѣе предыдущаго сезона, когда на 200 предостереженій было отмѣчено 41 непредупрежденныхъ метелей.

Тѣмъ не менѣе, несмотря на сравнительно хорошіе результаты службы предостереженій въ 1901—1902 году, дальнѣйшее коренное улучшеніе этого дѣла необходимо, ибо 5% опоздавшихъ предостереженій и 8% непредупрежденныхъ метелей все же представляютъ въ совокупности 59 серьезныхъ случаевъ, когда помощь Обсерваторіи опоздала или вовсе не была дана.

Среди мѣръ, способныхъ поднять успѣшность какъ штормовыхъ, такъ и желѣзнодорожныхъ предостереженій, стоятъ на первомъ планѣ—введеніе регулярной почной службы и созданіе практическихъ спеціальныхъ пособій по синоптическому матеріалу. Обѣ эти мѣры обсуждались въ особой комиссіи, образованной, съ разрѣшенія Императорской Академіи Наукъ, при Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, въ которой завѣдующій отдѣленіемъ С. Д. Грибоѣдовъ принималъ самое дѣятельное участіе. Обсерваторія сдѣлала нѣкоторые подготовительные шаги къ приведенію въ исполненіе предложенныхъ комиссіею мѣръ, но результаты ея усилій пока еще не опредѣлились. Введеніе почной службы, помимо требуемыхъ на это расходовъ, зависитъ отъ согласія заграничныхъ метеорологическихъ учрежденій и телеграфныхъ вѣдомствъ высылать намъ вечернія депеши въ самый день наблюденій, а не на другой день съ утренними депешами, какъ это дѣлается теперь; вопросъ будетъ поставленъ на очередь на предстоящемъ собраніи международнаго метеорологическаго комитета въ 1903 г.

Д. Оцѣнка предсказаній погоды.

Результаты оцѣнки общихъ предсказаній погоды, помѣщаемыхъ въ ежедневномъ бюллетенѣ и рассылаемыхъ ежедневно по телеграфу въ университетскіе города и на нѣкоторыя изъ метеорологическихъ станцій, даны въ слѣдующей таблицѣ (способъ оцѣнки былъ такой же, какъ и въ прошлые годы).

Число удачныхъ предсказаній въ % за 1902 г.

РАЙОНЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ.	Январь.	Февраль.	Мартъ.	Апрѣль.	Май.	Июнь.	Июль.	Августъ.	Сентябрь.	Октябрь.	Ноябрь.	Декабрь.	Годъ.
Сѣверо-западъ	66	87	73	92	85	78	86	82	77	73	80	75	79 ⁰ / ₀
Западъ	76	79	76	80	82	88	77	68	75	70	91	78	78 »
Центръ	80	87	86	85	84	86	84	76	70	79	77	83	82 »
Сѣверо-востокъ	71	73	73	86	69	69	81	86	80	67	73	74	75 »
Востокъ	75	84	80	82	83	86	89	85	87	84	84	80	83 »
Юго-востокъ	73	80	78	91	82	81	85	93	79	72	79	75	81 »
Юго-западъ	83	73	76	79	77	72	75	89	78	80	77	73	78 »
ЭЛЕМЕНТЫ ПОГОДЫ.													
Осадки	72	83	75	83	74	77	75	81	74	73	79	81	77 »
Облачность	74	77	77	81	75	70	68	73	71	80	69	100	75 »
Температура	76	81	81	87	88	85	92	87	83	77	82	72	83 »
Вѣтеръ	83	73	54	100	67	100	100	0	87	40	75	80	75 »
Всего	75	81	77	85	80	80	82	83	78	75	80	77	79.5 ⁰ / ₀

Всего въ 1902 году было сдѣлано 5310 предсказаній, т. е. нѣсколько меньше чѣмъ въ 1901 г. (когда было сдѣлано 5626 предсказаній); удачность ихъ въ 79.5⁰/₀ оказалась одинаковою съ предшествующимъ годомъ.

Спеціальныя предсказанія для С.-Петербурга, печатаемыя попрежнему въ бюллетенѣ, дали нѣсколько меньшій, по сравненію съ прошлымъ годомъ, % удачныхъ (71% вмѣсто 73% въ 1901 г.). Оцѣнка предсказаній погоды для Риги, посылаемыхъ ежедневно (кромѣ праздниковъ) въ редакцію газеты «Rundschau», не могла быть произведена, такъ какъ наблюденія Рижской метеорологической станціи прекратились въ сентябрѣ отчетнаго года.

Въ 1902 году Обсерваторія сдѣлала 2460 телеграфныхъ предсказаній въ отвѣтъ на случайные запросы и по абонементу (ежедневно, въ опредѣленные дни недѣли или только въ случаѣ ожидаемыхъ рѣзкихъ перемѣнъ погоды); по сравненію съ предыдущимъ годомъ, когда такихъ телеграммъ было отправлено 1810, число ихъ увеличилось на 36%. По обыкновенію, наибольшее число подобныхъ телеграммъ было послано на Волгу и Каму въ октябрѣ и первой половинѣ ноября—время, предшествующее закрытію навигаціи въ бассейнѣ

этихъ рѣкъ; предсказанія эти въ значительной мѣрѣ простирались на нѣсколько дней впередъ и были удачны по прежнему. Предсказанія погоды для цѣлей преимущественно сельско-хозяйственныхъ высылались втеченіе главнымъ образомъ теплаго времени года въ нѣкоторые пункты черпоземной полосы и указывали большею частью общій характеръ погоды въ ближайшіе дни. Постоянно, изъ году въ годъ, возрастающее количество спеціальныхъ предсказаній, хотя и свидѣтельствуемъ о практической пользѣ, ими приносимой и при настоящей постановкѣ дѣла, тѣмъ не менѣе не даетъ Обсерваторіи права довольствоваться достигнутыми результатами и указываетъ на неотложную необходимость детальной разработки синоптического матеріала, какъ на единственную мѣру, ведущую къ дальнѣйшему усовершенствованію предсказаній. Подобнаго рода изслѣдованія были бы особенно полезны въ отношеніи осадковъ, представляющихъ наибольшій интересъ съ практической стороны въ теплое время года и несравненно труднѣе, чѣмъ температура, поддающихся предсказанію.

Въ отчетномъ году значительныхъ подъемовъ воды (выше 5 футовъ) въ Невѣ не наблюдалось. Тѣмъ не менѣе Обсерваторія осенью 1902 года нѣсколько разъ увѣдомляла по телефону и по телеграфу Начальника рѣчной полиціи, Командира С.-Петербургскаго порта, столичную полицію, Общество спасанія на водахъ и нѣсколько другихъ заинтересованныхъ лицъ и учрежденій объ ожидавшихся подъемахъ воды, съ указаніями на отсутствіе признаковъ болѣе высокаго наводненія. Эти успокоительныя телеграммы, по свидѣтельству представителя полиціи въ образованной при Обсерваторіи Комиссіи, обсуждавшей средства къ усовершенствованію предсказаній наводненій, были весьма полезны. И въ этой Комиссіи С. Д. Грибоѣдовъ принималъ весьма дѣятельное участіе.

Х. Отдѣленіе еженедѣльныхъ и ежемѣсячныхъ бюллетеней.

Въ отчетномъ году физикъ отдѣленія Н. А. Коростелевъ былъ переведенъ на должность инспектора метеорологическихъ станцій, а его мѣсто занялъ съ 1 мая бывший хранитель физическаго кабинета при Томскомъ Университетѣ Д. А. Смирновъ, который, впрочемъ, занимался въ отдѣленіи уже съ половины февраля 1902 г.

Отпускомъ въ настоящемъ году въ отдѣленіи никто не пользовался.

Отдѣленіемъ разослано въ отчетномъ году 71 официальное отношеніе и получено 2304 недѣльныя телеграммы, т. е. въ среднемъ каждую недѣлю по 44 телеграммы.

Въ содержаніи и формѣ ежемѣсячнаго бюллетеня въ отчетномъ году никакихъ измѣненій не послѣдовало. Изъ 321 станцій, наблюденія надъ осадками которыхъ печатались во второй таблицѣ бюллетеня, въ среднемъ 47 высылали свои наблюденія настолько поздно, что они уже не попали въ бюллетень. Сравнительно съ прочими областями особенно много недоставало обыкновенно станцій съ Кавказа. Это обстоятельство, однако, оказывается не столь важнымъ, во-первыхъ потому, что Тифлисская Обсерваторія издаетъ свой спеціальнѣй

бюллетень для Кавказа, во-вторыхъ она намъ своевременно доставляетъ каждый мѣсяць дополнительные свѣдѣнія съ нѣкоторыхъ другихъ станцій С. Кавказа, которыми мы и пользуемся при составленіи нашего бюллетеня. Сводную таблицу осадковъ доставляетъ намъ также для Пермской губ. Екатеринбургская Обсерваторія. Такимъ образомъ, при составленіи бюллетеня мы все же всегда могли пользоваться достаточно полнымъ матеріаломъ и выпускали бюллетень въ установившіеся сроки, именно около 26-го ст. ст.

Въ отдѣленіи нѣсколько лѣтъ отмѣчаются каждый мѣсяць всѣ сроки, къ которымъ исполняются разныя работы по составленію и печатанію ежемѣсячнаго бюллетеня. Въ среднемъ за 7 лѣтъ карты за отчетный мѣсяць по новому ст., кончающемуся 17—18 по старому ст., отсылаются въ печать 7 числа стар. ст., таблицы — 8, текстъ — 10. Окончательныя корректуры картъ, отправляемыя обыкновенно въ день полученія ихъ и не позже какъ на слѣдующій день, посылаются въ печать 14, а таблицъ и текста — 19; готовые карты получаютъ 21, а готовый бюллетень выходитъ 26.

Въ составленіи рефератовъ, печатавшихся при бюллетенѣ, принимали участіе слѣдующія лица:

г. Бергъ,	г. Савиновъ,
Ваннари,	Смирновъ,
Каминскій,	Шенрокъ,
Мультановскій,	Шипчинскій,
Надѣинъ,	П. Штеллингъ.
Розенталь,	

Всѣхъ рефератовъ было напечатано 91. Кромѣ того въ бюллетенѣ были помѣщены 10 статей и замѣтокъ слѣдующихъ авторовъ: М. А. Рыкачева 1, Каминскаго 1, Коростелева 1, Кузнецова 1, Носова 1, Смирнова 2, Савинова 2, Шостаковича 1.

Библиографія бюллетеня составлялась библіотекаремъ Обсерваторіи г. Ваннари.

Редакціонныя работы по обзору литературы велись совмѣстно г. Шенрокомъ и Смирновымъ; подробный алфавитный указатель къ этому обзору былъ составленъ г. Шенрокомъ.

А. М. Шенрокъ принималъ участіе въ работахъ метеорологической комиссіи при Обществѣ охраненія народнаго здравія, по просьбѣ которой онъ составилъ проектъ устройства спеціальной метеорологической службы на курортахъ.

Д. А. Смирновъ изслѣдовалъ рѣзкія колебанія температуры въ С.-Петербургѣ 20 и 21 марта 1902 г. Статья эта была напечатана въ Извѣстіяхъ Императорской Академіи Наукъ, т. XVII, № 1, 1902 г.

Въ отчетномъ году минуло 10 лѣтъ существованія отдѣленія еженедѣльныхъ и ежемѣсячныхъ бюллетеней. Основаніе этого отдѣленія было вызвано въ свое время чисто практическими потребностями; главная цѣль его была: сдѣлать возможно быстро доступ-

ными для всеобщаго пользованія метеорологическія данныя большого числа станцій Европейской Россіи и давать въ общихъ чертахъ обзоры погоды преимущественно для потребностей сельскихъ хозяевъ. Но кромѣ этой своей прямой цѣли, отдѣленіе выполнило попутно цѣлый рядъ работъ, отчасти сверхъ предназначенной программы, имѣющихъ не только практическій, но и выдающійся научный интересъ. Составляемыя ею карты отклоненій мѣсячныхъ среднихъ отъ нормальныхъ и описанія этихъ картъ въ текстѣ собрали обильный матеріалъ для изученія выдающихся аномалій погоды, неоднократно встрѣчавшихся на протяженіи 10 лѣтъ. Для этой же цѣли могутъ оказаться также весьма пригодными различные графики, исполняемые каждый мѣсяцъ въ отдѣленіи въ пособіе для составленія бюллетеней, по которымъ можно прослѣдить продолжительность аномалій. Карты распределенія среднихъ метеорологическихъ элементовъ могутъ, со временемъ, при климатологическихъ работахъ послужить для пополненія недостающихъ данныхъ не полныхъ рядовъ наблюдений, чѣмъ въ значительной степени облегчится приведеніе наблюдений къ многолѣтнимъ среднимъ. Это относится къ даннымъ не только давленія и температуры воздуха, но и количества осадковъ, которыя, какъ показалъ опытъ, можно съ достаточною точностью пополнять по картамъ бюллетеня.

Для цѣлей обзоровъ погоды въ отдѣленіи наносятся на карты ежедневнаго бюллетеня измѣненія температуры изо дня въ день и чертятся термическія волны. Такимъ образомъ съ 1895 года, когда мы начали изготовленіе подобныхъ картъ, накопился обширный матеріалъ для изученія возникновенія и распространенія термическихъ волнъ.

Наконецъ намъ кажется, что и взятый на себя отдѣленіемъ добровольный трудъ по изданію обзоровъ литературы приноситъ несомнѣнную пользу, не предусмотрѣнную программой ея работъ, если принять въ соображеніе недостаточность научной литературы у насъ въ провинціи и даже въ университетскихъ городахъ. А публикуемая при бюллетенѣ библіографія навѣрно могла ученымъ послужить пособіемъ для сужденія о текущей литературѣ по физической географіи.

Намъ казалось умѣстнымъ здѣсь указать на эти собранные и отчасти уже подготовленные отдѣленіемъ весьма цѣнные научные матеріалы, о существованіи которыхъ постороннія лица, не знакомыя съ подготовительными работами по изданію бюллетеня, конечно ничего знать не могутъ.

XI. Константиновская Магнитно - Метеорологическая Обсерваторія.

Важнымъ событіемъ въ жизни Константиновской Обсерваторіи въ отчетномъ году было утвержденіе Государемъ Императоромъ въ 25 день марта новыхъ штатовъ Обсерваторіи для устройства при ней Отдѣленія для изслѣдованія метеорологическихъ элементовъ въ разныхъ слояхъ свободной атмосферы. Новыми штатами учреждаются должности стар-

шаго наблюдателя и адъюнкта и отпускаются средства на приглашеніе механика, на ученія и хозяйственныя надобности отдѣленія. На оборудованіе отдѣленія отпущено единовременно 18000 рублей, а на всѣ ежегодные расходы по отдѣленію ассигнуется 7800 рублей.

Старшимъ наблюдателемъ въ качествѣ завѣдующаго отдѣленіемъ назначенъ В. В. Кузнецовъ, бывший передъ этимъ инспекторомъ метеорологическихъ станцій сѣти Николаевской Главной Физической Обсерваторіи; обязанности адъюнкта исполнялъ А. В. Носовъ, кончившій курсъ математическихъ наукъ при Императорскомъ С.-Петербургскомъ Университетѣ и зарекомендовавшій себя разными работами въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Въ виду важнаго значенія этихъ новыхъ изслѣдованій и для болѣе успѣшнаго ихъ развитія не только въ Обсерваторіи, но и въ Россіи вообще, я счелъ полезнымъ это дѣло выдѣлить въ особое отдѣленіе, такъ что все оборудованіе отдѣленія, всѣ работы и вся отчетность производятся вторымъ старшимъ наблюдателемъ, который и завѣдуетъ зміѣковымъ отдѣленіемъ, подъ моимъ непосредственнымъ руководствомъ и наблюденіемъ.

Въ силу этого и отчетъ о дѣятельности отдѣленія занимаетъ въ настоящей главѣ отдѣльное мѣсто и помѣщенъ ниже.

Въ приложеніи къ отчету къ Константиновской Обсерваторіи мы помѣщаемъ записку завѣдывающаго Обсерваторіей В. Х. Дубинскаго объ установленномъ имъ сейсмографѣ и о полученныхъ по немъ записяхъ.

А. Магнитно - Метеорологическая часть Обсерваторіи.

Личный составъ. Завѣдующимъ Обсерваторіею состоялъ В. Х. Дубинскій; старшимъ наблюдателемъ — С. И. Савиновъ; младшими наблюдателями: А. М. Бойчевскій (до 1 ноября), И. К. Надѣинъ, В. В. Шипчинскій и Б. П. Мультиановскій. А. М. Бойчевскій во время двухмѣсячнаго отпуска своего (съ 5 августа по 5 октября) заболѣлъ и поэтому оставилъ Обсерваторію; на его мѣсто поступилъ 1 ноября штатный наблюдатель Метеорологической Обсерваторіи при Императорскомъ Юрьевскомъ Университетѣ, окончившій курсъ математическихъ наукъ того же Университета, В. Ф. Франкенъ, который, послѣ скорого ознакомленія съ нашими наблюденіями, уже съ половины ноября могъ вступить въ исполненіе своихъ обязанностей.

Отпуски и командировки. Отпусками пользовались въ отчетномъ году: В. Х. Дубинскій въ теченіе шести недѣль, съ 26 іюля по 10 сентября, Б. П. Мультиановскій между 23 марта и 6 іюня, въ разные промежутки, въ теченіе всего двухъ мѣсяцевъ, В. В. Шипчинскій съ 21 іюня по 18 іюля, И. К. Надѣинъ съ 8 по 19 іюня и съ 20 іюля по 4 августа въ теченіе всего 28 дней, А. М. Бойчевскій съ 5 августа на два мѣсяца, но, какъ сказано выше, онъ заболѣлъ, а затѣмъ съ 1 ноября перешелъ на службу въ Главную Физическую Обсерваторію въ качествѣ сверхштатнаго помощника директора.

Съ 21 по 28 іюня С. И. Савиновъ былъ командированъ въ Гельсингфорсъ на съѣздъ естествоиспытателей для демонстраціи опытовъ со змѣями.

В. Х. Дубинскій во время своего отпуска осмотрѣлъ по порученію Николаевской Главной Физической Обсерваторіи 4 метеорологическія станціи 2 разряда и объ осмотрѣ ихъ и проверкѣ инструментовъ станцій представилъ мнѣ подробный отчетъ.

Постройки и ремонтъ зданій. Къ концу отчетнаго года была закончена постройка новаго навильона для абсолютныхъ магнитныхъ наблюдений. Какъ упомянуто въ отчетѣ за предшествующій годъ, окончаніе постройки было задержано вслѣдствіе невозможности получить готовый достаточно чистый отъ примѣсей желѣза кирпичъ для установки большого мѣднаго котла нашего водяного отопленія и для кладки дымовой трубы. Въ началѣ отчетнаго года изъ добытаго нами матеріала (бѣлой огнеупорной глины и бѣлаго ораніенбаумскаго песка) по особому заказу былъ обожженъ кирпичъ съ особыми предосторожностями въ одномъ изъ ближайшихъ кирпичныхъ заводовъ, и тогда только можно было приступить къ окончанію работъ.

Лѣтомъ отчетнаго года были возведены столбы изъ сѣраго такъ называемаго эстляндскаго мрамора подъ предполагаемые къ установкѣ въ новомъ навильонѣ магнитные приборы; затѣмъ въ залѣ и въ корридорѣ устланъ паркетный полъ, окрашены стѣны, фонари, двери и окна внутри масляною краскою. Къ будущей веснѣ остается только послѣдняя внѣшняя окраска зданія (оно уже подкрашено) и тѣ исправленія, которыя вызваны неизбежнымъ на первое время ссыханіемъ кой-какихъ матеріаловъ.

Крупныхъ ремонтныхъ работъ въ отчетномъ году не было: въ главномъ зданіи, въ мастерской, поставлена новая голландская печь, взаменъ старой плохо дѣйствовавшей; въ жилломъ зданіи научнаго персонала заново отремонтирована одна изъ квартиръ младшихъ наблюдателей (сѣверо-западная нижняго этажа); затѣмъ въ нѣкоторыхъ квартирахъ были перебраны полы, переложены плиты, подправлены печи и плиты.

Библиотека увеличилась въ отчетномъ году покупкою книгъ и обмѣномъ изданій на 600 томовъ, брошюръ и выпусковъ; въ это число входятъ, какъ и въ предшествующихъ отчетахъ, не только отдѣльныя книги, брошюры, оттиски и т. п., но и каждый отдѣльный выпускъ выходящихъ выпусками книгъ и каждый номеръ получаемыхъ нами двухъ еженедѣльныхъ и 21 ежемѣсячныхъ изданій. Если всѣ выпуски, составляющіе одинъ томъ книги, считать за одну книгу, и періодическія изданія считать не числомъ вышедшихъ номеровъ, а числомъ вышедшихъ томовъ этого изданія, то число полученныхъ Обсерваторіею книгъ будетъ въ отчетномъ году 198. Это число даетъ болѣе правильную оцѣнку роста нашей бібліотеки, чѣмъ число всѣхъ отдѣльныхъ поступленій въ бібліотеку.

Къ числу *инструментовъ* прибавилось въ отчетномъ году: приборъ Эльстера и Гейтеля, изготовленный Richard Müller Uri въ Брауншвейгѣ, для измѣренія разсѣяннаго электричества, приборы Эшенгагена, изготовленные Törfer'омъ въ Потсдамѣ, для фотографической записи горизонтальной составляющей земнаго магнетизма, астрономическій теодолитъ, изготовленный Hildebrandt'омъ въ Фрейбургѣ въ Саксоніи, изъ мѣди, не

содержащей желѣза, для нашего поваго магнитнаго павильона; два термометра Ф. О. Мюллера въ С.-Петербургѣ для психрометра Ассмана; вѣсы системы Роберваля для новаго вѣсового эвалорометра; римскіе вѣсы, изготовленные въ мастерской Обсерваторіи по рисункамъ и указаніямъ Б. П. Мультановскаго, для опредѣленія плотности снѣжнаго покрова. Наконецъ Обсерваторія получила во временное пользованіе отъ Постоянной Центральной Сейсмической Коммисіи при Императорской Академіи Наукъ два страсбургскихъ тяжелыхъ маятника Боша, изготовленныхъ изъ матеріала почти не содержащаго желѣза.

Въ *мастерской Обсерваторіи* кромѣ того сдѣланы нѣкоторыя крупныя работы: сдѣлано приспособленіе для нагрѣванія термо-электрическихъ ваннъ ниргелиометра Ангстрема-Хвольсона помощью электричества; переработаны три прибора Вильда-Эдельмана, регистрирующихъ элементы земнаго магнетизма, такъ, что барабанъ ихъ съ чувствительною бумагою можетъ одинъ оборотъ дѣлать по желанію въ 2 или 24 часа; сдѣлано къ нимъ приспособленіе для механическаго кратковременнаго закрыванія щели передъ барабаномъ для отмѣтокъ времени на бумагѣ; сдѣланъ къ нимъ же штативъ для установки трубъ съ діафрагмами и электрическими лампочками; наконецъ къ этимъ же приборамъ приложено приспособленіе для автоматическаго включенія въ цѣпь тока электрической лампочки и выключенія ея въ любой часъ; для этого мы воспользовались часами изъятаго изъ употребленія термографа Негрети и Замбра и принадлежащей къ нему же системой электромагнитовъ. Затѣмъ къ имѣющемуся въ Обсерваторіи небольшому теодолиту Pistor'a и Martins'a, по рисункамъ и указаніямъ В. В. Шипчинскаго, была приложена, на противоположной вертикальному кругу сторонѣ оси, коническая труба для визированія на облака и опредѣленія направленія и относительной скорости движенія облаковъ въ дни международныхъ изслѣдованій верхнихъ слоевъ атмосферы; приборъ установленъ въ концѣ дорожки, идущей отъ главнаго зданія къ сѣверу, на столбѣ, откуда провѣряется у насъ направленіе флюгера помощью того же теодолита Pistor'a и Martins'a. Кромѣ того въ мастерской былъ приготовленъ новый вѣсовой эвалорометръ. Затѣмъ, лѣтомъ было видоизмѣнено освѣщеніе площадки для наблюдений: взамѣнъ прежней дуговой лампы помѣщены теперь въ разныхъ мѣстахъ площадки три лампочки накаливанія, вслѣдствіе чего вся площадка освѣщена болѣе равномерно; въ актинометрической будкѣ и на площадкѣ близъ нея съ испарителями моей системы также введено электрическое освѣщеніе. Наконецъ, механики Обсерваторія, особенно Т. С. Доморощевъ, принимали дѣятельное участіе при установкѣ сейсмографа и приборовъ Эшенгагена.

Сверхъ мелкихъ починокъ и исправленій, которыя производились по мѣрѣ надобности, были также сдѣланы слѣдующія болѣе крупныя: въ сентябрѣ былъ произведенъ полный ремонтъ цинковой клѣтки, помѣщенной въ нормальной будкѣ; въ октябрѣ исправлено положеніе почвенныхъ термометровъ подъ естественной поверхностью; въ сентябрѣ и октябрѣ былъ прочищенъ колодезь, служащій для измѣренія высоты грунтовой воды; въ августѣ была снесена старая деревянная будка, служившая раньше для помѣщенія термогигрографа Вильда-Гасслера.

Нормальныя научныя наблюденія, какъ магнитныя, такъ и метеорологическія, производились въ томъ же объемѣ, какъ и въ прежніе годы.

Не было никакихъ измѣненій также и въ обработкѣ наблюденій. Къ началу февраля большая ихъ часть закончена обработкой и отослана въ печать.

Замѣчанія и поясненія, относящіяся сюда, будутъ сообщены какъ и всегда во Введеніи къ Лѣтописямъ Н. Г. Ф. О. ч. I.

Изъ дополнительныхъ метеорологическихъ наблюденій продолжались или вновь были произведены слѣдующія:

Одновременно съ отсчетами термометровъ въ нормальной клѣткѣ наблюдался въ зрительную трубу психрометръ Ассмана, повѣшенный на надлежащей высотѣ и заблаговременно пущенный въ ходъ.

Какъ и прежде, въ срочные часы производилось взвѣшиваніе трехъ почвенныхъ эвапорометровъ съ дерномъ, причемъ опредѣлялась температура на поверхности дерна и на глубинѣ десяти сантиметровъ подъ нимъ, а также и средняя скорость вѣтра надъ эвапорометрами. Продолжались возобновленныя въ концѣ прошлаго года опредѣленія плотности снѣжнаго покрова. Въ январѣ — апрѣлѣ измѣренія средней плотности всей толщи покрова дѣлались разъ въ недѣлю; въ ноябрѣ—декабрѣ такія опредѣленія производились ежедневно. Сверхъ того по временамъ опредѣлялась плотность по слоямъ, черезъ каждыя 5—10 см.

Какъ и въ прошломъ году, въ лѣтнее полугодіе сверхъ обычнаго почвеннаго термометра на глубинѣ 5-ти см. отсчитывался простой колѣнчатый термометръ, воткнутый на 5 см. въ песокъ.

Осенью, кромѣ минимальныхъ термометровъ на песокъ и на естественной поверхности, отсчитывался минимальный термометръ, положенный на голой черной землѣ.

Были также произведены по моимъ указаніямъ нѣкоторыя наблюденія надъ распределеніемъ температуры въ разныхъ частяхъ нормальной будки и т. п. др.

Ввиду значительной разницы въ количествѣ испаряющейся воды между атмографомъ Рорданца и вѣсовымъ эвапорометромъ, установленнымъ на неодинаковой высотѣ и въ разнаго рода будкахъ, я распорядился, для выясненій причинъ разницы, чтобы съ 1 января 1903 г. сверхъ стараго эвапорометра былъ еще установленъ новый, въ условіяхъ вполне подобныхъ установкѣ атмографа Рорданца. Въ декабрѣ отчетнаго года всѣ подготовленныя работы для новаго эвапорометра были закончены.

Первые четыре мѣсяца года до окончательнаго сформированія вновь учрежденнаго при Константиновской Обсерваторіи змѣйковаго отдѣленія продолжались силами и средствами Обсерваторіи подъемы воздушныхъ змѣевъ съ приборами въ условленные по международному соглашенію дни. Къ концу апрѣля обработка записей, полученныхъ при всѣхъ произведенныхъ до того времени въ Обсерваторіи подъемахъ на змѣяхъ (числомъ болѣе 60) была закончена С. И. Савиновымъ и представлена мнѣ въ формѣ таблицы, которая послужила мнѣ для доклада на Международномъ Воздухоплавательномъ конгрессѣ въ Берлинѣ.

Для демонстраціи на томъ же конгрессѣ, сверхъ того, С. И. Савиновымъ и

В. В. Шипчинскимъ было изготовлено большое число графиковъ, представляющихъ измѣненія температуры съ высотой.

Эти же графики были показаны мною въ июнѣ на съѣздѣ естествоиспытателей въ Гельсингфорсѣ, гдѣ С. И. Савиновымъ и В. В. Шипчинскимъ былъ также произведенъ на змѣяхъ подъемъ прибора до высоты около 1000 метр.

Нормальныя *магнитныя наблюденія* и обработка ихъ производились по тѣмъ же приборамъ и методамъ, что и въ предшествующіе годы.

Вслѣдствіе неоднократно появлявшихся на записяхъ магнитографа особыхъ характерныхъ нарушеній, вызываемыхъ далекими землетрясеніями, уже давно было желательно опредѣлить, какія колебанія почвы отзываются на записяхъ магнитографа.

Въ отчетномъ году, благодаря сочувственному отношенію къ этому вопросу Постоянной Центральной Сейсмической Коммисіи, желаніе это исполнилось: памъ переданы во временное пользованіе два такъ-называемыхъ страсбургскихъ тяжелыхъ маятника Боша, изготовленныхъ изъ матеріала, не содержащаго въ себѣ желѣза, за исключеніемъ нѣкоторыхъ частей, которыя не могутъ быть сдѣланы не изъ стали (пружины часовъ, нѣкоторыя оси, коническія острия и т. п.). Эти сейсмографы были установлены въ будкѣ близъ пруда между магнитными вариационными приборами. Въ срединѣ апрѣля эти приборы были окончательно жюстированы, и вскорѣ послѣ установки одного изъ нихъ, 19 апрѣля, было отмѣчено одно изъ сильнѣйшихъ дальнихъ землетрясеній, именно Гватемальское. Всего зарегистрировано этимъ приборомъ до конца года 15 землетрясеній, между прочимъ и причинившее столько разрушеній Андижанское землетрясеніе (16 декабря). Весь этотъ матеріалъ переданъ, по соглашенію съ Центральною сейсмическою коммисіею, проф. Левицкому для дальнѣйшей обработки и обнародованія. Что касается связи съ нарушеніями кривыхъ магнитографа, то пока можемъ только сказать, что изъ всѣхъ записей сейсмографа только одна (22 августа во время сильнаго землетрясенія въ Кашгарѣ) сопровождалась замѣтными нарушеніями кривыхъ магнитографа.

Приборъ установленъ В. Х. Дубинскимъ при дѣятельномъ участіи другихъ лицъ Обсерваторіи. Уходъ за приборомъ въ первые мѣсяцы послѣ установки принялъ на себя онъ же, а затѣмъ съ іюля мѣсяца обслуживаніе прибора т. е. перемѣна бумаги, опредѣленіе поправки часовъ, фиксированіе бумаги и т. д., передано наблюдателямъ.

Подробное описаніе сейсмографа и ухода за нимъ помѣщено въ прилагаемой къ отчету запискѣ завѣдывающаго Обсерваторіею В. Х. Дубинскаго.

Кромѣ упомянутыхъ выше работъ, были произведены въ отчетномъ году разныя *сверхпрограмныя работы*, изъ которыхъ считаю нужнымъ упомянуть слѣдующія, болѣе крупныя и болѣе важныя.

Съ 1 января новаго стиля совмѣстно съ нѣкоторыми Обсерваторіями другихъ странъ стали производиться по предложенію Метеорологическаго Института въ Берлинѣ магнитныя наблюденія по программѣ германской антарктической экспедиціи; эти наблюденія производились дважды въ мѣсяць и состояли въ томъ, что каждыя 1 и 15 числа въ опредѣлен-

ные, отъ одного срока къ другому мѣнявшіеся часы, каждый разъ въ теченіе полнаго часа, производились отсчеты варіаціонныхъ приборовъ черезъ каждыя 20 секундъ; эти отсчеты производились одновременно двумя наблюдателями.

Въ этихъ наблюденіяхъ принимали по очереди участіе всѣ научныя силы Обсерваторіи. Къ 1 марта была установлена въ залѣ магнитометровъ регистрирующая часть прибора Эшенгагена, на которой записывались колебанія магнита двунитнаго магнитометра Вильда-Эдельмана, при чемъ барабанъ дѣлалъ въ срочное время одинъ оборотъ въ два часа. Съ 15 марта, по предложенію англійской антарктической Экспедиціи на островѣ Новой Зеландіи, приборъ этотъ дѣйствовалъ каждое 1 и 15 число въ теченіе цѣлыхъ сутокъ по Гринвичскому времени (у насъ приблизительно съ 2 ч. ночи до 2 ч. ночи слѣдующаго дня). Для этихъ наблюденій нужно было въ приборѣ мѣнять бумагу черезъ каждые два часа, что также по очереди исполнялось всѣми научными силами Обсерваторіи.

По предложенію проф. Биркеланда, снарядившаго 4 экспедиціи въ сѣверныя полярныя страны, приборъ Эшенгагена приводился въ дѣйствіе въ указанные имъ дни и часы, въ теченіе 3 мѣсяцевъ, начиная съ декабря отчетнаго года (всего 21 разъ по 2 часа). Для этихъ наблюденій было сдѣлано приспособленіе для автоматическаго включенія и выключенія электрической лампочки. Наконецъ, съ начала ноября по предложенію проф. Биркеланда же производились наблюденія надъ радіаціей перистыхъ облаковъ.

С. И. Савиновъ совмѣстно съ В. В. Шинчипскимъ въ теченіе октября и ноября мѣсяцевъ обстоятельно изслѣдовалъ имѣющіеся у насъ приборы для измѣренія атмосфернаго электричества; между прочимъ они привели въ полный порядокъ установленный на башнѣ электрометръ, калибровали полученный нами приборъ для измѣренія разсѣянія электричества; въ это же время ими были приготовлены двѣ постоянныя батареи для зарядовъ квадрантовъ электрометра Маскара.

Дубинскій и Савиновъ продолжали въ отчетномъ году детальное опредѣленіе постоянныхъ нашего однонитнаго магнитнаго теодолита Вильда-Фрейберга.

И. К. Надѣину пришлось въ отчетномъ году сдѣлать не малое число измѣреній ординатъ записей магнитографа для постороннихъ лицъ, производившихъ у насъ магнитныя наблюденія для сравненія своихъ приборовъ съ нашими или для опредѣленія постоянныхъ своихъ приборовъ.

Таковыя магнитныя измѣренія производили у насъ въ отчетномъ году слѣдующія лица.

С. Г. Попруженко, приватъ-доцентъ Императорскаго Новороссійскаго Университета, сравнивалъ съ 2 по 7 января ст. ст. магнитный теодолитъ и индукціонный инклинакторъ Одесской Обсерваторіи съ нашими приборами. Жилъ онъ это время въ нашихъ запасныхъ комнатахъ.

Профессоръ Императорскаго Варшавскаго Университета Б. В. Стапкевичъ сравнивалъ съ 7 по 10 марта магнитные приборы, которыми онъ пользовался въ своей экспедиціи на Памиръ, съ нашими. Эти дни онъ жилъ также въ нашихъ запасныхъ комнатахъ.

19 апрѣля полковникъ А. И. Вилькицкій, помощникъ Начальника Главнаго Гидрографическаго Управленія, и лейтенантъ П. А. Бровцынъ провѣряли приборы, которыми послѣднему предстояло ближайшимъ лѣтомъ производить магнитныя наблюденія въ Ледовитомъ океанѣ.

1 іюня проф. Императорскаго Московскаго Университета Э. Е. Лейстъ сравнивалъ показанія своихъ магнитныхъ приборовъ съ нашими.

Въ ноябрѣ нѣсколько разъ бывалъ въ Обсерваторіи магистрантъ С. А. Совѣтовъ для ознакомленія съ производствомъ магнитныхъ наблюденій.

27 ноября подполковникъ Н. Н. Оглоблипскій дѣлалъ нѣсколько опредѣленій горизонтальной составляющей для сравненія показаній его походнаго прибора Вильда-Эдельмана съ показаніями нашихъ приборовъ.

Въ декабрѣ нѣсколько дней производилъ опредѣленія постоянныхъ своего прибора лейтенантъ П. А. Бровцынъ послѣ возвращенія изъ экспедиціи на Сѣверный Ледовитый океанъ.

Кромѣ этихъ лицъ, производившихъ магнитныя наблюденія, провелъ въ Обсерваторіи нѣсколько дней, съ 22 по 24 марта, въ нашихъ запасныхъ комнатахъ П. А. Павловъ, завѣдующій сѣтью метеорологическихъ станцій при Восточной Китайской Желѣзной Дорогѣ, для присутствія при установкѣ сейсмографа.

Обсерваторія выдала слѣдующимъ лицамъ разныя просимыя ими справки.

Профессору Вольферу въ Цюрихѣ сообщены среднія годовыя колебанія склоненія за 1900 и 1901 годы.

Въ февралѣ старшему врачу Л.-Г. 1 стрѣлковаго Его Величества батальона С. К. Прутенскому и санитарному врачу въ г. Царскомъ-Селѣ В. П. Соколову сообщены среднія величины метеорологическихъ элементовъ за 1901 годъ.

26 марта проф. Н. Е. Введенскому сообщенъ характеръ записи магнитографа 20 и 22 марта 1902 г.

6 іюня корнетъ князь Д. А. Накашидзе выписалъ среднія температуры съ 1 октября 1901 г. по 1 апрѣля 1902 г. для опредѣленія количества топлива, необходимаго для новаго манежа Л.-Гв. Гусарскаго Его Величества полка.

Командиру Л.-Гв. 4 Стрѣлковаго Императорской Фамиліи батальона въ Царскомъ Селѣ сообщены 21 мая среднія суточные температуры съ 1 (14) марта по 1 (14) апрѣля, просимыя командиромъ батальона для отчета о производившихся испытаніяхъ по отопленію казармъ батальона.

6 октября отправлены 21 копія кривыхъ магнитографа въ Вашингтонъ въ Office of the Coast and Geodetic Survey (9—12 апрѣля и 7—10 мая 1902 г. для всѣхъ трехъ элементовъ).

Въ отчетномъ году Обсерваторію посѣтило, по обыкновенію, большое число лицъ. 10 августа осчастливилъ Обсерваторію Своимъ посѣщеніемъ Его Императорское Высочество Великій Князь Владиміръ Александровичъ; Его Высочество особенно интересовался установленнымъ у насъ сейсмографомъ, отмѣтившимъ наканунѣ колебанія почвы. Вмѣстѣ съ

Его Высочествомъ посѣтили Обсерваторію генераль лейтенантъ Ваксмутъ, полковникъ И. Татищевъ и ротмистръ Кноррингъ.

Изъ другихъ лицъ, посѣтившихъ Обсерваторію, считаемъ пріятнымъ долгомъ упомянуть директора Екатеринбургской Обсерваторіи Г. Ф. Абельса, проф. Арепіуса, проф. А. И. Воейкова, проф. Горнаго Института Н. С. Курнакова, группу членовъ съѣзда дѣятелей по воднымъ путямъ сообщенія, группу офицеровъ Воздухоплавательнаго Парка, группу студентовъ Императорскаго С.-Петербургскаго Университета и Лѣснаго Института.

Всѣхъ лицъ, посѣтившихъ Обсерваторію въ теченіе отчетнаго года, было около 200.

Б. Отдѣленіе по изслѣдованію разныхъ слоевъ атмосферы при Константиновской Обсерваторіи.

Личный составъ. Старшимъ наблюдателемъ для завѣдыванія отдѣленіемъ по изслѣдованію разныхъ слоевъ атмосферы пазначенъ бывшій инспекторъ метеорологическихъ станцій Николаевской Главной Физической Обсерваторіи В. В. Кузнецовъ, адъюнкторомъ — окончившій курсъ математическихъ наукъ въ С.-Петербургскомъ Университетѣ и оставленный при Университетѣ А. В. Носовъ, механикомъ — М. Т. Хохловъ, работавшій ранѣе въ мастерской Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Дѣятельность отдѣленія въ Павловскѣ началась съ мая мѣсяца 1902 года.

Временное помѣщеніе для мастерской было нанято въ селеніи Этюпъ, въ домѣ, принадлежащемъ г. Риттеру. Въ первыхъ числахъ октября домъ отдѣленія былъ настолько законченъ, что въ немъ могли поселиться механикъ и сторожъ и тудаже была перенесена мастерская отдѣленія. До перенесенія мастерской подъемы змѣевъ производились на полѣ, близъ дома г. Риттера, а спускъ шаровъ-зондовъ со двора дома, арендуемаго г. Кузнецовымъ. Послѣ того какъ мастерская была перенесена, и механикъ и сторожъ поселились въ построенномъ для отдѣленія домѣ, подъемы метеорографа на шарахъ-зондахъ и на змѣяхъ производились исключительно съ земли, арендуемой отдѣленіемъ.

На приложенномъ планѣ изображенъ участокъ арендуемой земли для змѣйковаго отдѣленія; на другомъ планѣ въ болѣе мелкомъ масштабѣ указано взаимное положеніе участка обсерваторскаго, упомянутаго арендуемаго участка и 3 столбовъ, съ которыхъ наблюдается положеніе змѣевъ и шаровъ.

Старшему наблюдателю я поручилъ общее руководство работами отдѣленія, производство подъемовъ метеорографа на змѣяхъ и на шарахъ-зондахъ, надзоръ за производствомъ строительныхъ работъ и за изготовленіемъ инструментовъ въ механической мастерской. А. В. Носовъ, помимо участія въ наблюденіяхъ при многихъ подъемахъ, былъ занятъ главнымъ образомъ вычислительными работами: имъ были вычислены почти всѣ подъемы на змѣяхъ, на шарахъ-зондахъ и на шарахъ съ наблюдателями. Кромѣ того имъ были

расположены въ хронологическомъ порядкѣ фотографическіе негативы облаковъ, снятыхъ помощью фотограмметровъ въ 1897—1898 годахъ и сдѣланы для многихъ наблюдений надъ облаками вычисленія высотъ. Съ іюня по сентябрь въ отдѣленіи занимался безвозмездно студентъ М. М. Рыкачевъ, онъ производилъ наблюдения для опредѣленія высотъ облаковъ и шаровъ помощью фотограмметровъ и при подъемахъ метеорографа на змѣяхъ, вычислялъ высоты облаковъ и велъ обработку подъемовъ метеорографа на змѣяхъ.

Механикъ былъ занятъ изготовленіемъ новыхъ приборовъ, починкою приборовъ, потерпѣвшихъ аварію при обрывахъ проволоки, и поднятіями метеорографа на змѣяхъ. Сторожъ занимался изготовленіемъ змѣевъ, плотничными и столярными работами для отдѣленія.

Отдѣленіе участвовало во всѣхъ международныхъ изслѣдованіяхъ разныхъ слоевъ атмосферы, поднимая метеорографы въ назначенные международной комиссіей дни на шарахъ-зондахъ, на змѣяхъ и производя, когда обстоятельства позволяли, совмѣстно съ офицерами С.-Петербургскаго учебнаго воздухоплавательнаго парка наблюденія на свободныхъ шарахъ; обо всѣхъ этихъ изслѣдованіяхъ давались своевременно предварительныя свѣдѣнія въ международную комиссію.

Всего въ отчетномъ году въ отдѣленіи было произведено 47 подъемовъ на змѣяхъ, изъ нихъ:

4	на высоту	до 500 метровъ.
10	» » отъ 500 метровъ	» 1000 »
11	» » » 1000 »	» 1500 »
7	» » » 1500 »	» 2000 »
7	» » » 2000 »	» 2500 »
7	» » » 2500 »	» 3000 »
1	» » » 3530 метровъ.	

Первый резиновый шаръ-зондъ былъ пущенъ изъ Павловска 7 марта.

Всего резиновыхъ шаровъ-зондовъ отдѣленіемъ было пущено 5, изъ которыхъ 3 дали результаты, 1 не былъ найденъ и въ одномъ случаѣ метеорографъ былъ похищенъ нашедшими. Кромѣ того изъ С.-Петербургскаго учебнаго воздухоплавательнаго парка при содѣйствіи Обсерваторіи тоже было пущено 8 бумажныхъ шаровъ, изъ которыхъ 4 дали результаты, одинъ не найденъ, въ двухъ случаяхъ крестьяне испортили занись, и одинъ разъ шаръ былъ выпущенъ неудачно.

Свободные полеты по примѣру прошлыхъ лѣтъ совершались на шарахъ учебнаго воздухоплавательнаго парка совмѣстно офицерами парка и служащими въ Обсерваторіи. Всего было сдѣлано 4 полета, изъ нихъ 3 на свѣтельномъ газѣ и одинъ на водородѣ. Полетъ на водородѣ былъ совершенъ на средства Отдѣленія Константиновской Обсерваторіи и военнаго инженернаго вѣдомства; одинъ изъ полетовъ на свѣтельномъ газѣ—на средства инженернаго вѣдомства и два, какъ очередные учебные, на средства воздухоплавательнаго

парка. Въ трехъ случаяхъ поднимался для производства наблюдений В. В. Кузнецовъ и въ одномъ случаѣ А. В. Носовъ.

Въ отчетномъ году были совершены наивысшіе въ Россіи подъемы метеорографа на змѣяхъ (3530 метровъ), на шарахъ-зондахъ (17710 метровъ) и подъемъ наблюдателей съ научною цѣлью на свободномъ шарѣ, наполненномъ водородомъ (5910 метровъ).

Въ мастерской отдѣленія сдѣлано 3 новыхъ метеорографа для резиновыхъ шаровъ-зондовъ по указаніямъ В. В. Кузнецова, исправлены существенныя поврежденія двухъ метеорографовъ, пострадавшихъ при обрывахъ проволоки. Сдѣланы кольца и вплетены въ проволоку для присоединенія добавочныхъ змѣевъ и намотана нѣсколько разъ проволока на лебедки. Изготовлено 35 новыхъ змѣевъ и многіе, сломавшіеся при подъемахъ, исправлены, изготовленъ ртутно-капиллярный насосъ конструкціи В. В. Кузнецова для выкачивания воздуха изъ трубокъ Бурдона для барографовъ. Кромѣ того механикъ и сторожъ занимались изготовленіемъ необходимыхъ приспособленій и инструментовъ для мастерской и приведеніемъ ея въ порядокъ.

Съ 4 мая по 4 іюня В. В. Кузнецовъ былъ командированъ на съѣздъ членовъ международной воздухоплавательной комиссіи въ Берлинѣ, а оттуда для ознакомленія съ постановкою дѣла изслѣдованія разныхъ слоевъ атмосферы къ проф. Кеппену въ Гамбургъ и въ динамическую обсерваторію Тесренъ-де-Бора въ Траппѣ (близъ Парижа).

На съѣздѣ были демонстрированы метеорографъ, примѣняемый для подъемовъ на змѣяхъ въ Константиновской Обсерваторіи, и приборъ В. В. Кузнецова для опредѣленія давленія вѣтра на разныхъ высотахъ, приспособленный для поднятія на змѣяхъ. Описание послѣдняго прибора было помѣщено въ Извѣстіяхъ Академіи Наукъ (т. XVII, № 1. Іюнь 1902 г.). Для ознакомленія съ приѣмами наблюдений на свободныхъ шарахъ, примѣняемыми въ Германіи, г. Кузнецовъ поднимался 11 мая изъ Берлина на шарѣ «Метеоръ» въ 800 куб. м. съ гг. Еліасомъ и Стольбергомъ. На съѣздѣ В. В. Кузнецовъ былъ избранъ членомъ международной воздухоплавательной комиссіи.

Перечень полетовъ шаровъ и змѣевъ за 1902 годъ. ¹⁾

Шары-зонды.

- 1) 9 января бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Кранъ у балластного мѣшка не былъ открытъ.
- 2) 6 февраля бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Не найденъ.
- 3) 6 марта бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ села Сольцы на Волховѣ. Крестьяне испортили регистрацію.

1) Всѣ числа даны по новому стилю.

- 4) 7 марта резиновый шаръ-зондъ съ парашютомъ выпущенъ изъ Конст. Обсерв. Не найденъ.
- 5) 3 апрѣля бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ деревни Купчино. Макс. высота 7740 м. Мин. темп. — 40°7.
- 6) 1 мая бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ Войтолова Шлиссельб. уѣзда. Макс. высота 7340 м. Мин. темп. — 45°6.
- 7) 5 июня бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ дер. Вязовки Борович. уѣзда. Макс. высота 9880 м. Мин. темп. — 40°6.
- 8) 3 июля бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился близъ села Важино на Свири. Крестьяне испортили регистрацію.
- 9) 7 августа бумажный шаръ-зондъ выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустился на Тучковомъ Буянѣ. Макс. высота 2540 м. Мин. темп. — 1°3.
- 10) 4 сентября резиновый шаръ-зондъ съ парашютомъ выпущенъ изъ Конст. Обсерв. Спустился у Большой Вишеры. Макс. высота 10890 м. Мин. темп. — 49°7.
- 11) 2 октября два связанныхъ вмѣстѣ резиновыхъ шара выпущены изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка. Спустились близъ дер. Клуколово Новгородскаго уѣзда. Макс. высота 13980 м. Мин. темп. — 55°1.
- 12) 6 ноября два связанныхъ вмѣстѣ резиновыхъ шара выпущены изъ Конст. Обсерв. Спустились близъ дер. Боровой Оршанскаго уѣзда Могилевской губ. Корзинки съ приборомъ не оказалось.
- 13) 4 декабря два связанныхъ вмѣстѣ резиновыхъ шара выпущены изъ Конст. Обсерв. Спустились близъ ст. Сала въ 12 в. отъ Нарвы. Макс. высота 17710 м. Мин. темп. — 63°5.

Свободные полеты.

- 1) 3 июля выпущенъ съ Газоваго Завода шаръ «Генераль Ванновскій», наполненный свѣтильнымъ газомъ, съ наблюдателями Большевымъ, Кованько и Кузнецовымъ. Спустился близъ Луги. Макс. высота 2980 м. Мин. темп. — 4°2.
- 2) 7 августа выпущенъ съ Газоваго Завода шаръ «Генераль Ванновскій», наполненный свѣтильнымъ газомъ, съ наблюдателями Крицкимъ, Лавровымъ и Кузнецовымъ. Спустился близъ Шлиссельбурга. Макс. высота 2550 м. Мин. темп. — 0°8.
- 3) 2 октября выпущенъ изъ С.-Пб. Уч. Возд. Парка шаръ «Генераль Ванновскій», наполненный водородомъ, съ наблюдателями кн. Баратовымъ и Кузнецовымъ. Спустился близъ дер. Нащи Новгородскаго уѣзда. Макс. высота 5910 м. Мин. темп. — 29°6.
- 4) 6 ноября выпущенъ съ Газоваго Завода шаръ «Генераль Ванновскій», наполненный свѣтильнымъ газомъ, съ наблюдателями Крицкимъ и Носовымъ. Спустился близъ дер. Островъ Новгородскаго уѣзда. Макс. выс. 3420 м. Мин. темп. — 20°2.

Змѣи.

№ № по порядку.	МѢСЯЦЪ и ЧИСЛО.	ВРЕМЯ. 1)	Максимал. высота.	Минимал. темпер.	Темпер. на землѣ.
1	8 Января	1 ^h 10 ^m р.— 4 ^h 10 ^m р.	1660 ^m	—11.0	— 2.6
2	9 Января	10 18 а.— 2 0 р.	1160	— 9.1	— 1.4
3	7 Февраля	2 30 р.— 3 30 р.	620	—15.1	—10.4
4	6 Марта	11 45 а.— 1 30 р.	720	—10.5	— 8.0
<i>Новое отдѣленіе.</i>					
5	2 Мая	9 17 а.— 2 28 р.	2520	—10.6	+ 6.5
6	5 Юня	10 33 а.— 4 27 р.	2010	— 2.9	+13.9
7	20 Юня	2 13 р.— 8 50 р.	1740	+ 9.5	+18.6
8	20—21 Юня	10 23 р.— 2 26 а.	920	+11.1	+11.5
9	21 Юня	2 45 а.— 7 16 а.	1920	+ 8.8	+11.0
10	23 Юня	2 27 р.— 5 2 р.	1520	+ 5.4	+15.0
11	25 Юня	4 30 р.— 7 46 р.	1570	— 2.8	+12.6
12	2 Юля	2 42 р.— 7 30 р.	2480	— 0.8	+16.4
13	3 Юля	3 6 р.— 9 41 р.	2260	— 1.1	+12.6
14	11 Юля	12 1 р.— 3 36 р.	1230	+ 6.4	+18.7
15	12 Юля	3 45 р.— 4 52 р.	780	—	—
16	15 Юля	2 24 р.— 5 45 р.	1590	+ 5.8	+18.8
17	15 Юля	8 7 р.— 8 44 р.	700	+10.6	+16.1
18	28 Юля	12 32 р.— 6 26 р.	2290	+ 0.1	+21.2
19	28 Юля	7 55 р.—10 20 р.	1410	+ 6.2	+16.4
20	28—29 Юля	10 52 р.— 3 47 а.	2280	— 0.3	+15.0
21	29 Юля	4 32 а.— 8 16 а.	2670	— 5.5	+12.2
22	26 Августа	10 7 а.—10 44 а.	1320	+ 5.6	+18.4
23	4 Сентября	8 3 а.— 9 14 а.	680	+ 9.3	+10.2
24	4 Сентября	10 22 а.— 3 8 р.	2060	+ 3.9	+13.1
25	4 Сентября	5 35 р.— 8 16 р.	1400	+ 9.4	+16.8
26	5 Сентября	9 59 а.— 1 36 р.	1980	+ 3.8	+15.1
27	5 Сентября	3 49 р.— 6 13 р.	1220	+ 6.9	+17.7
28	17 Сентября	3 6 р.— 6 38 р.	1790	+ 1.0	+13.1
29	18 Сентября	2 40 р.— 3 21 р.	800	+ 4.6	+12.9
30	18 Сентября	3 54 р.— 6 4 р.	1220	+ 2.2	+11.5
31	1 Октября	10 33 а.— 1 2 р.	1400	—10.4	+ 2.3
32	3 Октября	10 6 а.—10 55 а.	430	+ 1.8	+ 5.7
33	3 Октября	11 5 а.—11 45 а.	450	+ 1.7	+ 6.4
34	10 Октября	3 15 р.— 7 32 р.	2820	— 8.4	+ 5.0
35	30 Октября	2 28 р.— 4 22 р.	1080	— 2.1	+ 5.5
36	5 Ноября	9 12 а.— 1 13 р.	2710	—17.2	+ 0.1
37	6 Ноября	11 30 а.— 7 13 р.	2890	—18.7	— 5.2
38	7 Ноября	1 45 р.— 6 42 р.	2820	—12.8	— 4.2
39	21 Ноября	2 42 р.— 3 45 р.	560	— 9.2	— 3.9
40	22 Ноября	10 5 а.— 1 29 р.	2280 ^a	—14.6	—10.1
41	10 Декабря	3 22 р.— 3 58 р.	230	— 3.8	— 2.8
42	11 Декабря	11 39 а.— 4 37 р.	2550	— 5.1	— 1.1
43	12 Декабря	10 56 а.—12 24 р.	650	— 3.8	— 1.0
44	12 Декабря	3 36 р.— 5 22 р.	1060	— 2.9	— 0.7
45	13 Декабря	10 17 а.—12 43 р.	1320	— 4.6	— 1.7
46	14 Декабря	11 48 а.— 5 12 р.	3530	—10.0	— 6.2
47	25 Декабря	10 27 а.—11 22 а.	400	— 2.0	+ 0.7
48	25 Декабря	3 33 р.— 4 56 р.	630	— 2.9	+ 1.3
49	26 Декабря	2 30 р.— 3 30 р.	1060	— 6.8	+ 0.4
50	27 Декабря	11 50 а.— 1 42 р.	670	— 6.4	— 3.9
51	28 Декабря	4 21 р.— 6 10 р.	800	—11.9	— 7.2

1) Согласно съ международнымъ обозначеніемъ *a* — обозначаетъ часы пополуночи, *p* — часы пополудни.

ХІІ. Тифлисская Физическая Обсерваторія.

Г. Директоръ Тифлисской Физической Обсерваторіи, С. В. Гласекъ, доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ для представленія Императорской Академіи Наукъ.

Въ отчетномъ году постигло Обсерваторію несчастье, глубоко повліявшее на ея успѣшную и правильную дѣятельность. Въ ночь съ 1-го на 2-е сентября вспыхнулъ въ западной деревянной пристройкѣ Обсерваторіи, служившей для астрономическихъ наблюдений, пожаръ. Вслѣдствіе поздняго сравнительно прибытія пожарной команды, огонь успѣлъ распространиться и на сѣверную деревянную пристройку и проникъ затѣмъ въ башню Обсерваторіи и отчасти въ архивное ея помѣщеніе, надъ центральнымъ заломъ Обсерваторіи. Обѣ деревянные пристройки, крыша и полъ башни, а также деревянная лѣстница сгорѣли, пострадало также архивное помѣщеніе. Огонь проникъ также въ смежное съ западной пристройкой каменное зданіе, въ которомъ помѣщались магнитометры Эдельмана; крыша этого помѣщенія тоже сгорѣла.

Появленіе огня въ такое позднее время, между 1 и 2 часомъ ночи, въ зданіи, гдѣ въ 10 часовъ вечера прекращаются всѣ занятія и дежурный наблюдатель уходитъ, передавъ ключъ отъ дверей ночному сторожу, явилось весьма подозрительнымъ. Оно тѣмъ болѣе загадочно, что пожаръ начался въ помѣщеніи для астрономическихъ наблюдений, которыя производятся лишь одинъ или два раза въ мѣсяцъ; обыкновенно же комната пустуетъ, представляя изъ себя совершенно пустой залъ съ двумя каменными столбами, на одномъ изъ которыхъ былъ установленъ пассажный инструментъ. Если прибавить къ этому постоянное присутствіе ночного сторожа, доказанное контрольными часами, не замѣтившаго до послѣдней минуты ничего подозрительнаго, и внезапное появленіе огня, охватившаго сразу почти всю южную стѣну зданія, какъ разъ въ то время, когда сторожъ долженъ былъ удалиться на улицу, то невольно пришлось придти къ убѣжденію, что имѣется дѣло съ поджогомъ, о чемъ я своевременно сообщалъ въ особомъ рапортѣ, на имя Директора Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, академика Рыкачева, для доклада Императорской Академіи Наукъ.

Открытые затѣмъ явные признаки поджога побудили меня энергично настоять на производствѣ слѣдствія, которое, однако, не привело къ рѣшительнымъ результатамъ.

Хотя большинство инструментовъ удалось спасти, благодаря энергичной помощи гг. офицеровъ стрѣлковаго батальона съ ихъ солдатами и самоотверженной дѣятельности служащихъ въ Обсерваторіи лицъ, Обсерваторія всетаки понесла нѣкоторыя чувствительныя потери. Особенно печальна была потеря всѣхъ анемометровъ, установленныхъ на башнѣ, такъ какъ, за неимѣніемъ запаснаго анемометра (онъ тоже находился временно на башнѣ и сгорѣлъ), пришлось на время прекратить записи анемографа. Опредѣленія времени можно было продолжать въ павильонѣ для абсолютныхъ измѣреній, хотя нашъ пассажный инструментъ погибъ. Сгорѣлъ тоже старый анемографъ Вильда-Гаслера, находившійся въ

башенной комнатѣ. Изъ магнитныхъ инструментовъ пострадали болѣе всего варіаціонные приборы Эдельмана. Самые приборы спасены, но сильно пострадали подозрныя къ нимъ трубы, одна изъ которыхъ стала совсѣмъ не пригодною. Сгорѣли также Гаслеровскіе часы; самый механизмъ, однако, уцѣлѣлъ, и они будутъ приведены въ порядокъ. Самымъ печальнымъ было то, что ни одинъ инструментъ не остался на своемъ мѣстѣ; даже приборы, помѣщенные въ нишахъ въ центральномъ залѣ, и тѣ были вынесены. Такъ какъ при спасеніи помогали и немѣлыя руки, то само собою понятно, что впоследствии оказывались поврежденія чисто механическаго характера, причинившія намъ много труда и хлопотъ. Не смотря на то, регистрація температуры и влажности нормальными инструментами была возобновлена къ вечеру того же дня. Записи давленія воздуха продолжались помощью барографа Ришара, такъ какъ нормальный, тяжелый барографъ Вильда-Гаслера пострадалъ при его переноскѣ изъ центральной залы. Къ счастью, нетронутымъ остался подвалъ, такъ что магнитографъ и сейсмографъ не дѣйствовали только нѣсколько часовъ, такъ какъ во время пожара пришлось потушить бензиновыя лампы, во избѣжаніе взрыва. Такимъ образомъ, всѣ записи были возобновлены въ самомъ непродолжительномъ времени, за исключеніемъ записей силы и направленія вѣтра, по вышеприведеннымъ причинамъ, хотя анемографъ Рорданца и былъ спасенъ. Вновь выстроенный подвалъ для сейсмографовъ, вполне подготовленный для установки въ немъ приборовъ (сейсмографа Мильна и вертикальнаго маятника Канкани), хотя и уцѣлѣлъ, но находившаяся надъ нимъ южная пристройка сгорѣла, такъ что своды его обнажились; кромѣ того, потолокъ устроеннаго вокругъ него корридора, служившій одновременно поломъ помѣщенія южной пристройки, настолько сильно пострадалъ, что возобновить въ подвалѣ отопленіе въ ближайшее время оказалось невозможнымъ. Установку сейсмографовъ пришлось, такимъ образомъ, отложить до окончательнаго возстановленія южной пристройки. Всѣ потери, которыя понесла Обсерваторія отъ пожара, включая и погибшіе инструменты, выражаются суммою въ десять тысячъ семьсотъ рублей. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что въ смѣтѣ расходовъ на возстановленіе сгорѣвшихъ построекъ имѣются въ виду постройки каменные, вмѣсто прежнихъ деревянныхъ.

Пользуюсь настоящимъ случаемъ выразить мою глубочайшую благодарность его сіятельству Главноначальствующему Гражданскою Частью на Кавказѣ, князю Г. С. Голицыну, не только за любезно предложенную денежную помощь на неотложные расходы, оказавшую намъ громадную услугу, но и за тѣ сердечныя и ободряющія слова, высказанныя при посѣщеніи пожараща, оцѣнить которыя въ полной мѣрѣ можно только въ минуту истинной и глубокой печали.

Не могу не отмѣтить также отраднаго факта безкорыстнаго труда на пользу учрежденія, въ переживаемое имъ тяжелое время, который безвозмездно приносили г. Домбровскій, и г-жи Мошкина, Щуцкая и Ягулова, посвящавшія нѣсколько мѣсяцевъ подрядъ все свободное время, до поздняго вечера, разборкѣ и приведенію въ порядокъ архива Обсерваторіи. Руководилъ этими работами и составленіемъ списковъ старшій паблюдатель Фигуровскій.

Въ отчетномъ году Обсерваторія потеряла одного изъ сотрудниковъ въ лицѣ П. Н. Бровкина, скончавшагося 15-го апрѣля, послѣ продолжительной и тяжелой болѣзни. Покойный поступилъ, по вольному найму, въ 1895 г. на должность младшаго наблюдателя и исполнялъ свои обязанности въ теченіе этихъ семи лѣтъ съ рѣдкой добросовѣстностью и аккуратностью. Страдая чахоткой и не смотря на постепенный упадокъ силъ, онъ не соглашался, однако, почти до послѣдней минуты, оставить свой постъ, исполняя все съ обычной добросовѣстностью. П. Н. Бровкинъ отличался любезнымъ и уживчивымъ характеромъ, пользовался всеобщимъ уваженіемъ своихъ сослуживцевъ и оставилъ у всѣхъ воспоминаніе хорошаго товарища и скромнаго, неутомимаго труженика.

І. Администрація и матеріальная часть.

Въ теченіе отчетнаго года произошли слѣдующія перемѣны въ личномъ составѣ Обсерваторіи: 15-го апрѣля скончался состоявшій наблюдателемъ П. Н. Бровкинъ. Съ 25-го мая оставилъ Обсерваторію по болѣзни состоявшій вычислителемъ В. Θ. Бердзеновъ.

Съ 22-го апрѣля началъ знакомиться съ производствомъ наблюдений и вычислений Д. К. Гургенидзе, который съ 20-го іюня зачисленъ нештатнымъ наблюдателемъ-вычислителемъ.

Съ 27-го мая на такое же мѣсто нештатнаго вычислителя-наблюдателя поступилъ И. А. Рогулинъ.

Съ 20-го іюля оставила службу въ Обсерваторіи состоявшая наблюдательницей-вычислительницей З. В. Знаменская.

Съ 28-го мая началъ заниматься и съ 1-го іюня зачисленъ нештатнымъ вычислителемъ Б. М. Слуцкій.

Съ 26-го апрѣля начала заниматься и съ 20-го мая зачислена нештатной вычислительницей А. І. Ягулова.

Отпускомъ въ отчетномъ году пользовались:

Директоръ Обсерваторіи С. В. Гласекъ съ 22-го февраля на два мѣсяца, по болѣзни. На возвратномъ пути имъ осмотрѣны метеорологическія станціи на сѣверномъ Кавказѣ—Ставрополь и Тихорѣцкая. Возвратился изъ поѣздки 1-го мая.

Съ 26-го февраля по 15-е апрѣля числился въ отпуску по болѣзни П. Н. Бровкинъ.

По болѣзни же получилъ отпускъ на 1 мѣсяць съ 25-го апрѣля по 25-е мая В. Θ. Бердзеновъ.

Старшій наблюдатель И. В. Фигуровскій былъ въ командировкѣ съ 29-го октября по 6-е ноября для установки сейсмографовъ Боша въ г. Шемахѣ и съ 10-го по 20-е ноября для осмотра метеорологическихъ станцій въ Большомъ Караклисѣ, Джаджурахъ, Александрополѣ и Карсѣ.

Канцелярія и библіотека. Дѣла канцеляріи велъ старшій наблюдатель И. В. Фигуровскій, при чемъ, въ качествѣ письмоводителя, ему помогала А. Н. Мошкина.

По журналамъ въ отчетномъ году значится 3935 номеровъ входящихъ бумагъ, посылокъ и пакетовъ 6365 номеровъ исходящихъ. Въ эти числа не вошли ежедневно получаемыя съ 18 станцій на Кавказѣ телеграммы о погодѣ.

Библиотекой завѣдывалъ помощникъ директора Р. Θ. Ассафрей; она увеличилась въ отчетномъ году на 338 томовъ, картъ и брошюръ. Подъ руководствомъ г. Ассафрея занималась въ библиотекѣ въ январѣ мѣсяцѣ г-жа Зпаменская, потомъ г-жа Щуцкая до конца мая по понедѣльникамъ, а съ іюня до конца ноября ежедневно по одному часу во вѣбурочное время, за особую плату. Съ 20-го сентября до конца года занималась въ библиотекѣ г-жа Т. Р. Ассафрей три раза въ недѣлю по два часа.

Инструменты и механическая мастерская. Въ 1902 г. приобрѣтены покупкою слѣдующіе инструменты:

Барографъ Ришара (малый)	1
Анероидъ	1
Солнечные часы Флеше	1
Психрометрическій термометръ	1
Волосной гигрометръ	1
Флюгеръ съ указателемъ силы вѣтра	1
Дождемѣровъ	2
Защита	1
Стакановъ	2
Контрольные часы	1
Нивеллиръ системы Эго съ ящикомъ и штативомъ	1
Совокъ для выгребанія снѣга изъ омбро-атмографа	1
Электрическіе контактные часы	1

Изъ имѣющагося запаса Обсерваторіи отпущено бесплатно 22 различныхъ прибора и принадлежностей къ нимъ метеорологическимъ станціямъ сѣти Обсерваторіи, а именно:

Анероидовъ	2
Психрометрическихъ термометровъ	4
Психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ	1
Волосной гигрометръ	1
Минимальныхъ термометровъ	2
Флюгеръ	1
Дождемѣровъ	6
Защитъ	3
Стакановъ	2

Механическая мастерская исполняла текущія работы по исправленію поврежденныхъ инструментовъ Кавказскихъ станцій, по содержанію въ порядкѣ самопишущихъ и другихъ

приборовъ Обсерваторіи, по упаковкѣ инструментовъ, предназначенныхъ для отправки на метеорологическія стациіи. Два раза въ недѣлю заряжались подъ присмотромъ механика аккумуляторы для электрическаго освѣщенія подваловъ.

Кромѣ этихъ обычныхъ работъ, слѣдуетъ еще отмѣтить слѣдующія: установленъ, первоначально въ видѣ пробы, грозоотмѣтчикъ Boggio-Lega въ главномъ зданіи Обсерваторіи; послѣ того, когда оправдались мои опасенія, что приборъ будетъ отвѣчать на электрическіе разряды во время контактовъ анемометровъ, онъ былъ снятъ и окончательно установленъ въ кабинетѣ директора. Сейсмографъ Сапсані, вслѣдствіе небрежной упаковки, значительно пострадавшій во время пересылки, приведенъ въ полный порядокъ; къ нему изготовлена свинцовая гиря, вѣсомъ въ 300 килограммовъ. Перенесенъ и установленъ на новомъ столбѣ въ физическомъ кабинетѣ сейсмографъ Мильна. Установлена новая будка для эвапорометра и въ ней приборъ. Съ сентября мѣсяца механикъ былъ занятъ, главнымъ образомъ, починкой и приведеніемъ въ порядокъ пострадавшихъ во время пожара приборовъ и установкой таковыхъ. При этомъ не мало времени и труда потребовало возобновленіе всѣхъ электрическихъ проводовъ. Изъ болѣе крупныхъ работъ, произведенныхъ въ отчетномъ году, отмѣтимъ еще установку новыхъ анемометровъ на башнѣ и анемографа Рорданца.

Обязанности смотрителя зданій исполнялъ, какъ и въ прежніе годы, механикъ Обсерваторіи.

Состояніе и ремонтъ зданій. Въ отчетномъ году, кромѣ мелкихъ ремонтныхъ работъ въ отдѣльныхъ квартирахъ и починки наружныхъ стѣнъ зданій, произведена полная дезинфекція и ремонтъ бывшей квартиры Бровкина и необходимыя работы въ южной деревянной пристройкѣ, подъ которой строился подвалъ для сейсмографовъ Мильна, Боша (тяжелый горизонтальный маятникъ) и Сапсані (вертикальный маятникъ). Постройка новаго подвала произведена частью на средства Обсерваторіи, частью же на суммы, отпущенныя для этой цѣли Сейсмической Комиссіей.

Новый подвалъ, подробное описаніе котораго будетъ дано особо, представляетъ изъ себя продолговатый прямоугольникъ со сводчатымъ потолкомъ; длинная сторона его расположена какъ разъ по астрономическому меридіану. Подвалъ окруженъ со всѣхъ сторонъ корридормъ, въ который попадаетъ согрѣтый особымъ калориферомъ воздухъ. Изъ корридора воздухъ попадаетъ уже во внутрь подвала и можетъ быть оттуда направленъ, по желанію, опять въ калориферъ, для вторичнаго нагрѣванія (ради экономіи топлива), или же въ дымовую трубу, наружу. Въ одномъ концѣ подвала устроена какъ бы особая комнатка, высокій сводъ которой постепенно принимаетъ форму башни, заканчивающейся массивнымъ бетоннымъ куполомъ, въ видѣ полушарія. Высота этой башни соответствуетъ длинѣ вертикальнаго маятника, для подвѣшиванія котораго она предназначена, и все строеніе защищено снаружн южной пристройкой, подъ которой находится весь подвалъ; такимъ образомъ, всякое непосредственное вліяніе вѣтра исключено. Подвалъ этотъ соединенъ съ другими подвалами, такъ что ко всѣмъ подваламъ имѣется только одинъ общій входъ, пользоваться которымъ, однако, сторожу для отопленія подваловъ не приходится. Все было

уже подготовлено для установки сейсмографовъ, когда произошелъ пожаръ! Южная пристройка сгорѣла, и башня для вертикальнаго маятника осталась вслѣдствіе этого безъ всякой защиты, а потолокъ корридора настолько пострадалъ, какъ это упомянуто выше, что отапливать помещеніе не было возможности. Пришлось установку отложить до возстановленія южной пристройки.

Благодаря разрѣшенію Августѣйшаго Президента Императорской Академіи Наукъ воспользоваться любезно предложенными княземъ Голицынымъ деньгами, въ суммѣ одной тысячи рублей, немедленно было приступлено къ самымъ необходимымъ работамъ по возстановленію пострадавшихъ зданій. Къ концу отчетнаго года было приведено въ полный порядокъ главное, каменное зданіе Обсерваторіи; 24-го ноября, вечеромъ, начались уже регистрація анемографа, такъ какъ анемометръ былъ уже установленъ на новой, покрытой цинкомъ крышѣ башни. Къ декабрю была окончена внутренняя отдѣлка главнаго зданія, и можно было приступить къ установкѣ магнитометровъ Купфера въ нишахъ столбовъ, поддерживающихъ сводъ башни. Что касается пристроекъ, то пришлось ограничиться временными досчатыми и брезентными крышами, дабы защитить своды подваловъ, оставшіеся безъ прикрытія, отъ дождя и сырости.

II. Дѣятельность учрежденія какъ магнитной, метеорологической и сейсмической обсерваторіи.

Непосредственныя наблюденія и обработка самопишущихъ приборовъ производились подъ ближайшимъ руководствомъ помощника директора Р. О. Ассафрея, которому былъ порученъ также надзоръ за печатаніемъ этихъ наблюденій. Въ отчетномъ году доведено до конца печатаніе наблюденій за 1899 г. и начато печатаніе 1900 года.

Производствомъ непосредственныхъ наблюденій и обработкою самопишущихъ приборовъ занимались въ теченіе всего года гг. Е. А. Ильинъ и П. Г. Узнадзе; до 25 февраля П. А. Бровкинъ, который съ этого времени слегъ и 15 апрѣля скончался. На его мѣсто поступилъ 27 мая И. А. Рогулинъ. Г-жа З. С. Знаменская участвовала въ наблюденіяхъ и вычисленіяхъ до 20 іюня, потомъ въ теченіе слѣдующаго мѣсяца только въ вычисленіяхъ и оставила службу въ Обсерваторіи 20 іюля. На ея мѣсто поступилъ Д. К. Гургенидзе, работавшій уже въ Обсерваторіи съ 22 апрѣля, подготавливаясь къ производству наблюденій и обработкѣ записей самопишущихъ приборовъ. Тѣ же лица занимались и чтеніемъ корректуръ.

Правильный ходъ наблюденій, нарушенный пожаромъ, и свѣдѣнія о пострадавшихъ инструментахъ описаны въ общихъ чертахъ выше, здѣсь же я приведу нѣкоторыя подробности.

Прекратившіяся непосредственныя магнитныя наблюденія по варіаціоннымъ инстру-

ментамъ Купфера и Эдельмана возобновились лишь въ декабрѣ мѣсяцѣ по приборамъ Купфера. До этого времени непосредственныя наблюденія производились помощью колиматоровъ магнитографа, въ записяхъ котораго произошелъ перерывъ лишь на нѣсколько часовъ. Абсолютныя измѣренія производились, какъ и прежде, гг. Ассафреемъ и Фигуровскимъ безъ пропусковъ, такъ какъ ни павильонъ, ни соотвѣтственные инструменты не пострадали.

Давленіе воздуха обрабатывалось послѣ пожара по барографу Ришара, такъ какъ у барографа Вильда-Гаслера была разбита трубка и повреждены нѣкоторыя металлическія части. Непосредственные отсчеты производились по контрольному барометру Вильда-Фуса № 228, такъ какъ станціонный барометръ Туреттини оказался неисправнымъ.

Термографъ и гигрографъ Ришара были водворены на свое прежнее мѣсто, послѣ незначительной починки, къ вечеру въ день пожара.

Омбро-атмографъ Рорданца остался невредимымъ и продолжалъ дѣйствовать безпрерывно.

У гелиографа Кемпбеля лопнули во время пожара шаръ и стеклянный колпакъ. Къ 1-му октября нов. ст. установленъ на особомъ деревянномъ столбѣ другой приборъ такой же системы.

Заниси анемографа возобновились лишь 24-го ноября, вечеромъ, послѣ окончательной установки анемографа Рорданца.

Наблюденія надъ облачностью для международной воздухоплавательной комиссіи продолжались и въ отчетномъ году.

Съ 1 января начались международныя магнитныя наблюденія для южнополярной экспедиціи. Данныя для полныхъ часовъ по Гринвичскому времени измѣрялись по записямъ магнитографа, а учащенныя наблюденія въ срочные часы дѣлались непосредственно по тому же магнитографу тремя наблюдателями одновременно, въ теченіе круглаго года.

Опредѣленія времени производились г. Ассафреемъ, до пожара на прежнемъ мѣстѣ, а послѣ пожара въ павильонѣ для абсолютныхъ измѣреній, помощью теодолита Репсольда.

Для метеорологическихъ станцій и частныхъ лицъ провѣрены въ Обсерваторіи:

15 анероидовъ и

5 ртутныхъ барометровъ.

30 августа мною установленъ и пущенъ въ ходъ тяжелый страсбургскій маятникъ Боша въ казематѣ батареи Михайловской крѣпости въ Батумѣ. Уходъ за инструментомъ любезно приняли на себя гг. офицеры минной роты.

4-го поября установленъ и пущенъ въ ходъ такой же приборъ старшимъ наблюдателемъ Фигуровскимъ въ Шемахѣ, при городскомъ училищѣ, въ специальномъ, особо выстроенномъ помѣщеніи.

III. Изданіе Ежемѣсячнаго Бюллетеня Тифлисской Физической Обсерваторіи.

Съ отчетнаго года, по ходатайству Императорской Академіи Наукъ, отпущены изъ Государственнаго Казначейства постоянныя средства на изданіе бюллетеня, въ размѣрѣ 3160 руб. ежегодно, изъ которыхъ 1200 руб. положено на расходы по изданію бюллетеня, а остальные на содержаніе двухъ вновь учрежденныхъ при Обсерваторіи должностей — Старшаго и Младшаго наблюдателей.

Указанныя средства дали возможность Обсерваторіи въ первомъ же году значительно расширить и усовершенствовать свое изданіе, при чемъ Обсерваторія руководствовалась также выяснившимися изъ официальныхъ сообщеній запросами и потребностями, главнымъ образомъ, мѣстныхъ правительственныхъ и общественныхъ учрежденій.

Кромѣ двухъ таблицъ съ подробными данными о температурѣ и осадкахъ, начиная съ отчетнаго года, въ бюллетенѣ помѣщается еще таблица III-я, куда вошли: давленіе воздуха на уровнѣ станціи и на уровнѣ моря и отклоненіе мѣсячнаго средняго давленія отъ нормальнаго (по атласу Николаевской Главной Физической Обсерваторіи), средняя относительная влажность воздуха, вѣтеръ (средняя сила и господствующее направленіе) и облачность (средняя, число ясныхъ, пасмурныхъ и отчасти пасмурныхъ дней).

Для нагляднаго изображенія отклоненій осадковъ отъ нормы по районамъ, прибавлена вторая карта, гдѣ 6-ю оттѣнками двухъ красокъ отмѣчались районы съ отклоненіями осадковъ выше нормальныхъ—отъ 0 до 10, отъ 10 до 30 и выше 30 мм., и съ отклоненіями ниже нормы въ тѣхъ же предѣлахъ.

Соотвѣтственно расширенію печатающагося матеріала расширенъ и текстъ бюллетеня, куда, кромѣ обычныхъ ранѣе рубрикъ, вошли свѣдѣнія о распредѣленіи давленія воздуха, влажности воздуха и облачности; число таблицъ въ текстѣ увеличилось двумя—въ одной давались для отдѣльныхъ станцій отклоненія температуры отъ нормы за текущій мѣсяць и сумма отклоненій съ 1 января текущаго года по данный мѣсяць включительно; въ другой для 9 районовъ, на которые былъ раздѣленъ Кавказъ, и для Ленкорани, характеризующей 10-й районъ — Ленкоранскую низменность, давалось среднее количество осадковъ за мѣсяць, отклоненіе отъ нормы за текущій мѣсяць и сумма отклоненій съ 1 января текущаго года по данный мѣсяць включительно.

Вычисленіемъ и провѣркой наблюденій для печатанія въ ежемѣсячномъ бюллетенѣ, составленіемъ таблицъ и чтеніемъ корректуръ, подъ руководствомъ И. В. Фигуровскаго, занимались Н. Л. Домбровскій весь годъ, г-жа Костанова съ 18 марта по 19 мая и А. І. Ягулова съ 20 мая по конецъ года. Текстъ бюллетеня составлялся И. В. Фигуровскимъ; обѣ карты вычерчивались одновременно директоромъ Обсерваторіи и г. Фигуровскимъ, которыя затѣмъ сличались, и разногласія, по обсужденіи ихъ, исправлялись.

Въ слѣдующей таблицѣ приводится число станцій, наблюденія которыхъ печатались въ Ежемѣсячномъ Бюллетенѣ:

	Температура.	Давленіе и влажность воз- духа, вѣтеръ и облачность.	Осадки.
Январь	52	41	151
Февраль	60	43	154
Мартъ	59	44	163
Апрѣль	60	42	164
Май	57	42	151
Іюнь	62	42	153
Іюль	62	42	142
Августъ	62	43	144
Сентябрь	61	43	143
Октябрь	60	43	142
Ноябрь	62	43	149
Декабрь	64	43	148
Среднее	60	43	150

Ежемесячный Бюллетень разсылался въ количествѣ 276 экземпляровъ по Кавказу, 76 экземпляровъ по Россіи и 15 экземпляровъ за границу.

Къ сожалѣнію, вслѣдствіе прекращенія субсидіи со стороны Императорскаго Кавказскаго Общества Сельскаго Хозяйства, Обсерваторія вынуждена была отказаться отъ передачи въ его распоряженіе 300 экземпляровъ, по примѣру прежнихъ лѣтъ, для разсылки его членамъ и корреспондентамъ и сократить число печатаемыхъ экземпляровъ съ 700 до 450.

Для Ежемесячнаго Бюллетеня Николаевской Главной Физической Обсерваторіи составлялись каждый мѣсяць выводы изъ наблюдений для 2 — 3 станцій надъ всѣми элементами и въ среднемъ для 20 станцій на сѣверномъ Кавказѣ изъ наблюдений надъ осадками.

IV. Завѣдываніе сѣтью кавказскихъ метеорологическихъ станцій.

Неносредственный надзоръ за работами по провѣркѣ и вычисленію наблюдений всѣхъ Кавказскихъ метеорологическихъ станцій II и III разряда, подчиненныхъ Тифлисской Физической Обсерваторіи, и въ настоящемъ году былъ порученъ Старшему Наблюдателю И. В. Фигуровскому. Вычисленіемъ и провѣркою наблюдений, подъ его руководствомъ, занимались:

М. Н. Щуцкая весь годъ.

В. Ѳ. Бердзеновъ съ 1 января по 25 апрѣля.

Б. М. Слуцкій съ 28 мая по конецъ года.

А. І. Ягулова съ 26 апрѣля по конецъ года.

Изъ указаннаго времени слѣдуетъ исключить слѣдующіе дни и часы, когда нѣкоторые

вычислители занимались другими работами, а именно: М. Н. Щуцкая съ 4 февраля по 1 июня по нонедѣльникамъ занималась весь день въ библиотекѣ; Б. М. Слуцкій съ 1 июня 3 раза въ недѣлю, а съ 23 сентября ежедневно занимался обработкой сейсмограммъ по 2½ часа въ день.

Провѣркой и вычисленіемъ наблюденій съѣти станцій въ свободное отъ другихъ своихъ непосредственныхъ работъ время занимались также Н. Л. Домбровскій и А. И. Ягулова (съ 20 мая).

Для ускоренія обработки наблюденій съѣти станцій были установлены, за особую плату, вечернія работы. Работали, по 3 часа ежедневно, Н. Л. Домбровскій съ 16 августа по 20 сентября и Б. М. Слуцкій въ теченіе одного мѣсяца.

Съ 20-го сентября Н. Л. Домбровскій, за особую плату, занимался по вечерамъ до конца года по 1½ часа ежедневно.

Въ отчетномъ году вновь открыты или возобновили свою дѣятельность слѣдующія станціи II разряда:

Станціи 1 класса.

Самтреди, Кутаисской губ.

Джаджуръ, Эриванской губ.

Станціи 2 класса.

Рикотскій переваль, Тифлисской губ.

Дампало, Тифлисской губ.

Цеми, Тифлисской губ.

Геокъ-Тана, Елисаветпольской губ.

Станція 3 класса.

Ильинская, Кубанской обл.

Изъ вновь открытыхъ въ 1902 г. станціи *Самтреди*, *Джаджуръ* и *Цеми* устроены на средства Управленія Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ; *Рикотскій переваль*—на средства землевладѣльца Р. Э. Регеля; *Дампало*—на средства Удѣльнаго Вѣдомства; *Геокъ-Тана*—на средства Тифлисской Физической Обсерваторіи и помѣщика А. Б. Шелковникова; *Ильинская*—на средства станичнаго училища и Тифлиской Физической Обсерваторіи.

Въ отчетномъ же году пріобрѣтены черезъ посредство Тифлисской Обсерваторіи инструменты въ объемѣ станціи II разряда Управленіемъ Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ для станціи Бакурьяни, для Нальчикской горской школы, для Славянской войсковой больницы; Обсерваторіей изъ ея запаса отправлены инструменты для устройства станціи II разряда въ Тебердинскомъ аулѣ, Кубанской области, и для реорганизаціи станціи Карсъ, гдѣ почти всѣ инструменты оказались разбитыми или похищенными. Всѣ перечисленныя станціи въ отчетномъ году еще не приступили къ наблюденіямъ.

Къ 1 января 1902 г. прекратили наблюденія или въ теченіе 1902 г. не доставили ихъ слѣдующія станціи II разряда.

Станціи 1 класса.

Хунзахъ, Дагестанской обл.

Кондоли, Тифлисской губ.

Карсъ, Каресской обл.

Станціи 2 класса.

Кизляръ II-й, Терской обл.

Дагомьсь, Черноморской губ.

Узнавъ о предполагаемомъ восхожденіи нѣсколькихъ интеллигентныхъ лицъ на Большой Араратъ, Обсерваторія предложила имъ установить на вершинѣ этой горы нѣкоторые метеорологическіе инструменты. Заручившись ихъ любезнымъ согласіемъ и содѣйствіемъ Кавказскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, отпустившаго на инструменты 25 руб., я распорядился постройкою деревянной жалюзейной будки съ необходимыми приспособленіями для достаточной ея остойчивости во время господствующихъ на горѣ буръ и метелей и съ металлической сѣткой для предохраненія отъ вдуванія снѣга, руководствуясь при этомъ преимущественно совѣтами сочиненій г. Vallot; для установки будки и инструментовъ была составлена спеціальная инструкція. Инструменты были взяты слѣдующіе: 1) стеклянные—ртутный максимальный и спиртовый минимальный термометры, провѣренныя въ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи; 2) металлическій максимумъ-минимумъ термометръ Вильда. Благополучно возвратившіеся участники экспедиціи сообщили мнѣ, что будка и инструменты установлены въ 2 часа дня 12 августа ст. ст. на самой вершинѣ Большого Арарата, во всемъ согласно съ инструкціей Обсерваторіи.

Такъ какъ будку можно видѣть въ бинокль изъ Сардаръ-Булага, мѣстности, расположенной въ сѣдловинѣ между Большимъ и Малымъ Араратомъ, гдѣ въ настоящее время строятся каменные зданія для поста пограничной стражи, то гг. офицеры поста согласились слѣдить за состояніемъ будки. Въ концѣ ноября было получено послѣднее извѣстіе, что будка благополучно простояла періодъ самыхъ сильныхъ вѣтровъ и не была засыпана снѣгомъ. Съ будущаго года постъ пограничной стражи будетъ дѣйствовать въ Сардаръ-Булагѣ круглый годъ, даже и зимою (на высотѣ около 9000 футовъ), и я предполагаю устроить тамъ метеорологическую станцію I класса.

Станціи 3 класса.

Ново-Лабинская, Кубанской обл.

Безопасное, Ставропольской губ.

Машнаари, Тифлисской губ.

Общее число станцій II разряда, такимъ образомъ, въ отчетномъ году уменьшилось на одну. Распредѣленіе станцій по классамъ показываетъ, что число станцій I класса возросло на 1, и уменьшилось число менѣ совершенныхъ станцій 3 класса на 2.

По классамъ станцій II разряда расиредѣляются слѣдующимъ образомъ:

	1 класса.	2 класса.	3 класса.	Всего.
Число станцій:	49	21	18	88

Всѣ поступающія наблюденія подвергались контролю, причемъ ходъ отдѣльныхъ метеорологическихъ элементовъ сравнивался съ ходомъ этихъ элементовъ на сосѣднихъ станціяхъ, а въ сомнительныхъ случаяхъ наблюденія провѣрялись по синоптическимъ картамъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи или по телеграммамъ, получаемымъ со станцій.

Всѣ доставленныя вычисленными наблюденія, равно какъ и вычисленныя въ Обсерваторіи по присланнымъ книжкамъ свѣряются съ оригиналами (книжками); затѣмъ провѣряются суммы и среднія за день и за мѣсяць.

Въ концѣ августа окончена обработка наблюденій станцій 1 и 2 класса за 1901 г., въ концѣ сентября—станцій 3 класса.

Наблюденія 5 станцій 1 класса за 1901 г. напечатаны иолностью во II томѣ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Для всѣхъ станцій, наблюденія которыхъ признаны удовлетворительными, напечатаны тамъ же мѣсячныя и годовые выводы.

Въ сентябрѣ было пристуилено къ окончательной обработкѣ наблюденій станцій 2 разряда за 1902 г., частичная провѣрка и вычисленіе которыхъ производились и ранѣе, по мѣрѣ поступленія для Ежемѣсячнаго Бюллетеня.

Въ отчетномъ году иолучено со станцій II разряда всего 895 журналовъ наблюденій (книжекъ или таблицъ или книжекъ и таблицъ) за 1902 г.

По окончаніи обработки наблюденій за 1901 г. вычислителями исполнены слѣдующія работы по провѣркѣ и вычисленію наблюденій 1902 г.:

	1 класса.	2 и 3 классовъ.
Вычислено мѣсячныхъ таблицъ за 1902 годъ	90	70
Проконтролировано и отчасти перевычислено мѣсячныхъ таблицъ 1902 года	252	281

Осталось не виолнѣ законченныхъ обработкой мѣсячныхъ таблицъ 1 класса 128, 2 и 3 классовъ 74.

Помимо обыкновенныхъ паблюденій станцій II разряда, тѣмъ же составомъ вычислителей провѣрялись и вычислялись и экстраординарныя наблюденія станцій II разряда, т. е. наблюденія надъ темиературою почвы на иоверхности и на различныхъ глубинахъ, надъ испареніемъ воды въ тѣни и надъ продолжительностью солнечнаго сіянія. Обработка этихъ наблюденій за 1901 г. закончена въ срединѣ мая.

За 1901 г. поступили:

- Съ 18 станцій наблюдёнія надъ температурою на поверхности почвы,
 » 17 » » » температурою почвы на разныхъ глубинахъ,
 » 14 » » » испареніемъ воды въ тѣни,
 » 15 » записи гелиографа.

Результаты наблюдёній, признанныхъ надежными, отправлены въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для напечатанія въ ея Лѣтописяхъ за 1901 г.

Къ обработкѣ подобныхъ же экстраординарныхъ наблюдёній за 1902 г. приступлено въ октябрѣ.

Всего за 1902 г. пока поступили:

- Съ 15 станцій наблюдёнія надъ температурою на поверхности почвы,
 » 16 » » » температурою почвы на разныхъ глубинахъ,
 » 13 » » » испареніемъ воды въ тѣни,
 » 15 » записи гелиографа.

Въ отчетномъ году открыты или возобновили свою дѣятельность слѣдующія станціи III разряда:

а) дождемерныя.

- Конеловская, Кубанской обл.
 Теберда, » »
 Тежебекская, » »
 Московское, Ставропольской губ.
 Урожайное, » »
 Кутаисъ (3), Кутаисской губ.
 Баралеты, Тифлисской губ.
 Джафаръ-Абадъ, Бакинской губ.
 Привольное, » »
 Басаргечаръ, Эриванской губ.
 Нерсесъ-Абадъ, » »

б) ситомѣрныя и грозомѣрыя.

- Невинномысская, Кубанской обл.
 Чамлыкская, » »
 Ладовская балка, Ставропольской губ.
 Пассанауръ (2), Тифлисской губ.
 Сарыкамышъ (2), Карсской обл.

Изъ вновь открытыхъ дождемерныхъ станцій Конеловская устроена на средства

мѣстнаго станичнаго училища; въ *Теберду* переданы дождемѣры Кавказскаго Округа Путьей Сообщенія изъ Карачая; станція въ *Джафаръ-Абадъ* устроена на средства землевладѣльца г. Колобова; въ *Кутаисъ* (3) дождемѣры перевезены съ бывшей станціи Текляти; въ *Баралеты* переданы старые дождемѣры Тифлисской Физической Обсерваторіи изъ Ахалкалакъ; они, однако, оказались сильно попорченными; въ *Нерсезъ-Абадъ* переданы изъ Камарлю дождемѣры Кавказскаго Филоксернаго Комитета.

Къ 1 января прекратили наблюденія или въ теченіе 1902 г. не доставили ихъ слѣдующія станціи III разряда:

а) *дождемѣрные.*

Кардоникская, Кубанской обл.
 Передовая, » »
 Учкуланъ, » »
 Карачай, » »
 Обильное, Ставропольской губ.
 Лайлаши, Кутаисской губ.
 Убиси, » »
 Казарма на 9 верстѣ отъ Анапура къ Пассанауру, Тифлисской губ.
 Лагодехи, Тифлисской губ.
 Нуха, Елисаветпольской губ.
 Астара, Бакинской губ.
 Каракуртъ, Карсской обл.

б) *снігомерныя и грозовыя.*

Минеральныя воды, Терской обл.
 Амкель, Кутаисской губ.
 Велиспихе, Тифлисской губ.
 Кварели, » »
 Михайлово, » »
 Еленендорфъ, Елисаветпольской губ.
 Ардаганъ, Карсской обл.

Кромѣ того, станція III разряда Самтреди, Кутаисской губ., преобразована въ отчетномъ году въ станцію II-го разряда.

Такимъ образомъ, общее число станцій III-го разряда уменьшилось въ отчетномъ году на 4 станціи.

Всѣхъ станцій III разряда сѣти Тифлисской Физической Обсерваторіи въ отчетномъ году дѣйствовало 141; изъ нихъ дождемѣрныхъ станцій 118, станцій, наблюдавшихъ снѣжный покровъ или грозы—23.

Общее число станцій сѣти Обсерваторіи, производившихъ въ отчетномъ году наблюденія надъ осадками, грозами и снѣжнымъ покровомъ, приведено въ слѣдующей табличкѣ:

<i>Станціи II и III разрядовъ,</i>		
ПРОИЗВОДИВШІЯ НАБЛЮДЕНІЯ		
надъ осадками:	грозами:	снѣжнымъ покровомъ:
206	75	128

Обработка наблюдений всѣхъ станцій II и III разряда надъ осадками и грозами за 1901 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1900-1901 г. закончена въ началѣ августа отчетнаго года.

Мѣсячные и годовые выводы изъ указанныхъ наблюдений напечатаны въ I томѣ Лѣтонисей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Съ сентября отчетнаго года приступили къ окончательной обработкѣ наблюдений надъ осадками и грозами за 1902 г. и надъ снѣжнымъ покровомъ за зиму 1901-1902 г. Обработкой занимался Н. Л. Домбровский, въ вечерніе часы, за особую плату.

Всего въ 1902 г. поступило:

бланковъ съ наблюденіями надъ осадками	1125
» » » » грозами	357
» » » » снѣжнымъ покровомъ за зиму 1901-1902 г.	539

Въ отчетномъ году окончательно обработаны и составлены выводы изъ наблюдений надъ осадками всѣхъ станцій съ января по октябрь, надъ грозами тоже по октябрь, а снѣжный покровъ за зиму 1901-1902 г., включая и выводы, законченъ.

Въ отчетномъ году И. В. Фигуровскимъ написана статья «Климатическій очеркъ Кавказа», которая печатается въ сборникѣ «Весь Кавказъ».

Списокъ станцій, которымъ въ 1902 году Тифлискою Физическою Обсерваторіею разосланы инструменты (на ея средства).

- 1) Арихвали Большой, III разряда. Дождемѣры №№ 130 и 130* съ защитой.
- 2) Геокъ-Тапа, II разряда. Анероидъ № 1038.
- 3) Даховская, III разряда. Дождемѣрный стаканъ № 24702.
- 4) Карсъ, II разряда. Психрометрический термометръ № 24638 (6812) и № 22153 (6534); минимальный термометръ № 2185 (6254); волосной гигрометръ № 24915 (400); дождемѣры №№ 158 и 158* съ защитой.
- 5) Теберда (Карачай), II разряда. Анероидъ № 1068; психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ № 27; психрометрические термометры № 22160 (6549*) и № 22162 (6550*); минимальный термометръ № 21862 (6266); флюгеръ № 49; дождемѣры №№ 139 и 139* и измѣрительный стаканъ безъ номера.

Дѣятельность Обсерваторіи для практики. Справки. Изданія.

Изъ выданныхъ различнымъ учрежденіямъ и отдѣльнымъ лицамъ справокъ мы упоминаемъ слѣдующія:

1) Боржомъ. Дирекціи Боржомскихъ минеральныхъ водъ. — Полныя метеорологическія наблюденія за 1890-1900 г.г. въ Боржомѣ.

2) Кутаисъ, С. Тимошееву. — Свѣдѣнія объ организаціи наблюденій надъ температурою почвы.

3) Баку. Городской Комиссіи по водоснабженію. — Суммы и максимумъ осадковъ станцій Ахты, Куба, Касумъ-Кентъ, Баку, Кусары, Шемаха, Алты-Агачъ и Маштаги и температура воздуха станцій Куба, Касумъ-Кентъ и Баку.

4) Манглисъ, Л. Смирнову. — Среднее давленіе барометра, средняя температура и средняя абсолютная влажность для Тифлиса за іюль 1902 г., а также высота Тифлиса надъ уровнемъ моря и его широта.

5) Помѣщику Казахскаго уѣзда, Елисаветпольской губ., Надиръ-беку Кесеманскому. Объ осадкахъ съ конца 1900 г. по 20 апрѣля 1901 г.

6) Бакинскому Губернатору. Выводы изъ метеорологическихъ наблюденій станцій Бакинской губ. за 1901 г.

7) Старшему врачу 1-го Кавказскаго Сапернаго Батальона. Метеорологическія данныя за 1901 г. для г. Тифлиса.

8) Старшему врачу Кавказской Артиллерійской бригады. — То же.

9) Доктору А. А. Кобылину въ С.-Петербургѣ. Метеорологическія данныя г. Нальчика.

10) Главному Контролеру Контроля Закавказскихъ желѣзныхъ 'дорогъ. — Объ осадкахъ и ливняхъ весной 1898 г. на линіи Карсской желѣзной дороги.

11) Подполковнику Н. И. Петропавловскому. — О распредѣленіи давленія и вѣтровъ за годъ и по временамъ года по атласу Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

12) Управленію Закавказскихъ желѣзныхъ дорогъ. — О среднемъ количествѣ осадковъ въ Муганской и Сардаръ-абадской степяхъ.

Тифлисская Физическая Обсерваторія разослала въ отчетномъ году разнымъ учрежденіямъ, ученымъ обществамъ и отдѣльнымъ лицамъ слѣдующія изданія, въ обмѣнъ на доставленныя ей наблюденія и печатныя изданія:

1) Ежемѣсячный бюллетень съ сентября по декабрь 1901 г. и съ января по ноябрь 1902 г.

2) Слѣдующіе оттиски изъ Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи по станціямъ Кавказской сѣти:

1) Ежемѣсячные и годовые выводы изъ наблюденій станцій II разряда за 1900 г. въ Россійской Имперіи.

2) Наблюденія надъ температурою на поверхности земли, температурою почвы на разныхъ глубинахъ, испареніемъ воды въ тѣни и продолжительностью солнечнаго сіянія въ 1900 г. на станціяхъ II разряда въ Россійской Имперіи.

3) Наблюденія надъ осадками за 1900 г.

4) Наблюденія надъ грозами за 1900 г.

5) Наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ зимой 1899 — 1900 г.

6) Наблюденія надъ вскрытіемъ и замерзаніемъ водъ въ 1900 г.

7) Алфавитный списокъ станцій.

ХІІІ. Екатеринбургская Магнитно - Метеорологическая Обсерваторія.

Г. Директоръ Екатеринбургской Обсерваторіи, Г. Θ. Абельсъ, доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ за 1902 годъ для представленія Императорской Академіи Наукъ.

Личный составъ Обсерваторіи въ началѣ отчетнаго года былъ слѣдующій: директоромъ Обсерваторіи состоялъ Г. Θ. Абельсъ, его помощникомъ П. К. Мюллеръ, завѣдывающимъ отдѣленіемъ предупрежденій о метеляхъ А. Р. Бейеръ и адъюнктомъ К. Л. Сабанѣевъ; завѣдующимъ отдѣленіемъ сѣти станцій С. Я. Ганнотъ; наблюдателями и вычислителями или служащими въ канцеляріи были: А. А. Коровинъ, А. И. Мазенинъ, Н. И. Изможеровъ, А. И. Шаньгинъ, В. Е. Морозовъ, Г. А. Вершининъ, М. А. Вершининъ, Е. К. Рычковъ, Н. Л. Пироговская, В. П. Волегова и Е. М. Шапшелевичъ. Въ теченіе года произошли слѣдующія перемѣны: въ маѣ оставилъ службу г. Мазенинъ, и на его мѣсто поступилъ С. И. Яковлевъ, который уже въ прежніе годы, съ 1882 по 1884, состоялъ наблюдателемъ здѣшней Обсерваторіи; въ сентябрѣ оставили службу Н. Л. Пироговская и Е. К. Рычковъ, чтобы поступить въ учебныя заведенія для продолженія своего образованія, и вмѣсто нихъ поступили А. П. Трапезниковъ и И. И. Четвериковъ. Затѣмъ, въ концѣ октября еще былъ принятъ Ф. П. Рыбаковъ, хотя комплектъ положенныхъ по нашему штату служащихъ уже былъ полный. Приглашая же одного сверхштатнаго служащаго, я желалъ имѣть возможность временно увеличить число работниковъ въ томъ изъ отдѣленій Обсерваторіи, въ которомъ встрѣтится въ этомъ надобность при накопленіи работы, а главнымъ образомъ, чтобы наблюдатель В. Морозовъ, который у насъ исполняетъ также и должность механика, могъ бы быть иногда свободнымъ отъ наблюдательской службы, когда требовалась снѣжная работа по починкѣ инструментовъ.

Всѣ новые служащіе обязательно сперва должны были поступать въ наблюдатели, чтобы основательно ознакомиться съ производствомъ наблюденій и ихъ вычисленіями, и лишь затѣмъ могли быть переведены въ отдѣленіе по завѣдыванію нашей сѣтью метеорологическихъ станцій. Въ воскресные же и праздничные дни всѣ поименованные наблюдатели и вычислители, мужчины, должны были, по очереди, нести дежурство въ Обсерваторіи.

Составъ нижнихъ служителей состоялъ, по прежнему, изъ одного рассыльнаго, двухъ дворниковъ и одного почного караульнаго.

Изъ служащихъ временно отсутствовалъ изъ Обсерваторіи: директоръ Обсерваторіи, пользовавшійся отпускомъ отъ 21 мая до 16 августа для поѣздки въ Петербургъ и за границу, гдѣ познакомился съ нѣкоторыми метеорологическими обсерваторіями, и г. Бейеръ, который былъ командированъ для осмотра метеорологическихъ станцій съ 30 іюня по 11 августа, съ 14 августа по 19 сентября и съ 2 по 5 октября.

Канцелярскими дѣлами занимался, по прежнему, подъ руководствомъ директора Обсерваторіи, наблюдатель А. А. Коровинъ, которому помогала Е. М. Шапшелевичъ.

Входящихъ номеровъ, пакетовъ и посылокъ записано 3456, а исходящихъ 3076, въ томъ числѣ 502 посылки, которыя записаны въ особую книгу. Сюда, впрочемъ, по прежнему, не вошли отсылаемые ежедневно въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію телеграммы о погодѣ, а также и всѣ таблицы наблюдений, получаемыя черезъ Уральское Общество Любителей Естествознанія отъ наблюдателей нашей Пермской сѣти метеорологическихъ станцій.

А. А. Коровинымъ велись также и книги по бухгалтеріи, въ которыя записано въ отчетномъ году 140 ассигновокъ на выдачу денегъ изъ казначейства.

Ремонтныхъ работъ въ отчетномъ году не было, кромѣ перекладки двухъ печей и окраски крыши, на которую было указано въ прошлогоднемъ отчетѣ. Последняя работа была исполнена подрядчикомъ П. Ф. Китаевымъ.

Приобрѣтенія. Имущество Обсерваторіи въ отчетномъ году увеличилось прирѣтениемъ слѣдующихъ предметовъ:

Изъ мебели купленъ только одинъ шкафъ для храненія запасныхъ ртутныхъ барометровъ, стоящій 14 руб. 10 коп.

Книгъ и журналовъ куплено 28 названій, въ 37 томахъ, на 194 руб. 72 коп.; кромѣ того, получено въ даръ 86 названій, въ 93 томахъ. На переплетъ книгъ израсходовано 24 руб. 40 коп.

Изъ инструментовъ куплено для Обсерваторіи:

Приборъ для измѣренія средней плотности снѣга (20 руб.),

Вольтметръ (35 руб.),

Копировальный прессъ (19 руб.).

Для метеорологическихъ станцій своей сѣти куплены слѣдующіе инструменты:

4 чашечныхъ барометра,

1 анероидъ,

6 психрометрическихъ клѣтокъ съ вентиляторами,

2 психрометрическихъ термометра,

11 минимальныхъ термометровъ.

14 максимальныхъ термометровъ,

- 10 термометровъ для поверхности земли,
- 1 волосной гигрометръ,
- 1 флюгеръ съ указателемъ скорости вѣтра,
- 2 флюгера съ двумя указателями скорости вѣтра,
- 2 эвапорометра,
- 23 пары дождемѣровъ съ защитою Нифера,
- 20 измѣрительныхъ стакановъ,
- 10 ручныхъ фонарей,
- 1 почвенный термометръ съ эбонитовой трубой для глубины 0,4 м.,
- 1 эбонитовая труба для почвеннаго термометра.

Стоимость приборовъ, купленныхъ для метеорологическихъ станцій, составляетъ 1209 рублей 55 копеекъ.

Кромѣ того, было куплено разныхъ мелкихъ вещей, записанныхъ на приходъ не въ шпуровую, а въ простую книгу, на 65 рублей.

Наконецъ, съ согласія г. директора М. А. Рыкачева, я заказалъ для Обсерваторіи у проф. Эдельмана магнитографъ, надѣясь, что, можетъ быть, удастся уплатить за этотъ дорогой приборъ изъ суммъ двухъ смѣтныхъ періодовъ, съэкономивъ, по возможности, на другихъ расходахъ Обсерваторіи.

Мастерская и въ отчетномъ году оказала Обсерваторіи существенную помощь, благодаря тому обстоятельству, что нашъ наблюдатель В. Е. Морозовъ научился механическимъ работамъ, такъ что онъ былъ въ состояніи исполнять разныя починки нашихъ приборовъ. Между прочимъ, имъ въ отчетномъ году былъ разобранъ и вычищенъ анемометръ Готтингера, при чемъ нѣкоторые испортившіяся части этого прибора были починены, имъ же исправлены 19 дождемѣрныхъ сосудовъ по одинъ Ниферовскій щитъ, анемометръ Вильда, одинъ ртутный барометръ и разные другіе предметы. Новыхъ дождемѣровъ г. Морозовымъ сдѣлано: для Обсерваторіи 23 пары и 25 складныхъ защитъ Нифера, для Уральскаго Общества Любителей Естествознанія 7 паръ со щитами и для частныхъ лицъ 2 пары со щитами. Имъ же изготовлены: новые магниты для гальваноскопа, принадлежащаго къ индукціонному инклинатору, и аншлаги для послѣдняго прибора, а также 20 мѣдныхъ колець съ винтами для гальваническихъ батарей, 18 паръ блоковъ для вентиляторовъ психрометрическихъ клѣтокъ, одинъ коммутаторъ и нѣсколько другихъ предметовъ. На него же былъ возложенъ присмотръ за гальваническими батареями и электрическими проводами, а также и за самоищущими приборами.

Наблюденія и научныя работы Обсерваторіи. Кромѣ постоянныхъ наблюдений Обсерваторіи, о которыхъ представленъ особый подробный отчетъ, печатаемый въ Лѣтописяхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, произведены еще слѣдующія наблюденія и работы:

Наблюденія надъ суточнымъ ходомъ температуры въ песокъ и надъ количествомъ на-

ходящейся въ немъ влаги были возобновлены, какъ и въ прежніе годы, съ 1 іюня и продолжались правильно до 30 сентября.

Также продолжались въ зимнее время наблюденія надъ глубиною слѣжнаго покрова и ежечасные отсчеты по термометру, положенному на поверхность снѣга.

Самопишущіе приборы Обсерваторія дѣйствовали вообще правильно; долженъ упомянуть, однако, что часы термографа и гигрографа въ большіе морозы останавливались, и оттого бывали перерывы въ записяхъ этихъ приборовъ.

Самопишущій дождемѣръ Гельмана былъ пущенъ въ ходъ въ началѣ мая пов. ст.; а уже 1 октября пришлось опять снять тѣ части этого прибора, которыя могли бы пострадать отъ наступившихъ морозовъ.

Упомянувъ въ прошлогоднемъ отчетѣ, что наблюденіямъ по индукціонному инклинатору въ первое время сильно мѣшало оказавшееся въ приборѣ электрическое состояніе, я теперь долженъ сообщить, что еще въ началѣ отчетнаго года удалось устранить этотъ недостатокъ. Причина его, вѣроятно, заключалась въ слѣдующемъ: магнитъ принадлежащаго къ инклинатору гальванометра виситъ на шелковой нити между двумя довольно толстыми эбонитовыми пластинками, въ которыя вставлены для изоляціи катушки, по которымъ проходитъ токъ отъ индукціоннаго инклинатора, и демпферы. Вотъ въ этихъ то эбонитовыхъ пластинкахъ и было электричество, присутствіе котораго доказывалось и тѣмъ, что бумажная лента имъ притягивалась, когда мы для изслѣдованія прибора вынули пластинки и приблизили ленту къ внутренней ихъ сторонѣ. Отъ эбонита электрическое состояніе перешло на вставленные въ него металлическія части, а отсюда по проволокамъ къ инклинатору. Такимъ образомъ, приближеніе наблюдателя или какого-нибудь предмета какъ къ гальванометру, такъ и къ инклинатору, измѣняя электрическое состояніе приборовъ, отражалось на показаніяхъ магнита который, конечно, также долженъ былъ быть наэлектризованъ, такъ какъ онъ иногда приходилъ въ соприкосновеніе съ демпферами. До какой степени чувствительнымъ электроскопомъ оказался нашъ гальванометръ, видно изъ того, что легкое треніе пальцемъ о мраморный столбъ, на которомъ находится инклинаторъ, или такое же треніе о деревянную доску поблизости этого столба, возбуждая электричество, имѣли вліяніе на показанія магнита. Поэтому наблюденіе наклоненія по индукціонному инклинатору въ первое время требовало величайшей осторожности со стороны наблюдателя. Только съ тѣхъ поръ гальванометръ сталъ дѣйствовать правильно, какъ между двухъ эбонитовыхъ пластинокъ положили немного станиоля, чтобы находящееся въ нихъ электричество, которое, вѣроятно, было разныхъ знаковъ, могло разряжаться, и, кромѣ того, покрыли гальванометръ деревяннымъ ящикомъ.

Наблюденія надъ облаками въ дни международныхъ воздушныхъ полетовъ, а также и въ смежные съ ними дни дѣлались такъ же, какъ и въ прошломъ году. Результаты этихъ наблюденій немедленно представлялись въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

По приглашенію Германской южно-полярной экспедиціи, Обсерваторія участвовала

также и въ международныхъ магнитныхъ наблюденіяхъ, которыя должны были дѣлаться 1 и 15 числа каждаго мѣсяца, начиная съ 1 января 1902 года до 15 февраля 1903 года, во всѣ полные часы по Гринвичскому времени и, кромѣ того, въ тѣ же дни, въ теченіе одного часа каждыя 20 секундъ. Эти наблюденія, признаться, были для Обсерваторіи довольно тягостными, такъ какъ наше мѣстное время разнится отъ Гринвичскаго времени, круглымъ числомъ, на 4 часа 2 минуты, и поэтому сроки этихъ международныхъ наблюденій приходились на время, когда дежурный наблюдатель былъ занятъ нашими, ежечасными же, метеорологическими наблюденіями. По этой причинѣ въ названные международные дни должны были дежурить по два наблюдателя. Упомянутыя 20-секундныя наблюденія дѣлались по очереди гг. Мюллеромъ, Бейеромъ и Ганнотомъ.

Въ іюлѣ была устроена проволочная сѣтка для болѣе точныхъ наблюденій надъ направленіемъ движенія облаковъ.

Нашей фотографической комнатою пользовались, какъ и раньше, между прочимъ, для проявленія и фиксированія снимковъ, привезенныхъ служащими Обсерваторіи при возвращеніи ихъ изъ поѣздокъ по ревизіи метеорологическихъ станцій.

Непосредственный надзоръ за всѣми наблюденіями Обсерваторіи и ихъ обработкою я поручилъ своему помощнику, г. Мюллеру, который, кромѣ того, еще завѣдывалъ бібліотекою и запасомъ инструментовъ для станцій нашей сѣти. Имъ же были палиты ртутью 9 барометровъ и провѣрены для метеорологическихъ станцій 14 гигрометровъ и для частныхъ лицъ нѣсколько анероидовъ.

Наконецъ, въ концѣ года мнѣ опять удалось заняться просмотромъ и обработкою наблюденій, сдѣланныхъ въ теченіе такъ называемаго «облачнаго года», 1896—97, надъ высотой облаковъ. Теперь обработка этихъ наблюденій окончена, такъ что ихъ результаты въ скоромъ времени могутъ быть представлены Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Г. Бейеръ въ отчетномъ году окончилъ каталогъ своихъ наблюденій надъ сѣвернымъ сіяніемъ, сдѣланныхъ имъ во время Шницбергенской экспедиціи 1899—1900 гг., и представилъ его въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Какъ въ прежніе годы, такъ и въ отчетномъ году Обсерваторіи приходилось оказывать нѣкоторое содѣйствіе проезжимъ ученымъ, а именно: для инженера Р. Н. Савельева восемь разъ была опредѣляема поправка его хронометра, а его спутнику, инженеру Ланде, были сообщены для желѣзнодорожныхъ изысканій сдѣланныя Обсерваторіею опредѣленія высотъ горъ въ окрестностяхъ Екатеринбургѣ.

Для студента Московскаго университета О. Э. Лямбекъ, участвовавшего въ экспедиціи г. Иловайскаго на сѣверный Уралъ, провѣрялись хронометръ и два анероида и былъ исправленъ и повѣренъ одинъ виссотермометръ. Кромѣ того, г. Лямбеку дали, на время экспедиціи, одинъ анероидъ, принадлежанцій Обсерваторіи. При этомъ я долженъ упомянуть, что, съ своей стороны, и г. Лямбекъ оказалъ услуги Обсерваторіи тѣмъ, что имъ были доставлены въ Березовъ и установлены на мѣстѣ барографъ, термографъ и пси-

хрометрическая клѣтка, снабженная вентиляторомъ, и еще тѣмъ, что онъ, вернувшись изъ поѣздки, далъ весьма цѣнные указанія, въ какихъ пунктахъ дальняго сѣвера будетъ возможно устроить новыя метеорологическія станціи.

Упомяну еще, что, кромѣ многихъ другихъ лицъ, Обсерваторію посѣтили воспитанники старшихъ классовъ мѣстныхъ классической гимназій и реального училища, сопровождаемые, конечно, ихъ преподавателями. Также посѣтили Обсерваторію ученики Омской и Екатеринбургской гимназій съ ихъ преподавателями, сдѣлавшіе лѣтомъ экскурсію на Уралъ.

Справки. Изъ справокъ, выданныхъ Обсерваторіею въ отчетномъ году, приведемъ слѣдующія:

1) Екатеринбургскому мѣстному лазарету: выводы изъ метеорологическихъ наблюдений Обсерваторіи за 1901 г.

2) В. Котульскому: свѣдѣнія о магнитномъ склоненіи въ Екатеринбургѣ за время съ 1850 по 1855 гг.

3) А. Шюкъ въ Гамбургѣ: годовыя среднія величины магнитныхъ элементовъ по наблюденіямъ Обсерваторіи за отдѣльные годы съ 1895 по 1901 годъ.

4) Кокчетавскому Уѣздному Начальнику: свѣдѣнія изъ метеорологическихъ наблюдений Акмолинской станціи за 1901 годъ.

5) Екатеринбургскому Уѣздному Военскому Начальнику: выводы изъ метеорологическихъ наблюдений Обсерваторіи за время съ декабря 1896 г. по апрѣль 1902 года.

6) Начальнику ж.-д. станціи Тюмень, М. Носову: сообщена температура воздуха въ Тюмени за 10—22 іюня 1901 года.

7) Судебному Слѣдователю 5-го участка Шадринскаго уѣзда: свѣдѣнія о восходѣ и заходѣ солнца 8 и 9 апрѣля 1902 г. въ западной части Шадринскаго уѣзда.

8) Управляющему чертежною при Уральскомъ Горномъ Управленіи, Р. Г. Миквицъ: годовыя среднія величины магнитнаго склоненія въ Екатеринбургѣ за время съ 1841 по 1901 годъ.

9) Профессору П. И. Кротову въ Казани: ежечасныя наблюденія Обсерваторіи надъ давленіемъ и температурою воздуха за время съ 12 іюля по 16 августа 1902 года.

10) Профессору А. А. Иностранцеву въ Петербургѣ: наблюденія Бійской метеорологической станціи надъ давленіемъ и температурою воздуха за время съ 14 іюля по 13 августа 1902 года.

11) Студенту Московскаго Университета О. Лямбекъ: наблюденія метеорологической станціи въ Березовѣ за августъ и сентябрь 1902 года и записи барографа и термографа той же станціи съ 28 іюля по 8 сентября того же года.

12) Ученому Хранителю Геологическаго Музея Императорской Академіи Наукъ, И. Толмачеву: температура и давленіе воздуха за время съ 14 іюня по 13 августа 1902 г. по наблюденіямъ метеорологическихъ станцій въ Барнаулѣ, Бійскѣ и Мариинскѣ.

13) Технику Верхъ-Исетскаго завода, г. Балакину: годовыя суммы осадковъ въ Екатеринбургѣ за время съ 1836—1901 гг. и испареніе съ 1895—1901 гг.

14) Учителю И. М. Варушкину въ Кизеловскомъ заводѣ: давленіе и температура воздуха въ Екатеринбургѣ съ января по іюнь 1902 г.

15) Г. Катаеву: среднее магнитное склоненіе за августъ 1902 года въ Екатеринбургѣ.

16) Управленію Нижне-Исетскаго завода: среднее магнитное склоненіе въ Екатеринбургѣ за годы съ 1877 по 1902.

17) Редакціи издаваемаго въ Екатеринбургѣ еженедѣльнаго журнала «Уральское Горное Обозрѣніе» сообщались, для напечатанія, такіе же выводы изъ наблюденій Обсерваторіи, какъ и въ прошломъ году.

18) Наконецъ, какъ и въ прежніе годы, давались частыя справки на запросы по телефону со стороны телеграфной конторы относительно магнитныхъ возмущеній, а со стороны разныхъ другихъ учреждений и частныхъ лицъ — о времени.

Отдѣленіе сѣти метеорологическихъ станцій.

Работами этого отдѣленія завѣдывалъ А. Р. Бейеръ, а подъ его руководствомъ занимались въ отдѣленіи слѣдующія лица: въ теченіе всего года работали Н. Изможеровъ, А. Шаньгинъ и В. Волегова, а временно: К. Сабанѣевъ до середины февраля, А. Мазенинъ до мая, Н. Пироговская до сентября, Г. Вершининъ, начиная съ мая, и А. Трапезниковъ, начиная съ сентября.

Болѣе опытные вычислители работали, за особую плату, также и по вечерамъ и въ неприсутственные дни, въ общей сложности 1240 часовъ.

Къ служащимъ преимущественно этого отдѣленія слѣдуетъ причислить также и директора Обсерваторіи, на которомъ лежали какъ общее завѣдываніе станціями, такъ и вся переписка съ гг. наблюдателями сѣти.

Чтобы облегчить завѣдываніе отдѣленіемъ для г. Бейера, который въ отчетномъ году долженъ былъ потратить много времени на исполненіе данной ему командировки, г. Ганнотъ принялъ на себя руководство по обработкѣ экстраординарныхъ наблюденій станцій, а именно: наблюденій надъ температурою почвы, надъ испареніемъ и надъ продолжительностью солнечнаго сіянія по записямъ гелиографовъ.

Г. Бейеромъ по упомянутой командировкѣ были обревизованы слѣдующія метеорологическія станціи II разряда: 1) Челябинскъ II (мельница г. Кузнецова), 2) Троицкъ, 3) Кустатай, 4) Уркачъ, 5) Тургай, 6) Иргизъ, 7) Орскъ, 8) Благодатка, 9) Верхне-Туринскій заводъ, 10) Верхотурье, 11) Богословскъ, 12) Бисеръ, 13) Чусовская, 14) Пермь, 15) Оханская сельско-хозяйственная школа, 16) Ножовка, 17) Осинская сельско-хозяйственная школа, 18) Богородское, 19) Красноуфимскъ, 20) Ревда, 21) Нижне-Тагильскъ и 22) Всисмо-Шайтанскъ.

Обсерваторія воспользовалась этою командировкою, чтобы снабдить ртутными баро-

метрами станцій Уркачъ, Тургай и Оханскую сельско-хозяйственную школу, которыя вмѣстѣ съ тѣмъ были переведены изъ второго класса въ станцій перваго класса.

Кромѣ того, г. Бейеръ собралъ и установилъ новые ртутные барометры въ Куста-наѣ и въ Иргизѣ, гдѣ устраивались новыя метеорологическія станціи. Имъ же были доставлены новыя барометры въ Нижне-Тагильскъ и Верхотурье и исправлены въ нѣкоторыхъ пунктахъ испортившіеся барометры.

О другихъ улучшеніяхъ станцій, введенныхъ г. Бейеромъ во время ихъ ревизіи, здѣсь не мѣсто говорить; поэтому ограничусь лишь замѣчаніемъ, что г. Бейеръ, какъ видно изъ представленнаго имъ отчета о поѣздкѣ, добросовѣстно выполнилъ возложенное на него порученіе.

Состояніе сѣти станцій II разряда, доставлявшихъ свои наблюденія въ отчетномъ году въ Екатеринбургскую Обсерваторію, видно изъ слѣдующей таблички, въ которой для сравненія помѣщены также и соотвѣтствующія данныя за предыдущій годъ:

	1901 г.	1902 г.
Число станцій II разряда 1 класса	63	69
» » » » 2 »	14	15
» » » » 3 »	21 ¹⁾	16
	98	100

По этой таблицѣ увеличилось число станцій первыхъ двухъ классовъ, между тѣмъ, какъ число станцій третьяго класса уменьшилось. Эта убыль произошла оттого, что нѣкоторыя станціи прекратили свое существованіе, а другія были переведены въ высшій классъ.

Наблюденій въ отчетномъ году не было получено со слѣдующихъ станцій, дѣйствовавшихъ еще въ предыдущемъ году: 1) ст. 1 класса Шадринская ферма, хотя, можетъ быть, наблюденія дѣлались. 2) ст. 2 кл. Бѣлоярское прекратила производство наблюденій, въ которыхъ и раньше встрѣчались частые пропуски. 3) ст. 2 кл. Абатская сгорѣла, какъ уже упомянуто въ прошлогоднемъ отчетѣ. Впослѣдствіи наблюденія здѣсь, правда, возобновились, но лишь въ объемѣ станцій третьяго разряда. 4) ст. 3 кл. Выше-Субрасскій пріискъ перестала дѣйствовать, вслѣдствіе закрытія пріисковыхъ работъ ²⁾. 5) ст. 3 кл. Онгудай перешла въ третій разрядъ, съ тѣхъ поръ, какъ въ августѣ 1901 г. флюгеръ и термометры были разбиты бурей.

Изъ 3 класса были переведены во 2 классъ станціи: Тоуракъ, Тюменцевское и Бурлинскія Озера, изъ которыхъ, впрочемъ, двѣ послѣднія слѣдовало уже въ 1901 г. считать станціями 2 класса, какъ выяснилось изъ отчета г. Ганнота о его поѣздкѣ въ названномъ году.

1) Въ прошлогоднемъ отчетѣ число станцій 3-го класса было показано = 20. Измѣненіе этого числа произошло оттого, что уже послѣ отсылки того отчета были получены изъ Салаврскаго завода наблюденія, сдѣланныя, впрочемъ, только надъ давленіемъ воздуха.

2) По той же причинѣ закрылась, какъ сказано въ прошлогоднемъ отчетѣ, также и станція Неожиданный пріискъ. Однако, начиная съ августа 1902 г., мы опять получаемъ оттуда наблюденія.

А изъ 2 класса переведены въ 1 классъ уже вышеупомянутыя станціи Оханская сельско-хозяйственная школа, Тургай и Уркачь.

Новыя станціи въ отчетномъ году открылись слѣдующія:

Ст. 2 кл. при Тобольской сельско-хозяйственной школѣ, открытая по желанію г. управляющаго школою.

Ст. 2 кл. при Петропавловской сельско-хозяйственной школѣ, преобразованная изъ ст. III разряда въ ст. II раз. 2 кл. также по желанію г. управляющаго школою, В. Саенко.

Ст. 1 кл. въ Зайсанѣ, которая въ отчетномъ году возобновила свою дѣятельность, благодаря энергичному содѣйствію г. полковника третьяго Сибирскаго казачьяго полка, Н. Еркоvsкаго.

Ст. 1 кл. въ Иргизѣ также возобновила свою дѣятельность, благодаря любезному содѣйствію И. д. Старшаго Врача Мѣстнаго Лазарета А. А. Полякова.

Ст. 1 кл. въ Кустанаѣ, которая устроена при заводской конюшнѣ, благодаря любезному содѣйствію г. управляющаго конюшнею, В. К. Рюбена.

Ст. 1 кл. близъ Челябинска, на мельницѣ А. В. Кузнецова. Эта станція устроена по инициативѣ владѣльца мельницы и на его собственныя средства, позволившія станцію весьма богато обставить приборами.

Наконецъ, въ концѣ года началъ вести наблюденія г. лѣсничій З. А. Буторинъ въ с. Кривоозерномъ, Кокчетавскаго уѣзда. Здѣсь наблюденія пока дѣлаются лишь въ объемѣ станціи III класса; однако, въ скоромъ времени эта станція будетъ преобразована въ станцію 2 или даже 1 класса.

Такимъ образомъ, въ отчетномъ году прибавилось 7 новыхъ станцій 2 разряда.

Кромѣ того, велись переговоры объ устройствѣ еще нѣкоторыхъ новыхъ станцій, изъ которыхъ еще въ отчетномъ году были снабжены приборами Верхнеуральскъ и Пау-Сатыга (или с. Сатыжинское).

Въ Верхнеуральскѣ, благодаря поѣздкѣ г. Бейера, удалось приобрести наблюдателя въ лицѣ г. учителя П. М. Емельянова. Къ устройству станціи въ Пау-Сатыгѣ намъ оказалъ содѣйствіе вышеупомянутый г. Лямбекъ, рекомендовавшій Обсерваторію жителя этого села, А. Л. Шешукова, участвовавшаго въ вышеупомянутой экспедиціи г. Иловайскаго и обѣщавшаго дѣлать метеорологическія наблюденія. Пау-Сатыга или с. Сатыжинское находится около 130 верстъ къ востоку отъ с. Пельма, Тобольской губерніи, Туринскаго уѣзда. Обѣ эти будущія станціи, конечно, не вошли въ приведенное общее число станцій нашей сѣти.

Вышеупомянутая станція Тоуракъ была снабжена приборами за счетъ Кабинета Его Величества. Для станціи Нижне-Тагильскъ Управленіе сего завода выписало полный комплектъ новыхъ приборовъ. Станція Челябинскъ II устроена, какъ уже сказано, А. В. Кузнецовымъ. Всѣ другія станціи снабжены приборами Обсерваторіею. Подробный перечень всѣхъ высланныхъ Обсерваторіею приборовъ помѣщенъ ниже, въ концѣ сего от-

чета. Здѣсь же приводимъ ихъ число, а именно: въ отчетномъ году было разослано метеорологическимъ станціямъ: ¹⁾

- 7 ртутныхъ барометровъ.
- 7 анероидовъ.
- 26 психрометрическихъ термометровъ.
- 25 минимальныхъ термометровъ.
- 14 максимальныхъ термометровъ.
- 7 термометровъ для поверхности земли.
- 9 психрометрическихъ клѣтокъ съ вентиляторами.
- 32 пары дождемѣровъ съ Ниферовой защитой.
- 7 дождемѣрныхъ сосудовъ (безъ защиты).
- 20 измѣрительныхъ стакановъ.
- 6 флюгеровъ съ 1 указателемъ силы вѣтра.
- 1 флюгеръ съ 2 указателями силы вѣтра.
- 16 волосныхъ гигрометровъ.
- 6 термометровъ для замѣны сломанныхъ почвенныхъ термометровъ.
- 11 ручныхъ фонарей для наблюдателей.
- 12 паръ блоковъ для вентилятора психрометрической клѣтки.
- 1 гелиографъ Кемибеля.
- 3 термографа Ришара.
- 2 барографа Ришара.

Новыми барографами и термографами Ришара были снабжены станціи Обдорскъ, Березовъ и Челябинскъ II (последній пунктъ на средства г. Кузнецова), а однимъ только термографомъ станція Акмолинскъ. Такимъ образомъ, причисляя сюда самопишущіе приборы, упомянутые уже въ прошлогоднемъ отчетѣ, въ области Обсерваторіи дѣйствовали всего 15 барографовъ и столько же термографовъ, занесъ которыхъ доставлялись въ Обсерваторію.

Гелиографы были въ дѣйствиі въ тѣхъ же девяти пунктахъ, которые уже приведены въ прошлогоднемъ отчетѣ; кромѣ того, установили у себя такіе приборы, системы Велличко, станціи Боровыя озера и Тобольская сельско-хозяйственная школа. Общее число дѣйствовавшихъ въ отчетномъ году гелиографовъ, слѣдовательно, было 11.

Наблюденія надъ испареніемъ намъ высылали 11 станцій, а именно: Барнаулъ, Благодатка, Боровыя озера, Екатеринбургъ, Зырянскій рудникъ, Кучукъ, Омскъ, Пермь, Томскъ, Уркачъ (за лѣтнее время) и Челябинскъ II.

1) Изъ приборовъ, показанныхъ въ этомъ спискѣ, за 1 клѣтку, 3 термометра, 1 гигрометръ, 1 флюгеръ и 1 термографъ было уплачено изъ суммъ, отпущенныхъ, какъ уже сказано въ прошлогоднемъ отчетѣ, Его Высочайшимъ повелѣніемъ господиномъ Степнымъ Генералъ-Губернаторомъ на устройство метеорологическихъ станцій въ Семипалатинской и Акмолинской областяхъ.

Температура почвы на разныхъ глубинахъ наблюдалась въ слѣдующихъ 16 пунктахъ: Ачинскъ, Барнауль, Боровыя озера, Екатеринбургъ, Зырянскій рудникъ, Курганъ, Омскъ, Пермь, Старо-Сидорово, Талица, Татарская, Томскъ, Челябинскъ II, Оханская сельско-хозяйственная школа и Тобольская ¹⁾ сельско-хозяйственная школа.

Наконецъ, изъ экстраординарныхъ наблюдений производились въ нашей сѣти еще слѣдующія: наблюдения надъ температурою на поверхности почвы въ 23 пунктахъ, подробныя наблюдения надъ облаками въ 20 пунктахъ и наблюдения по нефоскопу въ 1 пунктѣ.

Что касается числа гг. наблюдателей, получающихъ вознагражденіе за свои труды, то имѣю упомянуть, что въ одинъ изъ тѣхъ пунктовъ (Павлодаръ), въ которые Обсерваторія въ 1901 году еще посылала вознагражденіе, въ отчетномъ году такое послано не было, такъ какъ полученныя съ этого пункта наблюдения при ихъ провѣркѣ оказались недоброкачественными (съ тѣхъ поръ эта станція прекратила свою дѣятельность). Съ другой стороны, Обсерваторія посылала вознагражденіе въ пять новыхъ пунктовъ. Такимъ образомъ, число станцій, получающихъ вознагражденіе изъ средствъ Обсерваторіи, возросло до 34, а общее число такихъ станцій нашей сѣти въ отчетномъ году было 54, если предположить, что въ приведенномъ въ прошлогоднемъ отчетѣ числѣ станцій, получающихъ вознагражденіе отъ другихъ вѣдомствъ, не произошло измѣненій, о чемъ Обсерваторія не имѣетъ свѣдѣній.

Нѣкоторымъ станціямъ Обсерваторія должна была оказать содѣйствіе своими средствами также и для постройки сооружений, потребныхъ для установки приборовъ.

Въ станціяхъ III разряда, наблюдавшихъ осадки, грозы и снѣжный покровъ, или только нѣкоторыя изъ этихъ явленій, произошли довольно большія перемѣны, а именно: 31 станція закрылись, или, по крайпей мѣрѣ, не присылали наблюдений въ отчетномъ году, а одна станція перешла во II разрядъ. Новыхъ станцій было устроено 26, и, кромѣ того, 2 станціи перешли изъ II разряда въ III разрядъ. Такимъ образомъ, общее число этихъ станцій, которыхъ въ 1901 году насчитывали 230 ²⁾, въ отчетномъ году понизилось до 226.

Въ отчетномъ году признаны выбывшими слѣдующія станціи III разряда:

Пермской губ.: 1) Больше-Бруснянское, 2) Верхъ-Нердва, 3) Добрянскій заводъ, 4) Зырянское, 5) Кушмангортъ, 9) Микшино, 10) Мѣхонское, 11) Нижне-Сергинскій заводъ, 12) Ново-Петропавловское, 13) Романовка, 14) Сайгатка и 15) Шиши.

Тобольской губ.: 16) Гарянское, 17) Меньшиково, 18) Никольская фабрика, 19) Такмыкское, 20) Утятское и 21) Черноурѣченская.

1) Въ отчетѣ за 1901 годъ, вкрались слѣдующія ошибки: въ списокѣ станцій, производившихъ въ 1901 году наблюдения надъ испареніемъ, пропущена станція Уркачъ. Съ другой стороны, не слѣдовало упоминать станціи Благодатка, гдѣ наблюдения надъ испареніемъ начались лишь въ послѣдніе дни декабря 1901 г. Въ списокѣ станцій, производившихъ въ 1901 г. наблюдения надъ температурою почвы, не была показана станція Талица, потому что наблюдения этой станціи были получены лишь въ апрѣлѣ 1902 г.

2) Въ отчетѣ за предыдущій годъ число станцій III разряда, по упомянутымъ причинамъ, ошибочно было показано = 231.

Томской губ.: 22) Курьинское, 23) Лянинское, 24) Ново-Шульбинская, 25) Обь, ст. Сибирской ж. д., 26) Тебисская, 27) Усть-Искитимское и 28) Ярки.

Акмолинской обл.: 29) Андреевская, 30) Петропавловская сельско-хозяйственная школа (преобразована въ станцію II разр. 2 кл.).

Семипалатинской обл.: 31) Пьяноярскій поселокъ и 32) Экибазъ-Тузъ.

Къ станціямъ III разряда вновь прибавились слѣдующіе пункты:

Пермской губ. 1) Быковское, 2) Верхъ-Исетскій заводъ, 3) Воскресенское, 4) Говорливское, 5) Ирбитъ II, 6) Нагорная, 7) Пожевской заводъ, 8) Титовское, 9) Шайтанское и 10) Аманѣва.

Тобольской губ.: 11) Абатское, 12) Локосово, 13) Мостовское, 14) Пелымъ, 15) Успенское, 16) Чашинское и 17) Шельдинское.

Томской губ.: 18) Коуракское, 19) Родина, 20) Ребрихинское, 21) Сузунское, 22) Тулинское, 23) Анисимовское, 24) Онгудай.

Тургайской обл.: 25) Карабутакъ, 26) Ауліекуль и 27) Батнакъ-Кара.

Уфимской губ.: 28) Златоустъ II.

Изъ этихъ новыхъ наблюдательныхъ пунктовъ станціи, отмѣченныя номерами 1, 4, 7, 8, 9 и 28 устроены Уральскимъ Обществомъ Любителей Естествознанія; №№ 2, 6, 10, 12, 13, 14, 15, 25, 26 и 27 устроены Екатеринбургскою Обсерваторіею; № 5 устроена г. Начальникомъ Иртышскаго Участка Томскаго Округа Путей Сообщенія; №№ 18, 19, 20, 21 и 22 устроены Кабинетомъ Его Величества, благодаря стараніямъ Д. И. Звѣрева. Въ пункты 3 и 23 гг. наблюдатели переѣхали изъ закрывшихся станцій Верхъ-Нердва и Ганюшкино зимовье. Уже выше упомянуто, что станціи 11 и 24 перешли изъ II разряда въ III разрядъ. Въ № 16 наблюденія возобновились. Наконецъ, въ пунктѣ 17 наблюдатель устроилъ станцію на свои собственныя средства.

Число дождемѣрныхъ станцій III разряда, дѣйствовавшихъ въ 1902 г., было 184, а если сюда причислить также и станціи II разряда, приславшія наблюденія надъ осадками, то всего получено наблюденій надъ осадками изъ 282 пунктовъ.

Подробныя наблюденія надъ грозами были получены изъ 180 станцій II и III разрядовъ, а наблюденія надъ снѣжнымъ покровомъ изъ 245 станцій II и III разрядовъ.

Распределеніе по губерніямъ и областямъ какъ дождемѣрныхъ, такъ и грозовыхъ и снѣгомѣрныхъ станцій дается въ I части Лѣтописей Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Число поступившихъ въ Обсерваторію наблюденій за 1902 годъ ¹⁾ показано въ слѣдующемъ спискѣ, гдѣ, для сравненія, показано также и число наблюденій предыдущаго года:

1) Не считая наблюденій самой Обсерваторіи.

	1902 г.	1901 г.
Наблюдательныхъ книжекъ станцій II разряда. .	1045	964
Мѣсячныхъ таблицъ станцій II разряда.	638	594
Таблицъ и книжекъ съ случайными и фенологи- ческими наблюденіями	46	118
Мѣсячныхъ дождемѣрныхъ таблицъ	2085	1700
Мѣсячныхъ грозovýchъ таблицъ	781	1200
Мѣсячныхъ снѣгомѣрныхъ таблицъ	1670	1400
Свѣдѣній о вскрытіи и замерзаніи водъ	539	572
Книжекъ съ экстраординарными наблюденіями .	288	—
Таблицъ экстраординарныхъ наблюденій, въ томъ числѣ и обработки записей гелиографовъ. . . .	335	—

При провѣркѣ и обработкѣ наблюденій мы придерживались тѣхъ же правилъ, которыя уже подробно изложены въ отчетѣ за предыдущій годъ; однако, теперь мы еще строже подвергали наблюденія критикѣ. Для этой цѣли наблюденія надъ давленіемъ и температурою воздуха всѣхъ станцій были нанесены въ видѣ кривыхъ на разграфленную бумагу. При такомъ способѣ провѣрки наблюденій, правда, отнимавшемъ много времени, рельефно выступали всѣ случайные крупные промахи въ наблюденіяхъ, которые затѣмъ, конечно, были исправлены. Кроме того, обнаружили и тѣ печальные случаи, когда нѣкоторые изъ гг. наблюдателей позволяли себѣ заполнять пропуски въ своихъ наблюденіяхъ вымышленными числами. Впрочемъ такихъ случаевъ было немного.

Особенное вниманіе мы, по прежнему, обращали на наблюденія надъ влажностью воздуха, которыя всѣ были обработаны въ Обсерваторіи, независимо отъ того, вычислялъ ли ихъ уже наблюдатель или нѣтъ. Прежде всего мы выводили поправки гигрометровъ при разныхъ степеняхъ влажности путемъ сравненія ихъ съ психрометрами за лѣтніе мѣсяцы. При этомъ мы придерживались правила, чтобы для первой половины зимы, до конца декабря, пользоваться поправками гигрометровъ, выведенными по сличительнымъ наблюденіямъ второй половины лѣта, а отсчеты, сдѣланные по гигрометрамъ въ теченіе второй половины зимы, начиная съ января мѣсяца, исправлялись поправками, выведенными изъ послѣдующихъ за ними наблюденій первой половины лѣтняго времени.

Всего мы подвергли такимъ сравненіямъ наблюденія 64 станцій, въ общей сложности за 378 мѣсяцевъ. Если наблюденія надъ влажностью оказывались сомнительнаго достоинства, мы ихъ не представляли для напечатанія.

За теплое время года, когда смоченный термометръ показывалъ не менѣе, чѣмъ 0,5 тепла, влажность воздуха вычислялась по показаніямъ психрометровъ, за исключеніемъ, конечно, тѣхъ, встрѣчавшихся иногда, случаевъ, когда смоченный термометръ показывалъ слишкомъ высокія температуры, будучи, очевидно, не достаточно влажнымъ, вслѣдствіе чего

степень влажности получалась, по вычисленіямъ, слишкомъ большою. Въ такихъ случаяхъ, а также и при обработкѣ наблюденій за зимнее время мы пользовались показаніями гигрометровъ.

Поступающія въ Обсерваторію наблюденія мы старались, по возможности, скорѣе просматривать и провѣрять, чтобы во-время обратить вниманіе гг. наблюдателей на желаемыя улучшения. Окончательно же, конечно, наблюденія 1902 года не могли быть обработаны ко времени представленія сего отчета, такъ какъ въ это время заканчивалась обработка всѣхъ наблюденій предыдущаго 1901 года, которыя частями представлялись Николаевской Главной Физической Обсерваторіи въ опредѣленные послѣднее сроки.

Число этихъ наблюденій уже показано въ прошлогоднемъ отчетѣ, а какія изъ этихъ наблюденій представлены для напечатанія — полностью или въ формѣ выводовъ — и какія наблюденія, вслѣдствіе ихъ неполноты или по другимъ причинамъ, не публикуются, а хранятся въ оригиналахъ въ архивѣ Обсерваторіи, о томъ также представленъ въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію подробный списокъ, который напечатанъ въ ея Лѣтописяхъ.

Собранныя Обсерваторіею свѣдѣнія о вскрытіи и замерзаніи рѣкъ и озеръ за 1901 годъ были отосланы въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, по предварительной ихъ повѣркѣ въ началѣ отчетнаго года. Равнымъ образомъ и соответствующія наблюденія 1902 года будутъ представлены въ скоромъ времени.

Обсерваторіею собирались также и свѣдѣнія о землетрясеніяхъ. Эти данныя большею частью уже представлены въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію.

Наконецъ, приводимъ списокъ приборовъ, которыми Екатеринбургская Обсерваторія въ отчетномъ году снабдила разныя метеорологическія станціи своей сѣти.

Списокъ станцій, которымъ въ 1902 году Екатеринбургской Обсерваторіей разосланы инструменты:

- 1) Висимо-Шайтанскъ, II разр. Психрометрическій термометръ № 5889 (20151). Дождемѣры №№ 53 и 54 съ защитой.
- 2) Тобольскъ, II разр. Психрометрическіе термометры №№ 20092 (5843) и 20093 (5843*).
- 3) Камень, II разр. Минимальный термометръ № 17163 (5503).
- 4) Туринскъ, II разр. Термометръ для поверхности земли № 19265 (5814). Минимальный термометръ № 17177 (5518). Максимальный термометръ № 21627 (6424). Два блока.
- 5) Кокчетавъ, II разр. Минимальный термометръ № 17188 (5529). Дождемѣры №№ 18 и 18* съ защитой. Минимальный термометръ № 20920 (6154). Гигрометръ № 11816 (2080). Минимальный термометръ № 20831 (6061).
- 6) Чермазскій зав., III разр. Дождемѣры №№ 51 и 52.
- 7) Шельдинское имѣніе, III разр. Измѣрительный стаканъ № 18724.

- 8) Ревдинскій зав., II разр. Гигрометръ № 2163.
- 9) Курганъ, II разр. Почвенный термометръ № 17461 (5601).
- 10) Нижне-Тагильскій зав., II разр. Гигрометръ № 15241 (156) и блоки.
- 11) Кизеловскій зав. II разр. Максимальный термометръ № 21628 (6426). Максимальный термометръ № 21662 (6465). Анероидъ № 23593 (1189). Измѣрительный стаканъ № 19365.
- 12) Семипалатинскъ, II разр. Минимальный термометръ № 17197 (5538).
- 13) Плехановское, II разр. Дождемѣры №№ 55 и 56 съ защитой.
- 14) Усть-Каменогорскъ, II разр. Измѣрительный стаканъ № 18718.
- 15) Омскъ, II разр. Минимальный термометръ № 18911 (5751). Почвенный термометръ № 17417 (5606*). Минимальный термометръ № 20909 (6142).
- 16) Иткульскій зав., II разр. Психрометрическій термометръ № 20164 (5902). Максимальный термометръ № 21654 (6456). Психрометрическій термометръ № 20129 (5865*). Измѣрительный стаканъ № 19363.
- 17) Атбасаръ, II разр. Минимальный термометръ № 17224 (5580).
- 18) Алтайская станица, II разр. Анероидъ № 1185 (22130). Смоченный термометръ № 20141 (5877), гигрометръ № 132 (22038). Дождемѣры №№ 57 и 58 съ защитой и ручной фонарь.
- 19) Петропавловская сельско-хозяйственная школа, II разр. Психрометрическій термометръ № 20110 (5852*). Минимальный термометръ № 18975 (5817). Флюгеръ № 19513. Дождемѣры №№ 61 и 62 и фонарь.
- 20) Успенское, III разр. Дождемѣры №№ 59 и 60 съ защитой. Измѣрительный стаканъ № 18725.
- 21) Зайсанъ, II разр. Гигрометръ № 356 (22261). Измѣрительный стаканъ № 18727.
- 22) Аманеева, III разр. Дождемѣры №№ 63 и 64 съ защитой. Измѣрительный стаканъ № 18727.
- 23) Тайга, II разр. Максимальный термометръ № 21656 (6459). Максимальный термометръ № 22995 (6618).
- 24) Лебяжій поселокъ, III разр. Дождемѣры №№ 65 и 66 съ защитой.
- 25) Акмолинскъ, II разр. Дождемѣры №№ 67 и 68 съ защитой. Термографъ № 23728.
- 26) Каркаралинскъ, II разр. Термометръ для поверхности земли № 4675 (14668).
- 27) Кустанай, II разр. Анероидъ № 15009 (1021), клѣтка цинковая съ вентиляторомъ, два блока, психрометрическіе термометры №№ 18464 (5680) и 18465 (5680*), минимальный термометръ № 18901 (5740), максимальный термометръ № 19300 (5922), гигрометръ № 18130 (265), флюгеръ № 19504, термометръ для поверхности земли № 14656 (4663), ртутный барометръ № 625 дождемѣры №№ 70 и 71 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 19828 и фонарь.
- 28) Томскъ, II разр. Гигрометръ № 22260 (352).

29) Уркачь, II разр. Ртутный барометръ № 681. Дождемѣры №№ 72 и 73 съ защитой. Анероидъ № 23592 (1189).

30) Благодатка, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, блоки, дождемѣры №№ 101 и 102 съ защитой. Психрометрическіе термометры №№ 23473 (6686) и 23474 (6686*). Гигрометръ № 22252 (2016). Гелиографъ Кемпбеля № 204 (22466).

31) Верхотурье, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, блоки, дождемѣры №№ 74 и 75 съ защитой, сухой термометръ № 20165 (5903). Чашечный барометръ № 626.

32) Ирбитъ, II разр. Сухой термометръ № 20094 (5844) Минимальный термометръ № 18993 (5837). Дождемѣры №№ 129 и 130 съ защитой. Ручной фонарь.

33) Соликамскъ, II разр. Дождемѣры №№ 76 и 77 съ защитой. Минимальный термометръ № 18894 (5733).

34) Тургай, II разр. Ртутный барометръ № 680.

35) Иргизъ, II разр. Ртутный барометръ № 627. Анероидъ № 18093 (1109), психрометрическіе термометры №№ 18484 (5690) и 18485 (5690*), минимальный термометръ № 18913 (5753), максимальный термометръ № 19301 (5923), гигрометръ № 18131 (266), термометръ для поверхности земли № 14650 (4656), цинковая клѣтка, блоки, флюгеръ № 19505, дождемѣры №№ 109 и 110 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 18730 и ручной фонарь.

36) Кочубаево, II разр. Минимальный термометръ № 20870 (6101).

37) Самарово, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, психрометрическіе термометры №№ 20096 (5845) и 20097 (5845*).

38) Березовъ, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ, сухой термометръ № 23509 (6704), минимальный термометръ № 20885 (6118), барографъ № 32856 (23097) и термографъ № 27406 (22133). Фонарь. Гигрометръ № 225 (16820).

39) Обдорскъ, II разр. Минимальный термометръ № 20901 (6134). Сухой термометръ № 23505 (6702). Термографъ № 22137 (31065) и барографъ № 23098 (32706). Минимальный термометръ № 18890 (5834).

40) Ачинскъ, II разр. Минимальный термометръ № 18904 (5744). Почвенный термометръ № 17472 (5607).

41) Юшкова, II разр. Дождемѣры №№ 105 и 106 съ защитой.

42) Камбарскій зав., III разр. Дождемѣры №№ 107 и 108 съ защитой.

43) Чусовская, II разр. Гигрометръ № 2110, ручной фонарь.

44) Богословскій зав. II разр. Минимальный термометръ № 18923 (5764), максимальный термометръ № 21676 (6482). Флюгеръ съ 2 указателями силы вѣтра № 23982, максимальный термометръ № 21618 (6414), ручной фонарь, блоки, психрометрическій стаканчикъ съ крышкою.

45) Оханская сельско-хозяйственная школа, II разр. Дождемѣры съ защитой №№ 111 и 112. Чашечный барометръ № 628. Максимальный термометръ № 23026 (6650) и стекляная трубка на шкалу барометра.

- 46) Чибунды, II разр. Сухой термометръ № 23506 (6702*).
- 47) Зырянскій рудникъ, II разр. Почвенный термометръ № 17470 (5606).
- 48) Томская сельско-хозяйственная школа, II разр. Гигрометръ № 2102, минимальный термометръ № 20841 (6072).
- 49) Пелымское, III разр. Дождемѣры № 113 и 114 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 18731.
- 50) Барнаулъ, II разр. Почвенные термометры № 24636 (6808) и № 17472 (5607). Максимальный термометръ № 24802 (1581).
- 51) Тюмень, II разр. Клѣтка съ вентиляторомъ и блоки. Дождемѣры №№ 115 и 116 съ защитой.
- 52) Калачинская, III разр. Дождемѣръ № 38.
- 53) Усть-Суерское, III разр. Дождемѣры №№ 119 и 120 съ защитой.
- 54) Каргатскій форпостъ, II разр. Фонарь.
- 55) Карабутаекъ, III разр. Дождемѣры №№ 121 и 122 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19407.
- 56) Батпакъ-Кара, III разр. Дождемѣры №№ 7525 и 7526 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 18707.
- 57) Спасскій зав. II разр. Термометръ для поверхности земли № 5825 (19276).
- 58) Туринскъ 3, III разр. Дождемѣры №№ 123 и 124 съ защитой.
- 59) Мариинскъ, II разр. Блоки къ вентилятору.
- 60) Шадринскъ, II разр. Гигрометръ № 1951 (2159).
- 61) Мостовское, III разр. Дождемѣры №№ 197 и 198 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19824.
- 62) Локосовское, III разр. Измѣрительный стаканъ № 19825.
- 63) Абатское, III разр. Дождемѣры №№ 99 и 100 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19826.
- 64) Кривецкое, III разр. Дождемѣры №№ 103 и 104 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19827.
- 65) Сатыжинское, II разр. Барометръ № 699, анероидъ № 18092, психрометрическіе термометры № 18476 (5686) и 18477 (5686*), минимальный термометръ № 18903 (5743), максимальный термометръ № 19302 (5924), гигрометръ № 19319 (280), флюгеръ № 19506, термометръ для поверхности земли № 4639 (14644), клѣтка съ вентиляторомъ. Дождемѣры №№ 133 и 134 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 19828, пара блоковъ и фонарь.
- 66) Пермь, II разр. Дождемѣры №№ 125 и 126.
- 67) Татарская, II разр. Термометръ для поверхности земли № 19231 (5778), фонарь. Психрометрическій стаканчикъ.
- 68) Дуліекуль, III разр. Дождемѣры №№ 127 и 128 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 18729.
- 69) Кулакова, III разр. Дождемѣры №№ 131 и 132 съ защитой.

70) Верхнеуральскъ, II разр. Aneroidъ № 24253, психрометрическіе термометры №№ 23479 (6689) и 23480 (6689*), минимальный термометръ № 6147 (20914), гигрометръ № 24899, флюгеръ № 23977, максимальный термометръ № 23053 (6678), фонарь, дождемѣры №№ 135 и 136 съ защитой, измѣрительный стаканъ № 19831 и блоки.

71) Узунъ-Булакъ, II разр. Психрометрическіе термометры №№ 20101 (5848) и 20102 (5848*), минимальный термометръ № 18923 (5764), гигрометръ № 24914 (398), клѣтка съ вентиляторомъ, флюгеръ № 25424 и блоки.

72) Зырянское, III разр. Дождемѣры №№ 7517 и 7518 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19364.

73) Неожиданный пріискъ, II разр. Минимальный термометръ № 17418 (5616).

74) Камышловъ 2, III разр. Дождемѣры №№ 153 и 154 съ защитой и измѣрительный стаканъ № 19362.

Отдѣленіе предупрежденій о метеляхъ.

Съ февраля отчетнаго года въ этомъ отдѣленіи начались подготовительныя работы, которыя производились завѣдующимъ г. Гаппотомъ и подъ его руководствомъ г. Сабанѣвымъ.

Сперва были вычислены и составлены таблицы для приведенія къ уровню моря барометрическихъ данныхъ для 62 станцій. Для этой цѣли пользовались упрощенной формулой, приведенной въ *Lehrbuch der Meteorologie* Шпрунга:

$$h = A \frac{B - b}{B + b}$$

$$\text{гдѣ } A = 16002 (1 + 0,0039 t).$$

Предварительно были сдѣланы сравненія приведеній по этой формулѣ и по точной формулѣ Рюльмана, при чемъ оказалось, что разности приведеній по обѣимъ формуламъ для высотъ въ предѣлахъ 0—300 метровъ лишь при крайнихъ температурахъ достигали 0.2 мм. Высоты станцій притомъ были приняты на основаніи послѣднихъ, имѣвшихся въ Обсерваторіи, данныхъ о нихъ.

Затѣмъ, въ отчетномъ году были вычерчены синоптическія карты для сроковъ 7 ч. у. и 9 ч. в. за 1900 годъ—730 картъ и за половину 1901 года—364 карты, а всего 1094 карты.

Матеріаломъ для вычерчиванія этихъ картъ служили: 1) данныя своей сѣти, 2) приведенныя въ Лѣтописяхъ полностью наблюденія станцій остальной части Сибири и Туркестана и 3) для восточной части Европейской Россіи данныя изъ ежедневныхъ бюллетеней Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

При этомъ данныя первыхъ двухъ категорій, до нанесенія на карту, предварительно

записывались въ особо заведенные (по образцу Николаевской Главной Физической Обсерваторіи) журналы, гдѣ показанія барометра приводились къ уровню моря, данныя же послѣдней категоріи переписывались на карту прямо изъ бюллетеней. Журналы велъ г. Сабанѣевъ, а нанесеніемъ данныхъ на карты былъ занятъ г. Ганнотъ.

Для западной половины Европейской Россіи и западной Европы изобары могли быть прямо переведены на наши карты изъ бюллетеней Николаевской Главной Физической Обсерваторіи, благодаря тому обстоятельству, что форматъ картъ былъ одинаковый съ форматомъ бюллетеней. Изобары же остальной части Россійской Имперіи проводились г. Ганнотомъ.

Такимъ образомъ, получилась возможность прослѣдить за передвиженіемъ барометрическихъ максимумовъ и минимумовъ на весьма большомъ разстояніи.

Всѣ пути минимумовъ и максимумовъ 1900 года г. Ганнотъ нанесъ на карты, отдѣльно за каждый мѣсяць, при чемъ выяснилось, что нѣкоторые изъ этихъ путей простирались, въ восточномъ направленіи, отъ Атлантическаго океана почти до Тихаго. Подробное же изложеніе полученныхъ результатовъ, конечно, было бы преждевременно.

ХІV. Иркутская Магнитно-Метеорологическая Обсерваторія.

1. Личный составъ.

Г. Директоръ Иркутской Обсерваторіи доставилъ мнѣ слѣдующій отчетъ за 1902 годъ для представленія Императорской Академіи Наукъ.

Въ отчетномъ году намъ снова приходится констатировать значительныя измѣненія въ составѣ наблюдателей и вычислителей. Причины этого печальнаго явленія, становящагося у насъ хроническимъ, тѣ же, на которыя приходилось указывать и рѣже, а именно: недостаточное вознагражденіе служащихъ при отвѣтственной и не легкой работѣ въ связи съ общою дороговизною жизни въ Иркутскѣ. Наши наблюдательницы и вычислительницы получаютъ меньшее вознагражденіе, чѣмъ курьеры и сторожа въ желѣзнодорожныхъ Управленіяхъ г. Иркутска. Само собою разумѣется, что при такомъ вознагражденіи трудно удержать на мѣстахъ лицъ достойныхъ и способныхъ, а постоянная смѣна наблюдательницъ и вычислительницъ не можетъ не вліять плохо на успѣхи нашихъ работъ.

Въ личномъ составѣ служащихъ произошли слѣдующія перемѣны сравнительно съ предыдущимъ годомъ.

Завѣдывающимъ Отдѣленіемъ штормовыхъ предостереженій, И. И. Мапухинъ, съ 17-го іюля откомандированъ въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для занятій тамъ изслѣдованіями по обработкѣ типовъ путей циклоновъ въ Восточной Сибири.

Далѣе, въ числѣ наблюдателей Обсерваторіи, подъ руководствомъ Р. Г. Розенталя, работали: г. А. И. Сапожниковъ по 20-е мая, г-жи М. Ф. Сапожникова по 1-е августа, Е. Д. Ганъ до 3-го августа, В. В. Васильева до 26 сентября, О. В. Бируля до 20-го

сентября, Е. В. Ткачъ и О. Н. Могилева съ 1 августа до конца года, С. Н. Иванова съ 19 сентября, М. И. Самсонова съ 1 октября и А. Н. Тищевская съ 23 октября—всѣ три до конца года. Временно, сверхъ того, работали въ Отдѣленіи г-жи М. И. Голубева съ 20 мая по 1 августа, Е. К. Рейнгардтъ съ 3 августа по 24 октября и К. Р. Розенталь съ 4 іюня по 4 іюля. Наконецъ, въ теченіе почти всего года, до 20 декабря, была въ этомъ Отдѣленіи вычислительницею г-жа Е. А. Мокѣвская, замѣнная съ 30 декабря К. Г. Шишеловой. Изъ числа указанныхъ выше лицъ совсѣмъ оставили службу въ Обсерваторіи, по различнымъ причинамъ, г-жи Сапожникова, Бируля, Голубева и Мокѣвская, остальные же лица только перемѣнили родъ своихъ занятій, занявъ мѣста въ другихъ Отдѣленіяхъ Обсерваторіи.

Отпусками въ теченіе года пользовались г-жи В. В. Васильева и Е. А. Мокѣвская, каждая на двѣ недѣли.

Въ Отдѣленіи штормовыхъ предостереженій, дѣятельность котораго у насъ продолжалась до 16 іюля, дня отъѣзда г. Манухина въ командировку, работали, подъ его руководствомъ, г-жи Е. Н. Иванова до 20 февраля, В. И. Подгорбунская съ 7-го января по 20 іюня, М. И. Литвинцева съ 10 февраля по 10 мая и г. А. И. Сапожниковъ съ 20-го мая по 1-е іюня и съ 19-го іюня по 16-е іюля.

Далѣе, въ Отдѣленіи сѣти станцій, подъ руководствомъ В. Б. Шостаковича, занимались обработкой наблюдений нашей сѣти въ теченіе цѣлаго года: г-жи Л. В. Шитикова, К. Г. Шишелова и В. Н. Уфтюжанинова; затѣмъ, до конца года: г-жи Е. П. Воротникова съ 20 мая, Н. В. Граженская съ 13 іюля, М. А. Горская съ 20 октября и Е. К. Рейнгардтъ съ 24 октября; временно работали въ Отдѣленіи: г-жи М. Е. Костромитинова съ 1 января до апрѣля и затѣмъ снова съ 16 по 31 декабря, А. Н. Тищевская съ 12 января по 23 октября, Ю. Д. Курбатова съ 14 января по 14 марта, Ю. П. Налетова съ 29 марта по 20 іюня и Е. Г. Перчукъ съ 16 по 26 марта. Наконецъ, въ томъ же Отдѣленіи занимались: г-жи Е. Н. Иванова, съ 21 февраля по 23 декабря, обработкой наблюдений Верхоянской станціи (за счетъ особаго кредита), Е. Ф. Нерике — переноской бумагъ, причемъ во время 2-хъ мѣсячнаго ея отсутствія ее замѣнялъ А. И. Сапожниковъ, и Г. Поповъ, съ 28 ноябрю до конца года, — снятіемъ копій съ наблюдений различныхъ станцій, затребованныхъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіею.

Изъ числа указанныхъ лицъ оставили службу въ Обсерваторіи г-жи Налетова, Курбатова и Иванова, и перешли въ другія отдѣленія г-жи Тищевская и Перчукъ.

Въ теченіе года пользовались 2-хъ недѣльнымъ отпускомъ, съ сохраненіемъ содержанія, г-жи Иванова, Уфтюжанинова, Шишелова и Шитикова; послѣднія, сверхъ того, были въ отпускахъ, безъ содержанія: первая въ теченіе 14, вторая въ теченіе 18 дней.

Наконецъ, кромѣ указанныхъ лицъ, занимались еще въ Обсерваторіи, подъ руководствомъ Директора: въ качествѣ механика — Е. К. Ганъ, въ теченіе всего года, и обработкою

сейсмическихъ наблюдений г-жи Е. Г. Перчукъ съ 26-го марта по 20 июня и Е. Д. Ганъ съ 3 августа до конца года.

Изъ числа старшихъ служащихъ никто въ теченіе года отпускомъ не пользовался.

Въ командировкахъ были:

1) Директоръ Обсерваторіи А. В. Вознесенскій съ 27 по 30 июня и съ 5 по 27 августа, для приема маяковъ на озерѣ Байкалѣ отъ Начальника Гидрографической экспедиціи Байкальскаго озера Ф. К. Дриженко, и съ 21 октября по 8 ноября, для устройства сейсмической станціи въ Красноярскѣ и для попутнаго обзрѣнія метеорологическихъ станцій въ Красноярскѣ, Тулузѣ и Тайшетѣ.

2) Завѣдывающій Отдѣленіемъ сѣти станцій В. Б. Шостаковичъ съ 31 мая по 23 июня, для осмотра станцій въ различныхъ частяхъ Иркутской губерніи.

3) Механикъ Обсерваторіи Е. К. Гапъ съ 17 по 24 сентября, для установки приборовъ сейсмической станціи въ Кабанскѣ.

2. Администрація.

Переписка по дѣламъ Обсерваторіи велась мною и отчасти (по наблюденьямъ станцій) г. Шостаковичемъ; канцелярскими работами занималась г-жа Е. Ф. Нерике, причемъ временно ее замѣнялъ г. А. И. Сапожниковъ. Вся переписка, по журналамъ канцеляріи, сводится къ 2998 номерамъ поступленийъ и къ 2162 номерамъ отправокъ. Въ числѣ поступившихъ бумагъ насчитывается 1271 номеръ различнаго рода наблюдений. Сверхъ того, Обсерваторіею отправлялись ежедневно двѣ телеграммы о погодѣ: одна въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію въ С.-Петербургъ, а другая въ Ци-ка-вейскую Обсерваторію близъ Шанхая. Затѣмъ, ежедневные бюллетени о погодѣ доставлялись въ редакціи двухъ мѣстныхъ газетъ: «Иркутскихъ Губернскихъ Вѣдомостей» и «Восточнаго Обзрѣнія».

Библиотека Обсерваторіи увеличилась въ отчетномъ году поступленіемъ 140 новыхъ книгъ, въ 149 томахъ, и 26 журналовъ, въ количествѣ 646 номеровъ. Значительная часть этихъ книгъ, а именно: 134 названія, въ 769 номерахъ, были получены въ даръ отъ различныхъ учреждений и лицъ, и только небольшая часть — 12 журналовъ и другихъ временныхъ изданій и 20 книгъ, всего въ 135 номерахъ, приобрѣтены покупкою. На приобрѣтеніе книгъ и журналовъ и на переплетъ ихъ затрачено 313 р. 57 к.

Изъ другихъ приобрѣтеній Обсерваторіи наиболѣе крупными были:

1) Приобрѣтеніе двухъ сейсмографовъ Цельнера, выполненныхъ по указаніямъ профессора Левицкаго извѣстною фирмою Репсольдъ. Приборы эти, стоимостью свыше 1000 руб., были приобрѣтены на средства, ассигнованныя Императорскимъ Русскимъ Географическимъ Обществомъ.

2) Затѣмъ, слѣдуетъ отмѣтить, какъ не менѣе цѣнное поступленіе, пишущую часть къ этимъ приборамъ, состоящую изъ вращаемаго часовымъ механизмомъ, особо приспособлен-

наго барабана, на который надѣвается фотографическая бумага, и двухъ бензиновыхъ лампъ съ регулируемися щелями и приспособленіями для прерыванія освѣщенія путемъ электричества. Наконецъ, сюда же вводятся особые часы, приспособленные для замыканія тока черезъ извѣстные промежутки, для полученія отмѣтокъ времени на кривыхъ сейсмографа. Первый приборъ выполненъ также по указаніямъ профессора Левицкаго, отчасти по идеѣ профессора Вихерта, механикомъ Фехперомъ въ Потсдамѣ, часы же изготовлены Берлинскою фирмою Лебнера (Löbner).

Эти приборы были приобретены для Иркутской Обсерваторіи Центральною Сейсмическою Комиссіею. Стоимость ихъ около 1000 рублей.

3) Только въ 1902 году были получены Обсерваторіею два маятника Боша Страсбургскаго типа, нѣсколько измѣненной конструкціи (не содержащія желѣза), предназначенные для сейсмическихъ наблюденій въ Обсерваторіи на тотъ случай, если бы приборы эти пришлось установить вблизи магнитныхъ приборовъ. Болѣе тщательное и аккуратное исполненіе основной части приборовъ дѣлаетъ ихъ, дѣйствительно, болѣе желательными, чѣмъ обыкновенные приборы того же типа, работы Боша. Къ сожалѣнію, этого нельзя сказать о часахъ, дающихъ минутные контакты на сейсмографахъ. Заменить въ нихъ всѣ части мѣдными Бошъ не могъ, такъ что имъ не достигнута основная задача, ему предложенная; и въ остальныхъ частяхъ эти часы также оставляютъ желать лучшаго, какъ и рядовые часы этого мастера, доставляемые имъ при такихъ же приборахъ.

4) Затѣмъ, слѣдуетъ упомянуть о новой серіи почвенныхъ термометровъ въ эбонитовыхъ трубкахъ, приобретенныхъ нами для замѣны основной серіи нашихъ почвенныхъ термометровъ, деревянные трубки которыхъ, послѣ долголѣтней своей службы, пришли въ негодность.

5) Наконецъ, слѣдуетъ указать на приобретение 11 различныхъ приборовъ и предметовъ, общою стоимостью въ 140 р. 47 к.

Въ общемъ, стоимость всѣхъ новыхъ приборовъ, приобретенныхъ въ 1902 году, оценивается въ 2750 р. 47 к.

Мебели въ отчетномъ году приобретено 14 предметовъ, общая стоимость которыхъ, вмѣстѣ съ ремонтомъ приобретенной прежде мебели, составила 325 руб.

Относительно остальныхъ расходовъ слѣдуетъ указать на двѣ крупныхъ передержки сравнительно со смѣтными назначеніями. Первая изъ нихъ превышаетъ 1200 рублей и цѣликомъ вызвана увеличеніемъ вознагражденія нашимъ вычислителямъ и наблюдателямъ. Назначенныхъ по штату на этотъ предметъ 3600 рублей совершенно недостаточно, и намъ пришлось увеличить расходы на этотъ предметъ слишкомъ на 25% противъ нормы; даже при этомъ увеличеніи, идущемъ, несомнѣнно, въ ущербъ другимъ расходнымъ статьямъ, мы все-таки почти не въ состояніи выполнить всѣ работы, такъ или иначе ставящіяся намъ на очередь. Въ виду этого вопросъ объ увеличеніи вознагражденія нашимъ младшимъ служащимъ становится все насущнѣе съ каждымъ годомъ. Второй перерасходъ противъ смѣты вызванъ значительнымъ увеличеніемъ расходовъ хозяйственныхъ и на ремонтъ. Здѣсь израсходованная сумма превышаетъ ассигнованную (3600 руб.) на

1479 р. 23 к. Я имѣлъ уже случай въ минувшемъ отчетѣ указывать, что въ нашихъ зданіяхъ, годъ отъ году старѣющихъ, все больше выясняется необходимость крупнаго ремонта то тамъ, то тутъ. Съ каждымъ годомъ приходится удѣлять на ремонтъ все большія суммы. Вмѣстѣ съ тѣмъ, растутъ и расходы на отопленіе, вслѣдствіе повышенія цѣнъ на топливо, и остальные мелочные расходы—канцелярскіе и хозяйственные. Перерасходъ по этой статьѣ приходится покрывать урѣзками по другимъ статьямъ, назначеннымъ на удовлетвореніе чисто научныхъ нуждъ Обсерваторіи, что, конечно, ненормально. Было бы поэтому крайне желательно и своевременно ходатайствовать объ увеличеніи суммъ, положенныхъ на вознагражденіе нашихъ младшихъ служащихъ и на хозяйственные наши расходы.

Въ теченіе отчетнаго года, помимо обычнаго опредѣленія поправокъ нашихъ приборовъ, были провѣрены въ Обсерваторіи:

- 27 ртутныхъ барометровъ,
- 23 анероида,
- 1 барографъ,
- 1 гипсотермометръ,
- 4 термометра,
- 1 термографъ и
- 1 гигрометръ.

Въ отчетномъ году Обсерваторіею были выданы различнымъ учрежденіямъ и лицамъ слѣдующія справки:

- 1) Красноярской Учительской Семинаріи—о температурѣ зимнихъ мѣсяцевъ въ Красноярскѣ за 1899—1901 года.
- 2) Инженеру Н. Демчинскому въ С.-Петербургѣ—среднія суточные давленія и температуры воздуха въ Якутскѣ за октябрь—декабрь 1901 года.
- 3) Г. Крынковскому въ Култукѣ—данныя о температурѣ воздуха въ Иркутскѣ и Мысовой съ 15 мая по 1 декабря 1900 года.
- 4) Горному штейгеру г. Кислякову въ Черемховѣ—данныя о магнитномъ склоненіи въ Иркутскѣ 18 іюня 1902 года.
- 5) Завѣдывающему сводомъ нивелировокъ Россійской Имперіи—данныя о давленіи и температурѣ воздуха за май—октябрь 1901 г. въ Красноярскѣ и Минусинскѣ.
- 6) Начальнику Военно-Топографическаго Отдѣла въ Омскѣ, генералу Шмидту—данныя о давленіи и температурѣ воздуха въ Нижнеудинскѣ за іюнь 1902 года.
- 7) Санитарному врачу переселенческаго управленія г. Михайлову въ Омскѣ—данныя о температурѣ воздуха лѣтомъ 1901 года вдоль линіи Сибирской желѣзной дороги.
- 8) Хранителю геологическаго музея Императорской Академіи Наукъ г. И. Толмачеву—данныя о температурѣ и давленіи воздуха въ Красноярскѣ за іюнь—августъ 1902 г.

- 9) Коммерческому Отдѣлу Забайкальской желѣзной дороги—свѣдѣнія о буряхъ на Байкалѣ за 1901 и 1902 года.
- 10) Генеральнаго Штаба капитану Федоренко въ Омскѣ — копіи записей самопишущихъ приборовъ Ришара въ Тункѣ съ 14 іюля по 5 августа 1902 г.
- 11) Горному инженеру Преображенскому—данныя о температурѣ и давленіи воздуха на Благовѣщенскомъ приискѣ за іюнь—сентябрь 1902 г.
- 12) Инженеру Р. О. Гешель въ Тайшетѣ—свѣдѣнія о направленіи и силѣ вѣтра 3-го сентября 1902 года въ Тайшетѣ.
- 13) Генеральнаго Штаба подполковнику Верецагину въ Омскѣ—свѣдѣнія о давленіи и температурѣ воздуха въ Култукѣ, Иркутскѣ и Троицкосавскѣ за іюль 1902 г.
- 14) Горному инженеру Рязанову — копіи записей термографа и барографа въ Кабанскѣ за августъ—октябрь 1902 г.
- 15) Николаевской Главной Физической Обсерваторіи — копіи наблюдений за январь — апрѣль 1900 года станцій Урга, Залари, Мархинское, Средне-Колымскъ, Русское Устье, Минусинскъ, Енисейскъ и Якутскъ.
- 16) Врачу Енисейскаго резервнаго батальона — выводы изъ наблюдений Иркутской Обсерваторіи за 1901 годъ.
- 17) Городскому Головѣ г. Иркутска — о скорости теченія рѣки Ангары подъ Иркутскомъ и профилѣ ея дна.
- 18) Такія же данныя Управляющему дорожною и строительною частями при Иркутскомъ Военномъ Генералъ-Губернаторѣ.
- 19) Присяжному повѣренному г. Фатѣеву — свѣдѣнія о максимальной и минимальной температурѣ воздуха въ Иркутскѣ за 25 октября 1900 года.
- 20) Врачу дисциплинарной роты—выводы изъ наблюдений въ Иркутскѣ за 1901 годъ.
- 21) Геологу Макарову — данныя о температурѣ и давленіи воздуха въ Иркутскѣ въ различные дни и часы за іюль, августъ, сентябрь и октябрь 1901 года.
- 22) Горному инженеру Рязанову — температура и давленіе воздуха въ Иркутскѣ за августъ—ноябрь 1901 года.
- 23) Коммерческому Отдѣлу Забайкальской желѣзной дороги — среднія максимальныя и минимальныя температуры воздуха въ Иркутскѣ съ 16 по 27 октября 1900 года.
- 24) Центральной Сейсмической Комиссіи, состоящей при Императорской Академіи Наукъ—свѣдѣнія о землетрясеніяхъ по наблюдениямъ въ Иркутскѣ и другихъ мѣстахъ Восточной Сибири за 1887 — 1901 года.
- 25) Уполномоченному наслѣдниковъ А. Я. Нѣмчинова, П. М. Буйвиду — данныя о скорости вѣтра 27 - 29 октября 1901 года на станціи Ольхонъ.
- 26) Директору Ци-ка-вейской Обсерваторіи, близъ Шанхая — данныя о распредѣленіи давленія въ Восточной Сибири въ августѣ 1901 года.
- 27) Техническому Отдѣлу Управленія по постройкѣ Забайкальской желѣзной дороги—свѣдѣнія объ уровнѣ Байкала по наблюдениямъ въ с. Лиственичномъ.

28) Техническому Отдѣлу Управленія по сооруженію Кругобайкальской желѣзной дороги—свѣдѣнія о наибольшихъ количествахъ осадковъ въ Восточной Сибири.

29) Академику А. П. Карпинскому въ С.-Петербургѣ — свѣдѣнія о землетрясеніи 30-го марта 1902 года.

30) Дѣйствительному члену Русскаго Астрономическаго Общества А. Папову въ Нижнемъ Новгородѣ—свѣдѣнія объ установленныхъ въ Иркутской Обсерваторіи сейсмическихъ приборахъ.

31) Старшему инженеру Техническаго Отдѣла по сооруженію Кругобайкальской желѣзной дороги, А. П. Богословскому—свѣдѣнія о среднихъ температурахъ 19 - 30 мая 1902 года въ Иркутскѣ.

32) Техническому Отдѣлу Управленія Забайкальской желѣзной дороги—среднія температуры воздуха въ зимніе мѣсяцы по многолѣтнимъ даннымъ для станцій Верхнеудинскъ, Петровскій Заводъ, Чита, Нерчинскъ и Нерчинскій Заводъ.

33) Коммерческому Отдѣлу Управленія Забайкальской желѣзной дороги—данныя о вскрытіи и замерзаніи Байкала для различныхъ мѣстъ по многолѣтнимъ наблюденіямъ.

34) Генералу Макаревичу въ Омскѣ—свѣдѣнія о среднихъ мѣсячныхъ температурахъ воздуха на Байкалѣ за январь — апрѣль по многолѣтнимъ наблюденіямъ.

Сверхъ указаннаго выше, въ теченіе года, по мѣрѣ надобности, давались справки о времени часовому мастеру Г. Мульке. Такія же справки давались различнымъ учрежденіямъ и лицамъ, спрашивавшимъ о времени по телефону, въ назначенные часы, по посылкамъ. Значительное число этихъ справокъ, въ общемъ за годъ достигшее 3202 случаевъ, свидѣтельствуетъ о размѣрахъ потребности жителей г. Иркутска въ точномъ времени. Само собою разумѣется, что Обсерваторія никогда не отказывала въ такихъ же справкахъ всѣмъ, лично являвшимся въ Обсерваторію во всякое время.

Работы механика Обсерваторіи въ 1902 году, кромѣ прімотра за исправнымъ дѣйствіемъ самопишущихъ и другихъ приборовъ Обсерваторіи, изъ числа которыхъ особеннаго вниманія требовали, какъ обычно, анемографы и еще того болѣе сейсмическіе приборы, заключались въ слѣдующемъ.

1) Исправленія и небольшія додѣлки въ часахъ, предназначенныхъ для вращенія барабановъ магнитографа.

2) Изготовленіе 2 лампочекъ для керосиноваго освѣщенія магнитографа и особаго фонаря, не содержащаго желѣза.

3) Натягиваніе новыхъ нитей, установка магнитографа, придѣлка особой подставки для помѣщенія его на прежнихъ трехъ столбахъ.

4) Чистка и наполненіе новою ртутью барографа Гаслера и переноска его на новое мѣсто.

5) Установка сейсмографовъ Боша; установка приборовъ Рейсольда, сперва въ мастерской и одной изъ комнатъ жилого дома, позднѣе окончательная установка въ сейсмическомъ домѣ.

- 6) Изготовленіе особой массивной желѣзной рамы для помѣщенія пишущей части прибора на каменномъ столбѣ.
- 7) Изготовленіе чертежей прибора Репсольда.
- 8) Изготовленіе особыхъ кюветокъ и другихъ приспособленій для проявленія лентъ Мильна и Репсольда и магнитографа.
- 9) Изготовленіе подставки для снятія копій съ сейсмограммъ.
- 10) Многократныя исправленія и коренныя передѣлки часовъ Боша различныхъ серій.
- 11) Устройство водопровода въ сейсмическомъ домѣ и въ фотографической лабораторіи въ главномъ зданіи.
- 12) Чистка прибора Вейнгольда.
- 13) Химическая очистка и двойная перегонка одного пуда ртути.
- 14) Наполненіе 11 барометровъ и 6 барометрическихъ трубокъ.
- 15) Изготовленіе двухъ особенно прочныхъ флюгеровъ для станцій Ольхонъ и Песчаная бухта.
- 16) Изготовленіе одной ленточной и одной складной рейки для нивелированія.
- 17) Многократная чистка и небольшія исправленія часовыхъ барабановъ отъ самопишущихъ приборовъ Ришара, приходившихъ съ различныхъ станцій. Затѣмъ, такая же починка часовъ и прочихъ станціонныхъ приборовъ.
- 18) Установка столбовъ и приборовъ сейсмической станціи въ Кабанскѣ.

Далѣе, на обязанности механика лежало вскрытіе всѣхъ посылокъ съ получаемыми новыми приборами и упаковка отсылаемыхъ приборовъ, въ томъ числѣ и двухъ серій сейсмографовъ. Послѣдняя работа заняла довольно много времени, точно такъ же какъ и отсылка приборовъ на крайній сѣверъ, когда всѣ ящики приходилось запаивать въ цинкъ. Наконецъ, на обязанности механика лежалъ надзоръ за ремонтомъ и покупка матеріаловъ для ремонтныхъ работъ.

Относительно *ремонтныхъ работъ* этого года слѣдуетъ указать, что минувшимъ лѣтомъ были перекрыты крыши какъ жилого дома, такъ и главнаго зданія Обсерваторіи, давно уже требовавшія капитальнаго ремонта. При этомъ, въ видѣ опыта, верхняя часть крыши зданія Обсерваторіи была покрыта, поверхъ одного ряда досокъ, толемъ. Далѣе, окрашены были какъ эти крыши, такъ и всѣ стѣны жилого дома. Затѣмъ, довольно крупныхъ расходовъ потребовало устройство новой фотографической лабораторіи въ юго-восточной компартъ главнаго зданія. Здѣсь, досчатую перегородкою была отдѣлена прилегающая къ дверямъ южной магнитной залы часть комнаты, такимъ образомъ, чтобы, помимо пользованія для другихъ цѣлей, этою же лабораторіею возможно было пользоваться и для перемѣны и проявленія фотографической бумаги, снимаемой съ магнитографа, не вынося послѣднюю на дневной свѣтъ. Въ лабораторіи устроенъ бакъ для воды, которая накачивается извнѣ и служитъ какъ для промыванія бумаги и проч., такъ и для снабженія умывальника, въ которомъ у насъ чувствовался постоянный недостатокъ. Остальной ремонтъ сводится къ исправленію и отчасти къ перекладкѣ печей и т. п.

3. Наблюденія въ самой Обсерваторіи.

Въ отчетномъ году обычныя наблюденія Обсерваторіи производились, въ общемъ, въ прежнемъ объемѣ. Что касается раздѣленія труда, то лично на себя я взялъ астрономическія и сейсмическія наблюденія, а также и руководство обработкою послѣднихъ, тогда какъ производство абсолютныхъ магнитныхъ наблюденій и руководство вычисленіемъ и производствомъ ежечасныхъ метеорологическихъ и магнитныхъ наблюденій принялъ исключительно на себя Р. Г. Розенталь.

Въ метеорологическихъ наблюденіяхъ введены слѣдующія измѣненія.

11 іюня на башнѣ установленъ, въ дополненіе къ гелиографу Кемпбеля, гелиографъ Величко, обыкновеннаго образца, отчасти для интерполированія регистраціи во время возможныхъ случайныхъ пропусковъ въ записяхъ перваго прибора, отчасти же для сравненія записей приборовъ этихъ двухъ типовъ, одновременно работающих на различныхъ станціяхъ нашей сѣти. Далѣе, съ 1 іюля прекращены у насъ отсчеты старой серіи почвенныхъ термометровъ, установленныхъ на участкѣ съ оголенной поверхностью, послѣ того, какъ закончены были сравнительныя наблюденія по новой (въ эбонитовыхъ трубкахъ) и старой (въ деревянныхъ трубкахъ) серіямъ такихъ термометровъ, производившіяся въ теченіе цѣлаго года.

Въ отношеніи магнитныхъ наблюденій слѣдуетъ указать на двѣ особенности. Во-первыхъ, въ теченіе отчетнаго года намъ (мнѣ и г. Розенталю, при участіи нашего механика) пришлось затратить очень много времени на установку и юстировку нашихъ новыхъ магнитныхъ приборовъ и магнитографа въ южной залѣ. Послѣ неоднократныхъ пробъ и предварительныхъ установокъ, въ апрѣлѣ намъ удалось уже пустить въ ходъ магнитографъ, при достаточно хорошо установленныхъ новыхъ двунитномъ и однопнитномъ и установленныхъ заново прежнихъ Лойдовыхъ вѣсахъ. Къ сожалѣнію, однако, пятимѣсячный опытъ работы этого прибора (за которою почти исключительно слѣдилъ г. Розенталь) при керосиновомъ освѣщеніи заставилъ насъ отказаться отъ фотографической регистраціи впредь до полученія возможности примѣнить у насъ электрическое освѣщеніе или, по крайней мѣрѣ, впредь до коренной передѣлки освѣтительной части прибора. Попутно, выяснились и другіе недостатки прибора, требующіе также довольно крупныхъ работъ, а именно: недостаточная компенсация магнита двунитнаго прибора и нѣкоторые недостатки въ часахъ. Все это, вмѣстѣ взятое, заставило насъ воспользоваться этими приборами пока только какъ вспомогательными и отложить до болѣе удобнаго времени приведеніе ихъ въ такой видъ, при которомъ возможно было бы использовать ихъ въ полномъ объемѣ.

Второе обстоятельство, о которомъ слѣдуетъ упомянуть, это экстренныя магнитныя наблюденія Обсерваторіи, производившіяся въ теченіе отчетнаго года по особой программѣ, для связи съ работами Германской южно-полярной экспедиціи. Эти наблюденія начались у насъ 15 января и производились регулярно каждое 1-ое и 15-ое число въ назначенные

сроки. Почти всё эти наблюденія были выполнены г-жею Е. Д. Ганъ, за особую плату; что касается минутныхъ отсчетовъ въ теченіе условленнаго часа въ каждый изъ указанныхъ дней, то они дѣлались постоянно двумя лицами. Въ первую половину года въ нихъ, обыкновенно, принималъ участіе, кромѣ г-жи Ганъ, г. Р. Г. Розенталь, а во второй половинѣ года г. Е. К. Ганъ. Наблюденія эти будутъ обработаны въ ближайшемъ будущемъ.

Помимо своихъ прямыхъ обязанностей, Р. Г. Розенталь занимался въ теченіе зимы измѣреніями плотности снѣга, залегающаго въ различныхъ условіяхъ на участкѣ Обсерваторіи, и нанечаталъ въ нѣмецкомъ метеорологическомъ журналѣ замѣтку о рѣдкомъ у насъ явленіи — выпаденіи снѣга 18-го іюля н. с. 1902 года.

Начатая еще въ концѣ 1901 г. организація сейсмическихъ наблюденій продолжалась въ отчетномъ году въ усиленномъ размѣрѣ. Благодаря скопленію у насъ четырехъ серій приборовъ Боша, намъ удалось изслѣдовать эти приборы нѣсколько шире обычнаго, тѣмъ болѣе еще, что въ специально построенномъ для сейсмическихъ наблюденій домѣ нашемъ приборы эти могли быть установлены одновременно. Сравненіе результатовъ записей одинаковыхъ приборовъ Боша (тяжелые маятники Страсбургскаго типа) указало намъ, что центръ тяжести вонроса о возможно лучшемъ дѣйствіи этихъ приборовъ лежитъ въ увеличительномъ рычажкѣ и въ возможности устраненія слишкомъ свободнаго движенія маятниковъ путемъ соответственныхъ демферовъ. Если на приборахъ Боша обычнаго типа и получаются очень интересныя записи, сколько-нибудь вѣрно рисующія всё подробности движенія земной поверхности, то этимъ мы обязаны до извѣстной степени тому обстоятельству, что при двойной передаче движенія отъ центра маятника къ концу пишущаго рычажка часть силы затрачивается на треніе въ осяхъ и, такимъ образомъ, гасится до извѣстной степени собственное движеніе маятника. При устраненіи передаточнаго увеличивающаго рычажка и при записи тѣмъ, именно, способомъ, который рекомендовалъ генераломъ И. И. Померанцевымъ, мы отнюдь не получаемъ тѣхъ характерныхъ особенностей различныхъ фазъ землетрясеній, которыя ясно видны на записяхъ тѣхъ же приборовъ, но съ увеличивающимъ рычажкомъ. Плавная, чрезвычайно долго замѣтная синусоида пишется маятникомъ безъ увеличительнаго рычажка всякій разъ, какъ только равновѣсіе его бываетъ нарушено. Никакихъ измѣненій въ характерѣ волнъ не замѣтно, и, очевидно, послѣ перваго толчка всё дальнѣйшія перемѣны совершенно подавляются собственнымъ правильнымъ движеніемъ маятника.

Далѣе, сравненіе приборовъ различной чувствительности указываетъ, что въ большинствѣ случаевъ зарегистрированныхъ нашими приборами землетрясеній мы имѣемъ дѣло скорѣе съ движеніемъ земныхъ частицъ въ горизонтальной плоскости, чѣмъ съ уклоненіями отвѣса.

Наконецъ, изъ сравненія работы четырехъ различныхъ серій приборовъ Боша мы вывели еще рядъ заключеній о конструктивныхъ особенностяхъ ихъ, но, къ сожалѣнію, не въ пользу мастера. Главнѣйшій недостатокъ, замѣченный почти во всѣхъ восьми приборахъ — это крайне неудовлетворительные часовые механизмы, вращающіе барабаны съ

закопченной бумагой. При довольно большомъ вѣсѣ барабана и очень примитивной передачѣ движенія отъ часовъ къ барабану, очень часто часовые механизмы отказываются работать. Поставленная въ нихъ, сравнительно, сильная пружина, при малѣйшихъ недостаткахъ въ ходѣ передаточныхъ колесъ, ломаетъ и портитъ всѣ сдѣлешя, очевидно, не рассчитанныя на такое сильное сопротивленіе. Часы, движущіе барабанъ — это наиболѣе больное мѣсто въ приборахъ Боша обычнаго типа. Улучшеніе ихъ и, вообще, достиженіе большей плавности вращенія барабана съ бумагой — это одно изъ наиболѣе настоятельныхъ требованій, которыя должны быть предъявлены Бошу при дальнѣйшихъ заказахъ ему приборовъ. Иначе, на сколько-нибудь удаленныхъ отъ центровъ станціяхъ едва ли возможно будетъ достигнуть правильнаго непрерывнаго дѣйствія этихъ приборовъ въ теченіе длиннаго промежутка времени.

Въ концѣ года, кромѣ приборовъ Боша и Мильна, работавшихъ еще съ конца 1901 года, у насъ были устанавлены два горизонтальныхъ маятника, работы Репсольда, Цельнеровскаго типа. Приборы эти, о которыхъ было уже упомянуто ранѣе, устанавлены въ томъ же спеціально построенномъ для наблюденія землетрясеній домѣ, какъ и прочіе сейсмическіе приборы, и находятся въ дѣйствіи съ первыхъ чиселъ декабря 1902 года. Установка ихъ отняла у насъ много времени, такъ какъ для нихъ потребовались столбы значительно бѣльшей поверхности, чѣмъ тѣ, которые были раньше для нихъ заготовлены по спеціальному указанію. Равнымъ образомъ, пришлось измѣнить и высоту одного изъ столбовъ. Благодаря этимъ осложненіямъ, особенно неприятнымъ у насъ, гдѣ всѣ сейсмическіе приборы (перерывы правильнаго дѣйствія которыхъ отнюдь не желательны) устанавлены въ одномъ нераздѣльномъ помещеніи, установка приборовъ потребовала особыхъ приспособленій и отняла значительно больше времени и средствъ, чѣмъ это могло бы быть въ другомъ случаѣ. Встрѣтилось и еще одно затрудненіе — недостатокъ въ Иркутскѣ подходящей бумаги. Тѣмъ не менѣе, въ началѣ декабря, послѣ усиленной работы по изученію приборовъ (до того времени совершенно мнѣ незнакомыхъ) и по ихъ установкѣ, намъ удалось достигнуть правильнаго функціонированія ихъ, и уже въ декабрѣ этими чрезвычайно чувствительными приборами было отмѣчено у насъ нѣсколько землетрясеній.

Правильная организація сейсмическихъ наблюденій въ самой Обсерваторіи, затѣмъ, выработка методовъ обработки сейсмограммъ, наконецъ, организація собиранія свѣдѣній о микросейсмическихъ явленіяхъ, все это совершенно новое у насъ дѣло мнѣ пришлось взять исключительно на себя, такъ какъ, при обиліи срочной работы у моего помощника и завѣдывающихъ отдѣленіями, не было возможности обременять ихъ этой новой добавочной работой. Единственнымъ моимъ помощникомъ въ этомъ дѣлѣ, главнымъ образомъ, въ уходѣ за сейсмографами и въ установкѣ ихъ былъ механикъ Е. К. Ганъ.

Въ дополненіе къ сказанному, слѣдуетъ еще указать на то, что въ 1902 году было собрано довольно много свѣдѣній о наиболѣе значительныхъ землетрясеніяхъ въ Восточной Сибири путемъ настойчивой корреспонденціи съ различными лицами. Эти свѣдѣнія, какъ равно и цифровой матеріалъ, добытый изъ обработки сейсмограммъ Обсерваторіи, мнѣ уда-

лось напечатать въ Извѣстіяхъ Восточно-Сибирскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, въ видѣ двухъ выпусковъ «Списка Землетрясеній», на продолженіе которыхъ вполне можно разсчитывать, благодаря сочувственному отношенію къ этому дѣлу гг. членовъ Комитета Отдѣла.

Довольно много времени отняла у насъ организація двухъ новыхъ вспомогательныхъ станцій — въ Красноярскѣ и Кабанскѣ. Какъ предварительная, такъ и послѣдующая послѣ открытія станцій переписка потребовала, сравнительно, много времени, не говоря уже о томъ времени, которое употреблено было на поѣздки механикомъ г. Ганомъ, для устройства станціи въ Кабанскѣ, и мною, для той же цѣли въ Красноярскѣ. Нравственнымъ удовлетвореніемъ въ обоихъ случаяхъ служить намъ удовлетворительное дѣйствіе этихъ двухъ новыхъ станцій въ первые же послѣ открытія мѣсяцы.

Въ общемъ, не смотря на, сравнительно, хорошіе результаты, достигнутые нами въ первый же годъ организаціи этихъ деликатныхъ наблюденій какъ въ самой Обсерваторіи, такъ и на двухъ вспомогательныхъ станціяхъ, долгомъ считаю указать, что въ дальнѣйшемъ будущемъ довольно трудно будетъ поддерживать это дѣло на должной высотѣ, такъ какъ оно по своей сложности требуетъ непремѣнно особаго завѣдывающаго этимъ дѣломъ, котораго пока у насъ нѣтъ.

4. Работы отдѣленія сѣти станцій.

Въ отчетномъ году занятія въ Отдѣленіи сѣти станцій велись, по прежнему, подъ руководствомъ завѣдывающаго Отдѣленіемъ В. Б. Шостаковича. Работали въ Отдѣленіи вышеупомянутыя лица, работа которыхъ, въ общей сложности, эквивалентна работѣ 6,8 годовыхъ работницъ. Въ 20-хъ числахъ мая мѣсяца были уже закончены работы по обработкѣ наблюденій за 1901 годъ, за исключеніемъ законченной позднѣе обработки самопишущихъ приборовъ. Въ общемъ, за 1901 годъ обработаны наблюденія 68 станцій 2-го разряда и 32 станцій 3-го разряда. Въ теченіе 1902 года вычислено, въ общемъ:

а) мѣсячныхъ таблицъ станцій, наблюдавшихъ по 3 раза въ сутки:

за	1901 годъ	201
»	1902 »	552
	<hr/>	
	Всего	753

б) таблицъ самонишущихъ приборовъ:

за	1901 годъ	102
»	1902 »	11
	<hr/>	
	Всего	113

в) таблицъ ежечасныхъ наблюденій въ Верхоянскѣ за 1901—1902 гг.: 20.

Къ концу 1902 г. осталось невровѣренныхъ таблицъ этого года 196 обычныхъ мѣсячныхъ и 76 таблицъ самопишущихъ приборовъ.

Сверхъ указанной обычной работы, слѣдуетъ отмѣтить еще, какъ экстренную работу, чтеніе очень значительнаго числа корректуръ наблюденій прибайкальскихъ станцій за 1899 — 1901 гг., печатавшихся Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею въ особомъ изданіи. По нрежнему, Отдѣленіе собирало, кромѣ обычныхъ наблюденій, свѣдѣнія о вскрытіи и замерзаніи водъ въ Восточной Сибири, путемъ разсылки особыхъ опросныхъ бланковъ два раза въ годъ. Далѣе, въ отчетномъ году Обсерваторіею была сдѣлана впервые въ Сибири попытка напечатать наблюденія, по возможности, всѣхъ станцій одной губерніи, именно Енисейской, въ одномъ изданіи. Благодаря сочувственному отношенію къ этому дѣлу Красноярскаго Подотдѣла Восточно-Сибирскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества и Красноярской Городской Думы, нашлись небольшія средства на печатаніе такого изданія. Въ концѣ отчетнаго года первый выпускъ этого труда, съ наблюденіями станцій Енисейской губерніи за 1901 г., былъ уже напечатанъ въ «Извѣстіяхъ» Красноярскаго Подотдѣла, подъ моею редакціею. На дальнѣйшее продолженіе его есть полная надежда. Труды по сводкѣ матеріала и по печатанію этого изданія почти цѣликомъ легли на завѣдывающаго Отдѣленіемъ В. Б. Шостаковича. Въ этомъ изданіи напечатаны полностью наблюденія станцій Енисейскъ, Красноярскъ и Минусинскъ и въ выводахъ наблюденія всѣхъ остальныхъ станцій Енисейской губерніи какъ второго, такъ и низшихъ разрядовъ. Кромѣ того, тамъ же помѣщены выводы изъ наблюденій по термографу и барографу въ Красноярскѣ.

Помимо обычныхъ работъ по завѣдыванію Отдѣленіемъ, какъ-то провѣркѣ наблюденій путемъ сравненія сосѣднихъ станцій, общаго контроля и руководства по обработкѣ наблюденій, наконецъ, заботъ о поддержаніи и расширеніи наблюдательной сѣти и переписки съ наблюдателями, на обязанности завѣдыющаго лежало также устройство нашего архива. Въ отчетномъ году всѣ полученныя изъ Главной Физической Обсерваторіи наблюденія станцій Восточной Сибири за прежніе годы, а также и вновь полученныя у насъ были разсортированы, разложены и перенесены въ извѣстной системѣ.

Помимо прямыхъ обязанностей, В. Б. Шостаковичемъ были составлены, въ свободное отъ службы время, слѣдующія статьи:

- 1) Вскрытіе и замерзаніе водъ Восточной Сибири въ 1901 году.
- 2) О толщинѣ ледяного покрова на водоемахъ Восточной Сибири.
- 3) Замѣтка о быстрыхъ колебаніяхъ температуры на побережьи Байкала.
- 4) О замерзаніи и вскрытіи водъ.
- 5) О причинахъ поздняго замерзанія рѣки Ангары.

Три первыхъ статьи въ настоящее время уже напечатаны — первая въ «Извѣстіяхъ» Восточно-Сибирскаго Отдѣла И. Р. Г. О., а двѣ другія въ «Ежемесячномъ Бюлетенѣ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи».

5. Состояніе сѣти станцій.

Состояніе сѣти станцій въ отчетномъ году было слѣдующее.

а) Станціи второго разряда.

Вновь оборудованы были въ теченіе года: одна станція перваго класса и 9 станцій 2-го класса, всего 10 станцій, распредѣляющихся по губерніямъ и областямъ такъ:

Въ Енисейской губ. 2-го класса: Баландино, Ужурское, Усинское и Шира.

Въ Иркутской губ. 1-го класса: Зима, 2-го класса: Знаменское и Тайшетъ.

Въ Забайкальской области: 2-го класса: Оловянная, Яблоновая и Ямаровка.

Изъ числа вновь открытыхъ станцій не присланы пока наблюденія только изъ Знаменскаго и Усинскаго.

Двѣ изъ указанныхъ выше станцій, именно Ужурское и Знаменское, преобразованы изъ станцій 3-го разряда во второразрядныя станціи. Двѣ изъ нихъ, а именно Баландино и Яблоновая, устроены на частныя средства, первая, въ Минусинскомъ уѣздѣ, на средства А. А. Баландина, вторая на средства инженера Яблоновскаго. Последняя станція представляетъ особый интересъ, какъ расположенная на перевалѣ черезъ Яблоновый хребетъ. Къ сожалѣнію, однако, наблюденія на этой станціи производятся крайне отрывочно. Большой интересъ могутъ также представить наблюденія на Ямаровскихъ минеральныхъ водахъ, гдѣ устроена на средства Обсерваторіи станція 2-го разряда, пока 2-го класса, при просвѣщенномъ содѣйствіи Начальника Иркутскаго Горнаго Управленія, горнаго инженера Д. Л. Иванова. Помимо своего значенія для выясненія климатическихъ особенностей этого мѣста, какъ лѣчебнаго пункта, станція эта, расположенная въ верховья рѣки Чикоя, на южномъ склонѣ Малханскаго хребта, интересна и по значительной абсолютной высотѣ своей. Другая изъ вновь открытыхъ станцій устроена въ одномъ изъ наиболѣе популярныхъ Сибирскихъ курортовъ, на озерѣ Шира. Переговоры объ ея устройствѣ начались очень давно, такъ какъ выясненіемъ метеорологическихъ особенностей этой станціи, особенно въ лѣтніе лѣчебные мѣсяцы, интересовались мѣстные врачи съ давнихъ поръ. Къ сожалѣнію, однако, здѣсь особенно трудно найти наблюдателя, который могъ бы наблюдать круглый годъ. Новая станція, открытая здѣсь Николаевскою Главною Физическою Обсерваторіею, при содѣйствіи Общества охраненія Народнаго Здравія, и переданная въ завѣдываніе Иркутской Обсерваторіи, также страдаетъ пока отъ этого недуга, и только въ будущемъ, вѣроятно, окажется возможнымъ получить отсюда наблюденія и надежныя, и интересныя, въ виду чисто степнаго характера этой станціи. Крупнымъ пріобрѣтеніемъ будутъ наблюденія возобновленной станціи въ Усинскомъ краѣ; въ этомъ году, впрочемъ, наблюденія Усинской станціи еще не получены.

Изъ числа дѣйствовавшихъ ранѣе станцій 2-го разряда въ 1901 году закрылись:

Одна станція въ Енисейской губерніи 3-го класса — Троицко-Заозерная.

2 станціи въ Иркутской губерніи: 1-го класса Залари и 2-го класса Бирюса.

Одна станція въ Якутской области 3-го класса — Сунтарь.

Въ общемъ, 4 станціи, изъ нихъ по одной 1-го и 2-го класса и 2 станціи 3-го класса.

Измѣненіе числа станцій, присылавшихъ свои наблюденія Обсерваторіи въ 1902 году, сравнительно съ числомъ такихъ же станцій въ 1901 году, видно изъ слѣдующей таблички:

Станцій 2-го разряда было:

	1-го кл.	2-го кл.	3-го кл.	Всего.
Въ 1901 году.	33	20	15	68
Убыло въ 1902 году. .	3	4	7	14
Прибыло въ 1902 году.	5	12	1	18
Въ 1902 году.	35	28	9	72

Такимъ образомъ, общее число станцій, сравнительно съ 1901 годомъ, въ отчетномъ году увеличилось на четыре станціи, при чемъ это увеличеніе, главнымъ образомъ, произошло въ станціяхъ высшихъ классовъ — 1-го класса на 2, и второго на 8, — тогда какъ число станцій 3-го класса даже уменьшилось на 6. Эта особенность наблюдается у насъ постоянно и объясняется чисто мѣстными условіями. Наблюдатели у насъ встрѣчаются, вообще, рѣдко, но разъ кто-нибудь взялся за это дѣло, онъ стремится, въ большинствѣ случаевъ, расширить программу своихъ наблюдений, такъ какъ разница въ затратахъ времени при расширенной программѣ очень невелика.

Убыль, сравнительно съ 1901 годомъ, объясняется слѣдующими причинами.

1-го класса убыло три станціи — Залари, Николаевскій Заводъ и Усть-Кутъ. Двѣ первыя станціи перенесены въ ближайшіе пункты, Зиму и Братскій Острогъ, за переѣздомъ туда наблюдателей. Въ Николаевскомъ Заводѣ и въ Усть-Кутѣ прекращена дѣятельность работавшихъ раньше здѣсь заводовъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ прекращена дѣятельность станцій. Въ числѣ прибывшихъ пяти станцій двѣ, уже указанныя, Зима и Братскій Острогъ, перенесены изъ сосѣднихъ мѣстъ, далѣе, слѣдуетъ новая станція Жердовка, оборудованная на средства мѣстной сельско-хозяйственной школы и имѣющая весьма ревностнаго наблюдателя въ лицѣ учителя школы, г. Бердникова. Наконецъ, Верхнеудинскъ и Омолоевское также, какъ и упомянутый ранѣе Братскій Острогъ, переведены въ высшій классъ, благодаря снабженію ихъ барометрами.

Убыль 4-хъ станцій второго класса объясняется перенесеніемъ одной изъ нихъ изъ Бирюсы въ Тайшетъ и переводомъ трехъ остальныхъ — Братскій Острогъ, Верхнеудинскъ и Омолоевское — въ высшій разрядъ.

Прибавилось къ этому числу всего 12 станцій: а именно 9 вновь открытыхъ станцій — Баландино, Илимскъ, Нижнеудинскъ, Оловянная, Тайшетъ, Ужурская, Шира, Яблоновая и Ямаровка и 3 перешедшія изъ 3-го разряда — Акатуй, Ермаковское и Нижнеколымскъ.

Изъ числа третьеклассныхъ станцій убыло всего 7 станцій, въ томъ числѣ 2 — Сун-

тарь и Троицко-Заозерное, за прекращеніемъ наблюдений вслѣдствіе выѣзда наблюдателей, двѣ станціи, Кежемское и Ново-Маріинскій пріискъ, не прислали своихъ наблюдений, и три, Акатуй, Ермаковское и Нижнеколымскъ, перешли во второй классъ. Прибыла вновь только одна станція — Дорогинское.

Изъ указанныхъ станцій 2-го разряда въ отчетномъ году были осмотрѣны три станціи А. В. Вознесенскимъ (Красноярскъ, Тайшетъ и Тулунъ) и 10 станцій В. Б. Шостаковичемъ (Жердовка, Омолоевская, Усть-Кутъ, Илимскъ, Братскій Острогъ, Тулунъ, Нижнеудинскъ, Тайшетъ, Канскъ и Зима).

Изъ названныхъ 72 станцій 2-го разряда только 24 работали безвозмездно, остальные 48 станцій получали за свои наблюдения большее или меньшее вознагражденіе. Въ числѣ послѣднихъ 41 станція содержались на средства исключительно Иркутской Обсерваторіи (расходъ на нихъ достигъ 9108 р. 46 к., не считая стоимости вновь приобретенныхъ приборовъ = 1186 р. 83 коп.). Одна станція содержится на совмѣстныхъ средствахъ Обсерваторіи и Енисейской Городской Управы. Затѣмъ, по одной станціи содержатъ Николаевская Главная Физическая Обсерваторія, Управление по сооруженію Кругобайкальской желѣзной дороги и Троицкосавскій Подотдѣлъ Приамурскаго Отдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества. Наконецъ, три станціи поддерживаемыя, обыкновенно, Иркутскою Обсерваторіею, содержатся временно на средства Русской Полярной Экспедиціи.

б) Станціи 3-го разряда:

Изъ числа дѣйствовавшихъ въ 1901 году въ отчетномъ году прекратили свои наблюдения 5 станцій: Бейское, Есаульское, Курагинское, Хоготъ и Шимки; одна станція, Ужурское, перешла во второй разрядъ. Въ общемъ, число станцій 3-го разряда убавилось на 6. Новыхъ же станцій открыто 7: Амга, Черняево, Больше-Мамырское, Ильинскій Заводъ, Гадалей, Петропавловское и Манзурское. Распредѣляя станціи по наблюдаемымъ элементамъ, имѣемъ въ 1902 году слѣдующія общія числа наблюдательныхъ пунктовъ надъ осадками (О), грозами (Г) и снѣжнымъ покровомъ (С), включая сюда и станціи 2-го разряда:

Губерн. и Обл.	Станціи II разряда.				Станціи III разряда.								Общее число.		
	О	Г	С	ГС	О	Г	С	ОГ	ОС	ГС	ОГС	О	Г	С	
Енисейская	14		3	7	1		1	1	2	2	4	22	14	19	
Иркутская	20	1	5	9	2			1	3	1	8	34	20	26	
Якутская	13	1	4	5	2							15	6	9	
Забайкальская	25		4	12	3				1			29	12	17	
Монголія	1											1			
Итого въ 1902 г. было . .												102	52	71	
Итого въ 1901 г. было . .												95	43	60	
Прибавилось въ 1902 г. . .												7	9	11	

в) *Экстраординарныя наблюденія.*

Въ числѣ такихъ наблюденій на первомъ мѣстѣ стоитъ продолженіе въ теченіе всего года ежечасныхъ наблюденій надъ всѣми элементами въ Верхоянскѣ. Благодаря самоотверженной дѣятельности гг. Абрамовича, Басова и Иваницкаго, наблюденія эти продолжались въ прежнемъ объемѣ и велись во всѣхъ отношеніяхъ образцово. Въ концѣ года г. Абрамовичъ выѣхалъ изъ Верхоянска, и завѣдываніе станціею перешло къ г. Басову. Къ большому сожалѣнію, вслѣдствіе особенныхъ, «полярныхъ» условій и отсутствія у наблюдателей возможности провѣрять время иначе, какъ по солнцу, зимою, при очень ненадежныхъ часахъ, бывшихъ въ распоряженіи наблюдателей, время не могло соблюдаться точно. Поправка часовъ, опредѣленная весною при первомъ появленіи солнца, значительно разошлась съ тою, которую наблюдатели принимали. Въ остальныхъ отношеніяхъ наблюденія этой станціи отличаются прежними высокими достоинствами.

Затѣмъ, по прежнему, продолжались въ Песчаной бухтѣ сравнительныя наблюденія по двумъ термографамъ, помѣщеннымъ на различныхъ высотахъ. Наблюденія эти въ отчетномъ году дали массу интересныхъ случаевъ совершенно различнаго хода температуры вверху и внизу.

На Верхней Мишихѣ продолжались, по прежнему, наблюденія надъ плотностью снѣга.

Наблюденія надъ облачностью по расширенной программѣ производили въ отчетномъ году 7 станцій.

Надъ солнечнымъ сіяніемъ — 3 станцій.

Надъ испареніемъ воды — 2 станцій.

Надъ температурою почвы на разныхъ глубинахъ — 3 станцій, изъ нихъ одна (Жердовка) начала свои наблюденія только въ отчетномъ году.

Надъ температурою поверхности почвы — 8 станцій.

Надъ температурою воды — 14 станцій, въ томъ числѣ 7 станцій на озерѣ Байкалѣ и 7 въ различныхъ рѣкахъ. Въ число этихъ 14 станцій входятъ 4 станціи, начавшія въ 1902 г. свои наблюденія: Красноярскъ надъ температурою рѣки Енисея, Петропавловское — р. Лены, Среднеколымскъ — р. Колымы, Усолье — р. Ангары.

Надъ уровнемъ водъ — 10 станцій, изъ нихъ 3 на рѣкахъ и 7 на озерѣ Байкалѣ.

Надъ давленіемъ воздуха по барографамъ — 22 станцій, въ томъ числѣ 3 новыя — Нижнеудинскъ, Нерчинскій Заводъ и Туруханскъ.

Надъ температурою воздуха по термографамъ — 23 станцій, изъ нихъ 3 новыхъ — Нижнеудинскъ, Нерчинскій Заводъ и Урга.

Надъ влажностью воздуха по гигрографу — 1 станція.

Надъ направленіемъ и силою вѣтра по анемографу — 1 станція.

Надъ колебаніемъ воды по мареографу — 1 станція.

г) *Снабженіе станцій приборами.*

Въ теченіе отчетнаго года на станціи Восточно-Сибирской сѣти были разосланы слѣдующіе приборы.

1) Барометровъ	3
2) Барографовъ	3
3) Анероидовъ	5
4) Термографовъ	2
5) Термометровъ психрометрическихъ . .	17
6) Термометровъ минимальныхъ	12
7) Термометровъ родниковыхъ	5
8) Гигрометровъ	6
9) Солнечныхъ часовъ Флеше	5
10) Карманныхъ часовъ	1
11) Дождемѣровъ	38
12) Защита Нифера	29
13) Флюгеровъ	7
14) Клѣтокъ	4
15) Фонарей	3
16) Стакановъ для психрометровъ	2

Приборы разосланы на слѣдующія станціи:

- 1) Абаканскій Заводъ. Станокъ для укрѣпленія термометра у окна, флюгеръ № 25428.
- 2) Акатуй. Измѣрительный стаканъ къ дождемѣру.
- 3) Акша. Защита Нифера, анероидъ № 1120 (18104).
- 4) Баргузинъ. Психрометрический термометръ № 20071 (5832*)
дождемѣръ № 16969.
- 5) Большемамырское. Пара дождемѣровъ съ защитою № 24500, 24502.
- 6) Борзя. Психрометрический термометръ № 7181* (25885).
- 7) Братскій Острогъ. Солнечные часы Флеше № 98.
- 8) Верхнеудинскъ. Чашечный барометръ Мюллера № 670, психрометри-
ческий термометръ № 7177* (25878).
- 9) Верхній Суэтукъ. Психрометрический термометръ № 5839* (20085), ста-
нокъ для укрѣпленія термометра у окна.
- 10) Верхоянскъ. Карманные часы № 139251, 2 пера къ самопишу-
щимъ приборамъ.
- 11) Вилюйскъ. Солнечные часы Флеше № 99 (20712), пара дожде-
мѣровъ съ разборною защитою № 23438 и 23448.
- 12) Гадалей. Пара дождемѣровъ съ разборною защитою № 23447 и
23450 и измѣрительный стаканъ № 19807.
- 13) Знаменское. Флюгеръ № 18416, психрометрический термометръ
№ 6166* (21037), минимальный термометръ № 6079
(20848).

- 14) Ильинскій Заводъ. Пара дождемѣровъ № 22 и 23 съ защитою и стаканомъ.
- 15) Каменка. Пара дождемѣровъ № 24640 и 24508 съ защитою и стаканомъ.
- 16) Канскъ. Чашечный барометръ Мюллера № 570, гигрометръ № 306 (20301).
- 17) Красноярскъ. Два психрометрическихъ термометра № 5837* (20081) и № 6546* (22216), родниковый термометръ № 7190 (25995).
- 18) Леонидовскій Зав. Защита Нифера.
- 19) Лиственичное. Измѣрительный стаканъ къ дождемѣру № 20031, пара дождемѣровъ № 24504 и 24519.
- 20) Мысовая. Чашечный барометръ № 593, измѣрительный стаканъ къ дождемѣру, фонарь.
- 21) Нерчинскій Заводъ. Барографъ Нодэ № 75 (20962,) термографъ Ришара № 22134 (28728), флюгеръ № 18490, пара дождемѣровъ съ защитою № 23455 и 23437, двѣ чашки къ эвапорометру.
- 22) Нерчинскъ. Защита Нифера.
- 23) Нижнеколымскъ. Защита Нифера, минимальный термометръ № 5796 (18952).
- 24) Нижнеудинскъ. Психрометрический термометръ № 6174* (21053), дождемѣръ № 359.
- 25) Ново-Александровскій Заводъ. Защита Нифера, пара дождемѣровъ № 24503 и 24507.
- 26) Нюйское. Пара дождемѣровъ № 24521 и 24525 съ защитою и стаканомъ.
- 27) Оймуръ. Защита Нифера, анероидъ № 1106 (18090).
- 28) Олекминскъ. Пара дождемѣровъ № 24516 и 24527 съ измѣрительнымъ стаканомъ № 19989.
- 29) Ольхонъ. Пара дождемѣровъ № 19 и 16968, флюгеръ № 17107, гигрометръ № 22269, двѣ защиты Нифера: одна обыкновенная, другая изъ толстаго котельнаго желѣза, родниковые термометры Фуса № 22 и Мюллера № 1150 (19175), минимальный термометръ № 5550 (16846).
- 30) Оловянная. Минимальный термометръ № 5464 (17146), психрометрический термометръ № 5839 (20084), неразборная психрометрическая клѣтка, анероидъ № 1130 (20274), флюгеръ № 21563, пара дождемѣровъ № 22067 и 22068 съ защитою и стаканомъ, фонарь.
- 31) Олонское. Пара дождемѣровъ № 23440 и 23445 съ защитою.

- 32) Омолой. Защита Нифера, пара дождемѣровъ № 24512 и 24518, гигрометръ № 505 (24535).
- 33) Песчаная бухта. Флюгеръ № 9928.
- 34) Петропавловское. Пара дождемѣровъ № 1 и 2 съ измѣрительнымъ стаканомъ, защита Нифера, психрометрической термометръ № 5850* (20106).
- 35) Среднеколымскъ. Солнечные часы Флеше № 97 (20710), родниковый термометръ № 7195 (26000).
- 36) Стрѣтенскъ. Барографъ Ришара № 17661 (29046), защита Нифера.
- 37) Тайшетъ. Минимальный термометръ № 6066 (20836).
- 38) Троицкое. Солнечные часы Флеше № 112 (20722), защита Нифера.
- 39) Троицкосавскъ. Защита Нифера, пара дождемѣровъ №№ 24514 и 24515.
- 40) Тулунъ. Фонарь и 2 пера къ приборамъ Ришара.
- 41) Туруханскъ. Барографъ Нодэ № 98 (22414).
- 42) Ужурское. Психрометрической термометръ № 5684 (18472), минимальный термометръ № 5784 (18943), флюгеръ № 5692, неразборная психрометрическая клѣтка.
- 43) Ундинская. Пара дождемѣровъ № 24505 и 24509 съ защитой Нифера.
- 44) Усинское. Психрометрической термометръ № 5832 (20070), минимальный термометръ № 6122 (20889), разборная психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ № 1, пара дождемѣровъ № 23443 и 23453 съ защитой и стаканомъ, солнечные часы Флеше № 85 (17635).
- 45) Урга. Термографъ Мюллера № 23730, защита Нифера.
- 46) Хараузъ. Минимальный термометръ № 6084 (20853).
- 47) Хилокъ. Психрометрической термометръ № 6164 (21032).
- 48) Чита. Защита Нифера, волосной гигрометръ № 4049.
- 49) Шаманское. Защита Нифера.
- 50) Яковлевскій Винокуреннй Заводъ. Измѣрительный стаканъ къ дождемѣру.
- 51) Якутскъ. Защита Нифера, минимальный термометръ № 6091 (20860).
- 52) Ямаровка. Неразборная психрометрическая клѣтка съ вентиляторомъ, два психрометрическихъ термометра № 5837 (20080) и 5851 (20107), минимальный термометръ № 5812 (18970),

гигрометръ № 353 (22841), анероидъ № 1104 (18088), пара дождемѣровъ съ измѣрительнымъ стаканомъ и защитою № 24513 и 24529, флюгеръ № 18417.

Сверхъ того, по просьбѣ Красноярскаго Подотдѣла Императорскаго Русскаго Географическаго Общества, выданъ г-пу Кону одинъ минимальный термометръ № 1138 и одинъ ролпиковый № 2.

6. Работы Отдѣленія штормовыхъ предостереженій.

Въ отчетномъ году въ названномъ Отдѣленіи работы продолжались лишь до 16 іюля, такъ какъ съ указаннаго числа завѣдывающій Отдѣленіемъ, И. И. Манухинъ, былъ командированъ въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію для занятій тамъ.

Въ теченіе первой половины года занятія въ Отдѣленіи сосредоточивались, главнымъ образомъ, на выборкѣ данныхъ изъ Лѣтописей и бюллетеня, для составленія синоптическихъ картъ для Сибири. Такихъ картъ въ отчетномъ году было составлено 222. Онѣ обнимаютъ промежутокъ времени съ сентября 1899 по май 1900 года. Сверхъ указанныхъ картъ, по моему предложенію, г. Манухинъ занялся сводкой всего собраннаго за 2 года синоптическаго матеріала, для полученія болѣе общихъ выводовъ. По моему же предложенію, были начаты имъ и пробныя предсказанія погоды, на основаніи составлявшихся имъ картъ, для слѣдующаго дня. Составленное, на основаніи полученныхъ матеріаловъ, изслѣдованіе г. Манухина «О типахъ путей циклоновъ въ Азіатской Россіи, по наблюденіямъ съ апрѣля 1898 по февраль 1900 года» представлено мною въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, вмѣстѣ со всѣми остальными работами Отдѣленія. Сверхъ своихъ прямыхъ обязанностей, г. Манухинъ принималъ нѣкоторое участіе въ работахъ Отдѣленія съти станцій, именно, знакомился съ обработкою нѣкоторыхъ самопишущихъ приборовъ, затѣмъ, завѣдывалъ составленіемъ каталога библіотеки и систематизаціей ея.

7. Маяки на озерѣ Байкалѣ.

Исторія этого дѣла и его передачи съ 1902 года въ наше вѣдѣніе слѣдующая. Вмѣстѣ съ началомъ детальнаго гидрографическаго изслѣдованія Байкала, продолжавшагося съ 1896 по 1902 годъ подъ руководствомъ Начальника Экспедиціи, полковника Ф. К. Дриженко, явилась мысль объ освѣщеніи озера маяками, для безопаснаго плаванія вдоль его береговъ, далеко не всегда гостепріимныхъ. Высказанная въ одномъ изъ отчетовъ Ф. К. Дриженко мысль о необходимости такого освѣщенія встрѣтила полное одобреніе со стороны Комитета по сооружеціи Сибирской желѣзной дороги. Въ 1899 году уже были отпущены Комитетомъ средства на постройку трехъ первыхъ маяковъ, причемъ все дѣло

рѣшено было вести, по возможности, скромно, въ виду того, что судоходство на Байкалѣ, вообще, не особенно развито. Солидарная и направленная къ однѣмъ цѣлямъ — изученію Байкала — дѣятельность Экспедиціи и Обсерваторіи давала возможность, при содѣйствіи этихъ учрежденій другъ другу, достигъ наилучшихъ результатовъ въ томъ и другомъ отношеніи. Поэтому въ теченіе ряда лѣтъ Обсерваторія и Экспедиція оказывали одна другой постоянныя услуги, для возможнаго развитія каждою порученнаго ей дѣла. Первый маякъ на Байкалѣ, въ Голоустномъ, былъ устроенъ при зданіи существовавшей здѣсь уже ранѣе метеорологической станціи, въ наблюдателѣ которой Экспедиція нашла сразу и безъ хлопотъ надежнаго смотрителя маяка. Вмѣстѣ съ устройствомъ маяка въ Песчаной Бухтѣ была устроена тамъ и метеорологическая станція, и опытъ перваго же года показалъ, что такое совмѣстное пользованіе поселяющимися на маякахъ людьми вполне обезпечиваетъ какъ интересы Обсерваторіи въ отношеніи полученія надежныхъ наблюдателей метеорологическихъ станцій, такъ и интересы маячнаго управленія, давая послѣднему, сравнительно, хорошо обезпеченныхъ и аккуратныхъ маячныхъ смотрителей; вмѣстѣ съ тѣмъ, какъ показалъ опытъ, такая система двойного, такъ сказать, использованія маячныхъ смотрителей является, сравнительно, очень дешевой для казны. Комитетъ по сооруженію Сибирской желѣзной дороги, очевидно, раздѣлялъ это мнѣніе и въ теченіе ряда лѣтъ давалъ средства какъ на постройку новыхъ маяковъ и ихъ содержаніе, такъ и на содержаніе устраивавшихся вмѣстѣ съ маяками метеорологическихъ станцій. Въ первые годы Обсерваторія была почти свободна отъ всякихъ матеріальныхъ заботъ въ этомъ дѣлѣ, такъ какъ онѣ ложились, главнымъ образомъ, на долю Экспедиціи, работавшей на Байкалѣ только лѣтомъ. Попеченіе о маячныхъ смотрителяхъ въ остальное время, по соглашенію съ начальникомъ Экспедиціи, я, для пользы дѣла, принялъ, безвозмездно, на себя. Но, по мѣрѣ приближенія работъ Экспедиціи къ концу, выяснялся вопросъ о необходимости закрѣпленія за какимъ-либо постояннымъ учрежденіемъ навсегда заботъ по надзору за маяками въ ихъ полномъ объемѣ. Высочайше утвержденнымъ въ концѣ 1900 г. мнѣніемъ Комитета было постановлено передать эти заботы Иркутской Обсерваторіи, съ ассигнованіемъ въ 1902 г. средствъ на это дѣло въ количествѣ 8800 руб. изъ фонда вспомогательныхъ предпріятій Сибирской желѣзной дороги, причемъ въ названномъ году Обсерваторія являлась еще не полною хозяйкою въ этомъ дѣлѣ, такъ какъ часть маяковъ, лѣтомъ 1902 г. еще только строившихся, оставалась въ завѣдываніи Экспедиціи. Съ 1903 г. должно было состояться утвержденіе постоянныхъ штатовъ по надзору за маяками на Байкалѣ. Мною, совместно съ полковникомъ Ф. К. Дриженко, были выработаны какъ планъ передачи, такъ и первыя смѣты на содержаніе маяковъ на Байкалѣ; точно такъ же мною составленъ былъ рядъ записокъ и докладовъ по этому дѣлу. Конечнымъ результатомъ какъ представленій полковника Дриженко, такъ и моихъ было порученіе Обсерваторіи надзора за маяками, обезпечившее, такимъ образомъ, на долгіе годы судьбу нашихъ метеорологическихъ станцій по пустыннымъ берегамъ Байкала, гдѣ безъ маячныхъ смотрителей намъ едва ли удалось бы когда нибудь устроить рядъ такихъ интересныхъ по своимъ особенностямъ станцій,

какъ стапціи въ Песчаной Бухтѣ, на Кобыльей Головѣ, на Ольхонѣ и на Ушканьемъ Островѣ. Само собою разумѣется, что этотъ успѣхъ былъ достигнутъ не даромъ — Обсерваторіи пришлось принять на себя значительную обузу въ видѣ чуждыхъ ей до того массы хозяйственныхъ заботъ, особенно обостренныхъ тѣми исключительными условіями, въ которыя поставлены смотрители маяковъ, находящихся, по большей части, въ уединенныхъ и почти недоступныхъ безъ парохода уголкахъ Байкала. Вопли справедливого желаніе соединить возможную пользу съ наименьшими расходами заставило насъ въ своихъ ходатайствахъ ограничиться только безусловно необходимыми средствами, а потому всю припятую на себя работу по надзору за маяками Обсерваторія можетъ выполнить не иначе, какъ путемъ наибольшаго напряженія ея рабочихъ способностей.

Первый, вступительный, такъ сказать, годъ ея работъ въ этомъ направленіи показалъ всю тяжесть этого дѣла и вмѣстѣ съ тѣмъ наглядно доказалъ, что ассигнованныя на этотъ предметъ средства скорѣе слишкомъ малы, чѣмъ велики. Въ самомъ дѣлѣ, уже весною этого года, почти одновременно съ открытіемъ Обсерваторіи кредита на это дѣло, выяснилось, что положеніе маяка Хараузъ, стоящаго на берегу притока Хараузъ, въ дельтѣ р. Селенги, у берега озера, крайне опасно. Неожиданно быстро подвинувшееся впередъ размываніе берега рѣки, въ 20 саженьяхъ отъ котораго былъ построенъ Экспедиціей маякъ и домъ при немъ, притомъ увеличивавшееся съ каждымъ днемъ, заставило насъ съ полковникомъ Дриженко, по внимательномъ обсужденіи этого дѣла, придти къ убѣжденію о необходимости немедленнаго переноса на болѣе безопасное отъ размыва мѣсто какъ маяка, такъ и маячнаго дома. Потребныхъ на это дѣло средствъ, свыше 1000 руб., ни у Обсерваторіи, ни у Экспедиціи не было, ассигнованія ихъ своевременно нельзя было ожидать; поэтому, съ общаго согласія, рѣшено было все-таки приступитъ къ этой работѣ на средства, отпущенныя Обсерваторіи для разъѣздовъ по маякамъ, взамѣнъ чего Начальникъ Экспедиціи взялъ на себя хлопоты по надзору за ремонтомъ маяковъ и доставкѣ на послѣдніе какъ рабочихъ, такъ и всѣхъ матеріаловъ. Такимъ путемъ, безъ ущерба для казны, удалось уладить это дѣло, грозившее намъ, въ самомъ началѣ нашей дѣятельности по надзору за маяками, сравнительно, крупными осложненіями и неприяностями. Переносъ маяка состоялся осенью 1902 г., и въ началѣ 1903 года онъ законченъ вполне благополучно, не выходя изъ смѣты, но зато положенныхъ Обсерваторіи средствъ не хватило на всѣ разъѣзды, какіе были необходимы этимъ лѣтомъ для удовлетворенія всѣхъ нуждъ маячныхъ смотрителей. Если это все-таки сдѣлано, то этимъ мы обязаны содѣйствію г. Начальника Экспедиціи, полковника Ф. К. Дриженко. На пароходѣ Экспедиціи мною былъ совершенъ объѣздъ маяковъ съ подробнымъ осмотромъ ихъ и принятіемъ всего маячнаго имущества въ завѣдываніе Обсерваторіи. Всѣхъ маяковъ на Байкалѣ, принятыхъ въ наше завѣдываніе, 10, а именно: Голоустьинскій, Большая Колокольня (въ Песчаной Бухтѣ), Хараузъ, Кобылья Голова (на Ольхонѣ), Туркинскій, Горячинскій, Большой Ушканій, Котельниковскій, Душкачанскій и Дагарскій. Изъ нихъ при Дагарскомъ и Хараузскомъ, кромѣ маячныхъ, имѣются еще по 2 створныхъ огня для входа въ устья рѣкъ Верхней Ангары и Селенги. Туркинскій и Горячинскій маяки на-

ходятся въ свѣдѣніи одного зрителя. Подробный отчетъ о принятыхъ въ завѣдываніе Обсерваторіи маякахъ представленъ мною въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію еще осенью минувшаго года¹⁾. Съ того времени никакихъ существенныхъ перемѣнъ на маякахъ, за исключеніемъ переноса маяка Хараузъ и маячнаго дома при немъ, не произошло. Документальный отчетъ о расходахъ на содержаніе маяковъ будетъ представленъ мною въ ближайшемъ будущемъ особо.

Сверхъ указанныхъ, чисто формальныхъ занятій по приему маяковъ, я воспользовался рѣдкимъ случаемъ посѣщенія различныхъ пунктовъ на обоихъ берегахъ Байкала, главнымъ образомъ, въ сѣверной его части, для производства здѣсь магнитныхъ опредѣленій. Въ теченіе короткаго, сравнительно, времени, съ 8 по 18 августа, мною опредѣлено было магнитное склоненіе въ 11 пунктахъ, при помощи походнаго магнитнаго прибора французскаго типа, оказавшагося при этомъ опытѣ въ высшей степени удобнымъ для такихъ летучихъ работъ.



1) Помѣщенныя въ этомъ отчетѣ свѣдѣнія о метеорологическихъ станціяхъ приводятся въ Введеніи къ Лѣтописямъ.

ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Здѣсь уместно упомянуть объ обработкѣ наблюдений Шпицбергенской Экспедиціи, объ участіи Обсерваторіи въ сейсмическихъ наблюденіяхъ, о вопросахъ, стоящихъ на очереди въ дѣлѣ дальнѣйшаго развитія дѣятельности нашей магнитно-метеорологической сѣти, о дѣйствіяхъ образованныхъ при Николаевской Главной Физической Обсерваторіи комиссій и объ участіи нашемъ на Съѣздѣ Международной Научной Воздухоплавательной Комиссіи въ Берлинѣ и на Съѣздѣ Естествоиспытателей и Врачей сѣверныхъ странъ въ Гельсингфорсѣ.

Обработка метеорологическихъ наблюдений *Шпицбергенской* Экспедиціи продолжалась, подъ руководствомъ моего помощника, Э. В. Штеллинга, на средства, отпущенныя Комиссіею по снаряженію Экспедиціи на о. Шпицбергенъ. Въ качествѣ постояннаго вычислителя, былъ приглашенъ кандидатъ Юрьевскаго Университета И. Лудри; въ теченіе первой половины года, кромѣ него, временно принимали участіе въ вычисленіяхъ слѣдующія лица: гг. М. Городенскій, А. Носовъ, А. Кузнецовъ, Н. Малышевъ и В. Полонскій. Во второй половинѣ года недостатокъ средствъ, къ сожалѣнію, заставилъ Обсерваторію значительно сократить работы по вычисленію этихъ наблюдений.

Къ концу отчетнаго года были окончены вычисленія слѣдующихъ элементовъ:

а) Ежечасныя наблюденія надъ давленіемъ и температурою воздуха, надъ абсолютною и относительною влажностью, надъ направленіемъ и силою вѣтра, надъ облачностью и надъ гидрометеорами.

б) Срочныя наблюденія, произведенныя на временной станціи въ іюлѣ и августѣ 1899 года, записи барографа и термографа за эти мѣсяцы, наблюденія по психрометру Ассмана, актинометрическія опредѣленія, наблюденія по радіаціонному термометру и фотограмметрическія опредѣленія высоты облаковъ.

А. Р. Бейеръ составилъ общій списокъ сѣверныхъ сіяній, въ который вошли его собственные наблюденія и наблюденія, произведенныя дежурными наблюдателями Обсерваторіи въ Горизъ-Зундѣ; къ списку приложено значительное число рисунковъ, набросанныхъ А. Р. Бейеромъ и изображающихъ наиболѣе замѣчательныя явленія.

Что касается магнитныхъ наблюденій Шницбергенской Экспедиціи, то, по недостатку средствъ, обработка ихъ была пріостановлена. Въ виду того большого научнаго значенія, которое представляютъ ежечасныя магнитныя наблюденія на Шницбергенѣ, было бы весьма желательно, чтобы были отпущены необходимыя средства на обработку и изданіе этого цѣннаго матеріала.

По примѣру прошлыхъ лѣтъ, Главная Физическая Обсерваторія продолжала принимать дѣятельное участіе въ работахъ Высочайше учрежденной Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи; въ этихъ работахъ участвовали также областныя Обсерваторіи въ Тифлисъ, Иркутскѣ и Екатеринбургѣ и Константиновская Обсерваторія въ Павловскѣ, при которой въ отчетномъ году устроена временная сейсмическая станція.

Обсерваторія въ Тифлисъ, Иркутскѣ и Павловскѣ обрабатывали записи сейсмографовъ по установленной программѣ, и результаты передавались въ Сейсмическую Комиссію, для напечатанія въ бюллетеняхъ ея.

Все свѣдѣнія о землетрясеніяхъ, полученныя названными Обсерваторіями отъ метеорологическихъ станцій, также передавались въ Сейсмическую Комиссію. Сравнительно, подробныя и обстоятельныя свѣдѣнія собраны о страшномъ землетрясеніи 31-го января 1902 года, разрушившемъ г. Шемаху. Вліяніе этого землетрясенія распространилось до Павловска, гдѣ оно вызвало возмущенія въ записяхъ магнитографа Константиновской Обсерваторіи, о чемъ я указалъ въ особой запискѣ ¹⁾, напечатанной въ Извѣстіяхъ Сейсмической Комиссіи.

Сейсмическая станція при Тифлисской Физической Обсерваторіи значительно расширена. Сейсмическая Комиссія снабдила эту станцію сейсмографомъ Мильна, а директоръ Тифлисской Обсерваторіи, С. В. Гласекъ, по собственной инициативѣ, пріобрѣлъ самопишущій вертикальный маятникъ системы Вицентини. Для установки новыхъ сейсмографовъ построено особое подвальное помещеніе, причѣмъ часть расходовъ была уплачена изъ суммы, отпущенной Сейсмическою Комиссіею.

Сейсмическая станція при Иркутской Обсерваторіи снабжена усовершенствованными горизонтальными маятниками системы Цѣльнера, между тѣмъ, какъ до сихъ поръ эта станція пользовалась менѣе чувствительными сейсмографами Мильна и Боша, установленными въ декабрѣ 1901 года.

Директора Обсерваторій въ Тифлисъ и Иркутскѣ оказали возможное содѣйствіе при устройствѣ сейсмическихъ станцій 2-го разряда: С. В. Гласекъ принялъ на себя заботы по устройству сейсмическихъ станцій въ Батумѣ, при Михайловскомъ крѣпостномъ Управ-

1) Докладъ М. А. Рыкачева «Возмущенія въ записяхъ магнитографа Константиновской Обсерваторіи, вызванныя Шемахинскимъ землетрясеніемъ». Извѣстія Сейсмической Комиссіи, Томъ 1, вып. 2, стр. 229.

леніи, и въ Шемахѣ, при Городскомъ училищѣ, а А. В. Вознесенскій установилъ пару сейсмографовъ Боша въ г. Красноярскѣ.

Все еще стоитъ на очереди организація метеорологической сѣти на Дальнемъ Востокѣ и устройство магнитной и метеорологической Обсерваторіи въ Портъ-Артурѣ. Удовлетвореніе соответственнаго ходатайства было замедлено сначала сношеніемъ Министерства Народнаго Просвѣщенія съ Г. Приамурскимъ Генералъ-Губернаторомъ по поводу согласованія проекта Портъ-Артурской Обсерваторіи съ требованіемъ Г. Генералъ-Губернатора объ учрежденіи отдѣленія этой Обсерваторіи въ Хабаровскѣ. Затѣмъ, вслѣдствіе установленныхъ новыхъ правилъ контроля смѣтъ, весь проектъ съ планами и смѣтами былъ препровожденъ въ мѣстную Контрольную Палату въ Хабаровскъ.

О проектѣ перенесенія магнитной части Тифлисской Обсерваторіи за городъ, въ Мцхетъ, было упомянуто во введеніи. Затѣмъ, въ той же Обсерваторіи, въ виду широкаго развитія Кавказской метеорологической сѣти, ощущается недостатокъ въ отдѣленіи, подобномъ тѣмъ, какія имѣются въ Екатеринбургской и Иркутской Обсерваторіяхъ, для завѣдыванія сѣтью и для обработки получаемыхъ со всѣхъ станцій наблюденій.

Въ Иркутской Обсерваторіи быстрое расширеніе ея дѣятельности, вызванное мѣстными условіями и требованіями, а именно, организація станцій Прибайкальскихъ и при Сибирской желѣзной дорогѣ, устройство сейсмической центральной станціи съ областною сейсмическою сѣтью, принятіе въ вѣдѣніе Обсерваторіи Байкальскихъ маяковъ — напрягаютъ до послѣдней степени всѣ наличныя силы Обсерваторіи, въ которыхъ ощущается недостатокъ.

Между тѣмъ, для удовлетворенія важныхъ научныхъ требованій и для участія въ международныхъ изслѣдованіяхъ по земному магнетизму, требуется привести въ дѣйствіе приобрѣтенный Обсерваторією магнитографъ; новые расходы, сопряженные съ этимъ, и новыя работы по обработкѣ записей, при упомянутыхъ условіяхъ, становятся Обсерваторіи не по силамъ.

Предстоитъ крайняя необходимость, для поддержанія Обсерваторіи на должной высотѣ, нѣсколько усилить ея составъ.

Ощущаемый въ высокой степени недостатокъ въ помѣщеніи Главной Обсерваторіи побудилъ Академію ходатайствовать объ отпускѣ средствъ на постройку надъ главнымъ зданіемъ Обсерваторіи 4-го этажа.

Въ отчетномъ году, съ разрѣшенія Академіи Наукъ, при Николаевской Главной Физической Обсерваторіи дѣйствовали двѣ комиссіи, съ участіемъ представителей заинтересованныхъ вѣдомствъ, для обсужденія мѣръ къ приведенію въ исполненіе пожеланій Перваго Метеорологическаго Съѣзда, вызванныхъ предложеніями, сдѣланными представителями Министерства Путей Сообщенія. Первая изъ этихъ комиссій имѣла въ виду выработать проектъ наблюденій для полученія данныхъ о наибольшей продолжительности и интенсивности ливней въ разныхъ районахъ Россійской Имперіи, для руководства этими данными при назначеніи отверстій водонепускныхъ сооружений въ данной мѣстности.

Въ этой комиссіи, подъ моимъ предсѣдательствомъ, приняли участіе два представителя Министерства Путей Сообщенія, С. М. Травчетовъ и В. И. Чарномскій, и слѣдующіе, приглашенные Предсѣдателемъ, специалисты по гидротехникѣ и метеорологіи: члены Инженернаго Совѣта Министерства Путей Сообщенія, инженеры Ѳ. Г. Зброжекъ и Л. Ф. Николаи, затѣмъ, инженеры А. Ю. Саковичъ и Л. А. Штукенбергъ, мой помощникъ, Э. В. Штеллингъ, завѣдывающіе отдѣленіями Обсерваторіи Э. Ю. Бергъ, А. А. Каминскій и С. Д. Грибоѣдовъ и Ученый Секретарь Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ.

Комиссія имѣла 5 засѣданій и пришла къ заключенію, что для рѣшенія поставленнаго вопроса требуются двоякаго рода изслѣдованія: во-первыхъ, необходимо организовать такіа наблюденія, которыя позволили бы опредѣлить, какой интенсивности, продолжительности и какого распространенія могутъ достигнуть сильные дожди въ разныхъ частяхъ Имперіи; во-вторыхъ, требуется изучить, въ связи съ этими данными, соотношеніе ихъ къ расходамъ воды въ зависимости отъ конфигураціи, средняго уклона и площадей бассейна не только рѣкъ, но, главнымъ образомъ, овраговъ и мѣстностей, прилегающихъ къ желѣзнымъ дорогамъ у, такъ называемыхъ, сооружений малыхъ отверстій.

Для первыхъ изслѣдованій комиссія признала необходимымъ:

- 1) установить въ разныхъ частяхъ Имперіи самопишущіе дождемѣры;
- 2) организовать въ возможно большемъ числѣ пунктовъ спеціальныя измѣренія ливней и обильныхъ дождей, при помощи обыкновеннаго дождемѣра;
- 3) увеличить сѣтъ дождемѣрныхъ станцій Европейской Россіи съ 1500 до 2000.

Вмѣстѣ съ тѣмъ комиссія признала желательнымъ, чтобы были предприняты спеціальныя обработки этого матеріала для научныхъ цѣлей.

Наконецъ, комиссія обратила вниманіе на необходимость улучшить метеорологическія наблюденія, производимыя на желѣзнодорожныхъ станціяхъ.

Относительно второго рода изслѣдованій комиссія остановилась на *спеціальной организаціи наблюденій надъ ливнями и обильными дождями, въ связи съ опредѣленіемъ расхода воды въ бассейнахъ Сѣвернаго Донца.*

По каждому изъ перечисленныхъ предметовъ были выработаны подробные проекты со смѣтами требуемыхъ на нихъ средствъ. Къ проекту по изслѣдованіямъ ливней въ бассейнѣ Сѣвернаго Донца, сверхъ того, приложена записка Л. Ф. Николаи и С. М. Травчетова: «Значеніе метеорологическихъ наблюденій надъ ливнями для опредѣленія отверстій искусственныхъ сооружений для пропуска текучихъ водъ».

Вопросъ о расширеніи дождемѣрной сѣти въ Европейской Россіи имѣетъ общее значеніе, и о постепенномъ приведеніи въ исполненіе соотвѣтственнаго проекта я возбудилъ, черезъ Императорскую Академію Наукъ, особое ходатайство. Согласно съ этимъ проектомъ, постепенное увеличеніе числа дождемѣрныхъ станцій до приведеннаго предѣла должно совершиться въ теченіе пяти лѣтъ, съ 1903 г. до 1907 года. О приведеніи въ исполненіе остальныхъ проектовъ я вошелъ, по порученію комиссіи, съ ходатайствомъ къ Г. Министру Путей Сообщенія.

Вторая коммисія была образована для обсужденія мѣръ къ расширенію предостереженій о штормахъ и метеляхъ и усовершенствованію предостереженій, а также для развитія наблюденій надъ высотой воды. Въ составъ ея, подъ моимъ предѣдательствомъ, вошли: гг. полковники по Адмиралтейству І. Б. Шиндлеръ и Ю. М. Шокальскій, инженеры Путей Сообщенія В. П. Чарномскій и А. Ю. Саковичъ, мой помощникъ, Э. В. Штеллингъ, завѣдывающіе отдѣленіями Обсерваторіи С. Д. Грибоѣдовъ и Э. Ю. Бергъ и Ученый Секретарь Обсерваторіи Е. А. Гейнцъ.

Коммисія пришла къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) требуемая высылка штормовыхъ предостереженій 40 новымъ станціямъ (въ дополненіе къ прежнимъ 32) въ Балтійскомъ и Черномъ моряхъ не вызоветъ со стороны Обсерваторіи новыхъ расходовъ, если Портовые Управленія примутъ на себя устройство мачтъ и сигналовъ и заботы о своевременномъ подъемѣ и спускѣ послѣднихъ;

2) для распространенія штормовыхъ предостереженій въ Каспійскомъ морѣ, достаточно, въ дополненіе къ имѣющейся сѣти, устроить и обезнечить правильное дѣйствіе 4-хъ полныхъ метеорологическихъ станцій;

3) для организаціи штормовыхъ предостереженій и сообщенія свѣдѣній о состояніи льда въ Бѣломъ и Полярномъ моряхъ, выработанъ проектъ соотвѣтственнаго отдѣленія въ Архангельскѣ;

4) для усовершенствованія штормовыхъ предостереженій, признаю необходимымъ ввести въ отдѣленія штормовыхъ предостереженій ночную службу;

5) признаю желательнымъ введеніе новаго сигнала, обозначающаго неспокойное состояніе атмосферы;

6) желательны спеціальныя изслѣдованія накопившагося матеріала относительно бурь въ европейскихъ моряхъ;

7) желателенъ частый обзоръ станцій, поднимающихъ штормовые сигналы;

8) желательно обрабатывать и издавать наблюденія, производимыя помощью самопишущихъ приборовъ, заведенныхъ на станціяхъ Министерства Путей Сообщенія.

О средствахъ, требуемыхъ для приведенія въ исполненіе мѣръ, указанныхъ въ пунктахъ 6, 7 и 8, я вошелъ, по порученію коммисіи, съ представленіемъ въ Министерство Путей Сообщенія. Относительно пункта 2 — устройства 4-хъ станцій за Каспійскимъ моремъ — коммисія просила меня возбудить ходатайство передъ Императорскою Академіею Наукъ; но мнѣ пришлось отложить это, въ виду уже возбужденныхъ другихъ неотложныхъ ходатайствъ.

Относительно ночной службы, принимаются лишь подготовительныя мѣры, такъ какъ осуществленіе этого проекта требуетъ не только значительныхъ средствъ, но и соглашенія съ иностранными учрежденіями для полученія вечернихъ метеорологическихъ телеграммъ въ тотъ же день.

Введеніе новаго сигнала потребуеетъ лишь соглашенія Обсерваторіи съ Главнымъ Гидрографическимъ Управленіемъ.

Наконецъ, для правильной постановки водомѣрныхъ наблюдений и обработки ихъ, согласно съ постановленіемъ комиссіи, я исходатайствовалъ объ образованіи особой постоянной комиссіи при Академіи Наукъ. Въ составъ ея войдутъ, помимо Академиковъ, представители заинтересованныхъ вѣдомствъ.

Отчетъ о Създѣ Международной Ученой Воздухоплавательной Комиссіи помещенъ въ протоколѣ засѣданія Физико-Математическаго Отдѣленія Императорской Академіи Наукъ 25 сентября 1902 г. Здѣсь достаточно упомянуть, что на Създѣ этомъ мы убѣдились, какъ высоко поставлено дѣло изслѣдованія верхнихъ слоевъ атмосферы и военнаго воздухоплаванія въ Германіи. Въ упомянутомъ отчетѣ моемъ я изложилъ, въ главныхъ чертахъ, содержаніе слѣдующихъ наиболѣе важныхъ докладовъ.

Тесрентъ-де-Бора — выводы изъ наблюдений, полученныхъ помощью большого числа пущенныхъ имъ шаровъ-зондовъ; Ассмана — объ употребленіи резиновыхъ шаровъ-зондовъ; Кальете — о приборѣ для вдыханія кислорода при подъемахъ на шарахъ; Зюрига — о его и Берсона наивысшемъ подъемѣ на шарѣ, когда они достигли наибольшаго предѣла, до какого когда-либо человѣкъ подымался, а именно, до $10\frac{1}{2}$ километровъ; Роча — о результатахъ наблюдений помощью летучихъ змѣевъ въ Блю-Хилѣ и проектъ изслѣдованія разныхъ слоевъ атмосферы надъ Атлантическимъ океаномъ помощью змѣевъ, пускаемыхъ съ нарочно панятаго для этого нарочода. Съ нашей стороны, завѣдывающій змѣйковымъ отдѣленіемъ, В. В. Кузнецовъ, сдѣлалъ докладъ о его анемографѣ съ записью давленія вѣтра, а я представилъ докладъ о наблюденияхъ, произведенныхъ въ послѣдніе годы въ Россіи въ разныхъ слояхъ атмосферы помощью змѣевъ, шаровъ съ наблюдателями и шаровъ-зондовъ.

Относительно возбужденныхъ международныхъ вопросовъ, комиссія озаботилась о принятіи мѣръ къ обезпеченію научныхъ результатовъ, добываемыхъ воздухоплавателями или помощью шаровъ-зондовъ, а также объ обезпеченіи изданія международныхъ наблюдений, производимыхъ въ разныхъ странахъ. Затѣмъ, комиссія выставила на очередь, какъ одинъ изъ важнѣйшихъ предметовъ ея дѣятельности, изслѣдованія высокихъ слоевъ атмосферы. вмѣстѣ съ тѣмъ были высказаны пожеланія о возбужденіи ходатайствъ въ разныхъ странахъ относительно развитія наблюдений въ верхнихъ слояхъ какъ надъ континентомъ, на постоянныхъ станціяхъ, такъ и надъ морями, пуская змѣи съ судовъ, причемъ особенно важно было бы содѣйствіе Морскихъ Вѣдомствъ.

Комиссія обратила также вниманіе, согласно съ пожеланіемъ Нѣмецкихъ Академій Наукъ, на наблюдения надъ атмосфернымъ электричествомъ при полетахъ на воздушныхъ шарахъ.

Не могу не упомянуть и здѣсь о томъ высокомъ вниманіи, какое было оказано Създу Германскимъ Императоромъ и Его Высочествомъ Принцемъ Гебрихомъ, и, вообще, о томъ радушіи, съ какимъ насъ принимали въ Берлинѣ.

Комиссія постановила слѣдующій Създъ назначить въ С.-Петербургѣ, въ 1904 году. Намъ необходимо подготовиться, чтобы представить наши изслѣдованія высокихъ слоевъ атмосферы въ надлежащемъ видѣ и чтобы достойнымъ образомъ принять гостей.

Я имѣлъ счастье докладывать о Съѣздѣ Государю Императору. Его Императорское Величество изволилъ съ интересомъ разспрашивать о подробностяхъ и повелѣлъ представить особый письменный докладъ, за который я удостоился получить Высочайшую благодарность.

О Съѣздѣ въ Гельсингфорсѣ Естествоиспытателей и Врачей сѣверныхъ странъ я также въ свое время представилъ докладъ Академіи Наукъ¹⁾.

На Съѣздѣ, кромѣ меня, участвовали наблюдатели Константиновской Обсерваторіи С. И. Савиновъ и В. В. Шипчинскій, которые демонстрировали подъемъ змѣевъ съ самопишущими приборами. Я сдѣлалъ два доклада. Въ одномъ, по порученію Сейсмической Комиссіи и по соглашенію съ ея предсѣдателемъ, О. А. Баклундомъ, я сообщилъ объ организаціи сейсмическихъ наблюденій въ Россіи и о дѣятельности нашей Центральной Сейсмической Комиссіи. Съѣздъ выразилъ пожеланіе, чтобы Финляндская Сейсмическая Комиссія вошла въ тѣснѣйшія сношенія съ нашею Центральною Комиссіею. Во второмъ докладѣ я представилъ очеркъ развитія изслѣдованій верхнихъ слоевъ атмосферы въ разныхъ странахъ и о наблюденіяхъ, произведенныхъ съ этою цѣлью у насъ. Съѣздъ выразилъ пожеланіе объ устройствѣ змѣйковыхъ станцій на сѣверѣ Норвегіи и Финляндіи и въ нѣкоторыхъ пунктахъ Скандинавіи.

1) Протоколъ засѣданія Физико-Математическаго Отдѣленія 11 сентября 1902 г.

Приложение I.

Г. Управляющій Межевою Частью, по примѣру прежнихъ лѣтъ, любезно прислалъ слѣдующій отчетъ по Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межеваго Института за 1901 — 1902 учебный годъ, для напечатанія его въ видѣ приложения къ отчету по Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

Отчетъ о занятіяхъ Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межеваго Института въ 1901 — 1902 учебномъ году.

Въ отчетномъ году въ научныхъ занятіяхъ Метеорологической Обсерваторіи Константиновскаго Межеваго Института никакихъ существенныхъ измѣненій сдѣлано не было, и заключались они въ ежедневныхъ наблюденіяхъ надъ слѣдующими метеорологическими элементами:

а) Надъ атмосфернымъ давленіемъ. Для этихъ наблюденій основнымъ инструментомъ служилъ барометръ Фуса № 116, а запаснымъ и контрольнымъ — барометръ Туреттини № 11. Въ отчетѣ за прошлый годъ упоминалось, что въ августѣ 1901 года инспекторъ метеорологическихъ станцій, В. В. Кузнецовъ, сравнивалъ эти барометры съ барометромъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи. Новыя поправки были высланы только лѣтомъ текущаго года; при этомъ оказалось, что поправка барометра № 116 уменьшилась на 0,2 мм., а поправка барометра № 11 уменьшилась на 0,1 мм., такъ что въ настоящее время поправки нашихъ барометровъ, съ приведеніемъ къ нормальной тяжести, соответственно равны: для перваго $+ 0,4$ мм., а для втораго $+ 0,5$ мм.

б) Надъ температурою и влажностью воздуха. Для наблюденій служили термометры: сухой № 535, смоченный № 208, максимальный № 11, минимальный № 762 и волосной гигрометръ № 397 (16811). Этотъ послѣдній инструментъ былъ вычищенъ лѣтомъ текущаго года въ Обсерваторіи Института. Одновременно съ этими наблюденіями велись также наблюденія надъ температурою и влажностью воздуха по психрометру Ассмана.

в) Надъ направлениемъ и скоростью вѣтра. Наблюденія велись по электрическому флюгеру съ приборомъ съ надающими клапанами, по анемометру Фрейберга и по флюгеру Вильда съ однимъ указателемъ силы вѣтра. Эти инструменты работали, вообще, исправно, и только въ концѣ отчетнаго года флюгеръ Вильда былъ снятъ для чистки и нѣкотораго ремонта.

г) Надъ атмосферными осадками. Эти наблюденія, какъ и прежде, велись по тремъ дождемѣрамъ; два изъ нихъ установлены вблизи метеорологической будки, на высотѣ 2,0 м., а третій — на вышкѣ, на высотѣ 25,0 м.

д) Надъ видомъ и направлениемъ движенія облаковъ и степенью облачности.

е) Надъ температурою на поверхности почвы, по обыкновенному, максимальному и минимальному термометрамъ, соотвѣтственно за № 4400, № 4211 и № 1919, а съ 21-го мая 1902 г. (нов. ст.) за № 19253 (5802), № 312 и № 1451.

Надъ температурою почвы на глубинахъ 0,0, 0,1, 0,2, 0,4, 0,8, 1,6 и 3,2 метра, соотвѣтственно по термометрамъ: № 4400 и № 19253 (5802), № 9438 (3374), № 9602 (3489), № 13148 (4400), № 280, № 280* и № 282.

ж) Надъ испарениемъ воды, по вѣсовому эвапорометру Вильда и по эвапорометру Пиша.

з) Надъ продолжительностью солнечнаго сяннн, по гелиографу Кемпбеля-Стокса.

и) Надъ водяными, оптическими и электрическими метеорами и надъ глубиною и состояниемъ снѣгового покрова.

Кромѣ этого, въ Обсерваторіи непрерывно функционировали большой барографъ, большой термографъ и среднихъ размѣровъ гигрографъ системы бр. Ришаръ, а также определялась плотность снѣгового покрова и свѣже-выпавшаго снѣга.

Всѣ наблюденія Обсерваторіи, какъ станціи 2-го разряда 1-го класса, своевременно обрабатывались, копнн съ метеорологическихъ таблицъ и журналы наблюдений отсылались для печатанія въ «Лѣтописяхъ» и храненія въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію, а оригинальныя таблицы сохраняются въ Обсерваторіи Межеваго Института.

Въ «Извѣстіяхъ Московской Городской Думы» печатались ежемѣсячныя таблицы Обсерваторіи, съ примѣчаніями объ отклоненіяхъ погоды отъ нормальныхъ климатическихъ условій, а ежедневный бюллетень Обсерваторіи, вмѣстѣ съ телеграммой Главной Физической Обсерваторіи объ общемъ состояніи погоды и объ ожидаемой погодѣ, помѣщался въ газетахъ: «Русскія Вѣдомости», «Курьеръ», «Новости Дня» и «Moskauer Deutsche Zeitung».

Ежедневныя телеграммы о состояніи погоды въ Москвѣ посылались въ Николаевскую Главную Физическую Обсерваторію (утромъ и днемъ) и въ Парижскую Обсерваторію (только утромъ).

Въ мартѣ отчетнаго года Обсерваторію Института осматривали воспитанники 2-го Московскаго Кадетскаго Корпуса, а въ маѣ — выпускной курсъ Московскаго Учительскаго Института.

Кромѣ этого, нижеслѣдующія учрежденія и лица обращались къ Обсерваторіи и получили различнаго рода справки.

Общество Московско-Виндаво-Рыбинской желѣзной дороги — о температурѣ воздуха въ Москвѣ 9-го марта 1902 года, съ 6 часовъ пополудни до 12 часовъ ночи.

Оно же — о состояніи погоды въ Москвѣ за 5 ноября, 2-е, 7-е и 28-е декабря 1901 года и за 2-е, 8-е, 9-е и 14-е января 1902 года.

С. Ф. Подгурскій — о температурѣ воздуха въ Москвѣ за апрѣль 1899 г.

Управленіе Московско-Казанской желѣзной дороги — о температурѣ воздуха въ Москвѣ за ноябрь и декабрь 1901 г.

2-я Московская Инженерная Дистанція — о среднихъ суточныхъ температурахъ въ Москвѣ за октябрь, ноябрь и декабрь 1901 г. и за январь, февраль, мартъ и апрѣль 1902 г.

Членъ Высочайше утвержденной комиссіи по надзору за устройствомъ канализаціи и водопровода, инженеръ В. В. Барановъ — о количествѣ выпадающихъ въ зимнее время осадковъ и о продолжительности снѣготаянія въ Москвѣ.

Старшій врачъ 3-го драгунскаго Сумскаго полка — о состояніи метеорологическихъ элементовъ въ 1901 г.

Врачъ Московскаго Жандармскаго Дивизіона — о томъ же.

Корпусный врачъ Штаба Гренадерскаго Корпуса — различныя метеорологическія свѣдѣнія за 1899 — 1902 гг.

Базарный смотритель, В. В. Флоровъ — объ оттепеляхъ въ мартѣ 1902 г.

Въ личномъ составѣ Обсерваторіи въ теченіе отчетнаго года перемѣнъ не произошло. Лѣтомъ текущаго года наблюдатель Обсерваторіи пользовался шестинедѣльнымъ отпускомъ, а въ концѣ года завѣдывающій Обсерваторіей получилъ разрѣшеніе на шестинедѣльный отпускъ.

Приложеніе II.

Установка сейсмографа Боша и уходъ за нимъ.

Сейсмографъ Константиновской Магнитной и Метеорологической Обсерваторіи въ Павловскѣ состоитъ изъ двухъ тяжелыхъ, такъ называемыхъ, Страсбургскихъ горизонтальныхъ маятниковъ Боша. Онъ установленъ въ вариационной будкѣ у пруда, въ разстояніи не менѣе 50 сажень отъ ближайшей проѣзжей дороги. Сейсмографъ установленъ между магнитными приборами и принадлежащими къ нимъ зрительными трубами на изолированномъ отъ пола и боковыхъ слоевъ земли трехаршинномъ фундаментѣ. Фундаментъ состоитъ сначала изъ сплошного слоя бутовой плиты, толщиною около 2 аршинъ; на этомъ сплошномъ слоѣ плиты воздвигнуты изъ кирпича четыре столба, вышиною въ $1\frac{1}{4}$ аршина, для двухъ колоннъ и для двухъ верхнихъ частей сейсмографа. Какъ бутовая плита, такъ и кирпичи связаны между собою крѣпкимъ растворомъ порландскаго цемента. Стѣны ямы, вырытой для этого фундамента, обложены толстыми ($2\frac{1}{2}$ дюймовыми) досками, заложенными за бревна, вбитыя въ землю и сверху скрѣпленные между собою брусьями; эти брусья служатъ одновременно для закрѣпленія пола между приборами.

Сейсмографъ изготовленъ весь (колонны, салазки для барабановъ, сами барабаны и все остальное) изъ желтой мѣди, только конусообразныя острія и ихъ лагера, а также вертикальныя оси для передачи движенія маятника перу и, наконецъ, пружины часовъ сдѣланы изъ стали.

Сейсмографъ носитъ номера 10 А и 10 В. № 10 А установленъ у насъ перпендикулярно къ меридіану и записываетъ, такимъ образомъ, колебанія почвы по N—S составляющей; № 10 В установленъ по меридіану и записываетъ E—W колебанія почвы.

Маятникъ для E—W колебаній былъ окончательно установленъ и жюстированъ 14 апрѣля, а другой — 22 апрѣля.

Вся установка произведена мною при содѣйствіи Т. С. Доморощева. До 19 іюля уходъ за приборомъ лежалъ также всецѣло на мнѣ, а затѣмъ, когда былъ окончательно установленъ порядокъ ухода за приборомъ, онъ былъ сданъ для обслуживанія наблюдателямъ.

Уходъ за приборомъ состоялъ въ слѣдующемъ:

Согласно съ инструкцію, около 11 часовъ утра (съ 28 ноябля около 6 часовъ вечера) наблюдатель входитъ въ сейсмическій павильонъ, опредѣляетъ поправку часовъ, дѣлающихъ ежеминутныя отмѣтки времени на барабанѣ, по своимъ карманнымъ часамъ, которые онъ передъ отправленіемъ въ павильонъ сравниваетъ со стѣнными часами Гаслера № II, и записываетъ поправку часовъ въ особый листъ.

Послѣ этого онъ подходитъ къ сейсмографу № 10 В (установленному въ меридіанѣ) и въ моментъ слѣдующей отмѣтки полной минуты, осторожнымъ легкимъ ударомъ карандаша о грузъ маятника, дѣлаетъ помѣтку конца записи; затѣмъ приподымаетъ перо съ барабана, откидываетъ электромагнитъ съ штифтомъ, дѣлающимъ отмѣтки времени, и на законченной бумагѣ мѣднымъ карандашомъ записываетъ названіе маятника (E-W въ настоящемъ случаѣ), годъ, мѣсяцъ, число, часъ и минуту конца записи; послѣ этого барабанъ съ своими салазками сдвигается на столько въ сторону, чтобы можно было его снять, не задѣвая за конецъ пера; барабанъ снимается, вносится въ другую комнату и кладется на подставку, предназначенную для покрытія бумаги сажеею; бумага осторожно снимается, и потомъ, тутъ же, наблюдатель внимательно ее просматриваетъ, чтобы узнать, не было ли какихъ-либо сейсмическихъ возмущеній; послѣ просмотра, независимо отъ того, отмѣчены ли возмущенія или нѣтъ, слой копоти фиксируется въ ваннѣ съ разведеннымъ бѣлымъ шеллакомъ. Послѣ фиксированія бумага подвѣшивается, помощью крючечковъ изъ нейзильберовой проволоки, къ протянутой надъ широкимъ цинковымъ сосудомъ проволокѣ, для стока излишняго шеллака и дальнѣйшей просушки бумаги, которая только на слѣдующій день снимается съ проволоки, снова просматривается въ болѣе свѣтломъ помѣщеніи и, если вполне высохла, то сейчасъ, если же нѣтъ, то на слѣдующій день вкладывается въ особо сдѣланный для храненія записей сейсмографа ящикъ. Послѣ фиксированія, наблюдатель накладываетъ на барабанъ новый листъ бумаги, затѣмъ изъ сосѣдней комнаты приноситъ склянку съ бензиномъ, вливаетъ въ трубку съ фитилемъ нѣкоторое количество бензина, уноситъ склянку назадъ въ сосѣдную комнату, возвращается къ барабану съ наложенною бумагою, снимаетъ барабанъ, зажигаетъ бензинъ и, когда пламя по длинѣ всей горизонтальной трубки горитъ покойно одной сплошной огненной стѣной, быстро кладетъ барабанъ на его подставки и быстро вращаетъ въ одну сторону. Послѣ нѣсколькихъ оборотовъ барабанъ покрывается сплошнымъ, тонкимъ слоемъ копоти. Затѣмъ барабанъ кладется на свое мѣсто, на салазки; послѣднія передвигаются такъ, чтобы перо было сантиметра на два отъ праваго края; опускается перо, электромагнитъ для отмѣтокъ времени поворачивается опять на свое мѣсто, салазки немного подправляются, и, при одной изъ ближайшихъ отмѣтокъ времени, ударомъ мѣднаго карандашика маятникъ немного выводится изъ своего положенія, чтобы отмѣтить начало записи; предварительно записывается: какой маятникъ (E — W), годъ, мѣсяцъ, число, часъ и минута).

Послѣ этого, въ томъ же порядкѣ, обслуживается другой маятникъ, у насъ обозначаемый буквами N-S (расположенный перпендикулярно къ меридіану и отмѣчающій N-S составляющую колебаній почвы).

Для фиксированія мы употребляли раньше шеллакъ, разведенный въ винномъ спиртѣ; но послѣ, вслѣдствіе дороговизны виннаго спирта, мы стали, послѣ нѣкоторыхъ пробъ, пользоваться для разведенія шеллака древеснымъ спиртомъ, который, если нагрѣть его, также легко растворяетъ шеллакъ. Получаемый при древесномъ спиртѣ лакъ имѣетъ одинъ недостатокъ: онъ сохнетъ, сравнительно, долго; сложенные одинъ на другой листы бумаги часто склеиваются, такъ что и послѣ долгаго времени иногда съ трудомъ снимаются, въ особенности, если слой толстый.

Приборы во все время дѣйствовали достаточно удовлетворительно. Главныя нарушенія въ непрерывномъ дѣйствіи приборовъ причияли часовые механизмы, приводящіе въ движеніе барабаны. Оси ихъ всѣ сдѣланы изъ латуни; втулки, въ которыхъ оси вращаются, также мѣдныя; вслѣдствіе тренія разныхъ частей этого мягкаго металла между собою, онѣ легко въѣдались другъ въ друга, почему часы останавливались и требовали серьезныхъ исправленій.

Время качаній маятниковъ въ вертикальномъ положеніи, считая отъ одного крайняго положенія маятника до слѣдующаго, по сообщенію механика Боша, равно

0^с8604.

Время качаній маятниковъ въ горизонтальномъ положеніи получилось равнымъ:

	По опредѣленіямъ въ 1902 году		
	въ маѣ	октябрѣ	ноябрѣ
у маятника № 10 А для N-S составляющей	10 ^с 7	10 ^с 9	10 ^с 8
» » » 10 В » E-W »	9.7	10.1	10.4.

На основаніи данныхъ за маѣ и октябрѣ, проф. Левицкій¹⁾ вывелъ слѣдующую угловую цѣну одного миллиметра на валѣ:

	Для маятниковъ	
	№ 10 В	№ 10 А
Въ маѣ	0 ^с 29	0 ^с 24
Въ октябрѣ	0.27	0.23.

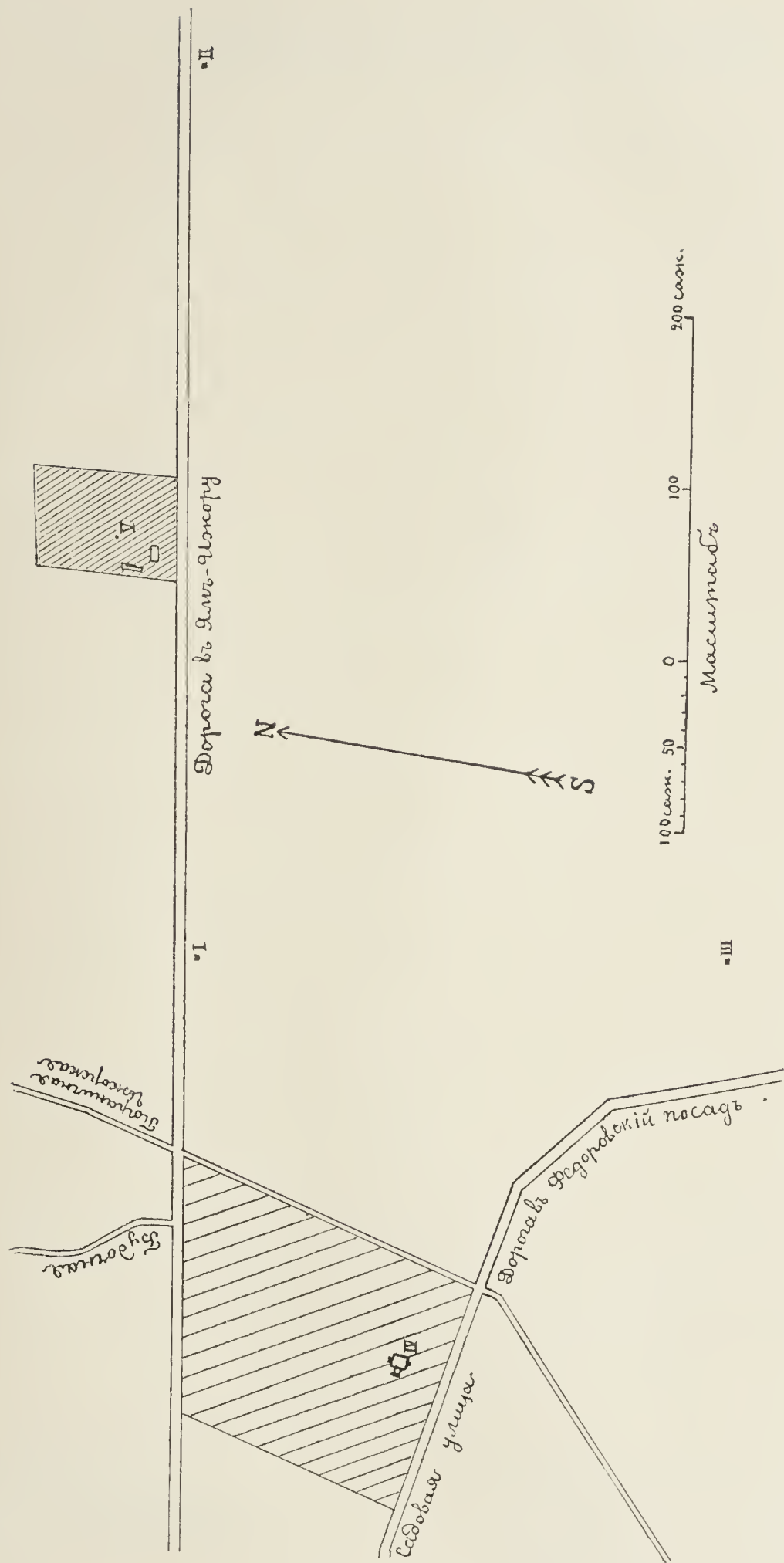
Наблюденія, произведенныя помощью этихъ приборовъ въ теченіе 1902 года, напечатаны въ Бюллетенѣ Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи.

В. Дубинскій.



1) См. Бюллетень Постоянной Центральной Сейсмической Комиссіи 1902 г. апрѣль—іюнь стр. 1.

І. Планъ участковъ земли: принадлежащаго Константиновской Обсерваторіи и арендуемаго ею для змѣйноваго отдѣленія.



І, II и III — пункты для наблюдений для опредѣленія высотъ и движенія облаковъ и шаровъ-зондовъ.

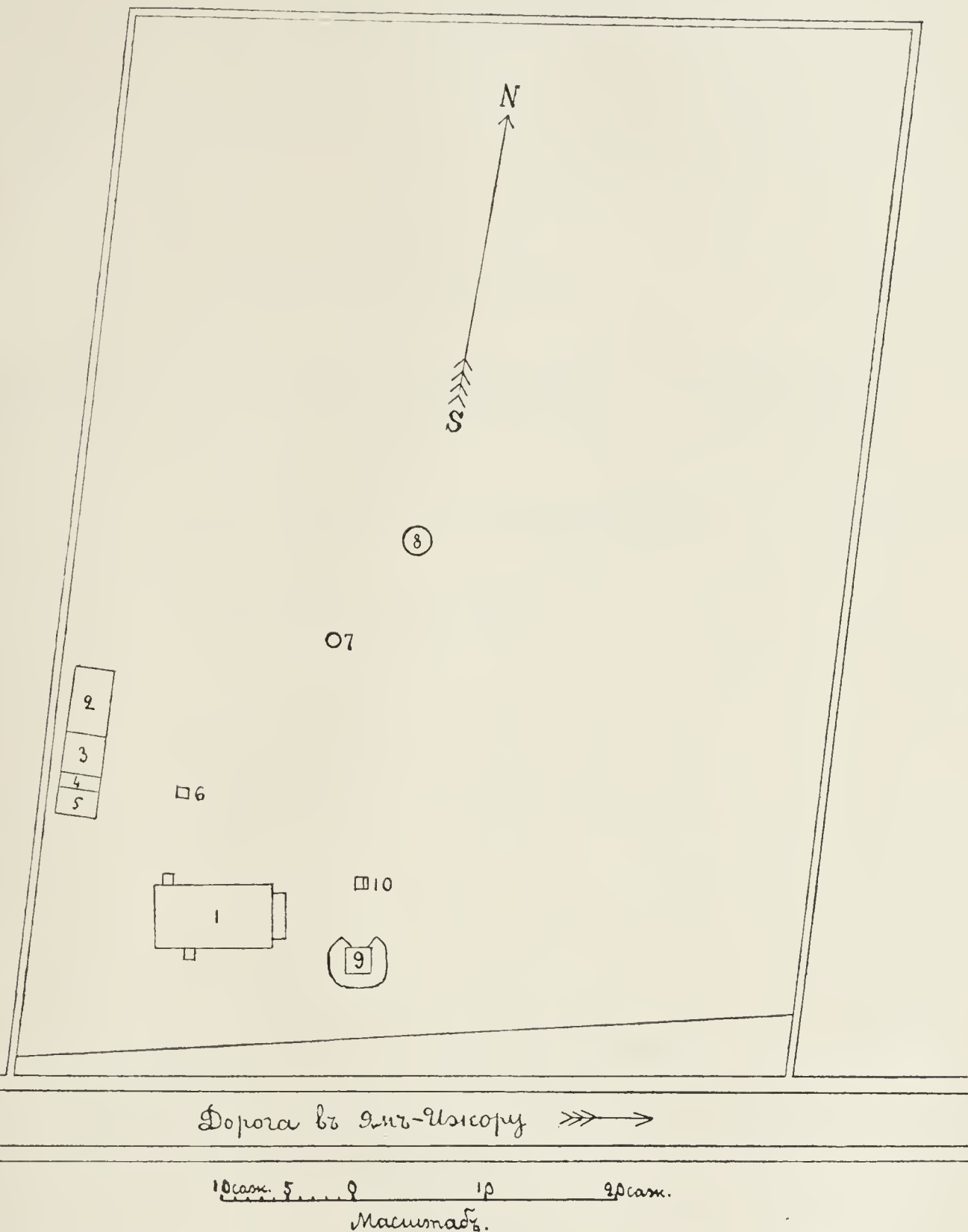
IV — главное зданіе Константиновской Обсерваторіи.

V — прожекторъ для опредѣленія высоты облаковъ.

Крупные штрихи обозначаютъ мѣсто, занимаемое Константиновской Обсерваторіей.

Мелкіе штрихи обозначаютъ мѣсто, арендуемое отдѣленіемъ Константиновской Обсерваторіи.

II. Планъ участка земли, арендуемого Константиновской Обсерваторіей для змѣйковаго отдѣленія, съ расположеніемъ находящихся на немъ построекъ.



- 1) Жилой домъ съ мастерскими и помѣщеніемъ для двигателя и динамомашины.
- 2) Помѣщеніе для храненія змѣевъ.
- 3) Помѣщеніе для наполненія шаровъ.
- 4) Кладовая для храненія сѣрной кислоты и пр.
- 5) Сарай для дровъ.

- 6) Колодезь.
- 7) Прожекторъ.
- 8) Лебедка съ электрическимъ двигателемъ для спуска змѣевъ.
- 9) Ледникъ.
- 10) Выгребная яма.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.

VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 9.

Volume XV. № 9.

КЪ ВОПРОСУ

О ВЛІЯНІИ ВРАЩЕНІЯ ЗЕМЛИ

НА ВОЗМУЩЕНІЯ ВЪ АТМОСФЕРѢ.

М. Городенскій.

Съ картою.

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 8 октября 1903 года).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

Н. И. Глазунова, М. Эггерса и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
П. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
П. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopoff à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цѣна: 1 р. 60 коп. — Prix: 4 Mark.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Апрель 1904 года. Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. О. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМІИ НАУКЪ.
Вас. Остр., 9 лин., № 12.

ВВЕДЕНИЕ.

Чтобы всесторонне изучить причины возникновенія и природу атмосферныхъ возмущеній, необходимо прежде всего рѣшить основной вопросъ: какъ подчиняется атмосферный воздухъ дѣйствию определенной системы механическихъ силъ? Вопросъ этотъ рѣшается легко для идеальнаго газа, частицы котораго движутся какъ въ пустотѣ, подчиняясь лишь законамъ тяжести. Для перехода отъ такого газа къ воздуху нужно знать главное свойство воздуха, отличающее его отъ идеальнаго газа, именно — треніе.

Атмосферное треніе проявляется двояко:

1) Оно уменьшаетъ скорость поступательнаго движенія воздуха, и 2) парализуетъ отчасти дѣйствіе силы, перпендикулярной къ потоку, уменьшая такимъ образомъ угловую скорость воздушныхъ частицъ. Изслѣдованіе этого *нормальнаго тренія* (направленнаго по нормали къ струѣ) и составляетъ задачу предлагаемаго труда.

Мы воспользовались для этой цѣли дѣйствиемъ суточного обращенія земли, которое является силой во всѣхъ отношеніяхъ подходящей для этого, хорошо извѣстной, постоянной и, что особенно важно, неизмѣнно *перпендикулярной* къ траекторіи тѣла, движущагося горизонтально. Такой способъ даетъ совершенно самостоятельные, чисто опытные результаты, не связанные ни съ какими теоретическими соображеніями, ни съ выводами другихъ изслѣдователей.

Въ § 1-мъ изложенъ методъ, по которому производилась обработка наблюденій, и указаны существенныя затрудненія, съ какими приходится при этомъ бороться.

§ 2-ой содержитъ въ видѣ 73 табличекъ результаты обработки метеорологическаго матеріала. Вычисленія эти, очень сложныя и утомительныя, потребовали значительной затраты времени; этимъ отчасти объясняется, что весь трудъ, при его сравнительно небольшомъ объемѣ, будучи начатъ въ январѣ 1902 г., могъ быть законченъ только лѣтомъ 1903 г.

Въ § 3-мъ даны выводы изъ всего собраннаго матеріала и, на основаніи ихъ, приведены соображенія о вѣроятныхъ свойствахъ функціи, которая характеризуетъ нормальное треніе.

Но есть и другой способ для изслѣдованія этой функціи. Въ самомъ дѣлѣ, между величинами тренія тангенціального (по направленію потока) и нормального должна существовать полная зависимость, и, если намъ извѣстенъ законъ перваго тренія, то законъ второго можетъ быть полученъ теоретически. Въ § 4-мъ я предпринялъ такое изслѣдованіе, опираясь на простой законъ тангенціального тренія, формулированный Гульдбергомъ и Мономъ (реакція тренія, при поступательномъ движеніи частицы воздуха, пропорціональна скорости частицы).

Результатъ этого изслѣдованія совершенно оправдалъ соображенія, приведенныя въ § 3-мъ относительно характера интересующей насъ функціи. Мало того. Функція эта, какъ показалъ подробный анализъ ея, освѣщаетъ любопытныя механическія особенности циклоновъ и антициклоновъ. Это обстоятельство позволяетъ надѣяться, что, при болѣе широкой постановкѣ вопроса, предлагаемая мною трактовка атмосфернаго тренія можетъ дать плодотворные результаты.

М. Городенскій.

С.-Петербургъ, 4 декабря 1903 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Введение	стр. I
§ 1. Общія положенія и схема для обработки метеорологическаго матеріала	1
§ 2. Таблицы	11
§ 3. Изслѣдованіе функции $\mu(v)$ на основаніи собраннаго матеріала	42
§ 4. Теорія функции $\mu(v)$	70
Каталогъ метеорологическихъ станцій	I
Карта расположенія метеорологическихъ станцій.	

ОПЕЧАТКИ.

<i>Стран.</i>	<i>Таблица.</i>	<i>Строка.</i>	<i>Напечатано.</i>	<i>Должно быть.</i>
16	№ 4	1 сверху	— 3 5	— 3* 5
—	—	3 »	2* 5	2 5

§ 1. Общія положенія и схема для обработки метеорологического матеріала.

Отклоняющее дѣйствіе вращенія земли на движущіяся у ея поверхности тѣла зависитъ вообще отъ двухъ причинъ. Во первыхъ, направленіе скорости тѣла (независимо отъ причинъ движенія) непрерывно измѣняется при вращеніи тѣла съ землей, причемъ возникаетъ сопротивленіе этому измѣненію въ видѣ бокового, т. е. отклоняющаго ускоренія. Вторая причина заключается въ томъ, что различныя точки поверхности земли по меридіану, обладая одной и той-же угловой скоростью, движутся съ различными линейными скоростями.

Тѣло, перейдя съ одной географической параллели φ_1 на другую параллель φ_2 , стремится скорость, присущую параллели φ_1 , сохранить и на параллели φ_2 . Ясно, что тѣло, двигаясь напримѣръ въ сѣверномъ полушаріи по меридіану къ сѣверу, пріобрѣтетъ ускореніе, направленное на востокъ.

Дѣйствіе сказанныхъ причинъ настолько слабо, что на практикѣ даетъ себя чувствовать въ исключительно рѣдкихъ случаяхъ; даже такой благопріятный случай, какъ полетъ артиллерійскаго снаряда или ружейной пули, даетъ самое ничтожное отклоненіе. Теорія прицѣльной стрѣльбы не дѣлаетъ никакой разницы между различными широтами, обращая въ то-же время серьезное вниманіе на ходъ нарѣзовъ въ каналѣ орудія, на влажность воздуха, направленіе и силу вѣтра и многое другое.

Ниже мы увидимъ, что величина отклоненія находится въ обратной зависимости отъ скорости движенія тѣла. Основываясь на этомъ, можно было бы думать, что въ цѣляхъ обнаруженія этого отклоненія и количественнаго его опредѣленія выгоднѣе разсматривать движенія малыхъ скоростей. На самомъ-же дѣлѣ такіе случаи движенія представляются менѣе выгодными, потому что они болѣе подвержены дѣйствію различныхъ случайныхъ силъ, искажающихъ основной характеръ явленія и поэтому затемняющихъ существованіе отклоненія. Движеніе воздушныхъ массъ (или вѣтеръ) имѣетъ въ среднемъ незначительную скорость (если принять во вниманіе удобоподвижность среды) и подвержено весьма многимъ случайностямъ. Этимъ и объясняется трудность вопроса. До сихъ поръ, насколько мнѣ извѣстно, не сдѣлано ни одной удовлетворительной попытки прямого его рѣшенія, т. е. количественнаго опредѣленія вліянія, которое суточное вращеніе земли оказываетъ на направленіе вѣтра.

Во многихъ курсахъ аналитической механики, въ главѣ объ элементахъ относительнаго движенія, разсматривается вопросъ о движеніи тяжелой матеріальной точки, брошенной со скоростью v_0 по касательной къ гладкой поверхности земли. Оказывается, что точка начинаетъ описывать на поверхности земного шара кривую, радіусъ кривизны которой r въ горизонтальной плоскости выражается формулой:

$$r = \frac{v_0}{\frac{4\pi}{T} \cdot \sin \varphi}, \quad (1)$$

гдѣ T есть продолжительность звѣздныхъ сутокъ, а φ — переменная географическая широта движущейся точки.

Приэтомъ скорость точки сохраняетъ первоначальную величину v_0 ; центръ кривизны всегда лежитъ въ сѣверномъ полушаріи вправо, и въ южномъ — влѣво отъ направленія движенія.

Не трудно видѣть, что траекторія точки весьма мало отличается отъ окружности, такъ какъ единственная переменная φ , входящая въ составъ выраженія радіуса кривизны r , мѣняется съ теченіемъ времени очень медленно — при тѣхъ скоростяхъ, какія наблюдаются вообще у земной поверхности.

Вводя обозначеніе:

$$\frac{4\pi}{T} \sin \varphi = K \quad (2)$$

мы можемъ написать согласно уравненію (1):

$$K = \frac{v_0}{r} \quad (3).$$

Уравненіе (3) показываетъ, что величина K есть угловая скорость движущейся точки и опредѣляется числомъ радіановъ $\left(\frac{360^\circ}{2\pi}\right)$, на которое измѣнилось направленіе движенія въ единицу времени. Эта угловая скорость будетъ меньше, если движенію точки будетъ препятствовать треніе окружающей среды. Величину ея въ этомъ случаѣ можно выразить такимъ образомъ:

$$k = \mu K, \quad (4)$$

гдѣ μ есть неопредѣленный коэффициентъ, удовлетворяющій условію:

$$0 < \mu < 1 \quad (5).$$

Чтобы вычислить угловую скорость k изъ опытныхъ данныхъ, слѣдуетъ измѣрить въ градусахъ уголъ α_1 , образуемый направленіемъ движенія тяжелой точки съ какой-нибудь

постоянной осью въ моментъ t_1 , затѣмъ измѣрить тотъ-же уголъ въ моментъ t_2 и вычислять k по формулѣ:

$$k = \frac{(\alpha_2^\circ - \alpha_1^\circ) 2\pi}{(t_2 - t_1) 360^\circ} \quad (6).$$

Изъ этого выраженія видно, между прочимъ, что величина k зависитъ отъ величины принятой единицы времени: k , вычисленное при единицѣ *часъ* будетъ въ 3600 разъ больше, чѣмъ еслибы мы вычислили его при единицѣ *секунда*.

Обратимся теперь къ специально интересующему насъ вопросу.

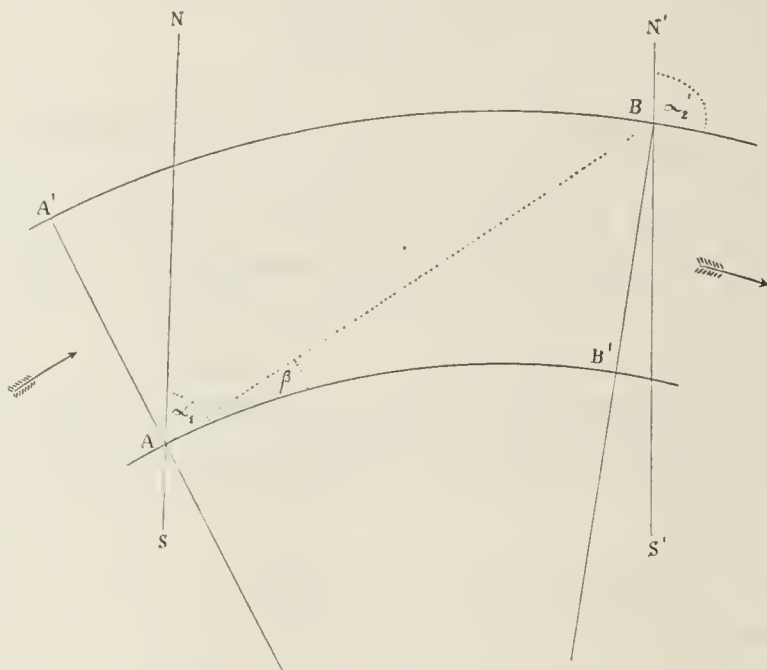
Чтобы легко и быстро прослѣдить уклоненіе вѣтра подъ вліяніемъ суточного обращенія земли, необходимо имѣть въ своемъ распоряженіи двѣ станціи, расположенныя на безукоризненно ровной мѣстности и снабженныя точными приборами, которые давали бы направленіе и силу вѣтра не на глазъ, а путемъ механическихъ показаній. Наблюдая анемометръ A и замѣтивъ моментъ, когда онъ показалъ направленіе въ сторону станціи B , мы дѣлимъ длину разстоянія \overline{AB} на наблюденную въ тотъ-же моментъ скорость вѣтра — полученное число дастъ намъ промежутокъ времени, втеченіе котораго частица вѣтра пройдетъ разстояніе \overline{AB} . Наблюдая въ этотъ второй моментъ анемометръ B , мы и получимъ искомое измѣненіе направленія. Величина этого угла вообще будетъ зависѣть отъ разныхъ причинъ (мѣстныхъ нагрѣванія, вихри и пр.), которыми вліяніе вращенія земли окажется можетъ быть совсѣмъ замаскированнымъ. Но если мы повторимъ описанное наблюденіе нѣсколько разъ, суммируя полученные результаты, то дѣйствіе сказанныхъ причинъ, вообще говоря случайныхъ, будетъ постепенно компенсироваться, приближаясь къ нулю вмѣстѣ съ увеличеніемъ числа наблюденій. Въ то-же время постоянная систематическая причина, какою въ данномъ случаѣ является вращеніе земли, будетъ сказываться все рельефнѣе, пока не обнаружится съ несомнѣнной ясностью.

Къ сожалѣнію анемометрами снабжаются обыкновенно станціи и обсерваторіи большихъ населенныхъ центровъ, гдѣ, хотя бы и ровный по природѣ, рельефъ мѣстности искажается высокими строениями и фабричными трубами. Показаніями анемометровъ при такихъ условіяхъ конечно нельзя воспользоваться для нашей цѣли. Приходится довольствоваться срочными наблюденіями обыкновенныхъ метеорологическихъ станцій II разряда, снабженныхъ флюгеромъ съ качающимся указателемъ силы вѣтра по системѣ академika Вильда.

Представимъ себѣ двѣ станціи (чертежъ 1-ый): въ пунктѣ A (широта φ_1 , долгота λ_1) и въ пунктѣ B (широта φ_2 , долгота λ_2).

Воздушный потокъ проходитъ черезъ A подъ угломъ α_1 отъ сѣвернаго направленія меридіана \overline{NS} (считая по часовой стрѣлкѣ). Обозначимъ черезъ v_0 скорость его въ моментъ t_1 . Чтобы опредѣлить промежутокъ времени, необходимый для прохожденія вѣтромъ пространства между A и B , слѣдуетъ, какъ было указано выше, раздѣлить s , длину пути вѣтра, на v_0 . Но тутъ встрѣчаются два существенныя затрудненія. Во первыхъ, при движеніи

частицы воздуха отъ A къ B скорость вообще не остается постоянной, и принять ее величину равной v_0 на всемъ протяженіи между A и B — значитъ допустить ошибку, которая можетъ значительно повліять на единичный результатъ. Тѣмъ не менѣе затрудненіе это не устранимо, и съ нимъ приходится примириться въ томъ расчетѣ, что съ увеличеніемъ числа наблюдений погрѣшность, обусловленная имъ, будетъ стремиться къ нулю. Затѣмъ, опредѣлять точно длину s также не представляется возможнымъ, такъ какъ для опредѣленія ея



Чертежъ 1.

нужно знать уголъ α_2 , а между тѣмъ этотъ именно уголъ и является искомой величиной. Въ виду того, что уголъ α_2 при незначительномъ разстояніи между станціями A и B въ среднемъ весьма мало отличается отъ α_1 , можно положить:

$$s = a \cdot \cos \beta \quad (7),$$

гдѣ a есть длина прямой \overline{AB} , а β — уголъ между \overline{AB} и направлениемъ вѣтра на станціи A въ моментъ t_1 .

Обозначая черезъ τ промежутокъ времени, втеченіе котораго частица потока проходитъ путь s , мы можемъ написать по уравненію (7):

$$\tau = \frac{a \cdot \cos \beta}{v_0} \quad (8).$$

Моментъ, въ который слѣдуетъ произвести наблюденіе на станціи B , опредѣляется такъ:

$$t_2 = t_1 + \tau + \Delta t \quad (9)$$

гдѣ Δt есть часовой уголъ между пунктами A и B . Введеніе его необходимо на томъ основаніи, что наблюденія на метеорологическихъ станціяхъ производятся по мѣстному времени каждой станціи. Величина Δt въ *минутахъ* времени опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

$$\Delta t = 4 (\lambda_2 - \lambda_1) \quad (10),$$

гдѣ λ выражено въ *градусахъ*.

Уравненіе (10) показываетъ, что при движеніи въ восточномъ направленіи абсолютная величина Δt должна быть прибавлена къ τ для полученія t_2 , а при движеніи на западъ — вычтена.

Опредѣливъ t_2 , мы наблюдаемъ въ этотъ моментъ направленіе вѣтра на станціи B . Обозначимъ черезъ α'_2 уголъ, образуемый имъ съ сѣвернымъ направленіемъ меридіана $\overline{N'S'}$ пункта B . Уголъ α_2 , образуемый этимъ-же направленіемъ вѣтра съ сѣвернымъ направленіемъ меридіана \overline{NS} , опредѣляется такъ:

$$\alpha_2 = \alpha'_2 - \Delta\alpha \quad (11),$$

гдѣ $\Delta\alpha$ есть уголъ между меридіанами \overline{NS} и $\overline{N'S'}$, или вѣрнѣе между касательными къ этимъ меридіанамъ. На широтѣ φ этотъ уголъ опредѣляется такъ:

$$\Delta\alpha = (\lambda_2 - \lambda_1) \text{Sin } \varphi \quad (12).$$

Въ выраженіи этомъ можно принять или φ_1 или φ_2 ; лучше-же взять среднее изъ обѣихъ величинъ; тогда уравненіе (12) принимаетъ видъ:

$$\Delta\alpha = (\lambda_2 - \lambda_1) \text{Sin } \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \quad (13).$$

Уравненія (11) и (13) показываютъ, что при восточномъ (отъ запада къ востоку) направленіи потока абсолютную величину $\Delta\alpha$ слѣдуетъ вычитать изъ α'_2 для полученія α_2 , а при западномъ — прибавлять.

Обратимся теперь къ тѣмъ затрудненіямъ, которыя встрѣчаетъ примѣненіе на практикѣ указанныхъ пріемовъ.

1) *Погрѣшности наблюденій.*

Наблюденія по флюгеру съ указателемъ силы вѣтра въ видѣ подвѣшенной вертикально доски, даютъ весьма неточно направленіе и силу вѣтра. Направленіе дается только восьмью брусками крестовины флюгера, слѣдовательно съ точностью до

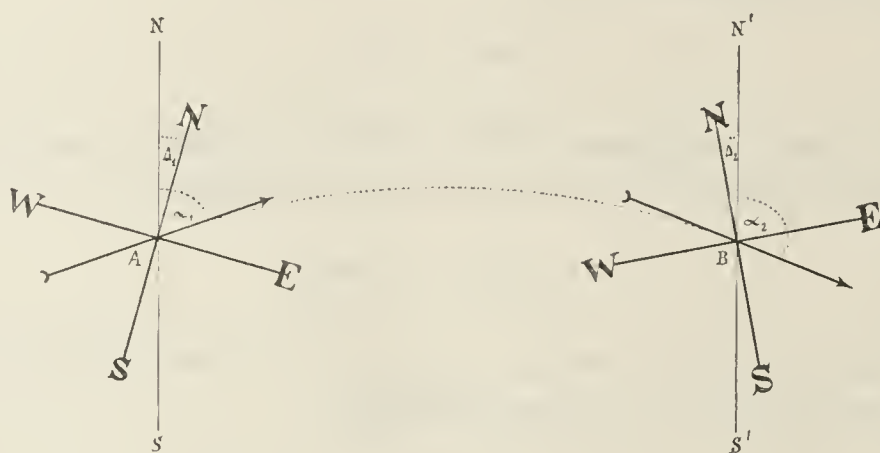
$$\frac{360^\circ}{8 \times 2} = 22,5.$$

На дѣлѣ-же точность еще меньше, такъ какъ наблюдателю, стоящему у подножія

мачты, трудно бываетъ иной разъ опредѣлить, къ какому румбу ближе стрѣла флюгера, находящаяся къ тому-же въ постоянномъ движеніи.

Кромѣ того слѣдуетъ замѣтить, что крестъ флюгера, показывающій страны свѣта, нерѣдко бываетъ укрѣпленъ неврѣно ¹⁾; угловая ошибка, превышающая 10° , не представляетъ исключительнаго случая. Это обстоятельство для насъ гораздо важнѣе погрѣшностей самаго наблюденія, такъ какъ эти послѣднія можно нейтрализовать, увеличивая число наблюдений, а неправильное положеніе крестовины является источникомъ постоянной ошибки въ одну сторону. Вліяніе этой ошибки уничтожается слѣдующимъ образомъ.

Пусть на станціи *A* (чертежъ 2-ой) крестъ флюгера \overline{NESW} образуетъ уголъ Δ_1 съ истиннымъ расположеніемъ меридіана и параллели, причѣмъ уголъ этотъ будетъ считатьъ по принятому выше правилу положительнымъ по часовой стрѣлкѣ и отрицательнымъ обратно ей. На станціи *B* тотъ-же уголъ пусть будетъ равенъ Δ_2 .



Чертежъ 2.

На основаніи прямого наблюденія мы пишемъ по уравненію (6):

$$k' \mp \frac{(\alpha'_2 - \Delta_2) - (\alpha'_1 - \Delta_1)}{t'_2 - t'_1} \cdot \frac{2\pi}{360} \quad (14).$$

Величина погрѣшности этого равенства не можетъ быть опредѣлена, такъ какъ величины угловъ Δ_1 и Δ_2 неизвѣстны.

Теперь произведемъ вторую пару наблюдений, но на этотъ разъ отъ *B* къ *A*. Результатъ этого второго наблюденія выразится ошибочнымъ равенствомъ:

$$k'' \mp \frac{(\alpha_1'' - \Delta_1) - (\alpha_2'' - \Delta_2)}{t_1'' - t_2''} \cdot \frac{2\pi}{360} \quad (15).$$

1) Бываютъ случаи, когда мачта сырого дерева, на которой укрѣпленъ флюгеръ, скручивается съ теченіемъ времени на уголъ до нѣсколькихъ десятковъ градусовъ.

Беря среднее арифметическое изъ выражений (14) и (15), получимъ:

$$\bar{k} = \frac{k' + k''}{2} + (\Delta_1 - \Delta_2) \frac{(t_1'' - t_2'') - (t_2' - t_1')}{(t_1'' - t_2'')(t_2' - t_1')} \cdot \frac{2\pi}{360} \quad (16).$$

Ошибка равенства (16) значительно меньше каждой изъ ошибокъ уравненій (14) и (15). Когда-же періодъ времени $(t_2' - t_1')$ первой пары наблюденій равенъ періоду $(t_1'' - t_2'')$ второй пары наблюденій, то эта ошибка и вовсе сводится къ нулю. Отсюда не трудно заключить, что увеличивая число подобныхъ двойныхъ паръ наблюденій можно совершенно устранить вліяніе неправильной установки флюгера.

Для лучшей нейтрализаціи необходимо, чтобы число наблюденій отъ *A* къ *B* было равно числу наблюденій отъ *B* къ *A*. Это удобно еще съ той стороны, что тогда можно откинуть поправку на уголъ между меридіанами λ_1 и λ_2 , даваемую уравненіемъ (13). Такъ мы и поступимъ.

Обращаясь къ измѣренію силы вѣтра, замѣтимъ, что оно производится еще грубѣе, нежели измѣреніе направленія. Во первыхъ, самый способъ наблюденія доски, качающейся между разными штифтами, исключаетъ возможность дѣлать точные отсчеты. Затѣмъ, находясь на мачтѣ, доска флюгера, не смотря на покрывающій ее слой лака, начинаетъ ржавѣть; вѣсъ ея отъ этого замѣтно увеличивается, а также измѣняется состояніе поверхности, трущейся съ воздухомъ. Если принять во вниманіе всѣ эти обстоятельства, то придется заключить, что числа, выражающія силу вѣтра, едва-ли не самое слабое мѣсто настоящаго изслѣдованія.

2) Сроки наблюденій.

Вслѣдствіе того, что наблюденія на станціяхъ II разряда производятся съ промежутками въ 6, 8 и 10 часовъ, мы не найдемъ вообще говоря на станціи *B* наблюденія въ тотъ моментъ, какой опредѣлится изъ нашихъ вычисленій. Придется брать наблюденіе или предшествующее или послѣдующее относительно этого момента. Чтобы избавиться отъ слишкомъ грубыхъ ошибокъ, мы исключимъ изъ разсмотрѣнія слишкомъ слабый вѣтеръ и будемъ разсматривать только вѣтеръ, дующій съ силою не меньше пяти метровъ въ секунду, какъ представляющійся болѣе устойчивымъ относительно направленія. При такомъ вѣтрѣ шансы рѣзкаго измѣненія направленія между двумя срочными наблюденіями значительно меньше. Кромѣ того, тѣ случаи, когда направленіе вѣтра на станціи *B* втеченіе времени протекающаго между сроками измѣнится болѣе, чѣмъ на 4 румба (изъ полныхъ 16-ти), мы исключимъ изъ разсмотрѣнія. Въ прочихъ-же случаяхъ будемъ искать направленіе въ требуемый моментъ путемъ пропорціальной интерполяціи по времени между двумя смежными сроками.

Сказанное выяснится лучше на примѣрѣ, приведенномъ ниже.

Кромѣ указанныхъ причинъ, затрудняющихъ изслѣдованіе, есть еще много другихъ,

которыя смотря по обстоятельствамъ могутъ существенно повліять на результаты его. Къ таковымъ слѣдуетъ отнести: рельефъ мѣстности между станціями *A* и *B*, существованіе токовъ воздуха, наклонныхъ къ горизонтальной плоскости, мѣстныя нагрѣванія и многое другое. Всѣ эти неблагопріятныя условія въ значительной степени устроятся увеличеніемъ числа наблюденій и введеніемъ въ кругъ изслѣдованія возможно бѣльшаго числа станцій.

Теперь примѣнимъ изложенные выше приемы къ частному случаю.

Въ концѣ этого труда приложенъ каталогъ, содержащій 108 метеорологическихъ станцій II разряда, снабженныхъ флюгеромъ съ указателемъ силы вѣтра, на пространствѣ 11 губерній: Калужской, Орловской, Тульской, Рязанской, Тамбовской, Кіевской, Черниговской, Полтавской, Курской, Харьковской и Воронежской (см. Лѣтописи Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 годъ). Тамъ-же приложена карта въ масштабѣ

$$1 \text{ миллим. } \neq 4 \text{ килом.,}$$

на которой нанесены эти станціи съ соответственными нумерами каталога. ¹⁾

Возьмемъ за начальный пунктъ *A* станцію въ Умани (№ 44 по каталогу) и за конечный пунктъ *B* станцію въ Златополѣ (№ 43).

Разстояніе *a* между станціями получимъ по формулѣ:

$$a = 40000 \sqrt{\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{360}\right)^2 + \left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{360} \cdot \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)^2} \quad (17)$$

въ километрахъ.

Впрочемъ формула (17) представляется слишкомъ неудобной для вычисленій, и поэтому мы будемъ пользоваться величинами *a*, снятыми непосредственно съ карты ²⁾.

Въ данномъ случаѣ

$$a = 105 \text{ килом.} \quad (18).$$

Для опредѣленія румбовъ вѣтра, которыми можно воспользоваться въ данномъ случаѣ, выпишемъ въ нижеслѣдующей табличкѣ всѣ 16 румбовъ и углы, образуемые каждымъ изъ нихъ съ сѣвернымъ направленіемъ меридіана (по часовой стрѣлкѣ):

1) Координатная сѣтъ этой карты построена мною съ особымъ тщаніемъ; углы между меридіанами вычислены для средней широты, а параллели (ломаныя на каждый градусъ долготы) представляютъ отрѣзки эллипсовъ, въ видѣ которыхъ онѣ проектируются на горизонтальную плоскость, общую для всей карты. Координаты станцій взяты по Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи 1900 г.

2) Около 5 чиселъ, полученныхъ такимъ образомъ, т. е. снятыхъ съ карты, я провѣрилъ по формулѣ (17); разница нигдѣ не была болѣе 1 километра, что въ нашемъ изслѣдованіи представляется совсѣмъ несущественнымъ.

ТАБЛИЦА I. 1)

S	0°	N	180°
SSW	22° 30'	NNE	202° 30'
SW	45°	NE	225°
WSW	67° 30'	ENE	247° 30'
W	90°	E	270°
WNW	112° 30'	ESE	292° 30'
NW	135°	SE	315°
NNW	157° 30'	SSE	337° 30'

Обозначимъ черезъ A уголъ, образуемый направлениемъ прямой \overline{AB} отъ A къ B съ сѣвернымъ направлениемъ меридіана. Величину этого угла найдемъ по приближенной формулѣ:

$$\operatorname{tang} A = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\varphi_2 - \varphi_1} \operatorname{Cos} \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \quad (19).$$

Найдя по каталогу географическія координаты обоихъ пунктовъ:

$$\varphi_1 = 48^\circ 45', \quad \lambda_1 = 30^\circ 13',$$

$$\varphi_2 = 48^\circ 49', \quad \lambda_2 = 31^\circ 39',$$

и подставивъ эти величины въ формулу (19), получимъ:

$$\angle A = 85^\circ 58' \quad (20).$$

Изъ уравненія (20) и таблицы I мы видимъ, что двумя ближайшими румбами къ направлению \overline{AB} являются W и WSW , причемъ углы, образуемые каждымъ изъ этихъ румбовъ съ \overline{AB} , опредѣляются такъ:

$$\beta_W = 4^\circ 02' \quad (21,a)$$

$$\beta_{WSW} = 18^\circ 28' \quad (21,b).$$

(Знаки этихъ угловъ безразличны для насъ, такъ какъ требуемая функція ихъ, косинусъ, не зависитъ отъ знака угла).

Итакъ мы должны искать на станціи A (въ Умани) моментъ, когда наблюдался W или WSW съ силою не менѣе 5 метровъ въ секунду.

1) Согласно общепринятымъ обозначеніямъ, мы будемъ подразумѣвать подъ знакомъ S вѣтеръ, дующій отъ юга къ сѣверу; W — отъ запада къ востоку и т. д.

24 января 1900 г. (по новому стилю) въ 7^h утра имѣемъ въ Умани $W 12$ (см. Лѣтописи Н. Г. Ф. О. 1900 г. ч. II стр. 211).

Намъ удобнѣе пользоваться единицами километръ-часъ, нежели метръ-секунда. Таблица II содержитъ скорости отъ 5 до 20 $\frac{\text{метр}}{\text{секунда}}$, затѣмъ числа, выражающія тѣ-же скорости въ единицахъ $\frac{\text{километр}}{\text{часъ}}$ и логарномы этихъ послѣднихъ чиселъ.

ТАБЛИЦА II.

$v \frac{\text{м.}}{\text{с.}}$	$V \frac{\text{к.}}{\text{ч.}}$	Log. V	$v \frac{\text{м.}}{\text{с.}}$	$V \frac{\text{к.}}{\text{ч.}}$	Log. V
5	18,0	1,2553	13	46,8	1,6702
6	21,6	1,3345	14	50,4	1,7024
7	25,2	1,4014	15	54,0	1,7324
8	28,8	1,4594	16	57,6	1,7604
9	32,4	1,5105	17	61,2	1,7868
10	36,0	1,5563	18	64,8	1,8116
11	39,6	1,5977	19	68,4	1,8351
12	43,2	1,6355	20	72,0	1,8573

Подставляя во вторую часть уравненія (8) значенія символовъ по уравненіямъ (18), (21, a) и таб. II, получимъ:

$$\tau = \frac{105 \cdot \cos 4^{\circ} 02'}{43,2},$$

откуда и найдемъ съ точностью до 6 минутъ:

$$\tau = 2,4 \text{ часа} \quad (22).$$

Далѣе, уравненіе (10) даетъ въ нашемъ случаѣ:

$$\Delta t = 6 \text{ мин.} \quad (23).$$

Подставляя значенія τ и Δt изъ уравненій (22) и (23) въ уравненіе (9), получимъ:

$$t_2 = (7 + 2,4 + 0,1)^h = 9^h 5.$$

Слѣдовательно соотвѣтственнаго наблюденія на станціи B (въ Златополѣ) слѣдуетъ искать 24 января 1900 г. въ 9^h5 утра.

Подлинная таблица наблюденій въ Златополѣ (изъ архива Н. Г. Ф. О.) даетъ:

$$7^h \text{ утра} \dots \dots \dots \text{WSW} = 67^{\circ} 30'$$

$$1^h \text{ дня} \dots \dots \dots \text{WNW} = 112^{\circ} 30'$$

Пропорціональной интерполяціей получаемъ:

$$9^{\text{h}}5 \text{ утра} \dots \dots \dots \alpha_2 = 86^{\circ}3,$$

а такъ какъ

$$\alpha_1 = 90^{\circ},$$

то

$$\alpha_2 - \alpha_1 = -3^{\circ}7 \tag{24}.$$

Подставляя въ уравненіе (6) значенія τ и $(\alpha_2 - \alpha_1)$ изъ уравненій (22) и (24), получимъ окончательно:

$$k = -0,027 \tag{25}.$$

Уравненіе (25) показываетъ, что отклоненіе вѣтра отъ прямолинейной траекторіи произошло въ данномъ случаѣ обратно движенію часовой стрѣлки, т. е. *влево*, съ угловой скоростью, равной 0,027 радіановъ въ часъ. Въ этомъ случаѣ вліяніе вращенія земли оказалось замаскированнымъ различными случайными обстоятельствами.

Впрочемъ отклоненія вѣтра въ ту и другую сторону подъ дѣйствіемъ случайныхъ причинъ настолько велики, что напр. даже въ среднемъ изъ 60 случаевъ (см. ниже табл. 1-ую *a* и *b*) мы получаемъ отклоненіе *влѣво*, именно:

$$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau} = -0,1 \tag{26}.$$

Въ таблицѣ 1-ой $\left(\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}\right)$ достигаетъ наибольшей величины $+15$ и наименьшей -15 . Дѣля эти числа на 60, получимъ соотвѣтственно: 0,25 и $-0,25$, откуда слѣдуетъ, что отъ прибавленія или удаленія только одного такого рѣзкаго случая въ нашей таблицѣ измѣнился-бы знакъ результата. Чтобы прибавленіе величины 15 измѣняло окончательный выводъ не болѣе какъ на 0,01, необходимо взять не менѣе

$$\frac{15}{0,01} = 1500 \text{ случаевъ.}$$

§ 2. Таблицы.

Результатомъ вычисленій по вышеприведенной схемѣ явились 73 двойныхъ таблицъ ¹⁾, содержащихъ около 6000 отдѣльныхъ случаевъ.

Въ качествѣ образца ниже помѣщена таблица № 1.

1) Эти таблицы хранятся въ архивѣ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи.

ТАБЛИЦА 1а.

Умань (44) — Златополь (43).

$$\varphi_1 = 48^\circ 45', \quad \lambda_1 = 30^\circ 13'$$

$$\varphi_2 = 48^\circ 49', \quad \lambda_2 = 31^\circ 39'$$

$$a = 105 \text{ км.}, \quad \angle A = 85^\circ 58'$$

$$\alpha_{1, W} = 90^\circ, \quad \alpha_{1, WSW} = 67^\circ 30'$$

$$\beta_W = 4^\circ 02', \quad \beta_{WSW} = 18^\circ 28'$$

$$\text{Log } (a \text{ Cos } \beta_W) = 2,0201$$

$$\text{Log } (a \text{ Cos } \beta_{WSW}) = 1,9982$$

$$\Delta t = 0,1 \text{ час.}$$

t_1			Наблюдение на первой станции.	τ	t_2			Интерполиро- ванное наблю- дение на вто- рой станции.	$\alpha_2 - \alpha_1$	$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
Число.	Мѣсяць.	Часъ.			Число.	Мѣсяць.	Часъ.			
24	I	7 ^h у.	W 12	h 2,4	24	I	2,5 у.	86,3	- 3,7	- 2
24	I	9 в.	W 5	5,8	25	I	2,9 у.	103,3	13,3	2
5	III	7 у.	WSW 5	5,5	5	III	12,6 д.	66,0	- 1,5	0
5	III	1 д.	WSW 9	3,1	5	III	4,2 д.	67,5	0,0	0
10	III	1 д.	W 6	4,8	10	III	5,9 в.	98,7	8,7	2
10	III	9 в.	W 6	4,8	11	III	1,9 у.	90,0	0,0	0
31	III	9 в.	WSW 7	4,0	1	IV	1,1 у.	18,4	-49,1	-12
1	IV	7 у.	W 7	4,2	1	IV	11,3 у.	61,1	-28,9	- 7
1	IV	1 д.	W 7	4,2	1	IV	5,3 в.	91,7	1,7	0
15	IV	1 д.	W 6	4,8	15	IV	5,9 в.	103,8	13,8	3
16	IV	1 д.	W 6	4,8	16	IV	5,9 в.	48,7	-41,3	- 9
21	IV	1 д.	W 9	3,2	21	IV	4,3 д.	90,0	0,0	0
21	IV	9 в.	W 5	5,8	22	IV	2,9 у.	76,7	-13,3	- 2
10	V	1 д.	WSW 7	4,0	10	V	5,1 в.	91,1	23,6	6
14	V	7 у.	WSW 5	5,5	14	V	12,6 д.	1,5	-66,0	-12
18	V	7 у.	W 5	5,8	18	V	12,9 д.	89,2	- 0,8	0
18	V	1 д.	W 5	5,8	18	V	6,9 в.	90,0	0,0	0
28	V	1 д.	W 12	2,4	28	V	3,5 д.	119,5	29,5	12
22	VI	1 д.	W 9	3,2	22	VI	4,3 д.	135,0	45,0	14
3	IX	1 д.	W 9	3,2	3	IX	4,3 д.	58,2	-31,8	-10
7	IX	9 в.	W 5	5,8	8	IX	2,9 у.	90,0	0,0	0
16	IX	7 у.	W 5	5,8	16	IX	12,9 д.	156,4	66,4	11
10	X	1 д.	W 7	4,2	10	X	5,3 в.	77,9	-12,1	- 3
14	XII	9 в.	W 7	4,2	15	XII	1,3 у.	51,5	-38,5	- 9
15	XII	7 у.	W 9	3,2	15	XII	10,3 у.	102,4	12,4	4
16	XII	7 у.	W 5	5,8	16	XII	12,9 д.	89,6	- 0,4	0
20	XII	1 д.	W 9	3,2	20	XII	4,3 д.	99,3	9,3	3
26	XII	7 у.	W 9	3,2	26	XII	10,3 у.	90,0	0,0	0
26	XII	1 д.	W 9	3,2	26	XII	4,3 д.	108,6	18,6	6
27	XII	1 д.	W 5	5,8	27	XII	6,9 в.	84,1	- 5,9	- 1
								Сумма		- 4

ТАБЛИЦА 16.

Златополь — Умать.

$$\angle A = 265^{\circ} 58'$$

$$\alpha_{1, E} = 270^{\circ}, \quad \alpha_{1, ENE} = 247^{\circ} 30'$$

$$\beta_E = 4^{\circ} 02', \quad \beta_{ENE} = 18^{\circ} 28'$$

$$\text{Log}(a \text{ Cos } \beta_E) = 2,0201$$

$$\text{Log}(a \text{ Cos } \beta_{ENE}) = 1,9982$$

$$\Delta t = -0,1 \text{ час.}$$

t ₁			Наблюдение на первой станции.	τ	t ₂			Интерполированное наблюдение на второй станции.	α ₂ - α ₁	$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
Число.	Мѣсяць.	Часть.			Число.	Мѣсяць.	Часть.			
10	I	1 д.	ENE 8	3,5	10	I	4,4 д.	250,9	3,4	1
14	I	1 д.	E 5	5,8	14	I	6,7 в.	225,0	-45,0	-8
14	I	9 в.	E 10	2,9	14	I	11,8 в.	237,6	-32,4	-11
15	I	1 д.	E 5	5,8	15	I	6,7 в.	270,0	0,0	0
15	I	9 в.	E 10	2,9	15	I	11,8 в.	270,0	0,0	0
28	I	9 в.	E 10	2,9	28	I	11,8 в.	270,0	0,0	0
23	II	7 у.	E 10	2,9	23	II	9,8 у.	246,0	-24,0	-8
20	III	7 у.	ENE 6	4,6	20	III	11,5 у.	253,1	5,6	1
20	III	9 в.	E 5	5,8	21	III	2,7 у.	237,8	-32,2	-6
24	III	1 д.	ENE 6	4,6	24	III	5,5 в.	234,9	-12,6	-3
8	IV	7 у.	E 15	1,9	8	IV	8,8 у.	270,0	0,0	0
8	IV	1 д.	E 16	1,8	8	IV	2,7 д.	270,0	0,0	0
8	IV	9 в.	E 18	1,6	8	IV	10,5 в.	270,0	0,0	0
9	IV	7 у.	ENE 18	1,5	9	IV	8,4 у.	270,0	22,5	15*
9	IV	1 д.	ENE 16	1,7	9	IV	2,6 д.	270,0	22,5	13*
9	IV	9 в.	ENE 14	2,0	9	IV	10,9 в.	261,4	13,9	7
10	IV	7 у.	ENE 5	5,5	10	IV	12,4 д.	285,8	38,3	7
10	IV	1 д.	ENE 5	5,5	10	IV	6,4 в.	277,3	29,8	5
11	IV	7 у.	ENE 5	5,5	11	IV	12,4 д.	227,3	-20,2	-4
24	IV	1 д.	ENE 6	4,6	24	IV	5,5 в.	225,0	-22,5	-5
23	V	1 д.	E 5	5,8	23	V	6,7 в.	225,0	-45,0	-8
24	V	1 д.	ENE 6	4,6	24	V	5,5 в.	234,9	-12,6	-3
30	VII	9 в.	ENE 7	4,0	31	VII	0,9 у.	287,6	40,1	10
1	VIII	9 в.	ENE 7	4,0	2	VIII	0,9 у.	188,8	-58,7	-15*
23	VIII	1 д.	E 5	5,8	23	VIII	6,7 в.	282,9	12,9	2
12	XI	1 д.	E 5	5,8	12	XI	6,7 в.	270,0	0,0	0
12	XI	9 в.	E 5	5,8	13	XI	2,7 у.	270,0	0,0	0
14	XI	9 в.	E 6	4,8	15	XI	1,7 у.	270,0	0,0	0
15	XI	9 в.	E 6	4,8	16	XI	1,7 у.	291,2	21,2	4
17	XI	7 у.	E 5	5,8	17	XI	12,7 д.	315,0	45,0	8
17	XI	1 д.	E 7	4,2	17	XI	5,1 в.	315,0	45,0	11
21	XI	7 у.	ENE 6	4,6	21	XI	11,5 у.	247,5	0,0	0
21	XI	1 д.	E 5	5,8	21	XI	6,7 в.	247,5	-22,5	-4
									Сумма	-4

$$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau} = -8 \text{ (изъ 60 случаевъ).}$$

Изъ этой примѣрной таблицы видно, что каждая такая таблица распадается на двѣ части—*a* и *b*. Первая часть содержитъ случаи, когда направленіе вѣтра было отъ станціи *A* къ станціи *B* (въ примѣрной таблицѣ отъ Умани къ Златополю); во второй части собраны случаи обратнаго направленія вѣтра отъ *B* къ *A* (отъ Златополя къ Умани).

Въ семи вертикальныхъ столбцахъ таблицъ даны:

- 1) моментъ наблюденія на первой станціи (новый стиль, мѣстное время);
- 2) наблюденные на первой станціи элементы вѣтра (сила выражена числомъ метровъ въ секунду)¹⁾;
- 3) промежутокъ времени τ , соотвѣтствующій данной силѣ вѣтра, въ часахъ;
- 4) вычисленный моментъ наблюденія на второй станціи (мѣстное для этой станціи время);
- 5) направленіе вѣтра (отъ сѣвернаго направленія меридіана по часовой стрѣлкѣ), вычисленное для этого момента на второй станціи;
- 6) разность между направленіями вѣтра на второй и на первой станціи въ градусахъ;
- 7) та-же разность, приведенная къ единицѣ времени (часъ).

Выражая эту послѣднюю величину въ радіанахъ, т. е. помножая ее на

$$\frac{2\pi}{360},$$

мы получимъ величину k . Въ видахъ сокращенія работы, я предпочелъ произвести это послѣднее дѣйствіе въ выводахъ, тѣмъ болѣе, что величина k , вычисленная изъ одного случая не представляетъ никакого интереса.

Наконецъ, звѣздочкой отмѣчены числа послѣдняго столбца, которыя исключены для уравненія числа случаевъ въ таблицахъ *a* и *b* и не входятъ въ итоги. При этомъ было принято за правило исключать числа, представляющія крайнія отклоненія отъ общаго средняго вывода данной таблицы (*a* или *b*).

Помѣщаемыя ниже таблицы содержатъ лишь величины

$$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$$

въ хронологическомъ порядкѣ (послѣдовательными горизонтальными строками) и соотвѣтственныя скорости вѣтра (мелкимъ шрифтомъ). Сбоку каждой двойной таблицы помѣщены въ видѣ дроби итогъ и число случаевъ таблицы, которые вошли въ итогъ. Исключенные случаи отмѣчены звѣздочкой.

Не лишнимъ считаю указать, что таблицы занумерованы въ порядкѣ географическаго расположенія станціи *отъ юга къ сѣверу*.

Необходимость такого замѣчанія выяснится въ изложеніи § 3-го.

1) Матеріаломъ служили подлинныя вывѣренныя таблицы наблюденій станціи II разряда (изъ архива Обсерваторіи).

Всѣ наблюденія относятся къ 1900 году.

№ 1. Умань (44) — Златополь (43).

- 2 12	2 5	0 5	0 9	2 6	0 6	- 12 7	- 7 7	0 7	3 6	- 9 6	0 9
- 2 5	6 7	- 12 5	0 5	0 5	12 12	14 9	- 10 9	0 5	11 5	- 3 7	- 9 7
4 9	0 5	3 9	0 9	6 9	- 1 5						

Златополь — Умань.

1 8	- 8 5	- 11 10	0 5	0 10	0 10	- 8 10	1 6	- 6 5	- 3 6	0 15	0 16
0 18	15* 18	13* 16	7 14	7 5	5 5	- 4 5	- 5 6	- 8 5	- 3 6	10 7	- 15* 7
2 5	0 5	0 5	0 6	4 6	8 5	11 7	0 6	- 4 5			- $\frac{8}{60}$

№ 2. Умань (44) — Николаевка (40).

4 12	5 5	- 3 5	- 3 9	1 6	0 6	- 5 5	- 7 7	- 2 7	- 3 7	- 12* 7	0 6
- 9* 6	3 9	0 5	12* 20	7* 5	6* 7	- 8* 5	7* 7	- 9* 5	- 7* 5	- 8* 7	- 3 5
- 1 5	19* 12	2 5	12* 9	4 5	- 18* 17	6* 5	- 1 9	0 17	0 5	7* 5	- 6 7
- 3 5	- 6 5	- 7* 5	- 5 7	- 4 9	2 7	- 2 5	- 3 5	3 9	4 9	6* 9	- 1 5

Николаевка — Умань.

11 8	11 8	14 10	6 6	6 5	7 18	25 18	26 20	11 16	0 8	7 8	- 2 6
4 6	13 10	6 8	0 6	10 16	25 18	6 5	10 7	- 14 5	- 2 7	14 6	0 16
4 5	7 5	11 8	1 6	4 5	0 6	11 6					$\frac{202}{62}$

№ 3. Христиновка (46) — Баландино (42).

- 16 14	- 22 20	- 20 20	- 2 20	12 9	- 7 5	0 5	14 20	1 5	0 7	- 3 9	- 5 5
2 5	9 20	8 5	6 20	- 5 5	3 5	8 5	0 9	13 9	- 4 7	- 8 20	- 8 9
3 5	- 3 5	- 8 14	- 5 9	- 11 5							

Баландино — Христиновка.

- 4 6	- 3 5	- 5 6	0 8	3 5	4 8	9 5	11 6	9 5	0 6	- 3 5	4 6
0 7	4 7	- 10* 5	3 5	0 8	0 10	6 10	2 5	21* 20	3 16	- 5 7	5 8
2 5	0 9	7 8	- 3 7	- 11* 10	- 8 5	- 3 5	3 5				- $\frac{7}{58}$

№ 4. Христиновка (46) — Николаевка (40).

-24* 14	-25* 20	-22* 20	- 5* 20	11* 9	22* 20	5 20	- 3 5	0* 5	10* 20	5 5	5 7
3 9	0 5	2 5	12* 20	5 5	-2* 5	-0* 5	0* 5	5 9	8* 5	8* 9	17* 14
6* 5	6* 5	9* 9	0* 5	4 7	15* 20	6* 9	16* 9	2* 5	- 5* 5	6* 5	17* 14
-3* 9	- 6* 5	5 7	6* 5	11* 9	6* 5	6* 5	4 7	1 7	2 7	3 5	3 5
0* 5											

Николаевка — Христиновка.

11 6	6 5	21 18	21 18	25 20	0 16	0 18	- 8 8	0 6	6 10	0 8	0 8
4 6	16 16	-4 8	0 6								
											$\frac{152}{32}$

№ 5. Шпола (41) — Плисково-Андрушевский заводъ (39).

3 7	10 10	11 8									
-----	-------	------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

П.-Андрушевский заводъ — Шпола.

4* 8	1* 8	- 2 9	4* 5	-12* 12	-18* 12	9* 6	0* 8	-3* 8	-5* 10	0 8	0 7
- 4* 8	-10* 20	6* 7	6* 17	- 4* 10	- 8* 17	0* 7	0* 8	3* 10	6* 5		
											$\frac{22}{6}$

№ 6. Старобѣльскъ (93) — Асѣвка (91).

- 9* 5	- 6* 5	-10* 5	5 10	- 2 6	0 7	0 5	- 3 14	- 3 6	- 4 7	3 9	- 8* 5
0 8	- 4 5	- 3 8	-11* 20	- 4 14	4 8	3 5	6* 12	6 8	1 5	4 8	0 6
2 5	0 7	3 8	- 2 20	0 10	8* 20	- 8* 16	- 3 8	- 2 20	-14* 7	7* 14	0 7
2 7	6 5	5 10	4 9	3 6	4 7	- 1 6	3 8	3 5	6 6	16* 9	0 5
3 5	9* 9	- 2 6									

Асѣвка — Старобѣльскъ.

- 3 7	- 8 8	2 10	- 6 6	- 8 8	-12 10	- 8 8	-13 10	- 2 5	1 15	7 8	- 6 8
-10 20	10 6	-13 8	- 8 8	- 1 8	3 6	3 6	6 6	2 7	-11 8	-10 8	0 6
-14 8	- 1 14	- 3 6	- 2 8	3 6	- 2 5	-10 10	- 5 5	- 7 7	11 6	6 5	- 4 6
2 7	2 9	3 8									
											$\frac{69}{78}$

№ 7. Старобѣльскъ (93) — Богучаръ (106).

17* 14	12* 10	0* 8	6 5	8 7	17* 14	-9* 5	-9* 5	0* 20	3* 5	31* 20	0* 20
6 10	1* 6	17* 7	-8* 8	-4* 6	4* 5	4* 8	9 16	3* 10	-13* 7	8 7	8 7
12* 10	40* 24	20* 17	35* 28	-5* 8	7 6	12* 5	5 8	12* 7	4 6	9 7	9 7
7 7	11 9	18* 8									

Богучаръ — Старобѣльскъ.

5 5	0 5	- 9 8	- 6 10	- 2 6	- 1 5	-10 5	- 6 10	- 1 5	-15 12	- 9 10	- 2 6	$\frac{38}{26}$
- 3 5												

№ 8. Плисково-Андрушевскій заводъ (39) — Кагарлыкъ (34).

15* 6	0* 8	4 6	4 6	2 8	0 7	2 9					
-------	------	-----	-----	-----	-----	-----	--	--	--	--	--

Кагарлыкъ — Плисково-Андрушевскій заводъ.

0 6	- 3 6	- 3 8	4 6	- 8 6								$\frac{2}{10}$

№ 9. Асѣвка (91) — Полтава (опытное поле) (65).

5* 5	-5* 10	0 10	0 10	0 12	0 14	0 14	0 14	1 8	4 10	5 10	2 6
6* 12	4 8	6* 5	- 3 5	5* 10	2 10	3 6	4 8	5* 6	5* 5	4 8	6* 6
3 6	8* 8	0 6	0 6	0 7	0 7	- 2 6	4 8	0 10	0 10	4 7	5* 10
0 12	2 10	- 5* 14	- 2 16	4 8	5 10	- 2 10	0 7	6* 6	4 10	7* 7	1 5
0 10	-4* 8	- 1 8	- 2 5	- 1 6	2 5	- 2 5	-4* 8	- 1 8	2 12	4 9	- 3 5
- 7* 14	-12* 14	- 2 10	-5* 6	0 6	0 5	0 6					

Полтава (опытное поле) — Асѣвка.

- 16 10	- 8 8	1 10	0 15	- 6 5	0 6	- 2 5	- 3 5	- 8 14	4 14	- 2 7	6 6	$\frac{19}{98}$
- 1 5	6 6	5 5	- 3 5	- 3 5	- 3 7	3 6	0 10	3 8	6 10	- 1 10	0 14	
0 6	0 6	0 8	- 2 7	- 4 7	0 14	3 8	- 7 14	- 6 6	- 4 5	- 5 9	- 5 10	
- 5 5	0 7	0 5	0 5	0 5	0 5	- 5 9	- 5 7	- 3 5	- 8 8	0 8	8 5	
8 8												

№ 10.

Асѣвка (91) — Должикъ (88).

9* 14	- 5* 10	1 8	3* 5	3* 8	2 6	-3* 10	0 8	3* 5	4* 6	4* 6	0 8
- 3* 6	4* 6	5* 7	5* 7	4* 7	4* 6	3* 6	0 10	0 10	0 12	9* 14	6* 16
- 9* 10	- 2 6	0 10	- 8* 5	0 9	- 5* 7	1 8	-8* 6	-5* 8	5* 7	7* 10	8* 6
0 6	- 5* 8	-3* 5	4* 5	3* 6	7* 6	2 8	0 10	- 2 8	0 5	0 7	- 2 6
- 3* 5	- 5* 8	-8* 12	- 8* 6	- 5* 8	5* 8						

Должикъ — Асѣвка.

0 7	- 5 7	- 6 5	3 6	3 5	- 2 5	- 3 6	- 9 5	- 6 6	- 4 6	0 6	- 6 6
0 5	- 4 5	- 10 8	- 8 6	- 9 5	0 5						- $\frac{66}{36}$

№ 11.

Карловка (66) — Миргородъ (62).

-8* 6	3 14	16* 6	4* 8	5* 8	4 6	3 8	0 8	- 2 6	- 3 6	7* 10	0 6
- 5 8	- 9* 8	-13* 8	-7* 14	0 8	-10* 8	0 8	-9* 14	- 4 6	7* 6	3 6	11* 8
15* 14	-16* 8	7* 8	- 4 6	-16* 6	- 4 8						

Миргородъ — Карловка.

0 5	- 12 5	- 9 5	- 1 5	0 8	-11 7	0 6	0 5	-15 7	- 7 5	- 8 6	11 7
- 7 5	1 8										- $\frac{67}{28}$

№ 12.

Полтава (опытное поле) (65) — Золотоноша (64).

3 5	2 7	4 8	4 10	5 12	5 12	7 15	4 8	4 10	4 8	3 7	3 7
0 8	3 6	3 7	0 8	0 7	4 8	3 5	5 7	2 12	0 13	3 7	7 8
5 10	11* 10	20* 15	8 8	2 5	3 6	7 8	5 6	6 7	7 8	6 5	7 8
9 10	7 14	5 10	4 8	4 8	7 15	7 15	13* 15	7 14	11* 12	9 18	-4* 10
- 6* 5	- 2 8	3 13	17* 14	4 6	6 5	3 6	2 5	0 6	0 5	4 8	-4* 8
- 4 6	1 5	3 6	- 1 6	-8* 10	0 5	2 5	2 8	8 8	8 8	4 9	11* 10
6 12	7 14	4 8	10 5	4 5	9 6	-9* 8	-1 6	- 1 6	5 6	4 5	7 6
3 5	3 6	0 5	0 5	0 8	3 8	2 5	3 5	3 6	0 5	12* 7	2 5
- 1 6	-5* 6	7 8	2 9	0 9	-11* 13	-17* 10					

1 5	0 6	- 4* 5	- 1* 8	- 9* 6	0 5	6 5	3 5	0 8	2 9	0 10	4 6
7 5	- 6* 5	- 8* 8	1 5	0 8	1 6	7 5	13* 8	- 6* 8	0 6	2 6	5 6
1 5	- 3* 6	9* 6	4 5	- 4* 6	4 6	4 5	4 5	0 5	-17* 6	1 5	0 6
5 8	3 7	6 8	- 6* 8	5 5	- 4* 5	4 6	4 5	- 1* 6	3 8	6 12	-4* 12
-8* 5	15* 7	10* 8	4 5	1 6	- 6* 6	11* 8	8* 9	7 9	-1* 13		

Лубны (гимназія) — Полтава (опытное поле).

7 5	0 5	0 5	- 5 8	- 5 6	- 1 6	- 1 8	- 3 6	1 6	- 6 5	- 4 6	- 5 5
- 4 9	- 7 5	0 6	- 2 7	- 5 7	4 10	- 4 6	0 7	- 6 8	2 8	0 10	0 7
2 10	4 6	4 10	- 5 5	4 5	0 5	- 4 5	- 3 5	4 6	1 5	-16 7	0 5
0 6	0 6	- 3 5	5 7	1 7	- 4 6	- 6 6	0 6	6 5	5 6	0 6	- 9 5
- 2 5	- 6 7	0 8	- 5 8	3 10	8 6	- 6 9	- 6 7	3 5	2 7	0 8	0 5
1 5	- 1 6	- 3 6	- 4 5	- 2 5	- 4 5	- 6 5	- 8 6	- 3 5	0 5	6 5	- 3 10
4 9	2 6	- 4 6	4 5	0 8	0 8	4 6	1 8	- 4 6	- 3 5	- 1 6	- 2 5
- 4 5	- 2 6	1 5									

$\frac{179}{174}$

№ 15.

Золотоноша (64) — Житнегоры (35).

- 7 8	-9* 12	-10* 14	-15* 20	-15* 20	-10* 20	9 12	3 12	4 6	9 12	9 6	- 8* 6
12 12	0 8	- 4 8	- 4 6	-9* 12	- 9* 12	- 5 12	0 6	0 20	0 20	0 20	-10* 6
36* 16	0 6	11 8	- 5 12	16* 12	13* 6	13* 6	19* 12	22* 12	19* 8	4 6	4 6
14* 6	13* 6	-9* 12	13 6	6 6							

Житнегоры — Золотоноша.

0 14	- 4 10	5 10	- 5 6	- 4 5	0 8	- 5 6	- 4 14	- 1 12	-26 10	- 1 6	-28 20
- 7 8	0 14	0 6	-10 10	- 8 6	- 3 6	0 10	0 10	0 6	-11 12		

$-\frac{53}{44}$

№ 16.

Золотоноша (64) — Миргородъ (62).

0* 12	-5* 6	4 6	4 6	-11* 20	5 6	-20* 20	0* 6	3 6	-4* 6	2 6	0 8
0 6	-5* 12	20* 20	13* 6	4 6	-6* 12	3 12	21* 12	9* 6	9* 8	11* 6	9* 6
9* 6	-4* 6	17* 12	11* 6	4 6	9* 6	4 6	17* 12	9* 6	12* 8	29* 18	5 8
0 20	0 12	0 12	11* 6	-16* 6	-9* 6	7 6	1 6	9* 6	12* 8	17* 12	13* 12
0 8	-4* 6	6 8	4 6	4 6	-11* 20	8 6	0 12	0 12	9* 12	-7* 6	4 12

Миргородъ — Золотоноша.

4 5	7 5	4 5	5 7	4 5	4 5	4 5	4 5	7 5	7 5	9 6	4 5	$\frac{167}{50}$
12 6	0 5	- 4 5	8 5	7 5	0 9	5 7	3 9	0 9	0 6	0 5	0 5	
1 6												

№ 17.

Казатинъ (45) — Кагарлыкъ (34).

7 12	2 8	20 18	7 6	7 6	7 6	0 6	14 12	8 7	- 2 14	0 8	0 5
------	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-------	-----	--------	-----	-----

Кагарлыкъ — Казатинъ.

0 6	0 6	0 6	- 1* 7	0 6	3 6	5* 8	5* 8	0 6	0 6	3 6	3 6	$\frac{86}{24}$
-10* 6	-12* 7	- 7* 6	- 7* 6	6* 6	- 4* 6	- 3* 5	3 6	10* 6	10* 6	7* 6	6* 6	
0 6	4 6	14* 8	10* 6									

№ 18.

Кагарлыкъ (34) — Лубны (гимназія) (60).

0 6	-7* 20	0 20	3 6	3 6	16* 10	-10* 6	2 6	- 6* 6	- 6 6	3 6	- 6 6
- 2 6	1 8	6 6	-10* 8	0 5	0 8	- 3 6	3 5	3 6	1 6	0 5	0 7
0 7	3 6	1 5	6 10	- 1 6	- 2 6	11* 6					

Лубны (гимназія) — Кагарлыкъ.

- 9 6	- 8 5	0 5	- 6 5	1 9	3 5	- 4 8	3 6	4 7	0 5	0 10	4 11	$\frac{33}{50}$
0 9	0 8	8 7	-11 7	- 9 6	- 8 7	- 8 5	- 5 5	- 5 5	5 5	- 3 6	0 5	
0 6												

№ 19.

Кагарлыкъ (34) — Коростышевъ (33).

4 6	4 6	6 6	5 8	5 8	5 8	0 8	2 6	11 6	4 6	0 8	8 6
6 6	4 6	8 6	9 7	0 8	0 6	0 8	0 8	0 10	5 8	5 8	4 6
8 6	10 8	1 8	0 6	- 2 6	3 6	1 6	- 8 6	- 3 6	- 2 7	- 3 7	3 5
0 6	4 6	0 6	0 8	4 6	6 6	8 6	- 2 6	- 4 6	- 2 6	0 6	

Коростышевъ — Кагарлыкь.

6 10	- 3 10	0 5	- 3 5	20* 16	20* 16	-38* 18	-12* 20	0 5	0 12	4 6	- 4 6
-6* 10	0 5	0 7	8 6	- 4 7	-13* 16	11* 18	-20* 16	9 7	0 5	5 8	0 6
0 9	8 6	11* 6	9 5	7 5	4 6	- 8* 12	0 14	8 6	10 8	0 14	20* 16
2 8	10 8	0 10	8 14	0 14	13* 20	18* 20	23* 12	5 8	- 2 6	0 8	9 5
26* 20	5 8	0 16	0 18	0 12	11* 18	9 16	1 6	4 6	0 18	- 2 12	8 12
0 16	0 16	0 16	13* 10								

$$\frac{238}{94}$$

№ 20.

Рециковщина (63) — Кіевъ (32).

10 7	5 8	0 6	0 6	3 5	0 12	0 14	0 12	0 12	2 14	8 17	0 12
0 14	0 17	0 17	7 10	- 9 7	0 7	0 7	- 4 9	-10 7	8 5	2 5	11 8
9 10	8 6	12 9	8 6	8 7	8 12	8 6	27 12	28 17	2 7		

Кіевъ — Рециковщина.

- 2* 6	0* 6	-15* 11	-11* 8	2* 6	- 3* 9	-10* 7	3* 5	- 4* 6	- 8* 6	- 7 5	- 8* 6
- 8* 6	- 4* 6	-12* 9	- 8* 12	- 7 7	-12* 8	- 7 12	- 8* 6	- 7 5	-19* 10	- 8* 6	- 1* 9
-10* 7	- 6 6	- 8* 6	4* 6	- 7 5	- 7 7	2* 5	- 7 5	-11* 8	- 7 5	-12* 9	- 6 7
-11* 8	- 7 5	- 7 5	- 7 5	-21* 9	3* 6	-2* 5	1* 5	- 6 5	2* 7	- 4* 6	5* 5
- 8* 6	5* 5	- 3* 5	-10* 7	- 8* 6	2* 7	-8* 6	- 7 5	- 7 5	-12* 9	- 8* 6	- 9* 13
-12* 9	- 8* 6	-11* 8	1* 8	- 8* 6	2* 5	6* 5	- 7 5	-12* 9	-10* 7	- 8* 6	-10* 7
- 8* 6	- 8* 6	- 2* 6	- 1* 5	- 6 6	- 4* 6	-1* 5	- 6 6	- 7 5	- 8* 6	- 6 5	-11* 8
-12* 9	-10* 7	-11* 8	- 8 6	-11* 8	- 8 6	- 8 6	-10* 7	- 8 6	- 8 6	-12* 9	- 7 5
- 7 5	- 8 6	- 8 6	-11* 5	- 7 5	- 7 5	- 8 6	-11* 8	-11* 8	-10* 7	- 8 6	

$$-\frac{90}{68}$$

№ 21.

Миргородъ (62) — Должикъ (88).

6 5	0 6	2 5	2 6	- 1 5	- 4 20	- 6 5	- 3 6	0 5			
-----	-----	-----	-----	-------	--------	-------	-------	-----	--	--	--

Должикъ — Миргородъ.

- 5* 8	-4* 5	-5* 8	- 2* 8	- 3* 9	-4* 10	0 10	0 10	0 10	4* 10	3* 9	2* 6
2* 7	5* 8	3* 5	1* 5	3* 6	3* 5	-1* 10	2* 10	6* 8	0 6	10* 5	-6* 7
4* 6	7* 10	2* 10	0 8	4* 5	5* 8	1* 5	7* 7	-5* 9	2* 6	5* 8	3* 5
- 4* 6	-3* 5	-3* 8	0 6	0 7	-5* 8	-7* 7	-5* 9	0 5	0 7	0* 9	-3* 5
0* 7	-3* 8	-9* 10	- 3* 5	- 5* 8	-10* 7	7* 5	3* 5	-3* 5	9* 5	21* 9	-2* 10
-18* 10											

$$-\frac{4}{18}$$

№ 22. Миргородъ (62) — Ивановская опытная станція (85).

- 5 5	1 6	- 2 5	0 6	- 2 5	0 20	- 5 5	- 6 6	- 1 5				
Ивановская опытная станція — Миргородъ.												
- 3* 10	6* 12	0* 20	4* 14	7* 10	2 8	3* 5	5* 5	4* 7	9* 5	3* 5	0* 14	
0* 8	3* 11	7* 8	3* 6	3* 11	2 5	6* 6	-1* 5	0* 6	4* 5	10* 10	11* 8	
24* 16	9* 8	2 12	11* 7	5* 6	7* 12	2 15	-7* 7	4* 5	7* 10	6* 6	11* 11	
5* 8	11* 17	7* 10	7* 14	-2* 5	-1* 6	12* 12	9* 17	7* 12	-4* 7	0* 6	8* 8	
0* 6	1* 8	2 9	0* 7	0* 12	-4* 6	-3* 7	-6* 12	0* 5	-14* 14	0* 6	3* 7	
- 3* 5	-8* 15	-8* 15	-11* 16	-12* 18	4* 7	-6* 12	-1* 5	-3* 14	-6* 12	2 8	3* 7	
1* 7	-2* 8	7* 8	2 5	2 5	12* 6	0* 8	-7* 8	-10* 14	-8* 5	-3* 5	1* 7	
9* 5	-3* 6	0* 7	6* 7	4* 7	2 5	1* 7	0* 6	3* 8	-2* 5	5* 5	1* 5	
3* 5	8* 9	11* 11	9* 11	-2* 11	-3* 6	12* 7	9* 9	5* 9	-4* 9			- $\frac{1}{18}$

№ 23. Миргородъ (62) — Згуровка (58).

0 5	3* 5	4* 7	1 5	0 5	2 5	- 1 5	- 3* 5	2 5	0 5	0 5	- 1 5	
0 8	1 5	0 5	-3* 5	6* 5	7* 6	5* 9	0 5	3* 5	3* 5	- 2 5	0 5	
3* 5	-3* 5	0 6	-3* 5	0 6	3* 5	0 5	0 8	4* 7	- 4* 5	-5* 9	4* 12	
4* 6	0 5	-3* 5	0 7	-3* 9	0 5	0 5	-10* 6	- 4* 6	6* 5	0 5	4* 6	
0 8	0 7	-3* 5	-11* 7									
Згуровка — Миргородъ.												
2 6	5 8	- 3 6	- 2 9	- 5 8	3 5	9 6	2 6	0 10	1 5	- 6 10	4 8	
3 5	7 7	3 5	3 6	6 6	3 7	0 6	3 6	3 6	0 8	- 3 5	4 7	
- 5 5	- 1 5											$\frac{38}{52}$

№ 24. Лубны (гимназія) (60) — Щастновка (54).

0 7	0 9	0 7	0 12	0 5	0 5	0 5	3 5	1 5	- 2* 5	0 8	0 8	
3 9	5* 8	1 7	3 6	0 7	0 8	3 6	3 5	4* 6	7* 6	- 3* 5	9* 5	
4* 5	6* 5	4* 7	2 6	0 6	0 6	0 6	4* 6	4* 6	0 5	3 6	- 4* 5	
4* 6	- 7* 5	- 3* 6	0 6	- 3* 5	1 5	8* 5	4* 6	0 7				

Щаствовка — Лубны (гимназія).

5 6	0 8	- 3 14	3 8	- 8 12	0 10	- 3 7	- 3 7	3 8	8 12	0 14	4 6	$\frac{40}{54}$
4 7	0 8	0 10	- 15 8	0 6	- 4 7	3 9	0 6	3 5	6 10	12 10	0 5	
0 5	- 4 6	6 5										

№ 25.

Должикъ (88) — Лохвица (59).

0* 5	0* 8	7* 8	10* 9	11* 10	11* 10	8* 10	5* 10	5* 10	5* 9	3 6	0* 5
9* 8	5* 5	1 5	4* 6	1 6	5* 5	7* 5	11* 10	5* 10	0* 8	- 3* 5	4* 7
-3* 5	- 3* 5	0* 6	3 5	- 1* 6	0 7	- 4* 8	1 7	3 5	-2* 5	3 9	0 6
0 10	0 10	14* 9	- 3* 5	0 5	0 8	11* 10	-8* 7	-10* 9	-6* 8	- 7* 6	0 5
0 8	- 3* 5	0 8	0 7	0 9	- 5* 9	7* 7	0 5	- 5* 10	0 7	0 8	0 10
3 5	11* 8	0 7	5* 5	4* 5	3 5	3 5	0 5	0 10	-9* 10		

Лохвица — Должикъ.

3 14	0 8	- 1 8	0 12	- 2 14	23 16	9 6	- 11 8	0 8	0 16	10 18	13 6	$\frac{86}{56}$
1 6	6 12	7 6	3 8	- 1 6	- 6 14	- 6 10	9 8	7 6	- 6 6	- 3 8	0 8	
0 6	- 4 6	0 6	11 6									

№ 26.

Рубежное (86) — Тростянецъ (84).

- 3 5	- 3 5	3 5	0 5	6 5	6 5	6 5	6 5	-10 17	6 5	8 5	- 9 7
-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------	-----	-----	-------

Тростянецъ — Рубежное.

-44* 20	- 8* 10	8* 14	-14* 10	0 10	-21* 20	-12* 20	25* 20	0 6	9* 14	2 10	0 6
7 6	25* 20	2 5	9* 10	25* 20	25* 20	11* 6	6 10	12* 20	4 10	8* 20	21* 20
0 6	- 6* 6	-5* 20	15* 20	- 2 6	- 8* 20	3 6	-5* 6	-10* 10	7 14		

 $\frac{45}{24}$

№ 27.

Коростышевъ (33) — Щаствовка (54).

3 10	-8* 6	-20* 20	- 5 10	3 8	1 5	0 6	0 6	- 6 6	-9* 10	- 2 5	- 1 6
- 3 7	- 1 5	- 5 7	2 6	- 2 6	0 7	0 16	- 5 10	11* 16	1 10		

Щастьновка — Коростышевъ.

1 7	8 6	7 7	1 6	6 7	- 2 5	- 3 6	0 6	- 2 8	- 7 8	- 3 8	- 2 8	$\frac{5}{36}$
5 10	2 10	2 6	3 6	0 8	9 5							

№ 28.

Лохвица (59) — Тростянецъ (84).

0 14	0 8	-19 14	2 8	0 8	4 6	8 12	4 6	- 8 6	-19 14	-12 10	0 8
0 6	- 8 6	- 5 8	0 8	0 6	3 6	0 6	8 6				

Тростянецъ — Лохвица.

0 6	7 20	14* 10	14* 10	14* 10	24* 20	13* 20	13* 20	13* 20	7 10	5 8	19* 14	$-\frac{17}{40}$
21* 20	0 10	0 8	0 20	11* 20	53* 20	-19* 14	-19* 14	- 6* 10	0 6	0 6	0 8	
- 6* 8	0 8	0 6	0 8	0 20	-4* 20	-26* 20	0 10	0 14	0 6	-6* 10	14* 10	
- 5* 6	-8* 6	11* 8	0 8	6 6	-3* 8	0 8	- 9* 6					

№ 29.

Лохвица (59) — Щастьновка (54).

0* 8	0* 6	2 6	18* 14	4 6	10 12	13* 10	10 8	23* 12	27* 14	21* 12	8 6
7 8	7 6	0* 16	4 18	2 8	5 8	0* 6	0* 6	8 8	7 10	3 10	0* 16
4 14	13* 8	0* 6	0* 14	- 2* 8	7 8						

Щастьновка — Лохвица.

-21 14	0 14	0 6	0 5	0 7	0 7	- 4 7	- 21 8	0 12	- 6 10	- 9 7	4 6	$\frac{34}{30}$
4 7	- 4 10	3 5										

№ 30.

Тростянецъ (84) — Казачье (77).

-41* 20	- 7 10	4 14	3 10	-12 10	12 10	-47* 20	13 6	12 10	13 6	7 6	4 6
11 14	0 10	13 10	- 2 8	- 6 10	18 10	11 6	7 6	15 20	1 5	6 10	43* 20
33* 20	24* 10	7 6	13 6	8 20	24 20	- 2 6	- 5 20	7 6	16 14		

Казачье — Тростянецъ.

0 5	0 7	0 7	0 7	0 7	0 12	0 12	0 12	0 12	0 9	0 7	0 5	$\frac{208}{58}$
4 7	8 7	4 5	0 5	0 5	- 1 7	0 7	0 7	15 7	- 8 7	0 12	0 5	
- 7 17	0 5	0 5	2 5	0 5								

№ 34.

Казачье (77) — Коренево (73).

0* 9	- 3 5	4* 5	1* 7	0* 7	0* 7	0* 7	0* 12	0* 12	0* 12	0* 12	0* 9
0* 7	0* 5	0* 7	0* 7	- 4 7	- 4 7	0* 5	0* 7	4* 7	3* 5	4* 7	8* 5
- 4 7	3* 5	- 2* 5	- 1* 7	6* 7	- 3 9	- 4 12	- 4 12	- 5 9	- 4 12	- 4 9	- 8* 7
- 3 7	0* 12	0* 17	0* 17	0* 7	- 6* 5	- 6* 5	- 6* 5	- 6 5	- 3 5	- 2* 7	- 2* 5
- 5 5	0* 5	- 4 7	- 8* 9	- 10* 9	- 10* 9	- 10* 9	- 19* 17	- 19* 17	- 19* 17	- 6 5	0* 7
- 4 5	- 22* 17	- 14* 12	- 2* 5	- 6 7	- 9* 12	- 13* 12	- 13* 12	- 8* 7	- 5 5	- 10* 7	- 12* 9
0* 5	0* 5	0* 7	0* 7	- 8* 7	- 4 7	- 8* 5	- 8* 7	- 14* 12	- 8* 5	- 5 5	- 20* 17
0* 5	- 7* 5	- 6 7	- 11* 5	13* 7	- 6 5	- 6 5	- 11* 8	- 8* 7	0* 5		

Коренево — Казачье.

- 9 12	1 6	18 8	11 8	12 10	7 6	0 8	- 6 6	9 6	5 8	6 5	1 6
3 10	9 8	10 6	- 11 10	- 7 14	2 6	- 1 6	- 3 6	6 14	7 10	4 8	- 10 10
											- $\frac{44}{48}$

№ 35.

Угроѣды (83) — Малый Самборъ (53).

- 2* 5	3 6	3 6	3 6	3 6	5* 9	3 6	3 6	0* 6	5* 9	5 5	- 4* 6
10* 5	7* 5	10* 6	5 9	4 8	6* 11	3 5	- 2* 6	2 5	- 3* 5	0* 5	5 5
5 5	0* 6	4 9	0* 5	- 2* 5	8* 6	5 5	- 12* 6				

Малый Самборъ — Угроѣды.

- 3 5	5 5	8 5	- 8 8	3 5	- 2 6	- 4 7	- 4 6	- 7 8	2 7	1 6	- 7 5
- 3 5	- 5 5	3 5									$\frac{35}{30}$

№ 36.

Угроѣды (83) — Богородицкое (74).

- 6* 5	- 1 5	0 5	- 3* 5	2 5	0 5	- 3* 5	0 5	4 5	0 6	- 3* 9	0 5
- 6* 5	5* 5	- 6* 5	0 5	7* 6	7* 6	4 5	6* 5	9* 6	4 5	6* 6	0 9
0 11	- 2 6	1 6	0 6	0 5	5* 9	3 5	0 5				

Богородицкое — Угроѣды.

- 1 5	5 6	3 5	- 1 9	6 5	- 2 5	- 1 5	- 3 6	- 1 5	4 5	6 7	- 3 9
- 6 5	- 2 5	- 5 7	- 6 7	0 9	- 9 17	- 19 9					- $\frac{20}{38}$

4*

4 7	- 9* 7	0 6	- 2 5	4 5	8* 6	9* 5	8* 6	11* 6	5 9	2 7	4 10
3 9	8* 9	7 6	2 9	9* 12	23* 14	0 17	3 20	13* 8	11* 6	9* 6	9* 14
9* 5	14* 6	6 5	11* 10	2 12	- 4* 14	7 5	0 5	- 4* 6	7 6	14* 12	3 5
3 5	9* 9	17* 10	6 5	8* 5	8* 6						

Погожее — Кучеровъ Хуторъ.

-11 12	2 9	3 5	10 12	4 9	1 7	4 5	4 7	- 6 6	0 9	5 12	- 3 5
3 9	4 5	3 8	4 5	2 5	6 5	0 6	3 6	0 5	4 5	3 9	9 9
4 7	6 10	- 4 7	- 3 8	- 4 6	- 5 12	- 7 12	3 5	- 6 14	- 4 7	0 5	4 7
6 5	6 5	- 4 12	-12 14								$\frac{90}{80}$

№ 40. Каменная Степь (103) — Воронежъ (Кадет. корп.) (99).

9* 14	21* 9	4* 12	23* 20	11* 20	-6* 9	11* 20	0* 20	- 3* 20	- 8* 9	-15* 14	-11* 20
- 2* 14	- 5* 7	3* 9	9* 14	13* 20	11* 20	4* 9	3* 14	0* 20	2* 20	0* 20	13* 20
17* 20	- 4* 7	-8* 20	11* 20	0* 20	-3* 20	-13* 20	-9* 20	8* 12	3* 20	13* 20	10* 20
3* 20	13* 20	9* 14	12* 14	7* 9	9* 5	3* 5	4* 9	0* 5	0* 5	0* 7	0* 14
9* 9	2* 5	-3* 5	- 3* 9	0* 20	0* 12	3* 7	2* 9	8* 12	11* 20	- 2* 7	0* 12
0* 12	22* 20	0* 5	0* 7	-2* 9	0* 20	0* 20	0* 12	- 4* 20	- 8* 20	- 2* 20	-13* 20
- 4* 20	- 9* 5	12* 12	- 2* 5	-7* 14	-2* 14	4* 9	-4* 20	-13* 20	-17* 20	- 5* 9	-13* 7
- 2* 7	- 6* 9	-9* 14	-13* 20	5* 7	0* 12	0* 20	-2* 12	3* 12	9* 9	2* 5	5* 7
10* 20	0* 12	-3* 9	2* 5	3* 5	1* 7	12* 5	2* 5	- 1* 5	- 4* 7	- 4* 5	1* 5
13* 7	13* 12	3* 5	19* 28	17* 28	12* 28	6* 5	-2* 5	-13* 5	1* 7	12* 6	10* 5
6* 7	3* 5	4* 12	7* 9	9* 7	7* 7	6* 9	13* 5	- 9* 7			$\frac{0}{0}$ 1)

№ 41. Бобровъ (102) — Калиповскій Хуторъ (101).

- 14* 9	- 7* 7	- 4 6	- 3 8	4 9	- 3 8	4 5	- 1 5	0 8	6* 6	0 5	- 4 9
- 7* 8	5 7	0 13	3 6	- 3 9	0 5	0 5	7* 5	8* 5	6 5	- 5 5	-9* 5
0 5	- 6 5	0 5	4 5	3 6	0 7	-10* 11	0 11	0 12	- 5 6	0 5	-8* 10
1 6	0 5	- 6 9	8* 6	0 6	12* 6	3 6	0 10	0 7	6 7	- 3 8	- 4 10
- 4 5	0 5	0 5	4 5	0 6	- 3 6	0 7	3 8	- 1 5	-7* 5	3 6	3 5
4 6	1 5	- 2 7	2 6	12* 8							

1) Скорость вѣтра на станціи «Воронежъ» ненадежна (флюгеръ старой конструкціи); поэтому для обратнаго направленія «Воронежъ — Каменная Степь» таблица не составлена.

Калиновскій Хуторъ — Бобровъ.

0 8	2 6	0 6	0 6	0 6	2 6	0 6	0 8	2 10	10 6	15 12	8 10	
2 8	- 4 8	6 8	10 10	11 6	- 5 14	- 6 8	2 6	- 4 6	- 4 6	- 4 6	- 10 6	
- 7 6	3 6	6 8	0 6	- 1 6	- 3 6	- 6 8	- 4 8	4 6	7 12	- 6 12	7 6	
10 8	- 3 6	2 10	8 10	13 8	- 3 8	- 2 6	13 6	9 6	0 6	11 6	13 8	
- 5 6	0 8	- 13 16	1 16									$\frac{89}{104}$

№ 42.

Бобровъ (102) — Нижнедѣвйтскъ (100).

- 6 5	- 3 8	0 5	0 7	- 4 7	0 7	- 2 6	- 4 6	- 1 6	0 7	- 3 7	0 5	
- 5 7	1 6	2 6	0 6	0 6	0 9	0 6	- 2 5	- 4 8	0 8	- 3 7	0 5	
0 8	- 9 8	- 2 8	- 4 8	- 3 5	0 6	- 1 5	- 7 5	1 7	- 2 7	0 6	12 6	
- 2 5	- 6 9	2 7	4 7	- 7 5	3 5	0 7	- 3 7	0 9	- 4 6	- 3 5	- 3 5	
- 5 7	- 6 11	- 15 7										

Нижнедѣвйтскъ — Бобровъ.

2 6	- 5 8	- 9* 5	0 7	5 8	- 3 6	3 5	4 6	- 2 6	0 6	- 3 6	- 4 6	
0 5	3 6	0 5	8* 6	- 1 5	4 7	- 3 5	- 9* 5	0 7	- 10* 5	5 5	3 5	
0 9	4 5	6* 7	- 1 10	3 5	0 5	6* 6	- 6 5	- 16* 6	- 2 6	4 6	0 5	
0 6	0 8	3 8	0 6	4 8	5 8	4 8	- 6 5	6 5	0 9	2 5	0 7	
0 9	0 6	2 6	- 1 6	- 1 5	0 6	- 3 8	- 5 6	0 5	2 6			$\frac{72}{102}$

№ 43.

Рождественское Гуево (75) — Богородицкое (74).

- 21* 14	0 10	0 10	- 5* 6	- 3* 9	0 10	- 6* 6	4* 9	- 7* 8	- 2* 5	6* 14	- 8* 9	
- 10* 9	- 8* 14	0 20	7* 7	10* 14	0 5	- 1 7	2 5	- 4* 7	4* 7	1 5	4* 5	
11* 14	5* 5	5* 7	2 9	11* 5	3* 5	- 8* 9	- 1 9	3* 5	1 9	9* 9	0 5	
0 5	8* 7	13* 12	4* 9	8* 9	9* 14	6* 5	2 5	6* 5	- 18* 20	- 2 5	4* 7	
1 7	0 12	- 2 6	13* 6	0 6	- 3* 8	0 8	- 3* 6	- 3* 5	0 12	2 16	- 34* 16	
- 3* 5	- 2 8	- 4* 8	- 1 6	4* 6	9* 8	- 4* 8	- 3* 8	- 7* 16	15* 8			

Богородицкое — Рождественское Гуево.

1 5	3 6	5 5	10 5	4 6	10 9	0 9	0 5	0 7	0 5	0 5	- 3 5	
0 5	3 5	0 7	- 10 9	0 5	0 5	- 3 5	9 5	8 7	6 9	0 7	- 2 9	$\frac{43}{48}$

№ 44. Рождественское Гуево (75) — Конотопъ (52).

2 5	3 5	3 6	0 5	0 5	3 6	4 7	4 8	6 10	4 8	- 1 8	0 5
0 5	3 5	1 5	3 5	3 5	3 5	- 2 5					

Конотопъ — Рождественское Гуево.

- 9* 9	- 2 9	- 4* 7	- 3* 5	- 3* 5	- 3* 5	4* 7	- 9* 5	- 4* 5	- 16* 7	- 8* 7	- 4* 7
- 6* 5	- 8* 7	- 3 7	4* 7	6* 9	3* 7	- 3 5	- 7* 12	- 1* 12	- 2 5	2* 7	1* 9
0* 7	- 3 7	2* 9	- 5* 5	- 7* 9	- 1* 7	10* 5	0* 5	4* 7	- 3 5	4* 7	4* 7
- 3 5	3* 5	- 4* 7	- 5* 9	- 3 5	- 3 5	- 9* 5	- 8* 7	- 4* 5	- 10* 7	- 3 5	- 2 7
- 4* 7	2* 7	- 3 5	- 2 5	2* 7	3* 5	3* 5	4* 5	11* 9	- 6* 5	- 8* 7	- 4* 7
3* 5	- 9* 5	10* 9	- 4* 7	- 4* 7	3* 5	- 3 5	- 6* 5	- 3 5	- 4* 7	0* 12	- 5* 12
- 3 5	- 3 5	- 12* 7	- 7* 5	0* 5	0* 5	0* 5	- 3 5	- 7* 5	0* 5	- 5* 5	- 4* 7
0* 5	0* 5	- 4* 7	- 3 5								
											$\frac{14}{38}$

№ 45. Малый Самборъ (53) — Коренево (73).

1 5	- 10 8	- 10 8	- 7 9	12 5	- 8 6	- 4 6	- 5 8	- 2 7	- 1 5	5 6	- 6 5
-----	--------	--------	-------	------	-------	-------	-------	-------	-------	-----	-------

Коренево — Малый Самборъ.

- 4* 6	0* 6	1* 12	1* 8	6 10	9* 14	9* 14	9 14	9 14	10* 10	12* 10	25* 20
17* 14	12* 10	15* 14	8 8	15* 6	10* 20	4* 6	12* 20	6 10	17* 20	4* 6	0* 6
- 4* 8	- 10* 10	6 6	25* 14	13* 6	26* 14	15* 8	8 6	8 6	5* 6	12* 14	17* 14
10* 10	9 14	25* 20	25* 20	12* 10	5* 6	0* 6	0* 6	- 4* 6	0* 6	10* 8	1* 6
2* 10	11* 12	17* 14	21* 10	4* 6	9 14	- 15* 7	15* 6	- 13* 10	1* 6	- 4* 6	6 6
8 6	0* 6	- 2* 6	- 25* 10								
											$\frac{57}{24}$

№ 46. Коренево (73) — Погожее (72).

4 8	0 6	8 8	- 1 8	3 20	2 10	2 6	5 5	6 6	13 20	15 8	10 8
13 10	4 10	5 20	14 10								

Погожее — Коренево.

-10* 12	0 9	0 5	0 12	0 9	0 7	0 5	0 7	- 4 9	- 1 12	- 3 5	1* 9	$\frac{83}{32}$
0 6	3* 6	- 5* 9	- 4 7	- 3 5	- 1 14	-11* 7	- 4 7	0 12				

№ 47.

Нижнедѣвѣтскъ (100) — Курскъ (70).

8 6	1 6	0 5	0 5	3 5	4 6	6 5	1 5	- 1 5	3 6	1 7	0 8
0 8	0 17	0 7	11 10	4 7	0 6	0 10	6 12	- 2 8	0 5	- 3 6	- 2 5
0 6	0 5	0 5	- 5 8	3 17	7 8	2 6	4 6	6 5	- 6 5	- 8 5	- 1 10
- 4 5	- 2 5	0 7	-22 17								

Курскъ — Нижнедѣвѣтскъ.

-4* 7	- 8* 5	3* 6	-7* 5	-15* 11	- 4 6	2 10	0 8	- 2 5	0 5	3* 5	0 10	
- 3 11	-11* 10	- 3 14	0 7	- 4 7	-7* 6	3* 5	3* 7	- 9* 8	-5* 5	1 6	5* 7	
6* 11	2 5	0 6	3* 5	1 8	2 5	0 5	2 5	3* 8	-6* 5	-7* 13	- 2 14	
0 8	0 6	3* 7	0 9	- 4 7	- 3 6	8* 7	0 10	0 8	- 3 10	0 12	4* 5	
4* 9	2 10	1 12	- 1 11	-7* 6	1 5	-5* 9	- 4 7	- 3 5	-10* 6	4* 6	10* 9	
-8* 7	1 5	- 2 5	5* 5	5* 6	4* 7	- 1 6	-5* 7	1 6	- 3 6	- 1 8	2 5	
												$-\frac{11}{80}$

№ 48.

Погожее (72) — Конь-Колодезь (97).

- 6 5	10 7	- 6 5	-15* 12	- 2 12	11* 7	- 2 5	5 9	3 6	8 12	2 5	3 10
3 9	8 7	11 9	6 7	6 10	5 12	5 9	6 17	8 12	1 5	- 9* 5	-9* 9
- 3 6	2 5	4 8	9 8	8 5	15* 12	6 5	-10* 7	-10* 7	-8* 5	6 6	- 1 5
- 5 8	- 4 12	0 17	- 6 5	18* 14	- 8* 5	4 6	0 5	3 5	5 5	16* 7	- 7 8
0 5											

Конь-Колодезь — Погожее.

11 7	0 7	2 5	7 6	1 5	-10 10	-15 12	-35 17	- 8 5	6 7	0 5	- 3 5	
- 1 5	- 3 8	- 5 5	- 4 6	9 5	1 5	0 6	- 6 7	- 5 7	-13 8	- 8 7	0 5	
0 10	0 6	- 3 10	- 6 5	- 11 5	0 5	2 9	3 7	1 5	5 8	- 1 8	- 8 10	
-12 10	- 11 9											
												$-\frac{25}{76}$

№ 51.

Уварово (30) — Козловъ (26).

5* 5	4* 6	4* 7	0* 10	-9* 8	0* 7	- 2* 8	0* 10	- 2* 8	0 10	0 10	0 14
8* 14	0 9	0 14	0 20	0 20	2 10	16* 14	2 10	3 5	0 14	-5* 8	4* 8
0 14	-12* 20	-12* 20	0 6	0 8	0 10	- 3* 5	0 6	0 5	0 5	0 8	0 8
8* 5	6* 6	- 2* 10	0 8	0 10	8* 14	5* 10	0 10	11* 6	11* 6	2 6	3 5
9* 7	0 9	5* 9	4* 8	2 8	4* 8	- 5* 10	4* 7	0 8	10* 9	1 7	0 5
4* 7	11* 7	10* 9	5* 9	8* 5	-3* 5	0 9	0 7	- 3* 5	4* 7	0 7	8* 5
0 7	4* 7	0 14	-2* 5								

Козловъ — Уварово.

2 9	6 8	4 8	- 14 7	- 2 7	- 8 7	0 7	- 4 7	3 6	1 6	14 6	3 6
- 8 6	- 3 5	- 4 7	- 4 6	- 8 12	2 8	- 3 6	- 3 6	- 1 6	- 11 8	- 2 5	- 6 5
7 6	- 3 6	0 6	- 5 8	-10 14	0 14	0 14	- 9 6	-15 9	0 8	- 3 5	
											$-\frac{69}{70}$

№ 52.

Ваганичи (48) — Новгородъ-Сѣверскъ (49).

10 5	- 5 5	- 6 7	- 2 5	0 5	- 4 6	3 5	- 5 5	8 5			
------	-------	-------	-------	-----	-------	-----	-------	-----	--	--	--

Новгородъ-Сѣверскъ — Ваганичи.

4 5	6 9	4 5	5 7	8 5	6 5	7 10	- 1* 5	0* 5	4 6	17* 8	3 5
0* 5	0* 7	11* 5	10* 5	17* 8	11* 5	- 3* 7	-11* 5				$\frac{46}{18}$

№ 53.

Новгородъ-Сѣверскъ (49) — Уютное (69).

- 6 5	10 5	2 8	- 4 7	3 5	9 7	1 8	4 5	1 6	6 5	3 7	2 5
-19 12	- 7 17	0 5	4 6	- 2 6	4 10	- 6 13	10 5	- 3 9	- 8 9	5 6	8 7
16 10											

Уютное — Новгородъ-Сѣверскъ.

7* 6	5 7	4 5	4 6	5 8	0* 5	4 7	4 6	4 7	4 7	0* 5	0* 8
0* 7	9* 7	8* 9	6 6	5 7	2 8	9* 8	-11* 5	11* 8	7* 6	20* 14	0* 10
18* 9	10* 10	0* 12	0* 10	0* 9	10* 7	7* 5	3 5	5 7	- 6* 5	0* 5	3 5
6 5	4 8	11* 7	7* 7	9* 9	0* 7	- 5* 8	4 7	2 7	0 5	4 6	-16* 6
- 3* 5	8* 6	- 5* 8	- 2* 8	5 7	4 6	6 9	2 5	0 6	-16* 10		$\frac{128}{50}$

№ 54.

Конь-Колодезь (97) — Паньково (14).

- 5 5	-17* 9	- 3 5	- 4 6	- 5 5	- 3 5	- 8 5	- 9 5	- 10 9	- 9 9	0 7	- 6 8
- 4 9	5 9	4 7	7 5	19* 10	- 9 8	-11* 10	3 7	2 7	- 3 5	- 7 6	- 5 7
- 1 6	- 6 9	-12* 9	- 2 9	13* 9	8 6	-16* 9	- 9 5	- 3 8	5 5	2 5	10 6
0 6	0 8	- 3 8	3 7	0 8	- 9 8	- 4 7	17* 7	- 4 6	- 7 7	2 8	- 3 5
-16* 7	-14* 8	- 3 5	3 5	4 7	7 8	5 8	4 7	3 5	9 5	17* 8	4 6
- 2 8	- 7 5	4 6	3 5	1 6	4 7	9 7	15* 9	0 5	- 3 5	-11* 7	- 4 5
8 5	6 5	8 7	15* 8	6 5							

Паньково — Конь-Колодезь.

5 7	6 7	-17 9	- 1 8	-14 10	5 5	-10 8	-18 9	14 6	16 10	6 9	2 6
10 7	11 5	- 7 7	0 10	13 12	8 6	- 4 8	- 3 10	- 7 8	- 7 12	-11 10	0 10
7 6	12 5	11 5	7 9	12 10	5 10	- 3 8	- 4 6	-13 8	-18 9	5 5	-14 10
- 12 10	- 9 9	- 6 10	- 9 10	-10 10	- 4 6	6 6	- 7 5	-15 7	-17 10	12 5	1 5
- 8 5	- 9 6	- 4 8	4 8	8 10	4 6	9 10	- 4 6	- 9 8	- 1 8	- 5 5	- 4 6
- 18 10	3 5	5 5	12 7								
											$-\frac{104}{128}$

№ 55.

Поньри (68) — Елецъ (10).

4* 5	8* 5	0* 7	- 5 9	- 7* 5	- 3* 5	-7* 7	- 5 9	- 4 7	1* 12	-6* 9	- 5 9
- 3* 6	-10* 5	-11* 9	- 6* 6	-15* 12	-17* 12	-8* 9	-22* 25	0* 9	0* 7	- 4 5	-15* 7
- 5 5	- 9* 9	- 4 7	- 7* 7	10* 5	4* 9	-9* 6	- 5 5	- 5 5	-7* 9	-3* 5	0* 7
- 4 7	7* 6	- 5 6	-24* 20	-40* 25	- 1* 5	0* 5	7* 5	- 4 7	9* 9	9* 14	4* 12
0* 5	- 1* 9	0* 16	- 4 16	8* 5	- 6* 12	- 4 8	- 5 5	-7* 7	-3* 6	-8* 5	- 8* 5
-10* 5	- 3* 5	- 3* 5	- 3 5	- 3 6	- 9* 9	- 3 7	5* 5				

Елецъ — Поньри.

11 10	4 6	9 6	9 6	3 6	3 6	4 8	6 6	9 6	3 6	3 6	3 6
5 10	5 10	-13 8	-10 6	12 6	1 6						
											$-\frac{10}{36}$

5*

№ 56.

Елецъ (10) — Скуратово (12).

12* 10	10* 6	10* 6	4 10	-9* 10	4 6	6 10	6 10	0* 20	0* 8	3 6	6 10
11* 10	5 8	2* 8	6 6	4 6	5 10	5 10	9 10	20* 20	11* 20	11* 20	- 1* 6
5 10	3 6	11* 20	11* 20	5 10	2 6	4 8	3 6	16* 20	12* 20	6 10	15* 10
10* 6	7 6	18* 10	10* 8	1* 6	0* 10	4 8	4 6	10* 8	45* 20	2 8	0* 6
5 10	10* 8	10* 8	9 10	7 6	3 6	- 1* 6	7 8	0* 8	0* 6	2 10	4 10
7 6	- 10* 8	-7* 6	10* 8	-5* 8	0* 6	14* 8	5 10	1* 6	2 6	0* 6	6 8
7 6	4 6	0* 6	11* 10	-6* 8	0* 8	0* 8	-1* 6	11* 6	6 6	9 8	9 6
4 6	- 2* 6	11* 10	13* 10								

Скуратово — Елецъ.

- 3 6	5 6	- 1 6	- 10 7	- 6 9	0 10	-11 10	- 2 8	- 3 5	- 2 5	- 2 9	- 4 6
- 8 7	- 2 5	- 6 7	3 5	4 7	0 6	3 9	- 3 14	- 6 5	- 6 5	- 6 5	- 6 5
- 5 8	- 6 6	0 5	0 8	0 5	5 9	- 5 18	-16 18	0 8	-13 8	- 5 7	-10 5
0 7	- 6 10	- 5 12	3 5								$\frac{69}{80}$

№ 57.

Кирсановъ (28) — Козловъ (26).

0 6	18 8	11 20	0 10								
-----	------	-------	------	--	--	--	--	--	--	--	--

Козловъ — Кирсановъ.

7* 6	7* 6	11* 6	- 7* 6	- 7* 6	8* 7	0 8	-1* 6	7* 6	0 7	-4* 7	-11* 7
0 7	5* 5	7* 6	4* 6	6* 6	3* 6	3* 6	-8* 7	3* 6	6* 10	5* 5	8* 5
3* 5	0 6	- 3* 5	- 8* 6	-16* 7	8* 10	- 4* 6	4* 8	3* 6	6* 6	3* 6	3* 6
5* 6	3* 7	-10* 6	10* 6	3* 5	-7* 6	- 7* 6	-8* 12	3* 12	3* 6	1* 10	- 9* 8
- 2* 6	5* 7	13* 8	-11* 5	- 5* 5	-9* 8	-11* 6					$\frac{29}{8}$

№ 58.

Козловъ (26) — Матчерка (23).

- 7* 6	- 8* 5	- 1* 6	-9* 6	-9* 8	- 3 6	- 3 6	1* 6	- 7* 6	-12* 6	4* 7	0* 8
- 1 6	7* 6	8* 7	8* 5	7* 6	-6* 10	3* 5	-16* 7	- 5 10	3* 5	- 3 5	- 6* 6
6* 5	-12* 6	- 5 8	- 5 10	- 5 10	- 3 14	- 4 6	- 6* 6	2* 6	- 2 7	- 7* 6	- 1 6
- 3 6	- 6* 5	0* 9	-6* 6	-8* 6	-6* 6	- 1 6	-13* 6	-11* 12	0* 12	-13* 6	-13* 6
- 9* 8	- 6* 6	- 2 7	9* 8	3* 5	-6* 8	8* 5					

Матчерка — Козловъ.

- 3 6	10 9	10 9	6 5	13 12	20 9	- 6 5	- 10 9	8 7	6 7	6 5	8 7	$\frac{36}{30}$
1 5	7 12	6 10										

№ 59.

Орель (7) — Жиздра (3).

-8* 6	-13* 10	-13* 10	1* 10	16* 10	7* 10	-10* 8	-13* 6	-28* 13	- 6 8	-18* 14	-14* 14
3* 10	4* 6	- 3 6	-12* 9	- 2 8	- 3 10	3* 10	1* 6	- 7* 10	0* 10	- 1 7	5* 10
0 6	1* 6	6* 8	- 6 8	-10* 14	2* 6	0 8	0 8	6* 9	- 3 6	- 6 8	- 6 9
- 4 6	- 6 8	0 6	- 6 8	0 10	- 6 8	0 8	-14* 6	2* 7	- 3 8	-16* 12	0 5
- 4 9	- 4 10	7* 10	5* 10	6* 8	- 5 7	- 3 5	- 4 5	0 6	-11* 6	- 4 10	4* 10
1* 8	- 6 13	3* 9	- 7* 5	0 10	0 7	1* 7	- 2 8	- 3 7	-21* 10	4* 6	3* 5
- 3 5	0 7	11* 16	7* 10	-29* 13	-11* 15	-11* 15					

Жиздра — Орель.

0 6	0 6	- 3 5	- 4 6	- 6 5	- 6 6	- 6 5	-10 6	- 5 8	4 5	-13 7	1 7
3 5	0 5	- 3 5	- 4 5	-16 12	- 6 5	- 9 5	-13 10	- 8 12	- 7 6	- 3 9	2 5
- 3 5	- 7 5	-11 12	- 5 7	- 2 5	- 7 5	6 5	3 12	9 9	5 7	-22 17	$-\frac{245}{70}$

№ 60.

Ефремовъ (13) — Рязскъ (18).

-13* 7	-11* 7	11* 9	6* 5	0* 7	- 8* 9	- 8* 7	-4* 7	-11* 7	- 4* 9	3 5	12* 5
4* 7	1 5	0* 12	-5* 5	-12* 5	8* 7	17* 9	-7* 12	12* 7	4* 7	4* 12	7* 12
8* 7	- 7* 7	-11* 9	-1* 7	6* 5	-11* 5	8* 9	9* 5	12* 7	- 3* 7	6* 7	3 7
1 9	1 5	8* 7	6* 5	8* 7	16* 7	13* 7	5* 5	6* 5	15* 12	0* 5	4* 5
3 7	2 9	- 1* 5	-5* 12	3 12	- 8* 17	0* 17	6* 5	0* 7	0* 9	5* 5	7* 5
6* 5	- 1* 5	- 6* 5	0* 9	- 3* 12	- 1* 5	0* 5	0* 17	3 17	8* 9	15* 12	9* 9
- 8* 7	5* 9	0* 5	5* 5	8* 9	16* 7	15* 7	- 8* 7	- 2* 9	0* 5	5* 5	8* 7
0* 5	4 7	0* 5	6* 5								

Рязскъ — Ефремовъ.

- 9 6	15 6	- 6 6	- 6 5	- 6 5	- 3 5	0 5	0 5	- 8 6	- 4 8	$-\frac{3}{20}$
-------	------	-------	-------	-------	-------	-----	-----	-------	-------	-----------------

№ 61.

Данковъ (20) — Скуратово (12).

6 5	3 5	6 5	8 7	3 5	6 5	8 5	6 5	7 6	10 9	2 6	6 5
9 8	7 6	0* 5	0* 5	11* 5	4 7	6 6	20* 12	15* 9	7 6	7 6	12 7
5 7	6 7	6 5	10 7	14* 6	3 6	0* 8	4 7	3 6	4 7	7 6	4 7
7 6	8 5	5 6	1* 6								

Скуратово — Данковъ.

10 6	2 7	6 8	8 5	2 7	6 5	9 6	3 5	- 2 6	8 5	11 7	4 5
7 7	1 6	9 9	11 5	3 7	7 6	- 8 14	- 3 5	2 5	0 5	0 5	- 6 5
- 5 9	- 4 7	- 3 5	1 5	6 5	- 5 8	- 2 5	- 1 5				
											$\frac{272}{64}$

№ 62.

Сосновка (25) — Гремячка (19).

6 6	8 6	- 7 8	- 4 6								
-----	-----	-------	-------	--	--	--	--	--	--	--	--

Гремячка — Сосновка.

8* 7	- 9* 7	- 12* 6	0* 7	- 6 14	- 7 6	- 8 6	- 19* 8	- 9* 7	- 12* 9	- 17* 9	6* 7
- 4 8	4* 6	- 10* 8									$-\frac{22}{8}$

№ 63.

Моршанскъ (24) — Елатъма (21).

7 14	- 6* 12	- 7* 14	6 12	18* 14	7 14	6 12	- 3* 6	3 6	18* 12	3 6	8 8
6 6	3 6	12* 8	5 8	7 14	3 6	17* 14	9 14	9 6	8 6	- 4* 8	0* 14
7 5	13* 14	4 8	10 6	9 6	9 6	2 5	3 6	3 6	2 5	0* 8	7 14
7 14	14* 8										

Елатъма — Моршанскъ.

- 2 5	- 3 7	- 3 7	- 3 7	- 2 5	- 3 7	- 7 7	- 7 7	- 3 6	- 2 5	- 3 7	- 3 7
- 4 8	- 2 5	- 3 7	- 6 7	- 7 10	- 9 5	- 4 8	- 4 8	- 4 9	- 3 7	- 8 7	8 6
3 5	- 3 6										$\frac{66}{52}$

№ 64.

Моршанскъ (24) — Гулынки (17).

8 6	9 8	13* 12	- 3* 5	7 6	-1* 5	1* 12	9 8	13* 12	13* 12	7 6	9 8
16* 14	16* 14	7 14	- 7* 6	10 6	9 8	6 12	6 8	16* 14	5 8	7 8	16* 14
9 8	13* 12	13* 12	4* 5	-3* 6	-3* 6	6 8	- 6* 12	9 8	13* 12	6 12	10 8
9 12	4 6	7 6	13* 12	10 5	2* 6	7 12	10 14	6 8	11* 5	17* 12	9 6
-4* 8	0* 12	0* 10									

Гулынки — Моршанскъ.

6 11	- 11 5	- 13 8	- 8 5	- 8 7	0 5	- 11 7	- 11 7	5 10	- 9 8	- 7 7	3 6
3 5	- 15 7	0 5	-11 20	- 4 7	3 5	- 1 7	- 11 5	- 5 5	7 12	0 5	0 5
- 10 17	4 7										$\frac{97}{52}$

№ 65.

Гремячка (19) — Тула (11).

-3* 5	2* 8	-5* 5	0* 6	0* 7	0 7	-4* 8	- 1 7	0 9	- 1 5	- 3 8	-4* 8
0 6	3* 6	2* 8	-6* 10	3* 5	1* 5	0 7	0 7	0 8	0 8	- 1 7	0 6
- 1 6	0 7	-4* 7	- 2 8	3* 5	- 2 6	4* 6	-4* 6	- 3 5	0 7	- 1 7	- 2 5
- 1 7	0 7	- 3 6	-9* 5	-4* 7	- 1 5	-8* 7	3* 6	-9* 7	-4* 8	-4* 8	- 2 9
-4* 7	0 5										

Тула — Гремячка.

5 9	0 5	0 8	0 7	1 6	- 5 10	3 9	- 3 6	0 6	0 5	10 6	1 5
4 7	0 7	4 7	8 7	- 2 10	6 10	4 6	0 14	0 20	6 10	- 3 5	- 1 6
0 6	- 4 6										$\frac{10}{52}$

№ 66.

Земетчино (22) — Ряжскъ (18).

18 20	17 17	- 3 6	- 12 9								
-------	-------	-------	--------	--	--	--	--	--	--	--	--

Ряжскъ — Земетчино.

0 6	0 6	-2* 8	0 10	3* 6	0 6	0* 10	1* 8				$\frac{20}{8}$
-----	-----	-------	------	------	-----	-------	------	--	--	--	----------------

№ 67.

Земетчино (22) — Елатьма (21).

3 7	0 9	0 7	0 8	0 5	- 3 6	- 3 7	-4* 8	-4* 9	- 4* 17	3 6	0 17
- 4* 20	-9* 20	0 20	-9* 20	0 20	- 4* 20	-15* 14	0 5	0 5	0 7	- 3 7	0 14
- 7* 6	3 5	7* 8	18* 17	1 10	- 3 14	- 5* 10	- 1 17	8* 17	8* 17	9* 20	8* 17
6 8	0 7	2 8	8* 8	11* 12	1 7	2 5	0 7	8* 10	- 2 6	- 3 12	- 3 6
- 1 10	3 10	1 5	3 10	- 2 6	- 2 20	11* 14	7* 14	5 10	- 3 9	- 5* 10	-8* 17
- 6* 12	4 8	10* 10	-4* 5	- 2 8	11* 9	11* 8	8* 8	1 6	8* 8	3 8	-4* 8
4 8	1 6	9* 14	-6* 5	7* 10	9* 10	- 6* 6	4 6	9* 7	10* 6	0 6	0 6
12* 6	0 5	0 5	4 7	20* 14	18* 14	0 8	-5* 10	0 14	- 9* 10	-14* 10	1 8
- 7* 6	-5* 10	0 6	0 7	3 6	8* 17	0 17	8* 8	5 10	7* 14	8* 6	

Елатьма — Земетчино.

- 5 7	- 7 7	0 6	0 6	2 5	0 8	- 5 9	- 1 8	- 7 5	-10 7	1 7	0 7
0 8	- 3 5	3 5	- 2 5	- 3 7	- 3 6	- 3 5	1 5	- 6 5	2 6	1 5	0 7
0 10	- 2 5	- 6 7	- 7 8	- 1 7	- 8 5	- 4 8	- 3 5	0 5	2 5	5 5	- 4 6
0 5	- 3 6	- 4 8	- 4 8	- 4 9	- 9 7	-13 7	0 5	0 5	2 6	-12 7	- 7 7
- 5 9	0 9	0 8	- 7 5	0 5	0 7	0 8	10 10	0 6			

97
114

№ 68.

Скуратово (12) — Жиздра (3).

- 4 8	8* 5	- 6* 5	-9* 10	-5* 10	- 3 6	-5* 9	- 5* 9	- 1 9	3* 7	9* 12	0 10
-7* 12	3* 10	4* 9	5* 6	-5* 9	0 5	2* 5	- 5* 9	- 4 7	-5* 10	- 4 7	-5* 10
- 3 6	3* 5	4* 8	0 8	- 4 8	0 8	0 13					

Жиздра — Скуратово.

0 5	0 5	3 5	- 12 7	- 3 7	- 3 5	0 12	- 5 5	9 9	- 5 5	2 5	11 12	- 26 24
-----	-----	-----	--------	-------	-------	------	-------	-----	-------	-----	-------	------------

№ 69.

Жиздра (3) — Сугоново (2).

- 8 6	- 3 5	3 7	- 7 5	- 7 5	- 9 6	- 3 7	-14 8	- 4 9	2 9	0 7	-12 12
- 7 5	- 7 7	- 2 5	- 3 7	- 5 10	- 8 7	- 3 5	0 7	6 5	- 6 12	- 9 9	- 3 6
- 7 5	- 8 6	0 5	2 5	- 1 7	- 9 7						

Сугоново — Жиздра.

5 5	4 7	4 7	4 5	12 7	10 5	10 5	10 5	8 5	6 5	14 7	9 5	$\frac{75}{60}$
8 5	15 7	11 7	9 5	8 5	8 5	8 5	5 9	3 5	2 5	3 5	3 5	
4 5	4 5	11 7	3 5	3 5	3 5							

№ 70.

Тула (11) — Гулынки (17).

-8* 5	12* 8	0 5	- 6* 9	-10* 5	-10* 5	4 9	- 8* 6	10* 6	7* 5	10* 5	4 7
-8* 7	16* 10	3 5	- 3* 5	12* 7	3 5	12* 7	- 5* 8	-12* 6	- 6* 9	- 5* 9	- 5* 8
3 5	2 7	-3* 6	10* 6								

Гулынки — Тула.

6 11	3 5	2 5	- 5 5	- 5 5	- 5 5	-15 12						$\frac{0}{14}$
------	-----	-----	-------	-------	-------	--------	--	--	--	--	--	----------------

№ 71.

Тула (11) — Рязань (16).

-12* 5	-11* 14	4* 8	0 7	0 10	2* 7	6* 5	- 7* 6	- 7* 7	- 6* 5	- 1* 5	5* 7
0* 6	4* 7	11* 10	6* 10	3* 5	3* 5	-18* 10	-16* 14	3* 8	0* 6	0* 9	5* 9
10* 6	10* 9	10* 9	8* 14	12* 10	0* 6	4* 6	0* 8	- 5* 6	- 8* 9	-10* 8	0* 5
0* 7											

Рязань — Тула.

13 14	7 6											$\frac{20}{4}$
-------	-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------------

№ 72.

Гулынки (17) — Елатьма (21).

0 5	0 7	-14* 8	- 7* 6	- 1 7	- 6 9	- 6 5	9* 5	16* 9	7 5	12* 5	- 5 5
- 3 5											

Елатьма — Гулынки.

6 5	- 8 7	6 9	0 5	9 11	- 2 9	7 7	11 9					$\frac{15}{16}$
-----	-------	-----	-----	------	-------	-----	------	--	--	--	--	-----------------

№ 73.

Рязань (16) — Елатьма (21).

- 5* 14	- 3 6	10 8	8 6	0 14	0 6	6 6	0 6	15* 6				
Елатьма — Рязань.												
0 6	6 5	13 5	11 5	13 6	0 5	- 6 5						$\frac{58}{14}$

§ 3. Изслѣдованіе функціи μ (ν) на основаніи собраннаго матеріала.

Матеріаль, собранный въ § 2-мъ, даетъ намъ для каждой пары станцій величину

$$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$$

въ единицахъ *градусъ — часъ*.

Чтобы получить искомую величину μ , обратимся къ формуламъ, приведеннымъ въ § 1-мъ. Изъ уравненій (2), (4) и (6) находимъ

$$\mu = \frac{1}{2 \sin \varphi} \cdot \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{360} \cdot \frac{T}{t_2 - t_1} \quad (27).$$

Уравненіе (27) показываетъ, что величина μ не имѣетъ «измѣренія» и должна выражаться абсолютнымъ числомъ.

Полагая въ уравненіи (27)

$$T = 24 \text{ часа}$$

и замѣняя величину

$$\frac{\alpha_2 - \alpha_1}{t_2 - t_1}$$

числомъ

$$\frac{1}{n} \sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau},$$

полученнымъ изъ непосредственныхъ наблюденій (n — число случаевъ), получимъ

$$\mu = \frac{1}{30 \sin \varphi} \cdot \frac{1}{n} \sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau} \quad (28).$$

Нижеслѣдующая таблица даетъ выводъ изъ собраннаго нами матеріала на основаніи формулы (28), причемъ подъ величиной φ мы будемъ подразумѣвать, какъ и прежде, величину

$$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}.$$

ТАБЛИЦА I.

№№ таблицъ	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	Число слу- часевъ	$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$	$\text{Log} \frac{1}{30 \sin \varphi}$	$\sum_a^b \mu$	$\mu = \frac{1}{n} \sum_a^b \mu$
1	— 8	60	48° 47'	2.6465	— 0.35	— 0.01
2	202	62	48 58	6453	8.93	0.14
3	— 7	58	48 54	6458	— 0.31	— 0.01
4	152	32	49 01	6450	6.71	0.21
5	22	6	49 10	6440	0.97	0.16
6	— 69	78	49 20	6429	— 3.03	— 0.04
7	38	26	49 36	6412	1.66	0.06
8	2	10	49 36	6412	0.09	0.01
9	— 19	98	49 28	6421	— 0.83	— 0.01
10	— 66	36	49 42	6406	— 2.88	— 0.08
11	— 67	28	49 42	6406	— 2.93	— 0.10
12	335	176	49 38	6410	14.66	0.08
13	39	52	49 48	6399	1.70	0.03
14	179	174	49 48	6399	7.81	0.04
15	— 53	44	49 43	6405	— 2.32	— 0.05
16	167	50	49 49	6398	7.29	0.15
17	86	24	49 48	6399	3.75	0.16
18	— 33	50	49 56	6391	— 1.44	— 0.03
19	238	94	50 06	6380	10.34	0.11
20	— 90	68	50 10	6376	— 3.91	— 0.06
21	— 4	18	50 00	6386	— 0.17	— 0.01
22	— 1	18	50 11	6375	— 0.04	— 0.00
23	38	52	50 14	6372	1.65	0.03

№№ таблицъ	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	Число слу- чаевъ	$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$	$\text{Log} \frac{1}{30 \sin \varphi}$	$\sum_a^b \mu$	$\mu = \frac{1}{n} \sum_a^b \mu$
24	40	54	50° 20'	$\bar{2}.6365$	1.73	0.03
25	86	56	50 12	6374	3.73	0.07
26	45	24	50 19	6366	1.95	0.08
27	5	36	50 29	6356	0.22	0.01
28	— 17	40	50 25	6360	— 0.74	— 0.02
29	34	30	50 30	6355	1.47	0.05
30	208	58	50 38	6347	8.97	0.15
31	— 13	30	50 47	6337	— 0.56	— 0.02
32	53	38	50 56	6328	2.28	0.06
33	81	54	50 57	6327	3.48	0.06
34	— 44	48	51 07	6317	— 1.88	— 0.04
35	35	30	50 59	6325	1.50	0.05
36	— 20	38	51 01	6323	— 0.86	— 0.02
37	— 225	100	51 04	6320	— 9.64	— 0.10
38	68	74	51 20	6304	2.90	0.04
39	90	80	51 18	6306	3.84	0.05
40	0	0	51 22	6302	—	—
41	89	104	51 08	6316	3.81	0.04
42	— 72	102	51 20	6304	— 3.07	— 0.03
43	43	48	51 08	6316	1.84	0.04
44	— 14	38	51 10	6314	— 0.60	— 0.02
45	57	24	51 15	6309	2.44	0.10
46	83	32	51 30	6294	3.54	0.11
47	— 11	80	51 39	6285	— 0.47	— 0.01
48	— 25	76	51 52	6272	— 1.06	— 0.01
49	232	122	51 50	6274	9.84	0.08
50	4	40	51 43	6281	0.17	0.00
51	— 69	70	52 26	6238	— 2.90	— 0.04
52	46	18	52 01	6263	1.95	0.11

№№ таблицъ	$\sum_a^{\sigma} \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	Число слу- чаевъ	$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$	$\text{Log} \frac{1}{30 \sin \varphi}$	$\sum_a^{\sigma} \mu$	$\mu = \frac{1}{n} \sum_a^{\sigma} \mu$
53	128	50	52° 02'	2.6262	5.41	0.11
54	— 104	128	52 36	6229	— 4.36	— 0.03
55	— 10	36	52 28	6236	— 0.42	— 0.01
56	69	80	53 06	6200	2.88	0.04
57	29	8	52 46	6219	1.21	0.15
58	36	30	53 10	6196	1.50	0.05
59	— 245	70	53 22	6185	— 10.18	— 0.15
60	— 3	20	53 26	6181	— 0.12	— 0.01
61	272	64	53 24	6183	11.30	0.18
62	— 22	8	53 22	6185	— 0.91	— 0.11
63	66	52	54 12	6138	2.71	0.05
64	97	52	53 50	6159	4.01	0.08
65	10	52	53 50	6159	0.41	0.01
66	20	8	53 36	6172	0.83	0.10
67	— 97	114	54 14	6137	— 3.99	— 0.04
68	— 26	24	53 40	6168	— 1.08	— 0.04
69	75	60	54 13	6137	3.08	0.05
70	0	14	54 13	6137	0.00	0.00
71	20	4	54 25	6127	0.82	0.20
72	15	16	54 36	6117	0.61	0.04
73	58	14	54 48	6106	2.37	0.17
Суммы.....	—	3762	—	—	97.31	—

Таблица I даетъ для коэффициента μ такое среднее значеніе:

$$\mu = \frac{97.31}{3762} = 0.026 \quad (29).$$

Чтобы составить нѣкоторое представленіе о степени надежности полученнаго результата, разобьемъ весь матеріалъ таблицы I на 10 группъ, что составитъ по 376 случаевъ въ каждой группѣ (въ послѣдней 378). При этомъ будемъ поступать слѣдующимъ образомъ.

Первыя восемь станцій даютъ 332 случая; для полной группы изъ 376 случаевъ не хватаетъ 44 случаевъ. Тогда беремъ 98 случаевъ девятой пары станцій и относимъ 44 случая въ первую группу и 54—во вторую. Соответственно этому и величину

$$\Sigma \mu = -0.83$$

(см. № 9 таблицы I) разобьемъ на два слагаемыхъ въ отношеніи 44 : 54; первую часть присоединяемъ къ матеріалу первой группы, а вторую—къ матеріалу второй группы.

Далѣе №№ 10—13 таблицы I даютъ 292 случая; прибавляя сюда вышеупомянутые 54 случая, получимъ 346 случаевъ. Недостающіе 30 случаевъ пополнимъ изъ 174 случаевъ № 14; остальные 144 случая отойдутъ къ третьей группѣ, и т. д.

Нижеслѣдующая табличка содержитъ значенія μ для всѣхъ десяти группъ, составленныхъ вышеуказаннымъ способомъ, и отклоненія Δ отъ средняго значенія $\bar{\mu}$, опредѣляемаго равенствомъ (29):

группа	μ	Δ
1	0.038	0.012
2	0.031	0.005
3	0.055	0.029
4	0.022	—0.004
5	0.030	0.004
6	0.006	—0.020
7	0.016	—0.010
8	0.024	—0.002
9	0.016	—0.010
10	0.021	—0.005

Среднее отклоненіе оказывается равнымъ

$$\bar{\Delta} = 0.010,$$

что составляетъ отъ 35 до 40% величины $\bar{\mu}$.

Такой результатъ, на первый взглядъ, далеко не ручается за надежность полученнаго нами средняго значенія $\bar{\mu}$. Объясняется это слѣдующимъ образомъ.

Изъ дальнѣйшаго мы увидимъ, что при различныхъ скоростяхъ вѣтра коэффициентъ μ не сохраняетъ постояннаго значенія, но представляетъ возрастающую отъ нуля функцію скорости вѣтра. Это обстоятельство, въ зависимости отъ неодинаковой средней силы вѣтра для каждой изъ 10 группъ, должно вызвать большія разницы въ соответственныхъ значеніяхъ μ . Вычисленная при такой группировкѣ средняя погрѣшность очевидно получится больше дѣйствительной.

Въ виду того, что среднее значеніе $\bar{\mu}$ (при различныхъ скоростяхъ вѣтра) не имѣетъ никакого ни практическаго, ни чисто теоретическаго интереса, мы не будемъ заниматься болѣе подробной критической оцѣнкой его. Смысль-же и значеніе всего изложеннаго заключается лишь въ томъ, что не смотря на трудности изслѣдованія, указанные нами въ § 1-мъ, оказалось возможнымъ съ несомнѣнной ясностью уловить отклоняющее вліяніе вращенія земли на направленіе вѣтра и даже поставить вопросъ на почву количественныхъ опредѣленій.

Въ виду этого, мы можемъ съ болѣею увѣренностью поднять другой, болѣе опасный, но и гораздо болѣе интересный вопросъ — о связи между величиной коэффициента тренія и скоростью воздушнаго теченія. Говорю «опасный» потому, что при рѣшеніи его сила вѣтра уже выступаетъ на первый планъ. Я уже говорилъ въ § 1-мъ, насколько ненадежнымъ является этотъ элементъ при современной постановкѣ метеорологическихъ наблюдений на станціяхъ II разряда. Такое положеніе дѣла объясняется отчасти тѣмъ, что для цѣлей климатологическихъ точность наблюдений надъ силой вѣтра не играетъ большой роли. Совсѣмъ иначе приходится смотрѣть на это съ точки зрѣнія интересовъ синоптической метеорологіи. Тутъ сила вѣтра призвана играть такую-же первостепенную роль, какъ и величина барометрическаго давленія, и если она этой роли не играетъ въ настоящее время, то причину такого ненормальнаго положенія, помимо недостаточной разработанности самого метода, можно усматривать въ несовершенствѣ приборовъ, служащихъ для наблюдений.

Для снабженія всѣхъ станцій метеорологической сѣти анемографы и анемометры очевидно непригодны, потому что стоимость покупки и ремонта ихъ чрезмѣрно велика; главнымъ-же образомъ потому, что уходъ за приборомъ требуетъ массы хлопотъ, времени и спеціальной подготовки. Первое условіе, которому долженъ удовлетворять приборъ, назначенный обслуживать обыкновенную метеорологическую станцію II разряда, — простота, прочность и дешевизна.

Современный флюгеръ, системы покойнаго академика Г. И. Вильда, наилучшимъ образомъ соединяетъ въ себѣ три эти условія, но пересталъ удовлетворять основному требованію: развивать точность, соответствующую данному состоянію науки.

Въ настоящее время ощущается настоятельная нужда въ простомъ, дешевомъ и неизмѣняющемся съ теченіемъ времени указателѣ силы вѣтра, который показывалъ бы

эту силу съ точностью, по крайнѣй мѣрѣ, до 2 метровъ въ секунду. И, что особенно важно, точность эта должна оставаться постоянной по всей шкалѣ, не исключая и рѣдкихъ въ нашихъ широтахъ случаевъ урагана.

Возвратимся къ вопросу о зависимости между коэффициентомъ тренія μ и скоростью вѣтра v .

Изъ каждой таблицы § 2-го выберемъ случаи, когда сила вѣтра оцѣнивалась въ 5, 6, . . . , 20 метровъ въ секунду, для каждой изъ этихъ скоростей найдемъ число случаевъ n въ данной таблицѣ и соотвѣтственно величину

$$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}.$$

Приэтомъ воспользуемся и тѣми случаями, которые были исключены для уравненія числа случаевъ въ таблицахъ a и b . Благодаря этому, матеріала будетъ гораздо больше, ошибка же, обусловливаемая неправильной оріентировкой флюгеровъ, нейтрализуется въ достаточной степени большимъ числомъ станцій.

Результаты подобнаго классифицированія по скоростямъ приведены въ нижеслѣдующихъ трехъ таблицахъ.

Таблица IIa.

отъ 5 до 9 метровъ въ сек.

№ таблѣ	$v = 5$		$v = 6$		$v = 7$		$v = 8$		$v = 9$	
	n_5	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
1	22	— 10	11	— 10	9	— 19	1	1	8	17
2	27	— 14	12	26	12	— 20	6	46	8	20
3	24	— 2	5	6	6	— 8	5	16	7	9
4	24	54	4	15	6	21	4	— 12	9	66
5	2	10	1	9	4	9	8	9	1	— 2
6	17	— 22	17	24	11	— 18	21	— 65	5	34
7	12	— 3	6	4	9	65	7	5	1	11

№ таблицъ	v = 5		v = 6		v = 7		v = 8		v = 9	
	n_5	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
8	—	—	7	16	1	0	3	— 1	1	2
9	25	— 8	20	26	11	— 5	18	17	3	— 6
10	15	— 31	22	— 8	8	9	13	— 20	1	0
11	7	— 36	13	— 15	3	— 15	16	— 26	—	—
12	21	47	65	69	9	37	35	109	3	6
13	35	— 22	18	69	14	14	16	— 45	2	— 13
14	72	14	54	— 13	22	41	40	105	7	20
15	1	— 4	22	49	—	—	7	11	—	—
16	16	60	36	127	2	10	7	44	3	3
17	2	— 3	26	58	3	— 5	5	26	—	—
18	14	— 20	23	— 19	6	— 7	5	— 13	2	1
19	9	25	40	116	6	9	20	73	1	0
20	33	—105	43	—205	20	— 95	13	— 94	12	—101
21	21	29	10	6	8	— 14	12	— 7	6	11
22	27	19	17	16	16	36	14	46	5	20
23	40	8	16	26	8	11	7	4	4	— 5
24	21	25	20	40	10	— 1	9	— 4	3	6
25	23	25	18	37	8	4	19	14	7	17
26	11	37	9	8	1	— 9	—	—	—	—
27	5	5	13	— 4	6	6	6	— 11	—	—
28	—	—	18	— 13	—	—	16	4	—	—
29	2	3	10	25	5	— 9	10	29	—	—
30	11	7	10	80	12	18	1	— 2	1	0
31	9	— 15	24	33	2	— 4	9	24	—	—
32	8	38	4	9	14	46	3	— 9	6	— 25
33	23	10	2	2	26	72	2	11	8	34
34	32	— 83	9	20	32	— 60	7	36	10	— 62
35	21	36	16	13	2	— 2	3	— 11	4	19

№№ таблицъ	$v = 5$		$v = 6$		$v = 7$		$v = 8$		$v = 9$	
	n_5	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
36	29	3	10	30	3	— 5	—	—	7	— 21
37	47	— 6	14	— 8	32	— 39	3	— 15	8	— 52
38	20	22	22	10	7	18	8	— 41	8	9
39	30	72	22	66	12	9	10	23	14	43
40	24	37	1	12	18	11	—	—	18	43
41	24	4	42	64	7	2	21	26	5	— 23
42	33	— 50	33	— 1	20	— 23	15	— 9	6	— 6
43	30	55	10	7	12	32	9	1	16	2
44	56	— 84	2	6	32	— 86	3	7	9	7
45	4	6	28	82	2	— 17	8	5	1	— 7
46	5	— 1	5	11	5	— 19	5	36	5	— 8
47	35	— 12	23	— 2	16	— 1	12	— 6	4	9
48	31	— 39	8	13	14	32	8	— 11	7	6
49	53	101	11	11	28	50	9	22	21	42
50	22	11	30	— 2	20	11	17	8	6	15
51	17	10	20	31	18	9	19	— 8	9	17
52	19	54	2	0	4	— 4	2	34	1	6
53	21	34	14	36	19	91	11	22	7	30
54	36	32	21	27	22	26	24	— 48	17	— 92
55	24	— 41	20	33	12	— 55	3	— 13	13	— 53
56	12	— 35	40	107	6	— 25	26	62	4	0
57	8	5	29	27	9	— 23	6	17	—	—
58	13	21	28	— 134	8	14	6	— 20	5	30
59	22	— 55	21	— 71	11	— 18	17	— 45	7	— 7
60	36	47	4	— 8	29	74	1	— 4	15	44
61	29	103	18	101	15	78	4	10	4	29
62	—	—	7	— 13	5	— 4	4	— 40	2	— 29
63	9	— 3	16	68	12	— 52	10	27	1	— 4

№№ таблицъ	v = 5		v = 6		v = 7		v = 8		v = 9	
	n_5	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_6	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_7	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_8	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_9	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
64	15	— 8	12	44	8	— 53	15	68	—	—
65	15	— 19	18	7	21	— 17	11	— 17	4	6
66	—	—	5	0	—	—	2	— 1	1	— 12
67	30	— 31	26	6	25	— 61	26	40	8	— 10
68	12	— 1	3	— 1	5	— 20	5	— 4	7	— 8
69	32	103	4	— 28	16	43	1	— 14	4	— 6
70	15	— 15	5	— 3	5	22	3	2	4	— 13
71	7	— 7	8	9	6	4	4	— 3	5	17
72	9	20	1	— 7	4	— 2	1	— 14	5	25
73	5	24	8	39	—	—	1	10	—	—
Суммы	1461	—	1232	—	800	—	698	—	386	—

ТАБЛИЦА Пб.

Отъ 10 до 14 метровъ въ сек.

№№ таблицъ	v = 10		v = 11		v = 12		v = 13		v = 14	
	n_{10}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{11}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{12}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{13}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{14}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
1	4	— 19	—	—	2	10	—	—	1	7
2	2	27	—	—	2	23	—	—	—	—
3	3	— 5	—	—	—	—	—	—	2	— 24
4	1	6	—	—	—	—	—	—	3	10
5	4	4	—	—	2	— 30	—	—	—	—
6	7	— 23	—	—	1	6	—	—	4	— 1

7*

№№ таблицъ	v = 10		v = 11		v = 12		v = 13		v = 14	
	n_{10}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{11}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{12}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{13}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{14}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
7	7	12	—	—	1	— 15	—	—	2	34
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	22	8	—	—	4	8	—	—	11	— 35
10	8	— 10	—	—	2	— 8	—	—	2	18
11	1	7	—	—	—	—	—	—	4	2
12	11	19	—	—	25	5	3	— 8	4	38
13	15	21	—	—	1	— 8	—	—	3	3
14	16	65	—	—	7	43	3	3	2	16
15	6	— 35	—	—	15	32	—	—	4	— 14
16	—	—	—	—	15	90	—	—	—	—
17	—	—	—	—	2	21	—	—	1	— 2
18	3	22	1	4	—	—	—	—	—	—
19	6	10	—	—	6	21	—	—	4	8
20	3	— 3	1	— 15	8	20	1	— 9	3	2
21	12	— 19	—	—	—	—	—	—	—	—
22	5	28	6	35	9	16	—	—	6	— 16
23	2	— 6	—	—	1	4	—	—	—	—
24	4	18	—	—	3	0	—	—	2	— 3
25	15	47	—	—	2	6	—	—	3	— 5
26	8	— 11	—	—	—	—	—	—	3	24
27	7	— 8	—	—	—	—	—	—	—	—
28	10	39	—	—	1	8	—	—	7	— 57
29	5	13	—	—	4	54	—	—	6	23
30	11	63	—	—	5	0	—	—	3	31
31	14	67	—	—	—	—	—	—	7	14
32	3	14	—	—	—	—	—	—	2	— 26
33	5	8	—	—	11	8	—	—	1	23
34	5	1	—	—	14	— 84	—	—	2	— 1

№№ таблицъ	v = 10		v = 11		v = 12		v = 13		v = 14	
	n_{10}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{11}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{12}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{13}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{14}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
63	1	— 7	—	—	4	24	—	—	11	85
64	2	5	1	6	16	138	—	—	6	81
65	5	— 1	—	—	—	—	—	—	1	0
66	2	0	—	—	—	—	—	—	—	—
67	18	17	—	—	3	2	—	—	10	54
68	6	— 21	—	—	4	13	1	0	—	—
69	1	— 5	—	—	2	— 18	—	—	—	—
70	1	16	1	6	1	— 15	—	—	—	—
71	5	11	—	—	—	—	—	—	4	— 6
72	—	—	1	9	—	—	—	—	—	—
73	—	—	—	—	—	—	—	—	2	— 5
Суммы	444	—	24	—	290	—	14	—	194	—

ТАБЛИЦА II в.

Отъ 15 до 20 метровъ въ сек.

№№ таблицъ	v = 15		v = 16		v = 17		v = 18		v = 19		v = 20	
	n_{15}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{16}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{17}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{18}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{19}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{20}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
1	1	0	2	13	—	—	2	15	—	—	—	—
2	—	—	3	21	2	— 18	3	57	—	—	2	38
3	—	—	1	3	—	—	—	—	—	—	8	— 2
4	—	—	2	16	—	—	3	42	—	—	9	37
5	—	—	—	—	2	— 2	—	—	—	—	1	— 10

№№ таблицъ	$v = 15$		$v = 16$		$v = 17$		$v = 18$		$v = 19$		$v = 20$	
	n_{15}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{16}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{17}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{18}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{19}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{20}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
6	1	1	1	— 8	—	—	—	—	—	—	5	— 17
7	—	—	1	9	1	20	—	—	—	—	3	31
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1	0	1	— 2	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	1	6	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	5	54	—	—	—	—	3	13	—	—	7	— 23
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	21
14	5	55	—	—	—	—	1	0	—	—	—	—
15	—	—	1	36	—	—	—	—	—	—	7	— 68
16	—	—	—	—	—	—	1	29	—	—	5	— 22
17	—	—	—	—	—	—	1	20	—	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	— 7
19	—	—	10	36	—	—	5	— 16	—	—	4	45
20	—	—	—	—	4	36	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	— 4
22	3	— 14	2	13	2	20	1	— 12	—	—	2	0
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	2	23	—	—	1	10	—	—	—	—
26	—	—	—	—	1	— 10	—	—	—	—	13	66
27	—	—	2	11	—	—	—	—	—	—	1	— 20
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	125
29	—	—	2	0	—	—	1	4	—	—	—	—
30	—	—	—	—	1	— 7	—	—	—	—	8	30
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	— 21
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	1	0	—	—	—	—	—	—

№ таблѣ	v = 15		v = 16		v = 17		v = 18		v = 19		v = 20	
	n_{15}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{16}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{17}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{18}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{19}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$	n_{20}	$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$
62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	1	— 10	—	—	—	—	1	— 11
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	0
66	—	—	—	—	1	17	—	—	—	—	1	18
67	—	—	—	—	10	37	—	—	—	—	8	— 19
68	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Суммы	18	—	39	—	52	—	24	—	—	—	185	—

Таблицы II (a, б и в) показываютъ, что число случаевъ, подвергнутыхъ разработкѣ въ § 2-мъ, распредѣляется слѣдующимъ образомъ между различными скоростями:

$$\begin{array}{r}
 n_5 = 1461 \\
 n_6 = 1232 \\
 n_7 = 800 \\
 n_8 = 698 \\
 n_9 = 386 \\
 n_{10} = 444 \\
 n_{11} = 24 \\
 n_{12} = 290 \\
 \hline
 N = 5861
 \end{array}
 \left.
 \begin{array}{r}
 n_{13} = 14 \\
 n_{14} = 194 \\
 n_{15} = 18 \\
 n_{16} = 39 \\
 n_{17} = 52 \\
 n_{18} = 24 \\
 n_{19} = 0 \\
 n_{20} = 185
 \end{array}
 \right\} (30)$$

При разсмотрѣннн этой таблички бросается въ глаза любопытная особенность: число случаевъ, когда наблюдался вѣтеръ съ силою 11 и 13 метровъ въ секунду, сравнительно

очень мало, скорость въ 19 метровъ вовсе не наблюдалась, а скорость въ 20 метровъ встрѣчается несоразмѣрно часто. Разгадка этого страннаго на первый взглядъ факта заключается въ томъ, что съ увеличеніемъ силы вѣтра отклоненіе указателя Вильда увеличивается все медленнѣе и медленнѣе; между 1-мъ и 2-мъ штифтомъ разниа скоростей, показываемыхъ *легкимъ* указателемъ, составляетъ всего 2 метра, тогда какъ между 7-мъ и 8-мъ штифтами эта разниа достигаетъ уже 6 метровъ. Нижеслѣдующая табличка даетъ скорости вѣтра, отвѣчающія среднему положенію *лежкаго* указателя около каждаго изъ штифтовъ и между двумя штифтами:

Штифты	v	Штифты	v
1—2	1	4—5	7
2	2	5	8
2—3	3	5—6	9
3	4	6	10
3—4	5	7	14
4	6	8	20

Даже при паличности двухъ указателей, *тяжелого* и *лежкаго*, можно съ нѣкоторымъ удобствомъ (весьма впрочемъ относительнымъ) отсчитывать лишь слѣдующія скорости: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 20, 28 и 40 метровъ въ секунду ¹⁾.

Принимая во вниманіе, что флюгеромъ съ двумя указателями снабжаются лишь очень немногія станицы, и что на материкѣ сила вѣтра рѣдко достигаетъ 20 метровъ въ секунду, можно заключить, что число 20 въ сущности указываетъ на силу вѣтра между 15 и 20 метрами.

Перейдемъ теперь къ разработкѣ матеріала, помѣщеннаго въ таблицахъ II (a , b и σ) подъ рубрикой

$$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$$

Чтобы получить величину

$$\sum_a^b \mu$$

слѣдуетъ, какъ было указано выше, раздѣлить соотвѣтственную величину

$$\sum_a^b \frac{\alpha_2 - \alpha_1}{\tau}$$

на $30 \sin \varphi$.

Нижеслѣдующія таблицы содержатъ результаты такой обработки.

1) См. Инструкцію Академіи Наукъ въ руководство метеорологическимъ станціямъ II разряда 1 класса, 1900, стр. 37—39.

ТАБЛИЦА IIIa.

№№ таблицъ	$\sum_a^b \mu_5$	$\sum_a^b \mu_6$	$\sum_a^b \mu_7$	$\sum_a^b \mu_8$	$\sum_a^b \mu_9$	$\sum_a^b \mu_{10}$	$\sum_a^b \mu_{11}$	$\sum_a^b \mu_{12}$
1	-0.4	-0.4	-0.8	0.0	0.8	-0.8	—	0.4
2	-0.6	1.1	-0.9	2.0	0.9	1.2	—	1.0
3	-0.1	0.3	-0.4	0.7	0.4	-0.2	—	—
4	2.4	0.7	0.9	-0.5	2.9	0.3	—	—
5	0.4	0.4	0.4	0.4	-0.1	0.2	—	-1.3
6	-1.0	1.1	-0.8	-2.9	1.5	-1.0	—	0.3
7	-0.1	0.2	2.8	0.2	0.5	0.5	—	-0.7
8	—	0.7	0.0	0.0	0.1	—	—	—
9	-0.4	1.1	-0.2	0.7	-0.3	0.4	—	0.4
10	-1.4	-0.3	0.4	-0.9	0.0	-0.4	—	-0.3
11	-1.6	-0.7	-0.7	-1.1	—	0.3	—	—
12	2.1	3.0	1.6	4.8	0.3	0.8	—	0.2
13	-1.0	3.0	0.6	-2.0	-0.6	0.9	—	-0.3
14	0.6	-0.6	1.8	4.6	0.9	2.8	—	1.9
15	-0.2	2.1	—	0.5	—	-1.5	—	1.4
16	2.6	5.5	0.4	1.9	0.1	—	—	3.9
17	-0.1	2.5	-0.2	1.1	—	—	—	0.9
18	-0.9	-0.8	-0.3	-0.6	0.0	1.0	0.2	—
19	1.1	5.0	0.4	3.2	0.0	0.4	—	0.9
20	-4.6	-8.9	-4.1	-4.1	-4.4	-0.1	-0.7	0.9
21	1.3	0.3	-0.6	-0.3	0.5	-0.8	—	—
22	0.8	0.7	1.6	2.0	0.9	1.2	1.5	0.7
23	0.3	1.1	0.5	0.2	-0.2	-0.3	—	0.2
24	1.1	1.7	0.0	-0.2	0.3	0.8	—	0.0
25	1.1	1.6	0.2	0.6	0.7	2.0	—	0.3
26	1.6	0.3	-0.4	—	—	-0.5	—	—
27	0.2	-0.2	0.3	-0.5	—	-0.3	—	—

№№ таблицъ	$\sum_a^b \mu_5$	$\sum_a^b \mu_6$	$\sum_a^b \mu_7$	$\sum_a^b \mu_8$	$\sum_a^b \mu_9$	$\sum_a^b \mu_{10}$	$\sum_a^b \mu_{11}$	$\sum_a^b \mu_{12}$
28	—	—0.6	—	0.2	—	1.7	—	0.3
29	0.1	1.1	—0.4	1.3	—	0.6	—	2.3
30	0.3	3.4	0.8	—0.1	0.0	2.7	—	0.0
31	—0.6	1.4	—0.2	1.0	—	2.9	—	—
32	1.6	0.4	2.0	—0.4	—1.1	0.6	—	—
33	0.4	0.1	3.1	0.5	1.5	0.3	—	0.3
34	—3.6	0.9	—2.6	1.5	—2.7	0.0	—	—3.6
35	1.5	0.6	—0.1	—0.5	0.8	—	0.3	—
36	0.1	1.3	—0.2	—	—0.9	—	0.0	—
37	—0.3	—0.3	—1.7	—0.6	—2.2	—1.8	—	—1.4
38	0.9	0.4	0.8	—1.8	0.4	0.7	—0.2	0.9
39	3.1	2.8	0.4	1.0	1.8	1.6	—	0.0
40	1.6	0.5	0.5	—	1.8	—	—	2.1
41	0.2	2.7	0.1	1.1	—1.0	0.8	—0.4	0.7
42	—2.1	0.0	—1.0	—0.4	—0.3	0.0	—0.3	—
43	2.4	0.3	1.4	0.0	0.1	0.0	—	0.6
44	—3.6	0.3	—3.7	0.3	0.3	0.3	—	—0.6
45	0.3	3.5	—0.7	0.2	—0.3	1.8	—	0.5
46	0.0	0.5	—0.8	1.5	—0.3	1.4	—	—0.5
47	—0.5	—0.1	0.0	—0.3	0.4	0.0	—0.6	0.3
48	—1.7	0.6	1.6	—0.5	0.3	—1.0	—	0.0
49	4.3	0.5	2.1	0.9	1.8	—0.1	—	4.2
50	0.5	—0.1	0.5	0.3	0.6	0.2	—0.3	—0.3
51	0.4	1.3	0.4	—0.3	0.7	0.1	—	—0.3
52	2.3	0.0	—0.2	1.4	0.3	0.3	—	—
53	1.4	1.5	3.8	0.9	1.3	0.6	—	—0.8
54	1.3	1.1	1.1	—2.0	—3.9	—2.3	—	0.3
55	—1.7	1.4	—2.3	—0.5	—2.2	0.9	—	—1.4
56	—1.5	4.5	—1.0	2.6	0.0	6.1	—	—0.2
57	0.2	1.1	—1.0	0.7	—	0.6	—	—0.2

№№ таблицъ	$\sum_a^b \mu_5$	$\sum_a^b \mu_6$	$\sum_a^b \mu_7$	$\sum_a^b \mu_8$	$\sum_a^b \mu_9$	$\sum_a^b \mu_{10}$	$\sum_a^b \mu_{11}$	$\sum_a^b \mu_{12}$
58	0.9	— 5.6	0.6	— 0.8	1.2	— 0.6	—	0.4
59	— 2.3	— 3.0	— 0.7	— 1.9	— 0.3	— 0.8	—	— 2.0
60	2.0	— 0.3	3.1	— 0.2	1.8	—	—	1.2
61	4.3	4.2	3.2	0.4	1.2	—	—	0.8
62	—	— 0.5	— 0.2	— 1.7	— 1.2	—	—	—
63	— 0.1	2.8	— 2.1	1.1	— 0.2	— 0.3	—	1.0
64	— 0.3	1.8	— 2.2	2.8	—	0.2	0.2	5.7
65	— 0.8	0.3	— 0.7	— 0.7	0.2	0.0	—	—
66	—	0.0	—	0.0	— 0.5	0.0	—	—
67	— 1.3	0.2	— 2.5	1.6	— 0.4	0.7	—	0.1
68	0.0	0.0	— 0.8	— 0.2	— 0.3	— 0.9	—	0.5
69	4.2	— 1.2	1.8	— 0.6	— 0.2	— 0.2	—	— 0.7
70	— 0.6	— 0.1	0.9	0.1	— 0.5	0.7	0.2	— 0.6
71	— 0.3	0.4	0.2	— 0.1	0.7	0.5	—	—
72	0.8	— 0.3	— 0.1	— 0.6	1.0	—	0.4	—
73	1.0	1.6	—	0.4	—	—	—	—
Суммы	18.0	51.9	5.7	17.4	4.9	25.2	0.3	20.4

ТАБЛИЦА IIIб.

№№ таблицъ	$\sum_a^b \mu_{13}$	$\sum_a^b \mu_{14}$	$\sum_a^b \mu_{15}$	$\sum_a^b \mu_{16}$	$\sum_a^b \mu_{17}$	$\sum_a^b \mu_{18}$	$\sum_a^b \mu_{19}$	$\sum_a^b \mu_{20}$
1	—	0.3	0.0	0.6	—	0.7	—	—
2	—	—	—	0.9	— 0.8	2.5	—	1.7
3	—	— 1.1	—	0.1	—	—	—	— 0.1
4	—	0.4	—	0.7	—	1.9	—	1.6

№№ таблицъ	$\sum_a^b \mu_{13}$	$\sum_a^b \mu_{14}$	$\sum_a^b \mu_{15}$	$\sum_a^b \mu_{16}$	$\sum_a^b \mu_{17}$	$\sum_a^b \mu_{18}$	$\sum_a^b \mu_{19}$	$\sum_a^b \mu_{20}$
5	—	—	—	—	— 0.1	—	—	— 0.4
6	—	0.0	0.0	— 0.4	—	—	—	— 0.7
7	—	1.5	—	0.4	0.9	—	—	1.4
8	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	— 1.5	0.0	— 0.1	—	—	—	—
10	—	0.8	—	0.3	—	—	—	—
11	—	0.1	—	—	—	—	—	—
12	— 0.3	1.7	2.4	—	—	0.6	—	— 1.0
13	—	0.1	—	—	—	—	—	0.9
14	0.1	0.7	2.4	—	—	0.0	—	—
15	—	— 0.6	—	1.6	—	—	—	— 3.0
16	—	—	—	—	—	1.3	—	— 1.0
17	—	— 0.1	—	—	—	0.9	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	— 0.3
19	—	0.3	—	1.6	—	— 0.7	—	2.0
20	— 0.4	0.1	—	—	1.6	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	— 0.2
22	—	— 0.7	— 0.6	0.6	0.9	— 0.5	—	0.0
23	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	— 0.1	—	—	—	—	—	—
25	—	— 0.2	—	1.0	—	0.4	—	—
26	—	1.0	—	—	— 0.4	—	—	2.9
27	—	—	—	0.5	—	—	—	— 0.9
28	—	— 2.5	—	—	—	—	—	5.4
29	—	1.2	—	0.0	—	0.2	—	—
30	—	1.3	—	—	— 0.3	—	—	1.3
31	—	0.6	—	—	—	—	—	— 0.9
32	—	— 1.1	—	—	—	—	—	—
33	—	— 1.0	—	—	0.0	—	—	—
34	—	0.0	—	—	— 4.2	—	—	—

№№ таблицъ	$\sum_a^b \mu_{13}$	$\sum_a^b \mu_{14}$	$\sum_a^b \mu_{15}$	$\sum_a^b \mu_{16}$	$\sum_a^b \mu_{17}$	$\sum_a^b \mu_{18}$	$\sum_a^b \mu_{19}$	$\sum_a^b \mu_{20}$
35	—	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	— 0.4	—	—	—
37	—	0.2	—	—	—	—	—	— 2.3
38	—	—	—	—	—	—	—	0.4
39	—	— 0.4	—	—	— 0.5	—	—	— 0.3
40	—	0.3	—	—	—	—	—	3.1
41	0.0	— 0.2	—	— 0.5	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—	—	—
43	—	0.3	—	— 1.7	—	—	—	— 0.8
44	—	—	—	—	—	—	—	—
45	—	7.9	—	—	—	—	—	4.9
46	—	0.0	—	—	—	—	—	0.9
47	— 0.3	— 0.2	—	—	— 0.8	—	—	—
48	—	0.8	—	—	— 1.2	—	—	—
49	—	— 0.4	—	—	1.2	—	—	0.1
50	—	— 0.3	—	—	0.0	—	—	— 0.6
51	—	0.9	—	—	—	—	—	— 1.0
52	—	—	—	—	—	—	—	—
53	— 0.3	0.8	—	—	— 0.3	—	—	—
54	—	—	—	—	—	—	—	—
55	—	0.4	—	— 0.2	—	—	—	— 1.0
56	—	— 0.1	—	—	—	— 0.9	—	5.7
57	—	—	—	—	—	—	—	0.5
58	—	— 0.1	—	—	—	—	—	—
59	— 2.6	— 1.7	— 0.9	0.5	— 0.9	—	—	—
60	—	—	—	—	— 0.2	—	—	—
61	—	— 0.3	—	—	—	—	—	—
62	—	— 0.2	—	—	—	—	—	—
63	—	3.5	—	—	—	—	—	—
64	—	3.3	—	—	— 0.4	—	—	— 0.5

№№ таблицъ	$\sum_a^b \mu_{13}$	$\sum_a^b \mu_{14}$	$\sum_a^b \mu_{15}$	$\sum_a^b \mu_{16}$	$\sum_a^b \mu_{17}$	$\sum_a^b \mu_{18}$	$\sum_a^b \mu_{19}$	$\sum_a^b \mu_{20}$
65	—	0.0	—	—	—	—	—	0.0
66	—	—	—	—	0.7	—	—	0.7
67	—	2.2	—	—	1.5	—	—	— 0.8
68	0.0	—	—	—	—	—	—	—
69	—	—	—	—	—	—	—	—
70	—	—	—	—	—	—	—	—
71	—	— 0.2	—	—	—	—	—	—
72	—	—	—	—	—	—	—	—
73	—	— 0.2	—	—	—	—	—	—
Суммы	— 3.8	17.5	3.3	5.9	— 3.7	6.4	—	17.7

Таблицы III a и III б даютъ слѣдующія величины $\Sigma\mu$ при различныхъ скоростяхъ:

$$\begin{array}{l}
 \Sigma\mu_5 = 18.0 \\
 \Sigma\mu_6 = 51.9 \\
 \Sigma\mu_7 = 5.7 \\
 \Sigma\mu_8 = 17.4 \\
 \Sigma\mu_9 = 4.9 \\
 \Sigma\mu_{10} = 25.2 \\
 \Sigma\mu_{11} = 0.3 \\
 \Sigma\mu_{12} = 20.4 \\
 \Sigma\mu_{13} = - 3.8 \\
 \Sigma\mu_{14} = 17.5 \\
 \Sigma\mu_{15} = 3.3 \\
 \Sigma\mu_{16} = 5.9 \\
 \Sigma\mu_{17} = - 3.7 \\
 \Sigma\mu_{18} = 6.4 \\
 \Sigma\mu_{19} = 0.0 \\
 \Sigma\mu_{20} = 17.7 \\
 \hline
 \Sigma\bar{\mu} = 187.1
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \Sigma\mu_5 \\ \Sigma\mu_6 \\ \Sigma\mu_7 \\ \Sigma\mu_8 \\ \Sigma\mu_9 \\ \Sigma\mu_{10} \\ \Sigma\mu_{11} \\ \Sigma\mu_{12} \\ \Sigma\mu_{13} \\ \Sigma\mu_{14} \\ \Sigma\mu_{15} \\ \Sigma\mu_{16} \\ \Sigma\mu_{17} \\ \Sigma\mu_{18} \\ \Sigma\mu_{19} \\ \Sigma\mu_{20} \end{array}} \right\}$$

(31).

Дѣленіемъ равенствъ (31) на соотвѣтственные равенства (30) получимъ:

$$\left. \begin{array}{l} \bar{\mu}_5 = 0.01 \\ \bar{\mu}_6 = 0.04 \\ \bar{\mu}_7 = 0.01 \\ \bar{\mu}_8 = 0.02 \\ \bar{\mu}_9 = 0.01 \\ \bar{\mu}_{10} = 0.06 \\ \bar{\mu}_{11} = 0.01 \\ \bar{\mu}_{12} = 0.07 \\ \bar{\mu}_{13} = -0.27 \\ \bar{\mu}_{14} = 0.09 \\ \bar{\mu}_{15} = 0.18 \\ \bar{\mu}_{16} = 0.15 \\ \bar{\mu}_{17} = -0.07 \\ \bar{\mu}_{18} = 0.27 \\ \bar{\mu}_{19} = - \\ \bar{\mu}_{20} = 0.10 \end{array} \right\} (32).$$

Изъ этой таблицы видно только, что μ есть возрастающая функція скорости v ¹⁾; чтобы лучше уяснить характеръ этой функціи, необходимо разбить таблицу на нѣсколько группъ и опредѣлить среднее значеніе μ для каждой группы. Приэтомъ необходимо имѣть въ виду слѣдующихъ два важныхъ соображенія.

Каждая группа не должна заключать слишкомъ рознящіяся между собой значенія скорости v , такъ какъ среднее значеніе \bar{v} , соотвѣтствующее среднему значенію $\bar{\mu}$, мы можемъ найти, лишь предполагая линейную зависимость между ними. Подобное предположеніе влечетъ за собой ошибку, которая тѣмъ больше, чѣмъ больше разница между крайними значеніями v въ одной группѣ. Кромѣ того, группы, содержащія малыя скорости, должны заключать меньше разныхъ скоростей, нежели группы съ большими скоростями, потому что на величину вышеупомянутой ошибки вліяетъ собственно не разность между крайними скоростями одной группы, а отношеніе ихъ.

Другое замѣчаніе касается случая, когда скорость равна 20 метрамъ въ секунду. Выше было замѣчено, что на практикѣ наблюдатели отмѣчаютъ этимъ числомъ вѣтеръ, дующій съ силою отъ 15 до 20 метровъ въ секунду и вообще говоря рѣдко достигающій

1) Нѣкоторые значенія μ какъ будто противорѣчатъ этому; но равенства (30) показываютъ, что въ этихъ случаяхъ μ выведено изъ сравнительно ничтожнаго числа наблюденій.

послѣдняго предѣла. Въ виду этого *подъ числомъ «20 метровъ въ секунду» условимся принимать среднюю силу вѣтра между 15 и 20 метрами, т. е. 17.5 метровъ въ секунду.*

Раздѣлимъ всѣ 16 скоростей (отъ 5 до 20 метровъ въ секунду) на 4 группы слѣдующимъ образомъ:

1 группа	5—7 м. въ с.
2 » 	8—10 »
3 » 	11—13 »
4 » 	14—20 »

Среднія значенія μ для каждой изъ этихъ группъ опредѣлимъ по формуламъ:

$$\left. \begin{aligned} \bar{\mu}_{v1} &= \frac{\Sigma\mu_5 + \Sigma\mu_6 + \Sigma\mu_7}{n_5 + n_6 + n_7} \\ \bar{\mu}_{v2} &= \frac{\Sigma\mu_8 + \Sigma\mu_9 + \Sigma\mu_{10}}{n_8 + n_9 + n_{10}} \\ \bar{\mu}_{v3} &= \frac{\Sigma\mu_{11} + \Sigma\mu_{12} + \Sigma\mu_{13}}{n_{11} + n_{12} + n_{13}} \\ \bar{\mu}_{v4} &= \frac{\Sigma\mu_{14} + \Sigma\mu_{15} + \Sigma\mu_{16} + \Sigma\mu_{17} + \Sigma\mu_{18} + \Sigma\mu_{20}}{n_{14} + n_{15} + n_{16} + n_{17} + n_{18} + n_{20}} \end{aligned} \right\} \quad (33).$$

Подставляя въ уравненія (33) значенія величинъ $\Sigma\mu$ и n по уравненіямъ (30) и (31), получимъ:

$$\left. \begin{aligned} \bar{\mu}_{v1} &= \frac{75.6}{3493} = 0.022 \\ \bar{\mu}_{v2} &= \frac{47.5}{1528} = 0.031 \\ \bar{\mu}_{v3} &= \frac{16.9}{328} = 0.051 \\ \bar{\mu}_{v4} &= \frac{47.1}{512} = 0.092 \end{aligned} \right\} \quad (34).$$

Значенія соотвѣствующихъ скоростей v_1, v_2, v_3 и v_4 , въ предположеніи прямолинейной зависимости между μ и v въ предѣлахъ каждой группы, опредѣляются такъ:

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \frac{5n_5 + 6n_6 + 7n_7}{n_5 + n_6 + n_7} = 5.8 \text{ м. въ сек.} \\ v_2 &= \frac{8n_8 + 9n_9 + 10n_{10}}{n_8 + n_9 + n_{10}} = 8.8 \text{ } \text{»} \\ v_3 &= \frac{11n_{11} + 12n_{12} + 13n_{13}}{n_{11} + n_{12} + n_{13}} = 12.0 \text{ } \text{»} \\ v_4 &= \frac{14n_{14} + 15n_{15} + 16n_{16} + 17n_{17} + 18n_{18} + 17.5n_{20}}{n_{14} + n_{15} + n_{16} + n_{17} + n_{18} + n_{20}} = 15.9 \text{ } \text{»} \end{aligned} \right\} \quad (35).$$

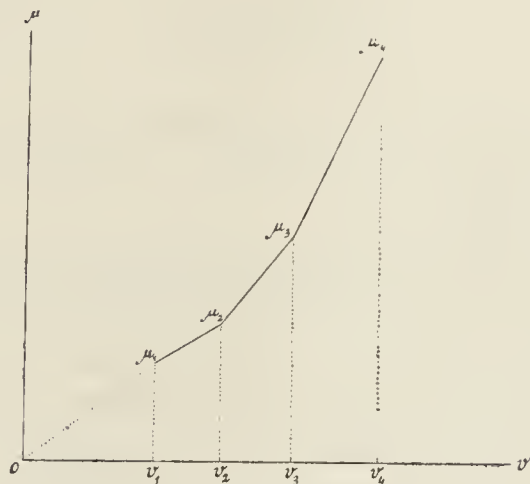
Изображая зависимость между μ и v въ видѣ

$$\mu = f(v),$$

мы можемъ написать четыре частныхъ значенія этой функціи по уравненіямъ (34) и (35):

$$\left. \begin{aligned} f(5.8) &= 0.022 \\ f(8.8) &= 0.031 \\ f(12.0) &= 0.051 \\ f(15.9) &= 0.092 \end{aligned} \right\} (36).$$

На чертежѣ 3-мъ эти четыре значенія изображены въ прямоугольной системѣ координатъ.



Чертежъ 3.

Ломаная линія $\mu_1 \mu_2 \mu_3 \mu_4$ имѣетъ довольно ясно выраженный параболическій характеръ; приэтомъ вся кривая какъ бы отодвинута отъ оси Ov по направленію положительныхъ ординатъ. Уравненіе такой параболы можно представить въ видѣ:

$$\mu = cv^2 + c' \quad (37),$$

гдѣ c и c' — постоянные параметры.

Въ § 4-мъ, на основаніи теоретическаго изслѣдованія неподвижнаго стаціонарнаго циклона, будетъ показано, что дѣйствительное выраженіе $\mu(v)$ не содержитъ абсолютнаго члена. Появленіе такого члена въ уравненіи (37) можно объяснить слѣдующимъ образомъ.

Большинство циклоновъ, проходящихъ надъ Европейской Россіей, движется съ запада на востокъ, причемъ минимумы проходятъ преимущественно на крайнемъ сѣверѣ ея (въ широтахъ Финляндіи). Благодаря этому, область расположенія станцій, матеріаломъ которыхъ мы воспользовались, затрогивается въ большинствѣ случаевъ южными частями ци-

клоновъ. При такомъ прохожденіи, направленіе вѣтра на станціи B измѣняется *по часовой стрѣлкѣ*, и найденная нами величина $(\alpha_2 - \alpha_1)$ *увеличится* на нѣкоторый уголъ, зависящій не отъ скорости вѣтра, а отъ близости станціи къ центру циклона и отъ скорости прохожденія минимума. Если, наоборотъ, минимумъ проходитъ южнѣе станціи B , то смѣна направленій вѣтра происходитъ при этомъ *обратно часовой стрѣлкѣ*, и величина $(\alpha_2 - \alpha_1)$ *уменьшается* на нѣкоторый уголъ, независящій отъ скорости вѣтра. Разъ преобладаютъ прохожденія перваго типа, то въ среднемъ функція $\mu(v)$ пріобрѣтаетъ абсолютный положительный членъ c' , который на чертежѣ 3-мъ выраженъ довольно отчетливо.

Во всякомъ случаѣ, на основаніи графическаго построенія, мы можемъ только утверждать, что функція

$$\mu = f(v) \quad (38)$$

возрастаетъ вмѣстѣ съ v . Кромѣ того, можно съ большою вѣроятностью думать, что одновременно растетъ и показатель возрастанія, т. е. *первая производная*

$$\frac{d\mu}{dv} = f'(v) \quad (39)$$

*есть также возрастающая функція отъ v въ разсмотрѣнныхъ предѣлахъ (отъ 0 до 20 м. с.).*¹⁾

Собранный нами метеорологическій матеріалъ не даетъ возможности точнѣе опредѣлить характеръ зависимости между μ и v .

У насъ въ Россіи имѣются двѣ станціи, наблюденія которыхъ, будучи подвергнуты обработкѣ по предлагаемому методу, могли бы дать болѣе рѣшительный результатъ.

Я говорю о Кронштадтѣ (станція морского вѣдомства) и С.-Петербургѣ (Николаевская Главная Физическая Обсерваторія). На обѣихъ станціяхъ имѣются механическіе анемографы, дающіе непрерывную запись направленія и силы вѣтра, причемъ отсчеты времени, самыхъ элементовъ и ориентировка флюгеровъ не оставляютъ желать ничего лучшаго въ смыслѣ точности. При возвышенномъ положеніи приборовъ, движеніе воздуха между ними совершается совершенно свободно и естественно, если не считать нѣсколькихъ фабричныхъ трубъ, изъ которыхъ ни одна впрочемъ не подходитъ слишкомъ близко къ наблюдательнымъ пунктамъ.

Къ сожалѣнію записи Кронштадскаго анемографа остаются необработанными и неизданными, за исключеніемъ трехъ неполныхъ лѣтъ, для которыхъ вычислены и изданы М. А. Рыкачевымъ (нынѣ академикъ и директоръ Главной Физической Обсерваторіи), *ежечасныя среднія величины* скорости и направленія вѣтра²⁾. Для нашей цѣли, скорости въ видѣ ежечасныхъ среднихъ вполне пригодны и даже предпочтительнѣе краткосрочныхъ среднихъ, такъ какъ намъ именно нужна средняя скорость частицы между обоими пунктами. Нельзя сказать того-же относительно направленія. Въ § 1-мъ роль этого элемента въ

1) Геометрически это отвѣчаетъ вогнутости кривой въ сторону положительныхъ ординатъ μ .

2) М. А. Рыкачевъ. Кронштадтъ — анемографъ Мунро 1883—1885 г.г. С.-Петербургъ, 1889.

нашемъ изслѣдованіи указана достаточно ясно, чтобы не распространяться о немъ теперь. Скажу только, что для цѣлесообразнаго использованія матеріала, мнѣ пришлось бы выбирать направленіе непосредственно съ записей обоихъ приборовъ, что составило бы новый большой трудъ, предпринять который я не могъ по недостатку свободнаго времени.

Замѣчу тутъ-же, что величины отклоненія для станцій Кронштадтъ—С.-Петербургъ должны получиться значительно больше вычисленныхъ выше, въ виду возвышеннаго положенія инструментовъ и гладкаго (главнымъ образомъ воднаго) пространства между станціями.

Укажемъ теперь на одно интересное и важное значеніе коэффиціента μ .

Изъ формулъ (2), (3) и (4) § 1-го находимъ такое выраженіе длины радіуса r кривой, описываемой частицей воздуха на широтѣ φ со скоростью v :

$$r = \frac{v}{\mu \frac{4\pi}{T} \sin \varphi} \quad (40).$$

Обозначая для краткости

$$\frac{4\pi}{T} \sin \varphi = K, \quad (41)$$

получимъ:

$$r = \frac{v}{K\mu} \quad (42).$$

Обозначивъ черезъ m массу воздушной частицы, найдемъ, соотвѣтственно полученной величинѣ r , такую величину центростремительной силы f_c :

$$f_c = \frac{mv^2}{r} = K\mu mv \quad (43).$$

Представимъ себѣ горизонтальную струю воздуха подъ дѣйствіемъ системы силъ, равнодѣйствующая которыхъ дѣйствуетъ на каждую частицу m воздуха такимъ образомъ, что вся струя имѣетъ прямолинейное направленіе. Такая картина и должна представиться въ среднемъ изъ многочисленныхъ дѣйствительныхъ наблюденій между двумя пунктами, *если бы не было отклоняющей силы вращенія земли*, которая и является добавочной силой къ вышеупомянутой равнодѣйствующей. Обозначивъ эту добавочную силу черезъ f_g , мы имѣемъ, какъ извѣстно изъ механики, такое ея выраженіе:

$$f_g = Kmv \quad (44).$$

Между тѣмъ въ дѣйствительности искривленіе струи таково, какъ будто на нее дѣйствуетъ добавочная сила f_c , выражаемая формулой (43) и значительно меньшая силы f_g при существующихъ скоростяхъ вѣтра у земной поверхности. Происходитъ такое уменьшеніе отклоняющей силы отъ того, что при искривленіи струи возникаетъ сила тренія о земную поверхность и, главнымъ образомъ, въ самой воздушной средѣ, препятствующая искривленію струи.

Беря отношеніе силъ f_c и f_g , получимъ:

$$\frac{f_c}{f_g} = \mu \quad (45).$$

Обобщая законъ, выражаемый уравненіемъ (45), можно сказать, что вообще, *какая-бы система горизонтальныхъ силъ ни дѣйствовала на воздушную частицу у поверхности земли, слѣдуетъ разложить эту систему на двѣ равнодѣйствующие: одну по направленію движенія, другую перпендикулярно къ первой; эта вторая, нормальная равнодѣйствующая f_N , стремится искривить воздушную струю; но, благодаря тренію, часть ея тратится на преодоленіе реакціи тренія, другая-же (активная) часть f_c опредѣляется формулой:*

$$f_c = \mu f_N \quad (46).$$

Формула (46) указываетъ на болѣе общее и важное значеніе переменнаго коэффиціента μ , чѣмъ то, какое ему было придано во всемъ предыдущемъ изложеніи пастоящаго труда.

§ 4. Теорія функціи $\mu(v)$.

Опытное изслѣдованіе величины μ не дало рѣшительныхъ результатовъ и указало лишь на общій характеръ измѣненія этой величины въ зависимости отъ скорости вѣтра.

Теперь предложимъ себѣ найти функцію μ аналитическимъ путемъ, исходя изъ слѣдующихъ двухъ положеній:

1) Значеніе μ , помимо скорости вѣтра, зависитъ *исключительно* отъ тренія воздуха, впутренняго и о поверхность земли; и если намъ извѣстенъ законъ этого тренія въ тангенціальномъ направленіи (касательно къ потоку), то можно изъ него вывести законъ тренія по нормали къ воздушной струѣ, т. е. опредѣлить функцію $\mu(v)$.

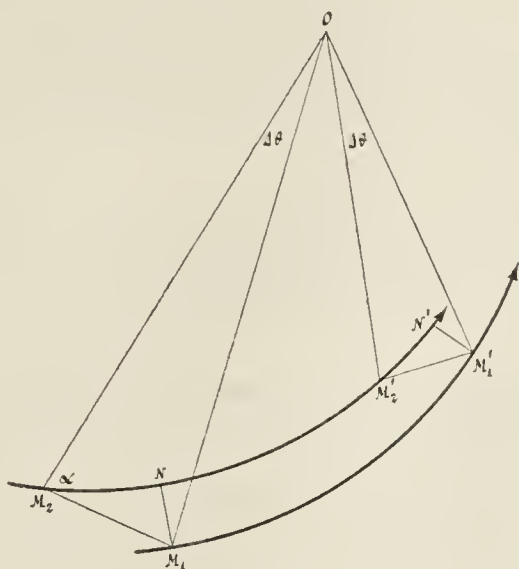
2) Законъ, устанавливающийъ связь между величинами тренія въ указанныхъ двухъ взаимно-перпендикулярныхъ направленіяхъ, очевидно не зависитъ отъ той или другой формы возмущеній въ атмосферѣ; слѣдовательно, для выясненія этого закона во всей его строгости, можно разсмотрѣть какую-либо частную форму такого возмущенія, достаточно простую для удобства анализа.

Представимъ себѣ неподвижный стаціонарный циклонъ (или антициклонъ), въ нижней части котораго всѣ метеорологическіе элементы расположены въ данной горизонтальной плоскости концентрическими кругами отъ центра, т. е. давленіе, температура, влажность и пр. суть функціи вектора ρ и не зависятъ отъ аргумента θ (въ полярной системѣ координатъ).

Въ силу симметріи, траекторіи всѣхъ воздушныхъ частицъ въ области такого циклона будутъ одинаковыя кривыя съ разными лишь аргументами при одинаковомъ ρ ; скорость v каждой частицы будетъ также зависѣть лишь отъ вектора ρ .

На чертежѣ 4-мъ представлены отрѣзки $\overline{M_1 M_1'}$ и $\overline{M_2 M_2'}$ двухъ безконечно близкихъ другъ къ другу траекторій въ одной горизонтальной плоскости.

При одинаковой длинѣ векторовъ двухъ точекъ M_1 и M_2 , уголъ между ними всюду будетъ равенъ одной и той-же величинѣ $\Delta\theta$, такъ какъ одну кривую можно наложить на другую, вращая ее на уголъ $\Delta\theta$ вокругъ полюса O .



Чертежъ 4.

Опредѣлимъ количество ΔQ (по вѣсу) воздуха, протекающее въ единицу времени черезъ отверстіе $\overline{M_1 N}$ со скоростью v , при толщинѣ горизонтальнаго слоя воздуха, равной единицѣ.

Количество это выразится слѣдующимъ образомъ:

$$\Delta Q = \rho v \cdot \overline{M_1 N} \quad (47),$$

гдѣ ρ есть плотность воздуха.

Изъ треугольника $M_1 N M_2$ имѣемъ:

$$\overline{M_1 N} = \overline{M_1 M_2} \text{ Cos } \angle N M_1 M_2 = \rho \Delta\theta \text{ Cos } \angle O M_2 N \quad (48).$$

Уголъ между векторомъ и касательной къ полярной кривой, направленной въ сторону отрицательныхъ аргументовъ, опредѣляется какъ извѣстно по формулѣ:

$$\text{tang } \alpha = \rho \frac{d\theta}{d\rho} \quad (49),$$

откуда находимъ:

$$\text{Cos } \angle OM_2 N = \frac{d\rho}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} \quad (50).$$

Замѣтимъ, что на чертежѣ 4-мъ направленіе касательной взято обратно часовой стрѣлкѣ, откуда слѣдуетъ, что возрастаніе аргумента θ мы принимаемъ по часовой стрѣлкѣ.

Далѣе, не трудно видѣть, что, когда

$$\alpha < \frac{\pi}{2}$$

и косинусъ его слѣдовательно имѣетъ положительное значеніе, — тогда $d\rho$ отрицательно, и наоборотъ; отсюда мы заключаемъ, что *радикалъ въ правой части уравненія (50) имѣетъ всегда отрицательное значеніе.*

Изъ уравненій (47), (48) и (50) находимъ:

$$\Delta Q = \rho v \frac{\rho \cdot d\rho}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} \cdot \Delta\theta \quad (51).$$

Въ стаціонарномъ циклонѣ такое-же количество воздуха должно протечь въ единицу времени и черезъ отверстіе $\overline{M_1' N'}$ и черезъ всякое другое отверстіе между взятыми кривыми, *если только въ данной горизонтальной плоскости не произошло потери или прибыли воздуха въ видѣ восходящихъ или нисходящихъ токовъ или въ видѣ выдѣлившихся осадковъ.*

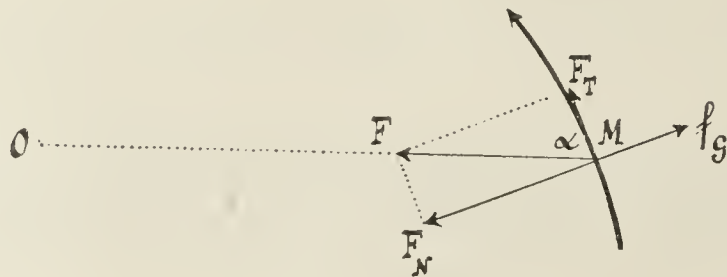
Мы изслѣдуемъ законъ тренія, которому долженъ слѣдовать *горизонтальный* потокъ воздуха, притомъ-же неизмѣняющійся въ своемъ количествѣ — слѣдовательно, вышеприведенное условіе является само собой.

Уравненіе (51) можно представить въ видѣ:

$$\rho v \frac{\rho \cdot d\rho}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} = C \quad (52),$$

гдѣ C — нѣкоторая постоянная.

Составимъ теперь дифференціальныя уравненія движенія частицы m въ области даннаго циклона.



Чертежъ 5.

Разлагая силу F притяженія точки m къ центру O (чертежъ 5-ый) на составляющія по нормали и по касательной къ траекторіи, получимъ такія выраженія составляющихъ:

$$\left. \begin{aligned} F_N &= F \cdot \sin \alpha \\ F_T &= F \cdot \cos \alpha \end{aligned} \right\} \quad (53).$$

Сила F_N ослабляется силой f_G дѣйствія вращенія земли. Прилагая къ равнодѣйствующей этихъ двухъ силъ правило, выраженное въ концѣ прошлаго §-а уравненіемъ (46), мы можемъ написать первое уравненіе движенія въ такомъ видѣ:

$$\mu (F_N - f_G) = m \frac{v^2}{r} \quad (54),$$

гдѣ r есть радіусъ кривизны траекторіи.

Другая составляющая F_T ослабляется реакціей тренія, которое испытываетъ частица воздуха при поступательномъ движеніи. Реакція эта можетъ быть выражена черезъ $m\gamma$, гдѣ γ есть пѣкоторая функція скорости v .

Тогда второе уравненіе движенія представится въ слѣдующемъ видѣ:

$$F_T - m\gamma = m \frac{dv}{dt} \quad (55).$$

Чтобы исключить здѣсь дифференціалъ времени dt , замѣтимъ, что

$$v = \frac{ds}{dt}$$

(ds — дифференціалъ траекторіи), откуда находимъ:

$$dt = \frac{1}{v} ds = - \frac{1}{v} \sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}.$$

Минусъ поставленъ здѣсь потому, что радикаль мы выше условились принимать за отрицательную величину.

Подставляя найденную величину dt въ уравненіе (55), получимъ:

$$F_T - m\gamma = - m \frac{v \cdot dv}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} \quad (56).$$

Далѣе, замѣнимъ F_N и F_T въ уравненіяхъ (54) и (56) ихъ выраженіями по уравненіямъ (53), а f_G величиной Kmv , данной въ концѣ прошлаго §-а. Изъ преобразованныхъ такимъ образомъ уравненій исключимъ F .

Въ результатѣ такого исключенія получимъ:

$$\left(v - \frac{v \cdot dv}{\sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\theta^2}} \right) \operatorname{tang} \alpha = Kv + \frac{v^2}{\mu r} \quad (57).$$

Подставляя сюда значеніе $\operatorname{tang} \alpha$ по уравненію (49) и замѣняя r извѣстнымъ выраженіемъ радіуса кривизны въ полярныхъ координатахъ, мы можемъ переписать уравненія (52) и (57) въ слѣдующемъ видѣ:

$$\rho v \frac{\rho \rho'}{\sqrt{\rho'^2 + \rho^2}} = C \quad (58)$$

$$\left(v - v \frac{dv}{d\rho} \cdot \frac{\rho'}{\sqrt{\rho'^2 + \rho^2}} \right) \frac{\rho}{\rho'} = Kv + \frac{v^2}{\mu} \cdot \frac{\rho^2 + 2\rho'^2 - \rho\rho''}{(\sqrt{\rho'^2 + \rho^2})^3} \quad (59)$$

гдѣ ρ' и ρ'' — знаки первой и второй производныхъ отъ ρ по θ .

Движеніе воздуха въ правильномъ циклонѣ принимаютъ обыкновенно происходящимъ по логарифмическимъ спиралямъ. Строго говоря, такое представленіе неприменимо къ вихревому движенію въ упругой средѣ, въ особенности, если измѣненія объема вызываються не одними механическими причинами, но и причинами термодинамическаго характера. Но представленіе это полезно, какъ весьма приближенная картина фиктивного циклона, не подверженнаго измѣненіямъ температуры и влажности.

Для нашей-же задачи такая фикція составляетъ непремѣнное условіе, потому что мы ищемъ значеніе функціи μ въ *однородной* средѣ даннаго физическаго и химическаго состоянія. Чтобы осуществить это послѣднее условіе вполне, приходится и плотность ρ воздуха принять за величину постоянную, хотя въ дѣйствительности въ барической плоскости немислимо возникновеніе циклона. Однако, нужно замѣтить, что такая фикція не является непреодолимымъ логическимъ препятствіемъ, такъ какъ можно себѣ представить если не *возникновеніе*, то *существованіе* вихреобразнаго возмущенія въ области постоянной плотности воздуха.

Такимъ образомъ, болѣе или менѣе существенную произвольность вноситъ въ дальнѣйшій анализъ лишь предположеніе, что въ изслѣдуемомъ возмущеніи частицы воздуха движутся по логарифмическимъ спиралямъ.

Возьмемъ уравненіе логарифмической спирали въ видѣ:

$$\rho = ae^{b\theta} \quad (60).$$

Первая и вторая производныя отъ ρ по θ выразятся такъ:

$$\left. \begin{aligned} \rho' &= bae^{b\theta} = b\rho \\ \rho'' &= b^2ae^{b\theta} = b^2\rho \end{aligned} \right\} \quad (61).$$

Подставляя значенія ρ' и ρ'' по уравненіямъ (61) въ уравненія (58) и (59), найдемъ:

$$v\rho = C \frac{\sqrt{1+b^2}}{bp} \quad (62)$$

$$\frac{1}{b} \left(\nu - v \frac{dv}{d\rho} \cdot \frac{b}{\sqrt{1+b^2}} \right) = Kv + \frac{v^2}{\mu} \cdot \frac{1}{\rho\sqrt{1+b^2}} \quad (63).$$

Правая часть уравненія (62) при условіи

$$p = \text{const.}$$

является постоянной величиной, которая, будучи равна произведенію изъ скорости v воздушной частицы на векторъ ρ , проведенный изъ центра циклона, — *измѣряетъ собою интенсивность циклона.*

Обозначая этотъ показатель интенсивности циклона черезъ J , получаемъ уравненіе (62) въ такомъ видѣ:

$$v\rho = J \quad (64).$$

Дифференцируя уравненіе (64), находимъ:

$$\rho \frac{dv}{d\rho} + v = 0 \quad (65).$$

Исключая

$$\rho \text{ и } \frac{dv}{d\rho}$$

изъ уравненій (63), (64) и (65), получимъ окончательно такое выраженіе μ въ функціи скорости v :

$$\frac{1}{\mu} = J \frac{\sqrt{1+b^2}}{b} \cdot \frac{\nu - Kbv}{v^3} + 1 \quad (66).$$

Въ составъ этого выраженія входитъ неизвѣстная функція ν , выражающая реакцію тренія при поступательномъ горизонтальномъ движеніи единицы массы воздуха у поверхности земли.

По простѣйшему закону Гульдберга-Мона реакція эта пропорціональна скорости воздушнаго потока, т. е.

$$\nu = \eta v \quad (67),$$

гдѣ η есть нѣкоторый коэффициентъ, зависящій отъ физическаго состоянія движущихся воздушныхъ массъ и отъ характера мѣстности, надъ которой эти массы проносятся.

Если мы воспользуемся этимъ закономъ и подставимъ въ уравненіе (66) вмѣсто ν его выраженіе по уравненію (67), то зависимость между μ и v представится въ такомъ видѣ:

$$\frac{1}{\mu} = \frac{1}{\epsilon v^2} + 1 \quad (68),$$

гдѣ ε есть коэффициентъ, опредѣляемый уравненіемъ:

$$\varepsilon = \frac{b}{J(\eta - Kb) \sqrt{1 + b^2}} \quad (69).$$

Велчины K , J и b постоянны для разсматриваемаго возмущенія, какъ было указано выше; величина η зависитъ лишь отъ физическаго состоянія воздуха и состоянія земной поверхности. Слѣдовательно коэффициентъ ε также есть величина постоянная для даннаго возмущенія. Но уравненіе (68) имѣетъ абсолютное значеніе закона, хотя и выведено изъ разсмотрѣнія пѣкотораго частнаго случая, подобно тому, какъ законъ, найденный при упрощенной лабораторной обстановкѣ, сохраняетъ силу при какихъ угодно естественныхъ условіяхъ. ¹⁾

Отсюда заключаемъ, что коэффициентъ ε вообще есть величина постоянная для даннаго физическаго состоянія воздуха и земной поверхности и зависитъ только отъ этого состоянія.

Уравненіе (68) можетъ послужить критеріемъ для оцѣнки результатовъ нашего опытнаго изслѣдованія, приведенныхъ въ § 3-мъ.

На стр. 67-ой было указано, что графическое изображеніе зависимости между μ и v напоминаетъ своей формой наработку, которой отвѣчаетъ аналитически уравненіе (37).

Представимъ это уравненіе, при $c' = 0$, въ такомъ видѣ:

$$\frac{1}{\mu'} = \frac{1}{\varepsilon v^2} \quad (70).$$

Вычитая изъ уравненія (68) уравненіе (70), найдемъ:

$$\mu' - \mu = \mu \mu' < \mu'^2 \quad (71).$$

Наибольшее значеніе, котораго μ' достигаетъ въ равенствахъ (36), равно 0.092.

Отсюда по неравенству (71) находимъ, что въ предѣлахъ изслѣдованія

$$\mu' - \mu < 0.008.$$

Такая разность должна была остаться неуловимой для насъ при разработкѣ опытнаго матеріала, такъ какъ она менѣе средней ариметической погрѣшности $\bar{\Delta}$, допущенной нами при вычисленіи средняго значенія μ (§ 3-ій, стр. 46).

Предложимъ себѣ найти величину коэффициента ε по уравненію (68) на основаніи опытныхъ данныхъ.

Уравненіе (68) даетъ такую формулу для вычисленій:

$$\bar{\varepsilon} = \frac{1}{N} \sum_{v=5}^{v=20} \frac{n_v \mu_v}{v^2 (1 - \mu_v)} \quad (72).$$

1) Законъ, выражаемый уравненіемъ (68), есть законъ приближенный; но эта неточность его происходитъ вовсе не отъ того, что въ основу изслѣдованія нами положенъ частный случай идеальнаго возмущенія. Она всецѣло и исключительно зависитъ отъ двухъ сдѣланныхъ нами допущеній: допущенія закона Гульдберга-Мона (очевидное приближеніе) и, можетъ быть, отъ допущенія формы траекторіи.

Здѣсь черезъ n_v обозначено число случаевъ, какимъ мы располагаемъ для опредѣленія μ при скорости v , а черезъ N — общее число случаевъ.

Вычисляя по формулѣ (72) матеріаль, данный въ § 3-мъ въ видѣ равенствъ (30), (31) и (32), и переходя къ единицамъ «километръ — часъ», получимъ:

$$\bar{\varepsilon} = 0.000045 \quad (73).$$

Далѣе, возьмемъ три послѣдовательныя производныя отъ μ по v по уравненію (68):

$$\frac{d\mu}{dv} = \frac{2\varepsilon v}{(1 + \varepsilon v^2)^2} \quad (74)$$

$$\frac{d^2\mu}{dv^2} = 2\varepsilon \frac{1 - 3\varepsilon v^2}{(1 + \varepsilon v^2)^3} \quad (75)$$

$$\frac{d^3\mu}{dv^3} = 24\varepsilon^2 v \frac{\varepsilon v^2 - 1}{(1 + \varepsilon v^2)^4} \quad (76).$$

Приравнивая нулю вторую производную, получимъ:

$$v_0 = \frac{1}{\sqrt{3\varepsilon}} = 86.1 \quad (77)$$

километровъ въ часъ.

Подставляя это значеніе v_0 въ выраженіе (76) третьей производной, мы получаемъ отрицательную величину; это показываетъ, что первая производная при

$$v = v_0$$

достигаетъ своего наибольшаго значенія, непрерывно возрастая отъ нуля вмѣстѣ съ v .

Если мы выразимъ v_0 въ единицахъ «метръ-секунда», то получимъ:

$$v_0 = 23.9 \quad (78).$$

метровъ въ секунду.

Такимъ образомъ мы можемъ съ увѣренностью повторить то, что было высказано на стр. 68-ой въ формѣ предположенія, а именно:

въ предѣлахъ скорости вѣтра отъ нуля до 20 метровъ въ секунду, кривая, выраженная уравненіемъ

$$\mu = f(v),$$

не имѣетъ перегибовъ, будучи все время обращена вогнутостью въ сторону возрастанія μ .

Въ заключеніе укажемъ на нѣкоторые интересные результаты, къ которымъ приводитъ изслѣдованіе уравненія (69):

$$\varepsilon = \frac{b}{J(\gamma - Kb) \sqrt{1 + b^2}}.$$

Выше было указано, что коэффициенты ε и η зависят непосредственно только другъ отъ друга и при данномъ физическомъ состояніи атмосферы и земной поверхности являются величинами постоянными, какія бы механическія явленія ни совершались въ атмосферѣ.

Далѣе, величина K , опредѣляемая уравненіемъ (41):

$$K = \frac{4\pi}{T} \text{Sin } \varphi,$$

зависитъ только отъ географической широты и слѣдовательно является независимой переменной.

Отсюда заключаемъ, что при постоянныхъ ε , η и K уравненіе (69) представляетъ выраженіе связи, существующей между J , показателемъ интенсивности циклона, и b , тангенсомъ угла α , образуемаго векторомъ, проведеннымъ отъ оси циклона, и направленіемъ воздушной струи ¹⁾ (считая по часовой стрѣлкѣ отъ вектора).

Замѣняя b его выраженіемъ черезъ α , мы можемъ представить уравненіе (69) въ слѣдующемъ видѣ:

$$\varepsilon J = \frac{\text{Sin } \alpha \text{ Cos } \alpha}{\eta \text{ Sin } \alpha - K \text{ Cos } \alpha} \quad (79).$$

Полагая

$$J = 0 \quad (80)$$

и замѣчая, что знаменатель въ правой части уравненія (79) вообще остается конечной величиной, мы найдемъ изъ уравненій (79) и (80):

$$\text{Sin } \alpha_0 \text{ Cos } \alpha_0 = 0 \quad (81)$$

и соотвѣтственно этому:

$$\alpha_0 = 0, \frac{\pi}{2}, \pi, \frac{3\pi}{2} \quad (82).$$

Посмотримъ, какія изъ этихъ рѣшеній имѣютъ дѣйствительное значеніе и какія — мнимое.

Для этой цѣли возьмемъ по уравненію (79) первую производную отъ α по J :

$$\frac{d\alpha}{dJ} = - \varepsilon \frac{(\eta \text{ Sin } \alpha - K \text{ Cos } \alpha)^2}{K \text{ Cos }^3 \alpha + \eta \text{ Sin }^3 \alpha} \quad (83)$$

и подставимъ въ выраженіе ея послѣдовательно всѣ значенія α_0 изъ равенствъ (82).

1) Указанное значеніе b извѣстно, какъ одно изъ свойствъ логаримической спирали, и можетъ быть легко получено изъ уравненій (49) и (60).

2) Физически это соотвѣтствуетъ моменту возникновенія возмущенія, когда частицы воздуха начинаютъ выходить изъ состоянія покоя; или-же моменту исчезновенія возмущенія, когда скорость частицъ стремится къ нулю.

Производная приметъ соответственно такія значенія:

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right)_{\alpha=\alpha_0} = -\varepsilon K, -e\eta, \varepsilon K, e\eta \quad (84).$$

Равенства (84) показываютъ, что при

$$\alpha = \alpha_0$$

производная принимаетъ слѣдующія значенія относительно нуля:

1) При $K > 0$, т. е. въ *сѣверномъ полушаріи*:

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) < 0 \dots \text{при: } \alpha_0 = 0, \frac{\pi}{2}$$

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) > 0 \dots \text{при: } \alpha_0 = \pi, \frac{3\pi}{2}.$$

2) При $K < 0$, т. е. въ *южномъ полушаріи*:

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) > 0 \dots \text{при: } \alpha_0 = 0, \frac{3\pi}{2}$$

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right) < 0 \dots \text{при } \alpha_0 = \frac{\pi}{2}, \pi.$$

Далѣе, приравнивая нулю производную

$$\frac{d\alpha}{dJ}$$

для опредѣленія «маxima» и «minima» функции α , находимъ по уравненію (83):

$$\text{tang } \alpha_m = \frac{K}{\eta} \quad (85).$$

Знакъ этого выраженія зависитъ отъ знака K , откуда заключаемъ, что въ *сѣверномъ полушаріи* α_m лежитъ въ слѣдующихъ предѣлахъ:

$$0 < \alpha_m < \frac{\pi}{2} \text{ или: } \pi < \alpha_m < \frac{3\pi}{2}$$

а въ *южномъ*:

$$\frac{\pi}{2} < \alpha_m < \pi \text{ или: } \frac{3\pi}{2} < \alpha_m < 2\pi.$$

Не трудно убѣдиться, что эти четыре разные значенія α_m обращаютъ въ нуль всѣ производныя высшаго порядка отъ α по J . Это показываетъ, что многозначная функция $\alpha(J)$ при всѣхъ значеніяхъ J отъ 0 до ∞ не испытываетъ ни *маxимит*'а, ни *минимит*'а;

найденныя-же значенія α_m суть *предѣльныя* значенія α при $J = \infty$ ¹⁾. Слѣдовательно, при возрастаніи J отъ нуля до безконечности, функція α можетъ перейти отъ значенія α_0 къ значенію α_m , *только возрастая* или *только убывая*.

Замѣтивъ это, обратимся къ неравенствамъ, приведеннымъ выше и показывающимъ величину

$$\frac{d\alpha}{dJ}$$

относительно нуля при четырехъ различныхъ значеніяхъ α_0 .

Въ сѣверномъ полушаріи при $\alpha_0 = 0$ имѣемъ:

$$\frac{d\alpha}{dJ} < 0,$$

т. е. функція α отъ значенія своего $\alpha_0 = 0$ убываетъ. Между тѣмъ оба предѣльныя значенія α_m , какъ мы видѣли, въ сѣверномъ полушаріи болѣе нуля. Отсюда заключаемъ, что функція α отъ значенія $\alpha_0 = 0$ никоимъ образомъ не можетъ достигнуть въ сѣверномъ полушаріи ни одного изъ единственно возможныхъ предѣльныхъ значеній при безпредѣльномъ возрастаніи J .

Слѣдовательно рѣшеніе

$$\alpha_0 = 0,$$

при условіи

$$K > 0,$$

является частнымъ рѣшеніемъ, отъ котораго, при возрастаніи J отъ нуля, не отходитъ никакая вѣтвь функціи $\alpha(J)$. ²⁾

Прилагая подобный методъ изслѣдованія къ каждому изъ 4-хъ значеній α_0 при

$$K \geq 0,$$

мы убѣждаемся, что въ каждомъ изъ полушарій есть только два разныхъ значенія α_0 , отъ которыхъ измѣненія функціи α совершаются непрерывно, именно:

$$\text{въ сѣверномъ полушаріи } \alpha_0 = \frac{\pi}{2}, \pi$$

$$\text{» южномъ » } \alpha_0 = \frac{3\pi}{2}, \pi.$$

1) Изъ уравненій (79) и (85) видно, что α принимаетъ значеніе α_m при условіи:

$$J = \infty.$$

2) Въ геометрическомъ представленіи такое рѣшеніе соотвѣтствуетъ «одинокой точкѣ».

Сопоставляя этотъ результатъ съ найденными выше значеніями

$$\left(\frac{d\alpha}{dJ}\right)_{\alpha=\alpha_0},$$

мы получимъ такое механическое представленіе о развитіи возмущенія.

1) При возникновеніи величины J , т. е. въ началѣ возмущенія, воздухъ начинаетъ растекаться отъ центра въ радіальныхъ направленіяхъ ($\alpha_0 = \pi$). Затѣмъ, по мѣрѣ развитія явленія (J возрастаетъ), струи начинаютъ отклоняться отъ радіусовъ: въ сѣверномъ полушаріи по часовой стрѣлкѣ (α возрастаетъ), а въ южномъ — обратно ей (α убываетъ). Передъ нами нижняя область развивающагося *антициклона*.

2) Воздухъ начинаетъ вращаться по кругамъ, обратно часовой стрѣлкѣ въ сѣверномъ полушаріи

$$\left(\alpha_0 = \frac{\pi}{2}\right)$$

и по часовой стрѣлкѣ въ южномъ

$$\left(\alpha_0 = \frac{3\pi}{2}\right).$$

По мѣрѣ того, какъ скорость вращенія возрастаетъ, потоки начинаютъ загибаться къ центру, т. е. въ сѣверномъ полушаріи влѣво (α убываетъ), а въ южномъ — вправо (α возрастаетъ).

Такою представляется нижняя область *циклона* при его развитіи.

Уравненіе (85) опредѣляетъ для данной широты тѣ предѣльные углы отклоненія струй отъ начальнаго направленія, которыхъ никогда не достигаютъ реальные циклоны и антициклоны.

Разсмотримъ теперь то *второстепенное* (въ практическомъ отношеніи) вліяніе, какое имѣютъ на величину α переменныя η и K .

Изъ уравненія (79) имѣемъ:

$$\varepsilon JK \cos \alpha = \sin \alpha (\varepsilon \eta J - \cos \alpha) \quad (86).$$

Полагая здѣсь

$$K = 0,$$

получимъ для опредѣленія α_0 два уравненія:

$$\sin \alpha_0 = 0 \quad (87)$$

$$\varepsilon \eta J = \cos \alpha_0 \quad (88).$$

Уравненіе (87) даетъ для α_0 два значенія:

$$\alpha_0 = 0, \pi \quad (89).$$

Что касается уравненія (88), то оно не даетъ никакого рѣшенія для α_0 , такъ какъ противорѣчитъ условію произвольности J .

Дѣло въ томъ, что въ лѣвой части уравненія (97) вмѣстѣ съ K фигурируетъ въ видѣ множителя и величина J ; обратитъ въ нуль эту часть уравненія можно и посредствомъ равенства

$$J = 0,$$

и въ этомъ послѣднемъ случаѣ уравненіе (88) только и можетъ имѣть смыслъ.

Итакъ, при $K = 0$, функція $\alpha(K)$ можетъ имѣть только два значенія: 0 и π .

Чтобы судить о развитіи функціи отъ этихъ значеній при измѣненіи независимой переменнѣй K , напишемъ выраженіе производной

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

по уравненію (86):

$$\frac{d\alpha}{dK} = \frac{\varepsilon J \cos^2 \alpha}{\varepsilon \eta J - \cos^3 \alpha} \quad (90).$$

Числитель дроби въ правой части уравненія (90) не можетъ быть отрицательной величиной. Слѣдовательно знакъ всей дроби зависитъ отъ того, болѣе или менѣе нуля знаменатель дроби.

Разберемъ отдѣльно три случая.

$$\text{I. } \frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2}.$$

Въ этомъ случаѣ очевидно имѣемъ:

$$\varepsilon \eta J - \cos^3 \alpha > 0 \quad (91)$$

и слѣдовательно:

$$\frac{d\alpha}{dK} > 0,$$

т. е. функція $\alpha(K)$ есть функція *возрастающая* между указанными значеніями ея.

Очевидно, что именно эта вѣтвь функціи имѣетъ своимъ частнымъ значеніемъ при $K = 0$:

$$\alpha_0 = \pi \quad (92)$$

изъ двухъ значеній α_0 , приведенныхъ въ уравненіи (89). Ясно, что въ этомъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ *антициклономъ*.

$$\text{II. } \alpha = \frac{\pi}{2} \quad \text{или} \quad \frac{3\pi}{2}.$$

Уравненіе (90) показываетъ, что при указанныхъ значеніяхъ α , производная

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

обращается въ нуль, и слѣдовательно функція $\alpha(K)$ испытываетъ «maximum» или «minimum». Однако, подставляя эти значенія α въ уравненіе (86), мы находимъ такія два единственно возможные рѣшенія его:

$$J = 0 \quad (93)$$

$$K = \pm \infty \quad (94).$$

Рѣшеніе (93) противорѣчитъ необходимому условію произвольности J . Рѣшеніе-же (94) не можетъ насъ интересовать, такъ какъ величина K по смыслу своему можетъ измѣняться лишь въ предѣлахъ

$$-\frac{4\pi}{T} \leq K \leq \frac{4\pi}{T}.$$

Отсюда мы заключаемъ, что въ предѣлахъ реальныхъ значеній K производная

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

никоимъ образомъ не можетъ обратиться въ нуль, и функція $\alpha(K)$ въ этихъ предѣлахъ можетъ или только возрастать или только убывать.

$$\text{III. } \frac{\pi}{2} > \alpha > \frac{3\pi}{2} \text{ 1).}$$

Соотвѣтственно такому значенію α , имѣемъ:

$$\varepsilon\eta J - \text{Cos}^3 \alpha \leq 0.$$

Разсмотримъ поочередно возможность и значеніе обоихъ этихъ неравенствъ.

$$1) \quad \varepsilon\eta J < \text{Cos}^3 \alpha.$$

Въ этомъ случаѣ правая часть уравненія (86) будетъ отрицательна, когда α находится въ первой четверти тригонометрическаго круга, т. е. для *сѣвернаго полушарія*, и положительна, когда α въ четвертой четверти, т. е. для *южнаго полушарія* (см. неравенства на стр. 79-ой).

Между тѣмъ знакъ лѣвой части того-же уравненія (86) располагается какъ разъ обратно относительно полушарій.

Слѣдовательно неравенство 1-ое приводитъ къ абсурду и въ дѣйствительности мѣста имѣть не можетъ.

$$2) \quad \varepsilon\eta J > \text{Cos}^3 \alpha.$$

1) Эти неравенства, парадоксальныя на видъ, слѣдуетъ понимать символически, а именно, что α лежитъ въ 1-ой или 4-ой четверти тригонометрическаго круга.

Въ этомъ случаѣ, уравненіе (90) даетъ для производной

$$\frac{d\alpha}{dK}$$

положительную величину, и мы опять убѣждаемся, что функція $\alpha(K)$ есть функція *возрастающая*.

Частное значеніе ея, при $K=0$, изъ двухъ значеній α_0 по уравненію (89) будетъ очевидно:

$$\alpha_0 = 0 \quad (95).$$

Эта вѣтвь функціи соотвѣтствуетъ *циклону*.

Чтобы сдѣлать приведенное изслѣдованіе уравненія (90) вполне общимъ, замѣтимъ, что случай, когда:

$$\varepsilon\eta J = \text{Cos}^3 \alpha \quad (96),$$

также не можетъ имѣть мѣсто при произвольномъ J , по тѣмъ-же соображеніямъ, какія были приведены при разсмотрѣніи уравненія (88). Уравненіе (96) удовлетворяетъ уравненію (86) лишь при условіи:

$$J = 0,$$

которое исключаетъ произвольность J .

Переходя къ механическимъ представленіямъ, мы можемъ слѣдующимъ образомъ представить себѣ вліяніе величины K , т. е. широты, на величину угла α .

Въ экваторіальной области ($K=0$) при возникновеніи градіента воздухъ течетъ по направленію этого послѣдняго, т. е. самымъ выгоднымъ образомъ для скорѣйшаго возстановленія равновѣсія.

При передвиженіи центра возмущенія къ *сѣверу*, направленіе воздушныхъ потоковъ начинаетъ отклоняться *вправо* отъ градіента и тѣмъ больше, чѣмъ сѣвернѣе достигнутая центрѣмъ широта.

При движеніи къ *югу*, отклоненіе потоковъ происходитъ *влево* отъ градіента.

Переходя къ изслѣдованію функціи $\alpha(\eta)$, замѣтимъ, что оно не можетъ имѣть общаго характера, такъ какъ въ составъ уравненія (79) входитъ величина ε , находящаяся въ полной зависимости отъ η . Форма-же функціи $\varepsilon(\eta)$ совершенно неизвѣстна.

Мы можемъ опредѣлить непосредственно только два ея частныхъ значенія и указать на основное свойство ея производной.

Въ § 1-омъ (стр. 2) было указано, что радіусъ кривизны горизонтальной кривой, описываемой матеріальной точкой подъ вліяніемъ вращенія земли, увеличивается по мѣрѣ возрастанія тренія воздуха, внутренняго и о поверхность земли. Въ силу этого соображе-

нія и былъ введенъ коэффициентъ μ :

$$r = \frac{v}{\mu K} \quad (97),$$

гдѣ μ есть функція двухъ независимыхъ переменныхъ: v и η .

При отсутствіи тренія мы имѣемъ очевидно:

$$\mu_0 = 1 \quad (98).$$

Увеличивая треніе, т. е. величину η , можно сдѣлать r какъ угодно большимъ; отсюда слѣдуетъ, что

$$\mu_\infty = 0 \quad (99).$$

Дифференцируя уравненіе (97) частнымъ образомъ по η и замѣчая, что r есть возрастающая функція отъ η , находимъ:

$$\frac{\partial r}{\partial \eta} = - \frac{v}{\mu^2 K} \cdot \frac{\partial \mu}{\partial \eta} \geq 0 \quad (100).$$

Принимая во вниманіе, что подъ величиной K въ уравненіи (97) слѣдуетъ понимать ея абсолютное значеніе, находимъ изъ неравенства (100):

$$\frac{\partial \mu}{\partial \eta} \leq 0 \quad (101).$$

Подставляя послѣдовательно въ уравненія (98), (99) и неравенство (101) выраженіе μ по уравненію (68), получимъ:

$$[\varepsilon]_{\eta=0} = \infty \quad (102)$$

$$[\varepsilon]_{\eta=\infty} = 0 \quad (103)$$

$$\frac{d\varepsilon}{d\eta} \leq 0 \quad (104)$$

Кромѣ того, изъ физическаго значенія обоихъ коэффициентовъ очевидно, что при положительныхъ и не равныхъ нулю значеніяхъ η , функція ε сохраняетъ положительныя, конечныя значенія.

Попробуемъ теперь расширить наши свѣдѣнія объ этой интересной функціи посредствомъ анализа уравненія (79).

I. $\eta = 0$.

Представимъ уравненіе (79) въ такомъ видѣ:

$$\eta J \sin \alpha = \cos \alpha \left(KJ + \frac{1}{\varepsilon} \sin \alpha \right) \quad (105).$$

Переходя къ предѣламъ и принимая во вниманіе равенство (102), получимъ изъ уравненія (105):

$$\cos \alpha_0 = 0 \quad (106).$$

Равенство (106) показываетъ, что при отсутствіи тренія воздухъ движется по кругамъ въ ту или другую сторону (смотря по направленію градіента и по тому, въ какомъ полушаріи происходитъ явленіе).

Далѣе, изъ уравненія (105) имѣемъ:

$$\left\{ \frac{\cos \alpha}{\eta} \right\}_0 = \left\{ \frac{J \sin \alpha}{KJ + \frac{1}{\varepsilon} \sin \alpha} \right\}_0 = \pm \frac{1}{K} \quad (107).$$

Съ другой стороны, розыскивая тотъ-же предѣлъ по способу производныхъ (какъ розыскиваются значенія неопредѣленностей вида: $\frac{0}{0}$), будемъ имѣть:

$$\left\{ \frac{\cos \alpha}{\eta} \right\}_0 = - \left\{ \frac{d\alpha}{d\eta} \sin \alpha \right\}_0 = \mp \left\{ \frac{d\alpha}{d\eta} \right\}_0 \quad (108).$$

Изъ уравненій (107) и (108) находимъ:

$$\left\{ \frac{d\alpha}{d\eta} \right\}_0 = - \frac{1}{K} \quad (109).$$

Найдемъ теперь предѣлъ выраженія

$$\frac{\cos \alpha}{\varepsilon \eta},$$

предполагая, что

$$\{\varepsilon \eta\}_0 = 0 \quad (110).$$

Прилагая вышеупомянутый способъ производныхъ, получимъ:

$$\left\{ \frac{\cos \alpha}{\varepsilon \eta} \right\}_0 = - \left\{ \frac{\frac{d\alpha}{d\eta} \cdot \sin \alpha}{\varepsilon + \frac{d\varepsilon}{d\eta} \cdot \eta} \right\}_0 \quad (111).$$

Предѣлъ

$$\left\{ \frac{d\varepsilon}{d\eta} \right\}_0$$

опредѣляется слѣдующимъ образомъ:

$$\{\varepsilon \eta\}_0 = \left\{ \frac{\eta}{\frac{1}{\varepsilon}} \right\}_0 = \left\{ \frac{1}{\frac{d\varepsilon}{d\eta}} \right\}_0 = - \left\{ \frac{\varepsilon^2}{\frac{d\varepsilon}{d\eta}} \right\}_0,$$

откуда находимъ

$$\left\{ \frac{d\varepsilon}{d\eta} \right\}_0 = - \left\{ \frac{\varepsilon}{\eta} \right\}_0 \quad (112).$$

Пользуясь равенствами (109) и (112), приводимъ равенство (111) къ такому виду:

$$\left\{ \frac{\cos \alpha}{\varepsilon \eta} \right\}_0 = \pm \infty. \quad (113).$$

Съ другой стороны, раздѣляя равенство (107) на ε , получимъ въ предѣлѣ:

$$\left\{ \frac{\text{Cos } \alpha}{\varepsilon \eta} \right\}_0 = 0 \quad (114).$$

Равенства (113) и (114) противорѣчатъ другъ другу, а такъ какъ справедливость равенства (114) несомнѣнна, то равенство (113)—абсурдъ. Отсюда заключаемъ, что предположеніе (110), которое привело насъ къ невѣрному заключенію, неосновательно, и слѣдовательно:

$$\{\varepsilon \eta\}_0 > 0 \quad (115).$$

Предположимъ теперь, что $\{\varepsilon \eta\}_0$ есть нѣкоторая конечная величина.

Ищемъ предѣлъ выраженія:

$$\left\{ \frac{1}{\varepsilon \eta} \right\}_0 \left\{ \frac{\text{Cos } \alpha}{\eta} \right\}_0 = \left\{ \frac{\text{Cos } \alpha}{\varepsilon \eta^2} \right\}_0 = - \left\{ \frac{\frac{d\alpha}{d\eta} \text{Sin } \alpha}{2\varepsilon \eta + \frac{d\varepsilon}{d\eta} \eta^2} \right\}_0$$

Пользуясь равенствами (109) и (112), находимъ:

$$\left\{ \frac{1}{\varepsilon \eta} \right\}_0 \left\{ \frac{\text{Cos } \alpha}{\eta} \right\}_0 = \pm \frac{1}{K} \left\{ \frac{1}{\varepsilon \eta} \right\}_0.$$

Сокративъ это равенство на конечную величину $\{\varepsilon \eta\}_0$ мы получимъ уравненіе, тождественное съ равенствомъ (118), откуда и заключаемъ, что предѣлъ $\{\varepsilon \eta\}_0$ можетъ быть конечной величиной.

Наконецъ предположимъ, что:

$$\{\varepsilon \eta\}_0 = \infty \quad (116).$$

Найдемъ предѣлъ выраженія

$$\varepsilon \eta \text{ Cos } \alpha$$

по способу производныхъ (значеніе неопредѣленности $\frac{\infty}{\infty}$).

Имѣемъ:

$$\{\varepsilon \eta \text{ Cos } \alpha\}_0 = \left\{ \frac{\varepsilon \eta}{\frac{1}{\text{Cos } \alpha}} \right\}_0 = 0 \quad (117).$$

Съ другой стороны, розыскивая тотъ-же предѣлъ какъ неопредѣленность $\frac{0}{0}$, получимъ:

$$\{\varepsilon \eta \text{ Cos } \alpha\}_0 = \left\{ \frac{\text{Cos } \alpha}{\frac{1}{\varepsilon \eta}} \right\}_0 = \pm \infty \quad (118).$$

Равенства (117) и (118) противорѣчатъ другъ другу, откуда слѣдуетъ, что предположеніе (116) ошибочно.

1) Пропускаемъ промежуточные стадіи вычисленія, примѣнявшіяся уже два раза.

Итакъ, при $\eta = 0$ выраженіе $\varepsilon\eta$ имѣетъ конечный предѣлъ, неравный нулю:

$$0 < \{\varepsilon\eta\}_0 < \infty \quad (119).$$

II. $\eta = \infty$.

Въ этомъ случаѣ, помножая уравненіе (105) на ε и переходя къ предѣламъ, получимъ:

$$\text{Sin } \alpha_\infty (J \{\varepsilon\eta\}_\infty - \text{Cos } \alpha_\infty) = 0 \quad (120).$$

Первое рѣшеніе этого уравненія

$$\text{Sin } \alpha_\infty = 0 \quad (121).$$

показываетъ, что при безпредѣльномъ увеличеніи тренія, направленіе скорости оттра стремится совпасть съ направленіемъ градіента.

Второе рѣшеніе

$$\text{Cos } \alpha_\infty = 0 \quad (122).$$

является при условіи

$$\{\varepsilon\eta\}_\infty = 0 \quad (123).$$

Это рѣшеніе, какъ мы уже видѣли, имѣло мѣсто также при

$$\eta = 0.$$

Но предѣлъ производной

$$\left(\frac{d\alpha}{d\eta}\right)_{\eta=0}$$

мы нашли неравнымъ нулю ¹⁾. Слѣдовательно, функція $\alpha(\eta)$ при пзмѣненіи независимой переменнѣй η отъ нуля, непремѣнно должна пзмѣняться отъ начальнаго значенія; если-же, при безпредѣльномъ возрастаніи η , она снова стремится къ начальному значенію, сохраняя непрерывность, то она навѣрное испытываетъ «махімумъ» или «мінімумъ» при пѣкоторомъ конечномъ значеніи η , не равномъ нулю. Другими словами производная

$$\frac{d\alpha}{d\eta}$$

должна обратиться въ нуль при этомъ значеніи η .

По уравненію (105) получаемъ такое выраженіе производной:

$$\frac{d\alpha}{d\eta} = -\frac{\text{Sin }^2 \alpha}{\varepsilon^2} \left[\frac{\frac{d\varepsilon}{d\eta} \text{Cos } \alpha + \varepsilon^2 J}{KJ + \frac{\text{Sin }^3 \alpha}{\varepsilon}} \right] \quad (124).$$

1) См. уравненіе (109).

Не трудно видѣть, что, при произвольныхъ значеніяхъ J и K , выраженіе (124) не обращается въ нуль при конечныхъ значеніяхъ η , не равныхъ нулю.

Такимъ образомъ мы убѣждаемся, что рѣшеніе (122) не можетъ имѣть мѣста въ дѣйствительности, и слѣдовательно условіе (123) неосуществимо, т. е. въ дѣйствительности:

$$\{\varepsilon\eta\}_{\infty} > 0 \quad (125).$$

Сопоставляя всѣ имѣющіяся въ нашемъ распоряженіи свойства функцій $\varepsilon(\eta)$, мы приходимъ къ заключенію, что простѣйшая зависимость:

$$\varepsilon\eta = n \quad (126),$$

(гдѣ n — постоянное), удовлетворяетъ этимъ условіямъ наилучшимъ образомъ.

Дѣйствительно, полагая послѣдовательно въ формулѣ (126)

$$\eta = 0 \quad \text{и} \quad \eta = \infty,$$

получимъ для ε значенія, требуемыя уравненіями (102) и (103).

Далѣе, по формулѣ (126) имѣемъ:

$$\frac{d\varepsilon}{d\eta} = -\frac{n}{\eta^2} \leq 0$$

—условіе, требуемое уравненіемъ (104).

Наконецъ, условія (119) и (125) очевидно выполнены, такъ какъ произведеніе $\varepsilon\eta$, при какихъ угодно значеніяхъ обѣихъ коэффициентовъ, сохраняетъ въ формулѣ (126) величину положительную, конечную и неравную нулю.

Формулу (126) слѣдуетъ разсматривать какъ эмпирическое выраженіе зависимости между коэффициентами тренія воздуха въ тангенціальномъ и нормальномъ направленіяхъ относительно горизонтальной струи.

Тѣмъ не менѣе, формула эта въ примѣненіи къ нижней области атмосферы даетъ вполне удовлетворительные результаты и стройную, хотя и идеальную, картину горизонтальныхъ движеній воздуха при различныхъ условіяхъ. Это даетъ основаніе предполагать, что и при болѣе широкой и реальной постановкѣ вопроса, чѣмъ принятая нами до сихъ поръ, формула (126) можетъ быть примѣнена съ большою пользою и привести уже къ практическимъ результатамъ.

Коэффициентъ μ , введенный въ самомъ началѣ предлагаемаго труда, оказался функціей скорости вѣтра. Коэффициентъ ε , входящій въ составъ этой функціи и независящій отъ скорости, оказался функціей величины η , характеризующей сопротивленіе, которое испытываетъ воздушная частица при поступательномъ движеніи.

Въ составъ этой послѣдней функціи входитъ уже абсолютно постоянная величина n ,

которая не мѣняется ни съ измѣненіемъ физическаго состоянія атмосферы, ни съ удаленіемъ отъ земной поверхности въ верхніе слои, потому что связь между ϵ и η , по самому смыслу этихъ величинъ, должна быть совершенно непосредственная, постоянная при какихъ угодно условіяхъ.

Коэффициентъ n , будучи постоянной величиной, можетъ имѣть различное числовое значеніе въ зависимости отъ принятой системы единицъ. На основаніи формулы (126) мы получаемъ для него такое «измѣреніе»:

$$[n] = \frac{\text{время}}{\text{длина}} \quad (127).$$

Закачивая свой трудъ, я позволю себѣ намѣтить путь, на которомъ предлагаемый мною методъ изслѣдованія можетъ привести къ существеннымъ результатамъ, и указать причины, которыя не позволили мнѣ самому использовать его до конца.

Въ синоптическомъ методѣ предсказанія погоды главную роль играютъ два фактора: *жизнеспособность* даннаго циклона (или антициклона) и *вѣроятное направленіе*, которое онъ приметъ отъ даннаго мѣста при дальнѣйшемъ передвиженіи въ атмосферѣ.

Жизнеспособность атмосфернаго возмущенія зависитъ всецѣло отъ величины угла α , образуемаго направленіемъ вѣтра съ градіентомъ ¹⁾. Съ увеличеніемъ α , жизнеспособность возмущенія растетъ, потому что, по мѣрѣ отклоненія вѣтра отъ градіента, увеличивается время, потребное на возстановленіе статическаго равновѣсія.

Посмотримъ, какъ вліяетъ на жизнеспособность циклоновъ и антициклоновъ увеличеніе механической интенсивности ихъ J (произведеніе изъ силы вѣтра на радіусъ-векторъ соотвѣтственной изобары).

На стр. 81 было указано, что въ антициклонѣ уголъ α возрастаетъ съ возрастаніемъ интенсивности J , т. е. *возникшій антициклонъ развивается механически (если постороннія причины тому не воспрепятствуютъ), ибо жизнеспособность его растетъ вмѣстѣ съ интенсивностью*. Этимъ объясняется устойчивость и длительность возмущеній антициклоннаго характера.

Наоборотъ, въ циклонѣ уголъ α убываетъ съ возрастаніемъ интенсивности J , т. е. *увеличеніе механической интенсивности циклона уменьшаетъ его жизнеспособность*. Такимъ образомъ можно сказать, что циклоны въ самомъ своемъ развитіи несутъ зародышъ гибели и уничтоженія. Ясно, что развитіе и существованіе циклона невозможно объяснить одними механическими причинами, ибо циклонъ даже самый обширный и глубокий, будучи оставленъ на произволъ лишь однихъ механическихъ законовъ инерціи, исчезнетъ въ самомъ непродолжительномъ времени.

Нижѣ мы приведемъ другое доказательство, не менѣе убѣдительное, что циклонъ никоимъ образомъ не можетъ поддерживаться центробѣжной силой вращенія.

1) Подразумѣваю острый уголъ, отмѣриваемый отъ направленія градіента.

Далѣе, изъ сказаннаго на стр. 84 относительно вліянія величины K заключаемъ, что движеніе циклоновъ и антициклоповъ по направленію къ полюсамъ увеличиваетъ ихъ жизнеспособность. Этимъ объясняется общеизвѣстный фактъ, что циклоны, движущіеся по меридіанамъ къ полюсамъ, гораздо жизнеспособнѣе циклоновъ, имѣющихъ обратное направленіе.

Наконецъ изслѣдованіе величины η показало, что съ увеличеніемъ тренія уголъ α убываетъ. Этимъ объясняется отчасти тотъ фактъ, что по вертикали вверхъ направленіе вѣтра приближается къ изобарѣ.

Но вотъ другое слѣдствіе такой зависимости и болѣе интересное.

Извѣстно, что гигроскопическое состояніе воздуха сильно вліяетъ на величину внутренняго тренія: съ увеличеніемъ влажности треніе возрастаетъ. Одновременно съ этимъ направленіе вѣтра приближается къ градиенту, и жизнеспособность падаетъ. Отсюда такой выводъ: атмосферное возмущеніе, передвигаясь въ направленіи повышающейся влажности¹⁾, теряетъ свою жизнеспособность, и наоборотъ.

Для антициклона такой выводъ оправдывается безусловно, ибо извѣстно, съ какимъ упорствомъ держатся возмущенія этого типа (а съ ними и высокое давленіе) въ мѣстностяхъ съ сухимъ климатомъ.

Въ Сибири, представляющей одну изъ самыхъ сухихъ мѣстностей на земномъ шарѣ, имѣется, какъ извѣстно, постоянный антициклонъ, который въ зависимости отъ распредѣленія и степени влажности лишь мѣняетъ свои очертанія и высоту.

Что касается циклоновъ, то они совершенно не оправдываютъ вышеприведеннаго правила и поступаютъ какъ разъ обратно ему, т. е. стремятся преимущественно въ мѣста, гдѣ имѣются большіе запасы водяного пара, и если совокупность другихъ условій не препятствуетъ такому перемѣщенію, то интенсивность и область распространенія циклона начинаютъ увеличиваться.

Ясно, что чисто механическія причины, на основаніи которыхъ было выведено наше правило, перевѣшиваются въ данномъ случаѣ чѣмъ-то другимъ, чего мы вовсе не припиали въ расчетъ. Не трудно видѣть, что это за причина, которая оказываетъ такое могущественное вліяніе на развитіе циклона.

При передвиженіи циклоническаго возмущенія въ сторону возрастающей влажности, выдѣленіе осадковъ изъ восходящихъ влажныхъ массъ воздуха сопровождается пониженіемъ давленія и такимъ неудержимымъ стремленіемъ вверхъ новыхъ насыщенныхъ паромъ потоковъ воздуха, что, не взирая на уменьшеніе α , интенсивность циклона растетъ. Такимъ образомъ возрастаніе величины J беретъ перевѣсъ надъ убываніемъ угла α .

Не убѣждаемся-ли мы изъ этого, что, если *существованіе и развитіе антициклона можно объяснить однѣми механическими причинами*, то этого никоимъ образомъ нельзя сдѣлать относительно циклона?

1) Трудно судить, а ргіогі, играетъ-ли тутъ роль влажность въ собственномъ смыслѣ этого слова (такъ называемая «относительная») или абсолютное содержаніе водяного пара.

Приходится признать, что *циклонъ есть преимущественно явленіе термодинамическое, которое требуетъ для своего существованія непрерывнаго расхода тепловой энеріи, перерабатываетъ ее въ живую силу движенія, и если не получаетъ новыхъ запасовъ скрытой теплоты въ видѣ влажнаго воздуха, то быстро разрушается.*

Укажемъ еще на одну характерную особенность циклоновъ.

Величина

$$J = v\rho \quad (128)$$

является постоянной для такого атмосфернаго возмущенія, въ которомъ иѣтъ потоковъ воздуха, наклонныхъ къ горизонту (см. курсивъ на стр. 72). Но мы видѣли, что самое существованіе циклона объясняется восходящими потоками воздуха, и очевидно, что стремительность этихъ потоковъ и уголъ, образуемый ими съ горизонтомъ, возрастаютъ по мѣрѣ приближенія къ оси возмущенія. Слѣдовательно, изъ горизонтальной плоскости у поверхности земли теряется по мѣрѣ приближенія къ центру все больше и больше воздуха (у центра уже весь воздухъ, притекшій съ окраинъ, оказывается утекшимъ въ высшіе слои). Отсюда слѣдуетъ, что горизонтальная скорость потоковъ воздуха въ упомянутой плоскости у поверхности земли будетъ возрастать совсѣмъ не такъ быстро съ приближеніемъ къ центру, какъ это было бы безъ потери воздуха вверхъ и какъ этого требуетъ уравненіе (128) при

$$J = const.$$

Отсюда въ свою очередь заключаемъ, что величина J убываетъ по направленію къ центру, обращаясь въ самомъ центрѣ въ нуль. Припоминая зависимость между α и J , мы приходимъ къ заключенію, что *уголъ между градіентомъ и направленіемъ вѣтра въ циклонѣ (въ нижней области конечно) увеличивается съ приближеніемъ къ центру, стремясь достигнуть величины прямого угла.*

Отсюда и другой выводъ, что жизнеспособность циклона быстро уменьшается по направленію отъ центра къ окраинамъ, благодаря чему *въ циклонахъ какой угодно величины и интенсивности окраины являются крайне неустойчивыми, отчего и очертанія циклона непрерывно мѣняются и отъ самыхъ ничтожныхъ причинъ.*

Кому приходилось имѣть дѣло съ синоптическими картами, тотъ знаетъ, до чего ненадежны формы крайнихъ изобаръ даже при самомъ глубокомъ минимумѣ. Невозможно иной разъ уловить и предусмотрѣть причины, отъ которыхъ изобары вдругъ начинаютъ вытягиваться и кривиться, несмотря на устойчивый путь минимума, появляются отростки, изъ которыхъ развиваются второстепенные циклоны,—и все это въ самое короткое время.

Ничего подобнаго мы не видимъ въ антициклонахъ, которые и въ своихъ медленныхъ передвиженіяхъ или даже въ совершенной неподвижности очень мало отзывчивы къ внѣшнимъ вліяніямъ, по отношенію къ формѣ изобаръ. Особенно разительно бросается въ глаза это коренное несходство при встрѣчѣ циклона и антициклона. Изобары перваго еще издали

начинають обнаруживать стремленіе минимума уклониться отъ встрѣчи; форма ихъ въ головной части удлинняется и даже изгибается внутрь циклона, причемъ эта извилина перебѣгаетъ съ одного мѣста на другое.

Если обстоятельства складываются такимъ образомъ, что путь минимума всетаки направленъ къ антициклону, то результатъ бываетъ въ большинствѣ случаевъ одинъ и тотъ же: циклонъ будетъ разрѣзанъ пополамъ или вовсе разрушенъ.

Между тѣмъ антициклонъ переноситъ это своеобразное столкновение очень стойко, и форма его изобаръ мѣняется мало.

Объясняется это слѣдующимъ обстоятельствомъ.

Въ нижней области антициклона, какъ и въ циклонѣ, величина J убываетъ по направлению къ центру, стремясь къ нулю; но на измѣненіе угла α это обстоятельство вліяетъ противоположнымъ, чѣмъ въ циклонѣ, образомъ. Именно, уголъ α въ антициклонѣ съ приближеніемъ къ центру стремится къ нулю, или, иначе говоря, *жизнеспособность антициклона увеличивается отъ центра къ окраинамъ*. Благодаря этому, положеніе максимума въ антициклонѣ не столь устойчиво, какъ въ циклонѣ; на нѣкоторомъ пространствѣ точка наивысшаго давленія блуждаетъ подъ вліяніемъ самыхъ неувимыхъ причинъ. Зато окраины антициклона, наоборотъ, обладаютъ весьма значительной устойчивостью, какъ въ отношеніи формы изобаръ, такъ и въ отношеніи интенсивности возмущенія. Это характерное различіе въ свойствахъ циклона и антициклона на ихъ окраинахъ и сказывается при встрѣчѣ этихъ возмущеній.

Изъ этого краткаго резюме, мнѣ кажется, ясно видно, что и при такомъ чисто механическомъ способѣ изслѣдованія, какой развитъ въ предлагаемомъ трудѣ, уже является возможность составить представленіе (хотя и далеко неполное) о тѣхъ вліяніяхъ, какимъ подвержена жизнеспособность атмосферныхъ возмущеній.

Вопросъ-же о *вѣроятномъ направленіи* минимума или максимума остается открытымъ и не можетъ быть въ настоящее время рѣшенъ сколько-нибудь научно по слѣдующей причинѣ.

Безспорно основнымъ факторомъ передвиженія возмущеній въ атмосферѣ является суточное обращеніе земли, потому что всякій вихрь, ось котораго вынуждается мѣнять свое направленіе въ пространствѣ, начинаетъ двигаться такимъ образомъ, чтобы измѣненіе направленія оси его было *наименьшимъ*, какое возможно при данной совокупности обстоятельствъ. Зная эти обстоятельства, мы можемъ вычислить совершенно опредѣленно путь вихря.

И среди этихъ-то обстоятельствъ есть одно, представляющее пока непреодолимое затрудненіе. Для того, чтобы воспользоваться фундаментальной формулой:

$$\varepsilon\eta = \pi$$

въ полномъ объемѣ, нужно знать законъ, по которому измѣняется коэффициентъ тренія η (или ε) въ атмосферѣ на различныхъ высотахъ надъ поверхностью земли.

Предположимъ, что мы имѣемъ возможность опредѣлить зависимость коэффициента η отъ плотности, температуры и гигроскопическаго состоянія воздуха ¹⁾.

Тогда представляется возможнымъ опредѣлить функцію $\eta(h)$, но для этого необходимо изучить предварительно на различныхъ высотахъ въ свободной атмосферѣ законы измѣненія температуры, влажности и плотности воздуха.

Въ новѣйшее время такія изслѣдованія производятся въ Европѣ и Америкѣ по однообразной международной системѣ какъ правительственными учрежденіями, такъ и частными лицами, несущими свою энергію и матеріальныя средства на пользу великаго дѣла. И весьма возможно, что мы стоимъ наканунѣ такихъ открытій въ этой области, которыя поставятъ наконецъ синоптическую метеорологію на строго научную почву и дадутъ возможность въ дѣлѣ краткосрочныхъ предсказаній погоды пользоваться разъ навсегда выработанными механическими приѣмами.



1) Вопросъ этотъ, при всей сложности, можетъ быть сведенъ на почву лабораторныхъ изслѣдованій.

Каталогъ метеорологическихъ станцій

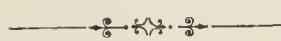
II разряда, снабженныхъ флюгеромъ Вильда, на пространствахъ 11 губерній: Калужской, Орловской, Тульской, Рязанской, Тамбовской, Кіевской, Черниговской, Полтавской, Курской, Харьковской и Воронежской, по Лѣтописямъ Николаевской Главной Физической Обсерваторіи за 1900 г.

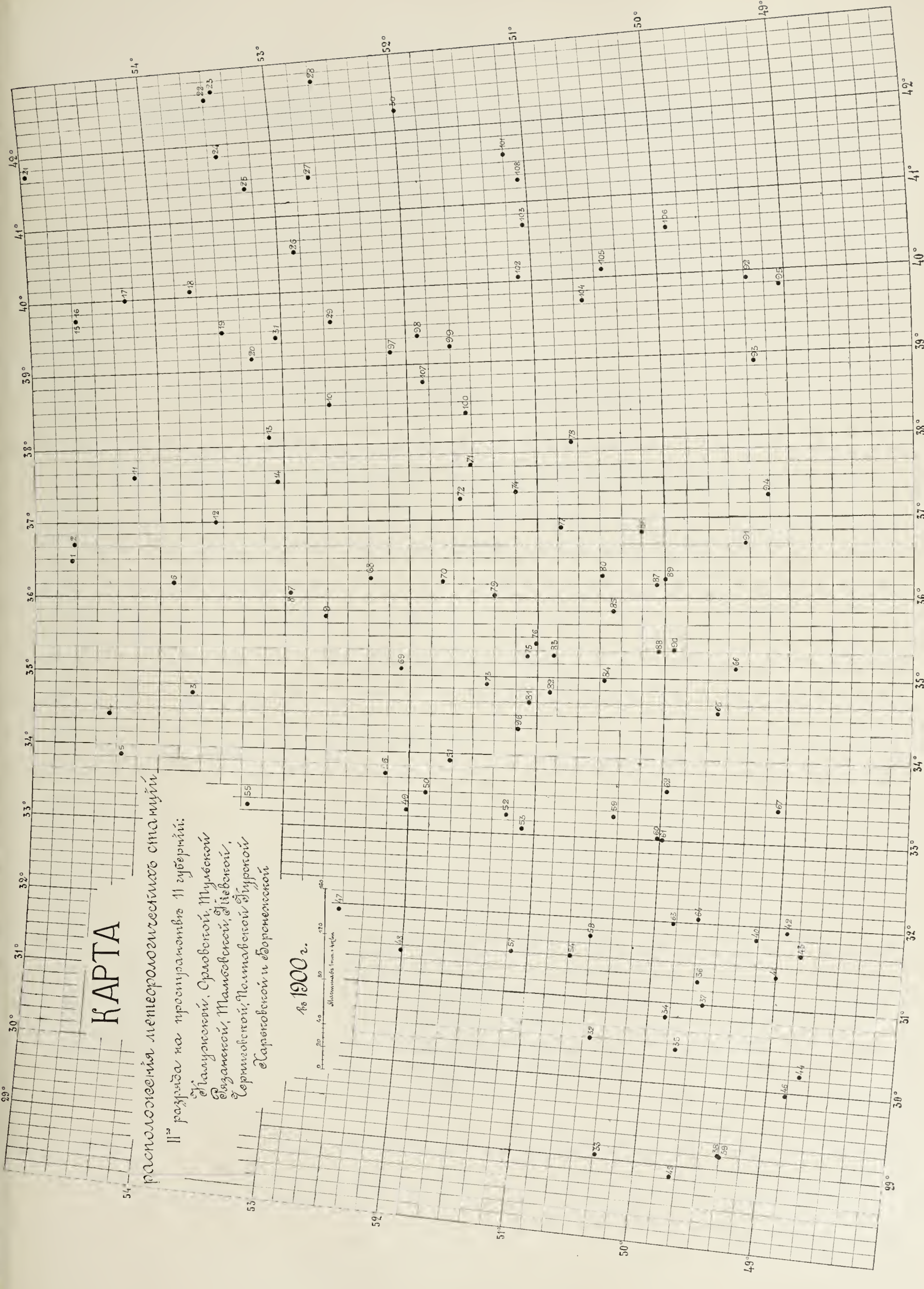
№№	Названіе станціи. 1)	Широта.	Долгота отъ Гринвича.	№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.
I. Калужская губ.				IV. Рязанская губ.			
1	Николо-Долъ *	54°43'	36°28'	15	Рязань (станція жел. дор.) . . .	54°38'	39°45'
2	Сугоново	54 41	36 42	16	Рязань (учительская семинарія)	» »	» »
3	Жиздра	53 45	34 44	17	Гулынки	54 14	40 00
4	Елизаветинскій Хуторъ *	54 24	34 25	18	Рязскъ (станція жел. дор.) . . .	53 43	40 04
5	Никольское *	54 18	33 53	19	Гремячка	53 29	39 31
6	Лихвинское Лѣсничество *	53 54	36 11	20	Данковъ	53 15	39 09
II. Орловская губ.				V. Тамбовская губ.			
7	Орель (городъ)	52 58	36 04	21	Елатъма	54 58	41 45
8	Орель (древесный питомникъ) *	» »	» »	22	Земетчино	53 30	42 37
9	Кромы *	52 41	35 46	23	Матчерка	53 26	42 42
10	Елецъ (станція жел. дор.) . . .	52 38	38 31	24	Моршанскъ (реальное училище)	53 26	41 50
III. Тульская губ.				25	Сосновка	53 14	41 23
11	Тула	54 12	37 37	26	Козловъ	52 53	40 31
12	Скуратово	53 34	37 00	27	Тамбовъ (учительская семинарія)*	52 44	41 28
13	Ефремовъ	53 08	38 07	28	Кирсановъ	52 39	42 43
14	Паньково	53 03	37 32	29	Липецкъ	52 37	39 36
				30	Уварово	52 00	42 16
				31	Шовское *	53 03	39 25

1) Звѣздочкой отмѣчены станціи, матеріаломъ которыхъ не пришлось воспользоваться или вслѣдствіе недостаточной надежности его, или вслѣдствіе чрезмѣрной удаленности этихъ станцій отъ ближайшихъ сосѣднихъ станцій.

№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.	№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.
VI. Кіевская губ.				VIII. Полтавская губ.			
32	Кієвъ	50°27'	30°30'	58	Згуровка	50°30'	31°46'
33	Коростышевъ	50 19	29 03	59	Лохвица	50 22	33 16
34	Кагарлыкъ	49 52	30 50	60	Лубны (гимназія)	50 01	33 02
35	Житнегоры	49 46	30 27	61	Лубны (сел.-хозяйст. школа) *	49 59	33 00
36	Мартыновка *	49 38	31 17	62	Миргородъ	49 58	33 37
37	Ольховець *	49 35	31 00	63	Рециковщина	49 52	31 59
38	Плисково-Андрушевская ферма.	49 21	29 11	64	Золотоноша	49 40	32 03
39	Плисково-Андрушевскій заводъ	49 20	29 10	65	Полтава (опытное поле)	49 35	34 34
40	Алексѣевская (Николаевка)	49 11	31 49	66	Карловка	49 27	35 08
41	Шпола	49 00	31 23	67	Кременчугъ (станція жел. дор.) *	49 04	33 24
42	Баландино	48 56	31 57	IX. Курская губ.			
43	Златополь	48 49	31 39	68	Поныри	52 19	36 14
44	Умань	48 45	30 13	69	Уютное	52 04	35 05
45	Казатинъ	49 43	28 52	70	Курскъ	51 45	36 12
46	Христиновка	48 51	29 58	71	Средніа-Апочки *	51 31	37 42
VII. Черниговская губ.				72	Погожее	51 36	37 16
47	Повозыбковъ *	52 32	31 56	73	Коренево	51 24	34 54
48	Ваганичи	52 01	31 27	74	Богородицкое	51 10	37 21
49	Новгородъ-Сѣверскъ	52 01	33 16	75	Рождественское-Гуево	51 05	35 16
50	Шостенскій заводъ *	51 52	33 30	76	Кучеровъ Хуторъ	51 01	35 25
51	Глуховъ	51 41	33 55	77	Казачье	50 49	36 53
52	Конотопъ	51 14	33 14	78	Холодный Хуторъ *	50 43	37 58
53	Малый Самборъ	51 06	33 04	79	Чихмаревка (Горки) *	51 20	36 02
54	Щастановка	50 39	31 30	80	Николаевка *	50 29	36 17
55	Котляково *	53 17	33 15	X. Харьковская губ.			
56	Халанскій Хуторъ *	52 11	33 44	81	Николаевка	51 04	34 40
57	Лихачевъ *	51 08	31 31	82	Сумы	50 54	34 48

№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.	№№	Названіе станціи.	Широта.	Долгота отъ Гринвича.
83	Угроѣды	50°52'	35°17'				
84	Тростянецъ (Смородино)	50 28	34 58				
85	Ивановская опытная станція	50 24	35 50				
86	Рубежное	50 10	36 49				
87	Дергачи *	50 04	36 09				
88	Должикъ	50 03	35 20				
89	Харьковъ (Университетъ) *	50 00	36 14				
90	Алексѣевка *	49 56	35 21				
91	Асѣевка	49 22	36 41				
92	Стрѣльцовскій заводъ *	49 19	39 55				
93	Старобѣльскъ	49 17	38 54				
94	Изюмъ *	49 11	37 17				
95	Деркульское лѣсничество *	49 03	39 48				
96	Бѣлополье *	51 09	34 19				
					XI. Воронежская губ.		
				97	Конь-Колодезь	52°08'	39°10'
				98	Рамонь *	51 55	39 22
				99	Воронежъ (кадетскій корпусъ)	51 40	39 13
				100	Нижнедѣвискъ	51 33	38 22
				101	Калиновскій Хуторъ	51 10	41 37
				102	Бобровъ	51 06	40 03
				103	Каменная Степь	51 03	40 42
				104	Сагуны *	50 36	39 43
				105	Павловскъ *	50 27	40 06
				106	Богучаръ	49 56	40 34
				107	Гнилуша *	51 53	38 47
				108	Табунный Хуторъ *	51 04	41 17





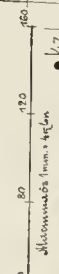
КАРТА

расположения метеорологических станций

III разряда на территории 11 губерний:

- Грузинской, Орловской, Мухомовской
- Владикавказской, Мамбетовской, Шибирской,
- Саратовской, Платавской, Шуровской
- Саратовской и Воронежской

№ 1900 г.



ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST.-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.

Томъ XV. № 10.

Volume XV. № 10.

SUR
L'ÉQUATION DE CLAIRAUT
ET LES ÉQUATIONS PLUS GÉNÉRALES
DE LA THÉORIE DE LA FIGURE DES PLANÈTES.

PAR

A. Liapounoff.

(Lu le 28 janvier 1904.)

C.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST.-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

Н. П. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера въ С.-Петербургѣ,
Н. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ
и Вильнѣ,
Н. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Ключкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
Н. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kymmel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 1 р. — Prix: 2 Mrk. 50 Pf.

ДЛЯ ВСЕХ ЧЛЕНОВ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК.

ИЗДАНИЕ ПЕРВОЕ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

1904

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.

С.-Петербургъ, Апрель 1904 года.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

ТИПОГРАФІЯ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.

Вас. Остр., 9 лн., № 12.

Clairaut, dans sa *Théorie de la figure de la Terre*, est arrivé à l'équation

$$(1) \quad z \int_0^a \rho a^2 da - \frac{a^{-2}}{5} \int_0^a \rho \frac{da^3 z}{da} da - \frac{a^3}{5} \int_a^A \rho \frac{dz}{da} da = Na^3,$$

où ρ désigne une fonction de a qu'on suppose donnée, A un nombre positif donné et N une constante connue.

La question consiste à déterminer, d'après cette équation, z comme fonction de a , la variable a étant comprise dans l'intervalle $(0, A)$.

Dans une théorie plus complète, qui a été développée par Legendre et Laplace, on se rencontre avec une équation plus générale, savoir:

$$(2) \quad z \int_0^a \rho a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1} \int_0^a \rho \frac{\partial a^{m+3} z}{\partial a} da - \frac{a^{m+1}}{2m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m} z}{da} da = a^3 W,$$

où m est un entier positif et W une fonction donnée de a .

Dans ces équations ρ représente la densité de la terre ou de la planète considérée, supposées formées des couches infiniment minces de densité constante, ces couches étant limitées par des surfaces peu différentes de celles des sphères concentriques dont les rayons sont donnés par les valeurs de a .

Dans la théorie dont il s'agit on admet que ρ est une fonction décroissante de a . Mais dans l'étude des équations (1) et (2) on fait, à l'égard de cette fonction, encore certaines suppositions de nature analytique.

Par exemple, Tisserand, dans son *Traité de Mécanique Céleste*, suppose que ρ est développable, pour toutes les valeurs de a entre O et A , en une série de la forme

$$\rho = \rho_0 (1 - A_1 a^{\alpha_1} + A_2 a^{\alpha_2} + \dots),$$

où tous les α sont des nombres positifs, et M. Callandreau, dans son *Mémoire sur la théorie de la figure des planètes* (Annales de l'Observatoire de Paris, t. XIX), suppose même que ρ est une fonction holomorphe de a .

Dans ce qui suit, nous nous proposons d'étudier les équations (1) et (2) en supposant seulement que ρ est une fonction finie et positive qui ne croît jamais, quand a croît de 0 à A .

D'ailleurs, loin d'admettre pour ρ une expression analytique quelconque, nous ne supposerons pas même que ce soit une fonction continue; de sorte que, pour certaines valeurs de a , ρ pourra varier brusquement, et ce pourra même arriver une infinité de fois dans l'intervalle $(0, A)$.

D'après la notion même de densité, la fonction ρ ne pourra avoir de valeur déterminée que là où elle est continue. Donc, en nous plaçant au point de vue général que nous venons d'indiquer, nous devons préciser comment nous regarderons ρ comme une fonction décroissante donnée de a , définie dans l'intervalle $(0, A)$.

Concevons une fonction $\varphi(a)$ ayant une valeur positive déterminée pour toute valeur de a dans l'intervalle $(0, A)$ et ne croissant jamais quand a croît de 0 à A .

Cette fonction variant ainsi toujours dans le même sens, on aura, pour chaque valeur de a intermédiaire entre 0 et A , des valeurs limites déterminées $\varphi(a + 0)$ et $\varphi(a - 0)$, en entendant par ces notations, suivant l'usage, les limites vers lesquelles tendent $\varphi(a + \varepsilon)$ et $\varphi(a - \varepsilon)$, lorsque le nombre positif ε tend vers zéro.

Pour ces valeurs limites, on aura toujours

$$\varphi(a - 0) \geq \varphi(a) \geq \varphi(a + 0),$$

et si l'on a

$$\varphi(a + 0) = \varphi(a - 0),$$

la fonction φ sera continue pour la valeur considérée de a . Comme on sait, dans tout intervalle, quelque petit qu'il soit, il y aura une infinité de pareilles valeurs de a .

Cela posé, et en partant d'une fonction φ quelconque qui satisfait aux conditions énoncées, nous admettrons qu'on ait

$$\rho = \varphi(a),$$

pour toute valeur de a pour laquelle la fonction φ est continue.

De cette manière la fonction ρ sera définie pour un certain ensemble de valeurs de a , et cet ensemble contiendra une infinité de nombres dans le voisinage de tout nombre α entre 0 et A .

D'ailleurs, si l'on fait tendre a vers α , par une suite des valeurs appartenant à cet ensemble et toutes inférieures ou toutes supérieures à α , la fonction ρ tendra vers une limite déterminée qui coïncidera avec $\varphi(\alpha - 0)$ ou $\varphi(\alpha + 0)$.

Quant à la valeur $a = \alpha$ elle-même, le nombre α étant différent de 0 et de A , la fonction ρ n'aura de valeur déterminée que si $\varphi(\alpha + 0) = \varphi(\alpha - 0)$. Toutefois nous supposerons que, dans tous les cas, le symbole $\rho(\alpha)$ ne peut représenter que des nombres compris entre $\varphi(\alpha + 0)$ et $\varphi(\alpha - 0)$.

Enfin, pour $a = 0$ et pour $a = A$, nous attribuerons à ρ des valeurs déterminées que nous définirons, en les nommant respectivement ρ_0 et ρ_1 , par les formules

$$\rho_0 = \varphi(+0), \quad \rho_1 = \varphi(A-0).$$

C'est ainsi que la fonction ρ sera supposée définie.

En ce qui concerne la fonction W qui figure dans l'équation (2), nous la supposons continue dans l'intervalle $(0, A)$. De plus, nous supposons que la dérivée $\frac{dW}{da}$ existe et soit continue pour toutes les valeurs de a dans cet intervalle, sauf, peut-être, pour $a = 0$, quand elle pourra devenir infinie, mais cela de telle manière que $a \frac{dW}{da}$ tende, pour $a = 0$, vers une limite déterminée *).

Ainsi W et $\frac{daW}{da}$ seront continues dans l'intervalle $(0, A)$; et nous avons montré ailleurs que cette circonstance a effectivement lieu pour les équations de la forme (2) qui se présentent dans la théorie de la figure des planètes **).

Dans ces suppositions, nous allons étudier l'équation (2), que nous considérerons en elle-même, en faisant abstraction de la théorie qui lui a donné naissance.

I. — Quelques propositions générales.

1. Afin de faciliter l'exposition ultérieure, nous nous arrêterons d'abord à quelques propositions générales dont nous aurons à nous servir dans notre étude.

Nous commencerons par certaines propositions élémentaires, pour la plupart connues, ou, du moins, appartenant à la catégorie de ces propositions presque évidentes dont on ne peut pas dire qu'on ne les connaissait pas. Nous croyons toutefois utile de les exposer, pour fixer notre point de vue et ne laisser lieu à aucun malentendu.

Ne considérant que des quantités réelles, désignons par $F(x)$ une fonction quelconque ayant une valeur déterminée pour toute valeur de x dans un certain intervalle (α, β) et y limitée (c. à d. ne surpassant pas, en valeur absolue, une certaine limite).

Puis, en supposant, pour fixer les idées, $\beta > \alpha$, désignons par x_1, x_2, \dots, x_{n-1} des nombres quelconques vérifiant les inégalités

$$\alpha < x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1} < \beta,$$

et posons encore $x_0 = \alpha, x_n = \beta$.

*) Comme la fonction W est supposée continue pour $a = 0$, cette limite ne pourra, évidemment, être que zéro.

**) Voir le Mémoire intitulé *Recherches dans la théorie de la figure des corps célestes* (Mém. de l'Académie des Sciences, VIII série, vol. XIV, N° 7).

La fonction $F(x)$, qui est limitée dans l'intervalle (α, β) , admettra dans l'intervalle (x_{i-1}, x_i) , i étant un des nombres $1, 2, 3, \dots, n$, une limite supérieure et une limite inférieure. Soient donc, pour cet intervalle: L_i sa limite supérieure *précise* et l_i sa limite inférieure *précise*; de sorte que, ξ_i étant un nombre quelconque de l'intervalle (x_{i-1}, x_i) , nous aurons

$$l_i \leq F(\xi_i) \leq L_i,$$

et chacune des différences

$$L_i - F(\xi_i), \quad F(\xi_i) - l_i$$

pourra être rendue, par le choix de ξ_i , aussi petite qu'on voudra.

Cela posé, considérons la somme

$$(3) \quad \sum F(\xi_i) (x_i - x_{i-1}),$$

étendue à toutes les valeurs de i dans la suite $1, 2, 3, \dots, n$, et supposons que le nombre n augmente indéfiniment, tandis que les différences

$$x_1 - \alpha, \quad x_2 - x_1, \quad \dots, \quad x_{n-1} - x_{n-2}, \quad \beta - x_{n-1}$$

tendent toutes vers zéro.

Pour que cette somme tende, dans les circonstances signalées, vers une limite déterminée, indépendante de la loi suivant laquelle varient les nombres x_i, ξ_i , il est évidemment nécessaire que, dans les mêmes circonstances, on ait

$$(4) \quad \lim \sum (L_i - l_i) (x_i - x_{i-1}) = 0.$$

On sait d'ailleurs que cette condition est suffisante, et toutes les fois qu'elle est remplie on pose

$$\int_{\alpha}^{\beta} F(x) dx = \lim \sum F(\xi_i) (x_i - x_{i-1}).$$

C'est la définition la plus usuelle de l'intégrale, et c'est elle que nous adopterons, en ce qui concerne le cas où la fonction à intégrer est limitée dans l'intervalle considéré.

Toute fonction $F(x)$, pour laquelle la condition (4) est satisfaite, sera dite *intégrable* dans l'intervalle (α, β) .

De cette notion d'intégrabilité on déduit plusieurs propositions générales, dont les plus connues sont les suivantes:

I. La somme et le produit de deux fonctions intégrables dans un certain intervalle y sont encore intégrables.

II. Toute fonction, qui est continue dans un certain intervalle, y est intégrable.

III. Toute fonction, qui est limitée dans un certain intervalle (α, β) et qui ne peut varier, quand la variable indépendante croît de α à β , que dans *un* sens (toujours en croissant ou toujours en décroissant), est intégrable dans cet intervalle.

On établit aussi facilement cette proposition :

IV. Si y est une fonction de x intégrable dans l'intervalle (α, β) et ne pouvant prendre que des valeurs comprises entre les nombres l et L , toute fonction de y , qui est continue, tant que y , considéré comme une variable indépendante, se trouve dans l'intervalle (l, L) , est une fonction de x intégrable dans l'intervalle (α, β) .

On sait que, si $F(x)$ est une fonction intégrable dans un certain intervalle, tout intervalle, qui est compris dans celui-ci, quelque petit qu'il soit, contiendra une infinité de valeurs de x pour lesquelles la fonction $F(x)$ sera continue. Donc, dans l'expression (3), on pourra toujours prendre, pour les ξ_i , des valeurs de x , pour lesquelles $F(x)$ est continue.

On en conclut que, $F(x)$ et $F_1(x)$ étant des fonctions intégrables dans l'intervalle (α, β) , si pour toute valeur de x , pour laquelle la fonction $F(x)$ est continue, on a $F_1(x) = F(x)$, on aura

$$\int_{\alpha}^{\beta} F_1(x) dx = \int_{\alpha}^{\beta} F(x) dx.$$

De là on voit que, si l'on a à considérer une intégrale de la forme

$$\int_{\alpha}^{\beta} F(x) f(y) dx,$$

où $y = \varphi(x)$ est une fonction croissante ou décroissante, dont toutes les valeurs dans l'intervalle (α, β) sont comprises entre les nombres l et L , $f(y)$ une fonction continue de y dans l'intervalle (l, L) et $F(x)$ une fonction quelconque intégrable dans l'intervalle (α, β) , on pourra, sans faire intervenir une indétermination dans la valeur de l'intégrale, laisser indéterminées les valeurs de $\varphi(x)$, qui correspondent aux valeurs de x pour lesquelles cette fonction est discontinue, en supposant seulement que $\varphi(x)$ se trouve toujours entre les nombres $\varphi(x-0)$ et $\varphi(x+0)$.

C'est ainsi que les intégrales que nous aurons à considérer dans la suite, et dans lesquelles figurera la fonction décroissante ρ , auront des valeurs déterminées, bien que cette fonction ne soit déterminée que là où elle est continue.

Signalons encore la forme sous laquelle on pourra employer, dans les conditions considérées, la formule d'intégration par parties.

Soient $f(x)$ et $f_1(x)$ des fonctions intégrables dans l'intervalle (α, β) et, par suite, intégrables dans tout intervalle qui est compris dans celui-ci.

Alors, si l'on pose

$$\int_{\alpha}^x f(x) dx + C = F(x), \quad \int_{\alpha}^x f_1(x) dx + C_1 = F_1(x),$$

C, C_1 étant des constantes, $F(x)$ et $F_1(x)$ seront des fonctions continues dans l'intervalle (α, β) , et l'on aura

$$\int_{\alpha}^{\beta} F(x) f_1(x) dx = F(\beta) F_1(\beta) - F(\alpha) F_1(\alpha) - \int_{\alpha}^{\beta} F_1(x) f(x) dx,$$

ce qui est la formule requise.

2. Soit $\varphi(x)$ une fonction limitée dans l'intervalle (α, β) et ne variant, quand x croît de α à β , que dans *un* sens.

En entendant par $f(x)$ une fonction quelconque *continue* dans cet intervalle et en introduisant les nombres x_i, ξ_i du numéro précédent, considérons la somme

$$S = \sum \varphi(\xi_i) [f(x_i) - f(x_{i-1})],$$

étendue aux valeurs de i dans la suite 1, 2, 3, . . . , n .

Nous allons montrer que cette somme tendra vers une limite déterminée toutes les fois que, n croissant indéfiniment, les différences

$$x_1 - \alpha, \quad x_2 - x_1, \quad \dots, \quad x_{n-1} - x_{n-2}, \quad \beta - x_{n-1}$$

tendent vers zéro.

A cet effet nous remarquons qu'on peut écrire

$$S = \varphi(\beta) f(\beta) - \varphi(\alpha) f(\alpha) - f(\alpha) [\varphi(\xi_1) - \varphi(\alpha)] - f(x_1) [\varphi(\xi_2) - \varphi(\xi_1)] \\ - f(x_2) [\varphi(\xi_3) - \varphi(\xi_2)] - \dots - f(x_{n-1}) [\varphi(\xi_n) - \varphi(\xi_{n-1})] - f(\beta) [\varphi(\beta) - \varphi(\xi_n)],$$

car nous avons admis $x_0 = \alpha, x_n = \beta$; et si nous posons encore $\xi_0 = \alpha, \xi_{n+1} = \beta$, nous pourrions présenter cette expression sous la forme

$$S = \varphi(\beta) f(\beta) - \varphi(\alpha) f(\alpha) - \sum f(x_j) [\varphi(\xi_{j+1}) - \varphi(\xi_j)],$$

la somme étant étendue à toutes les valeurs de j dans la suite 0, 1, 2, . . . , n .

Pour aller plus loin, posons

$$\varphi(x) = \Phi,$$

en entendant par φ une variable pouvant recevoir toutes les valeurs entre les nombres $\varphi(\alpha)$ et $\varphi(\beta)$, et en nous restreignant à cet intervalle, considérons x comme fonction de φ .

Quand φ croîtra, cette fonction, que nous désignerons par $x(\varphi)$, ne pourra évidemment varier que dans *un* sens. Mais, en général, ce ne sera pas une fonction continue, et pour toute valeur de φ , pour laquelle elle deviendra discontinue, on pourra lui attribuer toute valeur entre les nombres $x(\varphi - 0)$ et $x(\varphi + 0)$. Néanmoins, d'après ce que nous avons vu au numéro précédent, l'intégrale

$$\int_a^b x(\varphi) d\varphi,$$

a, b étant compris entre $\varphi(\alpha)$ et $\varphi(\beta)$, aura une valeur parfaitement déterminée, et l'intégrale

$$\int_a^b f(x) d\varphi$$

sera dans le même cas, car la fonction $f(x)$ est supposée continue par rapport à x .

Cela posé et en faisant pour abrégier

$$\varphi(\xi_j) = \varphi_j,$$

considérons l'intégrale

$$\int_{\varphi_j}^{\varphi_{j+1}} f(x) d\varphi.$$

Cette intégrale est égale à

$$f(x'_j) (\varphi_{j+1} - \varphi_j),$$

x'_j étant un certain nombre intermédiaire

$$\begin{array}{llll} \text{entre} & x(\varphi_j + 0) & \text{et} & x(\varphi_{j+1} - 0), & \text{si} & \varphi_{j+1} > \varphi_j, \\ \text{et entre} & x(\varphi_j - 0) & \text{et} & x(\varphi_{j+1} + 0), & \text{si} & \varphi_{j+1} < \varphi_j; \end{array}$$

d'où l'on voit que x'_j sera un nombre appartenant à l'intervalle (ξ_j, ξ_{j+1}) .

En exprimant ainsi les intégrales de cette forme et en remarquant que

$$\sum \int_{\varphi_j}^{\varphi_{j+1}} f(x) d\varphi = \int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x) d\varphi,$$

nous aurons

$$S + \int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x) d\varphi - \varphi(\beta) f(\beta) + \varphi(\alpha) f(\alpha) = \sum [f(x'_j) - f(x_j)] [\varphi(\xi_{j+1}) - \varphi(\xi_j)],$$

et l'on peut remarquer que le nombre x_j , qui figure sous le signe de la somme, de même que x'_j , appartient à l'intervalle (ξ_j, ξ_{j+1}) .

Or, si l'on désigne par η le plus grand des nombres

$$|f(x'_0) - f(x_0)|, \quad |f(x'_1) - f(x_1)|, \quad \dots, \quad |f(x'_n) - f(x_n)|,$$

le second membre de l'égalité obtenue ne pourra surpasser en valeur absolue la quantité

$$\eta |\varphi(\beta) - \varphi(\alpha)|,$$

car, par la nature de la fonction $\varphi(x)$, les différences

$$\varphi(\xi_1) - \varphi(\xi_0), \quad \varphi(\xi_2) - \varphi(\xi_1), \quad \dots, \quad \varphi(\xi_{n+1}) - \varphi(\xi_n),$$

tant qu'elles ne sont pas nulles, ont le même signe.

D'autre part, les différences

$$x_1 - \alpha, \quad x_2 - x_1, \quad \dots, \quad x_{n-1} - x_{n-2}, \quad \beta - x_{n-1}$$

tendant vers zéro, les différences

$$\xi_1 - \alpha, \quad \xi_2 - \xi_1, \quad \dots, \quad \xi_n - \xi_{n-1}, \quad \beta - \xi_n,$$

et par suite celles-ci

$$x'_0 - x_0, \quad x'_1 - x_1, \quad \dots, \quad x'_n - x_n,$$

tendront encore vers zéro.

Donc, la fonction $f(x)$ étant continue, le nombre η tendra vers zéro, et notre égalité donnera

$$\lim S = \varphi(\beta) f(\beta) - \varphi(\alpha) f(\alpha) - \int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x) d\varphi.$$

Ainsi l'on voit que la somme considérée tend bien vers une limite indépendante de la loi suivant laquelle varient les nombres x_i , ξ_i . D'ailleurs, comme on peut prendre, pour les ξ_i , des valeurs de x pour lesquelles $\varphi(x)$ est continue, on voit que cette limite ne dépendra point des valeurs qu'on attribue à $\varphi(x)$ là où cette fonction devient discontinue.

Nous poserons

$$(5) \quad \lim \sum \varphi(\xi_i) [f(x_i) - f(x_{i-1})] = \int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x).$$

Alors l'égalité que nous venons d'obtenir s'écrira ainsi

$$(6) \quad \int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \varphi(\beta) f(\beta) - \varphi(\alpha) f(\alpha) - \int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x) d\varphi$$

et représentera une certaine extension de la formule d'intégration par parties.

Remarquons qu'une pareille extension a été signalée par Stieltjes dans son Mémoire couronné *Recherches sur les fractions continues**). Seulement Stieltjes ne considère que le cas où la fonction $f(x)$ admet une dérivée continue, cas dans lequel le symbole

$$\sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

se réduit à l'intégrale

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) f'(x) dx.$$

3. Nous avons défini le symbole

$$\sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

par la formule (5), et nous adopterons cette définition non seulement dans le cas de

$$\alpha < x_1 < x_2 < \dots < x_{n-1} < \beta,$$

que nous avons eu en vue, mais encore dans celui de

$$\alpha > x_1 > x_2 > \dots > x_{n-1} > \beta,$$

comme on le fait pour les intégrales. Alors notre symbole jouira de plusieurs propriétés des intégrales.

Par exemple, on aura

$$\sum_{\beta}^{\alpha} \varphi(x) \Delta f(x) = - \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x),$$

et si l'on désigne par ξ un nombre quelconque de l'intervalle (α, β) , dans lequel les fonctions $f(x)$ et $\varphi(x)$ ont été définies, il viendra

$$\sum_{\alpha}^{\xi} \varphi(x) \Delta f(x) + \sum_{\xi}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x).$$

*) Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, t. XXXII, N° 2.

D'ailleurs les symboles

$$\sum_{\alpha}^{\xi} \varphi(x) \Delta f(x), \quad \sum_{\xi}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

représenterons des fonctions continues de ξ dans l'intervalle (α, β) .

Pour le montrer, nous remarquons que, γ étant un certain nombre intermédiaire entre α et β , on a

$$\int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x) d\varphi = f(\gamma) [\varphi(\beta) - \varphi(\alpha)],$$

en vertu de quoi la formule (6) donne

$$(7) \quad \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \varphi(\alpha) [f(\gamma) - f(\alpha)] + \varphi(\beta) [f(\beta) - f(\gamma)].$$

En appliquant cette formule au symbole

$$\sum_{\xi}^{\xi+\eta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

et tenant compte de ce que $f(x)$ est une fonction continue, on conclut que ce symbole tendra vers zéro toutes les fois que η tend vers zéro, et cela prouve la continuité dont il s'agissait.

Remarquons que la formule (7) représente une certaine extension de la proposition connue sous le nom du second théorème de la moyenne; et on peut lui donner encore une autre forme, qui est préférable dans les cas où la fonction $\varphi(x)$ devient discontinue pour $x = \alpha$ ou pour $x = \beta$.

A cet effet, en supposant pour fixer les idées $\beta > \alpha$, nous nous servirons de l'égalité évidente

$$\int_{\varphi(\alpha)}^{\varphi(\beta)} f(x) d\varphi = \int_{\varphi(\alpha+0)}^{\varphi(\beta-0)} f(x) d\varphi + f(\alpha) [\varphi(\alpha+0) - \varphi(\alpha)] + f(\beta) [\varphi(\beta) - \varphi(\beta-0)],$$

en vertu de laquelle la formule (6) pourra être présentée sous la forme

$$\sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \varphi(\beta-0) f(\beta) - \varphi(\alpha+0) f(\alpha) - \int_{\varphi(\alpha+0)}^{\varphi(\beta-0)} f(x) d\varphi.$$

De là on déduit, comme précédemment,

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \varphi(\alpha + 0) [f(\gamma) - f(\alpha)] + \varphi(\beta - 0) [f(\beta) - f(\gamma)],$$

γ étant un certain nombre intermédiaire entre α et β . Il va sans dire que ce nombre ne sera pas, en général, le même que celui désigné par cette lettre dans la formule (7).

4. Soient α_0 et $\beta_0 > \alpha_0$ des nombres tels que, α , β étant des nombres quelconques vérifiant les inégalités

$$\alpha_0 < \alpha < \beta < \beta_0,$$

les fonctions $\varphi(x)$ et $f(x)$ satisfassent, dans l'intervalle (α, β) , aux conditions auxquelles nous les avons assujetties, tandis que, pour $x = \alpha_0$ et pour $x = \beta_0$, la fonction $f(x)$ devienne discontinue.

En supposant que la fonction $\varphi(x)$ tende pour $x = \alpha_0$ et pour $x = \beta_0$ vers des limites déterminées, nous allons examiner comment se comportera le symbole

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x),$$

quand on fera tendre α vers α_0 ou β vers β_0 .

Supposons que α tende vers α_0 , β ayant une valeur fixe.

Tout d'abord, il est évident que, si la fonction $f(x)$ tend vers une limite déterminée, quand x , tout en restant supérieur à α_0 , tend vers α_0 , notre symbole tendra encore vers une limite déterminée, et que cette limite pourra être exprimée par la formule (5), en y posant $\alpha = \alpha_0$ et en entendant par $f(\alpha_0)$ et $\varphi(\alpha_0)$ les limites vers lesquelles tendent $f(x)$ et $\varphi(x)$ pour $x = \alpha_0$.

Or supposons maintenant que $f(x)$ n'ait pas de limite pour $x = \alpha_0$. Nous allons montrer que, si $\varphi(\alpha_0 + 0)$ n'est pas égal à zéro, le symbole en question n'aura pas non plus de limite pour $\alpha = \alpha_0$.

A cet effet nous remarquons que, si la valeur limite $f(\alpha_0 + 0)$ n'existe pas, on pourra assigner un nombre positif l fixe, tel que, si petit que soit le nombre $\alpha - \alpha_0$, on ait

$$|f(\alpha) - f(\alpha_1)| > l,$$

dès qu'on attribue à α_1 une valeur *convenablement choisie* dans l'intervalle (α_0, α) .

Cela posé, nous choisirons le nombre α_1 de telle manière qu'on ait

$$(8) \quad |f(\alpha) - f(\alpha_1)| = l,$$

et qu'en même temps il vienne

$$(9) \quad |f(\alpha) - f(x)| < l,$$

toutes les fois que $\alpha_1 < x < \alpha$. Cela est toujours possible, la fonction $f(x)$ étant continue, tant que α ne devient pas égal à α_0 .

En choisissant de cette manière le nombre α_1 , appliquons la formule (7) au symbole

$$\sum_{\alpha_1}^{\alpha} \varphi(x) \Delta f(x).$$

Nous aurons

$$\sum_{\alpha_1}^{\alpha} \varphi(x) \Delta f(x) = \varphi(\alpha_1) [f(\delta) - f(\alpha_1)] + \varphi(\alpha) [f(\alpha) - f(\delta)],$$

δ étant un certain nombre intermédiaire entre α_1 et α , et le second membre de cette égalité peut être présenté sous la forme

$$\varphi(\alpha_1) [f(\alpha) - f(\alpha_1)] + [\varphi(\alpha) - \varphi(\alpha_1)] [f(\alpha) - f(\delta)].$$

Donc, en vertu de (8) et (9), il viendra

$$\left| \sum_{\alpha_1}^{\alpha} \varphi(x) \Delta f(x) \right| > l \left\{ |\varphi(\alpha_1)| - |\varphi(\alpha) - \varphi(\alpha_1)| \right\}.$$

Or, α tendant vers α_0 , la différence $\varphi(\alpha) - \varphi(\alpha_1)$ tendra vers zéro et la quantité $\varphi(\alpha_1)$ tendra vers le nombre $\varphi(\alpha_0 + 0)$, qui a été supposé différent de zéro.

Donc le second membre de l'inégalité obtenue tendra, pour $\alpha = \alpha_0$, vers la limite $l |\varphi(\alpha_0 + 0)|$ différente de zéro, et cela prouve bien que le symbole

$$\sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

n'a pas de limite pour $\alpha = \alpha_0$.

Ainsi la condition que $f(x)$ tende pour $x = \alpha_0$ vers une limite déterminée, la limite de $\varphi(x)$ n'étant pas nulle, est non seulement suffisante, mais encore nécessaire, pour que le symbole considéré ait une limite pour $\alpha = \alpha_0$.

On verra de même que, si $\varphi(\beta_0 - 0)$ n'est pas égal à zéro, la condition nécessaire et suffisante pour que, β tendant vers β_0 , notre symbole tende vers une limite déterminée consiste en ce que la fonction $f(x)$ ait une limite pour $x = \beta_0$.

Supposons enfin que les nombres α et β tendent, *indépendamment l'un de l'autre*, le premier vers α_0 , le second vers β_0 , et que les valeurs limites $\varphi(\alpha_0 + 0)$ et $\varphi(\beta_0 - 0)$ ne soient pas nulles.

Pour que notre symbole tende, dans ces conditions, vers une limite déterminée il sera évidemment nécessaire et suffisant que chacune des deux valeurs limites, $f(\alpha_0 + 0)$ et $f(\beta_0 - 0)$, existe.

Nous conviendrons de désigner les trois limites ci-dessus du symbole

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x),$$

lorsqu'elles existent, respectivement par

$$\int_{\alpha_0}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x), \quad \int_{\alpha}^{\beta_0} \varphi(x) \Delta f(x), \quad \int_{\alpha_0}^{\beta_0} \varphi(x) \Delta f(x).$$

5. La convention que nous venons de faire donne une certaine extension de la notion du symbole

$$(10) \quad \int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x),$$

laquelle a été établie au n° 2 seulement dans la supposition que la fonction $f(x)$ est continue dans l'intervalle (α, β) , et l'on conçoit bien que cette supposition était essentielle pour la définition donnée au numéro cité.

Maintenant nous procéderons à de nouvelles généralisations, en étendant ladite notion à des cas où la fonction $f(x)$ peut devenir discontinue pour des valeurs de x intermédiaires entre α et β .

En ce qui concerne $\varphi(x)$, nous retiendrons l'ancienne supposition que c'est une fonction croissante ou décroissante dans l'intervalle (α, β) , ne devenant pas infinie. Nous supposerons d'ailleurs que $\varphi(x - 0)$ et $\varphi(x + 0)$ ne s'annulent pour aucune valeur de x dans cet intervalle.

Supposons d'abord que le nombre des valeurs de x dans l'intervalle (α, β) , pour lesquelles la fonction $f(x)$ devient discontinue, est limité, et désignons ces valeurs par

$$\gamma_1, \quad \gamma_2, \quad \dots, \quad \gamma_n,$$

en supposant, pour fixer les idées,

$$\alpha < \gamma_1 < \gamma_2 < \dots < \gamma_n < \beta.$$

Cela étant, nous n'attribuerons de sens au symbole (10) que si chacune des valeurs limites

$$f(\gamma_1 - 0), \quad f(\gamma_1 + 0), \quad f(\gamma_2 - 0), \quad f(\gamma_2 + 0), \quad \dots, \quad f(\gamma_n - 0), \quad f(\gamma_n + 0)$$

existe, et dans le cas où cela arrive nous poserons

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \int_{\alpha}^{\gamma_1} \varphi(x) \Delta f(x) + \int_{\gamma_1}^{\gamma_2} \varphi(x) \Delta f(x) + \dots + \int_{\gamma_n}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x),$$

les termes du second membre ayant le sens qui a été fixé au numéro précédent.

Or le symbole (10), ainsi conçu, est susceptible encore d'une autre définition.

Pour y parvenir, introduisons la fonction $f_1(x)$ définie de la manière suivante:

$$\begin{aligned} \text{quand } \alpha \leq x < \gamma_1, & \quad f_1(x) = f(x), \\ \text{» } \gamma_1 < x < \gamma_2, & \quad f_1(x) = f(x) + f(\gamma_1 - 0) - f(\gamma_1 + 0), \\ \text{» } \gamma_k < x < \gamma_{k+1}, & \quad f_1(x) = f(x) + \sum_{i=1}^{i=k} [f(\gamma_i - 0) - f(\gamma_i + 0)], \\ \text{» } \gamma_n < x \leq \beta, & \quad f_1(x) = f(x) + \sum_{i=1}^{i=n} [f(\gamma_i - 0) - f(\gamma_i + 0)]. \end{aligned}$$

Cette fonction vérifiera évidemment la condition

$$f_1(\gamma_k - 0) = f_1(\gamma_k + 0)$$

pour toutes les valeurs de k . Donc, si nous posons

$$f_1(\gamma_k) = f_1(\gamma_k - 0),$$

quel que soit k , elle sera continue dans l'intervalle (α, β) .

Par suite, le symbole

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f_1(x)$$

aura le sens conforme à la définition du n° 2.

D'ailleurs, d'après la convention du numéro précédent, il viendra

$$\begin{aligned} \sum_{\alpha}^{\gamma_1} \varphi(x) \Delta f(x) &= \sum_{\alpha}^{\gamma_1} \varphi(x) \Delta f_1(x), \\ \sum_{\gamma_k}^{\gamma_{k+1}} \varphi(x) \Delta f(x) &= \sum_{\gamma_k}^{\gamma_{k+1}} \varphi(x) \Delta f_1(x), \\ \sum_{\gamma_n}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) &= \sum_{\gamma_n}^{\beta} \varphi(x) \Delta f_1(x). \end{aligned}$$

Donc la définition ci-dessus du symbole (10) peut être remplacée par celle exprimée par l'égalité

$$\sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f_1(x).$$

Remarquons que la fonction $f_1(x)$ jouit de cette propriété que la différence

$$f(x) - f_1(x)$$

se réduit à une constante dans tout intervalle partiel, dans lequel la fonction $f(x)$ est continue; et l'on s'assure facilement que toute autre fonction continue dans l'intervalle (α, β) , qui jouisse de la même propriété, serait donnée par l'expression

$$f_1(x) + C,$$

C étant une constante.

On voit d'ailleurs que, si au moins une des quantités

$$f(\gamma_1 - 0), \quad f(\gamma_1 + 0), \quad f(\gamma_2 - 0), \quad f(\gamma_2 + 0), \quad \dots, \quad f(\gamma_n - 0), \quad f(\gamma_n + 0)$$

n'existait pas, aucune fonction continue dans l'intervalle (α, β) ne pourrait jouir de la propriété signalée.

Ces remarques vont nous servir de point de départ pour une nouvelle généralisation.

Soit $f(x)$ une fonction donnée, qui puisse devenir discontinue dans l'intervalle (α, β) une infinité de fois.

Si, pour cette fonction, on peut trouver une fonction $f_1(x)$, qui, tout en étant continue dans l'intervalle (α, β) , soit telle que la différence

$$f(x) - f_1(x)$$

se réduise à une constante dans tout intervalle partiel, dans lequel la fonction $f(x)$ est continue, et si la fonction $f_1(x)$ se détermine par cette condition à une constante additive près, nous entendrons par le symbole

$$(10) \quad \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

le symbole

$$\sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f_1(x),$$

qui aura alors une valeur parfaitement déterminée. Dans le cas contraire, du moins dans la supposition que nous avons faite à l'égard de $\varphi(x)$, nous n'attribuerons au symbole (10) aucun sens.

6. Il est facile de voir que, si pour la fonction $f_1(x)$ la condition d'être déterminée à une constante additive près est remplie dans l'intervalle (α, β) , elle le sera encore dans tout intervalle qui est compris dans celui-ci.

En effet, supposons que l'intervalle (α, β) se décompose en les trois suivants

$$(\alpha, \alpha_1), \quad (\alpha_1, \beta_1), \quad (\beta_1, \beta),$$

et que pour l'intervalle (α_1, β_1) on ait trouvé, outre la fonction $f_1(x)$, encore une autre fonction continue $f_2(x)$ jouissant de la même propriété, de sorte que la différence

$$f(x) - f_2(x)$$

se réduise à une constante dans tout intervalle partiel, compris dans celui (α_1, β_1) , et dans lequel la fonction $f(x)$ est continue.

Considérons alors la fonction $f_3(x)$ définie dans l'intervalle (α, β) comme il suit :

$$\begin{array}{ll} \text{pour l'intervalle } (\alpha, \alpha_1), & f_3(x) = f_1(x) + f_2(\alpha_1) - f_1(\alpha_1), \\ \text{» } & \text{» } (\alpha_1, \beta_1), & f_3(x) = f_2(x), \\ \text{» } & \text{» } (\beta_1, \beta), & f_3(x) = f_1(x) + f_2(\beta_1) - f_1(\beta_1). \end{array}$$

Ce sera, évidemment, une fonction continue dans l'intervalle (α, β) , et la différence

$$f(x) - f_3(x)$$

se réduira à une constante dans tout intervalle partiel, dans lequel la fonction $f(x)$ est continue.

Donc, si la condition dont il s'agit est remplie dans l'intervalle (α, β) , la différence $f_3(x) - f_1(x)$ doit se réduire à une constante dans cet intervalle tout entier, et cela ne peut avoir lieu que si la différence $f_2(x) - f_1(x)$ se réduit à une constante dans l'intervalle (α_1, β_1) .

Il résulte de cette remarque que, si le symbole (10) a le sens, les symboles

$$\sum_{\alpha}^{\xi} \varphi(x) \Delta f(x), \quad \sum_{\xi}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

en auront encore, quel que soit le nombre ξ appartenant à l'intervalle (α, β) .

Mais quelles sont les conditions pour que le symbole (10) ait un sens? En d'autres termes, quelles sont les conditions que doit remplir la fonction $f(x)$ pour qu'on puisse trouver une fonction $f_1(x)$, jouissant des propriétés signalées et déterminée dans l'intervalle (α, β) à une constante additive près?

Tout d'abord il est évident que, pour que la fonction $f_1(x)$ existe, il faut que, dans tout intervalle (α_1, β_1) dans lequel la fonction $f(x)$ devient discontinue seulement pour les valeurs extrêmes, $x = \alpha_1$ et $x = \beta_1$, cette fonction tende vers des limites déterminées, quand x tend vers α_1 ou vers β_1 .

D'autre part, pour que la fonction $f_1(x)$ soit déterminée dans l'intervalle (α, β) à une constante additive près, cet intervalle ne doit contenir aucun intervalle, si petit qu'il soit, où l'on ne puisse indiquer des intervalles partiels, dans lesquels la fonction $f(x)$ fût continue.

En effet, s'il existait un pareil intervalle, la fonction $f_1(x)$ y pourrait se réduire à une fonction continue arbitraire. Elle ne serait donc pas déterminée dans l'intervalle (α, β) à une constante additive près.

Les deux conditions que nous venons d'énoncer sont donc nécessaires pour que le symbole (10) ait un sens. Mais elles ne sont pas encore suffisantes.

Dans certains cas déterminés on pourrait signaler des conditions nécessaires et suffisantes de cette espèce. Mais nous ne nous y arrêtons pas, car pour l'objet de notre Mémoire la recherche de pareilles conditions ne serait d'aucune importance.

7. Nous avons supposé, dans ce qui précède, que $\varphi(x-0)$ et $\varphi(x+0)$ ne s'annuleraient pour aucune valeur de x dans l'intervalle (α, β) . Or, s'il en était autrement, on pourrait, dans certains cas, attribuer un sens au symbole

$$(10) \quad \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x),$$

quand même la fonction que nous avons désignée par $f_1(x)$ n'aurait pas existé.

Pour ce qui va suivre, il suffit de se borner au cas où $\varphi(x-0)$ et $\varphi(x+0)$ ne peuvent s'annuler dans l'intervalle (α, β) que pour $x = \alpha$ ou pour $x = \beta$.

Plaçons-nous donc dans ce cas, en supposant, pour fixer les idées, que l'on ait $\alpha < \beta$ et

$$\varphi(\beta - 0) = 0.$$

Si la fonction $f_1(x)$ existait dans l'intervalle (α, β) , le symbole (10) serait égal à la limite, vers laquelle tendrait le symbole

$$(11) \quad \sum_{\alpha}^{\xi} \varphi(x) \Delta f(x),$$

quand le nombre ξ , appartenant à l'intervalle (α, β) , tend vers β . Or, $\varphi(\beta - 0)$ étant égal à zéro, le symbole (11) peut avoir une limite pour $\xi = \beta$ même dans le cas où la fonction $f_1(x)$, tout en existant dans l'intervalle (α, ξ) tant que $\xi < \beta$, cesse d'exister pour $\xi = \beta$.

Cela posé, nous entendrons par le symbole (10) la limite du symbole (11), ξ tendant vers β , dans tous les cas où cette limite existe. Dans tous les autres cas, le symbole (10) sera considéré comme dénué de sens.

On voit que la nouvelle extension de la notion de notre symbole est encore de telle nature que, si le symbole (10) a une valeur déterminée, les symboles

$$\sum_{\alpha}^{\xi} \varphi(x) \Delta f(x), \quad \sum_{\xi}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

seront dans le même cas, quel que soit le nombre ξ de l'intervalle (α, β) .

On voit d'ailleurs que ce seront des fonctions continues de ξ dans cet intervalle, vérifiant l'égalité

$$\sum_{\alpha}^{\xi} \varphi(x) \Delta f(x) + \sum_{\xi}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x) = \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x).$$

8. Nous avons déjà remarqué que, si la dérivée $f'(x)$ existe et est une fonction continue de x dans l'intervalle (α, β) , on a

$$(12) \quad \int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) f'(x) dx = \sum_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x),$$

et l'on voit facilement que cette égalité subsistera encore, si la dérivée $f'(x)$, sans être continue, est seulement intégrable dans l'intervalle (α, β) .

Considérons maintenant le cas où la dérivée $f'(x)$ devient infinie dans cet intervalle, en supposant toutefois que la fonction $f(x)$ y soit continue.

Supposons d'abord qu'il n'y ait qu'une seule valeur de x dans l'intervalle (α, β) , soit γ , pour laquelle $f'(x)$ devienne infinie, et que dans tout intervalle partiel qui ne contient le nombre γ , ni à son intérieur, ni à ses extrémités, la fonction $f'(x)$ soit intégrable.

Alors, en supposant pour fixer les idées

$$\alpha < \gamma < \beta,$$

et en entendant par ε et η des nombres positifs assez petits pour qu'on ait

$$\alpha < \gamma - \varepsilon, \quad \gamma + \eta < \beta,$$

nous aurons

$$(13) \quad \left\{ \begin{array}{l} \int_{\alpha}^{\gamma-\varepsilon} \varphi(x) f'(x) dx = \sum_{\alpha}^{\gamma-\varepsilon} \varphi(x) \Delta f(x), \\ \int_{\gamma+\eta}^{\beta} \varphi(x) f'(x) dx = \sum_{\gamma+\eta}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x), \end{array} \right.$$

quelque petits que soient ε et η .

Supposons maintenant que ε et η tendent vers zéro.

Comme les limites vers lesquelles tendront les intégrales, qui figurent dans les égalités (13), représentent ce qu'on entendra dans le cas considéré par les intégrales

$$(14) \quad \int_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x) f'(x) dx, \quad \int_{\gamma}^{\beta} \varphi(x) f'(x) dx,$$

on en conclut ces égalités:

$$(15) \quad \left\{ \begin{array}{l} \int_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x) f'(x) dx = \sum_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x) \Delta f(x), \\ \int_{\gamma}^{\beta} \varphi(x) f'(x) dx = \sum_{\gamma}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x). \end{array} \right.$$

On aura donc encore l'égalité (12), car la somme

$$(16) \quad \int_{\alpha}^{\gamma} \varphi(x) f'(x) dx + \int_{\gamma}^{\beta} \varphi(x) f'(x) dx$$

représentera ce qu'on entendra dans le cas considéré par l'intégrale

$$(17) \quad \int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) f'(x) dx.$$

Plus généralement, la dérivée $f'(x)$ pouvant devenir infinie dans l'intervalle (α, β) un nombre quelconque de fois, supposons que, γ étant un certain nombre intermédiaire entre α et β , on ait déjà établi que les égalités (13) subsistent quelque petits que soient les nombres positifs ε et η .

Alors, si l'on convient d'entendre par les intégrales (14) les limites, vers lesquelles tendront, pour $\varepsilon = 0$, $\eta = 0$, les intégrales figurant dans les égalités (13), on en déduira les égalités (15), et si l'on convient ensuite d'entendre par l'intégrale (17) l'expression (16), on parviendra de nouveau à l'égalité (12).

En appliquant continuellement ce procédé, on pourrait étendre la notion d'une intégrale à des cas très généraux, où la fonction à intégrer pourrait devenir infinie entre les limites de l'intégrale une infinité de fois, et en même temps, en ce qui concerne les intégrales de la forme considérée, on pourrait étendre à de pareils cas l'égalité (12).

Nous avons supposé dans ce qui précède que la fonction $f(x)$ ne devenait pas discontinue dans l'intervalle (α, β) .

Or, si l'on rejette cette supposition, en admettant seulement que le symbole

$$\int_{\alpha}^{\beta} \varphi(x) \Delta f(x)$$

ait un sens déterminé, le sens de l'intégrale (17) deviendra, en général, illusoire. On ne pourra donc rien dire.

Toutefois, dans certains cas simples de cette espèce, on pourra encore employer la méthode précédente, et dans tous les cas où le procédé que nous avons employé suffirait pour fixer le sens de l'intégrale (17), on serait amené à admettre l'égalité (12).

Après ces généralités, passons à notre objet.

II. — Considérations générales sur les équations en question.

9. Reportons-nous à l'équation (2).

Si l'on ne veut introduire à priori aucune supposition sur la nature de la fonction inconnue z , on doit d'abord préciser ce qu'on va entendre par cette équation.

Or, d'après ce que nous venons de dire, il est naturel de considérer cette équation comme celle de la forme

$$(18) \quad z \int_0^a \rho a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1} \int_0^a \rho \Delta(a^{m+3}z) - \frac{a^{m+1}}{2m+1} \int_a^A \rho \Delta(a^{2-m}z) = a^3 W,$$

et c'est ainsi que nous la concevrons.

Cela posé, nous exigerons que l'équation (18) soit vérifiée pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A . Quant à ces valeurs extrêmes, nous les considérerons comme des valeurs limites.

Par suite de cela, la fonction z devra être telle que les symboles, qui figurent dans l'équation (18), aient des valeurs déterminées pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A ; et de là, d'après ce que nous avons remarqué à la fin du n° 7, on conclut que le symbole

$$\int_0^a \rho \Delta(a^{m+3}z)$$

devra représenter une fonction continue de a , au moins tant que a ne devient pas égal à A , et que le symbole

$$(19) \quad \int_a^A \rho \Delta(a^{2-m}z)$$

devra être une fonction continue, au moins tant que a ne se réduit pas à zéro.

Il en résulte, eu égard à ce que la fonction W a été supposée continue dans l'intervalle $(0, A)$, que la fonction cherchée z sera nécessairement continue pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A .

D'ailleurs, si la valeur ρ_1 de ρ pour $a = A$ n'est pas égale à zéro, la fonction z doit tendre pour $a = A$ vers une limite déterminée, car autrement le symbole (19) n'aurait pas de sens. Nous verrons du reste que cela aura lieu dans tous les cas.

Nous allons maintenant montrer que la fonction z admettra une dérivée $\frac{dz}{da}$ pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A .

10. En attribuant à a une valeur quelconque intermédiaire entre 0 et A et désignant par h un nombre assez petit en valeur absolue, considérons les résultats de la substitution dans l'équation (18) de cette valeur de a et de la valeur $a + h$.

Si l'on introduit pour les fonctions z , W , ρ les notations

$$z(a), \quad W(a), \quad \rho(a),$$

on déduira des deux égalités ainsi obtenues la suivante:

$$(20) \left\{ \begin{aligned} & \frac{z(a+h) - z(a)}{h} \int_0^{a+h} \rho a^2 da - \frac{(a+h)^{-m} - a^{-m}}{(2m+1)h} \sum_0^{a+h} \rho \Delta(a^{m+3}z) \\ & - \frac{(a+h)^{m+1} - a^{m+1}}{(2m+1)h} \sum_{a+h}^A \rho \Delta(a^{2-m}z) + R = \frac{(a+h)^3 W(a+h) - a^3 W(a)}{h}, \end{aligned} \right.$$

R étant donné par la formule

$$R = \frac{z}{h} \int_a^{a+h} \rho a^2 da - \frac{a^{-m}}{(2m+1)h} \sum_a^{a+h} \rho \Delta(a^{m+3}z) + \frac{a^{m+1}}{(2m+1)h} \sum_a^{a+h} \rho \Delta(a^{2-m}z).$$

Or, si h est assez petit en valeur absolue, la fonction z sera continue dans l'intervalle $(a, a+h)$, et l'on pourra appliquer aux symboles, qui figurent dans cette expression de R , la formule (6).

En le faisant, on trouve

$$\sum_a^{a+h} \rho \Delta(a^{m+3}z) = (a+h)^{m+3} z(a+h) \rho(a+h) - a^{m+3} z(a) \rho(a) - \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)} a^{m+3} z d\rho,$$

$$\sum_a^{a+h} \rho \Delta(a^{2-m}z) = (a+h)^{2-m} z(a+h) \rho(a+h) - a^{2-m} z(a) \rho(a) - \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)} a^{2-m} z d\rho,$$

où, sous les signes des intégrales, a est considéré comme fonction de ρ , conformément à ce qui a été expliqué au n° 2, et où par $\rho(a)$ on peut entendre un nombre quelconque compris entre $\rho(a+0)$ et $\rho(a-0)$.

On trouve ensuite

$$\begin{aligned} R = & \frac{z}{h} \int_a^{a+h} \rho a^2 da + \frac{a^{m+1}(a+h)^{2-m} - a^{-m}(a+h)^{m+3}}{(2m+1)h} z(a+h) \rho(a+h) \\ & + \frac{a^{-m}}{(2m+1)h} \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)} a^{m+3} z d\rho - \frac{a^{m+1}}{(2m+1)h} \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)} a^{2-m} z d\rho. \end{aligned}$$

Or, en attribuant à h un signe fixe et en faisant ensuite tendre h vers zéro, on aura

$$\lim \frac{1}{h} \int_a^{a+h} \rho a^2 da = a^2 \lim \rho(a+h).$$

Donc, comme on a

$$\lim \frac{\alpha^{m+1}(\alpha+h)^{2-m} - \alpha^{-m}(\alpha+h)^{m+3}}{(2m+1)h} = -\alpha^2,$$

la quantité qui figure à la première ligne de l'expression de R tendra pour $h = 0$ vers zéro.

Il est facile de voir qu'il en sera de même de la quantité qui figure à la deuxième ligne.

En effet, cette quantité peut être exprimée par la formule

$$(21) \quad \int_{\rho(a)}^{\rho(a+h)} \frac{\alpha^{-m}(\alpha)^{m+3} - \alpha^{m+1}(\alpha')^{2-m}}{(2m+1)h} z' d\rho',$$

où α' , z' désignent ce que deviennent α , z , comme fonctions de ρ , lorsqu'on remplace ρ par ρ' .

Or on peut supposer que toutes les valeurs de α' sous le signe de l'intégrale appartiennent à l'intervalle $(\alpha, \alpha + h)$; et dans cette supposition, $|h|$ étant au-dessous d'une certaine limite, la fonction à intégrer ne surpassera pas, en valeur absolue, un certain nombre fixe, quelque petit que soit h .

D'autre part, nous avons déjà remarqué qu'on peut entendre par $\rho(a)$ un nombre quelconque de l'intervalle $(\rho(a+0), \rho(a-0))$, et l'on voit que l'expression (21), où la fonction à intégrer s'annule pour $\alpha' = \alpha$, ne dépend point du choix de ce nombre.

On peut donc entendre par $\rho(a)$ la limite vers laquelle tend, pour le signe choisi de h , la quantité $\rho(a+h)$, et dès lors il devient évident que l'intégrale (21) tendra vers zéro pour $h = 0$.

Ainsi on parvient à la conclusion que R tendra vers zéro avec h , et cela quel que soit le signe de h .

Par suite, eu égard à ce que nous avons supposé l'existence de la dérivée $\frac{dW}{da}$, tant que a n'est pas égal à zéro, l'égalité (20) fait voir que le rapport

$$\frac{z(a+h) - z(a)}{h}$$

tendra pour $h = 0$ vers une limite déterminée et indépendante du signe de h .

Donc la dérivée $\frac{dz}{da}$ existera pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A , et l'on voit qu'elle sera donnée par l'équation

$$(22) \quad \frac{dz}{da} \int_0^a \rho \alpha^2 da + \frac{m}{2m+1} \alpha^{-m-1} \int_0^a \rho \Delta(\alpha^{m+3}z) - \frac{m+1}{2m+1} \alpha^m \int_a^A \rho \Delta(\alpha^{2-m}z) = \frac{d\alpha^3 W}{da}.$$

11. Nous avons admis que la dérivée $\frac{dW}{da}$ reste continue, tant que a ne devient pas égal à zéro. Eu égard à cette circonstance, l'équation (22) fait voir que la dérivée $\frac{dz}{da}$ sera continue, au moins tant que a n'atteint pas ses valeurs extrêmes, 0 et A .

Nous allons maintenant montrer que la valeur $a = A$ ne présentera pas de l'exception. Mais d'abord remarquons qu'en vertu de ce que nous venons de dire les symboles

$$\int_0^a \rho \Delta(a^{m+3}z), \quad \int_a^A \rho \Delta(a^{2-m}z)$$

ne seront autre chose que des intégrales. Nous pourrions donc présenter l'équation (18) sous sa forme primitive, savoir

$$z \int_0^a \rho a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da - \frac{a^{m+1}}{2m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = a^3 W.$$

De même, l'équation (22) pourra être écrite ainsi:

$$\frac{dz}{da} \int_0^a \rho a^2 da + \frac{m}{2m+1} a^{-m-1} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da - \frac{m+1}{2m+1} a^m \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = \frac{da^3 W}{da}.$$

Cela posé, éliminons entre ces deux équations l'intégrale

$$\int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da.$$

Nous obtiendrons ainsi l'équation

$$(23) \quad \left(mz + a \frac{dz}{da}\right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = ma^3 W + a \frac{da^3 W}{da},$$

laquelle donne pour

$$mz + a \frac{dz}{da}$$

une expression représentant une fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$, tant que a n'est pas égal à zéro; et de là il est facile de conclure que z et $\frac{dz}{da}$ tendront pour $a = A$ vers des limites déterminées.

Donc c'est seulement pour $a = 0$ que ces fonctions pourront devenir discontinues. Du reste nous verrons que, dans le cas de $m > 1$ et dans les suppositions que nous avons faites à l'égard de W , la fonction z sera continue même pour $a = 0$.

12. Avant d'aller plus loin, nous devons remarquer que, dans l'étude des équations considérées, on doit distinguer les trois cas suivants: 1) $m = 0$, 2) $m = 1$ et 3) $m > 1$, qui présenteront, comme on verra, des particularités différentes.

Or le premier de ces trois cas ne se rencontre point dans la théorie de la figure des planètes. Il n'y a donc pas d'intérêt de s'y arrêter.

Quant au deuxième, il ne se présente dans cette théorie que sous une forme particulière, celle où la fonction W est identiquement nulle.

Or, si l'on a $m = 1$, $W = 0$, l'équation (2) se réduit à

$$3az \int_0^a \rho a^2 da - \int_0^a \rho \frac{da^3 z}{da} da - a^3 \int_a^A \rho \frac{daz}{da} da = 0,$$

et l'on voit immédiatement qu'on pourra y satisfaire en posant

$$z = \frac{C}{a},$$

C étant une constante arbitraire.

D'ailleurs il est facile d'établir que cette formule donne sa solution générale.

En effet, l'équation (23) se réduit dans le cas considéré à

$$(24) \quad \frac{daz}{da} \int_0^a \rho a^2 da - a^2 \int_a^A \rho \frac{daz}{da} da = 0,$$

et de là, en posant

$$\int_0^a \rho a^2 da = S, \quad \int_a^A \rho \frac{daz}{da} da = P,$$

on déduit

$$(25) \quad \int_a^A \rho \frac{daz}{da} S da - \int_a^A \rho a^2 P da = 0.$$

Or, en intégrant par parties (n° 1) et en remarquant que la fonction P s'annule pour $a = A$, on trouve

$$\int_a^A P \rho a^2 da = -PS + \int_a^A S \rho \frac{daz}{da} da.$$

Donc l'équation (25) se réduit à

$$SP = 0.$$

Par suite on a $P = 0$, en vertu de quoi l'équation (24) donne

$$\frac{daz}{da} = 0.$$

On a donc $az = \text{const.}$

Ainsi l'on voit que, des trois cas signalés ci-dessus, c'est surtout le cas de $m > 1$ que l'on devra examiner.

III. — Application d'une méthode d'approximations successives.

13. Nous supposerons, du moins quant à présent, $m > 1$, et dans cette supposition nous allons montrer qu'on peut obtenir une solution de l'équation (2) par une certaine méthode des approximations successives.

Dans ce qui suit, nous aurons à considérer assez fréquemment des expressions telles que

$$(26) \quad \frac{\alpha^{-m} \int_0^{\alpha} \rho \Delta(\alpha^{m+3}u) + \alpha^{m+1} \int_{\alpha}^A \rho \Delta(\alpha^{2-m}u)}{(2m+1) \int_0^{\alpha} \rho \alpha^2 da},$$

u étant une fonction de a continue dans l'intervalle $(0, A)$. Il est donc utile d'introduire une notation abrégée, et en considérant une pareille expression comme une certaine opération qu'on doit exécuter sur la fonction u , nous la désignerons par

$$J(u).$$

Avec cette notation, l'équation (18) s'écrira ainsi:

$$(27) \quad z - J(z) = \frac{\alpha^3 W}{\int_0^{\alpha} \rho \alpha^2 da}.$$

C'est cette équation que nous allons considérer, et si nous parvenons à en trouver une solution quelconque, il sera certain que ce sera aussi une solution de l'équation (2), car, d'après ce que nous avons montré dans la Section précédente, les symboles

$$\int_0^{\alpha} \rho \Delta(\alpha^{m+3}z), \quad \int_{\alpha}^A \rho \Delta(\alpha^{2-m}z)$$

se réduisent aux intégrales

$$\int_0^{\alpha} \rho \frac{d\alpha^{m+3}z}{da} da, \quad \int_{\alpha}^A \rho \frac{d\alpha^{2-m}z}{da} da$$

pour toute solution de l'équation (18).

Cela posé, nous commencerons par signaler certaines propriétés de l'expression que nous avons désignée par $J(u)$.

14. Tout d'abord il est facile de s'assurer que, u étant une fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$, l'expression $J(u)$, considérée comme fonction de a , le sera encore.

Comme la continuité de cette fonction, tant que a ne devient pas égal à zéro, découle immédiatement de son expression (26), il ne reste qu'à examiner ce qui se passe, lorsque a tend vers zéro.

A cet effet nous allons transformer l'expression (26), en appliquant aux symboles qui y figurent la formule (6).

En entendant par ρ_0 et ρ_1 les valeurs de ρ pour $a = 0$ et pour $a = A$, nous aurons ainsi

$$\int_0^a \rho \Delta(a^{m+3}u) = \rho a^{m+3}u - \int_{\rho_0}^{\rho} a^{m+3}u d\rho,$$

$$\int_a^A \rho \Delta(a^{2-m}u) = \rho_1 A^{2-m}u(A) - \rho a^{2-m}u - \int_{\rho}^{\rho_1} a^{2-m}u d\rho,$$

$u(A)$ étant la valeur de u pour $a = A$.

En vertu de cela, nous obtiendrons pour le produit

$$\frac{2m+1}{a^3} \int_0^a \rho a^2 da \cdot J(u)$$

cette expression

$$(28) \quad \rho_1 A^{2-m}u(A) a^{m-2} + a^{-m-3} \int_{\rho}^{\rho_0} a^{m+3}u d\rho + a^{m-2} \int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m}u d\rho.$$

Or, M étant une limite supérieure pour la valeur absolue de la fonction u dans l'intervalle $(0, A)$, on a

$$\left| \int_{\rho}^{\rho_0} a^{m+3}u d\rho \right| < M(\rho_0 - \rho) a^{m+3}.$$

Par suite, en remarquant que $\rho_0 - \rho$ tend vers zéro pour $a = 0$, on voit que le deuxième terme de la formule (28) tend encore vers zéro pour $a = 0$.

Quant au troisième terme, il tendra, si $m = 2$, vers l'intégrale

$$\int_{\rho_1}^{\rho_0} u d\rho,$$

et si $m > 2$, vers zéro, car, α étant un nombre choisi arbitrairement entre a et A , on a

$$\left| a^{m-2} \int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m} u d\rho \right| < M [\rho(\alpha) - \rho_1] \left(\frac{a}{\alpha}\right)^{m-2} + M [\rho - \rho(\alpha)],$$

et le second membre, en faisant α et a suffisamment petits, peut être rendu aussi petit qu'on voudra, toutes les fois que $m > 2$.

De là, en tenant compte de ce que

$$\lim_{a \rightarrow 0} \frac{1}{a^3} \int_0^a \rho a^2 da = \frac{1}{3} \rho_0,$$

on conclut que, a tendant vers zéro, $J(u)$ tendra, si $m = 2$, vers la quantité

$$\frac{3}{5} \frac{\rho_1}{\rho_0} u(A) + \frac{3}{5} \frac{1}{\rho_0} \int_{\rho_1}^{\rho_0} u d\rho,$$

et si $m > 2$, vers zéro.

Donc la continuité de l'expression $J(u)$ dans l'intervalle $(0, A)$ est prouvée.

Une autre propriété de cette expression qu'il importe de signaler découle encore de la formule (28).

Cette formule, dans laquelle $\rho_0 \geq \rho \geq \rho_1$, fait voir que, si la fonction u ne prend, dans l'intervalle $(0, A)$, que des valeurs positives ou nulles, la fonction $J(u)$ sera dans le même cas.

Or supposons que u soit une fonction continue quelconque, et désignons par L la plus grande et par l la plus petite de ses valeurs dans l'intervalle $(0, A)$.

En vertu de ce que nous venons de dire, il viendra

$$J(L - u) \geq 0, \quad J(u - l) \geq 0$$

pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, A)$, et de là il résulte

$$l J(1) \leq J(u) \leq L J(1).$$

Donc, si l'on a dans l'intervalle $(0, A)$

$$|u| < M,$$

M étant une constante, on aura

$$|J(u)| < M J(1).$$

En ce qui concerne la quantité $J(1)$, l'expression (26) donne

$$J(1) \int_0^a \rho a^2 da = \frac{m+3}{2m+1} a^{-m} \int_0^a \rho a^{m+2} da - \frac{m-2}{2m+1} a^{m+1} \int_a^A \rho a^{1-m} da,$$

et comme nous supposons $m \geq 2$, il s'ensuit

$$J(1) \int_0^a \rho a^2 da \leq \frac{m+3}{2m+1} a^{-m} \int_0^a \rho a^{m+2} da.$$

Or, ρ étant une fonction décroissante de a , il est facile de s'assurer que l'on a

$$\int_0^a \rho a^{m+2} da < \frac{3}{m+3} a^m \int_0^a \rho a^2 da.$$

Il vient donc

$$J(1) < \frac{3}{2m+1},$$

et nous parvenons ainsi à l'inégalité

$$(29) \quad |J(u)| < \frac{3}{2m+1} M,$$

qui aura lieu pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, A)$.

Cela posé, abordons notre problème.

15. Soit u_0 une fonction quelconque continue dans l'intervalle $(0, A)$.

Supposons qu'en partant de cette fonction on ait formé une suite indéfinie de fonctions

$$u_1, \quad u_2, \quad u_3, \quad \dots,$$

en posant successivement

$$u_1 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + J(u_0), \quad u_2 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + J(u_1), \quad \dots,$$

de sorte qu'il viendra en général

$$(30) \quad u_{n+1} = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + J(u_n).$$

Toutes ses fonctions seront continues dans l'intervalle $(0, A)$, car, en vertu des suppositions que nous avons faites à l'égard de W , la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da}$$

sera continue dans l'intervalle $(0, A)$, et d'après ce que nous venons de montrer, la fonction $J(u_n)$ sera continue dans le même intervalle, si la fonction u_n y est continue.

Donc la fonction $u_n - u_{n-1}$, quel que soit n , sera encore continue dans l'intervalle $(0, A)$, et nous pourrons appliquer à l'expression $J(u_n - u_{n-1})$ l'inégalité (29), ce qui donnera

$$|J(u_n - u_{n-1})| < \frac{3}{2m+1} M_n,$$

M_n étant une limite supérieure, dans l'intervalle $(0, A)$, pour la valeur absolue de la fonction $u_n - u_{n-1}$.

Or la relation (30) donne

$$u_{n+1} - u_n = J(u_n - u_{n-1}).$$

Nous aurons donc

$$|u_{n+1} - u_n| < \frac{3}{2m+1} M_n$$

et, par suite,

$$(31) \quad |u_{n+1} - u_n| < \left(\frac{3}{2m+1}\right)^n M_1.$$

Nous remarquons maintenant que, l'entier m étant supposé supérieur à 1, le nombre $\frac{3}{2m+1}$ sera plus petit que 1: il ne surpassera pas même $\frac{3}{5}$.

Par suite de cela, l'inégalité (31) fait voir que la série

$$u_0 + (u_1 - u_0) + (u_2 - u_1) + (u_3 - u_2) + \dots$$

sera absolument et uniformément convergente dans l'intervalle $(0, A)$; et comme la somme de ses $n+1$ premiers termes se réduit à u_n , on voit que, n croissant indéfiniment, u_n tendra vers une certaine limite, et cela uniformément pour toutes les valeurs de a dans l'intervalle $(0, A)$, ce qui assure que cette limite représentera une fonction de a continue dans l'intervalle $(0, A)$.

Cela posé, il est facile de voir que la fonction ainsi définie satisfera à l'équation (27).

En effet, en désignant cette fonction par w et tenant compte de l'égalité (30), nous pouvons écrire

$$w - J(w) - \frac{\alpha^3 W}{\int_0^{\alpha} \rho \alpha^2 d\alpha} = w - u_{n+1} - J(w - u_n).$$

Or, ε_n étant la plus grande valeur absolue de la fonction $w - u_n$ dans l'intervalle $(0, A)$, on a, d'après (29),

$$|J(w - u_n)| < \frac{3}{2m+1} \varepsilon_n.$$

Donc nous aurons

$$\left| w - J(w) - \frac{\alpha^3 W}{\int_0^{\alpha} \rho \alpha^2 d\alpha} \right| < \varepsilon_{n+1} + \frac{3}{2m+1} \varepsilon_n,$$

et cette inégalité ne peut avoir lieu que si l'on a

$$w - J(w) - \frac{\alpha^3 W}{\int_0^{\alpha} \rho \alpha^2 d\alpha} = 0,$$

car, n croissant indéfiniment, les quantités $\varepsilon_n, \varepsilon_{n+1}$ tendent vers zéro.

Ainsi la fonction w , vers laquelle tendra u_n , est une solution de l'équation (27). Ce sera donc aussi une solution de l'équation (2).

16. La suite des approximations successives u_1, u_2, u_3, \dots , par laquelle nous avons défini la fonction w , dépend du choix de la fonction u_0 . Néanmoins la fonction w n'en dépendra nullement.

En effet, soient: v_0 une autre fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$ et

$$v_1, \quad v_2, \quad v_3, \quad \dots$$

les fonctions en lesquelles se changent

$$u_1, \quad u_2, \quad u_3, \quad \dots,$$

lorsqu'on remplace u_0 par v_0 .

Nous aurons évidemment

$$u_{n+1} - v_{n+1} = J(u_n - v_n).$$

Donc il viendra, comme au numéro précédent,

$$|u_n - v_n| < \left(\frac{3}{2m+1}\right)^n D,$$

D étant une limite supérieure pour la valeur absolue de la différence $u_0 - v_0$ dans l'intervalle $(0, A)$; et de là il résulte que, n croissant indéfiniment, on aura

$$\lim (u_n - v_n) = 0.$$

Ainsi, de quelque manière qu'on choisisse la fonction continue u_0 , on parviendra toujours à la même solution.

Toutefois la rapidité de la convergence des approximations successives dépendra du choix de cette fonction. C'est ce qu'on voit par l'inégalité (31), où M_1 est une limite supérieure pour la valeur absolue de la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + J(u_0) - u_0$$

dans l'intervalle $(0, A)$.

Quant à ce choix, lorsqu'on ne connaît aucune expression approchée de la fonction w que l'on pourrait prendre pour u_0 , le plus simple sera de poser

$$u_0 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

En le faisant, on exprimera w par cette série

$$(32) \quad w = w_0 + w_1 + w_2 + \dots,$$

où l'on a

$$w_0 = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da}, \quad w_1 = J(w_0), \quad w_2 = J(w_1), \quad \dots,$$

et où l'on aura, en général,

$$|w_n| < \left(\frac{3}{2m+1}\right)^n M,$$

M étant une limite supérieure, dans l'intervalle $(0, A)$, pour la valeur absolue de la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

De là on voit que la fonction w vérifiera toujours l'inégalité

$$|w| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M.$$

Remarquons d'ailleurs que, si la fonction W ne peut prendre dans l'intervalle $(0, A)$ que des valeurs positives ou nulles, tous les termes de la série (32) seront positifs, de sorte qu'on aura

$$w > w_0 + w_1 + w_2 + \dots + w_n,$$

quel que soit n .

17. On voit que les termes de la série (32) n'admettent pas, en général, de dérivées. Toutefois, d'après ce que nous avons vu au n° 11, la fonction w , qui est une solution de l'équation (18), admettra une dérivée $\frac{dw}{da}$, qui sera continue, tant que a ne se réduit pas à zéro.

En rappelant que la dérivée $\frac{dW}{da}$ a été supposée telle que $a \frac{dW}{da}$ tende vers une limite déterminée pour $a = 0$, nous allons maintenant montrer que la dérivée $\frac{dw}{da}$ possédera la même propriété.

Pour cela, reportons-nous à l'équation (23), qui conduira à cette identité

$$\left(mw + a \frac{dw}{da}\right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}w}{da} da = ma^3W + a \frac{da^3W}{da}.$$

Or, en appliquant la formule (6), on trouve

$$\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}w}{da} da = \rho_1 A^{2-m} w(A) - \rho a^{2-m} w - \int_{\rho}^{\rho_1} a^{2-m} w d\rho,$$

où $w(A)$ désigne la valeur de w pour $a = A$.

D'après cela, notre identité peut être présentée sous la forme

$$\left(mw + a \frac{dw}{da}\right) \frac{1}{a^3} \int_0^a \rho a^2 da = \rho_1 w(A) \left(\frac{a}{A}\right)^{m-2} - \rho w + a^{m-2} \int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m} w d\rho + (m+3)W + a \frac{dW}{da},$$

et comme, a tendant vers zéro, le produit

$$a^{m-2} \int_{\rho_1}^{\rho} a^{2-m} w d\rho$$

tend vers une limite déterminée (n° 14), on en conclut que $a \frac{dw}{da}$ tendra encore vers une limite déterminée. Cette limite ne pourra d'ailleurs différer de zéro.

Ainsi la fonction w sera telle que la dérivée $\frac{daw}{da}$ sera continue dans l'intervalle $(0, A)$ tout entier.

Nous verrons dans ce qui suit que la solution w , que nous venons de définir pour $m > 1$, est, dans ce cas, la seule possible.

IV. — Examen d'un cas particulier important.

18. Nous nous arrêterons maintenant au cas où la fonction W se réduit à

$$Na^{m-2},$$

N étant une constante. Si $m = 2$, ce sera le cas de l'équation de Clairaut.

Nous allons donc considérer l'équation

$$(33) \quad z \int_0^a \rho a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da - \frac{a^{m+1}}{2m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = Na^{m+1},$$

et nous la traiterons par une méthode différente de celle que nous venons de développer.

A cet effet reportons-nous à ce qui a été montré aux numéros 10 et 11.

Nous avons vu que toute fonction z qui vérifie l'équation (2) vérifiera aussi celle (23), et cette dernière équation se réduit dans le cas considéré à

$$(34) \quad \left(mz + a \frac{dz}{da}\right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = (2m+1)Na^{m+1}.$$

En éliminant entre les équations (33) et (34) l'intégrale

$$\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da,$$

on en déduit encore celle-ci

$$(35) \quad \left((m+1)z - a \frac{dz}{da}\right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{-m} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da = 0,$$

et l'on voit que toute fonction z qui vérifie les équations (34) et (35) vérifiera aussi celle (33).

Pour aller plus loin, supposons d'abord que ρ soit une fonction continue de a .

Dans ce cas, les intégrales qui figurent dans les équations (34) et (35) admettront des dérivées, et chacune de ces équations fait voir que la fonction z admettra la seconde dérivée $\frac{d^2z}{da^2}$, au moins tant que a n'est pas égal à zéro. On voit d'ailleurs que cette dérivée sera exprimable au moyen de z et $\frac{dz}{da}$; car, si l'on considère, par exemple, l'équation (35) et qu'on la différentie après l'avoir multipliée par a^m , on en déduira

$$\left[m(m+1)a^{m-1}z - a^{m+1}\frac{d^2z}{da^2} \right] \int_0^a \rho a^2 da - 2\rho a^{m+2}z - 2\rho a^{m+3}\frac{dz}{da} = 0,$$

ou bien

$$\left[a^2\frac{d^2z}{da^2} - m(m+1)z \right] \int_0^a \rho a^2 da + 2\rho a^3\frac{dz}{da} = 0,$$

et l'on obtiendrait le même résultat en partant de l'équation (34).

Nous parvenons ainsi à une équation différentielle linéaire du second ordre. C'est l'équation qui, dans le cas de $m=2$, a été signalée encore par Clairaut, et qui, pour $m > 2$, a été obtenue pour la première fois par Legendre.

Rejetons maintenant la supposition que la fonction ρ soit continue dans l'intervalle $(0, A)$.

Alors l'équation ci-dessus n'aura lieu que pour un certain ensemble de valeurs de a , et en général, au lieu de cette équation, nous aurons deux équations que nous allons écrire à l'instant.

En entendant par

$$u = f(a)$$

une fonction quelconque de a , considérons le rapport

$$\frac{f(a+h) - f(a)}{h},$$

et supposons que h tende vers zéro *en conservant son signe*. Si ce rapport tend vers une limite déterminée, nous conviendrons de désigner cette limite: dans le cas de $h > 0$ par

$$\frac{du}{da}^+$$

et dans celui de $h < 0$ par

$$\frac{du}{da}^-$$

D'ailleurs, si

$$u = \frac{dv}{da},$$

nous écrivons

$$\frac{du}{da} = \frac{d^2v}{da^2}, \quad \frac{du}{da} = \frac{d^2v}{da^2}.$$

Cela posé, il est facile de voir que, pour toute valeur de a intermédiaire entre 0 et A , on aura ces deux équations:

$$(36) \quad \begin{cases} \left(a^2 \frac{d^2z}{da^2} - m(m+1)z \right) \int_0^a \rho a^2 da + 2\rho(a+0) a^3 \frac{dz}{da} = 0, \\ \left(a^2 \frac{d^2z}{da^2} - m(m+1)z \right) \int_0^a \rho a^2 da + 2\rho(a-0) a^3 \frac{dz}{da} = 0. \end{cases}$$

19. Soit u une solution quelconque des équations (36).

Nous aurons

$$\left(a^2 \frac{d^2u}{da^2} - m(m+1)u \right) \int_0^a \rho a^2 da + 2\rho(a+0) a^3 \frac{du}{da} = 0,$$

et en combinant cette égalité avec la première des équations (36) nous en déduisons

$$\left(u \frac{d^2z}{da^2} - z \frac{d^2u}{da^2} \right) \int_0^a \rho a^2 da + 2\rho(a+0) a^2 \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da} \right) = 0,$$

ce qui se réduit à

$$\frac{d}{da} \left\{ \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da} \right) \left(\int_0^a \rho a^2 da \right)^2 \right\} = 0.$$

De même, nous aurons

$$\frac{d}{da} \left\{ \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da} \right) \left(\int_0^a \rho a^2 da \right)^2 \right\} = 0.$$

Or de ces deux égalités il résulte évidemment

$$(37) \quad \left(u \frac{dz}{da} - z \frac{du}{da} \right) \left(\int_0^a \rho a^2 da \right)^2 = C,$$

C étant une constante arbitraire; et de là il vient

$$z = Cu \int \frac{da}{\left(u \int_0^a \rho a^2 da\right)^2} + C' u,$$

où C' est une nouvelle constante arbitraire.

On voit donc que le problème de la résolution des équations (36) présente les mêmes circonstances que celui de l'intégration de l'équation différentielle linéaire du second ordre à laquelle se réduisent les équations (36) dans le cas où ρ est une fonction continue: il suffit d'obtenir une solution particulière quelconque, pour pouvoir exprimer par une quadrature la solution générale, et cette dernière s'exprimera linéairement au moyen de deux solutions particulières indépendantes.

La question se ramenant ainsi à la recherche d'une solution particulière quelconque, nous allons maintenant montrer que les équations (36) admettent une solution se présentant sous forme d'une certaine série toujours convergente.

20. En entendant par ρ_0 , comme auparavant, la valeur de ρ pour $a = 0$, posons

$$(38) \quad \log \left(\frac{\rho_0 a^3}{3 \int_0^a \rho a^2 da} \right) = \theta(a) = \theta.$$

Alors il viendra

$$\frac{d\theta}{da} = \frac{3}{a} - \frac{\rho(a+0) a^2}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

$$\frac{d\theta}{da} = \frac{3}{a} - \frac{\rho(a-0) a^2}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

et il est facile de voir que les équations (36) pourront s'écrire ainsi

$$\frac{d}{da} \left(a^{2m+2} \frac{da^{2-m}z}{da} \right) = 2a^{m+3} \frac{d\theta}{da} \frac{dz}{da},$$

$$\frac{d}{da} \left(a^{2m+2} \frac{da^{2-m}z}{da} \right) = 2a^{m+3} \frac{d\theta}{da} \frac{dz}{da}.$$

Cela posé, nous allons montrer que ces équations admettent une solution pour laquelle, a tendant vers zéro, les produits

$$a^{2-m}z \quad \text{et} \quad a \frac{da^{2-m}z}{da}$$

tendront respectivement vers 1 et vers 0.

Si l'on entend par z cette solution et que l'on pose

$$\frac{3}{a} - \frac{\rho a^2}{\int_0^a \rho a^2 da} = \theta',$$

les équations ci-dessus donneront évidemment

$$a^{2m+2} \frac{da^{2-m}z}{da} = 2 \int_0^a a^{m+3} \theta' \frac{daz}{da} da,$$

d'où il viendra

$$a^{2-m}z = 1 + 2 \int_0^a a^{-2m-2} da \int_0^a a^{m+3} \theta' \frac{daz}{da} da.$$

Donc, si l'on désigne la solution dont il s'agit par

$$a^{m-2}H(a),$$

ou simplement par $a^{m-2}H$, on aura

$$H = 1 + 2 \int_0^a a^{-2m-2} da \int_0^a a^{m+3} \theta' \frac{da^{m-1}H}{da} da,$$

équation que nous présenterons sous la forme

$$(39) \quad H = 1 + 2S(H),$$

en posant, d'une manière générale,

$$\int_0^a a^{-2m-2} da \int_0^a a^{m+3} \theta' \frac{da^{m-1}v}{da} da = S(v).$$

Ayant ainsi à résoudre l'équation (39), nous remarquerons tout d'abord que l'intégrale que nous avons désignée par $S(v)$ sera finie et bien déterminée toutes les fois que v est une fonction continue dans l'intervalle $(0, A)$ avec la dérivée $\frac{dav}{da}$.

En effet, cela revient à montrer que l'intégrale

$$(40) \quad \int_{\varepsilon}^a a^{-2m-2} da \int_0^a a^{m+3} \theta' \frac{da^{m-1}v}{da} da$$

tend vers une limite déterminée, lorsque le nombre ε , que l'on suppose positif, tend vers zéro, et à cet effet il suffit de montrer l'existence d'une limite pour l'intégrale

$$(41) \quad \int_{\varepsilon}^a a^{-2m-2} da \int_0^a a^{2m+1} \theta' da;$$

car, d'une part, sous la condition imposée à la fonction v , l'expression

$$a^{2-m} \left| \frac{da^{m-1}v}{da} \right|$$

admet, dans l'intervalle $(0, A)$, une limite supérieure, et d'autre part, la fonction θ' ne peut prendre, dans cet intervalle, que des valeurs positives ou nulles, puisque, ρ étant une fonction décroissante de a , on a

$$\int_0^a \rho a^2 da \geq \frac{1}{3} \rho a^3.$$

Or, en intégrant par parties, on obtient pour l'intégrale (41) cette expression:

$$\frac{1}{2m+1} \int_{\varepsilon}^a \theta' da - \frac{a^{-2m-1}}{2m+1} \int_0^a a^{2m+1} \theta' da + \frac{\varepsilon^{-2m-1}}{2m+1} \int_0^{\varepsilon} a^{2m+1} \theta' da.$$

On a d'ailleurs

$$\int_0^{\varepsilon} a^{2m+1} \theta' da < \varepsilon^{2m+1} \int_0^{\varepsilon} \theta' da,$$

et comme, d'après la formule (38), la fonction $\theta(a)$ s'annule pour $a = 0$, on aura évidemment

$$\int_0^{\varepsilon} \theta' da = \theta(\varepsilon).$$

Donc, ε tendant vers zéro, l'intégrale (41) tendra vers

$$\frac{1}{2m+1} \theta - \frac{a^{-2m-1}}{2m+1} \int_0^a a^{2m+1} \theta' da,$$

et par suite, l'intégrale (40) tendra encore vers une limite déterminée.

Ainsi l'on voit que, dans les conditions indiquées, $S(v)$ représentera une fonction bien déterminée de a . Cette fonction sera continue dans l'intervalle $(0, A)$ et s'annulera pour

$a = 0$. D'ailleurs, tant que a ne devient pas égal à zéro, elle admettra une dérivée continue, et l'on voit aisément que le produit

$$a \frac{dS(v)}{da}$$

tendra pour $a = 0$ vers zéro.

Cela posé, considérons une suite indéfinie de fonctions

$$H_1, \quad H_2, \quad H_3, \quad \dots,$$

qu'on calculera successivement par les formules

$$H_1 = 2S(1), \quad H_2 = 2S(H_1), \quad H_3 = 2S(H_2),$$

et ainsi de suite.

Toutes ces fonctions seront continues dans l'intervalle $(0, A)$, s'annuleront pour $a = 0$ et admettront des dérivées continues, tant que a n'est pas égal à zéro. D'ailleurs les produits

$$a \frac{dH_1}{da}, \quad a \frac{dH_2}{da}, \quad a \frac{dH_3}{da}, \quad \dots$$

tendront pour $a = 0$ vers zéro.

Nous allons montrer que les séries

$$(42) \quad \left\{ \begin{array}{l} H_1 + H_2 + H_3 + \dots \\ a \frac{dH_1}{da} + a \frac{dH_2}{da} + a \frac{dH_3}{da} + \dots \end{array} \right.$$

seront uniformément convergentes dans l'intervalle $(0, A)$.

Il en résultera que, si l'on pose

$$1 + H_1 + H_2 + H_3 + \dots = H,$$

H représentera une fonction continue de a dans l'intervalle $(0, A)$, se réduisant pour $a = 0$ vers 1 et admettant, tant que a n'est pas égal à zéro, une dérivée continue, qui s'exprimera par la formule

$$\frac{dH}{da} = \frac{dH_1}{da} + \frac{dH_2}{da} + \frac{dH_3}{da} + \dots$$

et sera telle que le produit

$$a \frac{dH}{da}$$

tendra pour $a = 0$ vers zéro.

Il en résultera encore l'égalité

$$S(H) = S(1) + S(H_1) + S(H_2) + \dots,$$

d'où l'on voit que la fonction H ainsi définie vérifiera l'équation (39).

Ainsi tout revient à prouver la convergence uniforme des séries (42). C'est ce que nous allons faire tout de suite.

21. La formule

$$H_1 = 2S(1) = 2 \int_0^a a^{-2m-2} da \int_0^a a^{m+3} \theta' \frac{da^{m-1}}{da} da,$$

en intégrant par parties, donne

$$H_1 = \frac{2(m-1)}{2m+1} \theta - \frac{2(m-1)}{2m+1} a^{-2m-1} \int_0^a a^{2m+1} \theta' da.$$

D'autre part, on a

$$\frac{dH_1}{da} = 2(m-1) a^{-2m-2} \int_0^a a^{2m+1} \theta' da.$$

Donc il vient

$$(43) \quad a \frac{dH_1}{da} + (2m+1) H_1 = 2(m-1) \theta.$$

Pareillement, en remarquant que la formule

$$H_n = 2S(H_{n-1})$$

donne

$$H_n = \frac{2}{2m+1} \int_0^a a^{2-m} \frac{da^{m-1} H_{n-1}}{da} \theta' da - \frac{2}{2m+1} a^{-2m-1} \int_0^a a^{m+3} \frac{da^{m-1} H_{n-1}}{da} \theta' da,$$

$$(44) \quad \frac{dH_n}{da} = 2a^{-2m-2} \int_0^a a^{m+3} \frac{da^{m-1} H_{n-1}}{da} \theta' da,$$

on trouve

$$(45) \quad a \frac{dH_n}{da} + (2m+1) H_n = 2 \int_0^a \left[a \frac{dH_{n-1}}{da} + (m-1) H_{n-1} \right] \theta' da.$$

Pour aller plus loin, supposons d'abord $m > 1$.

On voit facilement que les fonctions

$$H_1, \quad \frac{dH_1}{da}, \quad H_2, \quad \frac{dH_2}{da}, \quad H_3, \quad \frac{dH_3}{da}, \quad \dots$$

seront alors toutes positives dans l'intervalle $(0, A)$.

Donc on aura

$$a \frac{dH_{n-1}}{da} + (m-1)H_{n-1} < a \frac{dH_{n-1}}{da} + (2m+1)H_{n-1},$$

et l'égalité (45) donnera

$$a \frac{dH_n}{da} + (2m+1)H_n < 2 \int_0^a \left[a \frac{dH_{n-1}}{da} + (2m+1)H_{n-1} \right] \theta' da.$$

Par suite, en partant de l'égalité (43), on aura successivement

$$a \frac{dH_2}{da} + (2m+1)H_2 < (m-1) \int_0^a 2\theta \cdot 2\theta' da = (m-1) \frac{(2\theta)^2}{1 \cdot 2},$$

$$a \frac{dH_3}{da} + (2m+1)H_3 < (m-1) \int_0^a \frac{(2\theta)^2}{1 \cdot 2} 2\theta' da = (m-1) \frac{(2\theta)^3}{1 \cdot 2 \cdot 3},$$

et en général

$$(46) \quad a \frac{dH_n}{da} + (2m+1)H_n < (m-1) \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n}.$$

De là, la fonction θ admettant dans l'intervalle $(0, A)$ une limite supérieure, à savoir

$$\theta(A) = \log \frac{\rho_0 A^3}{3 \int_0^A \rho a^2 da},$$

il résulte que la série, dont le terme général est égal à l'expression

$$a \frac{dH_n}{da} + (2m+1)H_n,$$

est uniformément convergente dans l'intervalle $(0, A)$.

Donc les séries (42) seront dans le même cas.

D'ailleurs l'inégalité (46) donnera

$$H_n < (m - 1) a^{-2m-1} \int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n} a^{2m} da,$$

ce qui, θ étant une fonction croissante de a , fait voir que

$$H_n < \frac{m-1}{2m+1} \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n}.$$

En remarquant ensuite que la formule (44) donne

$$a \frac{dH_n}{da} < 2a^{-2m-1} \int_0^a a^{2m+1} \left[a \frac{dH_{n-1}}{da} + (2m+1) H_{n-1} \right] \theta' da,$$

d'où, en vertu de (46), on tire

$$a \frac{dH_n}{da} < 2(m-1) a^{-2m-1} \int_0^a a^{2m+1} \frac{(2\theta)^{n-1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots (n-1)} \theta' da,$$

ou bien

$$a \frac{dH_n}{da} < (m-1) \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n} - (2m+1)(m-1) a^{-2m-1} \int_0^a a^{2m} \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n} da,$$

on voit que, si l'on pose

$$(m-1) a^{-2m-1} \int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n} a^{2m} da = \Omega_n,$$

il viendra

$$H_n < \Omega_n, \quad \frac{dH_n}{da} < \frac{d\Omega_n}{da}.$$

Reste à considérer les cas de $m = 1$ et de $m = 0$.

Or, dans le cas de $m = 1$, tous les H_n seront, évidemment, égaux à zéro.

Quant au cas de $m = 0$, il est facile d'établir qu'en posant

$$\frac{1}{a} \int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots n} da = \Omega_n,$$

on aura

$$\left| \frac{dH_n}{da} \right| < \frac{d\Omega_n}{da},$$

inégalité qui se réduira, pour $n = 1$, à l'égalité.

En effet, l'égalité (43) se réduit dans le cas considéré à

$$\frac{daH_1}{da} = -2\theta,$$

d'où il vient

$$H_1 = -\frac{2}{a} \int_0^a \theta da = -\Omega_1.$$

On a donc

$$\frac{dH_1}{da} = -\frac{d\Omega_1}{da}.$$

Or supposons que, pour une valeur quelconque de n , on ait trouvé

$$\left| \frac{dH_{n-1}}{da} \right| \leq \frac{d\Omega_{n-1}}{da}.$$

On aura alors, dans l'intervalle $(0, A)$,

$$|H_{n-1}| \leq \Omega_{n-1},$$

et par suite

$$\left| a \frac{dH_{n-1}}{da} - H_{n-1} \right| < \frac{da\Omega_{n-1}}{da} = \frac{(2\theta)^{n-1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots (n-1)}.$$

Donc la formule (44), qui se réduit dans le cas considéré à

$$\frac{dH_n}{da} = \frac{2}{a^2} \int_0^a a \left(a \frac{dH_{n-1}}{da} - H_{n-1} \right) \theta' da,$$

conduira à l'inégalité

$$\left| \frac{dH_n}{da} \right| < \frac{2}{a^2} \int_0^a a \frac{(2\theta)^{n-1}}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots (n-1)} \theta' da,$$

laquelle n'est autre chose que celle-ci:

$$\left| \frac{dH_n}{da} \right| < \frac{d\Omega_n}{da}.$$

Par suite, comme on a

$$\left| \frac{dH_1}{da} \right| = \frac{d\Omega_1}{da},$$

cette inégalité aura lieu pour toutes les valeurs de n , à partir de $n = 2$, et pour les mêmes valeurs de n on aura

$$|H_n| < \Omega_n.$$

On en conclut que les séries (42) seront absolument et uniformément convergentes dans l'intervalle $(0, A)$.

On voit d'ailleurs que, si l'on entend par Ω_n la valeur absolue de la fonction

$$(m - 1) a^{-2m-1} \int_0^a \frac{(2\theta)^n}{1 \cdot 2 \cdot 3 \dots n} a^{2m} da,$$

on aura dans tous les cas

$$|H_n| \leq \Omega_n, \quad \left| \frac{dH_n}{da} \right| \leq \frac{d\Omega_n}{da},$$

le signe de l'égalité se rapportant aux cas où l'on a $n = 1$ ou $m = 1$. Mais le cas de $m > 1$ se distinguera par cette circonstance que les fonctions

$$H_n, \quad \frac{dH_n}{da}$$

seront toujours positives dans l'intervalle $(0, A)$, tandis que, pour $m = 0$, ces fonctions pourront changer de signe et, pour $m = 1$, elles seront toutes identiquement nulles.

22. Nous venons d'établir, pour les équations (36), l'existence d'une solution de la forme

$$z = a^{m-2} H(a),$$

H étant une fonction se réduisant pour $a = 0$ à 1.

Nous avons d'ailleurs obtenu pour H une expression parfaitement déterminée sous forme d'une série toujours convergente.

Cette série fait voir que, dans le cas de $m > 1$, H sera une fonction croissante de a . Quant aux deux autres cas, $m = 0$ et $m = 1$, dans le deuxième on aura $H(a) = 1$ quel que soit a , et dans le premier, H sera une fonction qui pourra croître dans certains intervalles et décroître dans d'autres, mais qui, pour des valeurs assez petites de a , sera toujours décroissante, puisque H_1 , qui est donné pour $m = 0$ par la formule

$$H_1 = -\frac{2}{a} \int_0^a \theta da,$$

est, dans ce cas, une fonction décroissante de a .

Nous allons maintenant signaler quelques formules relatives à la fonction H , qui nous seront nécessaires dans la suite.

Nous avons vu que les équations (36) sont une conséquence de l'une ou de l'autre des équations (34) et (35), et la voie même qui a conduit aux équations (36) fait voir que toute solution de ces équations vérifiera nécessairement les suivantes:

$$(47) \quad \left\{ \begin{array}{l} \left(m z + a \frac{dz}{da} \right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m} z}{da} da = C_1 a^{m+1}, \\ \left((m+1) z - a \frac{dz}{da} \right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{-m} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3} z}{da} da = C_2 a^{-m}, \end{array} \right.$$

C_1, C_2 étant des constantes.

Si l'on considère une solution déterminée, ces constantes pourront être évaluées en attribuant à a une valeur particulière. Faisons le pour la solution que nous venons de définir.

En posant

$$z = a^{m-2} H(a),$$

on trouve

$$m z + a \frac{dz}{da} = [2(m-1)H(a) + aH'(a)] a^{m-2},$$

$$(m+1) z - a \frac{dz}{da} = [3H(a) - aH'(a)] a^{m-2},$$

$H'(a)$ étant la dérivée de la fonction $H(a)$.

Donc, en faisant dans la première des équations (47) $a = A$, on obtient

$$C_1 = [2(m-1)H(A) + AH'(A)] A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da,$$

et en faisant dans la deuxième, après l'avoir multipliée par a^m , $a = 0$, on a

$$C_2 = 0.$$

Par suite, on parvient à ces deux égalités:

$$(48) \quad \left\{ \begin{array}{l} \int_a^A \rho \frac{dH}{da} da = [2(m-1)H + aH'] a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da - h, \\ \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1} H}{da} da = (3H - aH') a^{2m-2} \int_0^a \rho a^2 da, \end{array} \right.$$

où h est une constante donnée par la formule

$$h = [2(m-1)H(A) + AH'(A)]A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da.$$

On voit que cette constante est positive pour $m > 1$ et nulle pour $m = 1$. Quant au cas de $m = 0$, on ne pourra rien dire.

Arrêtons-nous au cas de $m > 1$.

Par la deuxième des formules (48), on voit que l'on aura alors

$$3H - a \frac{dH}{da} > 0.$$

Mais on peut obtenir une inégalité plus précise.

En effet, ρ étant une fonction décroissante, on a

$$\int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} da > \rho a^{2m+1}H,$$

où l'on peut aussi écrire, au lieu de ρ , $\rho(a-0)$.

Par suite il vient

$$\left(3H - a \frac{dH}{da}\right) \int_0^a \rho a^2 da > \rho a^3 H,$$

ce qu'on peut présenter sous la forme

$$\frac{da^{-3}H}{da} \int_0^a \rho a^2 da + a^{-3}H \cdot \rho a^2 < 0.$$

De là il est facile de conclure que l'expression

$$Ha^{-3} \int_0^a \rho a^2 da$$

est une fonction décroissante de a .

Cette remarque fait voir que, m étant supérieur à 1, on aura dans l'intervalle $(0, A)$ ces inégalités:

$$1 < H(a) < \frac{1}{3} \rho_0 \frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

$$H(A) \frac{a^3 \int_0^A \rho a^2 da}{A^3 \int_0^a \rho a^2 da} < H(a) < H(A).$$

23. Ayant défini *une* solution des équations (36), nous allons maintenant chercher une autre solution indépendante.

Reportons-nous, à cet effet, à l'équation (37), où nous poserons

$$u = a^{m-2} H(a).$$

En attribuant à C une valeur quelconque, différente de zéro, nous pourrons prendre, pour la solution requise, toute solution de l'équation (37).

Cette solution s'exprimera donc par la formule

$$C a^{m-2} H(a) \int \frac{a^{4-2m} da}{\left(H \int_0^a \rho a^2 da \right)^2},$$

d'où l'on voit que, si on la présente sous la forme

$$a^{-m-3} G(a),$$

de sorte qu'il viendra

$$G(a) = C a^{2m+1} H(a) \int \frac{a^{4-2m} da}{\left(H \int_0^a \rho a^2 da \right)^2},$$

la fonction G tendra pour $a = 0$ vers

$$\frac{9C}{(2m+1)\rho_0^2},$$

et sa dérivée G' sera telle que le produit $a G'$ tendra pour $a = 0$ vers zéro.

Dans ce qui suit, ne considérant que le cas de $m > 1$, nous nous arrêterons, pour la fonction G , à un choix parfaitement déterminé que nous allons préciser à l'instant.

Jusqu'à présent nous n'avons attribué à a que des valeurs appartenant à l'intervalle $(0, A)$. Maintenant nous allons considérer toutes les valeurs positives de a .

Tout d'abord nous devons compléter la définition de la fonction ρ , qui n'est définie que dans l'intervalle $(0, A)$, et nous le ferons en admettant que, pour $a > A$, on a toujours $\rho = 0$.

Cela posé, nous pouvons étendre la fonction H à toutes les valeurs positives de a .

A cet effet nous remarquons que les équations (36) se réduiront, pour $a > A$, à celle-ci :

$$a^2 \frac{d^2 z}{da^2} - m(m+1)z = 0.$$

Donc toute solution de ces équations sera, pour $a > A$, de la forme

$$z = \alpha a^{m+1} + \beta a^{-m},$$

α, β étant des constantes.

Pour que cette formule représente la solution $a^{m-2}H$, il faut et il suffit que l'on ait

$$\begin{aligned}\alpha A^3 + \beta A^{-2(m-1)} &= H(A), \\ 3\alpha A^2 - 2(m-1)\beta A^{-2m+1} &= H'(A).\end{aligned}$$

De là on tire

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{1}{2m+1} [2(m-1)H(A) + AH'(A)] A^{-3}, \\ \beta &= \frac{1}{2m+1} [3H(A) - AH'(A)] A^{2(m-1)},\end{aligned}$$

et, avec ces valeurs de α , β , on aura pour $a > A$

$$H(a) = \alpha a^3 + \beta a^{-2(m-1)}.$$

On voit que, m étant supérieur à 1, les constantes α et β seront positives.

Donc la fonction H sera, dans ce cas, toujours positive et ne cessera d'être croissante pour $a > A$.

Ayant ainsi défini la fonction H pour toutes les valeurs positives de a , nous définirons la fonction G , du moins en ce qui concerne le cas de $m > 1$, par la formule

$$(49) \quad G(a) = a^{2m+1} H(a) \int_a^\infty \frac{a^{4-2m} da}{\left(H \int_0^a \rho a^2 da\right)^2}.$$

Remarquons que les fonctions H et G seront liées par la relation

$$(50) \quad a^{-m-3} G \frac{da^{m-2} H}{da} - a^{m-2} H \frac{da^{-m-3} G}{da} = \frac{1}{\left(\int_0^a \rho a^2 da\right)^2},$$

qui se réduit à

$$(51) \quad a \left(G \frac{dH}{da} - H \frac{dG}{da} \right) + (2m+1) GH = \frac{a^6}{\left(\int_0^a \rho a^2 da\right)^2}.$$

24. Signalons quelques propriétés de la fonction G définie par la formule (49), en supposant toujours $m > 1$.

On voit que cette fonction est toujours positive.

D'ailleurs il est facile de montrer que c'est une fonction croissante de a .

Pour le prouver, profitons de la remarque, que nous avons faite au n° 22, que

$$H a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da$$

est une fonction décroissante de a .

En vertu de cela, on a

$$\int_a^\infty \frac{a^{4-2m} da}{\left(H \int_0^a \rho a^2 da\right)^2} > \frac{a^6}{\left(H \int_0^a \rho a^2 da\right)^2} \int_a^\infty a^{-2m-2} da.$$

Donc la formule (49) donne

$$(52) \quad (2m+1) GH > \frac{a^6}{\left(\int_0^a \rho a^2 da\right)^2}.$$

Or, d'après (51), cela exige qu'on ait

$$G \frac{dH}{da} - H \frac{dG}{da} < 0,$$

et cette inégalité, qui se réduit à

$$\frac{d}{da} \left(\frac{G}{H} \right) > 0,$$

fait voir que non seulement G , mais encore le rapport $\frac{G}{H}$, est une fonction croissante de a .

Par suite de cela on aura dans l'intervalle $(0, A)$

$$G(a) > G(0) H(a), \quad G(a) < \frac{G(A)}{H(A)} H(a).$$

En ce qui concerne les valeurs $G(0)$ et $G(A)$, on a tout d'abord

$$G(0) = \frac{9}{(2m+1)\rho_0^2},$$

de sorte que la première des deux inégalités ci-dessus se réduit à

$$G > \frac{9H}{(2m+1)\rho_0^2}.$$

Or nous avons trouvé au n° 22

$$H < \frac{1}{3} \rho_0 \frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

ce qui fait voir que cette inégalité n'est qu'une conséquence de celle (52).

Quant à la valeur $G(A)$, on a

$$G(A) = \frac{A^{2m+1} H(A)}{\left(\int_0^A \rho a^2 da\right)^2} \int_A^\infty \frac{a^{4-2m} da}{(\alpha a^3 + \beta a^{2-2m})^2},$$

α, β étant des constantes dont les valeurs ont été signalées au numéro précédent.

On trouve d'ailleurs

$$\int_A^\infty \frac{a^{4-2m} da}{(\alpha a^3 + \beta a^{2-2m})^2} = \frac{1}{(2m+1) \alpha (\alpha A^{2m+1} + \beta)} = \frac{A^{2-2m}}{(2m+1) \alpha H(A)}.$$

Donc, comme on a

$$(2m+1) \alpha = [2(m-1) H(A) + A H'(A)] A^{-3},$$

il vient

$$(53) \quad G(A) = \frac{A^6}{[2(m-1) H(A) + A H'(A)] \left(\int_0^A \rho a^2 da\right)^2}.$$

Cette formule, m étant supérieur à 1, donne

$$G(A) < \frac{1}{2(m-1)} \left(\frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}\right)^2.$$

Donc on aura dans l'intervalle $(0, A)$

$$G(a) < \frac{1}{2(m-1)} \left(\frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}\right)^2 \frac{H(a)}{H(A)}.$$

Signalons enfin ce que deviendront les égalités (47) pour la solution $a^{-m-3} G$.

En posant

$$z = a^{-m-3} G(a),$$

on trouve

$$mz + a \frac{dz}{da} = - [3G(a) - aG'(a)] a^{-m-3},$$

$$(m+1)z - a \frac{dz}{da} = [2(m+2)G(a) - aG'(a)] a^{-m-3}.$$

Donc, en faisant dans la première des équations (47) $a = A$, on obtient

$$C_1 = - [3G(A) - AG'(A)] A^{-2m-4} \int_0^A \rho a^2 da,$$

et en faisant dans la deuxième, après l'avoir multipliée par a^m , $a = 0$, on trouve

$$C_2 = \frac{2}{3} (m+2) \rho_0 G(0) = \frac{6(m+2)}{(2m+1)\rho_0}.$$

Or, en remarquant que l'égalité (51) peut être présentée sous la forme

$$[2(m-1)H + aH']G + (3G - aG')H = \frac{a^6}{\left(\int_0^a \rho a^2 da\right)^2},$$

on obtient, en posant ici $a = A$ et tenant compte de la formule (53),

$$(54) \quad 3G(A) - AG'(A) = 0.$$

On aura donc $C_1 = 0$.

Par suite on arrive à ces égalités:

$$(55) \quad \left\{ \begin{array}{l} \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da = - (3G - aG') a^{-2m-4} \int_0^a \rho a^2 da, \\ \int_0^a \rho \frac{dG}{da} da = [2(m+2)G - aG'] a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da - g, \end{array} \right.$$

où g est une constante ayant la valeur

$$g = \frac{6(m+2)}{(2m+1)\rho_0}.$$

25. Après cette digression, revenons à notre problème.

En cherchant à résoudre l'équation (33), nous avons été amené à considérer les équations (34) et (35).

Or par les formules (48) on voit qu'on satisfera à ces équations, dans le cas de $m > 1$, en posant

$$z = \frac{(2m+1)N}{h} a^{m-2} H(a).$$

Cette formule donne donc une solution de l'équation (33), et il est facile de s'assurer qu'on ne peut avoir aucune autre solution.

En effet, s'il y en avait encore une autre solution, la différence de cette solution et de la précédente satisferait aux équations

$$\left(mz + a \frac{dz}{da}\right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = 0,$$

$$\left((m+1)z - a \frac{dz}{da}\right) \int_0^a \rho a^2 da - a^{-m} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da = 0,$$

Or toute solution de ces équations vérifiera celles (36) et sera, par suite, de la forme

$$Ca^{m-2}H(a) + C'a^{-m-3}G(a),$$

C, C' étant des constantes.

Posons donc dans les équations ci-dessus

$$z = Ca^{m-2}H(a) + C'a^{-m-3}G(a).$$

En tenant compte des égalités (48) et (55), on parviendra ainsi à celles-ci:

$$hC = 0, \quad gC' = 0.$$

On aura donc

$$C = C' = 0,$$

car, pour $m > 1$, h est différent de zéro, et g ne s'annule jamais.

On arrive ainsi à la conclusion que l'équation

$$z \int_0^a \rho a^2 da - \frac{a^{-m}}{2m+1} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da - \frac{a^{m+1}}{2m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = 0,$$

dans le cas de $m > 1$, ne peut être satisfaite qu'en posant $z = 0$, et que, par suite, l'équation (2) ne peut admettre, dans ce cas, qu'une seule solution.

V. — Nouvelle forme de la solution dans le cas général.

26. En retenant toujours la supposition $m > 1$, nous allons maintenant signaler une formule générale, qui donnera la solution de l'équation (2) au moyen des fonctions H et G introduites dans la Section précédente.

Cette formule est la suivante:

$$(56) \quad z = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + a^{-m-3} G \int_0^a \rho \frac{da^{m+3} HW}{da} da + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{da^{2-m} GW}{da} da.$$

Pour la prouver, nous allons simplement montrer que la fonction z ainsi définie satisfait réellement à l'équation (2). Mais avant de le faire, vérifions cette formule sur le cas particulier que nous venons de considérer, celui où l'on a $W = Na^{m-2}$.

En supposant, pour plus de simplicité, $N = 1$, nous aurons, d'après la formule (56), l'expression suivante pour la solution de l'équation (33):

$$z = \frac{a^{m+1}}{\int_0^a \rho a^2 da} + a^{-m-3} G \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1} H}{da} da + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{dG}{da} da.$$

Or, par la deuxième des formules (48), on a

$$a^{-m-3} \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1} H}{da} da = (3H - aH') a^{m-5} \int_0^a \rho a^2 da,$$

et la deuxième des formules (55) donne

$$\begin{aligned} a^{m-2} \int_a^A \rho \frac{dG}{da} da &= [2(m+2)G(A) - AG'(A)] A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da \cdot a^{m-2} \\ &\quad - [2(m+2)G - aG'] a^{m-5} \int_0^a \rho a^2 da. \end{aligned}$$

On a d'ailleurs, en vertu de (54),

$$2(m+2)G(A) - AG'(A) = (2m+1)G(A),$$

et la formule (53), en introduisant la constante h qui figure dans la première des égalités (48), peut être présentée sous la forme

$$G(A) = \frac{A^3}{h \int_0^A \rho a^2 da}.$$

Donc il vient

$$[2(m+2)G(A) - AG'(A)] A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da = \frac{2m+1}{h},$$

et de cette manière on trouve

$$a^{m-2} \int_a^A \rho \frac{dG}{da} da = \frac{2m+1}{h} a^{m-2} + [aG' - 2(m+2)G] a^{m-5} \int_0^a \rho a^2 da.$$

Par ces formules, en tenant compte de la relation (51), on obtient, pour la quantité

$$a^{-m-3} G \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1} H}{da} da + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{dG}{da} da,$$

cette expression:

$$\frac{2m+1}{h} a^{m-2} H - \frac{a^{m+1}}{\int_0^a \rho a^2 da}$$

Notre formule se réduit donc à

$$z = \frac{2m+1}{h} a^{m-2} H,$$

et ce résultat s'accorde bien avec celui signalé au numéro précédent.

27. En passant au cas général, posons pour abrégier

$$\int_0^a \rho \frac{da^{m+3} HW}{da} da = P, \quad \int_a^A \rho \frac{da^{2-m} GW}{da} da = -Q,$$

de sorte que la formule (56) s'écrira ainsi

$$z = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + a^{-m-3} G P - a^{m-2} H Q.$$

De là, en remarquant qu'en vertu de (50) on a

$$a^{-m-3} G \frac{da^{m+3} HW}{da} - a^{m-2} H \frac{da^{2-m} GW}{da} = \frac{a^5 W}{\left(\int_0^a \rho a^2 da\right)^2},$$

il est facile de conclure les égalités suivantes:

$$\frac{da^{2-m}z}{da} = \frac{da^{5-m}W}{\int_0^a \rho a^2 da} + P \frac{da^{-2m-1}G}{da} - Q \frac{dH}{da},$$

$$\frac{da^{m+3}z}{da} = \frac{da^{m+6}W}{\int_0^a \rho a^2 da} + P \frac{dG}{da} - Q \frac{da^{2m+1}H}{da}.$$

En partant de ces formules, nous allons maintenant chercher les valeurs des intégrales

$$\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da \quad \text{et} \quad \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da.$$

En posant

$$\rho \frac{da^{m+3}HW}{da} = P',$$

de sorte qu'il viendra

$$P = \int_0^a P' da,$$

et intégrant par parties (n° 1), nous obtenons

$$\int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} P da = P \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da + \int_a^A P' \left(\int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da \right) da.$$

De même, en posant

$$\rho \frac{da^{2-m}GW}{da} = Q',$$

ce qui donne

$$Q = \int_A^a Q' da,$$

on aura

$$\int_a^A \rho \frac{dH}{da} Q da = Q \left(\int_a^A \rho \frac{dH}{da} da + h \right) + \int_a^A Q' \left(\int_a^A \rho \frac{dH}{da} da + h \right) da.$$

Or, par les formules (48) et (55), on a

$$\int_a^A \rho \frac{dH}{da} da + h = \frac{da^{2m-2}H}{da} a^{-2m} \int_0^a \rho a^2 da,$$

$$\int_0^a \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da = \frac{da^{-3}G}{da} a^{-2m} \int_0^a \rho a^2 da.$$

Donc, en remarquant que

$$\frac{da^{m+3}HW}{da} \frac{da^{-3}G}{da} - \frac{da^{2-m}GW}{da} \frac{da^{2m-2}H}{da} = \left(a^{2m-2}H \frac{da^{-3}G}{da} - a^{-3}G \frac{da^{2m-2}H}{da} \right) \frac{da^{5-m}W}{da},$$

et que, d'après (50),

$$a^{2m-2}H \frac{da^{-3}G}{da} - a^{-3}G \frac{da^{2m-2}H}{da} = - \frac{a^{2m}}{\left(\int_0^a \rho a^2 da \right)^2},$$

on trouve

$$P' \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da - Q' \left(\int_a^A \rho \frac{dH}{da} da + h \right) = - \frac{\rho \frac{da^{5-m}W}{da}}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

Par suite il vient

$$\int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = P \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da - Q \left(\int_a^A \rho \frac{dH}{da} da + h \right).$$

On considérera ensuite les intégrales

$$\int_\varepsilon^a \rho \frac{dG}{da} P da, \quad \int_\varepsilon^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} Q da,$$

ε étant un nombre positif. En les transformant au moyen de l'intégration par parties, puis, en faisant tendre ε vers zéro, on obtiendra, dans les suppositions admises à l'égard de W ,

$$\int_0^a \rho \frac{dG}{da} P da = P \left(\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g \right) - \int_0^a P' \left(\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g \right) da,$$

$$\int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} Q da = Q \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} da - \int_0^a Q' \left(\int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} da \right) da.$$

Comme d'ailleurs, d'après (48) et (55),

$$\int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} da = - \frac{da^{-3}H}{da} a^{2m+2} \int_0^a \rho a^2 da,$$

$$\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g = - \frac{da^{-2m-1}G}{da} a^{2m+2} \int_0^a \rho a^2 da,$$

on aura, eu égard à (50),

$$P' \left(\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g \right) - Q' \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} da = \frac{\rho \frac{da^{m+6}W}{da}}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

Par suite il viendra

$$\int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da = P \left(\int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + g \right) - Q \int_0^a \rho \frac{da^{2m+1}H}{da} da.$$

Or des expressions ainsi obtenues pour les intégrales

$$\int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da, \quad \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da$$

il résulte, en vertu de (48) et (55),

$$a^{-m} \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}z}{da} da + a^{m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}z}{da} da = (2m+1) (Pa^{-m-3}G - Qa^{m-2}H) \int_0^a \rho a^2 da,$$

et le second membre est ici égal à

$$(2m+1)z \int_0^a \rho a^2 da - (2m+1)a^3W.$$

Donc la formule (56) satisfait bien à l'équation (2).

28. Nous avons supposé, dans tout ce qui précède, que la fonction W est continue dans l'intervalle $(0, A)$. Voyons maintenant ce qui aura lieu dans le cas où cette fonction, tout en restant continue tant que $a > 0$, devient infinie ou indéterminée pour $a = 0$.

Tout d'abord il est facile de voir que la formule (56) n'aura de sens que si le produit $a^{m+3}W$ tend, pour $a = 0$, vers une limite déterminée.

Si cette limite est égale à zéro, la formule dont il s'agit donnera toujours la solution de l'équation (2). Mais, si, a tendant vers zéro, on a

$$\lim a^{m+3}W = \lambda,$$

λ étant un nombre différent de zéro, la solution de l'équation (2) sera donnée, au lieu de la formule (56), par celle-ci

$$z = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} + a^{-m-3} G \cdot \left(\frac{3\lambda\rho_0}{2m+4} + \int_0^a \rho \frac{da^{m+3}HW}{da} da \right) + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{da^{2-m}GW}{da} da.$$

Sans nous arrêter à la démonstration, vérifions cette formule dans le cas où

$$W = a^{-m-3}.$$

Dans ce cas, la formule ci-dessus devient

$$z = \frac{a^{-m}}{\int_0^a \rho a^2 da} + a^{-m-3} G \cdot \left(\frac{3\rho_0}{2m+4} + \int_0^a \rho \frac{dH}{da} da \right) + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da.$$

Or, en se servant de la première des formules (55) et remarquant que la première des formules (48) donne

$$\int_0^a \rho \frac{dH}{da} da = \frac{2}{3} (m-1) \rho_0 - [2(m-1)H + aH'] a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da,$$

on trouve, pour

$$a^{-m-3} G \cdot \left(\int_0^a \rho \frac{dH}{da} da - \frac{2}{3} (m-1) \rho_0 \right) + a^{m-2} H \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da,$$

cette expression

$$- [(2m+1)GH + a(GH' - HG')] a^{-m-6} \int_0^a \rho a^2 da,$$

laquelle, en vertu de (51), se réduit à

$$- \frac{a^{-m}}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

Donc notre formule se réduira à

$$z = \left(\frac{3}{2m+4} + \frac{2m-2}{3} \right) \rho_0 a^{-m-3} G = \frac{(2m+1)^2}{6(m+2)} \rho_0 a^{-m-3} G;$$

et c'est bien la solution de l'équation (2) dans le cas de $W = a^{-m-3}$, car les formules (55) donnent

$$\frac{a^{-m}}{2m+1} \int_0^a \rho \frac{dG}{da} da + \frac{a^{m+1}}{2m+1} \int_a^A \rho \frac{da^{-2m-1}G}{da} da = a^{-m-3}G \int_0^a \rho a^2 da - \frac{g}{2m+1} a^{-m},$$

où

$$g = \frac{6(m+2)}{(2m+1)\rho_0}.$$

Remarquons qu'on peut ne pas supposer l'existence de la dérivée $\frac{dW}{da}$, et que, si l'on suppose seulement que la fonction $a^{m+3}W$ est continue dans l'intervalle $(0, A)$, en considérant l'équation (2) comme celle de la forme (18), la formule que nous venons de signaler en donnera toujours la solution, à condition de remplacer les intégrales, qui y figurent, par les symboles

$$\int_0^a \rho \Delta(a^{m+3}HW), \quad \int_a^A \rho \Delta(a^{2-m}GW).$$

Remarquons enfin que, si le produit $a^{m+3}W$ ne tendait pour $a = 0$ vers aucune limite, l'équation (2) ou celle (18) serait impossible.

Nous nous bornerons à signaler ces résultats sans démonstration, puisqu'ils ne pourront trouver d'application dans la théorie de la figure des planètes.

29. En reprenant nos suppositions ordinaires à l'égard de W , nous allons maintenant signaler quelques conclusions qu'on peut tirer de la formule (56).

Supposons que W soit une fonction positive et croissante dans l'intervalle $(0, A)$, ou du moins, que les fonctions W et $\frac{dW}{da}$, dans cet intervalle, ne deviennent jamais négatives.

Alors la fonction z sera encore positive et croissante dans l'intervalle $(0, A)$.

Le fait qu'elle sera positive résulte déjà de ce qui a été remarqué au n° 16, car, l'équation (2) n'admettant qu'une seule solution, la fonction z définie par la formule (56) coïncidera avec la fonction w considérée dans le numéro cité. On voit d'ailleurs que cette fonction vérifiera l'inégalité

$$z > \frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 da}.$$

Il ne reste donc qu'à prouver que la dérivée $\frac{dz}{da}$ ne devient pas négative dans l'intervalle $(0, A)$.

Or la formule (56), avec les notations du n° 27, donne

$$\frac{dz}{da} = \frac{\frac{da^3 W}{da}}{\int_0^a \rho a^2 da} + \frac{da^{-m-3} G}{da} P - \frac{da^{m-2} H}{da} Q,$$

et comme, d'après (50), on a

$$\frac{da^{-m-3} G}{da} = \frac{a^{-m-3} G}{a^{m-2} H} \frac{da^{m-2} H}{da} - \frac{a^{2-m}}{H \left(\int_0^a \rho a^2 da \right)^2},$$

il en résulte, eu égard à la formule (56),

$$\frac{dz}{da} = \frac{\frac{da^3 W}{da}}{\int_0^a \rho a^2 da} - \frac{a^{2-m} P}{H \left(\int_0^a \rho a^2 da \right)^2} + \frac{a^{2-m}}{H} \frac{da^{m-2} H}{da} \left(z - \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} \right).$$

D'autre part, ρ étant une fonction décroissante et H, W des fonctions croissantes, on voit facilement que

$$P = \int_0^a \rho \frac{da^{m+3} HW}{da} da$$

ne surpassera pas la quantité

$$a^m HW \int_0^a \rho \frac{da^3}{da} da = 3 a^m HW \int_0^a \rho a^2 da.$$

Donc on aura

$$\frac{dz}{da} > \frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 da} \frac{dW}{da} + \frac{a^{2-m}}{H} \frac{da^{m-2} H}{da} \left(z - \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da} \right),$$

et cela prouve bien l'inégalité

$$\frac{dz}{da} > 0.$$

Ce que nous venons de montrer fait voir que, dans les suppositions admises, la fonction $z = z(a)$ vérifiera, dans l'intervalle $(0, A)$, les inégalités

$$z(0) < z < z(A).$$

Quant aux valeurs $z(0)$, $z(A)$, la formule (56) donne: dans le cas de $m > 2$,

$$z(0) = \frac{3}{\rho_0} W(0);$$

dans le cas de $m = 2$,

$$\begin{aligned} z(0) &= \frac{3}{\rho_0} W(0) + \rho_0 G(0) W(0) + \int_0^A \rho \frac{dGW}{da} da \\ &= \frac{24}{5\rho_0} W(0) + \int_0^A \rho \frac{dGW}{da} da, \end{aligned}$$

et dans les deux cas,

$$z(A) = \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da} W(A) + A^{-m-3} G(A) \int_0^A \rho \frac{da^{m+3} HW}{da} da.$$

On voit que, pour $m = 2$,

$$z(0) > \frac{3}{\rho_0} W(0).$$

Mais on obtiendra une inégalité plus précise de cette espèce en procédant comme il suit.

On a évidemment

$$\int_0^A \rho \frac{dGW}{da} da > W(0) \int_0^A \rho \frac{dG}{da} da.$$

Or, dans le cas de $m = 2$, la deuxième des formules (55), en égard à (54), donne

$$\int_0^A \rho \frac{dG}{da} da = 5G(A) A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da - \frac{24}{5\rho_0}.$$

D'ailleurs, par la formule (53), on a

$$G(A) A^{-3} \int_0^A \rho a^2 da = \frac{A^3}{[2H(A) + AH'(A)] \int_0^A \rho a^2 da}.$$

On aura donc

$$z(0) > \frac{5W(0)}{2H(A) + AH'(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}.$$

Comme, d'après ce que nous avons vu au n° 22,

$$aH' < 3H,$$

on aura encore, à plus forte raison,

$$z(0) > \frac{W(0)}{H(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}.$$

En ce qui concerne la valeur $z(A)$, on obtiendra, eu égard à ce que

$$\int_0^A \rho \frac{d\alpha^{m+3} HW}{d\alpha} d\alpha < 3A^m H(A) W(A) \int_0^A \rho a^2 da,$$

cette inégalité:

$$\frac{z(A)}{W(A)} < \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da} + 3A^{-3} G(A) H(A) \int_0^A \rho a^2 da,$$

où le second membre, en tenant compte de (53), se réduit à

$$(57) \quad \frac{(2m+1)H(A) + AH'(A)}{2(m-1)H(A) + AH'(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da}.$$

On aura donc

$$z(A) < \frac{(2m+1)H(A) + AH'(A)}{2(m-1)H(A) + AH'(A)} \frac{A^3}{\int_0^A \rho a^2 da} W(A).$$

30. Soit L la plus grande valeur absolue de la fonction W dans l'intervalle $(0, A)$.

D'après ce que nous venons de montrer, on aura, dans cet intervalle,

$$(58) \quad |z| < \frac{(2m+1)H(A) + AH'(A)}{2(m-1)H(A) + AH'(A)} \frac{A^3 L}{\int_0^A \rho a^2 da},$$

si W est une fonction positive et croissante.

Nous allons maintenant montrer que cette inégalité aura lieu dans tous les cas.

Désignons le second membre de la formule (56) par $T(W)$, de sorte que cette formule s'écrive ainsi:

$$z = T(W).$$

Comme nous avons déjà remarqué au numéro précédent, on aura, dans l'intervalle $(0, A)$,

$$T(W) > 0,$$

toutes les fois qu'on a constamment $W > 0$; et cette propriété de l'expression $T(W)$ est facile à démontrer directement, en partant de la formule (7), ou de celle (6), comme nous l'avons fait au n° 14 pour établir une propriété analogue de l'expression que nous avons désignée par $J(u)$.

Cela posé, si l'on a dans l'intervalle $(0, A)$ constamment

$$W < V,$$

V, W étant des fonctions quelconques continues dans cet intervalle, on aura

$$T(V - W) > 0,$$

et par suite

$$T(W) < T(V).$$

De là, L étant la plus grande valeur absolue de la fonction W dans l'intervalle $(0, A)$, il est facile de conclure l'inégalité

$$|T(W)| < LT(1).$$

Or, d'après ce que nous avons montré au numéro précédent, $T(1)$ est une fonction croissante de a dans l'intervalle $(0, A)$, et sa valeur pour $a = A$ ne surpasse pas la quantité (57).

Donc l'inégalité ci-dessus conduit à celle (58).

31. On voit que l'inégalité (58) donne

$$|z| < \frac{2m+1}{2(m-1)} \frac{A^3 L}{\int_0^A \rho a^2 da}.$$

Or, en entendant par M la plus grande valeur absolue de la fonction

$$\frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da}$$

dans l'intervalle $(0, A)$, nous avons obtenu au n° 16 une inégalité équivalente à celle-ci

$$(59) \quad |z| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M.$$

Comme on a évidemment toujours

$$M \leq \frac{A^3 L}{\int_0^A \rho a^2 da},$$

cette dernière inégalité est plus précise.

Voyons comment pourrait-on la conclure de la formule (56).

A cet effet, en nous reportant à l'équation (2), que nous présenterons, comme au n° 13, sous la forme

$$(60) \quad z - J(z) = \frac{a^3 W}{\int_0^a \rho a^2 da},$$

nous remarquons que, si l'on a

$$W = [1 - J(1)] a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da,$$

cette équation ne pourra être satisfaite qu'en posant $z = 1$.

Donc, en faisant pour abrégier

$$[1 - J(1)] a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da = I,$$

on aura

$$(61) \quad T(I) = 1.$$

Or nous avons établi au n° 14 l'inégalité

$$J(1) < \frac{3}{2m+1},$$

qui donne

$$I > \frac{2(m-1)}{2m+1} a^{-3} \int_0^a \rho a^2 da.$$

Donc l'inégalité

$$\frac{a^3}{\int_0^a \rho a^2 da} |W| < M$$

donnera

$$|W| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M I.$$

Par suite on déduira de l'équation

$$z = T(W)$$

l'inégalité suivante

$$|z| < \frac{2m+1}{2(m-1)} M T(I),$$

laquelle, d'après (61), n'est autre chose que celle (59).

Remarquons toutefois que la plus simple manière d'établir cette inégalité découle immédiatement de l'équation (60) elle-même.

En effet, en entendant par c la plus grande valeur absolue de la fonction z dans l'intervalle $(0, A)$, on en déduit

$$|z| < J(1)c + M < \frac{3}{2m+1}c + M,$$

inégalité ayant lieu pour toute valeur de a dans cet intervalle.

Or, en attribuant à a une valeur pour laquelle $|z| = c$, il s'ensuit

$$c < \frac{2m+1}{2(m-1)} M,$$

et cela donne bien l'inégalité (59).

Après cette étude générale, nous aurions dû nous arrêter à un examen plus détaillé, du moins en ce qui concerne les plus simples équations de la forme (2) qui se présentent dans la théorie de la figure des planètes. Mais nous nous proposons de le faire dans un autre Mémoire.

ЗАПИСКИ ИМПЕРАТОРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУКЪ.
MÉMOIRES
DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DES SCIENCES DE ST-PÉTERSBOURG.
VIII^e SÉRIE.

ПО ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОМУ ОТДѢЛЕНІЮ.
Томъ XV. № 11 и послѣдній.

CLASSE PHYSICO-MATHÉMATIQUE.
Volume XV. № 11 et dernier.

КЪ УЧЕНІЮ О ЛИМФАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМѢ

ГОЛОВАСТИКА, ЛЯГУШКИ И ЯЩЕРИЦЫ.

АНАТОМИЧЕСКОЕ ИЗСЛѢДОВАНІЕ.

Д-РЪ Г. ЮСИФОВЪ.

Прозекторъ и приватъ-доцентъ при кафедрѣ нормальной анатоміи Харьковскаго Университета.

(СЪ 1 ТАБЛИЦЕЙ.)

(Доложено въ засѣданіи Физико-Математическаго Отдѣленія 29 октября 1903 г.)



С.-ПЕТЕРБУРГЪ. 1904. ST-PÉTERSBOURG.

Продается у комиссіонеровъ Императорской
Академіи Наукъ:

И. И. Глазунова, М. Эггера и Комп. и К. Л. Риккера
въ С.-Петербургѣ,
П. П. Карбасникова въ С.-Петербур., Москвѣ, Варшавѣ и
Вильнѣ,
П. Я. Оглоблина въ С.-Петербургѣ и Кіевѣ,
М. В. Клюкина въ Москвѣ,
Е. П. Распопова въ Одессѣ,
П. Киммеля въ Ригѣ,
Фоссъ (Г. Гэссель) въ Лейпцигѣ,
Люзакъ и Комп. въ Лондонѣ.

Commissionnaires de l'Académie IMPÉRIALE des
Sciences:

J. Glasounof, M. Eggers & Cie. et C. Ricker à St.-Péters-
bourg,
N. Karbasnikof à St.-Pétersbourg, Moscou, Varsovie et
Vilna,
N. Oglobline à St.-Pétersbourg et Kief,
M. Klukine à Moscou,
E. Raspopof à Odessa,
N. Kummel à Riga,
Voss' Sortiment (G. Haessel) à Leipsic,
Luzac & Cie. à Londres.

Цена: 50 коп. — Prix: 1 Mrk. 50 Pf.

Напечатано по распоряженію Императорской Академіи Наукъ.
С.-Петербургъ, Апрель 1904 года.

Непремѣнный Секретарь, Академикъ *Н. Дубровинъ*.

Къ учению о лимфатической системѣ головастика, лягушки и ящерицы.

Д-ра медицины Г. Юсифова.

Млечные сосуды (*vasa chyliifera*) были открыты Каспаромъ Азелли, изъ Кремоны, въ 1622 г. и, какъ справедливо замѣчаетъ Юсифъ Гиртль въ своемъ руководствѣ къ анатоміи человѣка, событіе это составило одну изъ интереснѣйшихъ главъ исторіи анатоміи.

Хотя много времени протекло со дня открытія лимфатической системы и учение о ней достигло значительной степени своего развитія, благодаря многочисленнымъ работамъ извѣстныхъ анатомовъ, но трудность изученія этого рода сосудовъ служитъ причиною того, что до сихъ поръ еще существуетъ много пробѣловъ и даже непечатаго матеріала, требующаго разработки.

Вниманіе ученыхъ естественно, вообще, болѣе обращено на изученіе строенія высшихъ позвоночныхъ животныхъ, слѣдовательно, и лимфатическая система послѣднихъ болѣе разработана, тогда какъ у низшихъ позвоночныхъ животныхъ она изучена очень неполно. У рыбъ, напримѣръ, лимфатическая система еще почти не выяснена; болѣе подробно она разработана у амфибій, сравнительно очень недавно, а между тѣмъ тщательное и всестороннее изученіе лимфатической системы у низшихъ животныхъ необходимо не только потому, что изученіе этой области представляетъ научный интересъ, но и для разъясненія сравнительно анатомическими фактами той же системы у высшихъ животныхъ, т. е. у млекопитающихъ и у человѣка.

Мнѣ кажется, что между низшими позвоночными должна быть тщательно изучена лимфатическая система лягушки потому, что это животное служитъ для различныхъ физиологическихъ опытовъ, представляя матеріаль очень обильный, очень доступный, находящійся всегда подъ рукою.

Въ жизни лягушки наблюдаются двѣ стадіи: стадія головастика и стадія взрослой лягушки, слѣдовательно, и учение о лимфатической системѣ распадается на два отдѣла — 1) лимфатическая система головастика, 2) лимфатическая система взрослой лягушки.

Лимфатическая система головастика.

Ученіе о лимфатической системѣ головастика, состоящей, какъ и у взрослой лягушки, изъ лимфатическихъ сердецъ и лимфатическихъ сосудовъ, находится въ зачаточномъ состояніи.

Въ настоящей работѣ я коснусь только лимфатическихъ сердецъ.

Заднія лим-
фатическія
сердца.

Лимфатическія сердца, находящіяся у головастика съ каждой стороны хвоста, вдоль *sulcus lateralis*, числомъ отъ 4—5, найдены и подробно описаны Вл. Великимъ. Но наблюденія Великаго до настоящаго времени, несмотря на ихъ важность, мало извѣстны потому, что новѣйшія руководства по зоологіи и сравнительной анатоміи оставляютъ безъ вниманія этотъ интересный вопросъ.

Занявшись изслѣдованіемъ лимфатическихъ сердецъ головастика и лягушки, я получилъ нѣкоторыя новыя данныя, которыя я и изложу ниже.

Головастики, говоритъ Вл. Великій, у которыхъ начинаютъ развиваться заднія конечности, уже имѣютъ ритмическія сокращенія пузырьковъ, что можно наблюдать простымъ глазомъ у головастика, имѣющаго въ длину отъ 2—2½ *cm.*, и съ помощью лупы или микроскопа у экземпляровъ меньшей величины. Для наблюденія небольшіе головастики обыкновенно укладываются или во влажную камеру, или на столикъ Макс-Шульца, специально предназначенный для изслѣдованія хвостовъ головастика. Весьма полезно для обездвиженія животнаго отрѣзать ему голову на уровнѣ продолговатаго мозга, послѣ чего, съ помощью микроскопа, можно видѣть въ нѣсколькихъ мѣстахъ группы пигментныхъ клѣтокъ, расположенныхъ въ видѣ кружковъ вдоль надъ веною. На препаратахъ, окрашенныхъ анилиновой синью, видна связь лимфат. сердецъ между собою, лимфатическимъ сосудомъ, лежащимъ параллельно боковой венѣ, а также видны поперечныя тонкіе стволыки, впадающіе въ лимфатическіе сосуды той и другой стороны, въ разныхъ мѣстахъ. Это соединеніе лимфатическихъ сердецъ тонкимъ боковымъ сосудомъ доказываетъ, что лимфатическія сердца есть не что иное, какъ мѣстное расширеніе лимфатическихъ сосудовъ, а не выросты венныхъ стѣнокъ. Образованіе лимфатическихъ сосудовъ происходитъ между 20 — 27 днемъ жизни головастика.

Обыкновенно мы видимъ лимфатическія сердца у головастиковъ расположенными на боковой венѣ, приблизительно въ серединѣ между отходящими межреберными венами. Мышцы, составляющія основу сердецъ, по виду сходны съ скелетными мышцами, состоятъ изъ чрезвычайно тоненькихъ волоконцевъ, образующихъ прикосновеніемъ сѣти и перегородки на сердцахъ, лежащихъ ближе къ туловищу. Эти послѣднія больше, нежели заднія; иногда бываетъ, что среднія больше боковыхъ.

У головастика, у котораго развились обѣ пары конечностей, всѣ четыре сердца съ каждой стороны сформированы вполнѣ и пульсируютъ энергично; мышечная ткань хорошо развита у всѣхъ чстырехъ.

Итакъ, изъ изложеннаго мы видимъ, что Великій очень тщательно и подробно изучилъ лимфатическія сердца хвоста головастика, но онъ ровно ничего не говоритъ о 2-хъ переднихъ лимфатическихъ сердцахъ, найденныхъ мною на боковыхъ поверхностяхъ туловища, позади переднихъ конечностей. Вслѣдствіе этого я считаю, что лимфатическихъ сердець у головастика не 8, а 10 — два переднихъ и 8 заднихъ (См. рис. № 1, изображающей головастика въ увеличенномъ видѣ. Кожа съ боковой поверхности туловища и хвоста снята, видны: 4 заднія сердца, лежація вдоль боковой вены хвоста; надъ ними — боковая вѣтвь п. vagi; переднее сердце сбоку продольнаго мышечнаго слоя туловища, позади передней конечности, въ углу дѣленія боковой вѣтви п. vagi).

Переднія
лимфатиче-
скія сердца
головастика.

Методъ изслѣдованія лимфатическихъ сердець головастика.

Чтобы видѣть лимфатическія сердца, необходимо удалить на хвостѣ кожу, черезъ которую просвѣчиваетъ боковая вена, точно опредѣляющая положеніе заднихъ лимфатическихъ сердець; для этого поступаютъ слѣдующимъ образомъ: берутъ глубокую тарелку, дно которой покрываютъ слоемъ воска темнаго цвѣта, наливаютъ въ нее воды столько, чтобы головастикъ могъ плавать, и кладутъ живого головастика боковой поверхностью на воскъ, прикалывая его булавками такъ, чтобы онъ не двигался¹⁾. Послѣ этого осторожно пинцетомъ и иглою снимаютъ кожу, начиная отъ того мѣста, гдѣ находятся переднія конечности, по направленію къ хвосту. Необходимо работать чрезвычайно осторожно потому, что при грубомъ снятіи кожи разрываются лимфатическія сердца, а также разрывается и смѣщается боковая вѣтвь п. vagi, идущая подъ кожею отъ головы вдоль хвоста. При цѣлости же боковой вѣтви п. vagi переднее сердце тотчасъ обнаруживается въ углу дѣленія ея на двѣ части (см. рис. № 1).

Изслѣдова-
ніе заднихъ
сердецъ.

Заднія лимфатическія сердца лежатъ въ видѣ черныхъ точекъ, на боковой поверхности хвоста, подъ кожею, вдоль боковой вены, съ каждой стороны по 4, иногда по 5, и хорошо видны простымъ глазомъ. Разсматривая ихъ въ лупу, можно наблюдать ихъ пульсацію. Каждое лимфатическое сердце представляется въ видѣ пигментнаго пузырька, сидящаго на венѣ и по виду отличающагося отъ послѣдней меньшимъ содержаніемъ пигмента. Поверхность этихъ пузырьковъ неровна и какъ бы покрыта выступами; неровная поверхность получается вслѣдствіе сдиранія кожи, соединенной съ пузырьками, гораздо слабѣе, чѣмъ съ веной, отчего нерѣдко, снимая кожу, можно отдѣлить вмѣстѣ съ нею и сердца, а вена останется на хвостѣ.

1) Для изслѣдованія наиболѣе пригодны большіе экземпляры; ловятся головастики среди водорослей обыкновеннымъ сачкомъ изъ марли; хорошее освѣщеніе изслѣдуемаго животнаго играетъ большую роль въ успѣхѣ изслѣдованія. Самое идеальное освѣщеніе получается тогда, когда изслѣдуемый предметъ освѣщенъ непосредственно лучами солнца. Если изслѣдованіе производятъ лупою съ короткимъ фокуснымъ разстояніемъ, то освѣщеніе объекта можетъ быть только тогда, когда лучи падаютъ косо, т. е. утромъ или вечеромъ. Косые лучи можно получить искусственно при помощи зеркала.

Мнѣ не удалось налить тушью лимфатическіе сосуды головастика, поэтому я не видѣлъ связи заднихъ лимфатическихъ сердецъ лимфатическими стволами, о которой говоритъ Вл. Великій.

Впослѣдствіи сердца головастика становятся достояніемъ взрослой лягушки, у которой мы не находимъ подобной связи сердецъ съ лимфатическими сосудами.

У взрослой лягушки, какъ мы увидимъ далѣе, въ стѣнкахъ лимфатическихъ сердецъ находятся отверстія, въ которыя, изъ окружающихъ лимфатическихъ пространствъ во время діастолы, втекаетъ лимфа. Если это такъ, то куда и какимъ образомъ исчезаютъ лимфатическіе сосуды головастика, приносящіе лимфу въ лимфатическія сердца, какъ говоритъ Великій, остается неизвѣстнымъ.

Прослѣдивъ существованіе заднихъ лимфатическихъ сердецъ хвоста головастика, открытыхъ Великимъ, я обратился къ изслѣдованію у головастика переднихъ сердецъ, о существованіи которыхъ я предполагалъ по аналогіи головастика со взрослой лягушкой.

Изслѣдова-
ніе перед-
нихъ лимфа-
тическихъ
сердецъ го-
ловастика.

Дѣйствительно, положивъ головастика въ воду, какъ описано выше, и снявъ кожу съ туловища въ области прикрѣпленія передней конечности, я подъ лупою, въ углу дѣленія задней вѣтви *n. vagi* замѣтилъ пульсацію. При тщательномъ изслѣдованіи этой области я обнаружилъ одинъ пульсирующій пузырекъ, наполненный прозрачной жидкостью — лимфой. Пузырекъ этотъ и есть не что иное, какъ переднее лимфатическое сердце головастика, которое, какъ мы увидимъ далѣе, продолжаетъ существовать также и у взрослой лягушки, развивающейся изъ головастика.

Если случайно задняя вѣтвь *n. vagi* будетъ смѣщена или удалена, то переднее сердце отыскивается въ углу, образованномъ продольнымъ мышечнымъ слоемъ туловища и передней конечностью.

Переднее лимфатическое сердце головастика представляетъ собою пузырекъ, стѣнки котораго почти не содержатъ пигмента, поэтому пузырекъ этотъ прозраченъ и почти не выдѣляется изъ окружающихъ его тканей, такъ что, если онъ не пульсируетъ, то опредѣлить его положеніе и видѣть его контуры довольно затруднительно.

Для точнаго опредѣленія положенія необходимо освѣщеніе сердца косыми солнечными лучами, при свѣтѣ которыхъ стѣнки пузырька, а слѣдовательно и форма его вполне выдѣляются изъ окружающихъ тканей.

Пульсація
сердецъ и
ихъ иннерва-
ція.

Величина передняго лимфатическаго сердца вдвое больше каждаго задняго; число пульсацій одинаково съ задними и при покойномъ состояніи головастика достигаетъ въ минуту отъ 60 — 70 уд., а при возбужденіи — доходитъ до 120 и болѣе, что я неоднократно наблюдалъ. Слабжаетъ ли сердца нервами боковая вѣтвь *n. vagi*, проходя очень близко отъ послѣднихъ, неизвѣстно, и мнѣ не удалось прослѣдить нервовъ, идущихъ отъ этой вѣтви къ переднимъ и заднимъ сердцамъ.

При изслѣдованіи нервовъ я окрашивалъ ихъ метиленовой синькой и осмиевой кислотой.

Перерѣзка вѣтвей *n. vagi* остается безъ вліянія на пульсацію, но пульсація рѣзко

измѣняется вслѣдствіе рефлекса при болевыхъ ощущеніяхъ, напр., при разрѣзѣ кожи или при общемъ возбужденіи головастика.

Судьба лимфатическихъ сердецъ головастика при превращеніи его въ лягушку.

Слѣдя за превращеніемъ головастика въ лягушку, мы можемъ также прослѣдить и судьбу лимфатическихъ сердецъ какъ переднихъ, такъ и заднихъ.

Переднія сердца появляются у головастика въ видѣ одиночнаго пузырька, лежащаго съ каждой стороны туловища тотчасъ позади головы, и покрыты только кожей. При превращеніи головастика въ лягушку все измѣненіе заключается въ томъ, что вырастающая лопатка съ ея мышцами покрываетъ переднее сердце.

Эти переднія сердца слѣдовательно продолжаютъ функціонировать и у взрослой лягушки, не уклоняясь отъ первоначальной формы и не мѣняя мѣстоположенія.

Гораздо большій интересъ представляетъ судьба заднихъ сердецъ. Они помѣщаются у головастика на хвостѣ, который, при превращеніи головастика въ лягушку, атрофируется и совершенно исчезаетъ путемъ рассасыванія. Слѣдя за этимъ постепеннымъ рассасываніемъ, мы увидимъ, что только лимфатическія сердца не подвергаются всасыванію и почти цѣликомъ становятся достояніемъ взрослой лягушки. Въ періодъ рассасыванія хвоста замѣтно вырастаютъ заднія и переднія конечности и постепенно появляются кости и мышцы плечевого и тазоваго поясовъ.

Рассасываніе начинается съ мягкихъ частей, т. е. мышцъ, а затѣмъ хрящевого остова хвоста; сосуды исчезаютъ послѣдними.

Всасываніе начинается, какъ я уже сказалъ, съ мягкихъ и наиболѣе удаленныхъ отъ туловища частей, непосредственно лежащихъ у большихъ сосудовъ, поэтому мягкія части хвоста дѣлятся на членики, лежащіе между межреберными вѣтвями боковой вены.

По мѣрѣ всасыванія, хвостъ укорачивается, межреберныя вены постепенно сближаются между собою и собираются въ сосудистый клубокъ. Въ это время лимфатическія сердца также приближаются другъ къ другу и, постепенно скучиваясь, соприкасаются другъ съ другомъ. Впереди лимфатическихъ сердецъ появляются сѣдалищныя мышцы, а также и вена, соединяющая ихъ съ бедренной веной, и такимъ образомъ сердца начинаютъ занимать то положеніе, какое они имѣютъ и у вполне взрослой лягушки. Число сердецъ обыкновенно уменьшается до трехъ.

Въ періодъ этого преобразованія головастикъ уже вполне походитъ на молодую лягушку, но еще съ хвостомъ, не успѣвшимъ вполне рассосаться. У такой молодой лягушки лимфатическія сердца мы находимъ сидящими на боковой вѣтѣ хвоста, (отъ которой тянется вблизи сердецъ анастомозъ къ бедренной вѣтѣ), настолько близко другъ отъ друга, что они, соприкасаясь, какъ бы сливаются, образуя комокъ, окутанный соединительной тканью.

Разобраться въ этомъ комкѣ съ помощью лупы очень трудно; этому мѣшаетъ соединительная ткань, связывающая другъ съ другомъ микроскопическіе пузырьки, но по мѣрѣ роста лягушки лимфатическія сердца увеличиваются въ объемѣ, и становятся возможнымъ прослѣдить ихъ дальнѣйшую судьбу у взрослой лягушки.

Число
пузырьковъ,
составляю-
щихъ заднее
сердце.

При разсматриваніи мы увидимъ, что число этихъ пузырьковъ никогда не превышаетъ трехъ, уменьшается до 2-хъ, иногда до одного. Происходитъ это или отъ атрофіи и полного уничтоженія одного или двухъ сердець, какъ указываетъ Великій, или вслѣдствіе сліянія пузырьковъ, отчего вмѣсто четырехъ находимъ три, два и одинъ.

Признакомъ сліянія служатъ неполныя перегородки, находящіяся на внутренней поверхности сердець, а также неровная наружная поверхность и форма сердець.

Лимфатическія сердца взрослой лягушки.

Со времени открытія лимфатическихъ сердець Ranizza и Müller'омъ макроскопическая анатомія ихъ мало подвинулась впередъ, поэтому и анатомическія описанія почти у всѣхъ авторовъ (Müller, Ranizza, Stannius, Ecker, Milne Edwards, Nuhn, Vogt u. Jung Wiedersheim, Gegenbauer, Oehl, Стриккеръ, Овсянниковъ и Лавдовскій, Германъ) однообразны и настолько кратки, что не могутъ дать полного и яснаго представленія о лимфатическихъ сердцахъ лягушки.

Съ другой стороны значительно разработано ученіе о тончайшемъ строеніи сердець, благодаря работамъ Schiff'a, Waldeyer'a и Ranvier.

Подробно я остановлюсь на работѣ Ranvier, который не только тщательно изучилъ тончайшее строеніе лимфатическихъ сердець, но также обратилъ свое вниманіе на макроскопическое устройство и физиологическое отравленіе ихъ, давъ такимъ образомъ наиболѣе обширное и точное описаніе лимфатическихъ сердець. Я остановлюсь подробно потому, что свѣдѣнія о лимфатическихъ сердцахъ, данныя Ranvier, настолько цѣнны, что, изложивъ послѣднія и дополнивъ ихъ своими наблюденіями по морфологін сердець, я представлю болѣе полное ученіе объ анатомическомъ строеніи лимфатическихъ сердець.

Ranvier говоритъ, что въ корпѣ cadaго члена у батрахій существуетъ лимфатическое сердце или лимфатическій пузырекъ, собирающій лимфу, чтобы вводить ее въ кровеносную систему. Два заднія лимфатическія сердца расположены съ каждой стороны копчиковой кости; они занимаютъ трехугольное пространство, окруженное мускулами: *m. ileo-coscygeus*, *m. coscygofemoralis* и *m. vastus externus*. Это пространство закрыто сверху продолженіемъ апоневроза (*aponevrosis ileo-coscygea*); снизу оно сообщается съ вилцеральной полостью и на этомъ уровнѣ соответствуетъ подвздошнымъ сосудамъ и сѣдалищному нерву.

Сверху заднія лимфатическія сердца покрыты только апоневрозомъ и кожей, поэтому, особенно у лягушекъ (*R. fusca* и *Hyala arborea*), кожа которыхъ очень тонка, ясно видно ихъ біеніе въ указанной области, безъ нарушенія цѣлости животнаго.

Переднія лимфатическія сердца расположены подъ лопаткою, которою они совершенно покрыты, вслѣдствіе чего ихъ біенія не видно черезъ кожу. Чтобы ихъ найти и наблюдать ихъ біеніе, необходимо, обнаживъ лопатку, приподнять ея внутренній край, захвативъ его пинцетомъ, и очистить кость отъ прикрѣпляющихся къ ней мышцъ. Послѣ этого можно видѣть лимфатическое сердце: оно лежитъ надъ поперечнымъ отросткомъ третьяго позвонка и простирается почти до поперечнаго отростка 4-го позвонка; снаружи оно защищено хрящевой аркою, которой оканчивается поперечный отростокъ 3-го позвонка.

Для разсмотрѣнія сердца его нужно налить желатиновою массою и, по охлажденіи ея, отдѣлить сердце съ помощью тонкихъ ножницъ отъ окружающихъ частей, съ которыми оно соединено соединительно тканними связками, многочисленными и устойчивыми.

Когда сердце совершенно отдѣлено, что достигается при большомъ терпѣніи и извѣстномъ навыкѣ, можно точнымъ образомъ изслѣдовать какъ размѣръ его, такъ и внѣшнюю форму.

У батрахій переднее лимфатическое сердце имѣетъ форму правильно - яйцеобразную; впереди отъ него отходитъ венозная вѣтвь, относительно значительнаго діаметра, которая образуетъ для сердца какъ бы удлиненную шейку.

Заднія лимфатическія сердца имѣютъ неправильно - поліэдрическую форму, напоминающую собою бобы. Они сплюснуты сбоку и ихъ большій діаметръ проходитъ сверху внизъ и спереди назадъ.

Раздѣливъ нузырекъ на двѣ части, изучаютъ его внутреннее устройство.

Вообще, полость переднихъ лимфатическихъ сердець проста и правильна, а полость заднихъ, напротивъ, раздѣлена неполными перегородками, болѣе или менѣе значительными, болѣе или менѣе многочисленными, ограничивающими камеры, форма и размѣръ которыхъ различны. Эти различія во внутреннемъ строеніи заднихъ лимфатическихъ сердець, по сравненію съ передними, поразительны и, чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно разсмотрѣть одновременно два соотвѣтствующія сердца у одного и того же животнаго.

Если теперь съ помощью тонкихъ и острыхъ ножницъ приподнять обрывки стѣнки лимфатическихъ сердець, пропитанныхъ азотнокислымъ серебромъ, и разсмотрѣть ихъ, при увеличеніи отъ 150 — 300 разъ, въ водѣ или глицеринѣ, то увидимъ на внутренней поверхности этихъ сердець существованіе характернаго лимфатическаго эндотелія.

Клѣтки, составляющія его, имѣютъ извилистыя края и своими зубцами далеко заходятъ одна въ другую.

Подъ эндотеліемъ замѣчаютъ сѣтку изъ поперечно - полосатыхъ мускульныхъ волоконъ, перекладины которыхъ образуютъ неглубокія ячейки.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ существуютъ отверстія простыя или перегороденныя, на краяхъ которыхъ заворачивается эндотелій для того, чтобы продолжаться въ каналы, которые косо пробуравливаютъ стѣнки лимфатическаго сердца. Это и есть тѣ отверстія, черезъ которыя проходитъ лимфа и которыя мы назовемъ лимфатическими порами.

Венозныя отверстія снабжены двумя полулунными клапанами, устроенными такимъ

образомъ, что они мѣшаютъ возврату лимфы и притоку крови въ полости лимфатическихъ сердецъ. Эти клапаны, существованіе которыхъ выяснено Веберомъ у *python'a*, находятся также и у лягушки и ихъ легко изучить при увеличеніи отъ 50 — 100 разъ, разсматривая препараты, инъецированныя желатиной съ *argent. nitricum*.

Эти клапаны совершенно закрываютъ во время діастолы лимфатическаго сердца отверстіе относящей вены, что можно распознать у живого животнаго по отсутствію крови въ полости этихъ сердецъ, а также при инъецированіи кровеносной системы желатиновою массою.

Дѣйствительно, послѣ полной инъекціи кровеносныхъ сосудовъ лягушки, наполненная выносящая вена оканчивается на уровнѣ лимфатическаго сердца двумя утолщеніями, соотвѣтствующими двумъ полулуннымъ клапанамъ.

При инъекціи лимфатическихъ мѣшковъ наливаются лимфатическія сердца, изъ которыхъ масса проникаетъ въ ихъ выносящія вены, расширяетъ ихъ и распространяется по всей венозной системѣ.

Мышечные пучки лимфатическихъ сердецъ лягушки различнаго размѣра; они соединяются анастомозами, какъ и мышечныя волокна кровеноснаго сердца. Но разсмотрѣть эти анастомозы плохо удается.

Въ то время, какъ у лягушки кровеносное сердце лишено питательныхъ сосудовъ, лимфатическія сердца ея обладаютъ сѣтью волосныхъ кровеносныхъ сосудовъ. Чтобы разсмотрѣть эту сѣть въ подробностяхъ, необходимо наполнить ее окрашеною желатиновою массою; достигается это посредствомъ общей инъекціи кровеносной системы.

Спеціальная функція лимфатическихъ сердецъ нести лимфу въ движущійся кровеносный потокъ. Лимфатическія сердца расположены въ области соединенія большого количества апоневротическихъ листковъ, которые ихъ фиксируютъ и растягиваютъ послѣ того, какъ мышечныя волокна, входящія въ составъ ихъ стѣнокъ, совершивъ систолу, перестаютъ сокращаться. Такимъ образомъ діастола сердецъ пассивна и происходитъ вслѣдствіе эластичности соединительныхъ волоконъ, которыя связываютъ лимфатическія сердца съ сосѣдними частями. Во время расширенія, лимфа проникаетъ въ полость лимфатическихъ сердецъ подобно тому, какъ воздухъ проникаетъ въ раздувательный мѣхъ; лимфа вводится туда черезъ многочисленныя отверстія, испещряющія ихъ стѣнки; отверстія эти извѣстны подъ именемъ лимфатическихъ поръ.

Въ моментъ сжиманія мышечныя волокна, образующія стѣнку лимфатическаго сердца, сокращаются и уменьшаютъ полость этого органа; сжимаясь, эти волокна вполнѣ закрываютъ просвѣтъ лимфатическихъ поръ; полулунные клапаны, занимающіе отверстіе выносящей вены, открываются, и лимфа выбрасывается въ венозную систему. Итакъ, лимфа вводится въ лимфатическія сердца аспираціей и выводится пропульсаціей.

Изъ приведенныхъ выдержекъ видно, что *Ranvier* даетъ представленіе о функціи и гистологическомъ строеніи лимфатическихъ сердецъ, но мало прибавляетъ къ ихъ макроскопической анатоміи, отчего опъ, пайдя неправильно поліэдрическую форму заднихъ сердецъ

и полость ихъ, раздѣленную перегородками на отдѣльныя камеры, только сравниваетъ ихъ строеніе съ передними, выражаетъ свое удивленіе, не давая этому явленію никакого объясненія. Между тѣмъ, какъ мы видѣли изъ наблюдений Великаго, а также ниже увидимъ и изъ моихъ, заднія сердца состоятъ не изъ одного, а нѣсколькихъ скученныхъ пузырьковъ, разсмотрѣть которые въ отдѣльности Ranvier не удалось, и онъ принялъ эти скученные пузырьки за одинъ неправильной формы, раздѣленный перегородками, что и ввело его въ сомнѣніе.

Въ виду того, что одни изъ моихъ наблюдений совпадаютъ съ наблюдениями Ranvier и Великаго, другія противорѣчатъ имъ, а нѣкоторыя не встрѣчаются у названныхъ авторовъ, я постараюсь изложить подробно результаты своихъ наблюдений.

Ислѣдовалъ я взрослыхъ лягушекъ, водящихся въ мѣстныхъ рѣкахъ, грубо анатомическимъ способомъ.

Заднія лимфатическія сердца помѣщаются въ трехугольномъ углубленіи, указанномъ Ranvier, и состоятъ большею частію изъ двухъ пузырьковъ, рѣже изъ трехъ и наиболѣе рѣдко изъ одного пузырька. У одной и той же особи мы найдемъ иногда на одной сторонѣ заднее сердце, состоящее изъ одного пузырька, а на другой сторонѣ изъ трехъ, или на одной сторонѣ изъ двухъ, а на другой изъ трехъ. Случается, что заднія сердца обѣихъ сторонъ, т. е. правой и лѣвой, бываютъ подобны, но большею частію различны.

Число
пузырьковъ,
составляю-
щихъ заднее
сердце взро-
слый
лягушки.

Теперь постараюсь разъяснить причины неравнаго количества пузырьковъ, составляющихъ лимфатическое сердце. Изъ предыдущей главы мы знаемъ, что на хвостѣ у головастика имѣется четыре лимфатическихъ пузырька, которые, при превращеніи головастика въ лягушку, продолжаютъ свое существованіе, съ нѣкоторыми измѣненіями.

Измѣненія эти состоятъ въ слѣдующемъ — при превращеніи головастика въ лягушку лимфатическіе пузырьки могутъ сливаться и число ихъ уменьшается до трехъ, въ чемъ можно легко убѣдиться, находя заднія сердца взрослой лягушки, состоящія изъ двухъ пузырьковъ правильной формы и третьяго, представляющаго неполное сліяніе двухъ другихъ.

Если заднее сердце лягушки состоитъ изъ двухъ пузырьковъ, то такая форма происходитъ, по моему мнѣнію, путемъ сліянія или черезъ атрофію двухъ сердецъ, на что указывалъ Великій. Въ томъ случаѣ, когда сердце состоитъ изъ одного пузырька, въ образованіи этой формы играютъ повидимому роль обѣ причины — и атрофія и сліяніе. Значительная величина такого сердца, неправильная форма и находящіяся внутри небольшія перегородки указываютъ на происхожденіе такого пузырька изъ нѣсколькихъ.

Наполнивъ инъекціонной массой вену, относящую лимфу въ бедряную вену, я нашелъ, что она имѣетъ столько вѣтвей, сколько пузырьковъ входитъ въ составъ задняго сердца, т. е. при двухъ пузырькахъ — два венозные корешка, при трехъ — три, а не два, какъ утверждаетъ Великій, говоря, что одинъ изъ трехъ пузырьковъ остается не соединеннымъ съ веной и поэтому не функціонируетъ; по моимъ наблюденьямъ всѣ три функціонируютъ.

Венозные корешки, отходящіе отъ пузырьковъ, будучи наполнены инъекціонной массой, имѣютъ у самыхъ пузырьковъ вздутія, характерныя для полулунныхъ клапановъ (см. рис. 2). Вскрывъ пузырекъ и наблюдая черезъ его полость въ лупу выходящее отверстіе, можно

Клапанъ
и отверстіе
лимфатиче-
скаго пу-
зырька.

убѣдиться въ существованіи двухъ полулунныхъ клапановъ (см. рис. 4), что доказывалъ Ranvier. Великій отрицаетъ это, утверждая, что роль клапановъ играетъ часть стѣнки лимфатическаго сердца, лишенная мышць и выпяченная въ видѣ конуса въ просвѣтъ вены. На верхушкѣ конуса находится отверстіе, допускающее токъ лимфы въ вену, но не обратно.

Относительно входныхъ отверстій, находящихся въ каждомъ пузырькѣ, я пришелъ къ слѣдующимъ выводамъ: каждый пузырекъ снабженъ двумя или тремя входными отверстіями, находящимися въ задней части пузырька, между утолщенными мышечными трабекулами и на поверхности, обращенной въ брюшную полость. Отверстія эти или щели настолько велики, что мнѣ постоянно удавалось проводить черезъ нихъ человѣческой волосъ; клапановъ у этихъ отверстій я не находилъ. Ranvier находилъ много отверстій и назвалъ ихъ лимфатическими порамп, пробуравливающими косо стѣнку пузырька, но не имѣющими клапановъ.

Великій, не упоминая о числѣ входныхъ отверстій, утверждаетъ существованіе при нихъ клапановъ, подобныхъ тѣмъ, какіе онъ наблюдалъ у выходныхъ отверстій въ вену.

Входныя отверстія открыты во время діастолы, когда мышечныя трабекулы удалены другъ отъ друга, но во время систолы, когда трабекулы соприкасаются другъ съ другомъ, они закрыты. Чтобы закончить съ анатомическимъ описаніемъ сердецъ, я скажу нѣсколько словъ о фасціяхъ, покрывающихъ пузырьки сверху и снизу и плотно соединенныхъ со стѣнками пузырьковъ на мѣстѣ соприкосновенія.

Фасція,
покрываю-
щія лимфа-
тическія
сердца.

Съ дорзальной поверхности пузырьки покрыты фасціей, натянутой надъ трехуголь-
нымъ пространствомъ, въ которомъ помѣщаются сердца. Въ этой фасціи находится нѣсколько
отверстіи, допускающихъ притокъ лимфы къ пузырькамъ изъ большого подкожнаго спинного
лимфатическаго мѣшка. Въ фасціи, покрывающей поверхность пузырьковъ, со стороны брюш-
ной полости также находится отверстіе, допускающее притокъ лимфы изъ большой забрюш-
ной цистерпы. Фасціи оставляютъ непокрытыми заднія части пузырьковъ, омываемыхъ
лимфой, притекающей изъ заднихъ конечностей. Изъ вышесказаннаго слѣдуетъ, что фасціи
не мѣшаютъ притоку лимфы къ пузырькамъ.

Указанныя фасціи во время діастолы растягиваютъ пузырьки и такимъ образомъ
накачиваютъ лимфу въ полость сердца. Систолы же, говоритъ Германъ, происходятъ оттого,
что сердца, окруженные не непрерывнымъ, но сѣтеобразно распространяющимся слоемъ
поперечно полосатыхъ мышць, могутъ укорачиваться въ направленіи волоконъ, т. е. въ
каждомъ направленіи, и такимъ образомъ могутъ оказывать давленіе на содержимое.

Переднія лимфатическія сердца.

Къ описанію переднихъ сердецъ Ranvier я прибавлю слѣдующее: передняя часть
лимфатическаго сердца прикрѣплена къ поперечному отростку 3-го позвонка: большая
задняя часть лежитъ въ промежуткѣ между поперечными отростками 3-го и 4-го позвонковъ
и обращена своею вентральной поверхностью къ брюшной полости.

Вентральная и дорзальная поверхности сердца покрыты фасціями, которыя плотно прикрѣпляются къ стѣнкамъ пузыря и къ окружающимъ частямъ и задерживаютъ пузырь въ растянутомъ состояніи подобно тому, какъ это описано для задняго сердца.

Фасція, покрывая вентральную поверхность сердца, оставляетъ непокрытой часть стѣпки, лежащей у внутренняго конца поперечнаго отростка третьяго позвонка. Въ этой непокрытой части сердца всегда находятся одно или два отверстія, свободно пропускающія человѣческой волосъ. Такія же входныя отверстія находятся на боковой и задней поверхностяхъ, также не покрытыхъ фасціей и доступныхъ для притока лимфы (см. рис. 3 и 4). Къ переднему сердцу лимфа течетъ изъ большой лимфатической полости, лежащей подъ лопаткой; полость эта получаетъ лимфу со всѣхъ лимфатическихъ мѣшковъ, въ чемъ легко убѣдиться, введя въ любой лимфатическій мѣшокъ живой лягушки жидкую тушь. Черезъ короткій промежутокъ времени (отъ 5 — 15 минутъ), приподнявъ внутренній край лопатки, можно убѣдиться, что тушь наполнила лимфатическую полость, откуда и поступаетъ уже въ лимфатическое сердце; такимъ же путемъ поступаетъ въ сердце и лимфа.

Интересенъ тотъ фактъ, что тушь, введенная въ заднюю конечность лягушки, очень скоро достигаетъ передняго сердца; тогда какъ тушь, введенная въ переднюю конечность и переднюю часть туловища не достигаетъ задняго сердца.

Объемъ передняго сердца больше задняго, отчего и анатомическое устройство его болѣе доступно для изученія; такъ, напримѣръ, на переднемъ сердцѣ полулунные клапаны на выходномъ отверстіи, а также и выходныя отверстія легче наблюдать, чѣмъ на заднемъ.

Методъ изслѣдованія лимфатическихъ сердець.

Чтобы налить вены, выходящія изъ сердца и относящія лимфу въ общій венозный потокъ, требуется нѣкоторая опытность въ виду того, что на мѣстѣ впаденія ихъ въ крупные венозные стволы находятся клапаны. Такъ на венѣ, относящей лимфу изъ передняго сердца и впадающей въ яремную вену, полулунные клапаны находятся при ея впаденіи въ послѣднюю; то же самое наблюдается на мѣстѣ впаденія въ бедренную вену венознаго стволика, относящаго лимфу изъ заднихъ сердець въ бедренную вену.

Относящія вены обыкновенно не наливаются при общей инъекціи венозной системы (хотя Ranvier утверждаетъ обратное); вслѣдствіе незначительнаго калибра этихъ сосудовъ инъецировать непосредственно ихъ почти невозможно, такъ какъ трудно ввести въ ихъ просвѣтъ канюлю, а поэтому я инъецировалъ отдѣльно бедренную и яремную вены, откуда масса прокикаетъ въ эти венозные стволы. Инъекцію я производилъ слѣдующимъ образомъ: перевязавъ яремную и бедренную вены выше впаденія въ нихъ венозныхъ стволиковъ, приносящихъ лимфу изъ лимфатическихъ сердець, я нагнеталъ шприцемъ желатинную массу¹⁾

1) Желатиновая масса приготовлялась слѣдующимъ образомъ: 4 листка бѣлой желатины распускались въ стаканѣ горячей воды и прибавлялось жидкой акварельной краски, и масса готова.

въ бедреную и яремную вены и настолько растянул ихъ стѣнки, что полулунные клапаны, находящіеся на мѣстѣ впаденія боковыхъ ствоиковъ, становились недостаточными и масса наполняла вены, выходящія изъ лимфатическихъ сердець.

Болѣе трудна препаровка сердець, въ особенности заднихъ. Чтобы освободить сердца отъ окружающихъ тканей и представить ихъ въ видѣ свободныхъ пузырьковъ, требуется большой навыкъ и осторожность, потому что пузырьки весьма незначительной величины и покрыты плотной фасціей, сращенной съ ними довольно крѣпко.

Препаровка оказывается болѣе удачной, когда ее совершаютъ при хорошемъ освѣщеніи подъ луной, когда объектъ изслѣдованія находится подъ водою. Задача еще болѣе облегчается, если изслѣдуютъ отдѣленную часть лягушки, при чемъ эту часть растягиваютъ, прикалывая ее булавками, напримѣръ, къ воску.

При моихъ изслѣдованіяхъ заднихъ сердець обыкновенно я отсѣкалъ ножницами копецъ кончиковой кости вмѣстѣ съ треугольными пространствами, въ которыхъ находятся заднія лимфатическія сердца, и, растянувъ подъ водою, при помощи булавокъ, расщипывалъ пинцетомъ и иглою соединительную ткань, при чемъ постепенно освобождались стѣнки пузырьковъ и относящія лимфу венозные ствоики, съ характерными вздутіями на мѣстѣ полулунныхъ клапановъ, у самаго сердца. При изслѣдованіи передняго сердца я поступалъ такимъ образомъ: приподнявъ и удаливъ вмѣстѣ съ мышцами внутренней или задней край лопатки, я находилъ сердце, покрытое фасціей, затѣмъ отсѣкалъ поперечный отростокъ третьяго позвонка, на которомъ помѣщается сердце, послѣ чего кусокъ поперечнаго отростка вмѣстѣ съ сердцемъ помѣщалъ, какъ сказано выше, подъ водою и находилъ легко, на непокрытыхъ фасціей мѣстахъ, входныя отверстія.

Подсерозные лимфатическіе сосуды желудка лягушки.

Профессору Langer'у въ 1866 году удалось налить лимфатическіе сосуды тонкихъ и толстыхъ кишекъ лягушки, нагнетая въ брюшинный мѣшокъ растворимыя и нерастворимыя въ водѣ красящія вещества, но не удалось налить лимфатическихъ сосудовъ желудка, хотя онъ и стремился къ этому, производя паренхиматозную инъекцію въ толщу стѣнки желудка; попытки эти были неудачны, и масса наполняла только вены. Послѣ Langer'a въ этомъ направленіи не было сдѣлано ни одной работы, и можно думать, что сосуды желудка досихъ поръ не обследованы.

Я занялся изслѣдованіемъ лимфатическихъ сосудовъ желудка лягушки, употребляя слѣдующіе приемы: вводя осторожно иглу подъ серозную оболочку желудка, я дѣлалъ, обыкновеннымъ для подкожной инъекціи шприцемъ, паренхиматозныя вырыскиванія жидкой туши. Лимфатическіе сосуды наливались подъ сильнымъ давленіемъ, но только въ томъ случаѣ, когда кровеносные сосуды не были повреждены иглой; при поврежденіи же ихъ,

тушь, не проникая въ лимфатическіе сосуды, легко наполняла кровеносные, и инъекція лимфатическихъ сосудовъ не удавалась.

Поступая вышеуказаннымъ способомъ, мнѣ удалось налить подсерозные лимфатическіе сосуды желудка лягушки, изъ которыхъ одни впадали въ лимфатическій мѣшокъ, окружающій пищеводъ, а другіе — въ отростокъ забрюшиннаго лимфатическаго мѣшка, служащаго футляромъ для кровеносныхъ сосудовъ, идущихъ къ желудку (см. рис. 5 (d. e.)).

Доказательствомъ того, что лимфатическіе сосуды налитые мною принадлежатъ только серозной и подсерозной ткани желудка, служатъ микрофотографическіе снимки этихъ сосудовъ съ препаратовъ, приготовленныхъ слѣдующимъ образомъ: отдѣливъ отъ мышечной ткани серозную оболочку, просвѣтливъ ее въ глицеринѣ, я приготавливалъ изъ нея микроскопическій препаратъ, который и фотографировалъ. Изслѣдуя такіе препараты подъ микроскопомъ, можно убѣдиться въ томъ, что налитые сосуды дѣйствительно лимфатическіе, по слѣдующимъ признакамъ: 1) на препаратахъ кромѣ лимфатической сѣти весьма часто можно видѣть венозные стволы, наполненные кровью, и просвѣты артеріальныхъ стволковъ, съ прилежащими къ его стѣнкамъ двумя лимфатическими сосудами на подобіе 2-хъ венъ, сопровождающихъ артеріи у человѣка (см. фот. сн. 2); 2) еще яснѣе можно доказать это на препаратахъ, на которыхъ кровеносные сосуды налиты желатиновой массой, а лимфатическіе тушью, и 3) при инъекціи лимфатическихъ сосудовъ 2% растворомъ азотнокислаго серебра, когда ясно видно, что стѣнки этихъ сосудовъ состоятъ изъ эндотелія, характернаго для лимфатическихъ сосудовъ.

Лимфатическіе сосуды, впадающіе въ мѣшокъ, окружающій пищеводъ, представляютъ большой интересъ въ томъ отношеніи, что у лягушки они являются наиболѣе обособленными отъ кровеносныхъ и поэтому наиболѣе самостоятельными и довольно значительными по своей величинѣ.

Расположеніе этихъ сосудовъ и сѣть, образуемая ими (см. фот. сн. рис. 7), значительно отличаются отъ лимфатическихъ сосудовъ, лежащихъ въ отдаленіи отъ мѣшка, окружающаго пищеводъ, и впадающихъ въ лимфатическіе футляры, окружающіе кровеносные сосуды желудка (См. фот. сн. рис. 8).

Сравнивая строеніе сѣти лимфатическихъ сосудовъ, впадающихъ въ лимфатическій мѣшокъ пищевода и удаленныхъ отъ него, мы замѣтимъ, что послѣдніе имѣютъ болѣе правильную форму и строго слѣдуютъ распредѣленію петель кровеносныхъ сосудовъ; одиночный лимфатическій капилляръ лежитъ рядомъ съ кровеноснымъ капилляромъ; петли, образуемая капилярами, имѣютъ форму прямоугольниковъ, продольный размѣръ которыхъ совпадаетъ съ продольнымъ размѣромъ желудка; капилляры сливаются въ болѣе крупныя стволы, которые въ числѣ двухъ сопровождають артеріальный стволъ, подобно двумъ венамъ у человѣка, и впадаютъ въ лимфатическій отростокъ забрюшиннаго мѣшка, который въ видѣ лимфатическаго футляра тянется до желудка, окружая кровеносные сосуды послѣдняго (См. рис. 5).

Расположеніе удаленныхъ подсерозныхъ сосудовъ и строеніе ихъ сѣти ничѣмъ не

отличается отъ сосудовъ, найденныхъ Langer'омъ на тонкихъ кишкахъ, что я выяснилъ паренхиматозной инъекціей лимфатическихъ сосудовъ тонкихъ кишекъ тушью.

Мѣшокъ
пищевода.

Въ заключеніе скажу нѣсколько словъ о лимфатическихъ мѣшкахъ, въ которые изливаются лимфатическіе сосуды кишечнаго канала (см. рис. 5, *a. b.*). Мѣшокъ, окружающій пищеводъ и входную часть желудка, имѣетъ весьма тонкія стѣнки, плотно прилежація къ пищеводу и входной части желудка, отчего при изслѣдованіи простымъ глазомъ, мѣшокъ не виденъ.

Наполнивъ мѣшокъ массою (для чего въ полость мѣшка вводятъ иглу черезъ стѣнку желудка), можно изучить его форму, мѣсто прикрѣпленія и объемъ, а также и убѣдиться, что онъ сообщается съ забрюшиннымъ мѣшкомъ при помощи лимфатическихъ футляровъ, окружающихъ артеріальныя вѣтви, идущія отъ чревной артеріи къ пищеводу.

Забрюшин-
ный мѣшокъ.

Забрюшинный мѣшокъ есть не что иное, какъ полость между двумя расходящимися листками корня брыжейки. Полость эта тянется вдоль позвоночнаго столба и заключаетъ въ себѣ на всемъ протяженіи аорту съ ея вѣтвями, идущими къ брюшнымъ органамъ. Въ нормальномъ состояніи стѣнки этого мѣшка — листки брюшины — плотно соприкасаются между собою и съ позвоночнымъ столбомъ, поэтому полость, въ буквальномъ значеніи этого слова, нѣтъ.

Лимфа течетъ по тѣмъ углубленіямъ, которыя остаются въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, при соприкосновеніи листовъ брюшины. Наполнивъ этотъ мѣшокъ массою, можно изучить его границы, форму и его соотношеніе съ другими лимфатическими полостями.

Инъецируя забрюшинный мѣшокъ, можно видѣть, что его полость соприкасается съ прямой и двѣнадцатиперстной кишкой и далеко отстоитъ отъ тонкихъ кишокъ и желудка (см. рис. I, *a.*) Къ тонкой кишкѣ забрюшинный мѣшокъ посылаетъ отростки въ видѣ трубокъ, расходящихся лучами; число отростковъ соотвѣтствуетъ числу крупныхъ стволовъ кровеносныхъ сосудовъ, идущихъ къ тонкимъ кишкамъ, для которыхъ отростки забрюшиннаго мѣшка служатъ лимфатическими футлярами.

Кровеносные сосуды, подойдя къ тонкой кишкѣ, анастомозируютъ между собою, образуя аркады, лежація вдоль тонкой кишки; послѣднія также окружены лимфатическимъ футляромъ, который также тянется вдоль тонкой кишки; этотъ футляръ Langer назвалъ продольнымъ синусомъ.

Вышеуказанные отростки забрюшиннаго мѣшка впадаютъ въ продольный синусъ, въ который въ свою очередь впадаютъ лимфатическіе сосуды тонкихъ кишокъ.

Къ желудку забрюшинный мѣшокъ посылаетъ большой отростокъ, заключающій кровеносные сосуды желудка и сообщающійся съ лимфатическимъ мѣшкомъ, окружающимъ пищеводъ; на этомъ отросткѣ лежитъ поджелудочная железа. Забрюшинный мѣшокъ даетъ еще одинъ большой отростокъ, который тянется къ печени, содержа ея кровеносные сосуды.

Инъецируя забрюшинный мѣшокъ, можно видѣть, что мочеполовые органы и селезенка прикрѣплены къ листкамъ брюшины, которые при наполненіи мѣшка отодвигаются отъ стѣнки брюшной полости. Слѣдовательно, границы мѣшка лежатъ кнаружи отъ почекъ,

тамъ, гдѣ паріетальные листки брюшины срастаются съ брюшными мускулами, покрывая послѣдніе.

Съ помощью инъекціи можно убѣдиться, что изъ забрюшиннаго мѣшка масса проникаетъ только въ подлопаточную лимфатическую полость и отсюда къ переднимъ лимфатическимъ сердцамъ, не проникая въ другія сосѣднія лимфатическія полости, на границѣ которыхъ находится множество перемычекъ, играющихъ роль клапановъ.

Введя небольшое количество туши въ лимфатическій мѣшокъ пищевода, можно легко наблюдать постепенный переходъ ея по периваскулярному пространству въ большой забрюшинный мѣшокъ. Вслѣдствіе скорости теченія лимфы тушь довольно быстро исчезаетъ изъ пищеводнаго мѣшка и переносится лимфатическими сердцами въ кровеносную систему.

Подсерозные лимфатическіе сосуды пищеварительной трубки состоятъ изъ эндотелія и лежатъ рядомъ съ кровеносными сосудами, что указано выше. Подобное расположеніе приводитъ на мысль, что пульсація артеріальныхъ сосудовъ должна играть нѣкоторую роль въ движеніи лимфы, а именно: расширеніе артеріи выжимаетъ лимфу изъ лимфатическихъ сосудовъ въ мѣшки, а спаденіе — присасываетъ лимфу изъ тканей въ эти сосуды.

Лимфатическая система ящерицы (*lacerta viridis*).

Разсмотрѣвъ лимфатическую систему лягушки и ящерицы, мы найдемъ, что главное и существенное отличіе въ лимфатической системѣ этихъ животныхъ заключается въ томъ, что у ящерицы нѣтъ переднихъ лимфатическихъ сердецъ, вмѣсто которыхъ существуютъ *особые лимфатическіе шейные мѣшки*. Въ остальномъ лимфатическая система у этихъ представителей амфибіи и рептилій почти сходна. Лимфатическая система лягушки выше была подробно изложена, поэтому въ этой главѣ мы укажемъ, въ чемъ именно заключается отличіе лимфатической системы ящерицы.

У ящерицы, такъ же какъ и у лягушки, переходъ лимфы въ вены происходитъ въ четырехъ мѣстахъ. Лимфа задней части тѣла переходитъ въ хвостовыя вены, при помощи двухъ лимфатическихъ сердецъ, помѣщающихся въ углубленіи, образованномъ тазовыми костями съ каждой стороны тѣла. Лимфатическое сердце легко найти, такъ какъ оно покрыто только кожей и фасціей. Удаливъ складки кожи и фасціи на мѣстѣ сляпія хвоста съ задней конечностью, мы откроемъ три сухожилія мышць, прикрѣпляющихся къ тазовой кости. Эти сухожилія служатъ вѣрнымъ руководителемъ при отыскиваніи лимфатическихъ сердецъ (См. рис. 6). Лимфатическое сердце помѣщается подъ двумя задними, болѣе тонкими сухожиліями и сращено съ послѣдними, имѣющими значеніе для діастолы сердца такое же, какое имѣетъ у лягушки фасція, покрывающая сердца, а именно: во время систолы лимфатическій пузырекъ, сокращаясь, тянетъ за собою сухожиліе, которое въ силу упругости стремится принять свое прежнее положеніе, лишь только кончается систола, и въ свою очередь растягиваетъ стѣнки пузырька, образуя такимъ образомъ діастолу. Открывъ сухожилія,

мы найдемъ подъ ними углубленіе, наполненное прозрачною жидкостью. Среди этой прозрачной жидкости находится лимфатическое сердце, которое при обыкновенныхъ условіяхъ не видно.

При моихъ изслѣдованіяхъ, я наполнялъ его жидкой китайской тушью, что легко удавалось, дѣлая паренхиматозную инъекцію туши въ толщу хвоста и затѣмъ массируя по направленію къ туловищу. Инъецированное сердце имѣетъ шарообразную форму; величина его — меньше булавоочной головкѣ; отъ его передней периферіи отходитъ довольно широкій выводной протокъ, впадающій въ хвостовую вену. Почти всегда удавалось прослѣдить лимфатическій сосудъ, идущій отъ задней периферіи до перваго хвостового позвонка, — сосудъ, приносящій лимфу къ сердцу. У лягушекъ подобнаго сосуда нѣтъ и лимфа течетъ черезъ поры, находящіяся въ стѣнкахъ сердца. Подобныхъ поръ въ стѣнкѣ лимфатическаго сердца ящерицы я не видѣлъ, между тѣмъ сердце лежитъ въ углубленіи, омываемомъ лимфой, подобно тому, какъ и у лягушекъ. Такимъ образомъ, мнѣ не удалось рѣшить вопроса: вливается ли лимфа въ сердце только черезъ приносящій лимфатическій сосудъ или, сверхъ того, въ стѣнкахъ его имѣются поры, прослѣдить которыя не удается.

Лимфатическая система брюшной полости ящерицы почти тождественна съ такою же системой лягушки, такъ какъ отлічіе заключается въ томъ, что у ящерицъ нѣтъ мѣшка, окружающаго пищеводъ. Послѣдній прилежитъ непосредственно къ большому забрюшинному мѣшку, подобно прямой кишкѣ. Лимфатическіе сосуды толстой кишки и пищевода впадаютъ непосредственно въ большой забрюшинный мѣшокъ, а лимфатическіе сосуды желудка и тонкихъ кишекъ въ периваскулярныя пространства — отростки забрюшиннаго мѣшка, окружающіе кровеносные сосуды, идущіе къ желудку и тонкимъ кишкамъ (см. рис. 6).

Забрюшинный мѣшокъ, окружая аорту, достигаетъ шеи и здѣсь расщепляется на два отростка, соответственно правой и лѣвой аортѣ. Шейные отростки забрюшиннаго мѣшка оканчиваются особыми расширеніями яйцевидной формы, которыя лежатъ впереди предсердій и кнутри отъ яремныхъ венъ, съ которыми они сообщаются. Эти яйцевидныя расширенія, которыя мы назовемъ шейными лимфатическими мѣшками, служатъ для передачи лимфы въ кровеносную систему, замѣняя собою переднія лимфатическія сердца. Эти шейные мѣшки сращены съ дорзальной стороны съ начальными аортами, а съ вентральной — съ шейными мышцами. Стѣнки ихъ не содержатъ мышечныхъ волоконъ, поэтому сокращаться или пульсировать онѣ не могутъ. Переходъ лимфы въ вены изъ этихъ мѣшковъ можно объяснить такимъ образомъ: лимфатическіе мѣшки сращены съ одной стороны съ начальными аортами, а съ другой — съ шейными мышцами — органами, постоянно измѣняющими свой объемъ, слѣдовательно, мѣшки также должны измѣнять свой объемъ, т. е. пассивно сжиматься и расширяться.

На мѣстѣ сообщенія мѣшковъ съ яремными венами находятся полулунные клапаны, допускающіе истеченіе лимфы въ кровь, но не обратно. Итакъ, движеніе лимфы происхо-

дять главнымъ образомъ въ зависимости отъ сокращенія шейныхъ мышцъ во время дыханія.

Препаровка шейныхъ мѣшковъ требуетъ навыка, ибо стѣнки ихъ тонки и мало замѣтны, благодаря прозрачному содержимому. Они легко наливаются желатиновой массой изъ большого забрюшиннаго мѣшка. Изслѣдованіе налитыхъ массой мѣшковъ не представляетъ затрудненій и тогда можно убѣдиться, что они сообщаются между собою при помощи мѣшка окружающаго щитовидную железу, а также сообщаются съ лимфатическими синусами, лежащими кнаружи отъ яремныхъ венъ и несущихъ лимфу головы.

Подводя итогъ нашей работѣ, можно сказать слѣдующее:

1) У головастика имѣются *десять* лимфатическихъ пузырьковъ — два переднихъ и восемь заднихъ.

2) У взрослыхъ лягушекъ заднія лимфатическія сердца состоятъ обыкновенно изъ *двухъ* или *трехъ* пузырьковъ.

3) У лягушекъ и ящерицъ стѣнки пищеварительнаго канала имѣютъ лимфатическіе капиллярные сосуды, состоящіе изъ эндотеліальныхъ трубокъ.

4) У лягушекъ истеченіе лимфы происходитъ исключительно благодаря работѣ лимфатическихъ сердецъ.

5) У ящерицъ переднія лимфатическія сердца замѣняются неп пульсирующими мѣшками, изъ которыхъ истеченіе лимфы происходитъ, какъ и у высшихъ животныхъ, благодаря побочнымъ причинамъ, и зависитъ главнымъ образомъ отъ сокращенія дыхательныхъ мышцъ и пульсаціи начальныхъ аортъ.

Заканчивая свою работу, считаю пріятнымъ для себя долгомъ принести мою искреннюю благодарность глубокоуважаемому профессору Алексѣю Константиновичу Бѣлоусову за предложенную тему, за его просвѣщенное руководство при ея выполненіи, а также за художественное исполненіе рисунковъ съ моихъ препаратовъ.

ЛИТЕРАТУРА.

- Вл. Велпкій. Дополненія къ изслѣдованіямъ лимфатическихъ сердецъ и сосудовъ нѣкоторыхъ представителей амфибій. Приложение къ LIX-му тому Записокъ Императорской Академіи Наукъ.
- Müller. Archiv f. Anatomie und Physiologie. 1834.
- Panniza. Sopra il sistema linfatica dei Rettili ricerche zootomiche. Pavia. 1833.
- Weber. Müller's Archiv. 1835.
- Stannius. Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. 1854.
- Ecker. Die Anatomie des Frosches. 1881.
- Milne Edwards. Leçons sur physiologie. 1859.
- Nuhn. Lehrbuch der vergleich. Anatomie. 1878.
- Leydig. Lehrbuch der Histologie.
- Fogt u. Jung. Pract. vergleich. Anatomie. Bd. II.
- Oehl. Archives Italiennes de Biologie. 1892.
- Лавдовскій и Овсянниковъ. Основанія микроскопической анатоміи. 1888.
- Германъ. Руководство къ физиологіи. 1887 г., т. 5, ч. II.
- Стриккеръ. Руководство къ учению о тканяхъ чел. и животн. 1873 г.
- Gegenbauer. Vergleich. Anatomie d. Wirbelth. 1901. Bd. II.
- Wiedersheim. Vergleich. Anatomie d. Wirbelth. 1902.
- Schiff. Zeitschr. f. rat. Med. IX. 1850.
- Waldeier. Zeitschrif. f. rat. Med. XXI. 1864.
- Ranvier. Technisches Lehrbuch der Histologie. 1877.
- Langer. Sitzungsberichte d. Wiener Akademie der Wissensch. T. 53. I Abth., T. 55. und T. 55.
-

ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВЪ.

Головастикъ, у котораго кожа снята съ боковой поверхности туловища и хвоста; видны пять лимфатическихъ сердецъ въ видѣ пузырьковъ. Переднее сердце — въ углу, образованномъ мышечнымъ слоемъ туловища и передней конечностью; четыре заднихъ пигментированныхъ — на хвостовой венѣ. Вблизи лимфатическихъ сердецъ проходитъ отъ головы къ хвосту задняя вѣтвь п. vagi. Рис. № 1.

Лимфатическія сердца взрослой лягушки: 1) переднее лѣвое, 2) заднія лѣвыя, 3) вены, со вздутіями на мѣстѣ полулунныхъ клапановъ, отводящія лимфу. Рис. № 2.

Сердца правой стороны покрыты фасціями

а) plexus brachialis, б) art. subclavia, в) перегородка между подкожными мѣшками — спиннымъ и бедра; лимфатическій каналъ между мышцами бедра, д) v. femoralis, е) почка. Рис. № 2.

Лѣвое переднее лимфатическое сердце лягушки, лежащее на поперечномъ отросткѣ третьяго позвонка, съ тремя входными отверстиями и веной, относящей лимфу. Рис. № 3.

Переднее лимфатическое сердце лягушки вскрытое; на выходномъ отверстіи въ вену видны два полулунныхъ клапана. Рис. № 4.

Лягушка: а) забрюшинный лимфатическій мѣшокъ съ его отростками, образующими лимфатическіе футляры (cc) для артерій, идущихъ къ желудку и кишкамъ; б) лимфатическій мѣшокъ, окружающій пищеводъ и прилегающій близлежащія подсерозные лимфатическіе сосуды (d) желудка; вторая часть лимфатическихъ сосудовъ (e) желудка сопровождаетъ артеріи двумя стволиками, впадающими въ лимфатическіе футляры; p) футляръ для воротной вены; x) почка, t) брюшная аорта видна въ отверстіи, сдѣланномъ въ забрюшинномъ мѣшкѣ. Рис. № 5.

Лимфатическая система ящерицы: 1) Лимфатическое сердце, лежащее въ углубленіи между двумя сухожиліями, прикрѣпляющимися къ тазовой кости. 2) Забрюшинный лимфатическій мѣшокъ съ его отростками, идущими къ тонкой кишкѣ и желудку въ видѣ лимфатическихъ футляровъ вокругъ кровеносныхъ сосудовъ. 3) Шейные лимфатическіе мѣшки, лежащіе на дугахъ первичныхъ аортъ впереди предсердія и кнутри отъ яремныхъ венъ. 4) Лимфатическій синусъ, вмѣщающій щитовидную железу. 5) Первичныя аорты. 6) яремная вена. 7) Пищеводъ. 8) Желудокъ. 9) Толстая кишка. Рис. № 6.

Микро-фотографическій снимокъ; ув. 60. Инъекція тушью. Подсерозные лимфатическіе сосуды желудка, впадающіе въ синусъ — окружающій пищеводъ; эти сосуды на рис. 5-мъ обозначены буквой d. Рис. № 7.

Рис. № 8. Микро-фотографическій снимокъ; ув. 60. Инъекція тушью. Подсерозная сѣть лимфатическихъ сосудовъ желудка лягушки вблизи его выхода. Продольный размѣръ петель соответствуетъ продольному размѣру желудка. Бѣлыя полосы — просвѣты артеріальныхъ стволиковъ. Черныя контуры этихъ полосъ — два лимфатическихъ сосуда прилежащихъ къ стѣнкамъ артеріи.

Рис. 2.



Рис. 1.

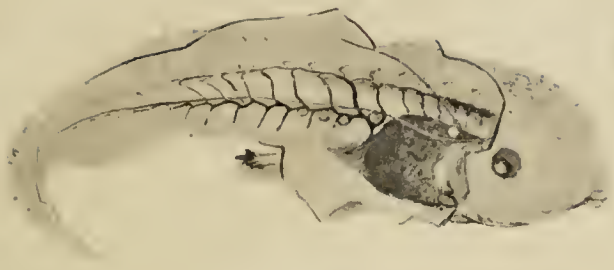


Рис. 3.



Рис. 5.



Рис. 4.



Рис. 6.

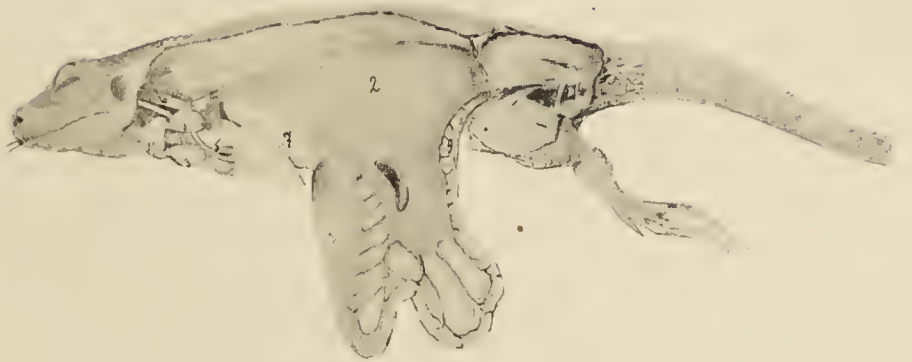


Рис. 7

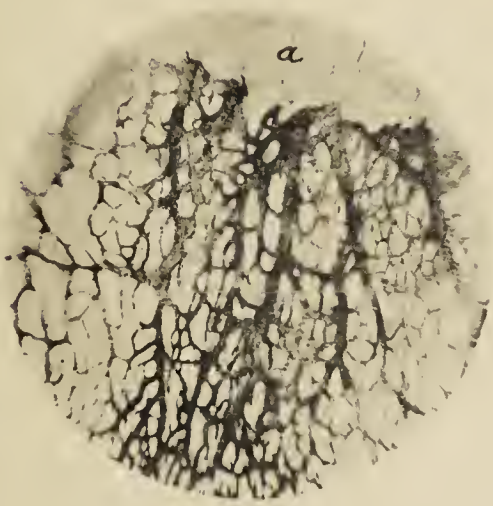


Рис. 8.







UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 032668649