

Проф. Н. А. РЫНИН

## ГРАФИКИ РАБОТЫ АЭРОЛИНИИ

Сборник лекций Инж. Ур. Каз. Седук  
иет А. Ф. Рудымака.

Винчен XCVIII.

1928.

# Графики работы аэролинии.

## 1. Назначение и классификация графиков.

Графики работы аэролинии имеют своей целью наглядно изобразить таковую в разных местах линии и в разное время дня, некоторого периода, сезона и т. п.

Предметом изображения на графике могут служить:

Время отправления и прибытия аппаратов (самолетов и дирижаблей) на базах, время стоянки их: на базах в ожидании полета, в ремонте, на складе; места скрещения линий и пересадки с одной линии на другую или с одного аппарата на другой; продолжительность лётной работы аппарата, мотора и команды и прочее. Независимо от своего демонстративного характера график позволяет также быстро решать ряд задач, например, по определению коммерческой скорости аппарата между конечными пунктами, наивыгоднейшего плана ремонта аппаратов и моторов, распределения лётной нагрузки команды и т. п.

Графики можно разделить на два главных класса: статистические и технические.

Статистические графики имеют назначением наглядно изобразить работу аэролинии с коммерческо-эксплуатационной стороны, т. е. показать, как и в какое время работала линия в отношении к количеству перевезенных грузов, пассажиров, почты, газет, сколько было полетов, пройденных километров, налетано часов, произошло катастроф и т. п. Способы построения и примеры таких графиков были приведены нами в нашей книге „Воздушные Сообщения. Общие вопросы и статистика“ (изд. Транспечать, Москва. 1926 г.). В настоящей же главе описываются технические графики. Последние можно разделить на две группы:

*a)* по способу изображения и *b)* по назначению. Каждая группа в свою очередь делится на разные виды, перечисленные в нижеследующей таблице I.

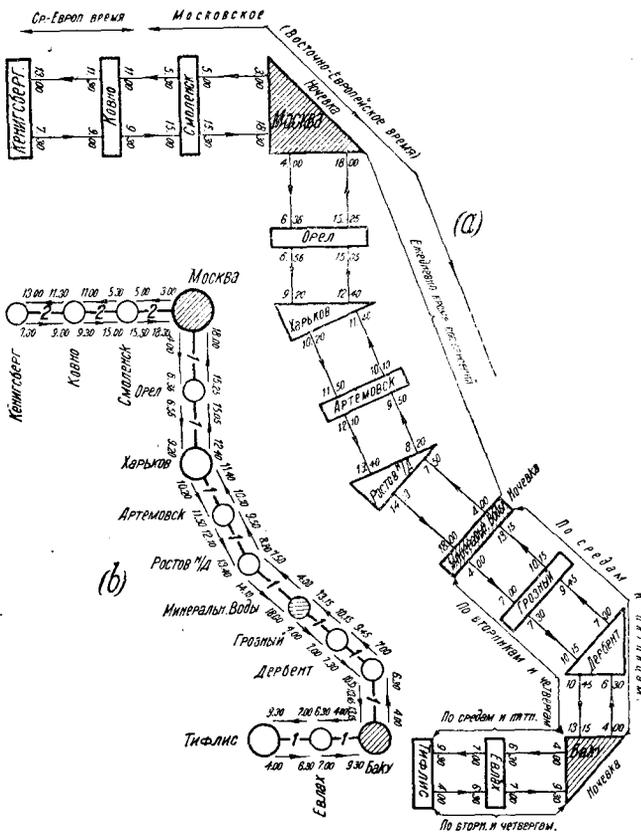
Плановые графики применяются, главным образом, для наглядного изображения движения по сети аэролиний или на данной воздушной станции и исполняются они обыкновенно не в масштабе.

ТАБЛИЦА I

Технические графики.

По способу изображения	Плановые графики	Координатные графики
По назначению	1. Графики движения по сети линий. 2. Графики движения в узловом пункте. 3. Графики движения и оборота аппаратов по сети линий.	1. Графики движения по линии. 2. Сравнительные графики движения разных видов транспорта. 3. Графики оборота аппаратов. 4. Графики работы аппаратов и моторов.

На черт. 1а изображен плановый график движения по сети воздушных линий СССР летом 1926. Каждый маршрут показан отдельной линией, обозначены времена отправления и прибытия. Базы, где предусмотрена ночевка пассажиров, заштрихованы. Из графика видно, где какое время принято: средне-европейское или московское (восточно-европейское), и, наконец, указано, где, по каким дням, происходят полеты.



Черт. 1.

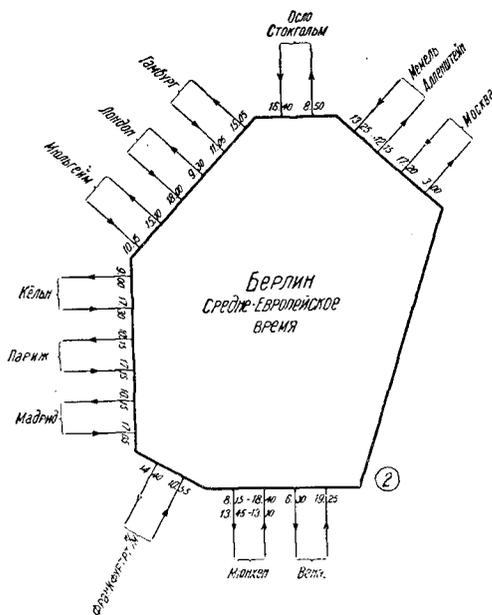
летом 1927 г. Показаны направления полетов и время прибытия

На черт. 1b тот же график изображен в другом виде. Здесь добавлена еще нумерация линий (1 — Москва — Тифлис и 2 — Москва — Кенисберг),

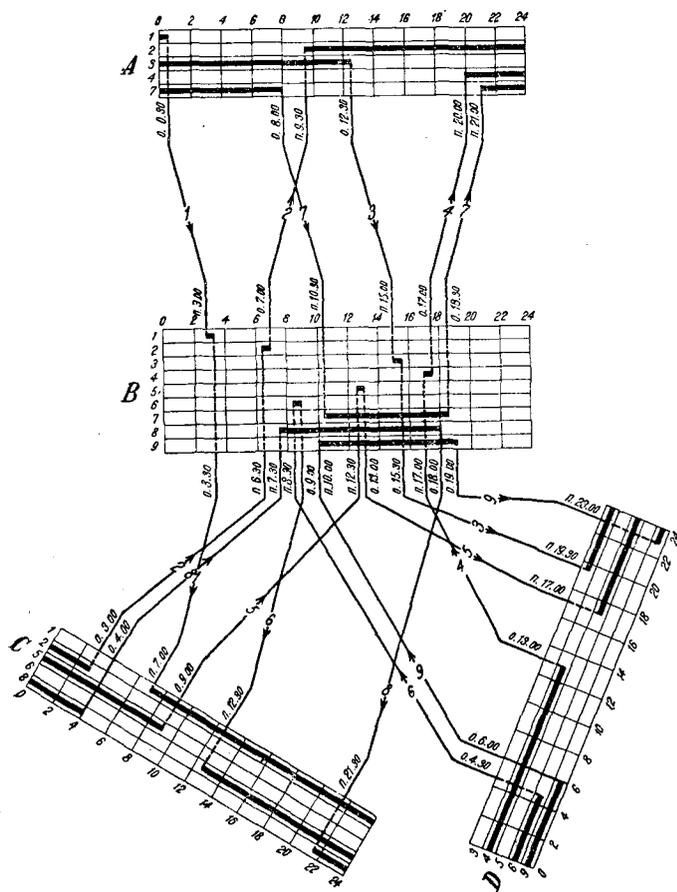
На черт. 2 показан пример планового графика воздушного порта в Темпельгофе (Берлин).

и отправления самолетов. Плановый график показывает, где и когда возможна посадка с одной линии на другую и сколько времени имеет пассажир в своем распоряжении для посадки.

На черт. 3 изображен еще один вид планового графика с введением координаты времени. График изображает движение между пунктами *A*, *B*, *C* и *D* и показывает оборот девяти самолетов, участвующих в движении за одни сутки.



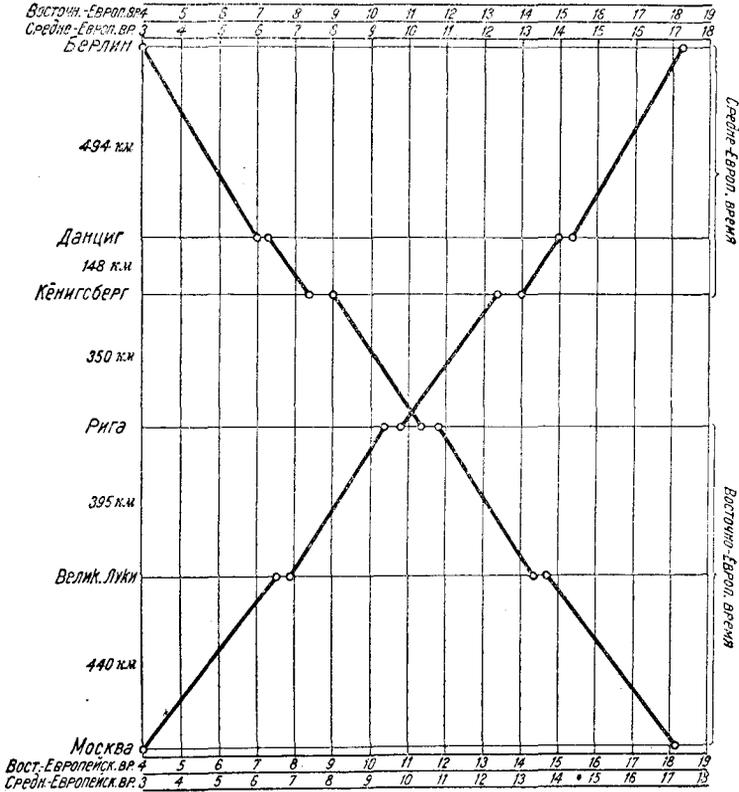
Черт. 2.



Черт. 3.

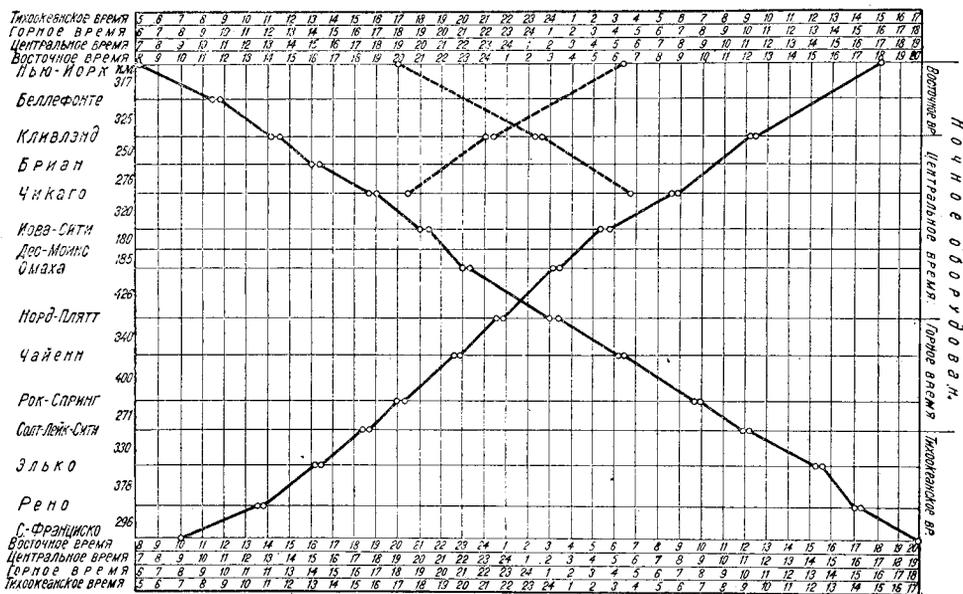
Самолеты №№ 1 и 2 транзитные между *A* и *C* через *B*.  
 „ №№ 3 „ 4 „ „ *A* „ *D* „ *B*  
 „ №№ 5 „ 6 „ „ *C* „ *D* „ *B*  
 „ № 7 местный между *A* „ *B*  
 „ № 8 „ „ *B* „ *C*  
 „ № 9 „ „ *B* „ *D*.

Координатный график обыкновенно составляется в прямоугольных координатах. По оси абсцисс откладывается время, а по

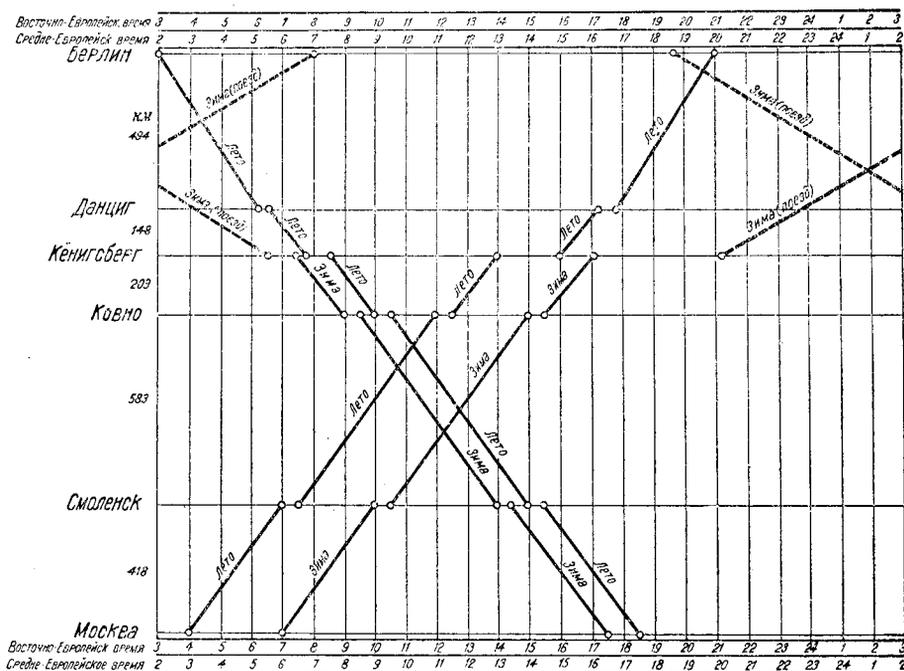


Черт. 4.

оси ординат—расстояние между базами. Такие графики применяются для изображения движения по отдельным линиям. На черт. 4 приведен график дневного движения по линии Дерулюфта, между Москвой и Берлином летом 1927 г. На черт. 5 показан такой же график полета почтовых самолетов в С.-А. С. Штатах на линии Нью-Йорк—С.-Франциско. Движение дневное и ночное. На черт. 6 изображен сравнительный график движения самолетов на линии Москва—Берлин летом (сплошные линии) 1926 г. и зимою 1926/27 г. (пунктир). Из графика видно, что летом самолет успевает покрыть весь маршрут

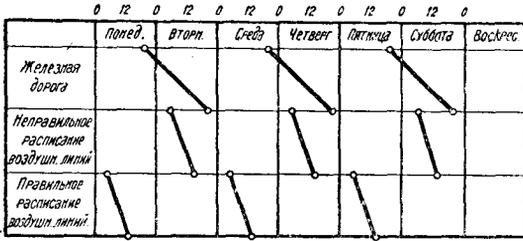


Черт. 5.



Черт. 6.

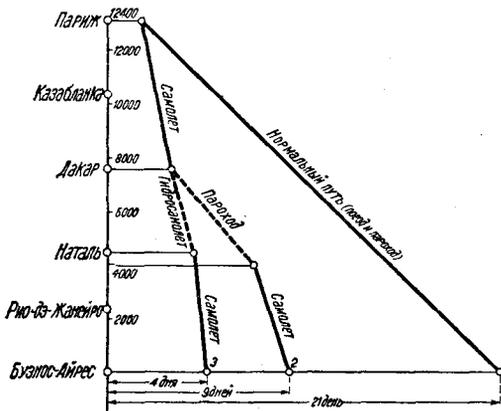
засветло, зимою же днем полеты происходят лишь между Москвою и Кенигсбергом, а от Кенигсберга до Берлина движение продолжается по железной дороге.



Черт. 7.



Черт. 8.

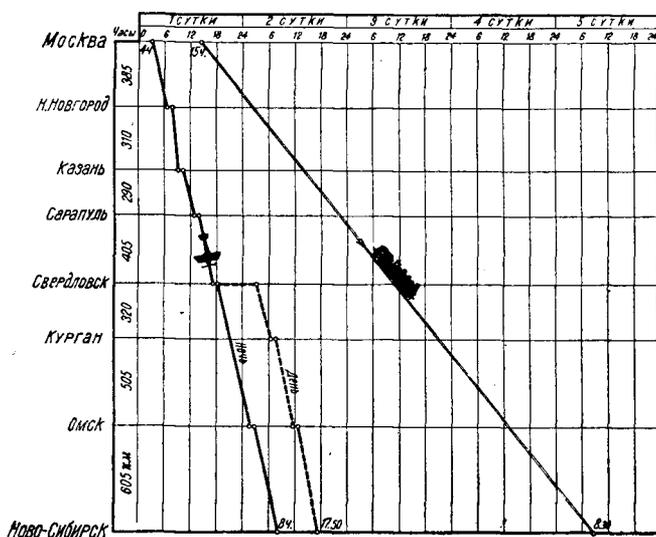


Черт. 9.

На черт. 7 изображен сравнительный график движения: железнодорожного и воздушного, при чем показано два варианта последнего: 1) совпадающего по дням с железнодорожным и потому не выгодного в смысле конкуренции и 2) не совпадающего — более выгодного. По этому графику — полеты происходят не ежедневно, а периодически — через день. На черт. 8 показан план сообщения Париж — Буэнос-Айрес, а на черт. 9 сравнительный график движения: морского, (1); существующего (2) комбинированного — самолет и пароход и предполагаемого (3) исключительно воздушного. Когда будет осуществлен 3-й график, что выигрыш во времени по сравнению с (1) будет более чем в 5 раз. Наконец, на черт. 10 показан сравнительный график проектируемого воздушного сообщения на самолетах с дневным или с дневным и ночным движением между Москвою и Ново-Сибирском и существующего сообщения по железной дороге.

На черт. 11 изображен график полетов из Европы к Индии, совершенных с 1924 г. по 1927 г. Из чертежа видно, что, начиная с 1924 г., коммерческая скорость изменяется от 28 км в час (полет Пеллетье Дуази) до 52 км/ч. (полет Шалля) и до 60 км/ч. (полет Кеппена в 1927 г. в то время как пароходы проходят то же расстояние со скоростью 20 км/ч. Однако, тот же график

показывает, что длина полета за день мало меняется (уклоны линий почти одинаковы); эти длины зависят от числа часов, в течение которых можно лететь днем, от отсутствия освещения аэролиний ночью и от физических свойств летного персонала. Дальнейшего прогресса можно ожидать при устройстве смены летчиков и механиков, улучшения аэродромов и устройства освещения аэролиний ночью. Тогда расстояние Париж—Барахи (около 6.200 км) можно будет покрыть в 3 дня, Париж—Сайгон (11.400 км) — в 6 дней и Париж—Батавия (в 13.200 км) — в 7 дней.



Черт. 10.

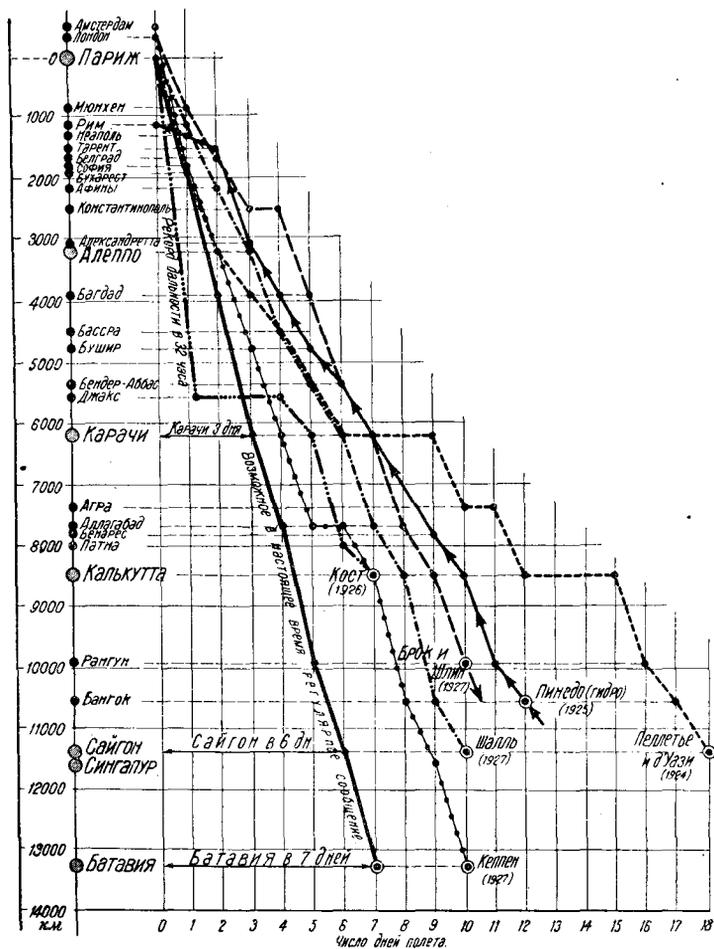
## 2. Графики движения самолетов.

В этом параграфе мы рассмотрим правила составления графиков движения гражданских самолетов.<sup>1</sup> В отношении дирижаблей следует сказать, что вообще графики движения для них составляются так же, как и для самолетов, некоторые же особенности их составления будут указаны позднее в § 4. Для составления графика движения необходимо иметь следующие данные:

- a) Расположение баз отправления, прибытия и промежуточных и расстояние между ними.
- b) Ходовую скорость полета между каждой из баз.
- c) Время отправления и прибытия.
- d) Продолжительность остановок на промежуточных базах.
- e) Нормы работы летного персонала.
- f) Счет времени.
- g) Начало и конец сумерек на каждой базе.

<sup>1</sup> О графиках полетов военных самолетов см. Вестник Возд. Флота 1928 г. № 4 стр. 14

График движения должен составляться так, чтобы самолет прибывал в назначенный пункт без опоздания против времени, указанного в расписании. Поэтому следует учитывать по возможности менее



Черт. 11.

благоприятные условия полета. Лучше пусть самолет прилетит раньше времени по расписанию, чем позже.

Рассмотрим последовательно упомянутые выше данные:

#### а. Базы.

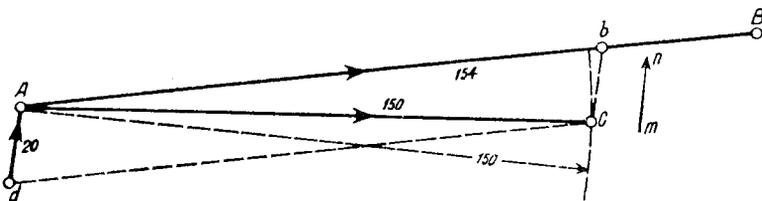
В проекте воздушного сообщения указываются базы: начальная, конечная и ряд промежуточных, где должны совершаться остановки, и даются расстояния между ними.

Заметим, что длина полета без спуска на воздушных линиях редко превышает 700 км и обычно равна 400—600 км. Вообще же

как длина полета без спуска, так и длина полета без посадки и смены аппарата определяются с одной стороны тяговыми расчетами и с другой—нормами работы летного персонала, о чем см. ниже.

### б. Ходовая скорость.

Так называется скорость полета между двумя остановочными базами. Эта скорость определяется как сторона параллелограмма, диагональю которой служит крейсерская скорость (минимум тяги) самолета, а другой стороной—скорость ветра. На черт. 12 показан пример определения ходовой скорости между базами *A* и *B*. Скорость ветра—20 км/ч. и направлена она по стрелке *mn*; крейсерская скорость самолета—150 км/ч.



Черт. 12.

Порядок построений: 1)  $Ad \parallel mn$  и  $= 20$  км/ч.; 2)  $dc \parallel AB$ ; 3) засекаем  $dc$  в точке  $c$  дугою круга радиуса  $Ac = 150$  км/ч. из точки  $A$ ; 4)  $cb \parallel dA$ . Отрезок  $Ab$  и определяет ходовую скорость (154 км/ч.).

При длинных (свыше 200 км) полетах без спуска временем, затрачиваемым на взлет и спуск, можно пренебречь. При коротких же перегонах эти местные потери следует принять во внимание. В среднем для самолета на разбег, взлет и круг над аэродромом можно принять 6 минут, а при спуске—4 минуты.<sup>1</sup> В среднем ходовые скорости самолетов колеблются от 110 до 160 км/ч.

### в. Время отправления и прибытия.

Время отправления, равно как и время прибытия аппарата, зависит от следующих причин.

1. Если полеты вдоль линии только дневные, то время отправления<sup>2</sup> и прибытия должно быть, когда еще достаточно светло, чтобы можно было безопасно производить взлет и спуск.

2. Если полеты могут быть и ночными, то в отношении взлета и спуска время может быть любым.

<sup>1</sup> Подробный расчет ходовой скорости см. в статье Н. А. Рынина „Сравнение продолжительности разных видов транспорта“, журнал „Воздухоплавание“ 1925 г. №№ 8, 9.

<sup>2</sup> Иногда допускается взлет ночью перед утром.

3. Для удобства пассажиров следует составлять расписание так, чтобы пассажир прибывал в пункт назначения утром до 10—12 часов, благодаря чему он не потеряет делового дня, отправление же следует делать после 4—5 ч. дня или рано утром в—3—5 ч. утра.

4. Прибытие в узловую пункт вечером следует допускать лишь в случае, если пассажиры пересаживаются и продолжают путь дальше по воздуху, земле или воде.

#### **d. Продолжительность остановок на промежуточных базах.**

Продолжительность остановки на промежуточной базе вызывается следующими причинами:

1. Потеря времени на спуск и взлет.
2. Пополнение самолета бензином и маслом.
3. Сдача и прием пакетов и грузов.
4. Высадка и посадка пассажиров.

Рассмотрим эти четыре причины по порядку.

1а. Потеря времени на спуск. Зависит от высоты полета. В среднем для аэроплана эта потеря равна около 4 мин.

1б. Потеря времени на взлет. Для аэроплана равна около 6 мин.

Итого потери по п. 1 равны около 10 мин.

2. Пополнение самолета горючим и маслом. При ручной накачке принимается в 1 мин. пополнение 5 кг бензина или масла. При накачке насосом в 1 мин.—13 кг, с учетом времени на доставку бочки к самолету, и 25 кг, если бочка стоит рядом с самолетом.

Например, при перегоне 600 км, при ходовой скорости 150 км/ч. при мощности мотора, соответствующей этой скорости, 400 HP, и при расходе горючего на силу в час 0,25 кг, самолет израсходует  $400 \cdot 0,25 \cdot \frac{600}{150} = 400$  кг, и на пополнение запаса на остановке при

насосной накачке потребуются  $\frac{400}{25} = 16$  мин.

3 и 4. Сдача и прием пакетов и грузов и высадка и посадка пассажиров требуют значительно меньше времени, чем по п. п. 1 и 2 и производятся в то же время, как и по п. п. 1 и 2, и потому добавочного времени не требуют.

В среднем, остановки на промежуточных пунктах требуют от 15 до 30 минут.

#### **e. Нормы работы летного персонала.**

Длина полета без спуска или длина полета на одном и том же аппарате с одной и той же командой зависит от нормы работы летного персонала.

Нормальной суточной работой летчика, бортмеханика или аэронавигатора называется такая, при которой к концу работы они не испыты-

вают чрезмерного перенапряжения сил и могут после отдыха снова с полными силами приняться на другой день за работу.

Нормы работы летного персонала зависят от следующих 9 причин

1. Приписана ли команда к определенному самолету и обратно или нет. Рекомендуется первое, т.-е. что бы команда имела свой аппарат, чем обеспечивается надежность работы.

2. Система самолета. Чем сложнее управление, тем скорее устает команда.

3. Нагрузка на ручку рулевого управления.

4. Характер полета (рекордный, ежедневный, испытательный, учебный, боевой).

5. Условия полета (погода, высота, ориентировка).

6. Время полета (днем или ночью, зимой или летом).

7. Земное оборудование (хорошие или плохие аэродромы, условия подхода к ним).

8. Условия жизни и работы команды (питание, жилье, одежда согревание и пр.).

9. Индивидуальные условия (здоровье, стаж, знание, сила и пр.).

В нижеследующей таблице II приведены нормы работы летчика при разных полетах.

ТАБЛИЦА II

## Нормы работы лётчика.

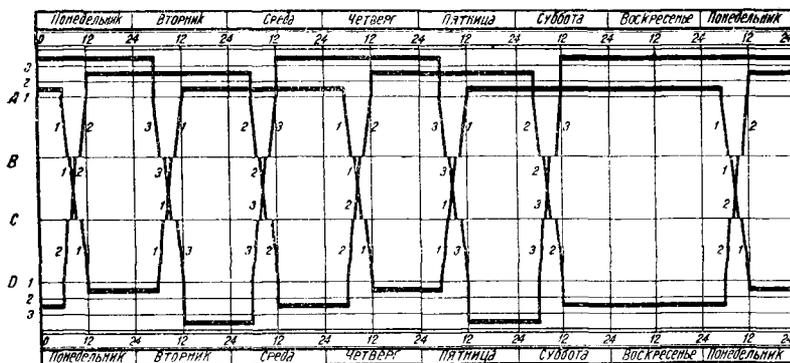
Полет	Ч А С Ы П О Л Е Т А				ЗИМА	В ГОД	Примечание		
	Л е т о								
	В сутки	В неделю	В месяц						
			При организации						
		Хорошей	Несовершенной						
Военно-учебный,	4 часа днем или 2½ днем и 1½ ночью.	10½ днем, 1½ ч. ночью Итого 12 ч.			Понижается на 20—30% в зависимости от климата	Обычно 120. Более активно 270. Предел официальный 300—839. Неофициальн. предел 1.000.	Военные нормы в С.-А.С.Шт.		
Боевой	4—6	18	50	35					
Воздушная почта.	4—5	12—25						800	Линия Нью-Йорк—С.-Франциско. 2 дня полетов. 1 день отдыха.
Воздушные гражданские линии.	8	25	100	60					

Если, например, в идеальных условиях климата и оборудования принять, что опытный летчик в месяц может налетать 100 часов, то при плохих температурных условиях, например на средне-азиатских линиях Добролета, это число можно понизить на 10%. При наличии плохих баз введем еще понижение на 5%. Если летчик не вполне тренированный, то число часов еще понижается на 15%. Если ему приходится периодически ночевать не в месте постоянного жительства, то число часов понижается еще на 5%.

В сумме число часов работы в месяц выразится в

$$0,90 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,95 \cdot 100 = \approx 70 \text{ час.}$$

В отношении чередования периодов работы и отдыха рекомендуются два приема:



Черт. 13.

1. При средней нагрузке команды в сутки (около 6 час.): два дня работы и 1 день отдыха.

2. При более сильной нагрузке (7—8 час.): 1 день работы и 1 день отдыха.

Летная жизнь военного летчика считается около 1.500 час (12—15 лет службы) с перерывами через 4—5 лет по году. Для гражданского летчика этого срока еще не установлено.

Справка: Гражданский летчик С.-А. С. Штатов М. Грагам с 17 апреля 1926 г. по 20 мая 1927 г. совершил на линии Западного Воздушного Экспресса 215 рейсовых полета, покрыв всего 2.064.000 км без аварии и вынужденных спусков.

На черт. 13 изображен график движения самолетов между базами А и D, соединенный с графиками оборота летчиков и самолетов, приписанных к летчикам. График составлен при условии работы летчика (и самолета) по 6 часов в день и с чередованием 2 дней работы и 1 дня отдыха, не считая воскресенья, когда движения нет. График показывает, что при ежедневных рейсах в оба конца

1973 12/64

для осуществления полетов необходимо 3 самолета и 3 летчика. В рассматриваемую неделю летная работа каждого летчика равна 24 час. Подобный график следует составить на каждый месяц работы линии.

**f. Счет времени.**

В целях установления однообразного счета времени в течение суток, обуславливающего на всем земном шаре одни и те же показания часов в минутах и секундах, принято международное условное разделение поверхности земли меридианами на 24 часовых пояса с однообразным средним времени в пределах каждого пояса и разностью времени в двух смежных поясах равной одному часу.<sup>1</sup> Начиная с пояса, заключающего в себе Гринвический меридиан, пояса эти обозначаются по направлению к востоку номерами от 0 до 23.

Вся территория СССР занимает пространство от границы между 1 и 2 поясами до границы между 12 и 13 поясами.

Границы поясов в СССР кое-где установлены не вполне по меридианам, а часто, по топографическим и местным условиям, искривляются. Они указываются в официальном указателе железнодорожных, паромных и других пассажирских сообщений.

Теоретические границы поясов совпадают со следующими меридианами (таблица III).

ТАБЛИЦА III

Границы поясов времени.

Пояса	Границы долготы от Гринвича	
	Западная	Восточная
2	Политическая граница с Европейскими государствами	37 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> ° восточной долготы
3	37 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
4	52 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
5	67 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
6	82 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	97 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
7	97 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	112 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
8	112 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	127 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
9	127 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	142 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
10	142 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	157 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
11	157 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	172 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
12	172 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	187 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> (до территориальн. вод).

<sup>1</sup> При таких условиях угол в долготе 360° соответствует 24 часам.

"	"	"	"	"	"	1°	"	4 минутам.
"	"	"	"	"	"	1'	"	4 секундам.
"	"	"	"	"	"	1"	"	$\frac{4}{60}$ секунды.

В Европе применяется следующий счет времени:

Средне-европейское время (*M. E. Z.*), соответствующее времени 15 меридиана на восток от Гринвича, т.-е. время 1 пояса: в Дании, Германии, Италии, Юго-Славии, Литве, Норвегии, Австрии, Польше, Швеции, Швейцарии, Чехословакии и Венгрии.

Западно-Европейское время (*W. E. Z.*), соответствующее времени Гринвичского меридиана, т.-е. время нулевого или 24 пояса (часы отстают на 1 час против средне-европейского времени): в Бельгии, Франции, Великобритании, Португалии и Испании, а также в оккупированной Западно-Германской области.

Восточно-европейское время (*O. E. Z.*), соответствующее времени 30 меридиана от Гринвича, т.-е. время 2 пояса (часы идут вперед на 1 час против средне-европейского времени): в Болгарии, Румынии, Турции, Египте, Финляндии, Эстонии, Латвии и в большей части Европейской СССР.

Местное время в Голландии (часы отстают на 40 минут против *M. E. Z.*).

Летнее время устанавливается на летний сезон в Бельгии, Франции и Великобритании и тогда *WEZ = MEZ*.

На железнодорожном транспорте в СССР для всей сети расписание в указателе дается во времени 2 пояса, т.-е. во времени, применяемом в Москве, Ленинграде, Харькове, Киеве, Одессе и всех прочих городах, лежащих между политической границей с западными государствами и границей между 2 и 3 поясами. Чтобы перевести время расписания поезда, данное в указателе, в местное поясное время, нужно ко времени, указанному в расписании (2 пояса, т.-е. Московскому) прибавить в 3 поясе—1 час., в 4-м—2 часа и т. д.

На речном транспорте в СССР расписание движения судов, не выходящих за пределы одного пояса, составляются во времени данного пояса. Расписания движения судов на местных и пригородных линиях, если они выходят из пределов одного пояса, составляются по поясному времени пункта пребывания агента госпароходства, коему данный участок подчинен в эксплуатационном отношении.

Расписание движения судов на транзитных линиях, выходящих за пределы одного пояса, составляются по местному времени того пункта, где имеет пребывание Правление или Управление Госпароходства. Часы на судах устанавливаются по времени расписания, а на пристанях—по местному поясному времени.

На морском транспорте в СССР расписание движения по срочным линиям Белого, Черного и Азовского морей, Финского залива, Балтийского моря—составляется по времени 2 пояса, для Каспийского моря—по времени 3 пояса.

Объявления в портах о времени прихода и отхода судов делаются по местному поясному времени, установленному для данного порта.

Часы на судах устанавливаются по расписанию, а на пристанях — по местному поясному времени.

В воздушном транспорте в разных странах время расписания указывается разное. Во Франции<sup>1</sup> оно указывается по западно-европейскому (W. E. Z.) времени, при чем в частных случаях приводится и местное время (например, для Туниса). В Германии<sup>2</sup> оно указывается по средне-европейскому времени (M. E. Z.) также с отметкой отступлений в частных случаях. В СССР в расписании движения по воздушным линиям, приведенном в официальном указателе вообще не указано, по какому счету оно производится, кроме линии Дерулюфта. Для последней на территории СССР указано московское время (2-й пояс), а от Ковно до Берлина — M. E. Z. На остальных линиях повидимому дано местное поясное время (Москва — Минеральные Воды — Тифлис и Средне-Азиатские). В С.-А. С. Штатах в отношении времени страна разделена на 4 пояса по 15° долготы (по 1 часу). Восточное время (E. T.) — 75° меридиана от берега Атлантического океана до меридиана, проходящего через Бунами-Детройт (79°): Центральное время (C. T.) — 90° меридиана — от линии, проходящей через Бисмарк (N. D.) до устья Рио-Гранде. Горное время (M. T.) — 105° меридиана до границ Айдахо, Ута и Аризонна и Западное (W. T.) или Тихоокеанское время — 120° меридиана — до берегов Тихого океана. Таким образом, когда в Нью-Йорке полдень (12 ч.), в Чикаго — 11 ч. у., в Денвере — 10 ч. у. и в С.-Франциско 9 ч. утра.

При составлении расписания воздушных линий в СССР можно было бы принять следующий счет времени.

1. При местном движении из какого-нибудь центра принять поясное время этого центра, например, Ташкента — для Средне-Азиатских линий, Москвы — для линий Европейской России, Урги — для линии Верхнеудинск — Урга и т. д.

2. При составлении расписания для национальных транзитных линий, значительно отступающих от меридионального направления и проходящих в нескольких поясах, принять поясное время столицы страны (Москвы для СССР), но по горизонтальным краям графика, кроме времени столицы, показывать еще строки с местным временем каждого пояса, как это, например, показано на черт. 5 и 17.

3. При составлении расписания международных линий по горизонтальным краям графика наносить несколько линий времени: одну — столицы места отправления, другую — столицы пункта прибытия и третью — по местному поясному времени (черт. 6).

4. При составлении расписания для линий с дневным и ночным движением определять время пунктов ночного движения более точно, имея в виду, что местное поясное время есть время среднего меридиана этого пояса.

<sup>1</sup> L'indicateur aérien.

<sup>2</sup> Reichs Luftkursbuch.

Время же на границах этого пояса отличается на  $\pm 30$  минут. Поэтому, для определения времени пункта пояса, не лежащего на среднем меридиане, следует вычислить разность долгот<sup>1</sup> пункта и среднего меридиана и выразить эту разность через соответствующее время. Например, для Владивостока (9-й пояс) долгота среднего меридиана пояса  $-135^\circ$ , долгота Владивостока  $-131^\circ 53' 46''$ . Разность:  $135^\circ - 131^\circ 53' 46'' = 3^\circ 6' 14'' = (3 \times 4)' + (6 \times 4)'' + (14 \times \frac{4}{60})'' = 12 \text{ мин. } 25 \text{ сек.}$ , т.-е. местное время во Владивостоке будет позади среднего поясного. Поэтому, если поясное время 9-го пояса равно, например, 12 часам, то местное время во Владивостоке будет 11 часов 47 мин. 35 сек.

### g. Начало и конец сумерек.

При построении графика с дневным и ночным движением и при разделении участков на дневные и ночные, со специальными дневными и ночными самолетами, следует определить время наступления вечерних и утренних сумерек для каждой базы линии и для некоторых сезонов (например, летнего, осеннего, зимнего и весеннего, или для летнего и зимнего), чтобы знать, на каких участках должно быть ночное оборудование и движение в оба направления, и где возможны посадки и взлеты еще засветло.

Различают сумерки гражданские и астрономические. Первые наступают утром, когда солнце еще до восхода находится на  $7^\circ$  ниже горизонта, и кончаются вечером, когда оно после захода опустится на  $7^\circ$  ниже горизонта. Во время гражданских сумерек в ясную погоду можно отчетливо видеть окружающие предметы. Продолжительность этих сумерек считается от положения солнца на горизонте до положения его на  $7^\circ$  ниже горизонта.

Астрономическими же сумерками называется промежуток времени от заката солнца до положения на  $17^\circ$  ниже горизонта (вечерние) или от такого же его положения ниже горизонта до восхода (утренние). К концу вечерних астрономических сумерек звездное небо видно вполне ясно. Для наших целей, т.-е. для определения времени, когда возможны еще посадка и взлет при дневном свете, важны гражданские сумерки, начало которых утром и конец вечером необходимо знать в каждой базе.

Время конца и начала сумерек зависит от широты места базы и времени года. Последнее влияет на склонение солнца.

<sup>1</sup> Долготы и широты разных городов можно определить или, приблизительно, по географическому атласу или, точно, по справочникам, например:

а) Ежегодник Русск. Астрономического О-ва.

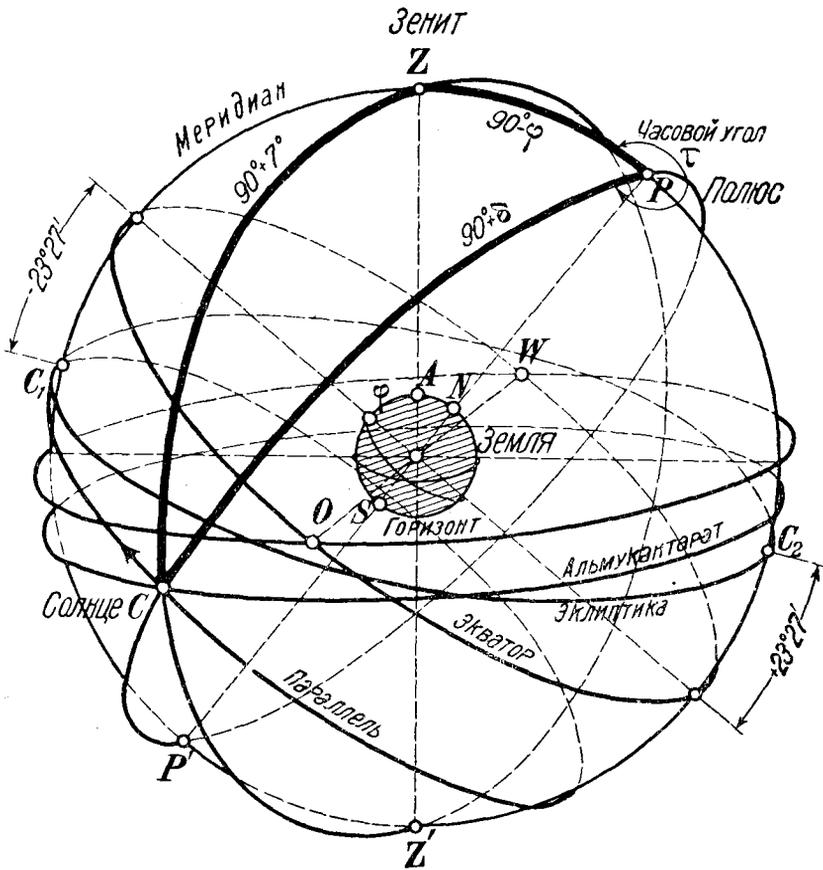
б) Каменьщиков, Н. „Сборник астрономических задач“, стр. 132.

в) Виткевич, В. „Курс аэронавигации“ ч. I, стр. 190.

д) Вегенер, А. „Воздушные сообщения“ ч. I. Аэронавигация, стр. 238.

Определим начало утренних гражданских сумерек для какой-нибудь базы на широте  $\varphi$ , например, для самого короткого дня в году (21 декабря).

На чертеже 14 изображен земной шар (заштрихован) с линией полюсов  $NS$ , экватором, рассматриваемой базой  $A$  на широте  $\varphi$ . Продолжим линию полюсов и зенитную до пересечения с небесной



Черт. 14.

сферой соответственно в точках  $P$  и  $P'$  (полюсы мира) и  $Z$  и  $Z'$  — (зенит и надир). Проведем на небесной сфере экватор  $\perp PP'$ , горизонт  $\perp ZZ'$ , эклиптику (путь солнца за год), которая наклонена под  $\angle 23^{\circ}27'$  к экватору. Зимой, в рассматриваемое время 21 декабря солнце будет отстоять от экватора на угол  $\delta = -23^{\circ}27'$  (склонение). В рассматриваемые сутки солнце вначале утренних сумерек будет находиться в точке  $C$  ниже горизонта на  $7^{\circ}$ , т.е. на  $97^{\circ}$  от зенита и на  $90^{\circ} + \delta$  от северного полюса. (Точка  $C$  определяется, как пересечение широты  $-23^{\circ}27'$  с альмукантаратом, т.е. кругом, параллельным горизонту  $-7^{\circ}$ ).

Заметим, что дуга  $ZP = 90^\circ - \varphi$ .

Нашу задачу составляет определение времени, когда солнце очутится в точке  $C$ .

Счет времени производится от полудня данного места до рассматриваемого момента и определяется часовым углом  $\tau$ , который солнце пройдет на небесной сфере, вращаясь вокруг оси мира  $PP'$  от меридиана  $C_1ZP$  через запад ( $W$ ), север на восток ( $O$ ).

Из сферического  $\Delta$ -ка  $CZP$  имеем:

$$\cos(90^\circ + 7^\circ) = \cos(90^\circ - \varphi) \cos(90^\circ + \delta) + \\ + \sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ + \delta) \cos(360^\circ - \tau),$$

откуда:

$$\cos \tau = \frac{\sin \varphi \sin \delta - \sin 7^\circ}{\cos \varphi \cdot \cos \delta} \dots \dots \dots (1)$$

Например, для Ленинграда ( $\varphi = 59^\circ 57'$ ) и для рассматриваемого дня будем иметь:

$$\cos \tau = \frac{\sin 59^\circ 57' \sin 23^\circ 27' - \sin 7^\circ}{\cos 59^\circ 57' \cos 23^\circ 27'} = \frac{0,866 \cdot 0,398 - 0,122}{0,501 \cdot 0,917} = 0,4858$$

откуда  $\tau = 360^\circ - 60^\circ 56' = 299^\circ 4'$ , что соответствует часовому углу  $\frac{299,06 \cdot 24}{360} = 19,7 = 19$  час. 42 мин., т.е. начало утренних сумерек будет в 7 ч. 42 мин. утра по местному времени.

Принимая с достаточной для практики точностью, что и конец вечерних сумерек будет при том же склонении  $\delta$ , то при симметричном часовом угле или в 12—7 ч. 42' = 4 ч. 16 мин. дня, получим продолжительность дня  $2(4$  ч. 16 мин.) = 8 ч. 32 мин. и ночи—15 ч. 28 мин.

В таблице IV приведены величины склонений ( $\delta$ ) солнца для разных времен года.

Получаемое по формуле (1) время относится к местному солнечному времени, которое, при составлении графика следует, согласно указаниям, приведенным в пункте (е) исправить (на долготу) на местное поясное или столичное поясное или, наконец, на поясное время пункта отправления или прибытия по концам международной линии.

В астрономических таблицах дается время восхода и захода солнца для разных широт и времен года. По этим таблицам можно приблизительно (т. е. менее точно, чем по формуле 1) определить длину дня без сумерек для данной базы.

Это время определяется по формуле (1), положив что солнце находится на горизонте ( $\sin$  не  $7^\circ$ , а  $0^\circ$  равен 0).

Таблица V является примером таких данных для времени восхода и захода солнца для широт от  $38^\circ$  до  $60^\circ$  и для декабря месяца.

ТАБЛИЦА IV

Склонения ( $\delta$ ) солнца в разное время года

Время года	Склонение	Время года	Склонение
Январь { 1 . . . . .	- 23° 5'	Июль { 1 . . . . .	+ 23° 7'
10 . . . . .	- 22° 6'	10 . . . . .	+ 22° 15'
20 . . . . .	- 20° 20'	20 . . . . .	+ 20° 41'
Февраль { 1 . . . . .	- 17° 23'	Август { 1 . . . . .	+ 18° 2'
10 . . . . .	- 14° 40'	10 . . . . .	+ 15° 35'
20 . . . . .	- 11° 17'	20 . . . . .	+ 12° 28'
Март { 1 . . . . .	- 7° 35'	Сентябрь { 1 . . . . .	+ 8° 18'
10 . . . . .	- 4° 30'	10 . . . . .	+ 4° 58'
20 . . . . .	- 0° 10'	20 . . . . .	+ 1° 7'
21 . . . . .	0° 0'	23 . . . . .	0° 0'
Апрель { 1 . . . . .	+ 4° 32'	Октябрь { 1 . . . . .	- 3° 10'
10 . . . . .	+ 7° 56'	10 . . . . .	- 6° 38'
20 . . . . .	+ 11° 31'	20 . . . . .	- 10° 20'
Май { 1 . . . . .	+ 15° 4'	Ноябрь { 1 . . . . .	- 14° 26'
10 . . . . .	+ 17° 37'	10 . . . . .	- 17° 9'
20 . . . . .	+ 19° 58'	20 . . . . .	- 19° 42'
Июнь { 1 . . . . .	+ 22° 3'	Декабрь { 1 . . . . .	- 21° 49'
10 . . . . .	+ 23° 1'	10 . . . . .	- 22° 55'
21 . . . . .	+ 23° 27'	21 . . . . .	- 23° 27'

ТАБЛИЦА V

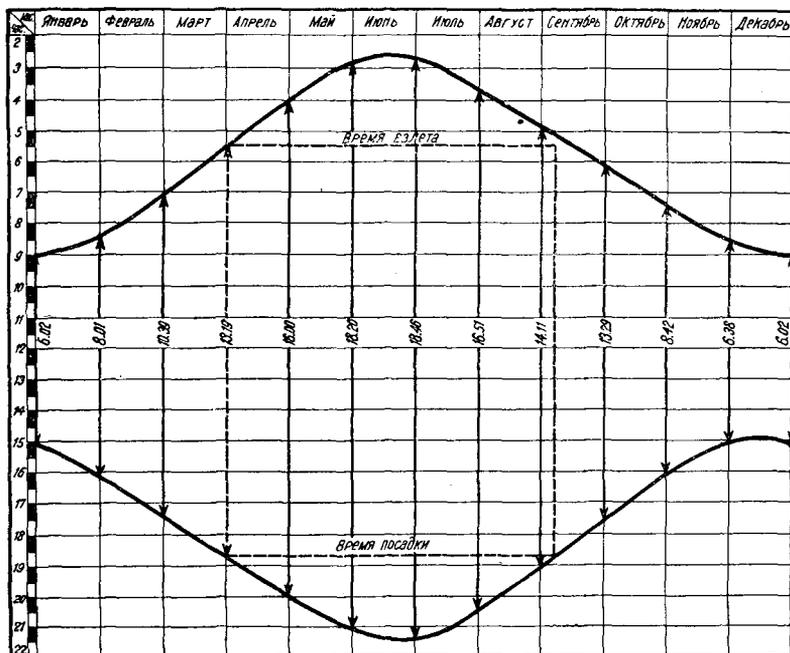
## Время восхода и захода солнца

	Широты	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°	52°	54°	56°	58°	60°
		ВОСХОД СОЛНЦА	Декабрь {	1 6,57	7,02	7,08	7,15	7,22	7,29	7,36	7,46	7,56	8,07
		11 7,07	7,12	7,18	7,25	7,33	7,41	7,49	7,59	8,09	8,22	8,37	8,53
		21 7,13	7,19	7,26	7,33	7,40	7,48	7,57	8,08	8,19	8,30	8,45	9,03
ЗАХОД СОЛНЦА	Декабрь {	1 4,41	4,36	4,30	4,24	4,16	4,09	4,02	3,52	3,42	3,32	3,19	3,03
		11 4,41	4,36	4,29	4,23	4,15	4,07	3,59	3,49	3,39	3,27	3,12	2,55
		21 4,44	4,39	4,32	4,26	4,18	4,10	4,01	3,50	3,39	3,28	3,13	2,55

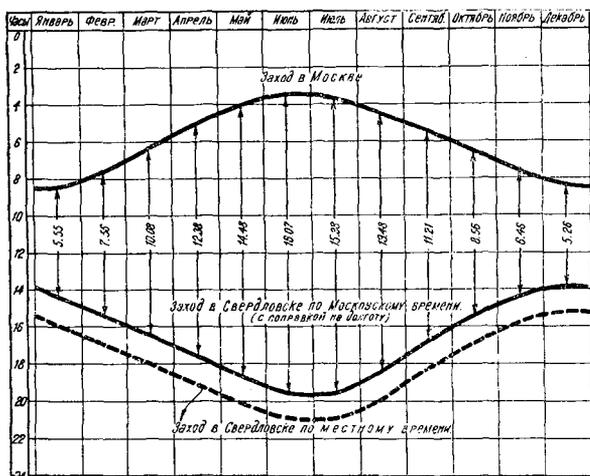
На чертеже 15 изображено составленное на основании подобных таблиц изменение длины дня и время восхода и захода солнца в Ленинграде (широта 59°57') за год.

Если движение предполагается только дневное, то без учета сумерек в январе график движения должен составляться для Ленинграда так, чтобы прилет и отлет производился от 9 ч. до 15 ч. Средний же летный период движения с 1 апреля по 5 сентября ука-

зан пунктиром при максимальном допускаемом и положенном в основу составления графика работы аэробазы, дневном времени.



Черт. 15.



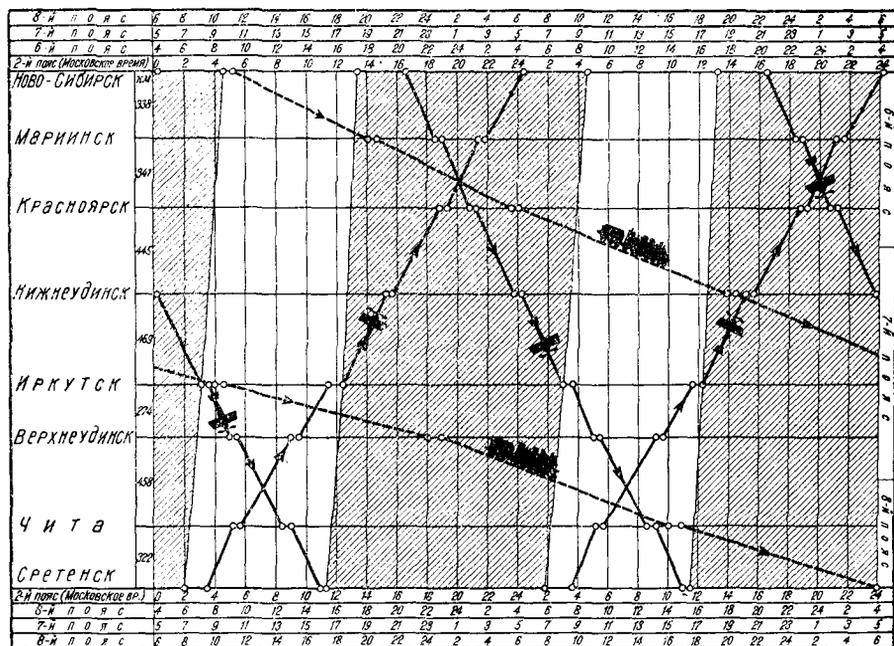
Черт. 16.

Если же подобный график длины дней составить не для базы, а для перегона, то следует принять в учет и поправку времени на долготу.<sup>1</sup> Такой график изображен на черт. 16 для перегона Москва (широта  $55^{\circ}45'$ , долгота от Гринвича  $37^{\circ}37'$ )—Свердловск (широта  $56^{\circ}49'$ , долгота  $60^{\circ}38'$ ).

На черт. 17 показан пример проекта графика движения самолетов на

<sup>1</sup> Таблицы с указанием времени захода и восхода солнца можно найти в астрономических ежегодниках, а также в книгах: а) Виткевич, В. „Курс аэронавигации“. Ч. II, стр. 185, в) Шомов, Л. „Практика воздушной разведки“ стр. 124. Вопрос же о вычислении времени начала и конца сумерек интересно разработан в статье В. Витковского „Сумерки“. Изв. Рус. О-ва любителей мироведения. 1914 г. Январь.

линии Ново-Сибирск — Сретенск, составленного для самого короткого дня зимы (21 декабря) на основании приведенных выше указаний: ночное время — от конца вечерних и до начала утренних сумерек заштриховано. Время начала и конца сумерек вычислено по формуле (1) и исправлено на долготу. Результаты подсчетов для баз Ново-Сибирска, Иркутска и Сретенска приведены в таблице VI.



Черт. 17.

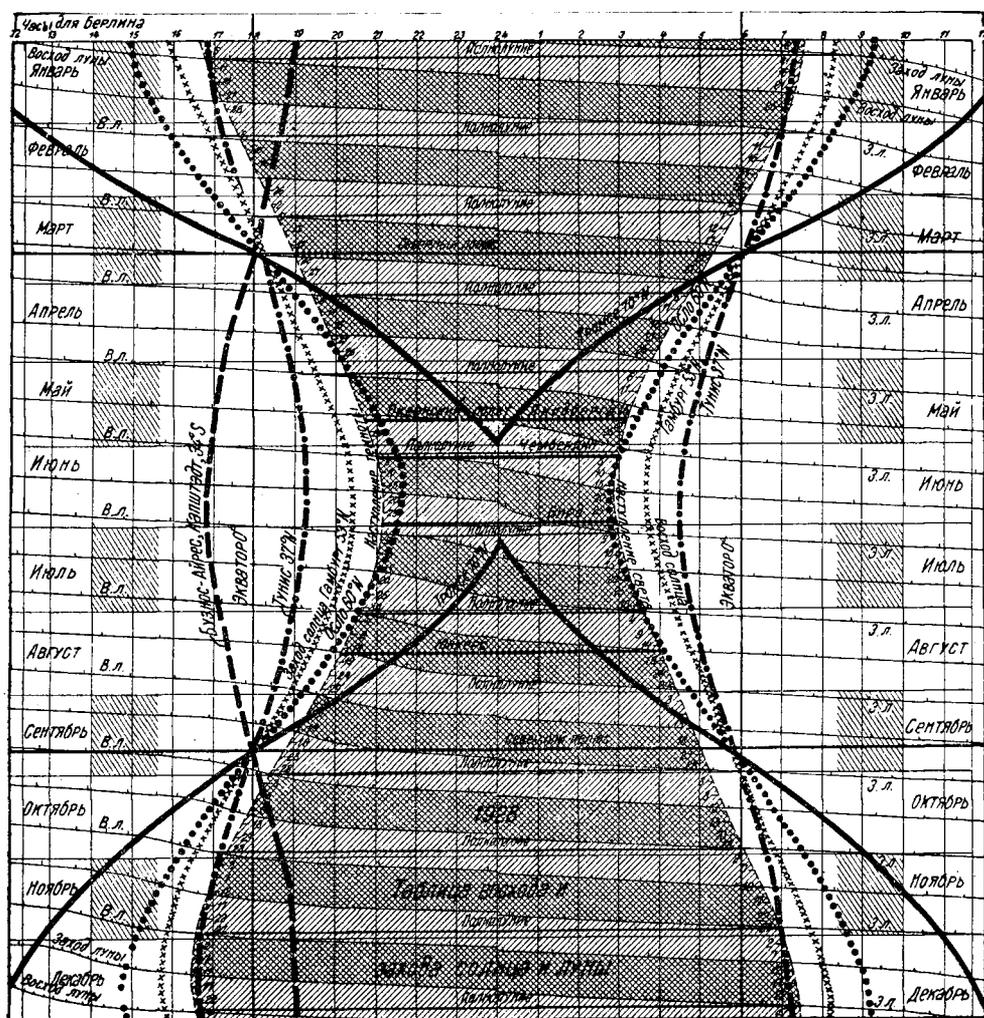
ТАБЛИЦА VI

Начало и конец сумерек на линии: Ново-Сибирск—Сретенск

БАЗЫ	Ши- рота	Дол- гота	Разность долгот		Начало утрен. сумерек		Конец вечерних сумерек	
			Градусы	Часы	Местное время	Москов. время	Местное время	Москов. время
Ново-Сибирск . . .	55° 1'	82° 53'	45°,31	3 ч. 1 м.	7 ч. 31 м.	4 ч. 30 м.	16 ч. 29 м.	13 ч. 28 м.
Иркутск . . . . .	52° 17'	104° 06'	66°,4	4 ч. 18 м.	7 ч. 20 м.	3 ч. 02 м.	16 ч. 40 м.	12 ч. 22 м.
Сретенск . . . . .	52° 14'	117° 42'	80°,14	5 ч. 20 м.	7 ч. 29 м.	2 ч. 00 м.	16 ч. 40 м.	11 ч. 20 м.

Из графика видно, что ночное движение имеет место от Иркутска к западу за Ново-Сибирск, а дневное — от Иркутска до Сретенска. Для сравнения показан и график движения скорых поездов.

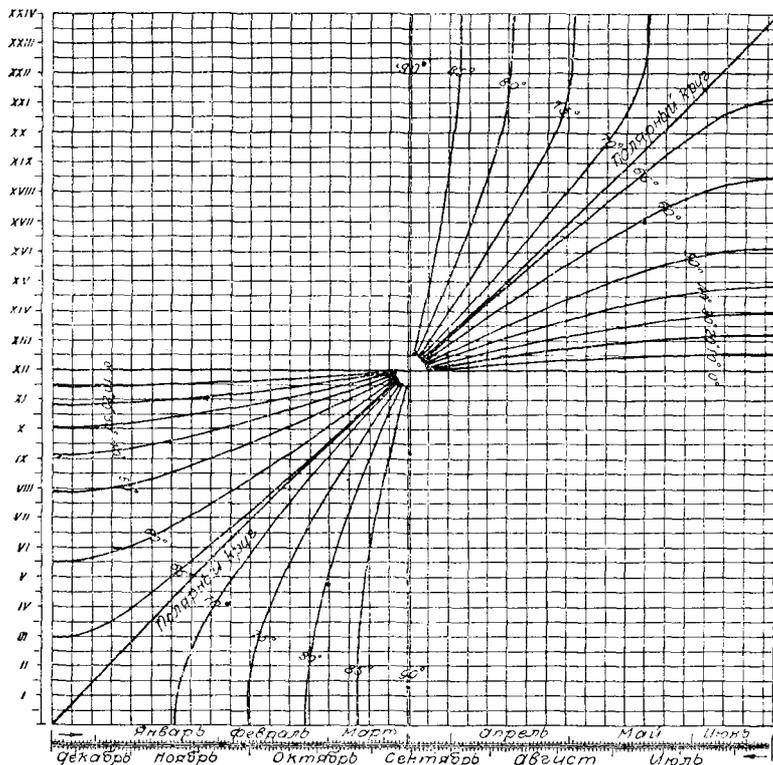
На черт. 18, заимствованном нами из статьи Kohl H. „Entwicklungsgrundlagen für den Nachtflug“ (Z. F. M. 1928. 3 Heft) показано время восхода и захода солнца для четырех мест земного шара в виде



Черт. 18.

кривых линий: например, линия из крестиков относится к Гамбургу ( $53^{\circ}$  С. Ш.). Темные площадки чертежа изображают ночь, светлые — день, и переходные места — сумерки. Время лунного освещения показано в темной части графика более светлыми полосами. Таким образом из графика можно знать и светлые ночи, удобные для полетов. Лунные же сумерки для полетов значения не имеют. На чертеже показаны и условия света при перелетах через Атлантический океан Линдеберга, Чамберлина, Верда и Юнкерса.

На черт. 19 приведен еще один график<sup>1</sup> (Шнейдера), по которому можно определить длину астрономического дня на разных широтах северного полушария. Каждой широте на графике соответствует кривая, ординаты которой и указывают продолжительность дня в часах для любого времени года (месяцы и дни отложены на оси абсцисс). Для южного полушария те же ординаты дают длину ночи.

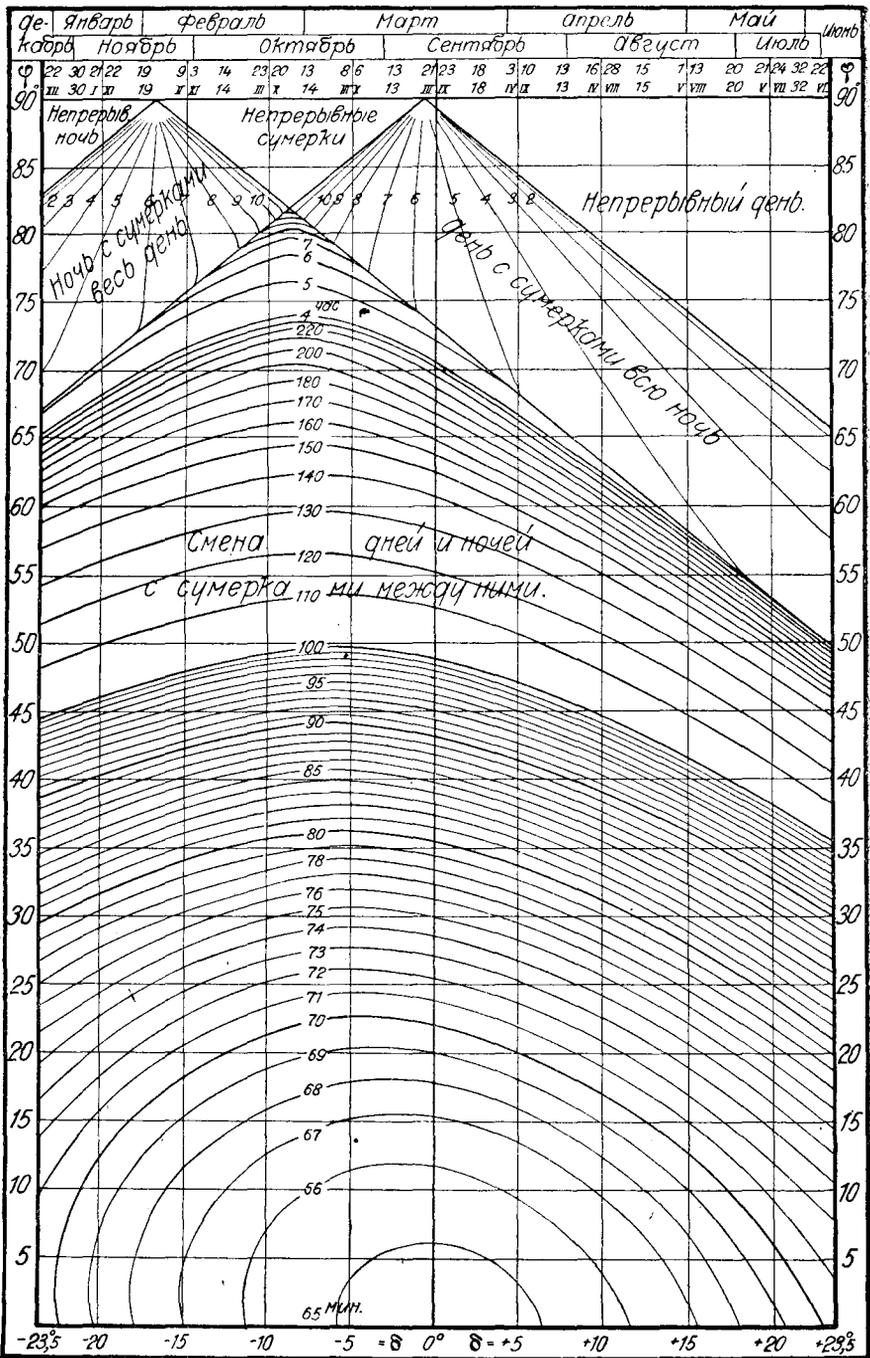


Черт. 19.

Чертеж 20 дан проф. В. Витковским и изображает все обстоятельства сумерек (см. Известия О-ва Любителей Мирозведения. 1914 г. № 9, стр. 15—17, откуда заимствовано прилагаемое описание).

Горизонтальные прямые (абсциссы) представляют географические широты от  $0^{\circ}$  до  $40^{\circ}$  через каждые  $5^{\circ}$ , надписанные на боковых рамках; вертикальные же прямые (ординаты) представляют склонения солнца от  $-23^{\circ}27'$  до  $+23^{\circ}27'$ , при чем разные склонения подписаны на нижней рамке, а по верхней даны соответствующие числа (арабскими) и месяцы (римскими цифрами), по григорианскому календарю (новому стилю). Числа, стоящие между подписями вертикальных прямых, представляют продолжительности промежутков в сутках; эти числа от середины чертежа вправо и влево возрастают, потому что склонение солнца около дней равноденствия меняется всего скорее, а около дней

<sup>1</sup> См. U. Nobile. „Il volo alla conquista del segreto polare“. Milano, 1928. Pg. 160.



Черт. 20.

солнцестояний всего медленнее. По вычисленным продолжительностям сумерек под разными широтами и при разных склонениях солнца на чертеже, в области подписанной словами „смена дней и ночей с сумер-

ками между ними“, проведены линии равных астрономических сумерек, сперва через минуту, затем от 100 до 240 через 10 минут и, наконец, для избежания пестроты только через час.

Хотя чертеж составлен для северного полушария, но считая знаки у широт и склонений обратными, он может служить и для южного.

По чертежу с достаточной для практики точностью легко найти продолжительность астрономических сумерек на каждой земной параллели и в любой день года, стоит лишь оценить наглаз кривую, которая должна проходить через точку пересечения двух прямых: данной широты и указанного дня. Пусть, например, требуется знать продолжительность сумерек в Ленинграде (приблизительно  $\varphi = 60^\circ$ ) 1 сентября н. с. Легко заметить, что на прямой, подписанной  $60^\circ$ , точка, соответствующая 1 сентября, лежит почти на линии, обозначенной  $180^m$ ; следовательно, в этот день в Ленинграде астрономические сумерки продолжаются около 3 часов.

Любопытно проследить по чертежу изменение сумерек на известной земной параллели в течение года. Например, следуя вдоль прямой, соответствующей  $\varphi = 60^\circ$ , видно, что под этой широтой с 25 апреля до дня летнего солнцестояния, 22 июня, и после него до 19 августа вовсе не бывает полной темноты, т.-е., как говорят, заря продолжается всю ночь; в указанные дни, 25 апреля и 19 августа, сумерки длятся  $4^h 18^m$ , а после него начинают сокращаться и 13 октября продолжаются всего  $2^h 10^m$ ; далее сумерки удлиняются и ко дню зимнего солнцестояния, 22 декабря, достигают  $2^h 40^m$ . От дня зимнего до дня летнего солнцестояний продолжительность сумерек изменяется в обратном порядке, при чем кратчайшие сумерки  $2^h 10^m$  бывают 1 марта.

На продолжительность сумерек влияют высота точки наблюдения над уровнем океана и метеорологические условия. В горах сумерки короче, чем в равнинах. С увеличением облачности сумерки становятся короче, а с возрастанием относительной влажности они, наоборот, удлиняются. Анализ чертежа (20) приводит к разным любопытным выводам. Например, на экваторе смена дня и ночи происходит ежедневно и весь год почти с одинаковой правильностью, при чем на дни в общем приходится 190, на сумерки 34 и на ночи 141 сутки. На полюсе в течение целого года бывает только один день, непрерывно длящийся 190 суток (с 19 марта по 25 сентября) и одна ночь в 84 суток (с 10 ноября по 2 февраля), а между ними стоят сумерки, продолжающиеся по 45 суток (с 2 февраля по 19 марта и с 25 сентября по 10 ноября).

### 3. Число самолетов и моторов и графики их работы и ремонта.

Число самолетов и моторов на воздушной линии определяется на случай самых неблагоприятных условий ее эксплуатации при учете,

однако, обстоятельства, что каждый лишний самолет и мотор удорожает ее.

Это число зависит от следующих условий:

а) Приписана ли команда к определенному самолету и участку или нет.

б) Длина и число тяговых участков и число рейсов.

в) Срок службы и ремонта самолетов.

г) Запас или резерв самолетов на экстренные случаи.

е) Срок службы и ремонта моторов.

Рассмотрим последовательно все эти условия.

**а) Приписана ли команда к определенному самолету и участку или нет.**

Для большей надежности движения и работы аппарата и его мотора желательно, чтобы каждая команда летала на определенном участке и на своем аппарате, которым другая команда уже не пользовалась бы. При таком условии время работы этого аппарата не может быть больше времени работы его команды, которое было указано выше. На время ремонта аппарата команда получает для полета резервный аппарат.

Если же аппарат не приписан к команде, а команда — к известному участку, то это облегчает составление графика, уменьшает число самолетов и увеличивает пропускную способность линии, но в ущерб надежности работы.

В дальнейшем мы будем считать, что самолет приписан к команде и к определенному участку линии. При этом команда и аппарат приписываются к определенной базе, где имеют постоянное местопребывание.

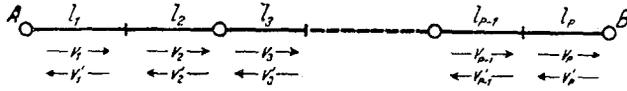
Таким образом, пока работа аэролинии не особенно интенсивна, можно и целесообразно определять летную нагрузку самолета равной таковой же летчика. Однако, когда интенсивность работы аэролинии возрастет и окажется, что каждый самолет мог бы летать в месяц больше, чем это доступно летчику, тогда, в целях более рациональной эксплуатации, следовало бы, как это иногда рекомендуется и в военной авиации, предоставлять каждый самолет по крайней мере двум летчикам.

**б) Длина и число тяговых участков и число рейсов.**

Установим понятия: этап или перегон — это участок пути между двумя базами, который аппарат пролетает без спуска, и тяговый участок, который может заключать в себе несколько этапов и в пределах которого обращается данный аппарат со своей командой. Аппарат и команда приписываются к одной из пограничных или средних баз тягового участка, где они имеют постоянное местопребывание.

вание. Эта база называется основной. Тогда база на другом конце тягового участка называется обратной.

Определим число аппаратов рейсовых самолетов, т.е. самолетов, выполняющих расписание на линии *AB*, исходя из следующих данных (черт. 21).



19

Черт. 21.

Число тяговых участков *P*.

Длины их  $l_1, l_2, l_3 \dots l_p$ .

Коммерческие скорости<sup>1</sup> при полете туда из *A* в *B*

$$v_1, v_2, v_3 \dots v_{p-1}, v_p,$$

Коммерческие скорости при полете обратно из *B* в *A*

$$v'_p, v'_{p-1} \dots v'_3, v'_2, v'_1.$$

Число рейсов в месяц *r*.

Продолжительность работы (нагрузка) команды в месяц *t* часов.

При таких условиях число аппаратов, необходимых для выполнения *r* рейсов будет:<sup>2</sup>

$$n_1 = \frac{r}{t} \left[ \left( \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \dots + \frac{l_p}{v_p} \right) + \left( \frac{l_1}{v'_1} + \frac{l_2}{v'_2} + \frac{l_3}{v'_3} + \dots + \frac{l_p}{v'_p} \right) \right] =$$

$$= \frac{r}{t} \left[ l_1 \left( \frac{v_1 + v'_1}{v_1 v'_1} \right) + l_2 \left( \frac{v_2 + v'_2}{v_2 v'_2} \right) + l_3 \left( \frac{v_3 + v'_3}{v_3 v'_3} \right) + \dots + l_p \left( \frac{v_p + v'_p}{v_p v'_p} \right) \right]$$

и окончательно

$$n_1 = \frac{r}{t} \sum l \frac{v + v'}{vv'} \dots \dots \dots (2)$$

В формуле (2) *l* — длины тяговых участков, *v* и *v'* — коммерческие скорости полета на них при движении туда и обратно.

<sup>1</sup> Если на тяговом участке нет спусков в промежуточных пунктах для набора горючего и для пассажирских и грузовых операций, то коммерческая скорость равна ходовой скорости. При промежуточных же спусках коммерческая скорость равна

$$\frac{\text{длине тягового участка}}{\text{время полета} + \text{время на остановки}}.$$

<sup>2</sup> В формуле (2) длины тяговых участков при полете туда и обратно между одними и теми же базами приняты одинаковыми. В редких случаях, например, при полете через океаны, придется лететь туда и обратно иногда по разным маршрутам. Тогда следует принять соответствующие  $l_1$  и  $l'_1$  не равными и т. д.

Если  $v = v'$ , то <sup>1</sup>  $n_1 = \frac{2r\Sigma l}{t \cdot v} = \frac{2rL}{vt} \dots \dots \dots (3)$

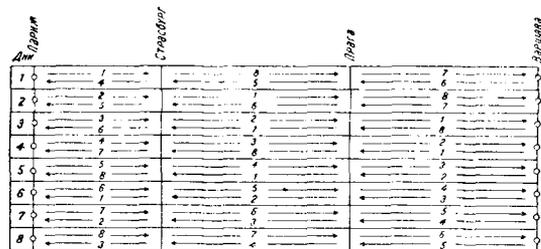
Рассмотрим несколько примеров подсчета числа аппаратов.

*Пример 1.* Аэроплавная линия Париж—Страсбург—Прага—Варшава Франко-Румынской компании.

*Данные.* В месяц делается  $r = 30$  рейсов, нагрузка на летчика в месяц  $t = 100$  часов полета, коммерческая скорость в среднем принята туда и обратно равной  $v = v' = 120$  км/ч.

Длины этапов:  $l_1 = 400$  км,  $l_2 = 600$  км,  $l_3 = 600$  км.

По формуле (3) получаем число аппаратов:



Черт. 22.

$$n_1 = \frac{2 \cdot 30 \cdot 1600}{100 \cdot 120} = 8.$$

На черт. 22 изображен график оборота 8 самолетов на этой линии, а в таблице VII показано распределение километража полетов по дням и аппаратам. При таком графике самолет и команда работают шесть дней и отдыхают два дня.

ТАБЛИЦА VII

Аппараты \ Дни	1	2	3	4	5	6	7	8
1	400	—	—	400	600	600	600	600
2	600	400	—	—	400	600	600	600
3	600	600	400	—	—	400	600	600
4	600	600	600	400	—	—	400	600
5	600	600	600	600	400	—	—	400
6	400	600	600	600	600	400	—	—
7	—	400	600	600	600	600	400	—
8	—	—	400	600	600	600	600	400
Итого	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200

<sup>1</sup> Формула 3-я дана А. Вегенером в его сочинении „Воздушные сообщения“. Ч. I. Аэронавигация. Стр. 209.

**Пример 2.** На черт. 23 показан график оборота самолетов на 3 тяговых участках при ежедневном движении, кроме воскресений и при работе каждого летчика и его самолета через день.

Число рейсов в месяц  $r = 26$ .

Число тяговых участков  $p = 3$ .

Длины их:  $l_1 = l_2 = l_3 = 690$  км.

Тяговые участки	1	2	3
Дни	км	км	км
	690	690	690
Понедельник	→ 1 → ← 6 ←	→ 2 → ← 5 ←	→ 3 → ← 4 ←
Вторник	→ 7 → ← 12 ←	→ 8 → ← 11 ←	→ 9 → ← 10 ←
Среда	→ 6 → ← 1 ←	→ 5 → ← 2 ←	→ 4 → ← 3 ←
Четверг	→ 7 → ← 12 ←	→ 8 → ← 11 ←	→ 9 → ← 10 ←
Пятница	→ 1 → ← 6 ←	→ 2 → ← 5 ←	→ 3 → ← 4 ←
Суббота	→ 7 → ← 12 ←	→ 8 → ← 11 ←	→ 9 → ← 10 ←
Воскресенье			
Понедельник	→ 6 → ← 1 ←	→ 5 → ← 2 ←	→ 4 → ← 3 ←

Черт. 23.

Средняя коммерческая скорость  $v = 115$  км/ч.

Нагрузка летчика в месяц  $t = 78$  часов.

По формуле (3) определяем число рейсовых самолетов

$$n_1 = \frac{2 \cdot 26 \cdot 3 \cdot 690}{115 \cdot 78} = 12.$$

Тяговые участки	1	2	3
Дни	км	км	км
	690	690	690
Понедельник	→ 1 → ← 6 ←	→ 2 → ← 5 ←	→ 3 → ← 4 ←
Вторник			
Среда	→ 6 → ← 1 ←	→ 5 → ← 2 ←	→ 4 → ← 3 ←
Четверг			
Пятница	→ 1 → ← 6 ←	→ 2 → ← 5 ←	→ 3 → ← 4 ←
Суббота			
Воскресенье			

Черт. 24.

**Пример 3.** Принимая рейсы через день и остальные условия по примеру 2, получим число рейсовых самолетов:

$$n_1 = \frac{2 \cdot 13 \cdot 3 \cdot 690}{115 \cdot 78} = 6,$$

и график оборота примет вид по черт. 24.

**Пример 4.** При данных примера 2 и при  $1\frac{1}{2}$  рейса в неделю число самолетов будет

$$n_1 = \frac{2 \cdot \frac{26}{4} \cdot 3 \cdot 690}{115 \cdot 78} = 3,$$

и график получится по черт. 25.

Тяговые участки		1	2	3
дни	км	690	690	690
Понедельник		→ 1 →	→ 2 →	→ 3 →
Вторник				
Среда		← 1 ←	← 2 ←	← 3 ←
Четверг				
Пятница		→ 1 →	→ 2 →	→ 3 →
Суббота				
Воскресенье				
Понедельник		← 1 ←	← 2 ←	← 3 ←

Черт. 25.

**Пример 5.** Если нарушить принцип отдыха через день, то можно ограничиться тремя самолетами при двух рейсах в неделю по черт. 26.

Тяговые участки		1	2	3
дни	км	690	690	690
Понедельник		→ 1 →	→ 2 →	→ 3 →
Вторник				
Среда		← 1 ←	← 2 ←	← 3 ←
Четверг		→ 1 →	→ 2 →	→ 3 →
Пятница				
Суббота		← 1 ←	← 2 ←	← 3 ←
Воскресенье				

Черт. 26.

### с) Срок службы и ремонта самолетов.

Полная жизнь самолета колеблется от 2 до 7 лет, и с линией он снимается или благодаря износу, или благодаря устарелости типа. В ремонт же он поступает периодически. Различают следующие виды ремонта: постоянный, периодический и аварийный. Постоянный или мелкий ремонт требует расхода не более 15% стоимости аппарата и производится почти во все время стоянки самолета на аэродроме, почему он иногда называется также аэродромным ремонтом. Средний ремонт, связанный со снятием мотора, требует расхода от 15 до 50% стоимости аппарата и производится в мастер-

ских и, наконец, крупный или капитальный ремонт, связанный с разборкой всего самолета и с испытанием, требующий расхода более 50% стоимости аппарата производится на заводе. Ремонты средний и крупный должны производиться периодически, независимо от того, произошла ли поломка или нет, а они связаны с разборкой и осмотром различных частей самолета. Аварийный ремонт также различают средний и крупный. Сроки службы ( $T_1$ ) самолетов до ремонта или осмотра зависят от разных причин: материала самолета (деревянный или металлический), способа хранения (в холоде или тепле), вида ремонта (средний или крупный).

По данным опыта в Германии<sup>1</sup>, срок службы аэроплана до среднего ремонта составляет 150 часов полета и до капитального 400—500 часов.<sup>2</sup> В частности, срок службы до осмотра для самолетов:

Фоккер-Грюлих . . .	3—4 недели.
Юнкерс-моноплан . . .	4—5 недель.
Многомоторных . . .	6—7 „

Малый или аэродромный ремонт требует не более 200 рабочих часов, что при 8-час. рабочем дне и при бригаде в 4 человека соответствует одной неделе.<sup>2</sup> Продолжительность среднего и капитального ремонтов указаны в таблице VIII.

Если самолет не летает, а хранится в помещении, то срок хранения его также зависит от того, из какого он материала и в каком помещении он хранится.

Сроки службы и хранения ( $T_2$ ) самолетов даны в таблице VIII. Введем следующие обозначения:

Число дней полета самолета в месяц:

до среднего периодического ремонта . . . . .	$a_{сн}$
„ капитального периодического ремонта . . . . .	$a_{кп}$
„ среднего аварийного ремонта . . . . .	$a_{са}$
„ капитального аварийного ремонта . . . . .	$a_{ка}$

Продолжительность полета в часах самолета:

до среднего периодического ремонта . . . . .	$T_{сн}$
„ капитального периодического ремонта . . . . .	$T_{кп}$
„ среднего аварийного ремонта . . . . .	$T_{са}$
„ капитального аварийного ремонта . . . . .	$T_{ка}$

Полагая нагрузку летчика в месяц  $t$  час., а в месяце 30 дней, получим следующие выражения для месячной работы самолета в днях:

$$a_{сн} = \frac{30}{t} T_{сн}; \quad a_{кп} = \frac{30}{t} T_{кп}; \quad a_{са} = \frac{30}{t} T_{са}; \quad a_{ка} = \frac{30}{t} T_{ка} \quad . \quad . \quad (4)$$

<sup>1</sup> „Air Traffic in Germany“, Flight, 1927, pg. 192.

<sup>2</sup> В Австралии один самолет Д. Н. 50 после 1700 часов полета потребовал лишь чистки без ремонта.

Если самолет поступает на линию из склада, где он уже временно хранился  $T_b$  лет, то, обозначая полный срок хранения его на складе до осмотра через  $T_x$  лет, получим коэффициент

$$\frac{T_x - T_b}{T_x} \dots \dots \dots (5)$$

на который следует умножить формулы (2, 3 и 4).

Обозначим далее:

Продолжительность среднего периодического ремонта самолета  $b_{cn}$  дней

”	капитальн.	”	”	”	$b_{kn}$	”
”	среднего аварийного	”	”	”	$b_{ca}$	”
”	капитальн.	”	”	”	$b_{ka}$	”

Если число рейсовых самолетов на линии равно по формулам (2 или 3)  $n_1$ , то, учитывая разные виды ремонтов, необходимо дополнительное число самолетов, заменяющих рейсовые на время ремонта последних:

$$\left. \begin{array}{l} \text{На средний периодический ремонт: } n_2 = n_1 \cdot \frac{b_{cn}}{a_{cn}} \\ \text{” капитальн. ” ” ” } n_3 = n_1 \cdot \frac{b_{kn}}{a_{kn}} \\ \text{” средний ” ” ” } n_4 = n_1 \cdot \frac{b_{ca}}{a_{ca}} \\ \text{” капитальн. ” ” ” } n_5 = n_1 \cdot \frac{b_{ka}}{a_{ka}} \end{array} \right\} \dots \dots (6)$$

#### d) Запас или резерв самолетов на экстренные случаи.

На каждой основной базе, независимо от самолетов, заменяющих те, которые идут в ремонт и осмотр, рекомендуется (хотя и не обязательно) иметь по одному запасному (резервному) самолету, который мог бы поддерживать регулярность расписания, нарушенного какими-нибудь непредвиденными причинами (пожаром ангара, болезнью пилота или пассажиров и спуск в пути без аварии и т. п.) или для совершения экстренного полета.

Считая, что основные базы располагаются по концам линии и через два тяговых участка, в промежутке между которыми лежит оборотная база, получим, при числе тяговых участков  $m$ , число  $n_2$  запасных самолетов, с округлением до ближайшего целого числа: <sup>1</sup>

$$n_6 = \frac{m}{2} + 1 \dots \dots \dots (7)$$

<sup>1</sup> В виде исключения, при одном тяговом участке, в целях экономии, можно принять  $n=1$ .

Например, на проектируемой линии Берлин—Пекин, принимая основные базы, примерно, через 1500—1800 километров, т.е. в Берлине, Москве, Свердловске, Ново-Сибирске, Иркутске и Пекине и при числе тяговых участков (длиною, в среднем, 750—900 км)  $m=10$ : получим число запасных самолетов:

$$n_6 = \frac{10}{2} + 1 = 6.$$

е) **Общее число самолетов.**

Формулы (2 или 3), 4, 5, 6 и 7 дают общее число самолетов на линии:

$$N = \left[ \overbrace{n_1}^{\text{рейс.}} + \left( \overbrace{N_2 = n_2 + n_3 + n_4 + n_5}^{\text{ремонт.}} \right) \right] \frac{T_x - T_b}{T_x} + \overbrace{n_6}^{\text{запасн.}} \dots (8)$$

Здесь  $n_1$  определяется по формулам 2 или 3:

$$\begin{aligned} N_2 &= n_1 \cdot \frac{b_{cn}}{a_{cn}} + n_1 \frac{b_{kn}}{a_{kn}} + n_1 \frac{b_{ca}}{a_{ca}} + n_1 \frac{b_{ka}}{a_{ka}} = \\ &= n_1 \left( \frac{b_{cn}}{a_{cn}} + \frac{b_{kn}}{a_{kn}} + \frac{b_{ca}}{a_{ca}} + \frac{b_{ka}}{a_{ka}} \right) = \\ &= n_1 \frac{t}{30} \left( \frac{b_{cn}}{T_{cn}} + \frac{b_{kn}}{T_{kn}} + \frac{b_{ca}}{T_{ca}} + \frac{b_{ka}}{T_{ka}} \right) \dots (9) \end{aligned}$$

Общее число самолетов на линии поэтому будет:

$$\begin{aligned} N &= \left[ n_1 + n_1 \frac{t}{30} \left( \frac{b_{cn}}{T_{cn}} + \frac{b_{kn}}{T_{kn}} + \frac{b_{ca}}{T_{ca}} + \frac{b_{ka}}{T_{ka}} \right) \right] \frac{T_x - T_b}{T_x} + n_6 = \\ &= \frac{r}{t} \cdot \frac{T_x - T_b}{T_x} \sum l \frac{v + v'}{vv'} \left[ 1 + \frac{t}{30} \left( \frac{b_{cn}}{T_{cn}} + \frac{b_{kn}}{T_{kn}} + \frac{b_{ca}}{T_{ca}} + \frac{b_{ka}}{T_{ka}} \right) \right] + \\ &\quad + \left( \frac{m}{2} + 1 \right) \dots (10) \end{aligned}$$

Если положить

$$b_{cn} = b_{ca}; \quad b_{kn} = b_{ka}; \quad T_{cn} = T_{ca}; \quad T_{kn} = T_{ka},$$

то число самолетов в ремонте по формуле (9) будет

$$N_2 = n_1 \frac{t \cdot 1}{15} \left( \frac{b_{cn}}{T_{cn}} + \frac{b_{kn}}{T_{kn}} \right) \dots (11)$$

Если принять

$$\begin{aligned} b_{cn} &= 20 \text{ дней}; & b_{ka} &= 30 \text{ дней} \\ T_{cn} &= 150 \text{ час.}; & T_{ka} &= 900 \text{ час.}, \end{aligned}$$

то из формулы (11) получим число самолетов в ремонте:

$$N_2 = n_1 \cdot t \cdot \frac{1}{15} \left( \frac{20}{150} + \frac{30}{900} \right) = \infty 0,01t \cdot n_1 \quad \dots \quad (12)$$

При  $t=50$  часам число самолетов в ремонте будет составлять около 50% от рейсовых, что, приблизительно, соответствует действительности.

Если, наконец, положить в формуле (10):

$$T_b = 0; \quad v = v'; \quad b_{cn} = b_{ca}; \quad b_{kn} = b_{ka}; \quad T_{cn} = T_{ca}; \quad T_{kn} = T_{ka},$$

то она примет упрощенный вид:

$$N = \frac{r}{t} \frac{2L}{v} \left[ 1 + \frac{t}{15} \left( \frac{b_{cn}}{T_{cn}} + \frac{b_{kn}}{T_{kn}} \right) \right] + \frac{m}{2} + 1 \quad \dots \quad (13)$$

*Пример:* Подсчитаем число самолетов, необходимых для проектируемой линии Берлин—Пекин по формулам (10)—более точной и (13)—менее точной:

Число рейсов в месяц  $r=30$ .

Летная нагрузка в месяц  $t=75$  часов.

Длины тяговых участков, считая от Берлина, и ходовые скорости на них:

Берлин—Кенигсберг . . . . .	$l_1 = 642$	$v_1 = 170$	$v_1' = 140$
Кенигсберг—Москва . . . . .	$l_2 = 1195$	$v_2 = 172$	$v_2' = 138$
Москва—Казань . . . . .	$l_3 = 685$	$v_3 = 170$	$v_3' = 140$
Казань—Свердловск . . . . .	$l_4 = 695$	$v_4 = 175$	$v_4' = 130$
Свердловск—Омск . . . . .	$l_5 = 835$	$v_5 = 181$	$v_5' = 128$
Омск—Ново-Сибирск . . . . .	$l_6 = 605$	$v_6 = 180$	$v_6' = 129$
Ново-Сибирск—Красноярск . . . . .	$l_7 = 679$	$v_7 = 185$	$v_7' = 140$
Красноярск—Иркутск . . . . .	$l_8 = 914$	$v_8 = 180$	$v_8' = 130$
Иркутск—Урга . . . . .	$l_9 = 650$	$v_9 = 185$	$v_9' = 130$
Урга—Пекин . . . . .	$l_{10} = 1200$	$v_{10} = 180$	$v_{10}' = 130$

$$\Sigma l = L = 8100 \text{ км} \quad \Sigma v = 1778 \quad \Sigma v' = 1335$$

Предположим, что самолеты поступают на линию без предварительного хранения, т.-е.  $T_b = 0$ .

Далее, предполагая самолеты Юнкера, металлические, примем (по таблице VIII)

$$b_{cn} = 30 \text{ дней}; \quad b_{kn} = 45 \text{ дней}; \quad b_{ca} = 15 \text{ дней}; \quad b_{ka} = 45 \text{ дней}$$

$$T_{cn} = 200 \text{ час.}; \quad T_{kn} = 960 \text{ час.}; \quad T_{ca} = 210 \text{ час.}; \quad T_{ka} = 960 \text{ час.}$$

$$m = 10.$$

Вычисляем множитель

$$\sum l \frac{v+v'}{vv'};$$

$$642 \cdot \frac{170+140}{170 \cdot 140} + 1195 \cdot \frac{172+138}{172 \cdot 138} + 685 \cdot \frac{170+140}{170 \cdot 140} + 695 \cdot \frac{175+130}{175 \cdot 130} +$$

$$+ 835 \cdot \frac{181+128}{181 \cdot 128} + 605 \cdot \frac{180+129}{180 \cdot 129} + 679 \cdot \frac{185+140}{185 \cdot 140} + 914 \cdot \frac{180+130}{180 \cdot 130} +$$

$$+ 650 \cdot \frac{185+130}{185 \cdot 130} + 1200 \cdot \frac{180+130}{180 \cdot 130} = 106,8.$$

Подставляем полученные величины в формулу 10:

$$N = \frac{30}{75} \cdot 106,8 \left[ 1 + \frac{75}{30} \left( \frac{30}{210} + \frac{45}{960} + \frac{15}{210} + \frac{45}{960} \right) \right] + \left( \frac{10}{2} + 1 \right) =$$

$$= 43 (1 + 0,768) + 6 = 43 + 33 + 6 = 82 \text{ самолета, } ^1$$

из которых 43—рейсовых, 33—в ремонте и 6—запасных. Между тем из формулы (13), полагая

$$v = \frac{1778+1335}{2 \cdot 10} = 155 \text{ км/час.}$$

$$b_{cn} = \frac{30+15}{2} = 22,5; \quad b_{km} = 45; \quad T_{cn} = 210; \quad T_{km} = 960, \text{ будем иметь}$$

$$N = \frac{30}{75} \cdot \frac{2 \cdot 8100}{155} \left[ 1 + \frac{75}{15} \left( \frac{22,5}{210} + \frac{45}{960} \right) \right] + \frac{10}{2} + 1 =$$

$$= 42 (1 + 0,769) + 6 = 42 + 32 + 6 = 80 \text{ самолетов,}$$

т.е. разница сравнительно невелика, поэтому можно пользоваться и формулой 13.

#### f) Срок службы и ремонта моторов.

Жизнь мотора до выхода его с линии колеблется, в зависимости от типа, условий работы и ухода, от 400 до 3.500 часов летной работы.

Так, по данным работы С.-Американских аэролиний, <sup>2</sup> эта жизнь, в среднем, равна 500 часам и колеблется в пределах от 400 до 1.000 часов. А. Сергеев <sup>3</sup> дает числа от 1.000 до 3.500 часов.

<sup>1</sup> Для сравнения упомянем, что на линии Нью-Йорк—С.-Франциско при длине 4294 км число самолетов в 1926 г. при ежедневных полетах и при почтовом движении было 76.

<sup>2</sup> „Transport aviation“ by Archibald Black. Chicago. 1926, pg. 167.

<sup>3</sup> В боевой обстановке на него отводится 1 месяц. См. А. Сергеев. „Стратегия и тактика Кр. Возд. Флота“. 1925 г., стр. 212 и 200.

По германским данным<sup>1</sup> осмотр моторов разных типов производился через следующие сроки:

Ролльс-Ройс Игль XIII и IX	через . . . . .	4 — 5	недель
<i>B. M. W.</i> IV и Юнкерс <i>L. 2</i>	. . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> — 3	„
<i>B. M. W.</i> VI	. . . . .	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> — 4	„
Юнкерс <i>L. 5</i>	. . . . .	3 — 3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	„
Сиддлей-Пума	. . . . .	4 — 5	„

По бельгийским данным.<sup>2</sup>

Ролльс-Ройс Игль IX 360 HP	— через . . . . .	200	часов
Майбах 300 HP	. . . . .	200	„
Сиддлей Пума 245 HP	. . . . .	100	„
Ролльс-Ройс IX	. . . . .	100	„
Юпитер	. . . . .	150	„
Фарман 600 HP	. . . . .	200	„
Лоррэн-Дитрих 400 HP	. . . . .	75	„

В среднем в Германии осмотр мотора производится через 150 час.

Принимаемая нами продолжительность службы и ремонта мотора указана в таблице VIII.

Обозначим продолжительность работы мотора до осмотра и ремонта через  $T_m$  в часах. Тогда, при приписке самолета с мотором к летчику и при нагрузке летчика в месяц  $t$  часов, получим число ( $c$ ) дней работы мотора в месяц:

$$c = 30 \frac{T_m}{t} \dots \dots \dots (14)$$

ТАБЛИЦА VIII.

Продолжительность службы и ремонта аэропланов и моторов.

Служба и ремонт		Деревянные аэропланы	Металлические аэропланы	М о т о р ы
Полная жизнь до замены		2—7 лет.	2—7 лет.	400—3500 лет-ных часов.
Продолжительность лёт-ной службы до периоди-ческого ремонта.	Среднего.	60—150 час. = =3—4 нед.	4—5 нед.	60—150 час. = =3—4 нед.
	Капиталь-ного.	300—600 час.	750—1000 час.	300—600 час.
Продолжительность лёт-ной службы до аварии.	Среднего.	150—200 час. = 4—5 недель.		
	Капиталь-ного.	500—900 часов.		

<sup>1</sup> „Ais Traffic in Germany“. Flight. 1927, pg. 192.

<sup>2</sup> Rivista aeronautica\*. 1926, № 10, pg. 152.

Служба и ремонт		Деревянные аэропланы	Металлические аэропланы*	М о т о р ы	
Продолжительность хранения в помещении:	Холодном.	3 года.	4—5 лет.		
	Теплом.	5 лет.	7—8 лет.		
Продолжительность месячной работы в днях.		$a=30 \frac{T_a}{t}$		$c=30 \frac{T_m}{t}$	
Продолжительность ремонта.	Периодического.	Малого.	200 часов=1 неделя.		100 час.= =0,5 нед.
		Среднего $b_{cp}$	800 час.= =2—3 нед.	1000—1200 ч.= =4—5 нед.	200 час.= =1—2 нед.
		Капитального $b_{ка}$	2000 час.=1—2 мес.		1 мес.
	Аварийного.	Среднего $b_{ca}$	1—3 недели.		1—3 нед.
		Капитального $b_{ка}$	1—2 месяца.		1—2 мес.

### f) Пример графика службы самолетов и моторов.

В виде примера, на черт. 27 изображен график работы и ремонта самолетов и моторов, в течение 7 месяцев, составленный по следующим данным: <sup>1</sup>

Число рейсовых самолетов—6.

» находящихся в ремонте или на складе—3.

» рейсовых моторов—6.

» находящихся в ремонте или на складе—5. <sup>2</sup>

Продолжительность полета самолета до среднего ремонта—150 часов, или 60 дней.

Продолжительность полета самолета до капитального ремонта—900 часов, или 360 дней.

Продолжительность полета мотора до среднего ремонта—75 часов, или 30 дней.

Продолжительность полета мотора до капитального ремонта—450 часов, или 180 дней.

<sup>1</sup> Данные для составления графика заимствованы из книги А. Вегенера „Проектирование воздушных линий“. Москва. 1926 г.

<sup>2</sup> Для сравнения приводим справку о числе моторов на линии Н.-Йорк—С.-Франциско „Aircraft year book“. 1926, N. I, pg 287.

Моторов на службе . . . . .	80	} = 422, при числе самолетов—86.
„ „ складе . . . . .	104	
Неслужебных на складе . . . . .	238	

Продолжительность среднего ремонта самолета 20 дней.

” капитального ремонта самолета 30 дней.

” среднего ремонта мотора 10 дней.

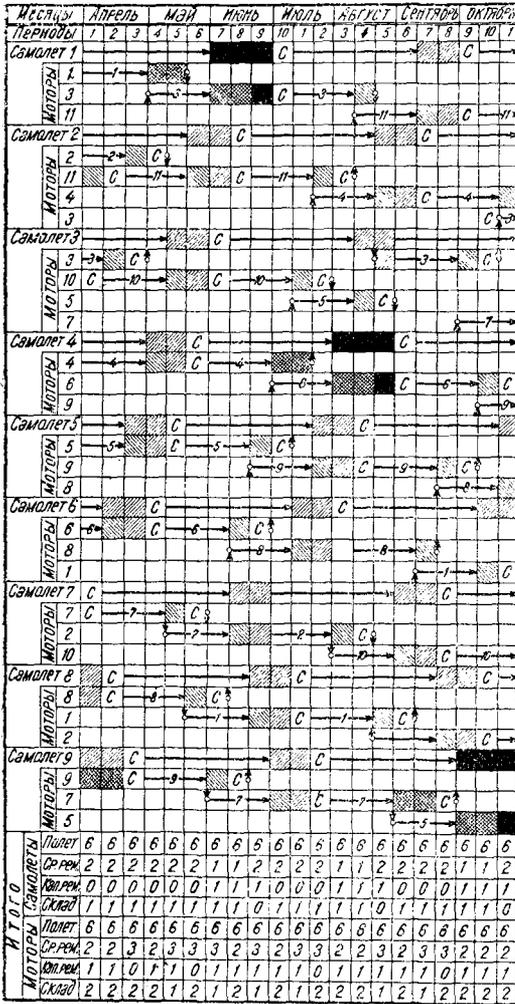
” капитального ремонта мотора 20 дней.

Все операции разбиты на периоды, кратные 10 дням.

Например, из чертежа видно, что самолет № 1 летает с 1 апреля по 1 мая с мотором № 1, а с 1 мая по 1 июня — с мотором № 3. Далее самолет № 1 идет в капитальный ремонт до 1 июля, при чем последние 10 дней он монтируется с мотором № 3, с которым и поступает на склад до 10 июля, затем летает до 11 августа, после чего меняет мотор на № 11. 11 сентября самолет идет в средний ремонт до 1 октября, затем на склад — до 11 октября и далее в полет.

Рассмотрим теперь службу какого-нибудь мотора, например, № 1.

С 1 апреля по 1 мая он летает с самолетом № 1, затем идет в капитальный ремонт до 21 мая, потом летает с самолетом № 8 до 21 июня, затем — в средний ремонт до 1 июля, затем на установку на самолет № 8 до 11 июня и с ним на склад до 21 июня. Далее с ним же в полет до 21 августа, в средний ремонт до 1 сентября, на склад до 11 сентября, с самолетом № 6 в полет до 11 октября, в средний ремонт до 21 октября, и на склад до 1 ноября.



Условные знаки

	ПОЛЕТЫ	Капит. ремонт на заводе	Средний ремонт в мастерских	Склад
САМОЛЕТЫ	→	■	▨	□
МОТОРЫ	→	■	▨	□

Черт. 27.

В 1-й период (с 1 по 11 апреля) в полете было 6 самолетов, в среднем ремонте—1, в капитальном ремонте—1, на складе—1; моторы: в полет—1, в среднем ремонте—2, в капитальном—1 и на складе—2. Из графика видно, что в капитальном ремонте одновременно бывает

не более одного самолета и одного мотора, а в среднем не более 2 самолетов и 3 моторов, и, наконец, на складе не более 1 самолета и 2 моторов.

МЕСЯЦЫ	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Самолет																					
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					

Черт. 28.

Моторы	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь			Октябрь		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					

Черт. 29.

Для более наглядной картины из общего графика работы самолетов и моторов по чертежу 27 выделены график работы самолетов (черт. 28) и моторов (черт. 29).

#### 4. Графики движения дирижаблей.

Графики движения дирижаблей составляются на основании тех же правил, как и для самолетов. Разница будет лишь в нормах установок, скоростях, длинах тяговых участков и вообще в тех особенностях полета и эксплуатации, которыми дирижабль отличается от аэроплана.

Приведем те немногие данные, которые нам удалось собрать и которые отличают работу дирижабля от самолета.

##### 1. Для дирижабля—

время на подъем со старта . . . . .	10 минут
„ „ посадку и ввод в элинг . . . . .	30 „
„ „ причал к мачте . . . . .	40 „
„ „ на отлет от мачты . . . . .	10 „

##### 2. Операции на промежуточной базе—

При машинной накачке бензина и масла по трубам через причальную мачту можно принять следующие нормы, которые были приняты, например, в Лейкхерсте (С.-А. С. Ш.), для питания дирижабля Лос-Анжелос:

Объем дирижабля . . . . .	70000 м <sup>3</sup>	
Мощность . . . . .	2000 HP	
Собственная скорость . . . . .	126 км/ч.	
Пассажиров . . . . .	30 челов.	} итого 64 чел.
Команды . . . . .	34 "	
Балласт . . . . .	8200 кг	} подача по трубам через мачту в 1 час.
Газ . . . . .	8500 м <sup>3</sup>	
Горючее . . . . .	5100 кг	

В России при проектировании причальных мачт и башен были предложены следующие нормы:

Объем дирижабля м <sup>3</sup> . . . . .	10000	50000	175000			
Мощность HP . . . . .	400	1800	3900			
Пропускная способность башни.	{ Пассажиры . . . . . 15 Балласт кг . . . . . 1000 Груз кг . . . . . — Газ м <sup>3</sup> . . . . . 500 Горючее кг . . . . . 800	} в 0,5 часа.	} в 1 час.			
				} в 1 час.		
					} в 1 час.	
						} в 1 час.
} в 1 час.						
	Время полета на перегоне	12 ч.	24 ч.	48 ч.		

В общем можно принять продолжительность питания на мачте дирижаблей объема до 10000 м<sup>3</sup>—0,5 часа, а свыше—1 час.

Определение числа рейсовых дирижаблей делаем по формуле (2). Рассмотрим применение ее в частном случае. Пусть имеется ежедневное движение дирижаблей из пункта *A* в пункт *B* по одному рейсу в оба конца (черт. 29).

Число необходимых дирижаблей для выполнения полетов:

$$n_1 = \frac{r}{t} \sum l \frac{v+v'}{vv'} \dots \dots \dots (2)$$

Если  $v=v'$  и расстояние между *A* и *B* = *b*, то

$$n_1 = \frac{2Lr}{tv} \dots \dots \dots (3)$$

Предположим, что дирижабль после каждого рейса стоит 12 часов. Тогда на каждый рейс со стоянкой он затратит

$$\frac{L}{v} + 12 \text{ часов}$$

и сделает в месяц

$$\frac{30 \cdot 24}{\left(\frac{L}{v} + 12\right)} \text{ полетов.}$$

Лётное время дирижабля за месяц будет

$$t = \left[ \frac{30 \cdot 24}{\frac{L}{v} + 12} \right] \frac{L}{v}.$$

Подставляя это выражение в формулу 2, получим число рейсовых дирижаблей

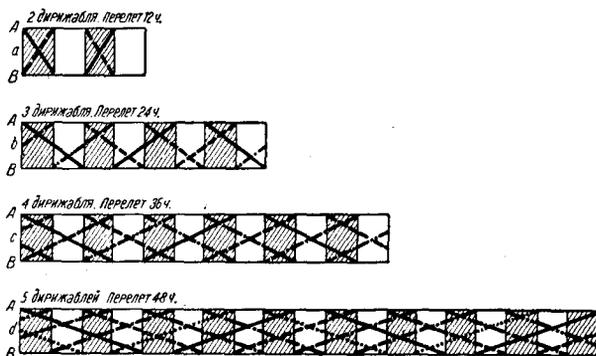
$$n_1 = \frac{(L+12v)r}{30 \cdot 24 \cdot L} \sum l \frac{v+v'}{v \cdot v'} \dots \dots \dots (15)$$

или из формулы (3) получим

$$n_1 = \frac{2rL \left( \frac{L}{v} + 12 \right)}{30 \cdot 24 \cdot \frac{L}{v} \cdot v} = \frac{(L+12v)r}{30 \cdot 12 \cdot v} \dots \dots \dots (16)$$

Полагая  $r=30$ , получим

$$n_1 = \frac{(L+12v)30}{30 \cdot 12 \cdot v} = \frac{L}{18 \cdot v} + 1 \dots \dots \dots (17)$$



Черт. 30.

Например, при  $L=1200$  км и  $v=100$  км/ч.

$n_1 = 2$  дирижаблям (черт. 30-а). Отлет из каждого пункта вечером, прилет—утром.

При  $L=2400$  и  $v=100$

$n_1 = 3$  (черт. 30-б). Отлет из  $A$  вечером, из  $B$ —утром.

При  $L = 3600$  и  $v = 100$

$n_1 = 4$  (черт. 30-с). Отлет из  $A$  и из  $B$  вечером.

При  $L = 4800$  и  $v = 100$

$n_1 = 5$  (черт. 30-d). Отлет из  $A$  вечером, из  $B$ —  
утром.

Нетрудно заметить, что если  $n_1$ —будет четным, то отлет из обоих пунктов будет по вечерам, а если нечетным, то отлет из одного пункта будет по вечерам, а из другого—по утрам.

Число ( $n_2$ ) запасных дирижаблей принимается по одному на каждые 3 совершающие рейсы, т.-е.

$$n_2 = \frac{1}{3} \left( \frac{L}{12v} + 1 \right),$$

т.-е. при

$n_1 = 1$ до 3	$n_2 = 1$
$n_1 = 4$ „ 6	$n_2 = 2$
$n_1 = 7$ „ 9	$n_2 = 3$ и т. д.

Профессор *Н. А. Рыжик.*

---