Н. А. Рынинъ.

Начертательная Геометрія

(МЕТОДЫ ИЗОБРАЖЕНІЯ).

Отдѣлъ II.

„Перспектива на плоскости“.

ЛЕКЦІИ

читанныя въ 1911 году на инженерно-строительномъ и кораблестроительномъ отдѣленіяхъ.

„Мы видимъ не самыя тѣла,
а лишь ихъ проекціи“.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типо-Литографія И. Трофимова, Можайская ул., д. № 3.

1912.

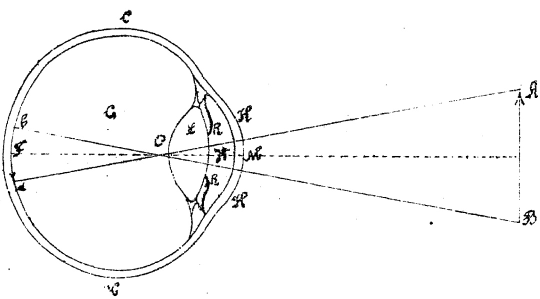
П Е Р С П Е К Т И В А. *)

I. *В В Е Д Е Н І Е.*

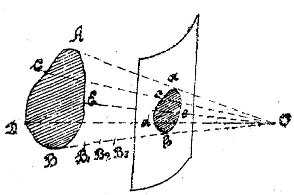
Перспективой называется какъ изображеніе, полученное при центральномъ проектированіи какого-нибудь предмета, такъ и та наука, которая даетъ теоретическія правила для исполненія такихъ изображеній. Такимъ образомъ, для перспективы мы имѣемъ два опредѣленія: перспектива есть наука и само изображеніе.

Слово "перспектива" происходитъ отъ латинскаго глагола "perspicere" - хорошо видѣть.

Разсмотримъ, что происходитъ въ общихъ чертахъ въ глазѣ человѣка, который наблюдаетъ какой нибудь предметъ. Лучи, исходящіе отъ предмета, попадаютъ въ глазъ человѣка и, раздражая сѣтчатую оболочку, даютъ впечатлѣніе объ изображеніи предмета въ перевернутомъ видѣ (черт.1). Но повседневный опытъ учитъ насъ представлять эти изображенія перевернутыми въ свою очередь, т.е. въ ихъ настоящемъ положеніи. При наблюденіи процесса полученія изображенія на сѣтчатой оболочкѣ глаза становится понятнымъ, что въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ явленіемъ сходнымъ съ центральными проекціями. Дѣйствительно, лучи идутъ отъ каждой точки предмета и черезъ хрусталики обоихъ глазъ попадаютъ на сѣтчатки, затѣмъ въ соединеніи между собой даютъ одно изображеніе, какъ будто бы человѣкъ имѣлъ одинъ только глазъ.



черт. 1



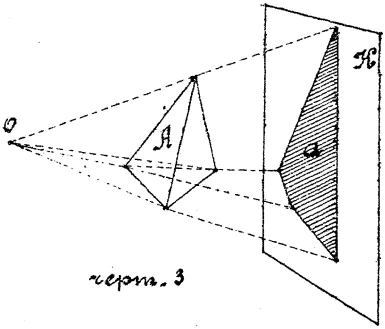
черт. 2

Разсмотримъ теперь систему центральнаго проектированія. Сущность центральнаго проектированія заключается въ слѣдующемъ: возьмемъ въ пространствѣ (черт.2) какой нибудь предметъ А, точку О и какую нибудь поверхность К, которая называется обыкновенно картиною. Соединимъ всѣ точки предмета А съ точкой О, называемой *полюсомъ* или *центромъ* проекціи, построимъ точки пересѣченія проведенныхъ линій (называемыхъ *лучами* или *проектирующими* линіями)

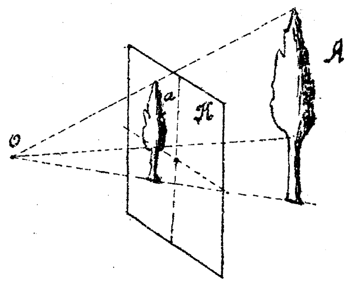
---

*) *Общую теорію перспективы см. "Введеніе" курса "Начертательной Геометріи" Н. А. Рынина, изд. 1911 года.*

съ поверхностью К. Тогда на поверхности К получится изображенiе - *центральная проекцiя или перспектива* предмета А. Такимъ образомъ видно, что существуетъ вполнѣ опредѣленная проекцiя, если даны полюсъ, проектируемая форма и поверхность проекцiи. Обратное же заключенiе будетъ невѣрнымъ: если даны центръ или полюсъ проекцiи и проекцiя точки на какую нибудь поверхность К, то проектируемую форму нельзя найти, такъ какъ одной и той же проекцiи b могутъ соотвѣтствовать различныя точки B_1, B_2, B_3, лежащiя на одномъ и томъ же лучѣ OB (черт.2). Итакъ, видъ полярной проэкцiи зависитъ отъ положенiя въ пространствѣ: полюса О, проектируемой точки В и поверхности К.

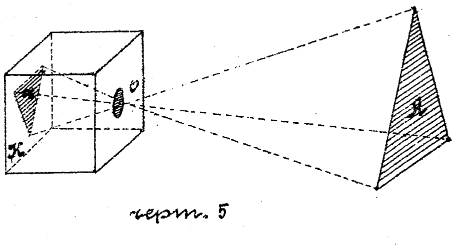


черт. 3



черт. 4

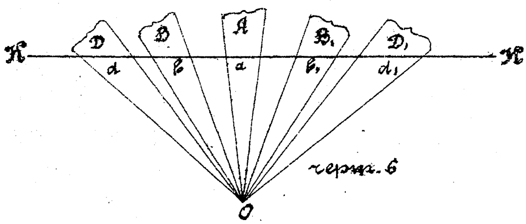
Изъ чертежа 3 видно, что проектируемая форма А можетъ находиться между центромъ О и поверхностью К. Если предположить въ О - источникъ свѣта, то а будетъ являться тѣнью отъ АВ на поверхности К. Далѣе картина можетъ находиться между полюсомъ и изображаемымъ предметомъ. Таково, напримѣръ, расположенiе глаза художника, который рисуетъ съ натуры, картины и изображаемаго предмета (черт.4).



черт. 5

Наконецъ центръ можетъ находиться между предметомъ и картиною. Таково, напримѣръ, расположенiе этихъ элементовъ при фотографированiи предметовъ (черт.5).

Чѣмъ больше размѣры предмета АВ (черт.1), тѣмъ хуже получается изображенiе крайнихъ его точекъ на сѣтчатой оболочкѣ ab глаза. Принято считать наибольшимъ угломъ зрѣнiя (АОВ), при которомъ получаются достаточно ясныя изображенiя уголъ около 30°. Кромѣ того, таковой предѣлъ удобенъ еще потому, что свыше него получается въ линейной перспективѣ меньше разницы въ изображенiяхъ одинаковыхъ предметовъ, расположенныхъ въ разныхъ разстоянiяхъ отъ точки зрѣнiя, какъ это видно на черт.6. Предметы, А, В, B_1, D, D_1, разсматриваемые изъ точки подъ одними и тѣми же углами зрѣнiя, бу-

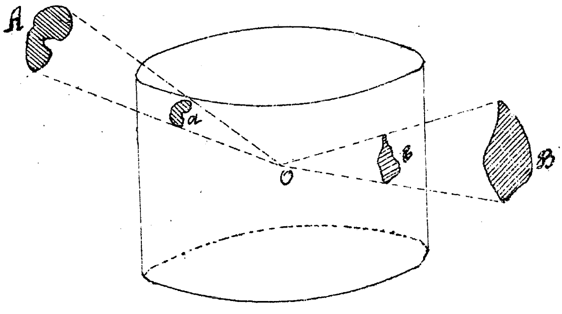


черт. 6

дутъ проектироваться на картинную плоскость тѣмъ больше, чѣмъ дальше они удалены отъ средней линіи OO_o, перпендикулярной къ картинѣ и проходящей черезъ O. Разница въ изображеніяхъ a, b, b_1, d, d_1 будетъ не велика, если уголъ зрѣнія КОК не будетъ больше 30°.

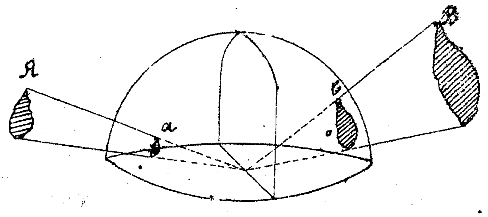
Практически располагаютъ точку зрѣнія отъ предмета въ разстояніи не менѣе чѣмъ въ полтора раза большемъ наибольшаго размѣра предмета.*

Различаютъ два отдѣла перспективы: *воздушную и линейную.* Каждая изъ нихъ можетъ быть раздѣлена на: 1) перспективу въ пространствѣ, 2) перспективу на кривыхъ поверхностяхъ и 3) перспективу на плоскости. *Перспектива въ пространствѣ* обнимаетъ собою построенія театральныхъ декорацій, барельефовъ, нѣкоторыхъ моделей, медалей декоративныхъ украшеній парковъ и т.д. *Перспектива на кривыхъ поверхностяхъ* обнимаетъ собою построеніе панорамъ, циклорамъ, изображеній на сводахъ, на куполахъ. *Перспектива на плоскости* обнимаетъ собой разбивку плоскихъ картинъ съ одной или нѣсколькими точками зрѣнія; построеніе стереоскопическихъ изображеній, фотограммометрію или фототопографію въ приложеніи къ составленію плановъ мѣстностей и т.д. Воздушная перспектива излагаетъ правила построеній, изображеній формъ съ указаніемъ ихъ цвѣтовыхъ и свѣтовыхъ свойствъ. Было бы правильнѣе дать ей опредѣленіе теоріи свѣта и цвѣта въ примѣненіи къ перспективѣ. Воздушная перспектива имѣетъ задачей изученіе: видимаго распредѣленія на поверхности вещественнаго тѣла свѣта и тѣни, измѣнчивости ихъ окраски въ зависимости отъ разстояній до наблюдателя, отъ падающаго на нихъ отраженнаго свѣта отъ другихъ тѣлъ и т.п., а также исполненіе на перспективныхъ изображеніяхъ всѣхъ сказанныхъ видоизмѣненій соотвѣтствующими красками. Слѣдуетъ замѣтить, что воздушную перспективу трудно вполнѣ подчинить правиламъ геометріи, такъ какъ оттѣнки въ цвѣтахъ и тѣняхъ, которые можно уловить глазомъ и передать кистью или карандашомъ трудно, а иногда невозможно опредѣлить на основаніи правилъ геометріи и физики.



черт. 7.

Перспектива въ пространствѣ или рельефная перспектива имѣетъ своей цѣлью показать способы достичь представленія о формѣ, положеніи и размѣрахъ извѣстнаго предмета при помощи пространственнаго его изображенія, исполненнаго въ измѣненномъ масштабѣ и такимъ, какимъ оно представляется глазу человѣка, смотрящаго съ извѣстной точки зрѣнія. Перспектива на кривыхъ поверхностяхъ получается, какъ фигура образованная изъ точекъ пересѣченія между лучами, соединяющими точку зрѣнія съ точками изображаемаго предмета и поверхностью картины. На черт. 7 показанъ примѣръ построенія *панорамъ* на внутренней поверхности цилиндра A и B - изображаемые предметы, a и b - ихъ панорамныя изображенія. На чертежѣ 8 показанъ примѣръ изображенія на внутренней поверхности шара. Изображенія



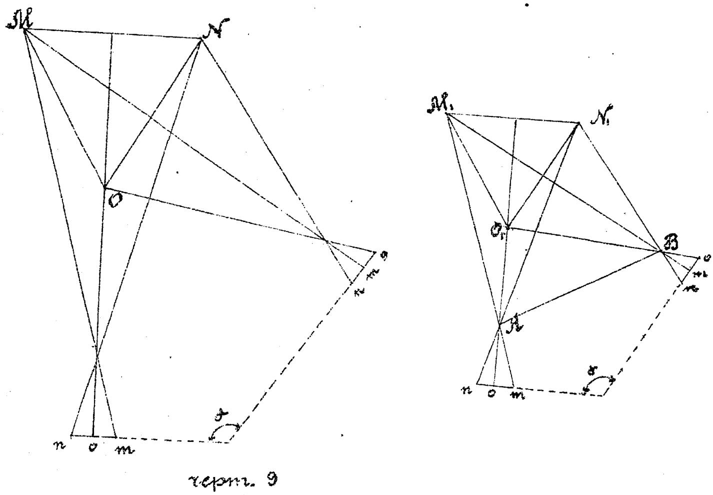
черт. 8

отем

по такой схемѣ можно видѣть на внутренней поверхности куполовъ въ церквахъ.

Перспектива на плоскости имѣетъ примѣненіе въ живописи, въ составленіи и разбивкѣ плоскихъ картинъ, въ архитектурѣ и въ спеціальныхъ отрасляхъ техники.

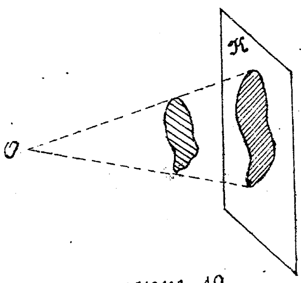
Наиболѣе употребительными являются изображенія поверхностныя, а въ частности плоскостныя. Наиболѣе совершенными изъ поверхностныхъ изображеній являются панорамы, нарисованныя на внутренней поверхности цилиндра (черт.7), обнимающія весь видимый горизонтъ. Панорамы при удачномъ устройствѣ даютъ иногда полную иллюзію и даже трудно отличить, гдѣ кончается дѣйствительность и гдѣ начинается изображеніе. Однако устройство панорамъ обходится очень дорого, требуетъ много времени и большого умѣнія. Изъ панорамъ наиболѣе извѣстными являются: Голгофа - Яна Стыки, Битва у Пирамидъ - Коссака и Вывюрскаго, Севастопольская оборона - Франца Рубо (размѣры полотна картины панорамы 54 саж. въ окр. и 7 саж. высоты), Битва при Седанѣ - Вернера, Брахта и Пига, Проходъ французской арміи по Швейцаріи - Кастра (размѣръ полотна 2900 кв.метровъ) и т.д. Различіе между панорамой и театральными декораціями заключается въ томъ, что панорама - изображеніе на одну цилиндрическую поверхность, а театральныя декораціи суть изображенія на нѣсколькихъ плоскостяхъ. Недостаткомъ театральной декораціи является то, что получается изображеніе не всего горизонта, а небольшой его части. Поэтому театральныя декораціи менѣе совершенны, чѣмъ панорамы. Если бы театральныя декораціи изображались на рядѣ цилиндрическихъ поверхностей съ заполненіемъ между ними пространства изображеніями въ извѣстномъ масштабѣ по правиламъ рельефной перспективы, то получилась бы еще болѣе совершенная иллюзія. Менѣе совершенными являются изображенія въ краскахъ - картины, исполненныя на плоскости и обнимающія



черт. 9

только часть видимаго горизонта. Еще менѣе совершенными являются изображенія одноцвѣтныя - *фотографіи*, гравюры. При этомъ нельзя не замѣтить, что однимъ изъ достоинствъ фотографіи является быстрота производимаго ею изображенія. Въ послѣднее время фотографія уже переходитъ въ область точныхъ наукъ - ею пользуются для сниманія плановъ и рельефовъ мѣстности, что составляетъ предметъ науки *фототопографіи и стереофототопографіи*. Эта наука даетъ возможность получать точныя изображенія пространственныхъ предметовъ. Фототопографія вся основана на законахъ перспективы и всѣ построенія ея сводятся къ рѣшенію задачи: по двумъ перспективнымъ изображеніямъ и относительному расположенію ихъ построить горизонтальную и вертикальную проекціи предмета. Идея фототопографіи заключается въ слѣдующемъ (черт.9). Пусть требуется получить двѣ ортогональныхъ проекціи предмета MON. Мы дѣлаемъ два фотографическихъ снимка этого предмета съ двухъ точекъ зрѣнія A и B. Зная положеніе пластинокъ относительно другъ друга въ мѣстахъ A и B и разстояніе между этими пунктами и зная фокусное разстояніе пластинки отъ его центра при фотографированіи можно при помощи вычисленій ими графическихъ построеній опредѣлить и размѣры предмета MON и его расположеніе относительно точекъ A и B. Построеніемъ получить изображеніе фигуры MON можно слѣдующимъ образомъ. На чертежѣ откладываемъ въ извѣстномъ масштабѣ отрѣзокъ прямой AB - разстояніе между центрами фотографическихъ объективовъ. Затѣмъ переносимъ на чертежъ расположеніе въ планѣ фотографическихъ пластинокъ, оріентируя ихъ относительно линіи AB такъ, какъ онѣ располагаются относительно ея въ дѣйствительности, для чего должны были заранѣе быть измѣрены углы между линіями om и mn и AB. Разстояніе пластинокъ om и mn до центровъ объективовъ всегда можно измѣрить въ натурѣ. Далѣе, черезъ точки A и B и черезъ соотвѣтственныя точки обѣихъ картинокъ проводимъ линіи до ихъ пересѣченія между собой. Полученная фигура MNO и даетъ изображеніе дѣйствительной фигуры. Существуетъ рядъ другихъ пріемовъ, ведущихъ къ той же цѣли, т.е., на основаніи двухъ перспективъ получить изображеніе предмета на планѣ или въ фасадѣ. Приборы, при помощи которыхъ получаются такого рода изображенія съ натуры фотографическимъ путемъ, носятъ названіе: фотограмметровъ и фототеодолитовъ.

Фототопографія должна имѣть большое примѣненіе при съемкахъ плановъ мѣстностей въ горизонталяхъ - главной цѣлью этого способа узнать размѣры предметовъ. Другой входящій теперь въ употребленіе способъ это *стереофотограммометрическій*. Различіе этого способа отъ фототопографическаго заключается въ томъ, что въ послѣднемъ случаѣ мы располагаемъ аппаратъ въ двухъ мѣстахъ, а при стереофотограммометрическомъ пользуемся однимъ аппаратомъ съ двумя объективами.



черт. 10

Оба эти способа находятъ примѣненіе для составленія плановъ мѣстностей.

Линейная перспектива имѣетъ задачей лишь построеніе перспективы центральныхъ проекцій, какъ самого предмета, такъ и частей его съ показаніемъ находящихся на нихъ точекъ и линій и рѣшеніе разнаго рода геометрическихъ задачъ, относящихся къ этимъ предметамъ.

Линейная перспектива даетъ способы строить фигуры при центральномъ проектированіи, причемъ поверхностью проекцій принимается плоскость (черт.10).

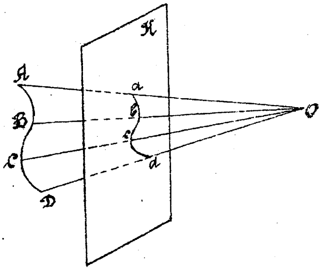
2. *ОБЩІЯ СВОЙСТВА ЦЕНТРАЛЬНЫХЪ ПРОЕКЦІЙ НА ПЛОСКОСТИ.*

Изложимъ общія свойства центральныхъ проекцій, причемъ будемъ помнить, что въ качествѣ картинной поверхности у насъ будетъ плоскость. Условимся разъ навсегда обозначать ее буквой K, точно такъ же, какъ центръ проекціи черезъ O, при чемъ для послѣдняго будемъ имѣть три термина: "полюса", "центра" или наиболѣе употребительный - "точка зрѣнія".

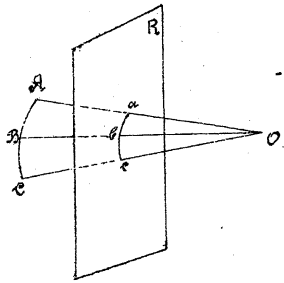
Зададимся теперь какою нибудь плоскостью К и центромъ проекцій - О. И пусть имѣемъ кривую линію двоякой кривизны (т.е. не лежащую въ одной плоскости ABCD) (черт.11).

Построимъ ея изображеніе въ центральныхъ проекціяхъ. Для этого соединяемъ каждую точку данной кривой съ точкой зрѣнія и, соединивъ затѣмъ точки пересѣченія лучей съ картинной поверхностью, получимъ проекцію или картину данной кривой на плоскость. Въ данномъ случаѣ такой картиной кривой ABCD на плоскость К будетъ линія abcd. Легко понять, что, *если мы имѣемъ кривую двоякой кривизны, то ея картиной будетъ кривая плоская.*

Возьмемъ теперь плоскую кривую (напримѣръ, дугу круга, циклоиду, параболу). Тогда лучи образуютъ тоже нѣкоторую коническую поверхность и пересѣкутъ картинную плоскость по нѣкоторой кривой abc (черт.12). Слѣдовательно перспектива плоской кривой есть кривая линія.



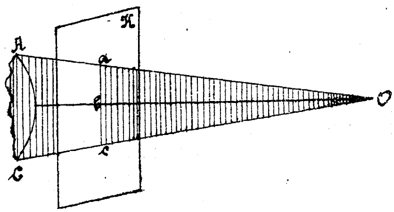
черт.11



черт.12

Слѣдуетъ здѣсь обратить вниманіе на возможный частный случай проектированія кривой на плоскость, а именно: - когда данная кривая (черт.13) ABC лежитъ вся въ одной плоскости, и эта плоскость проходитъ черезъ точку зрѣнія.

Тогда легко видѣть, что ея картиной будетъ ~~кривая~~ прямая линія abc.



черт.13

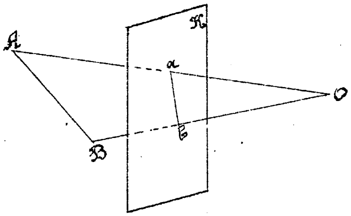
Итакъ, можно вывести такую теорему:

1) *Всякая кривая имѣетъ своей картиной тоже кривую; если же плоскость, въ которой лежитъ данная кривая, проходитъ черезъ точку зрѣнія, то картиной ея будетъ прямая линія.*

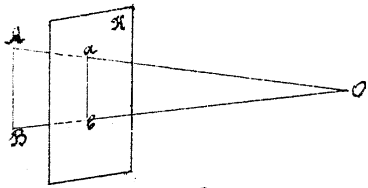
Разсмотримъ теперь картины прямыхъ линій. Пусть на черт. 14 имѣемъ: плоскость картины К, точку зрѣнія О и пусть дана еще нѣкоторая прямая АВ, картину которой требуется построить. Проведя черезъ каждую точку данной прямой и точку зрѣнія лучи, получимъ рядъ точекъ на картинной поверхности, соединивъ которыя послѣдовательно, получимъ картину данной прямой - ab. Очевидно, что *картиной прямой будетъ также прямая.*

Теперь будемъ измѣнять положеніе прямой АВ относительно картинной плоскости К и посмотримъ, какія измѣненія тогда произойдутъ въ ея картинахъ. Пусть АВ параллельна К (черт.15).

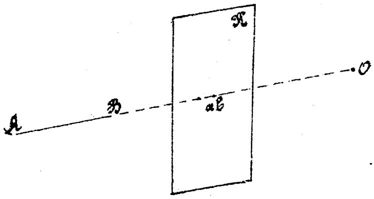
Въ данномъ случаѣ, очевидно, что, *если прямая параллельна картинѣ, то* *и перспектива прямой* (ab) *будетъ параллельна самой АВ.* Возьмемъ слѣдующій случай. Пусть продолженіе данной прямой АВ проходитъ черезъ точку зрѣнія О (черт.16), тогда, очевидно, что картиной данной прямой будетъ точка (ab).



черт.14



черт.15



черт.16

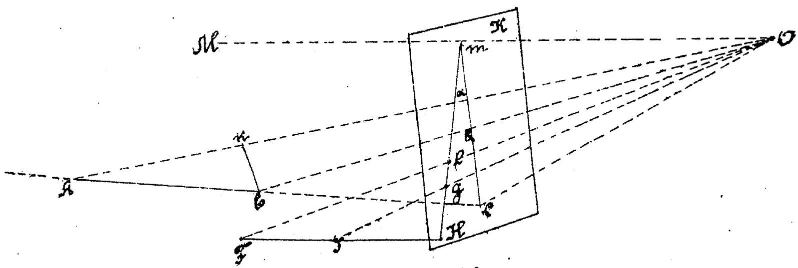
Итакъ, мы разсмотрѣли 3 могущихъ представиться случая: прямая, случайно взятая относительно картинной плоскости (черт.14); прямая параллельная плоскости (черт.15) и, наконецъ, пересѣкающая плоскость и проходящая черезъ О (черт.16). Разсмотримъ теперь, какъ строются перспективы параллельныхъ прямыхъ. Для этого обратимся къ такъ называемымъ *слѣдамъ. Слѣдомъ данной линіи на картинной плоскости называется точка пересѣченія этой линіи съ этой плоскостью.*

Такъ слѣдъ АВ есть С (черт.17).

Пусть имѣемъ нѣкоторую линію АВ, картинную плоскость К и точку зрѣнія О.

Тогда картиной АВ будетъ ab.

Предположимъ, что прямая АВ идетъ отъ В въ безконечность.

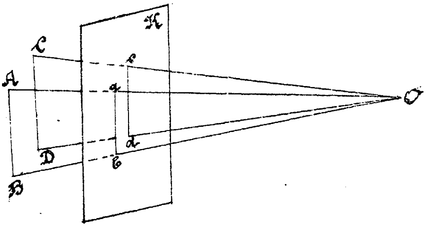


черт.17.

Постараемся опредѣлить теперь ея перспективу. Будемъ постепенно строить перспективы: для точки С будетъ сама эта точка, для А – a, для В – b. Теперь, если мы возьмемъ нѣкоторую точку, находящуюся на безконечно большомъ разстояніи отъ В, – она, очевидно, будетъ лежать на прямой, проходящей черезъ О и параллельную АВ – пусть безконечно удаленная точка будетъ М. Тогда изъ точки О, проведя прямую, параллельную АВ получимъ точку (m) пересѣченія ея съ картинной плоскостью, которая и будетъ картиной точки М.

Итакъ, хотя линія и безконечна, но картина ея будетъ вполнѣопредѣленная – конечная прямая. Возьмемъ затѣмъ какую нибудь другую безконечную прямую; напримѣръ, FG, параллельную АБ и построимъ ея перспективу. Опять перспектива безконечно удаленной точки этой прямой, очевидно, тоже должна пройти черезъ ту же точку m. Слѣдовательно, какую бы линію параллельную АВ ни взяли, перспектива ея пройдетъ черезъ нѣкоторую вполнѣ опредѣленную точку m, называемую *точкой схода*. Отсюда является теорема:

Перспективы нѣсколькихъ параллельныхъ линій имѣютъ общую точку схода, которая получается въ пересѣченіи картинной плоскости линіей, параллельной даннымъ прямымъ и проходящей черезъ точку зрѣнія.



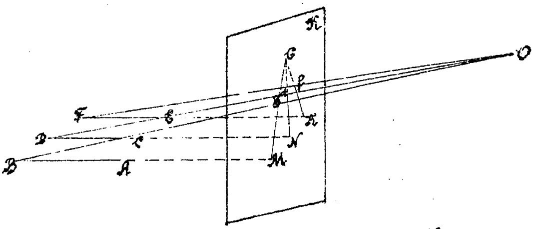
черт. 18

Теперь разсмотримъ частные случаи расположенія параллельныхъ линій относительно картинной плоскости, именно, когда онѣ параллельны картинной плоскости и когда онѣ перпендикулярны къ ней.

Разсмотримъ 1-ый случай, т.е. когда линіи параллельны плоскости (черт.18).

Пусть имѣемъ двѣ прямыя АВ и CD и пусть онѣ параллельны К и параллельны между собой.

Очевидно, что въ этомъ случаѣ перспективы этихъ прямыхъ также параллельны другъ другу и самимъ линіямъ. Очевидно, что здѣсь точка схода удалена въ безконечность.



черт. 19

Разсмотримъ второй случай - линіи перпендикулярны къ картинѣ (черт.19 а).

Пусть имѣемъ цѣлый рядъ линій, перпендикулярныхъ къ картинной плоскости К. Пусть эти линіи будутъ: АВ, CD и EF. По общимъ правиламъ построимъ ихъ перспективы. Нетрудно видѣть, что и эти линіи тоже подчиняются раньше выведенной теоремѣ. Обозначимъ точку схода М буквой С. Эта точка для перспективъ линій, перпендикулярныхъ къ картинѣ, называется центральной точкой схода. Для ясности повернемъ плоскость К перпендикулярно нашему взгляду - тогда получимъ то, что изображено на черт.20, гдѣ Ca, Cb, Cc, Cd - будутъ искомыя перспективы. Съ этимъ чертежомъ мы часто встрѣчаемся въ нашей повседневной жизни, напримѣръ рельсы желѣзно дорожнаго полотна или телеграфные провода кажутся намъ идущими въ одну удаленную точку (черт.19 b).

Итакъ, до этого мы разсмотрѣли перспективы прямыхъ, расположенныхъ отдѣльно и цѣлыми системами. Всѣ выведенныя теоремы - прямыя.

Разсмотримъ теперь обратныя теоремы въ томъ порядкѣ, въ какомъ идутъ прямыя теоремы.

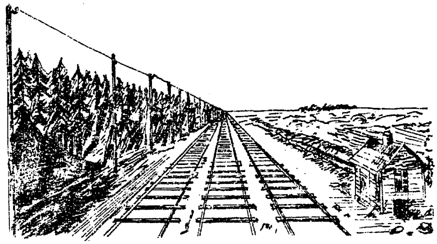
1) Если перспектива кривая линія, то сама линія можетъ и не быть кривой двоякой кривизны.

2) Если перспектива есть кривая, то и самая кривая въ пространствѣ можетъ не быть плоской.

3) Если перспектива - прямая линія, то сама линія въ пространствѣ можетъ и не быть прямой, она можетъ быть и кривой, плоскость которой проходитъ черезъ точку зрѣнія.

4) Точка можетъ быть перспективой не только прямой проходящей черезъ точку зрѣнія, но и точки, лежащей на этомъ лучѣ.

5) Изъ чертежа 17-го видно, что если взять какую нибудь линію Ак не параллельную АВ въ той же плоскости АВО, то она будетъ проектироваться въ ту же линію ab. Слѣдовательно, линіи, имѣющія общую точку схода въ перспективѣ могутъ изображать и не параллельныя прямыя.



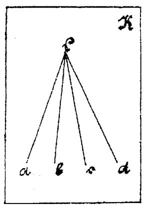
черт. 19 в.

6) Равнымъ образомъ, по чертежу 20-ому нельзя сказать, что линіи ac, bc и т.д. являются перспективами линій, перпендикулярныхъ къ К".

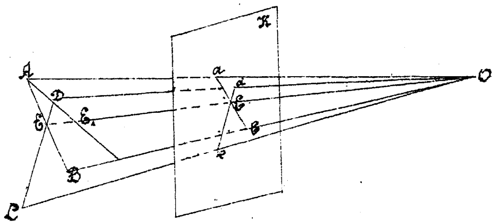
Отсюда выводъ:

Если въ пространствѣ имѣется извѣстная форма, то она даетъ опредѣленную перспективу, но по одной только перспективѣ о формѣ судить нельзя, такъ какъ одна перспектива удовлетворяетъ многимъ формамъ.

Скажемъ теперь нѣсколько словъ о комбинаціяхъ линій: именно, комбинаціи прямыхъ пересѣкающихся и прямой съ кривой.



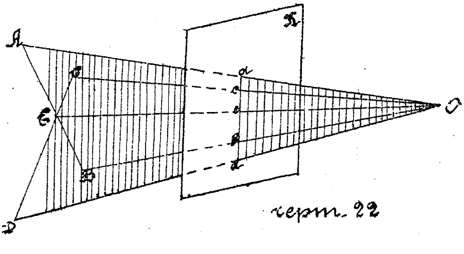
черт. 20



черт. 21

Пусть въ пространствѣ даны двѣ пересѣкающихся линіи (черт.21), тогда очевидно, что и ихъ перспективы тоже пересѣкаются и точка пересѣченія перспективъ есть перспектива точки пересѣченія линій.

Здѣсь возможнымъ является тотъ случай, когда линіи пересѣкаются и лежатъ въ одной плоскости, проходящей черезъ точку зрѣнія - О (черт. 22).

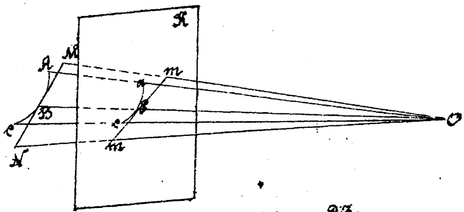


черт. 22

Въ этомъ случаѣ перспективой этихъ двухъ прямыхъ будетъ одна прямая ad.

Обратимся теперь къ комбинаціи прямой съ кривой.

Пусть имѣемъ нѣкоторую кривую АВС и касательную къ ней въ точкѣ В прямую MN (ч. 23). Спроектируемъ ихъ на плоскость К, получимъ перспективное изображеніе ея abc и касательную nm. Поверхность проектирующихъ АВС лучей будетъ конической, а поверхность лучей проектирующихъ прямую MN будетъ касательная къ ней плоскость, которая пересѣкаетъ картинную плоскость по прямой тп. Отсюда вытекаетъ еще одна теорема: *Если прямая касается кривой въ пространствѣ, то и перспектива этой прямой касается перспективы кривой въ точкѣ, которая является перспективой точки касанія въ пространствѣ.*



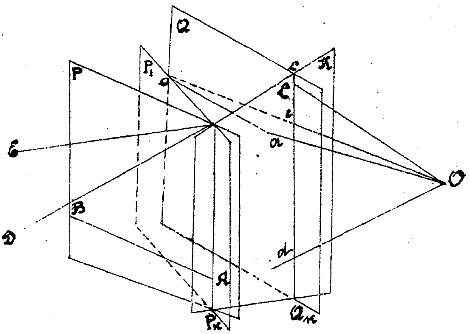
черт. 23

Перейдемъ теперь къ перспективамъ плоскостей. Разсмотримъ перспективы отдѣльной плоскости, а затѣмъ перспективы комбинацій ихъ.

Плоскость относительно картины можетъ занимать слѣдующія положенія: она можетъ быть параллельна картинѣ, перпендикулярна ей; или же пересѣкаться съ ней подъ нѣкоторымъ угломъ.

Возьмемъ какую нибудь случайную плоскость Р и разсмотримъ, какъ ведется построеніе ея перспективы. Пусть линія сѣченія Р съ К будетъ Рк. *Эта линія называется слѣдомъ плоскости Р на К.* (Черт. 24).

Сдѣлавъ это опредѣленіе, перейдемъ къ построенію перспективы данной плоскости Р.



черт. 24.

Мы знаемъ, что плоскость можетъ опредѣляться въ пространствѣ слѣдующими способами: 1) 3-мя любыми точками, не лежащими на одной прямой, 2) двумя пересѣкающимися линіями, 3) двумя параллельными линіями и 4) прямой и точкой.

Продолжимъ плоскость Р до безконечности и попытаемся построить перспективу такой плоскости. Пусть точка С будетъ перспективой безконечно удаленной точки на линіи АВ, лежащей на плоскости Р. Такимъ же образомъ, построимъ перспективу безконечно удаленныхъ точекъ остальныхъ линій, лежащихъ въ Р. Для этого изъ точки О проводимъ линіи, параллельныя даннымъ прямымъ, взятымъ на плоскости и замѣчаемъ точки пересѣченія всѣхъ этихъ лучей съ картинной поверхностью К.

Но всѣ лучи будутъ лежать въ одной плоскости Q, параллельной Р, слѣдовательно, въ сѣченіи Q съ Р и получится прямая линія cd, параллельная $P_к$, которая будетъ геометрическимъ мѣстомъ схода всѣхъ прямыхъ параллельныхъ Р.

Если зададимъ плоскость слѣдомъ ПК и линіей cd, соединяющей точки схода прямыхъ, параллельныхъ данной плоскости, то положеніе плоскости Р будетъ вполнѣ опредѣлено.

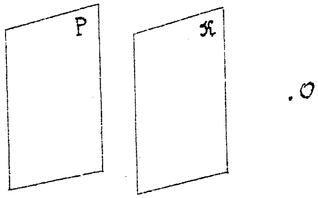
Линія cd называется линіей схода для плоскостей, параллельныхъ данной плоскости.

Разсмотримъ различныя положенія, которыя можетъ занимать данная плоскость Р относительно картины К.

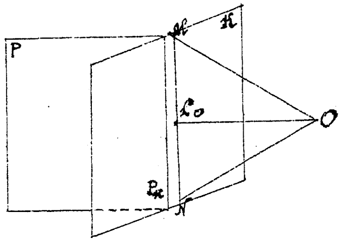
Могутъ представиться только три случая:

1) Р параллельна К, 2) Р перпендикулярна К, 3) Р занимаетъ случайное положеніе.

Если плоскость параллельна картинѣ, то ясно, что она не можетъ имѣть слѣда, такъ какъ не пересѣчется съ картиной. Поэтому, можно для общности введеннаго только что положенія предположить, что слѣдъ такой плоскости лежитъ въ безконечности. Линія схода также будетъ лежать въ безконечности (черт.25). Пусть теперь плоскость Р будетъ перпендикулярна къ К. Въ этомъ случаѣ слѣдъ плоскости будетъ Рк. Для полученія линіи схода проводимъ изъ О плоскость, параллельную Р до пересѣченія съ картиной. Линія MN будетъ линіей схода. Черт.26.



черт. 25



черт. 26

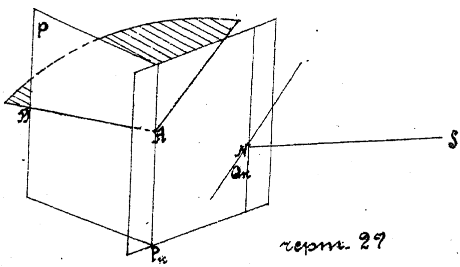
Вспомнимъ кстати, что мы называемъ центральной точкой.

Центральная точка есть точка пересѣченія съ К, перпендикулярна, проведеннаго изъ Оа къ К.

Очевидно, что если Р перпендикулярно К, то ея линія схода проходитъ черезъ центральную точку C_0 и параллельна слѣду РК.

Теперь разсмотримъ тотъ случай, когда плоскости пересѣкаются подъ нѣкоторымъ произвольнымъ угломъ (не равнымъ 90°).

Пусть имѣемъ картину К и нѣкоторыя плоскости Р и Q. Пусть эти плоскости пересѣкаются по линіи АВ. Каждая изъ этихъ плоскостей опредѣляется слѣдомъ и линіей схода. Черт.27. Рк есть линія схода плоскости Р. Qk есть линія схода плоскости Q. Точка М пересѣченія Рк и Qk и точка зрѣнія опредѣляютъ линію MS, которая, очевидно, параллельна линіи АВ.



черт. 27

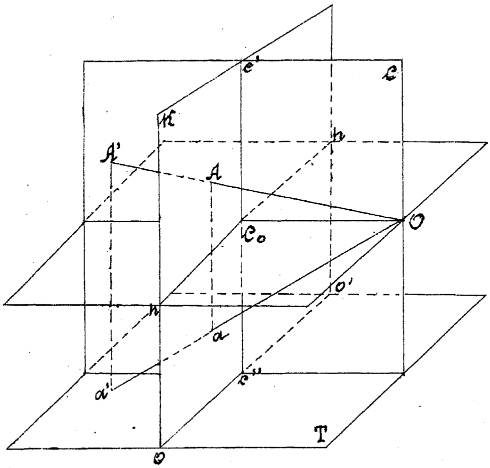
Окончивъ обзоръ общихъ свойствъ перспективъ, перейдемъ къ построенію перспективъ точекъ, линій и плоскостей и къ выясненію того, какъ при помощи перспективъ опредѣлять въ пространствѣ положеніе и форму предмета.

3. ПЕРСПЕКТИВА НА ПЛОСКОСТИ.

а) ОСНОВНЫЯ ОПРЕДѢЛЕНІЯ И ЗАДАНІЕ ТОЧКИ.

Мы знаемъ, что точка вполнѣ опредѣляется въ пространствѣ тремя координатами - разстояніями ея отъ трехъ плоскостей, изъ которыхъ двѣ вертикальны, а одна горизонтальна. На 28 чертежѣ мы видимъ три взаимно перпендикулярныхъ координатныхъ плоскости: К, С и Н. Плоскость К называется картинной плоскостью. Точка О называется точкой зрѣнія. Черезъ эту точку

О проводимъ двѣ взаимно-перпендикулярныя плоскости С и Н, изъ которыхъ первая, проходящая черезъ центральную точку С, называется центральной плоскостью, а плоскость Н называется *плоскостью горизонта* или *горизонтальной плоскостью.*



черт. 28

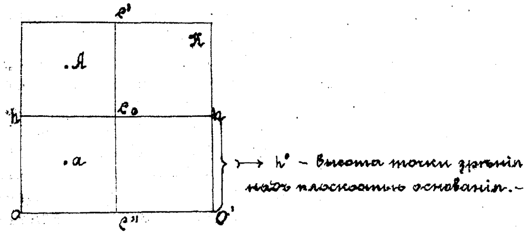
Кромѣ того, въ перспективѣ принимаютъ во вниманіе еще одну плоскость, тоже горизонтальную, которая называется *предметной,* или *плоскостью основанія.* Эта плоскость обозначена на нашемъ чертежѣ буквой Т. Линія hh сѣченія плоскостей К и Н называется *линіей горизонта.* Линія С'·С" сѣченія плоскостей К и С - *центральной линіей.* Линія ОО' сѣченія плоскостей К и Т - *линіей основанія.*

Точку C_0 - основаніе перпендикуляра изъ О на К называютъ "центральной точкой".

Обыкновенно предполагаютъ, что зритель стоитъ на плоскости Т, а глаза его на уровнѣ О, поэтому длину C_0C'' птинимаютъ обыкновенно равной росту человѣка.

Теперь изъ нашего чертежа выдѣлимъ плоскость К и повернемъ ее вокругъ С'С" такъ, чтобы мы видѣли всѣ ея линіи безъ искаженія. Тогда получимъ чертежъ 29.

Разсмотримъ теперь, какъ будетъ проектироваться случайно заданная въ пространствѣ точка А'.



черт. 29

Пусть она лежитъ сзади картины, слѣва отъ С и выше Н.

Построимъ перспективу точки А'. Для этого изъ О проводимъ лучъ къ А' Онъ пересѣчетъ плоскость К въ нѣкоторой точкѣ А . Теперь построимъ перспективу горизонтальной проекціи а' точки А' на Т. Пусть а будетъ перспективой а'.

Очевидно, что всѣ эти лучи, проектирующіе линію А'а' на К, образуютъ въ совокупности плоскость, которая пересѣкается съ плоскостью К по нѣкоторой прямой, перпендикулярной къ Т или перпендикулярной къ ОО. Перенесемъ всѣ полученныя точки на чертежъ 29. Чертежъ 29 вполнѣ опредѣляетъ положеніе точки А'. Опредѣлимъ точку А' въ пространствѣ по ея перспективамъ А и а, при этомъ предположимъ, что намъ извѣстно положеніе и разстояніе точки зрѣнія отъ картины. Лучъ Оа пересѣкаетъ предметную плоскость въ нѣкоторой вполнѣ опредѣленной точкѣ а'; возставимъ изъ а' перпендикуляръ къ Т до пересѣченія съ линіей Оа въ точкѣ A', которая и будетъ искомой.

Итакъ, всякая точка въ пространствѣ вполнѣ опредѣляется, если даны перспективы: самой точки (A) и прямоугольной проекціи этой точки на предметную плоскость. Вмѣстѣ съ тѣмъ должны быть даны: линія горизонта, линія основанія, центральная точка C и разстояніе OC_0, отсюда слѣдуетъ, что: если мы имѣемъ какую нибудь форму, то чтобы опредѣлить ее и ея положеніе, нужно имѣть двѣ перспективы:

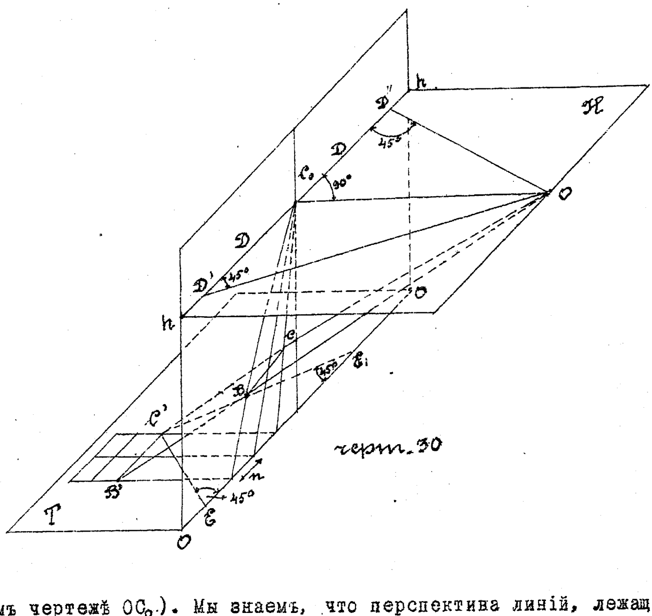
1) всѣхъ точекъ A' этой формы и
2) перспективу ея горизонтальной проекціи на плоскость основанія.

b) *ПЕРСПЕКТИВЫ ФИГУРЪ ЛЕЖАЩИХЪ ВЪ ПЛОСКОСТИ ОСНОВАНІЯ.*

α) Перспектива точекъ и прямыхъ линій.

Разсмотримъ теперь перспективы плоскихъ фигуръ, лежащихъ въ плоскости основанія. Построимъ перспективы линій, перпендикулярныхъ къ картинѣ и лежащихъ въ плоскости основанія.

Опредѣлимъ (черт.30) точку схода перспективъ этихъ линій; для этого проведемъ изъ точки O лучъ, параллельный даннымъ перпендикулярамъ (на



черт.30

нашемъ чертежѣ OC_0). Мы знаемъ, что перспектива линій, лежащихъ въ предметной плоскости перпендикулярныхъ картинѣ, проходитъ черезъ центральную точку C_0. Если представимъ картину перевернутую къ намъ такъ, что перспектива этихъ перпендикуляровъ не будетъ искажаться, то получимъ (черт. 31).

Обратно, всякая линія, проходящая черезъ центральную точку, есть перспектива линіи, перпендикулярной къ картинѣ. Проведемъ (на черт.30) рядъ линій, заключающихся между данными перпендикулярами и параллельныхъ основанію картины, тогда получимъ, что перспективы линій параллельныхъ картинѣ, во первыхъ, параллельны между собою, и во вторыхъ параллельны самимъ линіямъ. Всѣ эти линіи въ натурѣ равны между собою (въ перспективѣ онѣ уменьшаются) и всѣ равны отрѣзку n.

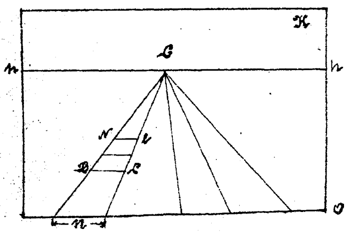
1) *Точки разстоянія.*

Теперь переходимъ къ опредѣленію *точекъ разстоянія*. Возьмемъ для этого на одномъ изъ перпендикуляровъ въ плоскости основанія точку С и черезъ нее проведемъ линію СЕ въ этой же плоскости, составляющую уголъ въ 45° съ основаніемъ картины.

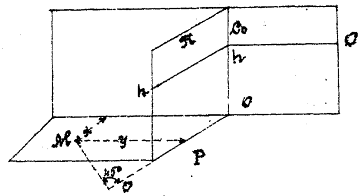
Построимъ теперь точку схода для этой линіи; для этого изъ точки зрѣнія О проводимъ лучъ, параллельный данной прямой. Пусть этотъ лучъ въ точкѣ D_2 пересѣчется съ линіей горизонта.

Разсмотримъ теперь прямоугольный треугольникъ $C_0D_2''O$. Мы видимъ, что уголъ $C_0D_2''O$ равенъ 45° и $C_0D_2'' = C_0O = D$.

Проведя же въ плоскости основанія линію CE_1 въ другую сторону отъ СЕ, подъ угломъ въ 45° къ основанію картины и взявъ параллельный ей лучъ OD_1, получимъ въ точкѣ пересѣченія этого луча съ линіей горизонта hh вторую *точку разстоянія*. Очевидно, что обѣ эти точки являются точками схода горизонтальныхъ линій, наклоненныхъ къ картинѣ подъ угломъ 45°. Теперь, зная какъ строить перспективы перпендикулярныхъ къ картинѣ линій и линій наклонныхъ къ ней въ 45°, приступимъ къ рѣшенію нѣкоторыхъ задачъ на построеніе перспективъ.



черт. 31



черт. 32

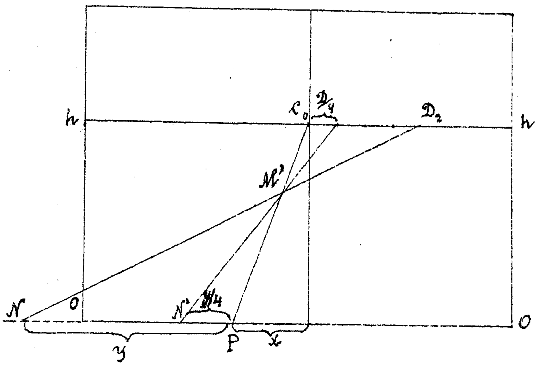
З а д а ч а 1-ая.

Пусть дана какая нибудь точка, лежащая въ предметной плоскости (черт. 32). Требуется построить ея перспективу. Если точка М дана въ плоскости основанія, то это значитъ, что извѣстны ея двѣ координаты: х - разстояніе отъ центральной плоскости, у - отъ картинной плоскости. Эту точку М можно опредѣлить, какъ пересѣченіе двухъ линій: одной, перпендикулярной къ картинѣ, а другой - наклонной къ ней подъ угломъ въ 45° (лежащей въ этой же плоскости). При рѣшеніи задачъ предполагается извѣстнымъ: линія горизонта hh, центральная точка С, высота линіи горизонта надъ предметной плоскостью равна ОО и, наконецъ, разстояніе D точки зрѣнія до картины.

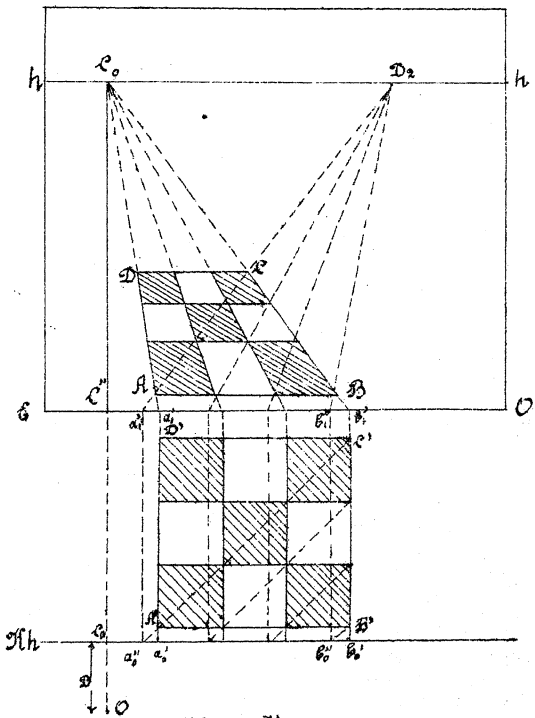
Посмотримъ центральную точку С (на чертежѣ 39 представляющимъ перевернутую картинную плоскость во избѣжаніе искаженія).

Найдемъ теперь основаніе перпендикуляра, опущеннаго изъ точки М на основаніе ОО картины. Для этого отложимъ отъ центральной плоскости отрѣзокъ х влѣво и, кромѣ того, отложимъ на ОО отъ точки Р отрѣзокъ PN, равный у. Затѣмъ находимъ на горизонтальной линіи hh точку разстоянія CD_2 (CD = D) и соединивъ точку N съ D_2 и точку С съ Р въ пересѣченіи ихъ получимъ M^1 которая будетъ перспективой точки М. (Такъ какъ ND_2 есть перспектива линіи, проходящей черезъ точку М и наклоненной къ картинѣ подъ угломъ въ 45° а линія РС, какъ проходящая черезъ центральную точку, является перспективой линіи, тоже проходящей черезъ М и перпендикулярной къ картинѣ).

Въ данномъ случаѣ точка N вышла за предѣлы картины; избѣжать этого



черт. 35



черт. 34

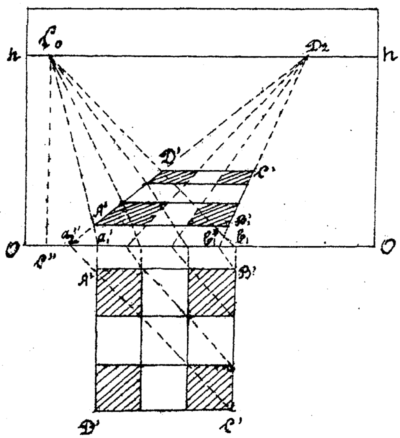
легко, стоитъ только откладывать на всю длину у, а какую нибудь ея долю, напримѣръ, $y/4$ = PN' и соединять точки N' съ точкой D $^1/_4$ ($SD^1/_4$ = = $D/4$).

Зная какъ строить перспективу точки, лежащей въ плоскости основанія, мы можемъ построить перспективы уже цѣлой фигуры, лежащей въ плоскости основанія.

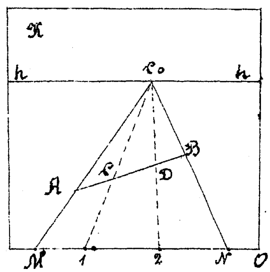
Пусть (черт. 34) дана нѣкоторая фигура A'B'C'D' въ планѣ. Требуется построить ея перспективу. Будемъ считать данными основанія картины OO, линію горизонта hh, центральную точку C и точку разстоянія D_2. Требуется, зная всѣ эти элементы, построить перспективу данной фигуры. Предположимъ, что наша фигура лежитъ нѣсколько правѣе центральной плоскости, т. е. правѣе линіи C_oC''.

Обыкновенно предполагается, что картинная плоскость располагается между точкой зрѣнія и изображаемымъ предметомъ. Таковое расположеніе и принято внизу чертежа 34, гдѣ въ планѣ изображены: точка зрѣнія O, слѣдъ Kh картинной плоскости и фигура A'B'C'D'. Перспектива каждой точки ея строится такъ, какъ показано на черт. 32 и 33. Напримѣръ, чтобы построить перспективу точки A', опускаемъ изъ нея перпендикуляръ $A'a_0'$ на основаніе картины Kh (черт.34 внизу), и проводимъ линію $A'a_1''$ подъ угломъ 45° къ Kh. Перенесемъ точки a_0' и a_0'' на основаніе картины OO въ такомъ же разстояніи отъ линіи C_0C'' въ какомъ онѣ были отъ точки C_0 и соединяемъ полученныя точки a_1' и a_1'' съ центральной точкой C_0 и съ точкой разстоянія D_2. Пересѣченіе линій $a_1'c_0$ и $a_1''D_2$ и даетъ точку A, перспективу точки A'. Подобнымъ же образомъ получимъ перспективы и остальныхъ точекъ $B_1'C'$ и D'.

Разсматривая чертежъ 34 мы видимъ, что намъ пришлось от- рѣзки линіи Kh переносить на линію OO. Этого можно избѣжать инымъ расположеніемъ фигуры A'B'C'D'. Перевернемъ фигуру A'B'C'D' вокругъ оси Kh на 180°



черт. 35



черт. 36

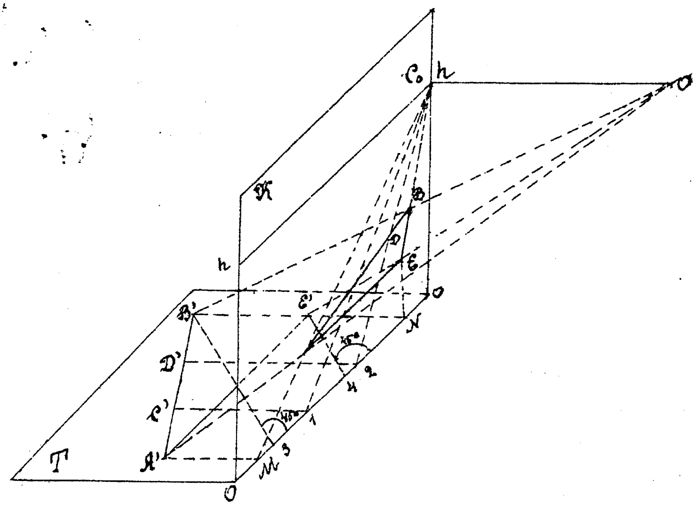
и затѣмъ наложимъ линію Kh на OO такъ, чтобы точки C_0 и C'' совпали (черт. 35). Тогда, очевидно, точка a_0' совпадетъ съ a_0', a_0'' съ b_0'' и т.д. и мы получимъ эти точки сразу на линіи OO, избѣгая лишнихъ построеній. Поэтому, при построеніи перспективъ фигуры строютъ сначала ихъ зеркальное изображеніе относительно картинной плоскости и затѣмъ уже строютъ, какъ только что показано, перспективу этого изображенія, которое и будетъ искомымъ изображеніемъ даннаго предмета.

Рѣшимъ для примѣра еще нѣсколько задачъ: 1) раздѣлить отрѣзокъ AB на n равныхъ частей, 2) измѣрить длину отрѣзка AB и 3) опустить изъ данной точки перпендикуляръ на AB, причемъ AB во всѣхъ случаяхъ задана въ перспективѣ.

Рѣшеніе задачи 1-ой.

Пусть (черт.36) задана линія AB въ перспективѣ. Требуется найти перспективы ряда такихъ точекъ, которыя бы въ натурѣ дѣлили данную линію на n равныхъ частей.

Построимъ схему проектированія въ пространствѣ (черт.37). Строимъ соотвѣтственный чертежъ 37. Пусть линія A'B' раздѣлена на три равныя части; проводимъ изъ точекъ дѣленія A', C', D', B', перпендикулярныхъ къ основанію OO, до пересѣченія съ этой линіей въ точкахъ M, 1, 2 и N. Изъ этихъ точекъ проводимъ линіи, соединяющія ихъ съ центральной точкой. Эти линіи пересѣкутъ AB въ точкахъ C и D, которыя будутъ служить перспективами точекъ, дѣлящихъ A'B' на три равныя части. Такимъ образомъ, для рѣшенія этой задачи нужно линію MN раздѣлить въ три равныя части и соединить полученныя точки дѣленія съ центральной точкой. Полученные лучи 1C и 2C пересѣкутъ AB въ точкахъ C и D - перспективахъ искомыхъ точекъ (черт.36).

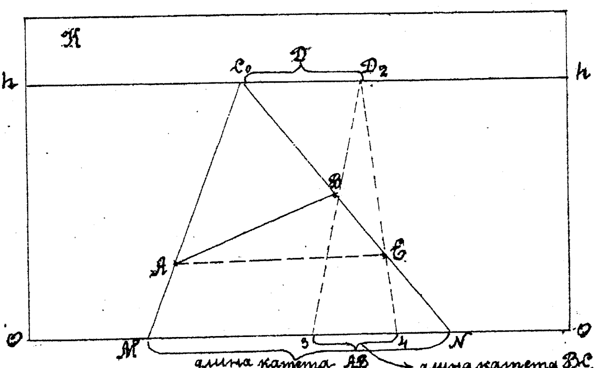


черт. 37.

З а д а ч а 2-ая.

Пусть требуется опредѣлить длину отрѣзка AB, заданнаго въ перспективѣ (черт.38).

Обратимся къ чертежу 37. Проведемъ изъ A' линію A'E' перпендикулярную къ B'N. Если намъ извѣстны катеты прямоугольнаго треугольника A'B'E', гдѣ A'E' || OO, а B'E' ⊥ OO, то длину даннаго отрѣзка A'B' мы опредѣлимъ какъ гипотенузу этого треугольника. Такимъ образомъ, намъ нужно опредѣлить истинную величину обоихъ катетовъ. Построимъ первый катетъ A'E'; перспектива для него будетъ AE || OO. Перспективою второго катета будетъ BE. Опредѣлимъ теперь длину B'E'. Воспользуемся точкою разстоянія D_2. Проводимъ изъ B (черт. 38) линію BD_2. Это будетъ перспектива линіи, наклонной подъ угломъ въ 45° къ картинѣ.

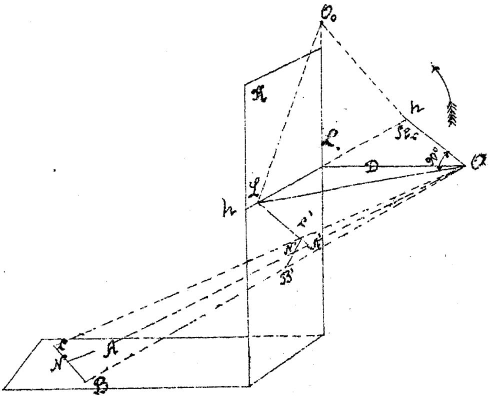


черт. 38.

Подобнымъ же образомъ проводимъ линію черезъ E и D_2. Очевидно, отрѣзокъ 34 между концами линіи BD_2 и ED_2 (черт.38) будетъ равенъ длинѣ катета B'E'. Далѣе, соединяемъ точки A и B съ C_0 (черт.38) и продолжаемъ линіи AC_0 и BC_0 до пересѣченія съ OO въ точкахъ M и N. Длина MN, очевидно, будетъ равна длинѣ второго катета A'C'. Зная же длину катетовъ AC' и BC' легко построить и длину гипотенузы A'B'.

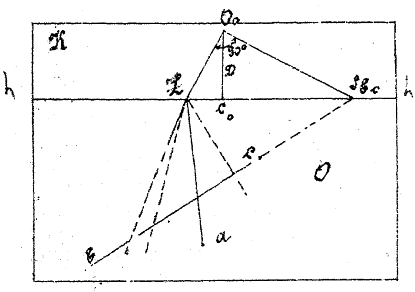
Задача 3-ья.

Покажемъ теперь, какъ построить изъ какой нибудь точки A перпендикуляръ къ линіи BC (A и BC лежатъ въ плоскости основанія).



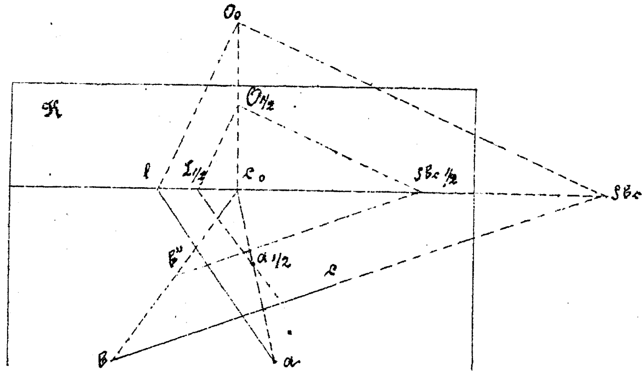
черт. 39

Проведемъ (черт. 39) изъ точки зрѣнія O линію параллельную BC и пусть S_{bc} будетъ точкой схода для направленій, параллельныхъ BC. Пусть проводимъ изъ точки O горизонтальную линію OZ, перпендикулярную къ OS_{bc}. Линія OZ, очевидно, будетъ параллельна тому перпендикуляру AN, который требуется провести. Точка Z пересѣченія OZ съ линіей горизонта будетъ, очевидно, служить точкой схода для всѣхъ направленій, перпендикулярныхъ къ BC. Поворачиваемъ теперь треугольникъ ZOS_{bc} вокругъ линіи ZS_{bc} до совмѣщенія съ картиной. Точка O займетъ положеніе Oo на перпендикулярѣ въ центральной точкѣ къ линіи горизонта и будетъ отстоять отъ hh на разстояніе D - равномъ разстоянію точки зрѣнія отъ картинной плоскости. Точки Z и S_{bc} останутся на своихъ мѣстахъ. На основаніи этого можно заключить, что, если дана картина съ перспективами на ней линіи bc и точки a, то точка схода перпендикуляра изъ a къ bc находится слѣдующимъ образомъ (чертежъ 40). Продолжаемъ bc до пересѣченія съ линіей горизонта въ точкѣ S_{bc}. Возстановляемъ изъ центральной точки C_0 къ hh перпендикуляръ и откладываемъ на немъ отрѣзокъ C_0O_0 = = D. Соединяемъ точки S_{bc} съ Oo и проводимъ OoZ перпендикулярнымъ къ S_{bc}Oo до пересѣченія съ hh въ точкѣ Z, которая и будетъ точкою схода для всѣхъ линій перпендикулярныхъ къ bc. Соединяя точку a съ точкою Z - получаемъ перспективу искомаго перпендикуляра изъ точки a къ bc.



черт. 40

Пусть имѣемъ ту же задачу - построеніе перпендикуляра изъ данной точки на прямую, заданную въ перспективѣ, но пусть точки схода линій выходятъ изъ предѣловъ чертежа. Итакъ, имѣемъ на чертежѣ 41 нѣкоторую прямую bc, которая занимаетъ такое положеніе, что ея точка схода S_{bc} лежитъ внѣ чертежа. Посмотримъ, какъ поступать въ такомъ случаѣ. Разсуждаемъ такъ: если бы плоскость не была ограничена, то намъ нужно было бы употребить обыкновенный способъ, т.е., найдя точку схода, соединили бы ее съ точкой O_0, причемъ O_0C_0 равнялось разстоянію точки зрѣнія отъ картины, т.е. равнялось D; затѣмъ возстановили бы изъ этой точки O_0 перпендикуляръ къ $O_0 S_{bc}$ до пересѣченія съ линіей горизонта въ точкѣ L. Эта точка и была бы точкой схода всѣхъ перпендикуляровъ, проведенныхъ къ bc въ предметной плоскости. Поэтому намъ остается только соединить точку а съ L, прямая aL и будетъ искомымъ перпендикуляромъ. Но если у насъ мѣсто для чертежа ограничено, то намъ придется поступить нѣсколько инымъ образомъ (черт.41). Соединяемъ точку b съ точкой C_0, дѣлимъ прямую bC пополамъ. Пусть точка b' и будетъ срединой bC_0, затѣмъ изъ точки b' проводимъ прямую, параллельную данной bC и продолжаемъ ее до пересѣченія съ линіей горизонта въ точкѣ $S_{bc^1/_2}$. Затѣмъ



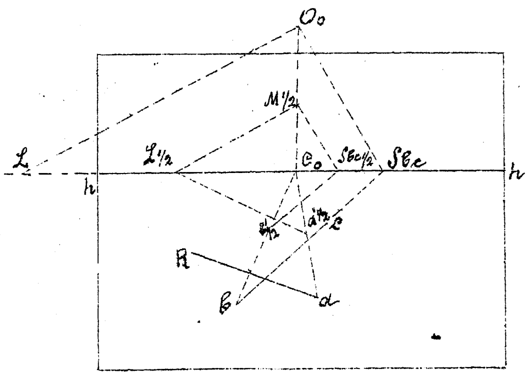
черт. 41

изъ центральной точки откладываемъ величину $\frac{D}{2}$; полученную точку $O_{1/_2}$ соединяемъ съ $S_{bc1/_2}$ и строимъ при точкѣ $O_{1/_2}$ прямой уголъ (на сторонѣ $S_{bc1/_2}O_{1/_2}$). Другая сторона этого угла пересѣчетъ линію горизонта въ нѣкоторой точкѣ $L_{1/_2}$. Далѣе дѣлимъ линію aC_0 пополамъ въ точкѣ $a_{1/_2}$. Остается изъ точки а провести линію aL параллельную $a_{1/_2}L_{1/_2}$; эта линія, очевидно, будетъ перспективою искомаго перпендикуляра.

Такимъ образомъ, въ данномъ случаѣ мы воспользовались методомъ подобныхъ треугольниковъ.

На чертежѣ 42 показанъ методъ примѣненія подобныхъ треугольниковъ для случая, когда точка O_0 лежитъ также внѣ предѣловъ чертежа.

Если бы точка $S_{bc1/_2}$ оказалась также внѣ предѣловъ чертежа, то слѣдовало бы раздѣлить отрѣзки bC_0 и aC_0 не на двѣ, а на три или еще на болѣе мелкія части и взять точки дѣленія ближайшія къ C_0.

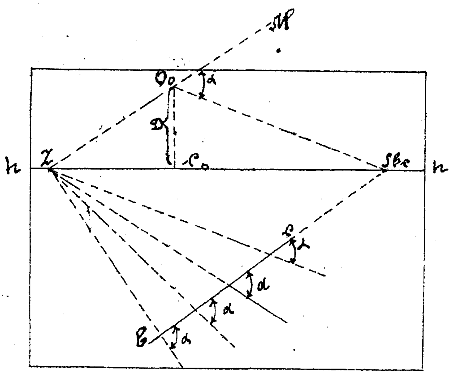


черт. 42

З а д а ч а 4-ая.

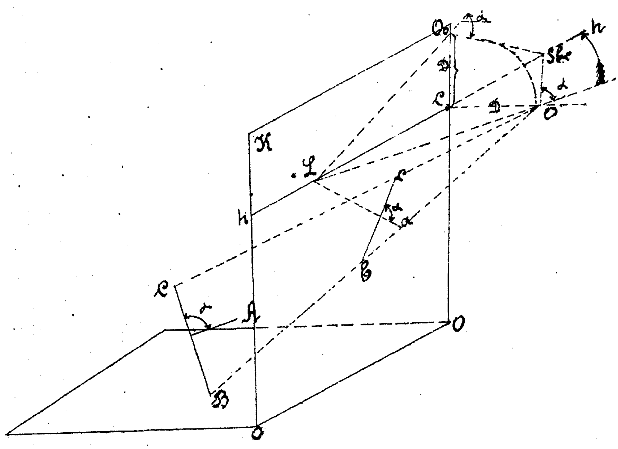
Провести черезъ данную точку а линію подъ даннымъ угломъ α къ прямой bc (черт.43).

Прежде всего для рѣшенія данной задачи проводимъ bc до пересѣченія въ точкѣ S_{bc} съ линіей горизонта. Затѣмъ изъ точки C_o возставляемъ перпендикуляръ до точки O_o такъ, чтобы C_oO_o = D = разстоянію точки зрѣнія до картины. Затѣмъ соединивъ S_{bc} съ O_o построимъ при O_o уголъ = α, такъ, чтобы одной его стороной была бы O_oS_{bc}. Затѣмъ, продолживъ его вторую сторону O_oM до пересѣченія съ линіей горизонта hh, получимъ точку L – точку схода всѣхъ линій, пересѣкающихъ bc подъ угломъ = α. Поэтому всякая линія, проведенная изъ L и будетъ перспективой линіи, пересѣкающей данную подъ угломъ =α. Итакъ, для рѣшенія нашей задачи намъ нужно только соединить L съ a. Таковы построенія, которыя намъ нужно вести на картинѣ Разсмотримъ для большей ясности, какъ будутъ располагаться наши построенія въ пространствѣ (чертежъ 44).



черт. 43

Прежде всего найдемъ точку схода линій, наклоненныхъ подъ угломъ α къ CB. Для этого опредѣлимъ сначала точку схода для линій параллельныхъ BC. (Чертежъ 44). Для этого проводимъ изъ O прямую OS_{bc}, параллельную BC и, слѣдовательно, пересѣченіе этой прямой съ линіей горизонта и будетъ точкой схода линій, тараллельныхъ BC. Теперь построимъ при точкѣ O на прямой OS_{oc} уголъ = α и другу его сторону продолжимъ до линіи горизонта. Тогда, очевидно, что точка L и будетъ точкой схода прямыхъ, наклоненныхъ ъ OS_{bc} а, слѣдонательно, и BC – подъ угломъ = α.



черт. 44

Совмѣстивъ точку O съ картиной, вращая O около hh, и отмѣтивъ на картинной плоскости положенія, которыя займутъ линіи LO и OS_{bc}, получимъ чертежъ 43.

Задача 5-ая.

Теперь, исходя изъ данныхъ чертежей, рѣшимъ 5-ю задачу, обратную предыдущей, т.е. по данной перспективѣ опредѣлимъ самый уголъ. На чертежѣ 45-омъ даны перспективы двухъ линій. Требуется опредѣлить уголъ, который онѣ составляютъ.

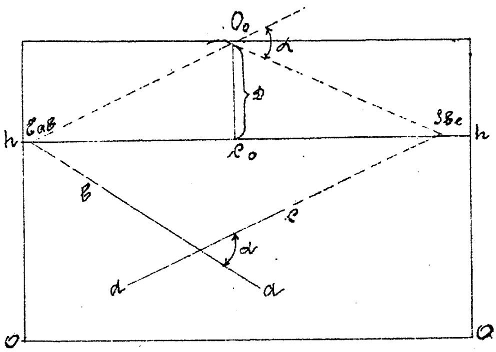
Построенія этой задачи совершенно обратны построеніямъ предыдущей. Найдя точки схода данныхъ линій, соединяемъ ихъ съ точкой O_0. Уголъ, образованный этими двумя прямыми и будетъ искомымъ.

З а д ч а 6-ая.

Провести черезъ точку A прямую, параллельную данной bc.

Если точка S_{bc} схода bc заключается въ предѣлахъ чертежа, то поступаемъ такъ: соединяемъ a съ S_{bc}. Линія aS_{bc} и будетъ искомой.

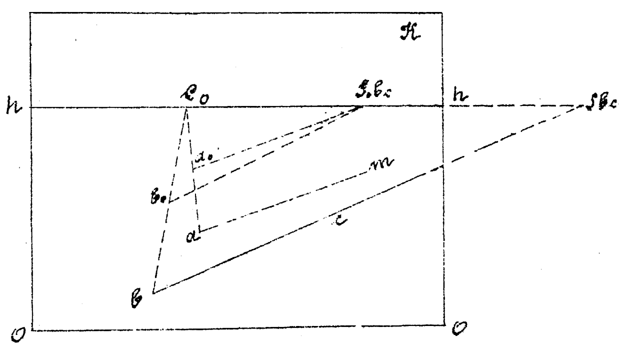
Если же S_{bc} не лежитъ въ предѣлахъ чертежа, какъ напримѣръ, на чертежѣ 46, то поступаемъ слѣдующимъ образомъ. Дѣлимъ линіи bC_0 и aC_0 пополамъ въ точкахъ a_0 и b_0 и проводимъ черезъ b_0 линію, параллельную bc до пересѣченія съ hh, въ точкѣ S_0bc. Соединяемъ S_0bc съ точкой a_0. Проводя изъ точки a линію am параллельную a_0S_0bc, получимъ перспективу линіи, параллельной данной bc.



черт. 45

Другой способъ той же задачи заключается въ слѣдующемъ. Рѣшимъ задачу: "Провести черезъ точки B, C, D основанія картины линіи, параллельныя прямой AA_1, точка схода которой находится внѣ предѣловъ чертежа".

Рѣшеніе этой задачи основывается на теоремѣ элементарной геометріи: "Отрѣзки параллельныхъ между собой". Предположимъ, что задача рѣшена и проведены искомыя параллели Bb_1, Cc_1, Dd_1.. (черт. 46 bis). Соединимъ точки B, C, D съ центральною точкою C_0. Линіи AC_0, BC_0, CC_0, DC_0 будутъ перспективами перпендикуляровъ къ основанію OO, проведенныхъ изъ точекъ A, B, C и D. Проведемъ какую нибудь

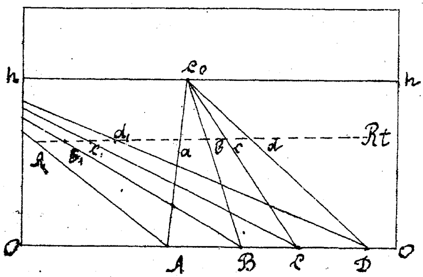


черт. 46

плоскость R, параллельную картинѣ. Пусть будетъ перспектива ея горизонтальнаго слѣда (Rt || OO). На основаніи вышеупомянутой теоремы отрѣзки Rt между линіями AA_1, Bb_1, Cc_1, Dd_1 должны быть равны между собой и равны отрѣзкамъ ab, bc, cd. Поэтому для рѣшенія задачи достаточно провести случайную линію Rt || OO, замѣтить точки встрѣчи ея съ линіями AC_0,

BC_o, CC_o, DC_o отложить отъ точки A_1 отрѣзки $A_1b_1 = b_1c_1 = c_1d_1 = ab = bc = cd$ и соединить полученныя точки съ A, B, C и D. Линіи AA_1, Bb_1, Cc_1 и Dd_1 и будутъ искомыми.

2) *Точка дѣленія.*



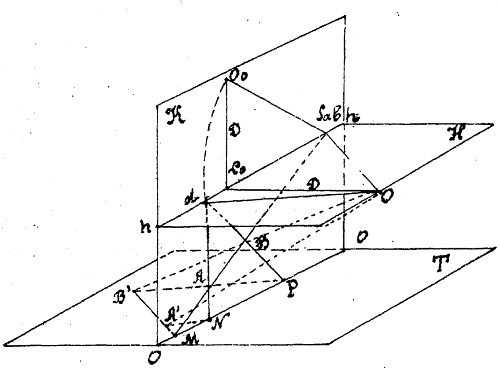
черт. 46 bis

Точкой дѣленія называется лежащая на линіи горизонта точка схода такихъ линій, при помощи которыхъ можно раздѣлить линію, заданную въ перспективѣ, на части опредѣленной длины. Кромѣ того, при помощи такихъ точекъ рѣшаются также задачи: а) измѣрить длину отрѣзка прямой, заданной ея перспективой и b) отложить на прямой, заданной въ перспективѣ, отрѣзокъ опредѣленной длины.

Прослѣдимъ построеніе и примѣненіе точекъ дѣленія на слѣдующихъ задачахъ.

Задача 7-ая.

Измѣрить длину отрѣзка AB, заданнаго въ перспективѣ (черт. 48). Задачу эту мы рѣшили ранѣе (задача 2-ая) не пользуясь точками дѣленія. Теперь рѣшимъ ее при помощи таковыхъ точекъ. Разсмотримъ построенія въ пространствѣ (черт. 47). Данъ отрѣзокъ линіи A'B' и его перспектива AB. Продолжимъ A'B' до пересѣченія съ линіей основанія въ точкѣ M и отложимъ MN = A'M. Проводимъ изъ точки B' линію B'P параллельную A'N до пересѣченія съ OO. Тогда, очевидно, NP будетъ равно A'B'. Найдемъ точку схода направленій, параллельныхъ A'N. Для этого проводимъ изъ точки зрѣнія O линію OS_{ab} параллельную A'B' и откладываемъ $S_{ab}d = OS_{ab}$. Линія Od будетъ, очевидно, параллельна A'N. Имѣя только картинную плоскость, точку d можно опредѣлить слѣдующимъ образомъ. Представимъ себѣ, что

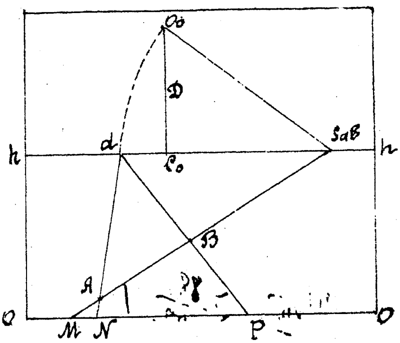


черт. 47

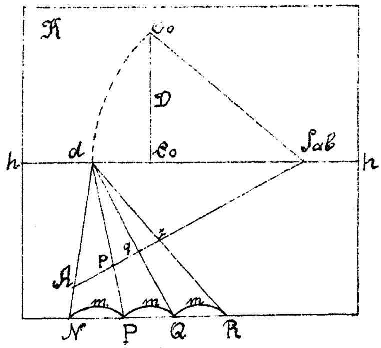
плоскость горизонта H повернута вокругъ линіи hh вверхъ до совмѣщенія съ картиною. Тогда точка O расположится на перпендикулярѣ O_oC_o къ линіи горизонта въ разстояніи D отъ послѣдней. Для полученія же точки d достаточно засѣчь линію горизонта изъ центра S_{ab} радіусомъ $S_{ab}O_o$. Полученная точка d и будетъ точкой дѣленія. Соединяя ее съ концами даннаго отрѣзка, и продолжая линіи dA и dB до пересѣченія съ основаніемъ OO, получимъ отрѣзокъ NP, равный истинной величинѣ AB. На черт. 48 всѣ эти построенія показаны въ перспективѣ. Продолжая AB до пересѣченія съ hh находимъ точку S_{ab}. Возстановивъ изъ C_o къ hh перпендикуляръ и отложивъ на немъ $C_oD_o = D$, получаемъ точку O_o. Засѣкаемъ hh дугою радіуса O_oS_{ab} изъ центра S_{ab}, получимъ точку дѣленія d. Соединяемъ A и B съ d и продолжая линіи dA и dB до OO получимъ отрѣзокъ NP = A'B'.

З а д а ч а 8-ая.

Отложить на перспективѣ прямой линiи AB отъ точки A отрѣзокъ данной длины (черт.48). Задача эта обратна предыдущей. Находимъ, какъ указано выше, точку дѣленія d и, проводя линію dA, опредѣлимъ точку N ея пересѣченія съ OO. Отложимъ на линіи OO длину NP, равную данной величинѣ и соединимъ P съ d. Линія Pd пересѣчетъ AB въ искомой точкѣ B.



черт.48

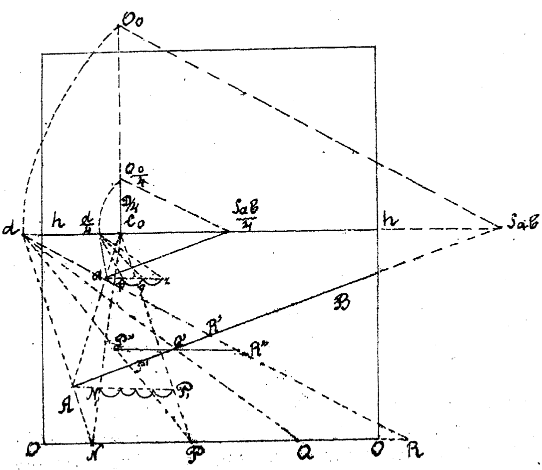


черт.49

З а д а ч а 9-ая.

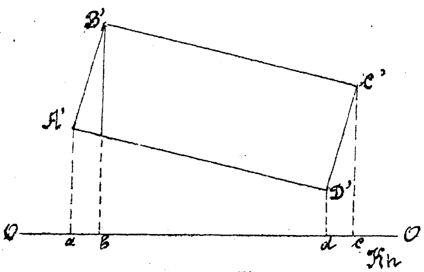
Отложить на линiи AB отъ точки A n частей которыя въ пространствѣ равны были бы каждая данной длинѣ (m).

Находимъ, какъ указано выше, точку дѣленія d и соединяемъ dA. Продолжаемъ dA до пересѣченія съ OO въ точкѣ N. Откладываемъ по линіи OO (n) отрѣзковъ NP, PQ, QR и т.д. равныхъ данной длинѣ и соединяемъ точки P, Q, R..... съ d. Линіи Pd, Qd,... пересѣкутъ данную линію въ точкахъ p, q, r..., которыя и дадутъ искомые отрѣзки Ap, pq, qr... на данной линіи. Очень часто нѣкоторыя точки, которыя служатъ для рѣшенія задачи, располагаются внѣ предѣловъ чертежа. Тогда приходится пользоваться методомъ параллельныхъ линій, примѣры котораго разобраны на чертежахъ 41, 42 и 46. Рѣшимъ задачу 9-ю при условіи, что точка схода S_{ab}, точка O_o, точка d и точка R располагаются внѣ предѣловъ чертежа (черт.

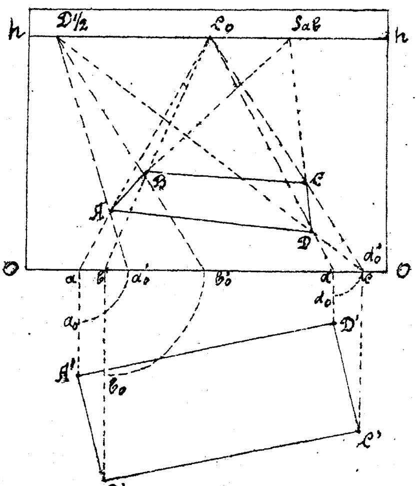


черт. 50

50). Тогда поступаемъ слѣдующимъ образомъ: Соединяемъ A съ C_0 и дѣлимъ линію AC_0 на столько частей (на чертежѣ 50 линія раздѣлена на 4 части), чтобы прямая, проведенная изъ точки a, ближайшей къ C_0 и параллельная AB пересѣкла линію горизонта въ точкѣ $\frac{S_{ab}}{4}$ въ предѣлахъ чертежа. Откладываемъ на перпендикулярѣ изъ C_0 къ hh такую же долю $(\frac{D}{4})$ и получаемъ точку $\frac{O_0}{4}$. Засѣкаемъ линію горизонта изъ центра $\frac{S_{ab}}{4}$ радіусомъ $\frac{O_0}{4}\frac{S_{ab}}{4}$ и получаемъ точку $\frac{d}{4}$ дѣленія для линіи $a\frac{S_{ab}}{4}$. Проводимъ изъ точки A линію Ad, параллельную параллельную $a\frac{d}{4}$. Если бы точка d лежала въ предѣлахъ чертежа, то далѣе задача рѣшалась бы также, какъ на чертежѣ 49. Но въ нашемъ случаѣ точка d лежитъ внѣ предѣловъ чертежа. Поэтому примѣнимъ другой способъ. Проведя линію AN, параллельную $a\frac{d}{4}$ до пересѣченія съ линіей основанія въ точкѣ N отложимъ по линіи OO отрѣзки NP = = PQ, равные тѣмъ отрѣзкамъ, которые необходимо потомъ нанести на линіи AB. Третья точка R отрѣзка QR очутилась за предѣлами чертежа. Найдемъ, какова будетъ длина отрѣзка NP на уровнѣ точки A. Для этого проводимъ линіи C_0N и C_0P, а изъ A проводимъ $AP_1 \parallel$ NP. Дѣлимъ отрѣзокъ N_1P_1 этой линіи на 4 равныя части и откладываемъ эти части на линіи ar, проведенной изъ a параллельно OO. Соединяемъ полученныя точки p, q, r съ точкой $\frac{d}{4}$. Проводимъ далѣе изъ точекъ P и Q линіи соотвѣтственно параллельныя $p\frac{d}{4}$ и $q\frac{d}{4}$. Эти линіи засѣкутъ линію AB въ искомыхъ точкахъ P' и Q'. Чтобы получить на линіи AB третью точку R' проведемъ изъ точки Q' линію, параллельную OO до пересѣченія съ линіей PP' въ точкѣ P" и отложимъ отрѣзокъ Q'R" = Q'P". Проведя изъ точки R" прямую R"R' параллельную $r\frac{d}{4}$ получимъ въ пересѣченіи ея съ линіей AB третью искомую точку R'.



черт. 51



черт. 52

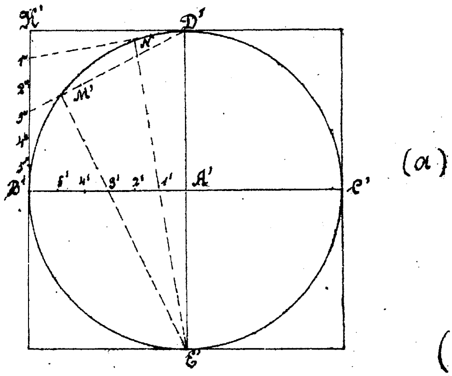
З а д а ч а 10-ая.

Построить перспективу прямоугольника A'B'C'D' (черт.51).

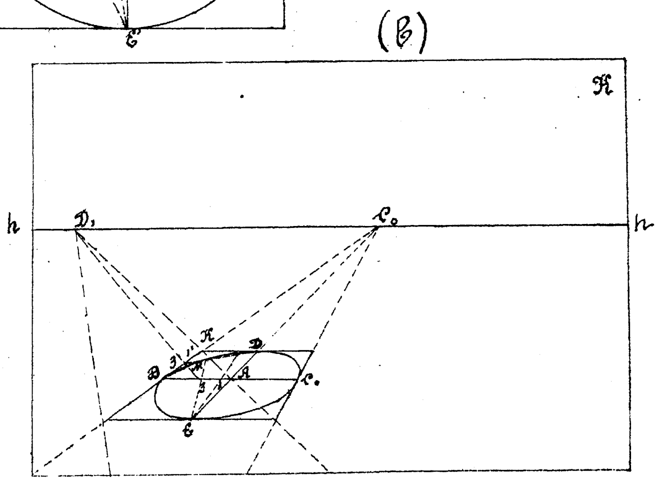
Пусть данъ слѣдъ Kh картинной плоскости (черт.51) и даны также положеніе точки зрѣнія. Строимъ очертанія рамы картины, наносимъ на картину положеніе линіи горизонта hh и центральной точки C_0 Переворачиваемъ чертежъ 51 вокругъ оси 00 на 180° и совмѣщаемъ его съ чертежомъ 52 такъ, чтобы линiи 00 совпали, причемъ орiентируемъ чертежъ относительно центральной точки. Тогда прямоугольникъ займетъ на чертежѣ 52 положенiе A'B'C'D'. Опустимъ изъ точекъ A', B', C', D' перпендикуляры на основанiе 00 и строимъ перспективы точекъ A, B, C, D какъ показано выше. При этомъ, такъ какъ точка разстоянiя D_1 оказалась внѣ чертежа, то откладываемъ $C_o \frac{D_1}{2} = \frac{D}{2}$ и въ соотвѣтствiи съ этимъ беремъ отрѣзки $aa_o' = \frac{aA'}{2}$, $bb_o' = \frac{bB'}{2}$ и т. д. Для полученiя перспективы точки C пользуемся точкой S_{ab} схода линiи AB и CD.

β) *Перспектива кривыхъ линiй.*

Этимъ закончимъ отдѣлъ перспективы, относящейся къ прямымъ линiямъ. Перейдемъ теперь къ построенiю перспективъ кривыхъ линiй, лежащихъ въ плоскости основанiя. Методъ построенiя остается прежнимъ, т.е. находимъ перспективы отдѣльныхъ точекъ данной кривой, а затѣмъ соединивъ ихъ последовательно - получимъ искомую перспективу.



черт. 53



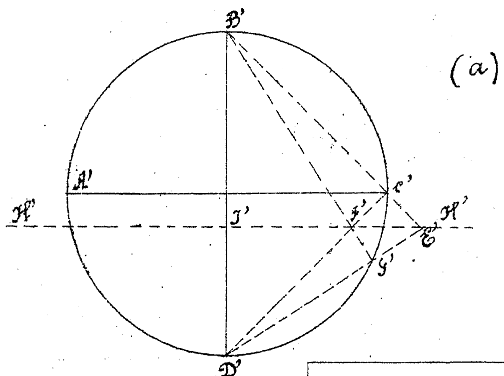
Укажемъ два способа, какъ строится перспектива правильной замкнутой кривой - круга.

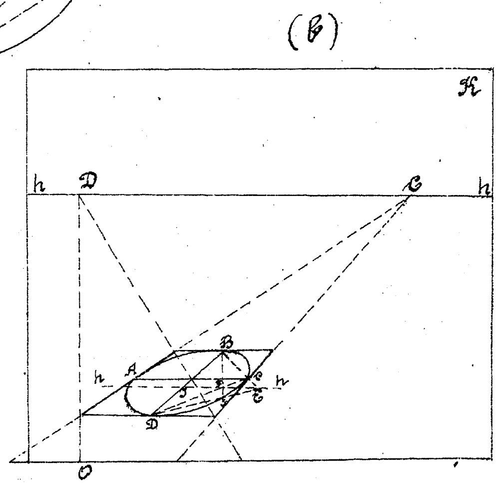
1-ый способъ.

Проводимъ въ кругѣ два взаимно-перпендикулярныхъ діаметра и опишемъ квадратъ, стороны котораго параллельны этимъ діаметрамъ.

Раздѣлимъ сторону квадрата B'K' на нѣсколько равныхъ частей, напримѣръ, на 6 и на такое же число равныхъ частей раздѣлимъ полудіаметръ A'B' такъ, какъ показано на чертежѣ 53 (а). Соединимъ далѣе точку D' съ какой нибудь точкой 3" дѣленія стороны B'K', а E' съ точкою 3' полудіаметра A'B'. Точка M' пересѣченія линій D'3" съ E'3' и будетъ принадлежать кругу, такъ какъ треугольникъ D'M'E' прямоугольный, слѣдовательно, вершина прямого угла должна лежать на окружности. Соединяя съ одной стороны точки E' и I', E' и 2' и такъ далѣ, съ другой стороны точки D' съ I", съ 2" и т.д. получаемъ въ пересѣченіи соотвѣтственныхъ линій, цѣлый рядъ точекъ, принадлежащихъ кругу.

Для построенія же его перспективы проектируемъ квадратъ, располагая двѣ стороны его параллельно основанію картины, дѣлимъ сторону BK проекціи квадрата и полудіаметръ ab (черт.53 b) на одинаковое число равныхъ частей, и соединяемъ соотвѣтственныя точки такъ, какъ соединяли ихъ на чертежѣ 53 а. Такимъ образомъ, мы получимъ рядъ точекъ, принадлежащихъ перспективѣ круга - эллипсу.





черт. 54

2-ой способъ.

Впишемъ въ данный кругъ квадратъ A'B'C'D' (черт.54 a).

Проведемъ случайную линію H'H', параллельную діаметру A'C' и найдемъ точки F' и E' пересѣченія этой линіи со стороной D'C' и продолженной стороной B'C'.

Соединимъ точки D' съ E' и B' съ F' и найдемъ точку G' въ пересѣченіи линій D'E' съ B'F'.

Точка G' будетъ принадлежать окружности круга, т.к. уголъ B'G'D' будетъ прямымъ и будетъ опираться на діаметръ круга B'D'.

Доказательство слѣдуетъ изъ теоремы, что три перпендикуляра, опущенные изъ вершины треугольника на противоположныя стороны, пересѣкаются въ одной точкѣ. (Въ нашемъ случаѣ треугольникъ B'D'E', а перпендикуляры: D'C', E'J', B'G').

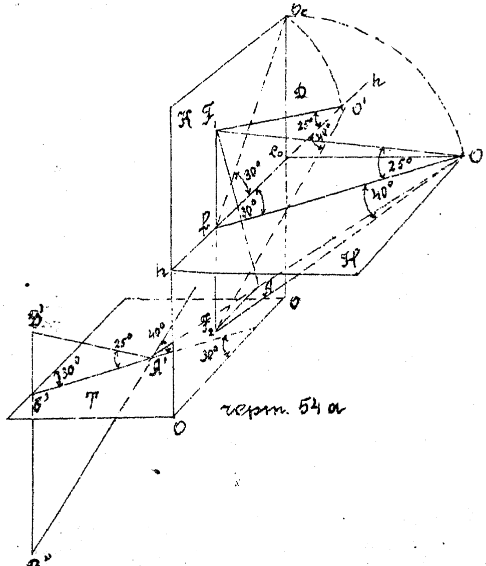
На чертежѣ 54 (b) всѣ эти построенія произведены въ перспективѣ и получена точка G.

Построивъ рядъ точекъ и соединивъ ихъ плавной кривой, получимъ эллипсъ - перспективу круга ABCD.

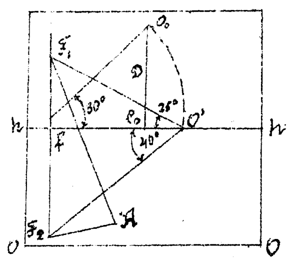
c) ПЕРСПЕКТИВА СЛУЧАЙНЫХЪ ЛИНІЙ И ПЛОСКОСТЕЙ.

a) Перспектива случайно расположенныхъ линій.

Предположимъ, что требуется построить перспективу линіи AB' и AB" (черт.54a), наклоненныхъ къ T подъ случайно заданными углами 25° и 40° и лежащихъ въ вертикальной плоскости, наклоненной къ K подъ угломъ 30° Проводимъ изъ O линію OF_1 и OF_2, параллельныя A'B' и A'B" и находимъ точки



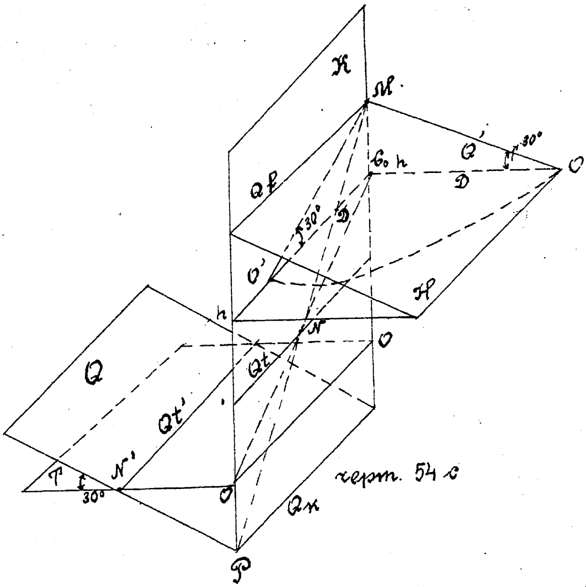
черт. 54 a



черт. 54 в.

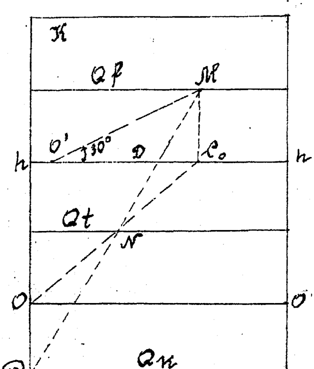
F_1 и F_2 ихъ пересѣченія съ K. Эти точки и будутъ искомыми. Чтобы ихъ построить при помощи одного плоскаго чертежа замѣтимъ слѣдующее. Точки эти лежатъ на линіи F_1F_2 перпендикулярной къ hh и пересѣкающей hh въ точкѣ f, положеніе которой опредѣлится, если извѣстна длина fO_0. Точку эту легко опредѣлить, зная D и уголъ 30°, какъ было указано раньше. Далѣе, откладываемъ $fO' = fO_0$ и при точкѣ O' строимъ углы 25° и 40°, какъ показано на черт.54 a и b. Стороны этихъ угловъ и засѣкутъ вертикаль F_1 и F_2 въ искомыхъ точкахъ F_1 и F_2. Соединяя ихъ съ точкой A - перспективой точки A' - получимъ перспективу данныхъ линій A'B' и A'B".

β) Перспектива плоскостей, параллельныхъ линіи горизонта.



черт. 54 c

Пусть дана плоскость Q, параллельная hh, со слѣдами Qt и Qk ея на T и K. (Черт.54c). Предположимъ, что уголъ наклона ея къ H, равенъ 30°. Проведемъ изъ точки O плоскость Q, ей параллельную и пусть эта плоскость пересѣчетъ K по линіи Qf - которая будетъ *линіей схода* для плоскостей, параллельныхъ Q. Линіи Qk и Qf вполнѣ опредѣляютъ плоскость Q. Для того, чтобы построить линію Qf, имѣя лишь плоскій чертежъ - картину (черт.54d), откладываемъ $C_0O' = D$ и изъ точки O' проводимъ линію O'M подъ угломъ 30° къ hh до пересѣченія съ вертикалью C_0M. Черезъ точку M должна пройти искомая линія схода Qf || hh. Чтобы найти линію Qt - перспективу горизонтальнаго слѣда Qt' плоскости Q достаточно замѣтить точку N пересѣченія линіи PM и OC_0: изъ нихъ первая является перспективой линіи NP - линіи наибольшаго ската Q, а вторая - перспективой линіи N'O - проекціи линіи N'P на T. Слѣдовательно, точка N' будетъ перспективой точки N', принадлежащей горизонтальному слѣду N'. Проведя Qt || hh, получимъ перспективу слѣда Qt'.

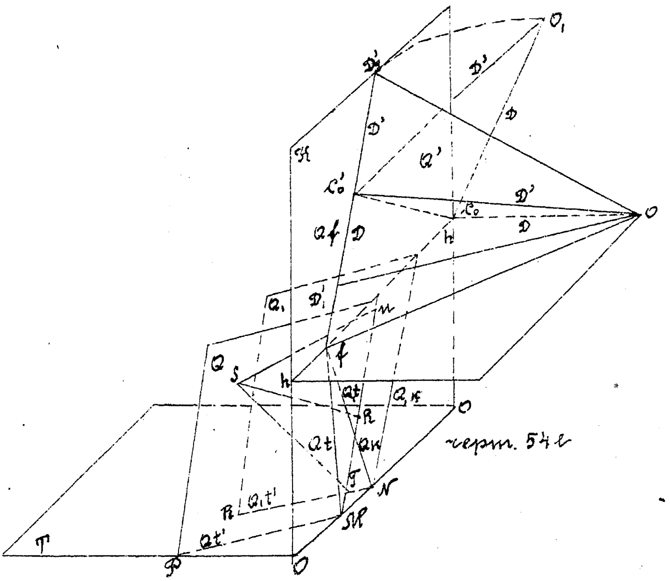


черт. 54 d

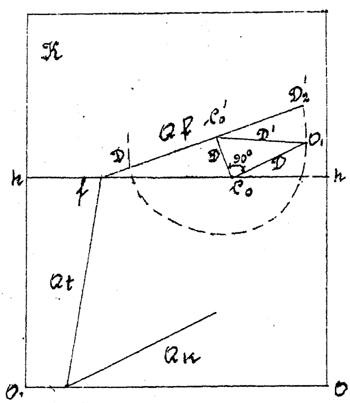
γ) Перспектива случайно заданныхъ плоскостей.

Пусть дана случайная плоскость (черт. 54 e) слѣдами Qt' и Qk на T и на K. Линія схода этой плоскости получится, какъ линія сѣченія Qf плоскости K съ плоскостью Q', проведенной черезъ O параллельно Q.

Очевидно, что линіи Qf и Qk должны быть параллельны. Линія Qt - соединякщая точки f (пересѣченія af съ hh) и M - пересѣченія Qk съ OO) будетъ перспективою слѣда Qt' на T. Черезъ точку f, очевидно, пройдутъ перспективы всѣхъ горизонтальныхъ слѣдовъ плоскостей Q_1, параллельныхъ Q. Проведемъ черезъ какую нибудь точку R на слѣдѣ Qk линію RS $\perp$ къ Qk и лежащую въ Q. Изъ какой нибудь точки S этой прямой проведемъ въ плоскости Q прямыя ST и SU подъ угломъ 45° къ Qk. Построимъ точки схода для прямыхъ SR, ST и SU. Для этого въ плоскости Q' проводимъ черезъ O линіи OC_0', OD_1' и OD_2' имъ параллельныя до пересѣченія съ Qf въ точкахъ C_0', D_1' и D_2'. Нетрудно замѣтить, что линія C_0C_0' должна быть перпендикулярна къ af. Чтобы построить линію Qf и точки C_0', D_1' и D_2' на картинѣ (чертежъ 54), слѣдуетъ, на основаніи упомянутыхъ соображеній, поступить слѣдующимъ образомъ. Замѣчаемъ точку f пересѣченія Qt съ hh и проводимъ линію Qf черезъ f параллельно Qk. Опускаемъ изъ C_0 перпендикуляръ C_0C_0' на Qf и строимъ на немъ, какъ на катетѣ, прямоугольный треугольникъ $O\,C_0C_0'$, другой катетъ котораго $C_0O_1 = D$ Засѣкаемъ радіусомъ $C_0'O_1$ изъ центра C_0' линію Qf въ точкахъ D_1' и D_2', которые и будутъ искомыми.



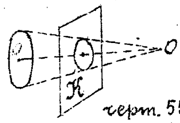
черт. 54 е



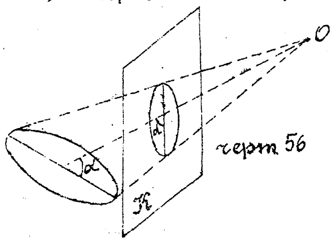
черт. 54 f

Если бы потребовалось бы построить въ плоскости Q какую нибудь фигуру, то всѣ построенія производятся также, какъ будто плоскость Q была бы новой плоскостью горизонта, C_0' - новой центральной точкой, D' - новымъ разстояніемъ точки зрѣнія до линіи горизонта, Qk - новымъ основаніемъ картины и линія C_0C_0' - новой центральной линіей.

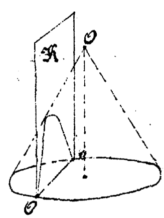
Кругъ въ зависимости отъ положенія своего относительно картинной плоскости и точки зрѣнія можетъ проектироваться въ видѣ круга, эллипса, гиперболы и параболы. Если плоскость круга параллельна картинной плоскости (черт.55), или, если лучъ, проектирующій центръ круга, наклоненъ подъ одинаковыми углами къ картинѣ и къ плоскости круга (черт. 56), то кругъ проектируется въ вида круга. Если точка зрѣнія проектируется внутри круга (черт. 57), то послѣдній проектируется въ гиперболу. Если же точка зрѣнія проектируется на окружность круга, то послѣдній проектируется въ параболу (черт. 58).



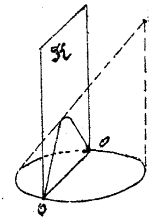
черт. 55



черт 56



черт. 57

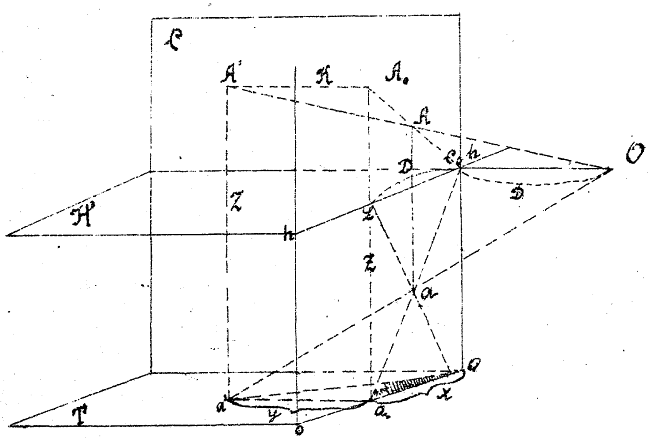


черт 58

d) ПЕРСПЕКТИВА ПРОСТРАНСТВЕННЫХЪ ТѢЛЪ.

a) Перспектива точки.

Посмотримъ, какъ строятся перспективы отдѣльныхъ точекъ въ пространствѣ. Умѣя же строить перспективу любой точки, можемъ построить перспективу линій и фигуръ въ пространствѣ. На чертежѣ 59 дана въ пространствѣ точка A', ея горизонтальная проекція до точки A' равно A'a' = = Z = разстоянію отъ a' до a_0, т. е. до картины равно y и разстояніе отъ a_0 до C, т.е. до центральной плоскости равно x; если имѣемъ всѣ эти данныя, то точка вполнѣ опредѣлена.

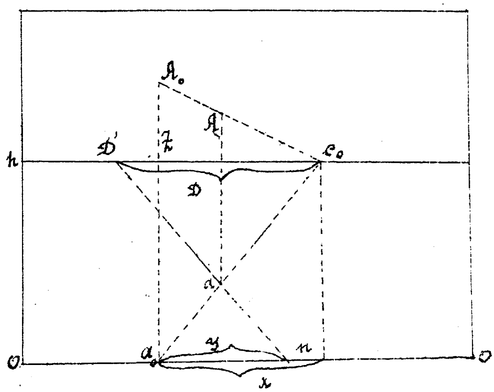


черт. 59

Проводимъ лучи OA' и Oa'. Въ пересѣченіи ихъ съ картиной получаемъ двѣ перспективы A и a_0, какъ самой точки, такъ и ея горизонтальной проекціи. Имѣя картину и имѣя перспективы a и A нетрудно построить и саму точку A' въ пространствѣ. Для этого проводимъ два луча OA и Oa и возстановляемъ изъ пересѣченія луча Oa съ основаніемъ перпендикуляръ до пересѣченія съ лучемъ OA въ точкѣ A', которая и будетъ искомой. Перспективу точки a' мы опредѣляемъ въ точкѣ a на пересѣченіи перспективъ двухъ линій, перпендикулярной къ основанію $a'a_0$ и линіи $a'n$ подъ угломъ въ 45° къ OO. Строимъ перспективы этихъ линій; перспектива перпендикулярной къ основанію линіи пойдетъ въ центральную точку C_0; перспектива подъ угломъ въ 45° къ OO пойдетъ чрезъ точку разстоянія D

Сама точка должна лежать на перпендикулярѣ къ линіи основанія картины, проходящемъ черезъ a. Далѣе, такъ какъ A_0A' перпендикулярна къ картинѣ, то перспектива линій $A'A_0$ должна пройти черезъ центральную точку C.

Теперь посмотримъ, какъ изобразится построеніе перспективы точки A' въ картинной плоскости (чертежъ 60). Изъ a_0 возстановляемъ перпендикуляръ къ основанію и откладываемъ величину = Z = $_0A_0$. Соединяемъ точку эту a_0 съ центромъ O. Изъ a_0 на линіи основанія откладываемъ величину y точки n, дальше соединяемъ точку n съ точкой разстоянія D_1 и въ точкѣ a, т.е. въ пересѣченіи линіи a_0C съ nD_1, получаемъ перспективу горизонтальной проекціи a точки a'. Далѣе, соединяемъ Ao съ C_0 и замѣчаемъ точку A пересѣченія линіи AoC съ aA перпендикулярнымъ къ OO; точка A и будетъ искомой.



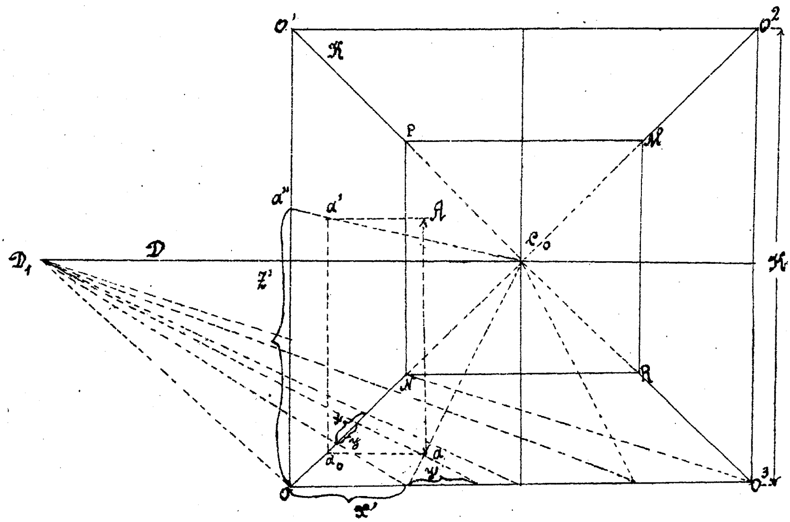
черт. 60

Такимъ образомъ мы построили перспективу точки, случайно заданной въ пространствѣ.

β) *Перспективные масштабы.*

Прежде, чѣмъ перейти къ построенію перспективы фигуръ въ пространствѣ, мы выяснимъ понятіе о *перспективныхъ масштабахъ*. На черт. 61 видимъ, что величины x предмета по OO откладываются безъ искаженія. Длины предмета, параллельныя x, называются широтой предмета, а линія OO съ дѣленіями называется *масштабомъ широтъ*. По линіи OO', перпендикулярной къ масштабу широтъ, откладываются безъ искаженія высоты. Линія OO' называется *масштабомъ высотъ;* линія CO, по которой откладываются съ искаженіемъ длины, называется *масштабъ удаленія;* онъ строится при помощи точки разстоянія. Теперь приступимъ къ построенію перспективы комнаты. Пусть комната представляетъ изъ себя форму куба со стороною K. Пусть масштабъ даннаго чертежа комнаты въ планѣ и фасадѣ 1 саж. = 1 дюйму, и пусть размѣры комнаты - 4 × 4 × 4 сажени. Передняя стѣна ея пусть совпадаетъ съ картиной. Чтобы построить перспективу боковыхъ и задней стѣнъ комнаты, поступаютъ такимъ образомъ. Строимъ квадратъ $OO^1O^2O^3$ со стороною = 4". Дѣлимъ отрѣзокъ OO^3 на 4 равныхъ части; соединяемъ всѣ точки дѣленія во первыхъ, съ центральной точкой, а во вторыхъ, съ точкой разстоянія. Въ точкѣ N, т.е. въ пересѣченіи C_0O съ линіей DO_3 возставимъ линію PN, параллельную масштабу высотъ до пересѣченія съ лучемъ C_0O' и линію NR съ лучемъ C_0O_0. Затѣмъ изъ точки R проводимъ линію, перпендикулярную къ OO^2 до точки M пересѣченія съ лучемъ CO. NPMK будетъ перспективой задней стѣны комнаты. Въ этомъ построеніи интересно отмѣтить то, что когда мы соединили точки дѣленія на равныя части линіи OO съ центральной точкой, то на NR получили также равныя части, когда же мы соединили тѣ же точки съ точкой разстоянія D, то на ON получили части неравныя въ перспективѣ, но равныя въ натурѣ.

Построимъ теперь перспективу случайно заданной внутри комнаты точки A', которая находится отъ лѣвой стѣны въ разстояніи x', отъ передней стѣны въ разстояніи y' и отъ пола - въ разстояніи z'. (Черт.61). Строимъ сначала перспективу (a) горизонтальной проекціи точки, пользуясь масштабами ширсть и глубинъ. Затѣмъ, отложивъ на линіи OO' отрѣзокъ Oa" = z',

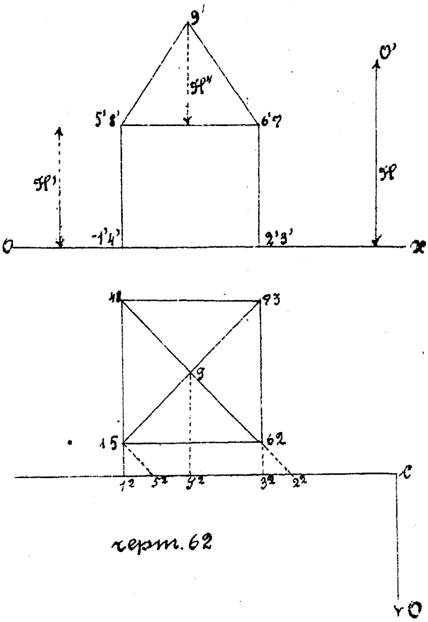


черт. 61

соединяемъ точку a" съ C_o. Изъ точки a проводимъ $aa_o \parallel OO$ и изъ a_o проводимъ $a_o a' \perp$ къ OO. Точка a' пересѣченія этого перпендикуляра съ $a''C_o$ дастъ конецъ отрѣзка $a_o a'$ равнаго проекціи высоты z'. Отложивъ на линіи Aa, перпендикулярной къ OO отрѣзокъ Aa = $a'a_o$ получимъ перспективу искомой точки.

γ) Примѣры построенія перспективы пространственныхъ тѣлъ.

Теперь перейдемъ къ примѣрамъ построенія перспективы случайно заданныхъ фигуръ. Построимъ перспективу куба и четыреугольной пирамиды, расположенныхъ такимъ образомъ, что основаніе пирамиды совпадаетъ съ верхней площадкой куба. Пусть намъ даны (черт.62) вертикальная и горизонтальная проекціи этихъ фигуръ, точка зрѣнія O, и высота точки зрѣнія = H; строимъ перспективу этихъ фигуръ. Возьмемъ (на чертежѣ 63) точку O правѣе, предполагая, что вся картина должна расположиться влѣво. Сначала строимъ перспективу горизонтальной проекціи данныхъ тѣлъ, какъ уже было показано раньше. Послѣ этого строимъ перспективу точекъ въ пространствѣ. Проведемъ через точку 1' линію, параллельную hO и отложивъ линію M 1' равную сторонѣ куба = H'. Соединяемъ точку M съ центральной точкой и черезъ точки 1^o и 4^o проводимъ линіи, параллельныя M1' до пересѣченія съ MC_o. Фигура $1^o 5^o 8^o 4^o$ будетъ представлять изъ себя перспективу грани 1584. Проведя черезъ точки $5^o 8^o$ линіи, параллельныя основанію до пересѣченія ихъ съ линіями параллельными hO, проведенными изъ точекъ 2^o и 3^o и, соединивъ точки пересѣченія, мы получимъ фигуру $5^o 8^o 7^o 6^o$, представляющую перспективу основанія пирамиды. Для построенія перспективы всей фигуры намъ остается еще опредѣлить, какое мѣсто займетъ вершина пирамиды, обозначенная g. Для этого мы замѣчаемъ точку пересѣченія перспективъ діагоналей основанія $1^0 2^0 3^0 4^0$ куба. Соединимъ C_0 съ g_0 и продолжимъ линію Cg_0 до пересѣченія ея съ OO въ точкѣ g_1. Изъ точки g_1 возстановляемъ перпендикуляръ Ag_1 и откладываемъ на немъ отрѣзокъ, равный суммѣ высотъ куба и пирамиды, т.е. H'H" и затѣмъ соединяемъ точку A съ центральной точкой C_0; дальше проводимъ изъ точки g_0 линію, параллельную ho до пересѣченія съ линіей AC_0 въ точкѣ g, гдѣ и будетъ перспектива вершины пирамиды. Соединивъ точку g съ $5^0 8^0 7^0$ и 6^0 мы получимъ перспективу всей фигуры.

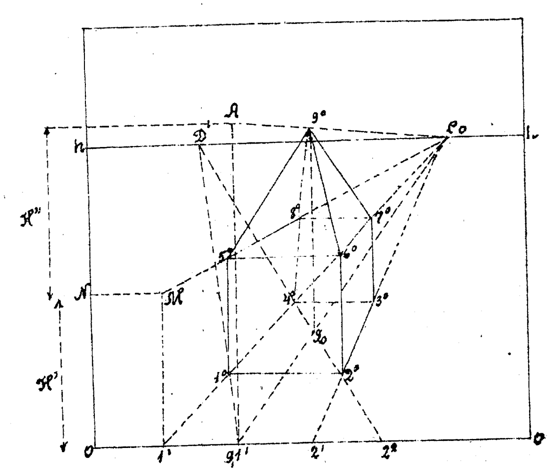


черт. 62

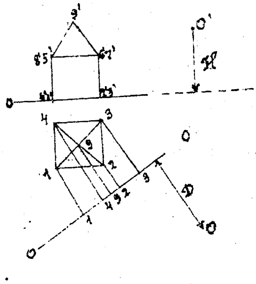
Совершенно аналогично строятся перспективы, если картина не параллельна гранямъ фигуръ.

Пусть на чертежѣ 64 мы имѣемъ тѣ же фигуры: кубъ и пирамиду, пусть даны точка O D и высота H, но картина будетъ не параллельна гранямъ куба, как было въ предыдущемъ случаѣ; напримѣръ, пусть она займетъ положеніе OO.

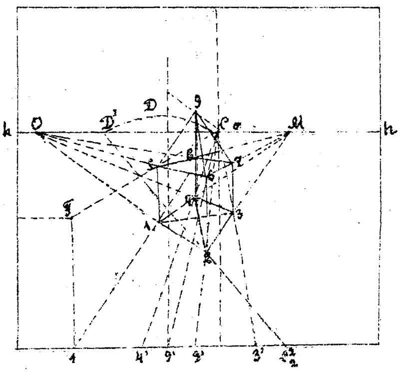
Проведя такимъ же образомъ какъ и раньше из точекъ 1, 2, 3, 4 и 9 линіи перпендикулярныя и подъ угломъ въ 45° къ основанію, мы замѣтимъ точки на линіи OO и затѣмъ перенесем ихъ на черт. 65. Далѣе, строимъ перспективу куба и пирамиды, какъ было указано выше.



черт. 63



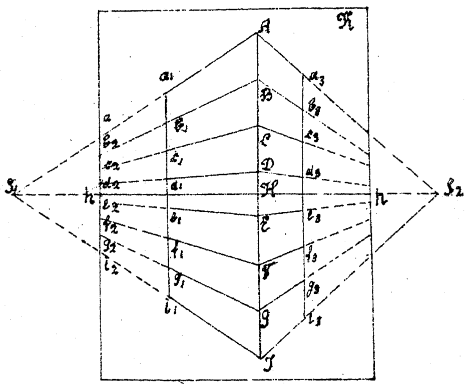
черт. 64



черт. 65

δ) Случай, когда точка схода внѣ предѣловъ чертежа.

Предположимъ (черт.66), что даны перспективы линіи AI, Aa_1, Aa_3 и линія AI раздѣлена на семь равныхъ частей. Требуется черезъ точки B, C,... ...I провести прямыя, которыя должны быть параллельны Aa_1 и Aa_3. При этомъ точки схода S_1 и S_2 располагаются внѣ предѣловъ чертежа. Продолжимъ линію Aa_1 до пересѣченія съ рамкой картины въ точкѣ a_2 и раздѣлимъ отрѣзокъ a_2h въ томъ же отношеніи, въ какомъ точки B, C, D дѣлятъ отрѣзокъ AH. Линіи, соединяющія точки B, C, D съ точками b_2, c_2, d_2 будутъ искомыми. Откладывая далѣе $d_2e_2 = e_2f_2 = f_2g_2 = g_2i_2 = a_2b_2$ получимъ рядъ новыхъ точекъ, соединяя которыя съ точками E, F, G получимъ новыя искомыя прямыя. Подобнымъ же образомъ построимъ и линіи Bb_3, Cc_3, Dd_3 и т.д.

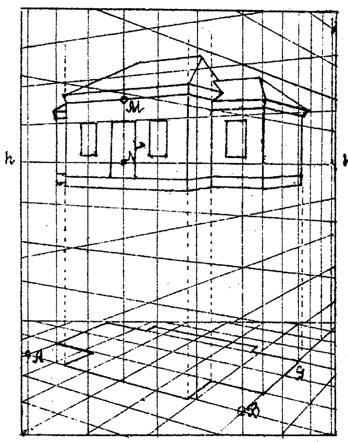


черт. 66

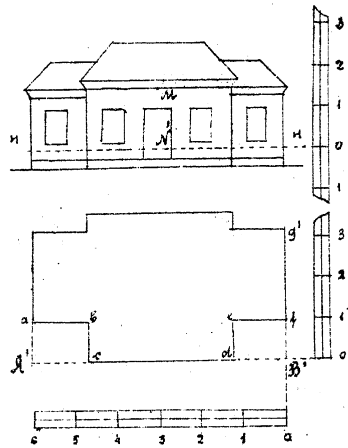
ε) Перспективная сѣтка.

Для облегченія построенія перспективы предметовъ, въ которыхъ имѣется много параллельныхъ линій, примѣняютъ такъ называемыя *перспективныя сѣтки*, которыя представляютъ изъ себя листы бумаги, разграфленныя рядами линій, являющихся перспективами параллельныхъ линій подъ тѣми или иными углами къ картинѣ. На черт.67 показанъ примѣръ такой сѣтки и построена при помощи ея перспектива части комнаты. На сѣткѣ показаны перспективы взаимно-перпендикулярныхъ горизонтальныхъ линій, удаленныхъ другъ отъ друга на разстояніи 1 сантиметра. Равнымъ образомъ и вертикальныя линіи дѣлятся горизонтальными на части, равныя 1 сантиметру.

Предположимъ, что даны: планъ и фасадъ зданія (черт.68). Рядомъ съ этими чертежами помѣщены масштабы: длинъ, глубинъ и высотъ, показывающія, сколько линейныхъ единицъ заключается въ главныхъ размѣрахъ зданія. Пусть эти размѣры выражены въ метрахъ и масштабъ чертежа 1 метръ = 1 сант.



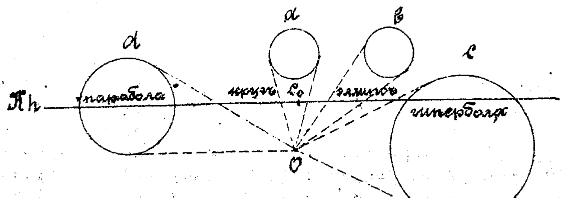
черт. 67



черт. 68

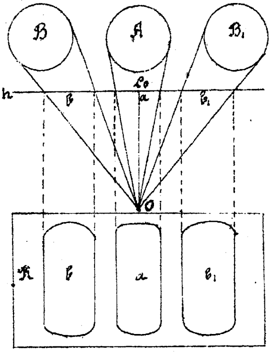
Предположимъ, что точка зрѣнія расположена такъ, что видны оба фасада. Выбираемъ соотвѣтственную точку (черт.67) и строимъ сначала перспективу основанія (плана). Задаемся точкой B (черт.67), перспективой угла прямоугольника плана. Откладываемъ влѣво до точки A - 6 отрѣзковъ, а до точки G - 8 отрѣзка и получаемъ перспективы точекъ A' и G'. Подобнымъ же образомъ строимъ перспективы и остальныхъ точекъ плана. Для построенія перспективы фасада откладываемъ на вертикаляхъ, проходящихъ черезъ углы плана отъ линіи горизонта столько перспективныхъ единицъ длины, сколько ихъ заключается въ отрѣзкахъ между линіей горизонта и различными точками фасада на черт.68. Напримѣръ, $1^1/_2$ дѣленія въ отрѣзкѣ M'N' (черт. 68), должны соотвѣтствовать (но не равняться) $1^1/_2$ дѣленіямъ въ отрѣзкѣ MN (черт.67). Обыкновенно перспективныя сѣтки строятся для взаимно-перпендикулярныхъ горизонтальныхъ линій, наклоненныхъ къ горизонту подъ углами 30° и 60° или 40° и 50°

ζ) Перспектива шара, цилиндра и конуса.



черт. 69

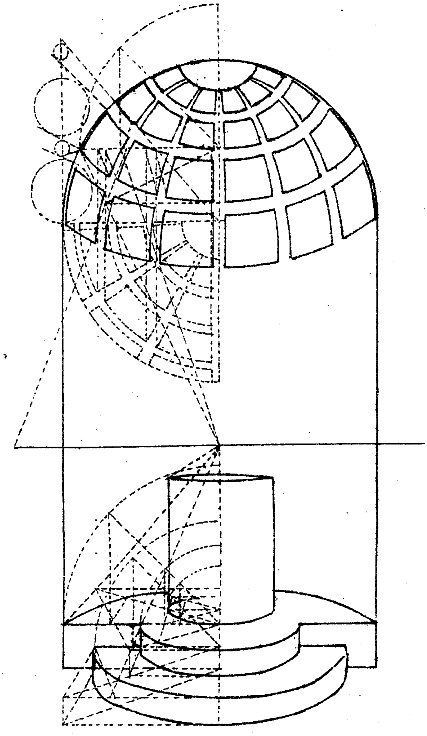
При построеніи перспективы шара слѣдуетъ имѣть въ виду, что шаръ спроектируется въ видѣ круга лишь тогда, когда картина перпендикулярна къ линіи (черт.69), соединяющей центръ шара съ точкой зрѣнія. Въ остальныхъ же случаяхъ контуръ перспективы шара будетъ эл-



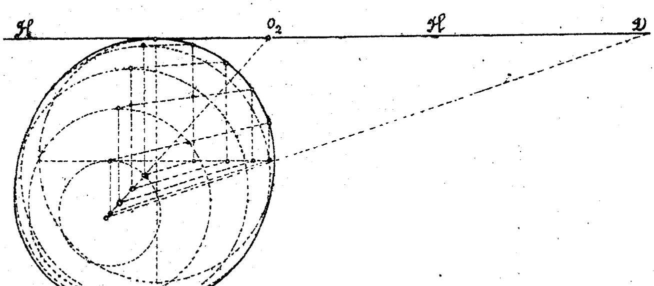
черт. 70

липсъ, если эта линія наклонна къ картинѣ (черт.69). Если эта линія параллельна картинѣ, то въ перспективѣ получится гипербола (чертежъ 69 с) и если, наконецъ, картина будетъ параллельна производящей конуса, проектирующаго шаръ, то перспективой шара будетъ парабола.

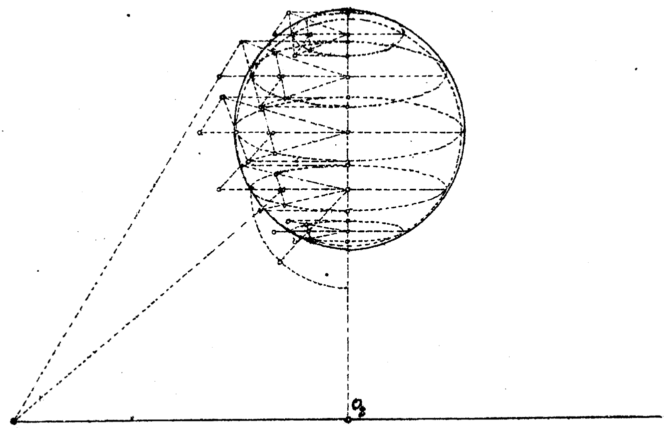
При построеніи перспективы шара слѣдуетъ имѣть въ виду, что чѣмъ дальше онъ удаленъ отъ центральной плоскости, тѣмъ шире получается его изображеніе по сравненію съ высотой послѣдняго. То же самое получается и по отношенію перспективы цилиндра (чертежъ 70). На черт. 71 и 72 показаны построенія контура перспективы шара въ двухъ случаяхъ. Въ первомъ (черт. 71) построены перспективы круговыхъ сѣченій шара, параллельныхъ картинѣ и затѣмъ проведена обертка этихъ перспективъ. Во второмъ случаѣ (черт.72) построены перспективы горизонтальныхъ сѣченій шара и потомъ построена обертка этихъ перспективъ. На черт.73 показаны примѣры построенія перспективъ цилиндра. На черт.74 показаны, въ видѣ примѣра, построенія перспективы части цилиндрической ниши съ шаровымъ куполомъ и со ступеньками.



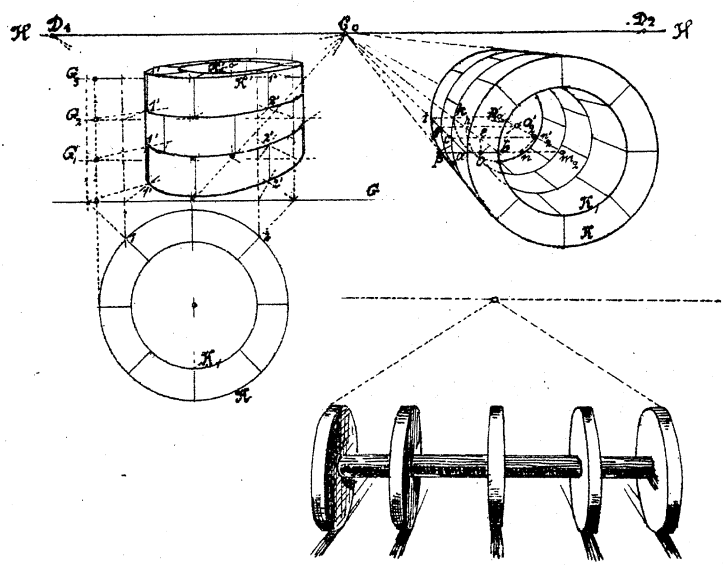
черт. 74



черт. 71



черт. 92.

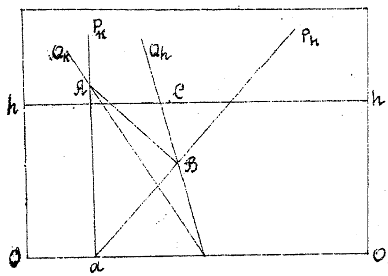


черт. 93

е) *ПОСТРОЕНІЕ ЛИНІИ СѢЧЕНІЯ ДВУХЪ ПЛОСКОСТЕЙ И ТОЧКИ ПЕРЕСѢЧЕНІЯ ЛИНІЙ СЪ ПЛОСКОСТЬЮ.*

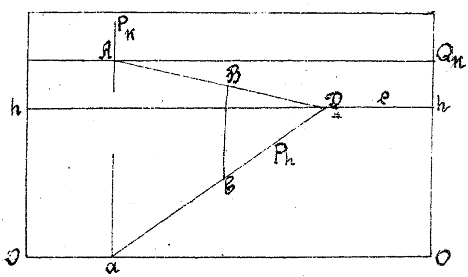
З а д а ч а 1. Построеніе линіи сѣченія двухъ плоскостей въ перспективѣ. - Здѣсь можетъ встрѣтиться нѣсколько случаевъ въ зависимости отъ различныхъ заданій плоскости.

1) Пусть намъ дана (чертежъ 75) картина К и двѣ плоскости Q и Р заданныя слѣдами на К и Н, при чемъ сѣченіе плоскости Р съ горизонтальной плоскостью есть Ph, а съ К - Pk ⊥ OO (т.е. Р перпендикулярно К), а Qh и Qk слѣды случайно заданной плоскости. Линія сѣченія плоскостей Р и Q строится слѣдующимъ образомъ. Соединяемъ А и В точки пересѣченія одноименныхъ слѣдовъ и получаемъ искомую линію.



черт. 75

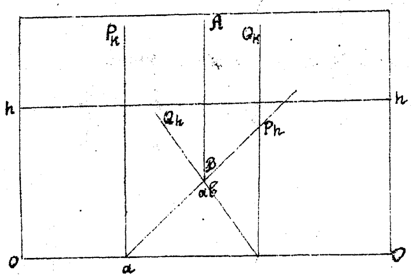
2) Дана намъ (чертежъ 76) картина К и двѣ плоскости Р и Q, причемъ плоскость Р, какъ и раньше перпендикулярна основанію, а плоскость Q не пересѣкается съ предметной плоскостью. Строимъ линію сѣченія Р съ Q. Линія эта по детъ въ точку D схода слѣда Ph, такъ какъ будетъ въ пространствѣ параллельна этой линіи и приметъ положеніе AD.



черт. 76

3) Дана картина К и плоскость Р и Q, (черт.77) причемъ эти плоскости перпендикулярны Н. Въ этомъ случаѣ линія сѣченія будетъ линія AB, перпендикулярная къ основанію и проходящая черезъ точку ab пересѣченія Ph и Qh.

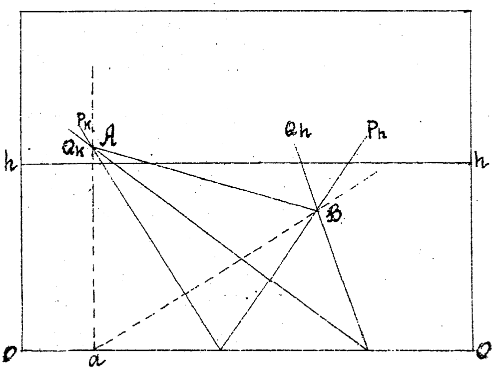
4) Случай общій, когда намъ заданы (черт.78) обѣ плоскости случайно. Построеніе перспективы самой линіи сѣченія аналогично случаю 1. Опредѣлимъ, гдѣ будетъ находиться перспектива горизонтальной проекціи линіи сѣченія AB. Очевидно, перспектива точки А лежитъ въ плоскости основанія въ точкѣ а, перспектива (b) горизонтальной проекціи точки В совпадетъ съ В. Соединяя а съ b, получаемъ линію ab - перспективу горизонтальной проекціи линіи.



черт. 77

Переходимъ къ построенію точки *пересѣченія линіи съ плоскостью.* Въ этой задачѣ тоже можетъ представиться нѣсколько случаевъ:

1) Даны: плоскость Р, перпен-

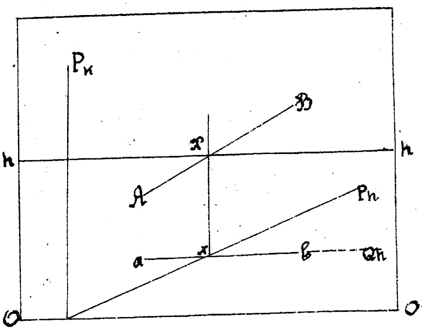


черт. 78

дикулярная къ H, линія AB задана случайно (чертежъ 79). Требуется построить пересѣченіе линіи AB съ плоскостью P.

Проводимъ плоскость Q ⊥ H черезъ AB. Слѣдъ ея Qh пересѣчетъ слѣдъ Ph въ точкѣ x. Линія сѣченія Q съ P будетъ линія Xx, перпендикулярная къ основанію. Точка X, пересѣченная линіей Xx съ AB, очевидно, и будетъ искомой.

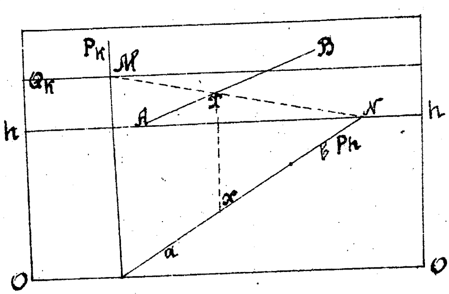
2) Даны: плоскость Q параллельна плоскости основанія. Слѣдъ Qk заданъ параллельнымъ OO, а линія AB задана случайно (чертежъ 80). Надо найти пересѣченіе плоскости Q съ линіей AB. Поступаемъ такъ, какъ и раньше. Проводимъ сначала вспомогательную плоскость P черезъ AB перпендикулярно къ предметной плоскости, и находимъ слѣды этой плоскости. Слѣдъ горизонтальный будетъ ab(Ph) а вертикальный будетъ Pk. Тамъ, гдѣ линія MN - сѣченія P съ пересѣчетъ AB, тамъ и будетъ искомая точка сѣченія X (горизонтальная проекція X будетъ x).



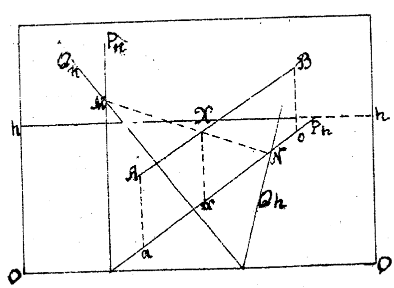
черт. 79

3) *Общій случай.* Пусть намъ задана случайно плоскость Q и также случайно линія AB и ея горизонтальная проекція ab (чертежъ 81). Проводимъ черезъ линію AB плоскость P, перпендикулярную къ H; находимъ линію MN пересѣченія ея съ плоскостью Q. Искомая точка будетъ, очевидно, точка X пересѣченія AB съ MN.

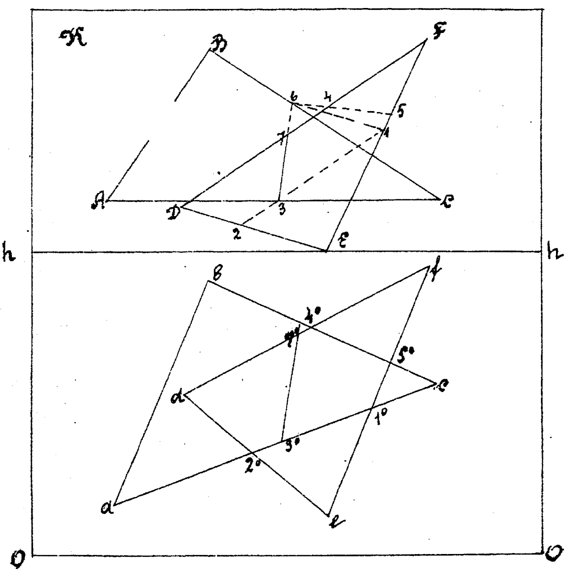
Зная построеніе линіи сѣченія



черт. 80



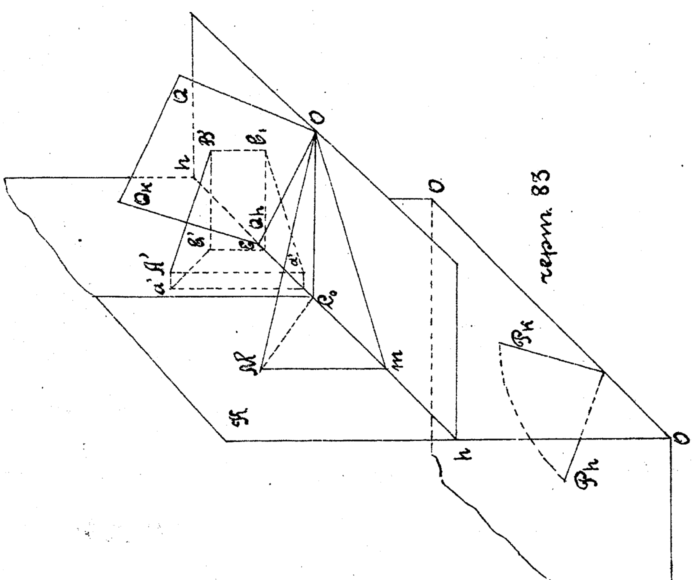
черт. 81



черт. 82

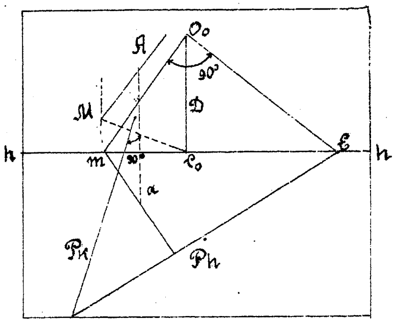
двухъ плоскостей и линіи съ плоскостью, мы переходимъ къ построенію линіи сѣченія двухъ случайно заданныхъ треугольниковъ, т.е. плоскостей, заданныхъ не слѣдами, а случайными линіями (черт.82).

Для построенія линіи сѣченія двухъ треугольниковъ можно пользоваться слѣдующимъ способомъ. Возьмемъ какую нибудь линію АС и замѣтимъ пересѣченіе ея съ плоскостью треугольника DFE. Поступаемъ такъ: (черт.82). Проводимъ черезъ АС вспомогательную плоскость Р перпендикулярную Н и находимъ линію 12 сѣченія ея съ плоскостью DFE. Точка 3 сѣченія АС съ 12 и будетъ одной изъ принадлежащихъ искомой линіи сѣченія. Подобнымъ же образомъ найдемъ точку 6 - пересѣченія линіи В съ плоскостью DEF. Линія 36 и будетъ искомой, отрѣзокъ ея 37 будетъ общимъ двумъ треугольникамъ АВС и DEF.



черт. 83

f) ЛИНІИ, ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫЯ КЪ ПЛОСКОСТИ.



черт. 84

Предположимъ, что намъ даны: плоскость P и точка A. Требуется провести черезъ точку A линію, перпендикулярную къ P (черт.83 и 84).

Изъ теоріи ортогональныхъ проекцій намъ извѣстно, что ортогональныя проекціи перпендикуляра къ плоскости перпендикулярны къ соотвѣтственнымъ слѣдамъ плоскости.

Искомый перпендикуляръ опредѣлится, если будутъ извѣстны точки схода перспективъ - его самого и его горизонтальной проекціи. Какъ найти точку схода перспективы линіи, проходящей черезъ точку a и перпендикулярной къ линіи, лежащей основанія, было показано ранѣе на черт.40. Построенія эти вновь воспроизведены на черт.84 и получена прямая am. Для того же, чтобы найти точку схода перспективы самаго перпендикуляра, опущеннаго изъ точки A, проводимъ изъ точки зрѣнія O (чертежъ 83) линію OM $\perp$ къ Q, причемъ Q проведено черезъ O параллельно P. Пусть точка M есть слѣдъ OM на K. Вертикальная проекція линіи OM будетъ MC_0. Очевидно, MC_0 будетъ $\perp$ къ Qk или Pk. Зная это, не трудно найти точку схода M и на черт.84. Для этого слѣдуетъ черезъ точку C_0 провести линію C_0M $\perp$ къ Pk до пересѣченія съ линіей Mm перпендикулярной къ hh и возстановленной изъ точки m, пересѣченія съ горизонтомъ линіи am.

Соединяя точки A и M, получимъ перспективу искомаго перпендикуляра.

g) ПОСТРОЕНІЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ТѢНЕЙ.

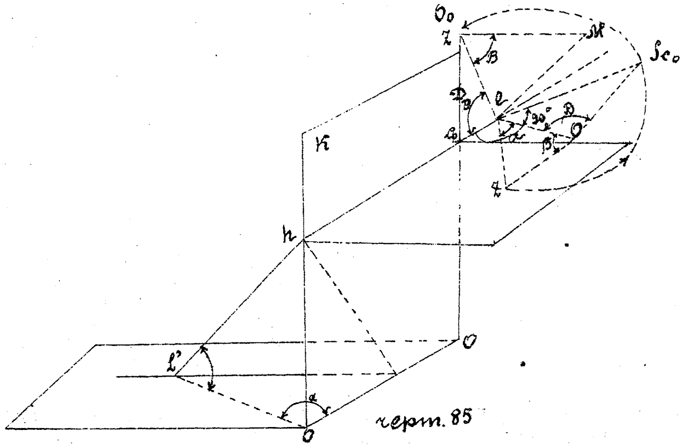
Когда умѣемъ строить перспективу сѣченія линіи съ плоскостью и плоскости съ плоскостью, мы можемъ уже перейти къ рѣшенію задачъ на построеніе тѣней. При этомъ лучи свѣта задаются какъ угодно. Лучи свѣта могутъ быть или параллельны другъ другу (солнечные лучи) или исходить изъ одной точки (свѣтъ отъ лампы или отъ свѣчи). Если лучи свѣта параллельны другъ другу, то мы будемъ изображать направленіе ихъ какой нибудь прямой, причемъ всѣ лучи, очевидно, будутъ параллельны этой прямой.

Если же свѣтовые лучи исходятъ изъ одной точки, то послѣдняя задается въ перспективѣ. Проведя изъ этой точки рядъ лучей, касательныхъ къ данному тѣлу, получимъ такъ называемый свѣтовой обертывающій конусъ. Въ случаѣ параллельныхъ лучей получимъ обертывающій цилиндръ. Соединивъ на данномъ тѣлѣ точки касанія лучей линіей, получимъ границу свѣта и тѣни, такъ какъ часть, обращенная къ источнику свѣта будетъ, очевидно, вся освѣщена, а часть, обращенная въ сторону противоположную, будетъ находиться въ тѣни. Такимъ образомъ, мы получимъ контуръ собственной тѣни даннаго тѣла.

Чтобы построить контуръ падающей тѣни, нужно продолжить свѣтовые лучи до пересѣченія съ плоскостью основанія, или съ другой данной формой, на которой эти лучи и дадутъ намъ контуръ падающей тѣни предмета.

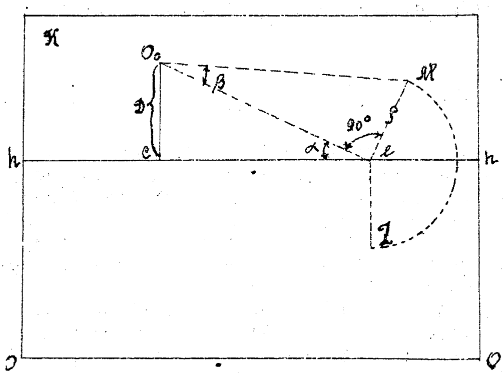
Займемся теперь вопросомъ о построеніи тѣней. Разсмотримъ сначала всѣ нужныя построенія въ пространствѣ, а затѣмъ уже перенесемъ ихъ на картину.

Итакъ, пусть намъ дано: К – картина, центральная плоскость и плоскость основанія (черт.85). Затѣмъ: линія горизонта hh и направленіе свѣтовыхъ лучей hL. Можно, какъ уже было сказано, разсматривать два случая: когда лучи идутъ изъ одной точки и когда эта точка удалена въ безконечность, и лучи идутъ параллельно.



черт. 85

Итакъ, пусть направленіе какого нибудь луча будетъ hL. Очевидно, что направленіе лучей будетъ опредѣлено вполнѣ, если извѣстны углы α и β, которые составляютъ лучъ со своей горизонтальной проекціей, а эта послѣдняя съ картиной.



черт. 86

Опредѣлимъ теперь точку схода линій, параллельныхъ лучу свѣта. Для этого проводимъ изъ точки зрѣнія линію OL, параллельную hL. Точка сѣченія ея съ центральной плоскостью будетъ искомой точкой схода. Назовемъ ее L.

Теперь такимъ же образомъ, найдемъ точку схода линій, параллельныхъ горизонтальной проекціи луча, для чего опять изъ точки зрѣнія проводимъ линію O1 параллельную этой проекціи и отмѣчаемъ пересѣченіе ея съ центральной плоскостью. Такимъ образомъ, получимъ точку 1.

Теперь займемся вопросомъ, какъ построить точки схода лучей, если извѣстны два угла α и β.

Обратимся къ чертежу. Повернемъ OL1 вокругъ стороны OL и будемъ вращать его до тѣхъ поръ, пока онъ не совмѣстится съ горизонтальной плоскостью. Затѣмъ, повернемъ горизонтальную плоскость до совмѣщенія ея съ картиной, вращая ее около линіи hh. Тогда точка O займетъ положеніе M и уголъ $MO_0 1$ будетъ равенъ β, а уголъ $O_0 1 C_0$ равенъ α.

Теперь мы можемъ перейти къ построенію точекъ схода на картинѣ. Посмотримъ, какія построенія намъ нужно вести въ этомъ случаѣ (черт.86).

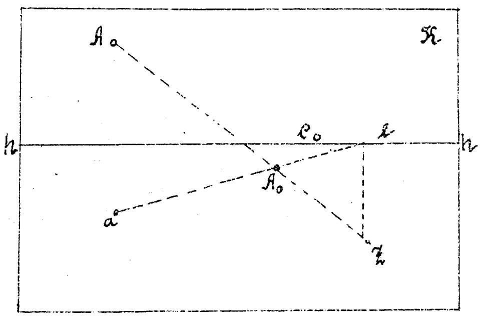
Итакъ, дано направленіе лучей, т.е. даны углы α и β. Требуется найти точки схода.

Прежде всего изъ центральной точки возставляемъ перпендикуляръ и на немъ откладываемъ величину D - разстояніе точки зрѣнія до картины; получаемъ точку O_o.

Затѣмъ изъ точки O_o проводимъ линію подъ угломъ α къ линіи горизонта и на сторонѣ этого угла O_o1 строимъ при точкѣ O уголъ, равный β. Затѣмъ изъ точки 1 возставляемъ къ O_o1 перпендикуляръ до пересѣченія въ точкѣ M со стороной угла β - O_oM. Далѣе, изъ точки 1 возставляемъ перпендикуляръ къ hh и на немъ откладываемъ величину $1L = O_o1$. Точка L будетъ тогда точкой схода линій параллельныхъ лучу, а 1 - точкой схода линій, параллельныхъ его проекціи.

Обыкновенно въ заданіяхъ или даются точки схода или углы наклона.

Разсмотримъ теперь отъ чего зависятъ углы α и β. Уголъ α, какъ составленный проекціей луча и картиной, очевидно, измѣняется въ зависимости отъ положенія картины, а уголъ β, составленный самимъ лучомъ, очевидно, зависитъ отъ положенія въ пространствѣ луча.



черт. 87

Обыкновенно въ техническихъ чертежахъ уголъ β принимается равнымъ 45°, а уголъ α предоставляется каждый разъ свободному выбору.

Рѣшимъ теперь рядъ задачъ на построеніе тѣней.

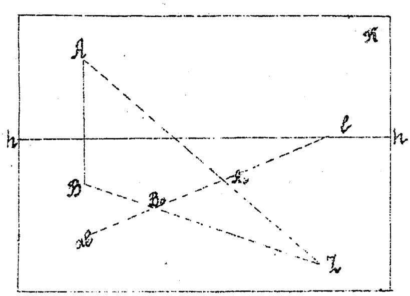
Задача 1-ая.

Построимъ тѣнь отъ точки A. Даны точки схода L и l (черт.87).

Лучъ свѣта, проходя по направленію AL встрѣчаетъ на своемъ пути точку A и, слѣдовательно, за этой уже точкой будетъ тѣнь, такъ какъ она задержитъ свѣтовой лучъ.

Такимъ образомъ, намъ для рѣшенія задачи нужно соединить данную точку A съ точкой схода линій, параллельныхъ лучу, т.е. съ L, а проекцію a съ точкой схода линій, параллельныхъ проекціямъ луча, т.е. съ l.

На пересѣченіи линій AL и al и найдется тѣнь на картину отъ A.



черт. 88

Задача 2-ая.

Пользуясь тѣми же данными, что и въ задачѣ 1-ой, найти тѣнь отъ прямой линіи (черт.88).

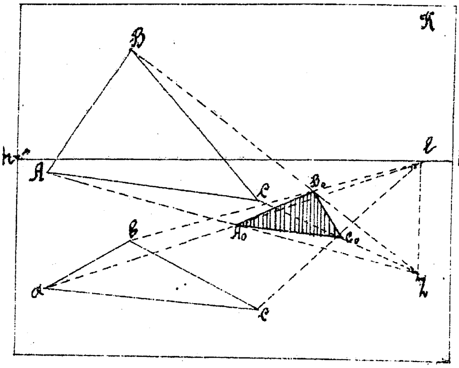
Пусть AB перпендикулярна къ предметной плоскости. Разсуждая подобно предыдущему, соединяемъ точки A и B съ точкой схода L, а горизонтальную проекцію (въ нашемъ случаѣ - точку ab) линіи AB съ точкой l.

Отрѣзокъ A_oB_o, заключающійся между лучами AL и BL и будетъ искомой тѣнью прямой АВ.

З а д а ч а 3-ья.

Построимъ тѣнь отъ любой фигуры, напримѣръ, треугольника на предметную плоскость (черт.89).

Задавшись точками схода L и l, прибѣгнемъ къ прежнему способу. Ведемъ изъ всѣхъ вершинъ треугольника ABC лучи въ точку L, а изъ вершинъ треугольника abc въ точку l. Точки тѣни найдутся, какъ пересѣченія соотвѣтственныхъ лучей. Напримѣръ, точка A_0 на пересѣченіи луча LA съ la и т.д. Имѣя теперь тѣни точекъ A, B и C, соединяя ихъ послѣдовательно прямыми - получимъ тѣнь треугольника ABC.

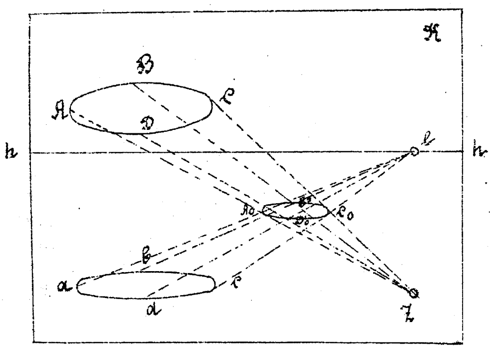


черт. 89

З а д а ч а 4-ая.

Построить тѣнь круга (чертежъ 90).

Для рѣшенія данной задачи возьмемъ нѣсколько точекъ на окружности даннаго круга (напримѣръ, лежащихъ на концахъ двухъ взаимно-перпендикулярныхъ діаметровъ и найдемъ тѣнь отъ каждой изъ нихъ. Соединивъ ихъ затѣмъ плавной кривой, получимъ искомую тѣнь.



черт. 90

З а д а ч а 5-ая.

Построить тѣнь отъ конуса (чертежъ 91).

Найдемъ сначала тѣнь отъ вершины S. Ея тѣнь будетъ находиться на пересѣченіи линій SL и sl, т.е.въ точкѣ S_0.

Проведя изъ точки S_0 касательныя къ основанію нашего конуса, получимъ между этими касательными падающую тѣнь конуса. Чтобы найти собственную тѣнь, достаточно въ точкахъ касанія провести двѣ образующія, которыя и будутъ границей освѣщенной и неосвѣщенной части конуса.

З а д а ч а 6-ая.

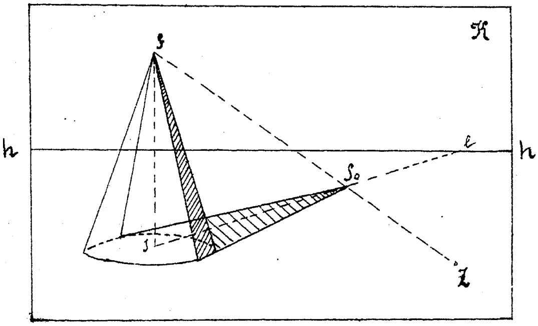
Построить собственную и падающую тѣнь цилиндра (черт.92).

Проведемъ плоскости, касательныя къ цилиндру и параллельныя лучу. Горизонтальные слѣды этихъ плоскостей должны пройти черезъ точку схода l. Между этими слѣдами будетъ заключаться тѣнь отъ цилиндра.

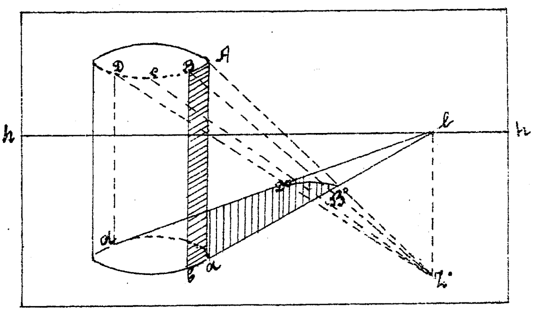
Границей этой тѣни будетъ служить тѣнь отъ круга верхняго основанія цилиндра.

Проведя въ точкахъ касанія b и d образующія получимъ собственную тѣнь цилиндра.

Такъ какъ при построеніи тѣней въ перспективѣ направленіе лучей задается или углами, или точками схода, то необходимо разсмотрѣть случай, когда эти точки находятся внѣ предѣловъ чертежа, чтобы выяснить, какъ поступить тогда.



черт. 91



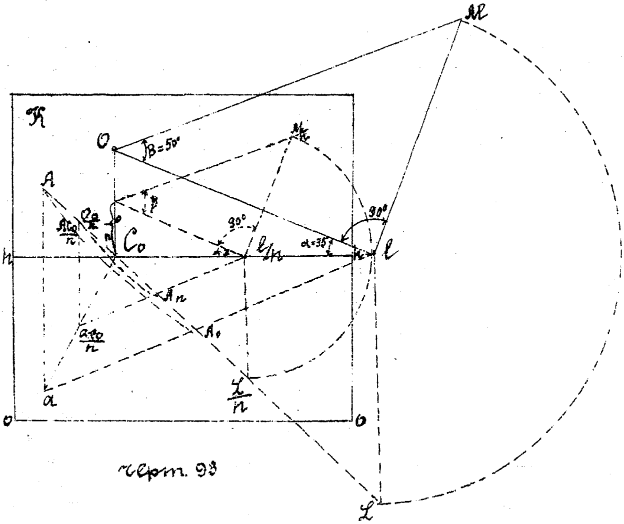
черт. 92

На чертежѣ 93 дана точка А и ея горизонтальная проекція а; направленіе лучей свѣта задано углами α и β. Если бы мѣсто для чертежа не было ограничено, то мы примѣнили бы обычный способъ (какъ указано на чертахъ 86 и 87, но разъ мѣсто у насъ ограничено, то воспользуемся методомъ подобныхъ треугольниковъ. Беремъ одну n-ую прямой O_oC_o въ точкѣ $\frac{O_oC_o}{n}$ соединяемъ А и а съ C_o и дѣлимъ AC_o и ac_o на n равныхъ частей и соединяемъ AC_o и ac_o прямой. Теперь изъ точки $\frac{O_oC_o}{n}$ проводимъ линію $\frac{O_oC_o}{n}\frac{1}{n}$ подъ угломъ α и на этой линіи въ точкѣ 1 строимъ уголъ 90°, а въ точкѣ $\frac{O_oC_o}{n}$ строимъ уголъ = β; получивъ пересѣченіемъ этихъ линій точку $\frac{M}{n}$, изъ точки 1 радіусомъ $\frac{1}{n}M_n$ описываемъ дугу до пересѣченія съ возстановленнымъ перпендикуляромъ изъ точки 1 въ точкѣ $\frac{L}{n}$ - которая и будетъ второй точкой схода. Соединяемъ $\frac{AC_o}{n}$ съ $\frac{L}{n}$ и $\frac{aC_o}{n}$ съ $\frac{1}{n}$ и получимъ точку $\frac{A}{n}$. Чтобы найти истинную тѣнь, нужно изъ точки А провести линію $AA_o \parallel \frac{AC_o}{n}A_n$ и при точкѣ а провести линію $aA_o \parallel \frac{aC_o}{n}\frac{1}{n}$. Пересѣченіе линій AA_o съ aA_o и дастъ искомую тѣнь A_o.

Разсмотримъ теперь нѣсколько частныхъ задачъ на построеніе тѣней.

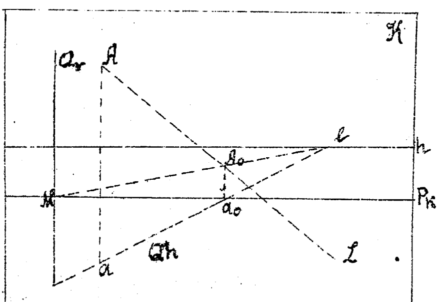
Задача 1-ая.

Пусть намъ задана плоскость Р параллельная плоскости основанія Н и даны точки схода L и l (чертежъ 94); пусть требуется построить тѣнь точки А на плоскости Р. Очевидно, тѣнь данной точки А будетъ находиться на



черт. 93

пересѣченіи луча AL съ плоскостью P. Для этой точки проводимъ черезъ линію AL плоскость перпендикулярную къ H; теперь найдемъ пересѣченіе плоскости P съ плоскостью Q. Мы видимъ, что слѣды Qk и Pk пересѣкаются въ точкѣ M. Такъ какъ плоскость P параллельна предметной плоскости, то линія сѣченія будетъ горизонтальна и параллельна въ пространствѣ Qh; перспектива же ея пойдетъ въ точку схода l и тамъ, гдѣ Ml пересѣчется съ Al (т.е. точка A_o) и будетъ тѣнь точки A на плоскости P.



черт. 94

З а д а ч а 2-ая.

Задана линія AB, перпендикулярная къ плоскости основанія H (ея горизонтальная проекція обращается въ точку) и задана перпендикулярная къ H плоскость P слѣдами Pk и Ph. Требуется построить тѣнь на плоскости P отъ линіи AB. (Черт.95).

Соединяемъ точку A съ L и точку a съ l и получимъ такимъ образомъ тѣнь A_o отъ точки A на плоскости основанія, если бы плоскости P не было. А такъ какъ другой конецъ прямой AB - B лежитъ въ плоскости основанія, то тѣнь отъ всей прямой расположится по направленію BA_o. Однако, часть тѣни упадетъ на плоскость P. Чтобы найти теперь направленіе тѣни на плоскости P, намъ достаточно возстановить перпендикуляръ изъ точки пересѣченія линіи BA_o съ слѣдами Ph плоскости P до пересѣченія съ линіей AL.

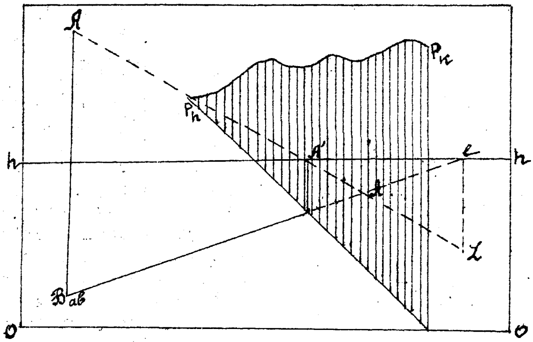
З а д а ч а 3-ья.

Требуется построить тѣнь прямой AB перпендикулярной къ плоскости основанія на плоскости H и P въ томъ случаѣ, когда P наклонна. Случай аналогиченъ предыдущему. Построимъ сначала тѣнь A_o точки A на плоскость основанія. Теперь (чертежъ 96) разсмотримъ, какъ пойдетъ тѣнь по плоскости P.

Для этого проведемъ черезъ прямую AB плоскость Q перпендикулярную къ плоскости основанія H. Найдемъ слѣды этой плоскости. Вертикальный слѣдъ

Qk, очевидно, будетъ перпендикуляренъ къ OO, а горизонтальнымъ слѣдомъ плоскости Q будетъ прямая al. Теперь найдемъ пересѣченіе плоскости P съ плоскостью Q. Для о соединяемъ точки M и N пересѣченія соотвѣтственныхъ слѣдовъ и продолжаемъ линію MN до пересѣченія съ лучемъ AL въ точкѣ Ap.

Такимъ образомъ тѣнь отъ AB на H будетъ aN и на P - NAp.

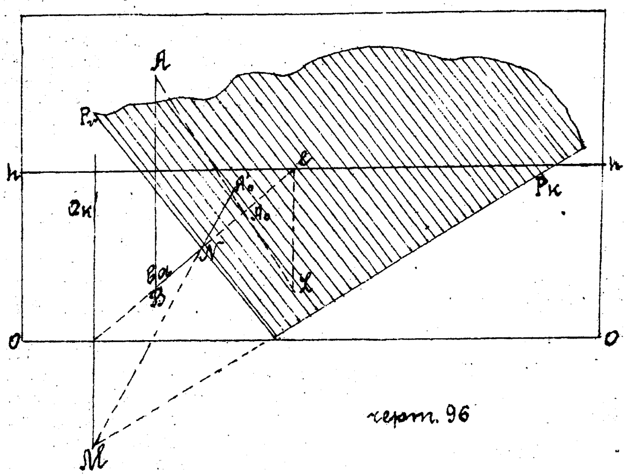


черт. 95

З а д а ч а 4-ая.

Построить собственныя и падающія тѣни отъ конуса и цилиндра.

Если бы цилиндръ отстоялъ дальше отъ конуса или если бы его совсѣмъ не было, то тѣнь конуса расположилась бы на картинѣ такъ, какъ это было указано раньше (черт.91) тѣнь вершины конуса находилась бы на пересѣченіи линіи SL и sl въ точкѣ S_o. Проведя изъ точки S_o касательныя къ основанію конуса, получимъ между этими касательными всю падающую тѣнь конуса. Но, такъ какъ въ разсматриваемомъ нами случаѣ (чертежъ 97) цилиндръ мѣшаетъ расположиться тѣни на плоскости основанія, то часть тѣни расположится

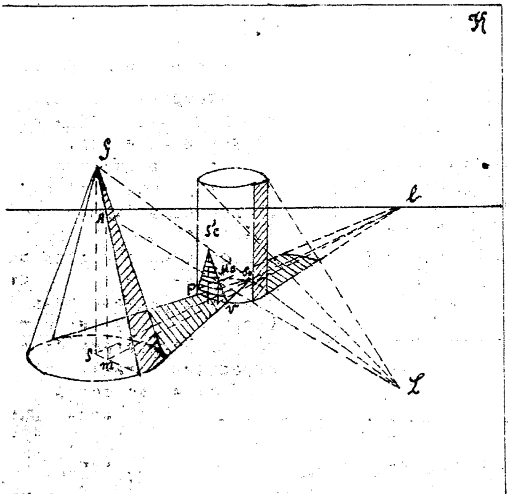


черт. 96

на цилиндрѣ. Для того, чтобы построить тѣнь конуса на цилиндрѣ, поступаемъ такъ. соединяемъ вершину конуса S съ точкой схода L и гдѣ эта линія встрѣтитъ поверхность цилиндра, тамъ и будетъ тѣнь отъ вершины конуса.

Теперь мы имѣемъ на цилиндрѣ уже три точки падающей тѣни конуса: точку S'c - тѣнь отъ вершины конуса и точки p и v, гдѣ тѣнь переходитъ съ картины на цилиндръ.

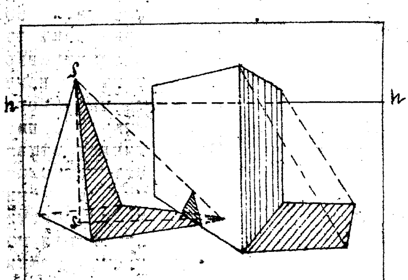
Чтобы выяснить полное очертаніе тѣни конуса на цилиндрѣ, беремъ нѣсколько промежуточныхъ точекъ на конуса, напримѣръ, точку M и строимъ отъ нея тѣнь. Соединяемъ точку М съ точкой схода L, а горизонтальную проекцію m точки М – съ точкой схода l. Затѣмъ въ точкѣ t, т.е. въ пересѣченіи луча ml съ основаніемъ цилиндра возставляемъ перпендикуляръ въ точкѣ М', гдѣ этотъ перпендикуляръ пересѣчетъ линію ML, будетъ тѣнь отъ искомой точки М.



черт. 97

Такимъ образомъ, мы можемъ найти тѣнь и отъ другихъ точекъ конуса. Соединивъ эти точки, мы получимъ падающую тѣнь конуса на цилиндръ.

Въ разсмотрѣнныхъ нами примѣрахъ предполагалось, что лучи свѣта въ пространствѣ параллельны и зритель располагается между картиной и источникомъ свѣта. Если бы лучи свѣта были параллельны картинѣ, то точка схода ихъ горизонтальныхъ проекцій была бы въ безконечности и перспективы горизонтальныхъ проекцій лучей были бы параллельны основанію картины, а перспективы всѣхъ лучей были бы параллельны другъ другу. На черт.98 и 99 показаны примѣры построенія тѣней въ такомъ случаѣ. Наконецъ, если картина располагается между источникомъ свѣта и зрителемъ, то точка схода перспективъ лучей расположится надъ линіей горизонта, а тѣни будутъ располагаться отъ предметовъ въ сторону зрителя (черт.100).

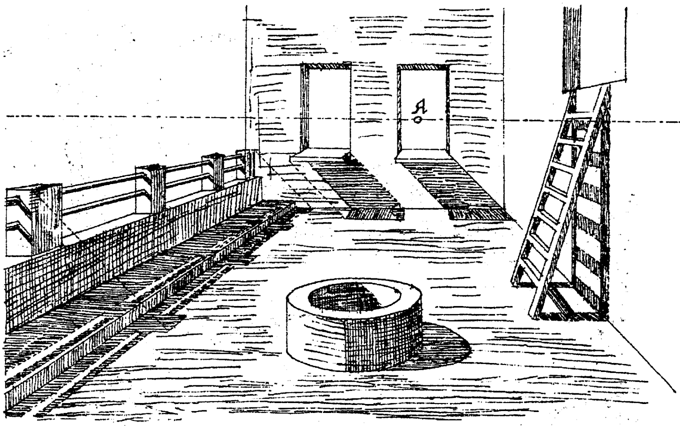


черт. 98

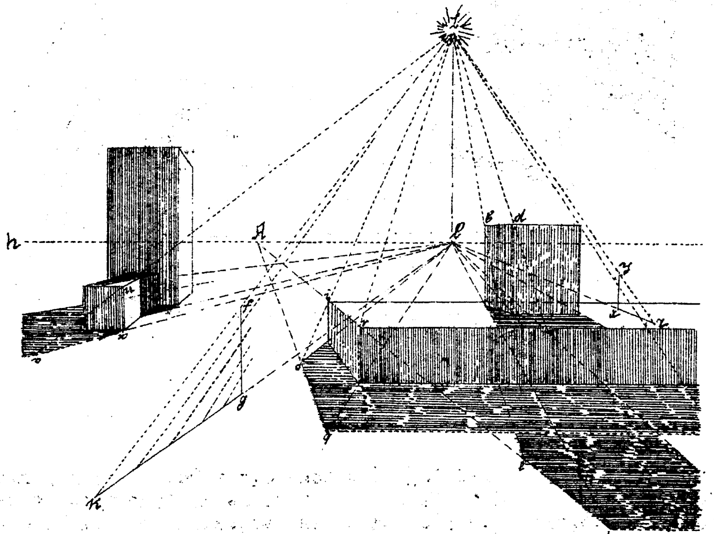
Если источникомъ свѣта является точка (свѣча, лампа), то построенія остаются тѣми же самыми, только точка схода перспективъ горизонтальныхъ проекцій лучей расположится уже не на линіи горизонта, а въ перспективѣ горизонтальной проекціи точки свѣта. На черт.101 показанъ примѣръ построенія тѣней при освѣщеніи одной свѣчей L, l, а на чертежѣ 102 – при освѣщеніи двумя свѣчами (L_1, l_1) и (L_2, l_2).

h) ПОСТРОЕНІЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОТРАЖЕНІЙ.

Построеніе перспективы отраженій предметовъ основывается на слѣдующихъ законахъ физики.



черт. 99.

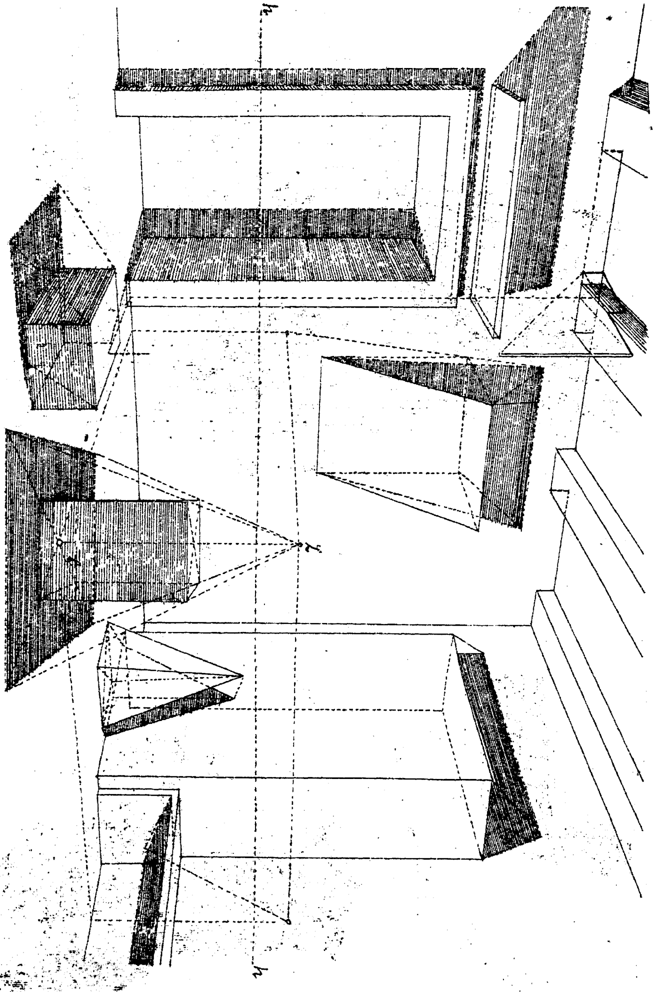


черт. 100.

1) Лучъ падающій и лучъ отраженный лежатъ въ одной плоскости нормальной къ отражающей поверхности.

2) Уголъ паденія равенъ углу отраженія.

Разсматривая черт. 103, мы видимъ, что при данныхъ: точкѣ А, точкѣ зрѣнія О и зеркалѣ MM_1 отраженіе A_1 можно получить, откладывая $A_1a_0 = Aa_0$. Въ перспективѣ ту же точку A_1 можно изобразить другой A_0, полученной пе-

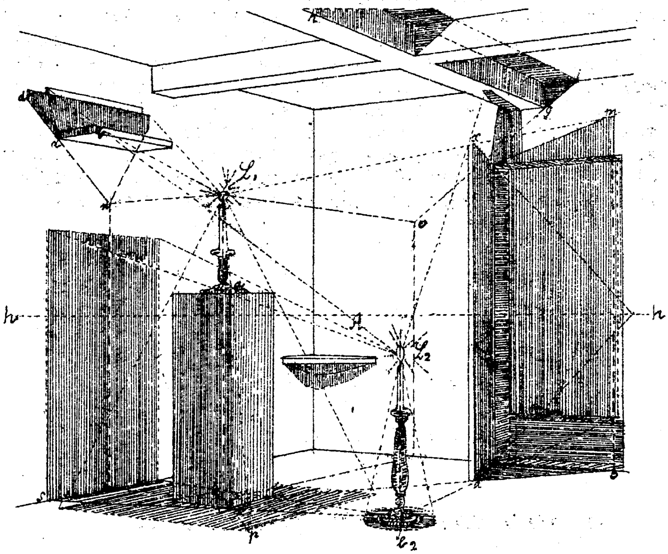


черт. 104

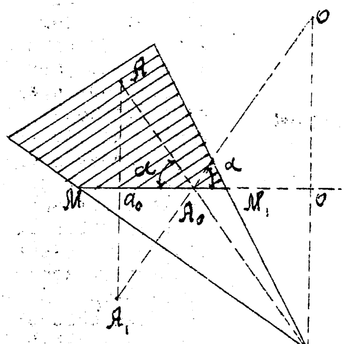
ресѣченіемъ зеркала съ линіей AO_1, при чемъ $O_1o = Oo$. Очевидно, для глаза, помѣщеннаго въ точкѣ O впечатлѣніе отъ точки A_0 будетъ такое же, какъ и отъ точки A_1. Соединяя точку O съ краями зеркала получимъ обертывающій конусъ или обертывающую пирамиду, всѣ точки пространства внутри которой и надъ зеркаломъ будутъ давать отраженія, видимыя изъ точки O.

Разсмотримъ приложенія этихъ правилъ на слѣдующемъ примѣрѣ.

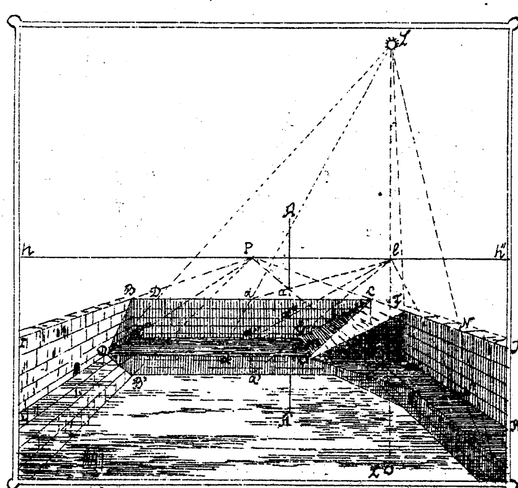
Построить отраженіе въ водѣ части набережной (черт. 104). Пусть IBCK будетъ горизонтальнымъ краемъ набережной, а I"B"... K" сѣченіе стѣнки съ поверхностью воды. Для построенія отраженія въ водѣ какой нибудь точки B" отрѣзокъ B"B' = B"B. Точка B' и будетъ искомой. Слѣдуетъ замѣтить, что всѣ горизонтальныя линіи IB, BC, CK отражаясь въ водѣ, даютъ линіи соотвѣтственно имъ параллельныя и, слѣдовательно, идущія въ тѣ же точки схода. Для построенія отраженія случайной точки A поступаемъ слѣдующимъ



черт. 102



черт. 103.



черт. 104

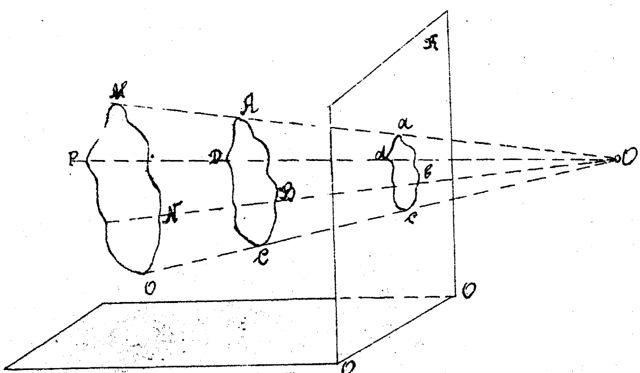
образомъ: Проводимъ вертикаль Аа, изъ основанія ея на площадкѣ набережной проводимъ случайную горизонтальную линію аα, причемъ пусть точка α будетъ пересѣченіемъ этой горизонтали съ краемъ набережной. Находимъ точку α' - изображеніе α также, какъ мы нашли точку B'. Проводимъ линію α'a'1 перспективно параллельную линію αas, т.е. въ ту же точку схода 1. Получаемъ точку a' - изображеніе точки а въ пересѣченіи линіи Аа съ α'1. Откладывая A'a' = Аа, получаемъ точку А' - отраженіе точки А.

Если въ точкѣ L находится солнце, т.е. безконечно удаленная точка, то ея горизонтальная проекція будетъ точка 1 на линіи горизонта. Откладывая L'1 = L1, получаемъ точку L' - отраженіе солнца въ водѣ. Кромѣ того, на томъ же чертежѣ показано построеніе тѣней и ихъ отраженія.

4. *ПРИМѢНЕНІЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КЪ ФОТОГРАММОМЕТРІИ.*

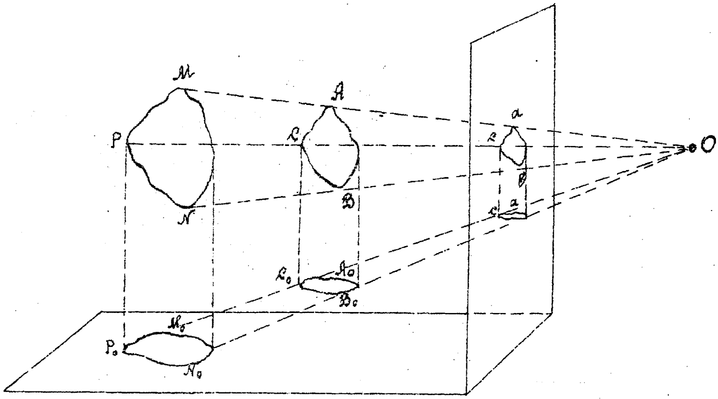
а) *ПЕРСПЕКТИВА ПРИ ОДНОЙ ТОЧКѢ ЗРѢНІЯ.*

Фотограммометрія есть наука, которая учитъ, какъ на основаніи фотографическихъ снимковѣ можно получить данныя о формахъ и размѣрахъ тѣхъ предметовъ, которые изображены на фотографіи; а такъ какъ всякій фотографическій снимокъ есть перспективное изображеніе, то отсюда вытекаетъ, что для фотограммометріи необходимы свѣдѣнія по перспективѣ. Одна перспектива предмета не опредѣляетъ вполнѣ самого предмета (черт. 105). Для опредѣленія же формъ и размѣровъ предмета необходимо имѣть не только перспективу предмета, но и перспективу горизонтальной проекціи его на картинную плоскость; кромѣ того, должны быть извѣстны положенія точки зрѣнія O и линіи основанія OO (черт. 106). Если даны перспективы предмета и его горизонтальной проекціи, то форма предмета вполнѣ опредѣлена; если же мы имѣемъ фотографическій снимокъ, то видимъ одну перспективу предмета, а перспективы горизонтальной проекціи предмета нѣтъ - ея нѣтъ въ натурѣ и поэтому опредѣленность заданія исчезаетъ.

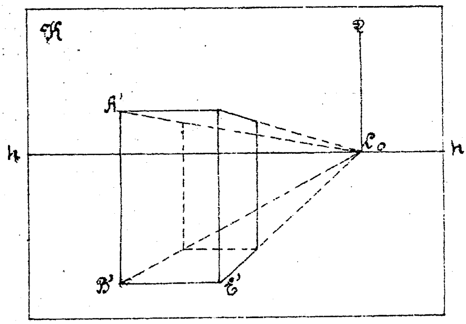


черт. 105.

Разсмотримъ теперь, какъ будетъ отражаться отсутствіе одного изъ данныхъ, напримѣръ, OO (линія основанія). Если не дано основаніе картины, (черт.106), мы вполнѣ формы предмета опредѣлить не можемъ, а можемъ опредѣлить рядъ различныхъ формъ, подобныхъ истинной. Если же не дана перспектива горизонтальной проекціи, то мы можемъ иногда, на основаніи одной перспективы предмета догадаться о его горизонтальной проекціи. Этому намъ помогаетъ то, что въ фотографическомъ снимкѣ мы имѣемъ рядъ линій, размѣръ и направленіе которыхъ завѣдомо извѣстны. Такъ мы можемъ почти точно опредѣлить высоту разныхъ предметовъ домашняго обихода (например, столы, стулья), ростъ человѣка и т.д. Иногда мы можемъ утверждать, что основаніе предмета горизонтально, ребра вертикальны и т.п. Пусть намъ даны: линія горизонта, разстояніе D и центральная точка. Требуется опредѣлить форму параллелепипеда, изображеннаго на черт.107 (D въ фотографіи разстояніе объектива отъ пластинки). Пластинка всегда вертикальна. Линію hh тоже мы можемъ опредѣлить, какъ это будетъ показано позднѣе. Представимъ эту фигуру на черт.108 (въ пространствѣ). Проводимъ лучи OA' и OB'. Хотя истинное положеніе точки A намъ неизвѣстно, но предполагаемъ, что оно будетъ въ A. Точка B будетъ лежать на пересѣченіи линій OB' и AB, причемъ AB вертикально. Такимъ образомъ, мы получимъ форму, но не истинную, а подобную.



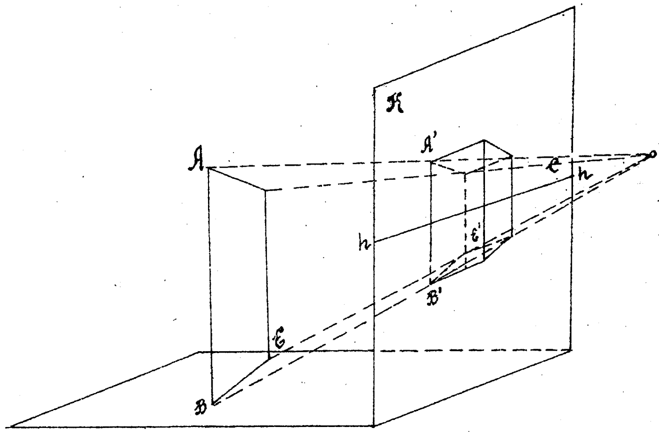
черт. 106



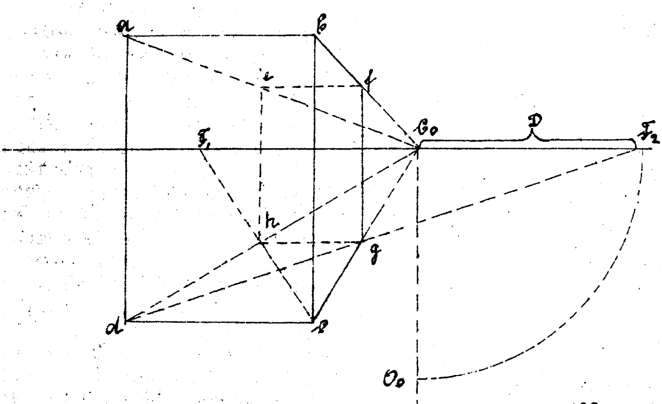
черт. 107

Зная расположеніе линій и имѣя одну перспективу предмета, можемъ возстановить предметъ въ подобномъ видѣ. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ можемъ возстановить размѣры очень точно, напримѣръ, если имѣемъ предметъ въ фотографическомъ снимкѣ истинные размѣры части котораго намъ извѣстны.

Разсмотримъ, какъ по перспективѣ (по фотографіи) опредѣлить основные элементы. O - центральную точку, D - разстояніе точки зрѣнія до картинной плоскости и линію горизонта hh (ея положеніе). Опредѣленіе этихъ элементовъ называется первымъ оріентированіемъ перспективы. Это возможно въ нѣкоторыхъ случаяхъ, напримѣръ, пусть мы сняли комнату и желаемъ построить планъ ея. Пусть мы имѣемъ на чертежѣ 109 изображеніе комнаты въ видѣ параллелепипеда съ *квадратнымъ* основаніемъ. Пусть картина параллельна фасаду комнаты. Требуется опредѣлить положеніе линіи горизонта hh, центральной точки C и точки разстоянія D_1 и D_2.



черт. 108.



черт. 109

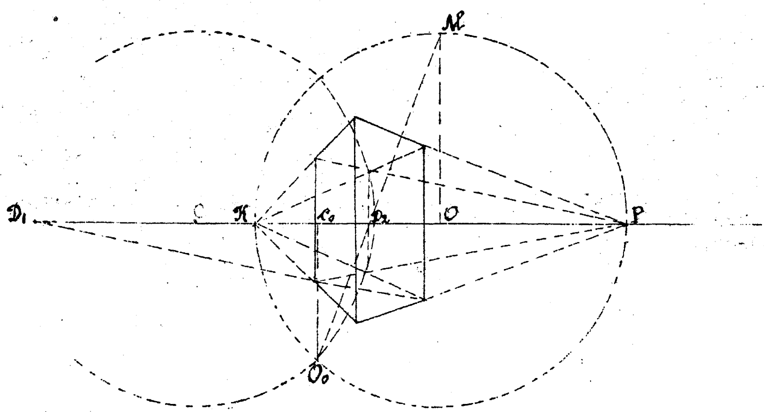
I-ый случай.

Поступаемъ слѣдующимъ образомъ. Находимъ точку схода линій, параллельныхъ въ пространствѣ, напримѣръ, ae, dh, cg и bf, такъ какъ эти линіи перпендикулярны къ картинѣ, то точкой схода для нихъ и будетъ искомая центральная точка C_0. Линію hh найдемъ, проведя черезъ точку C параллельную ab или dc. Проведя діагонали въ основаніи параллелепипеда, мы ихъ продолжаемъ до линіи горизонта hh и въ пересѣченіи этихъ линій получаемъ точки D_1 и D_2, т.е. точки разстоянія. Описавъ изъ нихъ радіусомъ, равнымъ CD_1 дугу и возставивъ къ C_0 перпендикуляръ, засѣкаемъ на этомъ перпендикулярѣ дугу $D_1O_0D_2$ искомое разстояніе D.

II-ой случай.

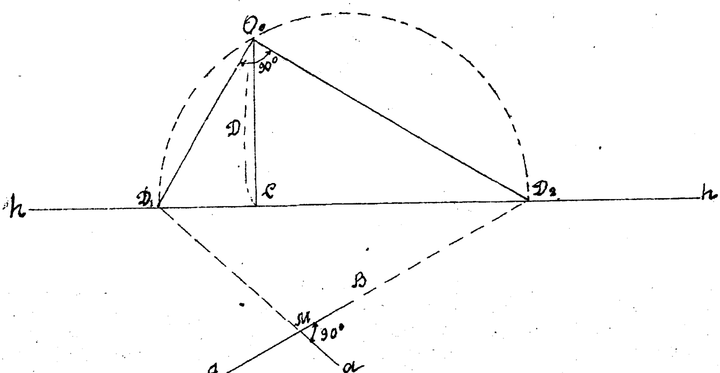
Параллелепипедъ съ *квадратнымъ* основаніемъ, картина параллельна ребру. Требуется опредѣлить C_0, D и hh (черт. 110).

Линіи, параллельныя полу или потолку и параллельныя другъ другу должны идти въ одну точку схода. Найдя эти точки К и Р, мы ихъ соединяемъ



черт. 110.

прямой и получаемъ линію горизонта hh. Далѣе, намъ извѣстно, что основаніе параллелепипеда квадратно. Строимъ его діагонали, получаемъ точки D_1 и D_2 (продоливъ діагонали до пересѣченія съ линіей горизонта).

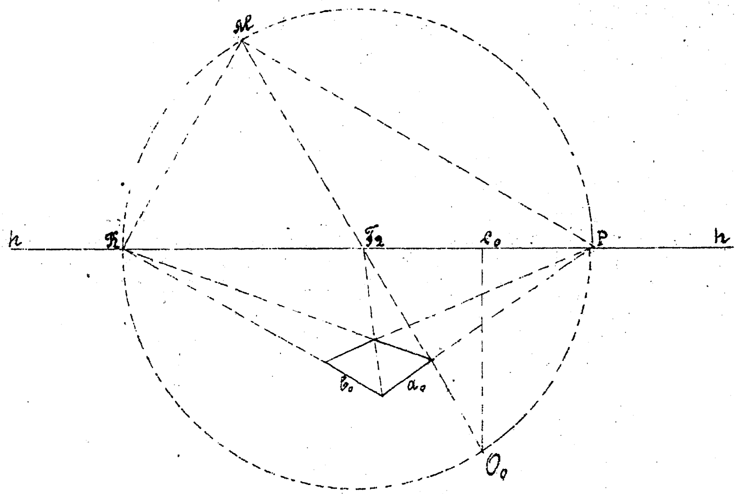


черт. 111

Гдѣ же будетъ находиться центральная точка C_0? Чтобы найти ее, мы вспомнимъ задачу, какъ опустить изъ точки заданной въ перспективѣ *перпендикуляръ* на линію АВ,

Пусть требуется опустить изъ точки а перпендикуляръ на линію АВ, заданную въ перспективѣ (черт. 111). Мы продолжали линію АВ до пересѣченія съ линіей горизонта hh. Соединяемъ точку пересѣченія D_2 съ точкой O_o, опредѣляющей разстояніе D и при этой точкѣ на прямой D_2O_o строимъ уголъ въ 90^o, котораго катетъ пересѣкаетъ линію горизонта въ точкѣ D_1. Точку D_1 соединяемъ съ точкой а и получаемъ перспективу угла $aMB = 90^o$. Теперь возвращаемся къ рѣшенію нашей задачи (черт.110). Описываемъ двѣ окружности: одну на линіи D_1D_2 какъ на діаметрѣ и другую - на діаметрѣ KP. Въ пересѣченіи этихъ круговъ получимъ точку O_o. Линія O_oC_o перпендикулярная къ hh и пересѣчетъ горизонтъ hh въ центральной точкѣ C_o. Предлагается доказать интересное свойство (черт.110). Соединимъ средину круга KP съ точкой D_2 и продолжимъ линію MD_2 до пересѣченія съ кругомъ въ точкѣ O_o. Разстояніе O_oC_o будетъ равно D, а C_o - будетъ центральной точкой.

Мы разсмотрѣли, какъ производится первое оріентированіе предмета: имѣя его перспективу и зная нѣкоторыя его свойства, мы можемъ найти C_o, hh и D. Возьмемъ теперь параллелепипедъ не съ квадратнымъ, а *прямоугольнымъ* основаніемъ. Пусть извѣстно отношеніе сторонъ a_o, b_o (черт.112) въ пространствѣ.



черт. 112

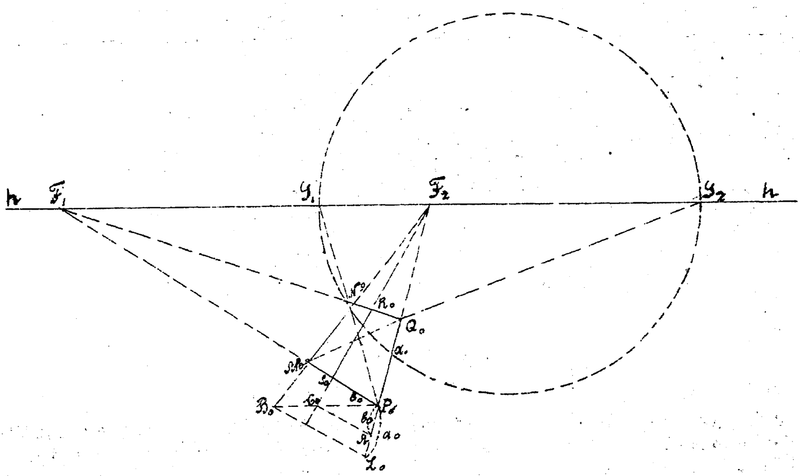
Такъ какъ противоположныя стороны въ пространствѣ параллельны, то въ перспективѣ ими опредѣляются точки схода K и P, лежащія на линіи горизонта. Затѣмъ описываемъ дугу полукруга на линіи KP. Въ этотъ полукругъ нужно вписать прямой уголъ съ катетами KM и MP, которые относились бы другъ къ другу, какъ a_o къ b_o. Для опредѣленія центральной точки C_o мы могли бы взять точки схода діагоналей, описать кругъ и въ пересѣченіи круговъ получили бы точку O_o, аналогичную O_o изъ чертежа 110. Но можно поступить иначе. Беремъ точку M, соединяемъ ее съ точкой схода D_2 діагоналей и продолжаемъ линію MD_2 до пересѣченія съ кругомъ въ точкѣ O_o. Опускаемъ изъ O_o на hh перпендикуляръ и получаемъ искомую центральную точку C_o.

Пусть теперь мы имѣемъ параллелепипедъ съ основаніемъ $P_oQ_oR_oS_o$ *параллелограммомъ*, отношеніе сторонъ котораго равно $a_o : b_o = n$. Опредѣлить точки схода и линію горизонта возможно такъ же, какъ и раньше. Выяснимъ, гдѣ будетъ геометрическое мѣсто точекъ для O_o (черт.113).

Намъ извѣстно, что линіи $P_oQ_o \parallel S_oR_o$ и $P_oS_o \parallel Q_oR_o$ и что эти линіи горизонтальны.

Положенія центральной точки мы точно опредѣлить не можемъ, но можемъ опредѣлить геометрическое мѣсто точекъ для O_0 проекціи которыхъ на hh, опредѣляютъ положенія центральныхъ точекъ. Для этого найдемъ на этомъ параллелограмѣ линіи перпендикулярныя. Какъ построить въ такомъ параллелограмѣ двѣ линіи завѣдомо перпендикулярныя. Дополнимъ этотъ параллелограмъ до ромба. Тогда между діагоналями уголъ будетъ прямой. Продолживъ эти діагонали до hh и на этой линіи, какъ на діаметрѣ, опишемъ окружность, на которой и будетъ лежать O_0. Строимъ ромбъ: проводимъ изъ P_0 линію P_0B_0 параллельную hh и продолжаемъ сторону F_1P_0. Затѣмъ продолжаемъ сторону S_0R_0 ромба до пересѣченія съ линіей P_0B_0 въ точкѣ C_0. На линіи PF_2 откладываемъ отрѣзокъ $P_0Z_0 = a_0$ и отрѣзокъ $P_0A = b$. Соединяемъ A съ C_0 и черезъ Z_0 проводимъ $Z_0B_0 \parallel AC_0$. B_0 соединяемъ съ F_2. Линія P_0F_0 и Q_0F_0 пересѣкутъ линію B_0F_2 въ точкахъ M_0 и N_0 - искомыхъ вершинахъ ромба. Соединяемъ его вершины и получаемъ діагонали ромба. Продолжаемъ ихъ до пересѣченія съ hh и въ точкахъ пересѣченія, какъ на діаметрѣ, описываемъ окружность, которая и будетъ геометрическимъ мѣстомъ точекъ O_0.

Задача неопредѣленна.

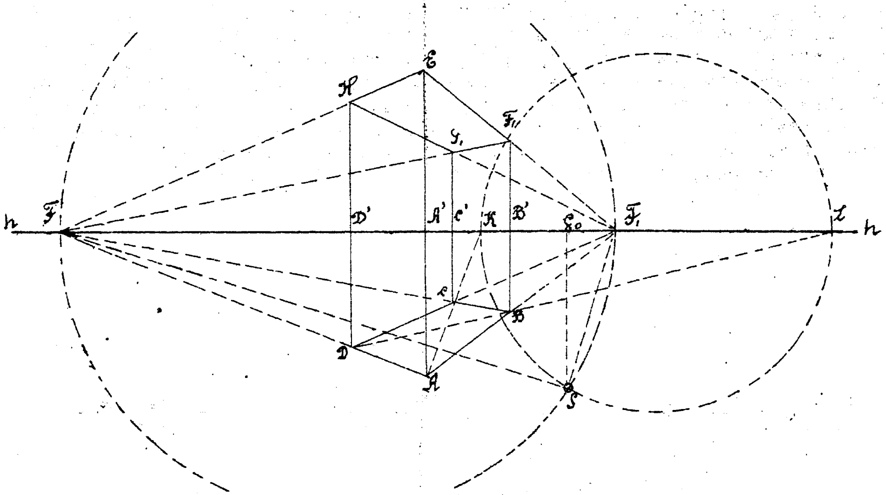


черт. 113

Въ примѣненіи перспективы къ фотограммометріи будемъ разсматривать три случая. 1) Фотографическая пластинка или картинная плоскость перпендикулярна къ горизонтальной плоскости предмета. 2) Пластинка не вертикальна, а наклонна. 3) Когда имѣемъ дѣло съ нѣсколькими перспективами, снятыми не съ одной точки зрѣнія, а съ нѣсколькими.

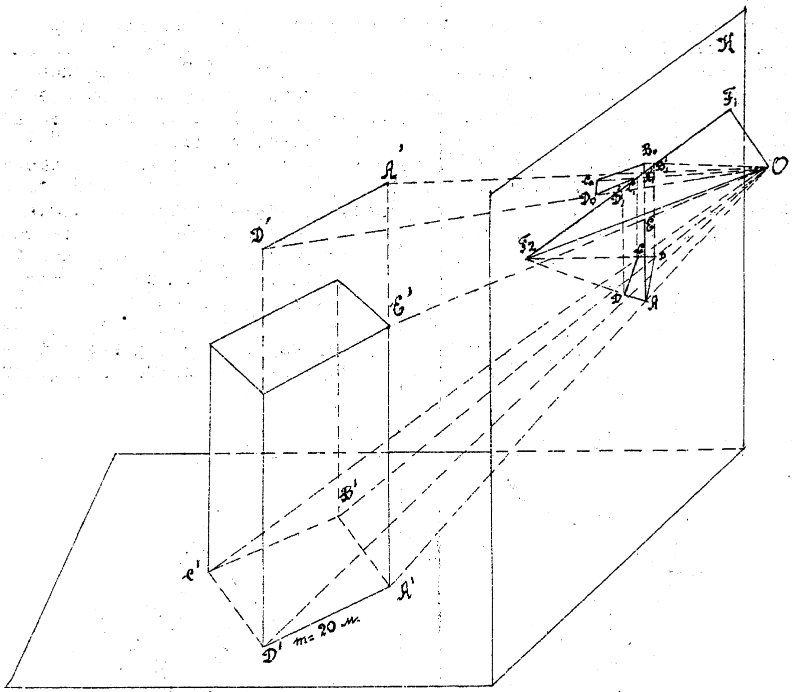
Займемся теперь рѣшеніемъ слѣдующей задачи: по данному перспективному изображенію предмета построить планъ и фасадъ его, т.е. изобразить его въ ортогональныхъ проекціяхъ.

Данная задача можетъ быть подраздѣлена на два вида въ зависимости отъ расположенія картинной плоскости: 1) картина расположена вертикально и 2) картина наклонна. Вообще мы знаемъ, что по одному только перспективному изображенію предмета трудно возстановить вполнѣ его форму. Но въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ это представляется возможнымъ, а именно, когда мы знаемъ нѣкоторыя свойства предмета, напримѣръ, относительно дома мы можемъ сказать, что стѣны его вертикальны, углы прямые, карнизы горизонтальны и т.п. Точно также мы можемъ возстановить приблизительно и размѣры предмета, принимая за единицу тѣ предметы, размѣры которыхъ мы довольно точно можемъ опредѣлить, напримѣръ, ростъ человѣка, высоту стола и т.д. Теперь приступаемъ къ рѣшенію задачи. Опредѣлимъ основные элементы, когда намъ дана перспектива на вертикальной плоскости. Прежде всего опредѣлимъ линію горизонта, центральную точку и разстояніе точки зрѣнія до картинной плоскости, какъ было указано раньше.

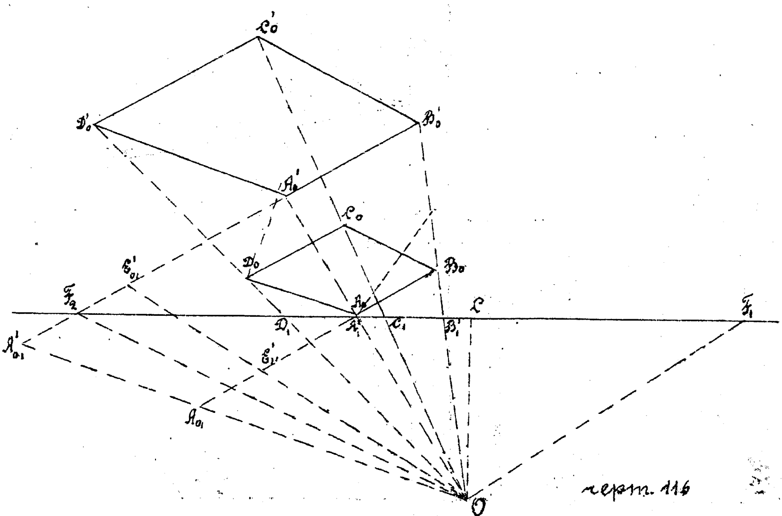


черт. 114

Пусть дано перспективное изображеніе прямоугольнаго параллелепипеда ABCDEFGH (черт.114). Производимъ первое оріентированіе, т.е. опредѣлимъ точки схода F_1, F_2 линію горизонта hh и центральную точку C_0 такъ, какъ это было уже указано раньше (чертежъ 110). Разсмотримъ теперь чертежъ 115, гдѣ показана схема построенія перспективы параллелепипеда и получены перспективы точекъ A, B, C, D и E. Проведемъ изъ точки зрѣнія O линіи OF_1, OF_2, параллельныя A'D' и A'B' до пересѣченія съ картиной въ точкахъ F_1 и F_2. Эти точки опредѣляютъ линію горизонта. Опустимъ теперь изъ точекъ A, B, C и D перпендикуляры на линію горизонта до пересѣченія съ послѣдней въ точкахъ A_1, B_1, C_1, D_1 и соединяемъ полученныя точки съ точкой O. Примемъ плоскости OF_1F_2 за плоскость плана (H) и построимъ на ней первую ортогональную проекцію параллелепипеда. Чтобы опредѣлить ортогональную проекцію, напримѣръ, линіи AD на плоскости OF_1F_2 слѣдовало бы опустить изъ точекъ A' и D' перпендикуляры на OF_1F_2 до пересѣченія съ линіями OA_1 и OD_1, соотвѣтственно въ точкахъ A_0 и D_0. Однако, такъ какъ намъ неизвѣстно разстояніе точекъ $A_1^{\prime}$ и $D_1^{\prime}$ до картинной плоскости, то мы можемъ построить въ планѣ на плоскости OF_1F_2 фигуру (A_0D_0) лишь подобную данной $A_1^{\prime}D_1^{\prime}$. Задаемся, напримѣръ, на линіи OA точкой A_0 совпадающей съ hh и съ A_1. Проводимъ черезъ A_0 линію $A_0B_0 \parallel OF_1$ до пересѣченія съ OB_1 въ точкѣ D_0. Черезъ точки D_0 и B_0 проводимъ линіи D_0C_0 и B_0C_0 соотвѣтственно параллельныя OF_1 и OF_2 до пересѣченія другъ съ другомъ въ точкѣ C_0. Если чертежъ сдѣланъ правильно, то линія OC_0



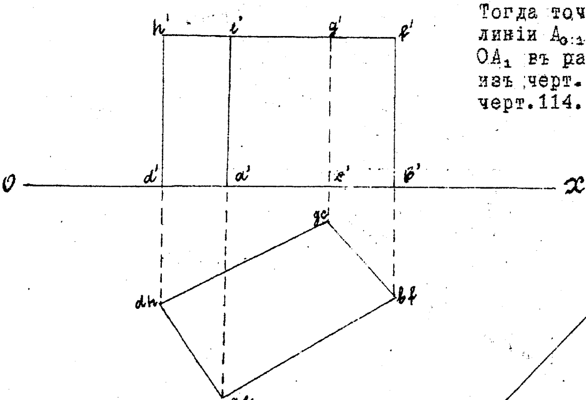
черт. 115



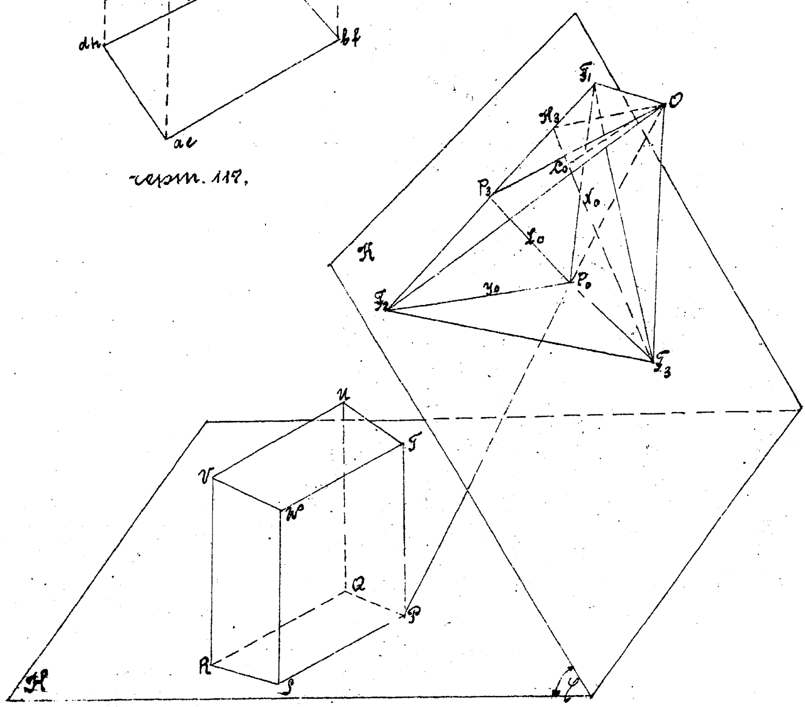
черт. 116

должна пройти черезъ точку C_1. Полученная фигура $A_0B_0C_0D_0$ и будетъ подобной ABCD.

Совмѣстимъ теперь плоскость $O_1F_1F_2$ съ плоскостью чертежа. Тогда получимъ фигуру 116 и выполнимъ на ней вышеописанныя построенія. Тогда мы и получимъ фигуру $A_0B_0C_0D_0$, подобную искомому плану ABCD. Задавшись на лучѣ OA_1' другою точкою A_0', мы получили бы другую фигуру $A_0'B_0'C_0'D_0'$, подобную первой. Чтобы опредѣлить другую проекцію (на) параллелепипеда, найдемъ соотвѣтственныя высоты его вершинъ относительно плоскости OF_1F_2 (чертежъ 115). Разность разстояній точекъ A и E относительно плоскости OF_1F_2 равна AE для истиннаго плана $A_1'D_1'$. Для плана же ему подобнаго A_0D_0 эта разность будетъ равна длинѣ AE. Повернемъ вертикальную плоскость $OE_1A_1E'A'$ около линіи OA_1 до совмѣщенія съ плоскостью OF_1F_2 и перенесемъ полученную фигуру на черт. 116. Тогда точка A_1 расположится на линіи $A_{0:1}A_1$ перпендикулярно къ OA_1 въ разстояніи $A_{0:1}A_1 = AA_1$ изъ черт. 115 или равный AA' изъ черт. 114. Точка $E_{0:1}$ опредѣлится



черт. 117.



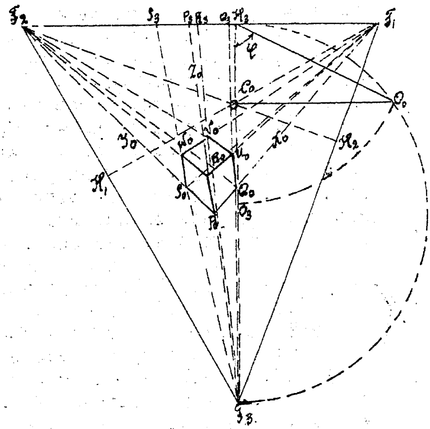
черт. 118

разстояніями $E_{01}A_1 = E_1A_1$ изъ чертежа 115 равнаго EA' изъ чертежа 114. Такимъ образомъ, длина $A_{01}E_{01}$ опредѣлитъ величину линіи AE параллелепипеда, отвѣчающую плану $A_0B_0C_0D_0$. Для плана $A_0'B_0'C_0'D_0'$ получили бы длину $A_0'E_0'$ соотвѣтственно большую.

Опредѣливъ всѣ длины реберъ параллелепипеда нетрудно построить и ортогональныя проекціи параллелепипеда въ обычномъ ихъ видѣ (черт.117). Если бы была извѣстна истинная длина хотя бы одного ребра, то мы получили бы ортогональныя проекціи истиннаго вида параллелепипеда.

Разсмотримъ теперь случай, когда картинная плоскость не вертикальна.

Пусть намъ данъ параллелепипедъ (чертежъ 118) и картинная плоскость наклонена къ плоскости основанія подъ угломъ φ. Задаемся точкой зрѣнія O, найдемъ перспективу какой нибудь точки параллелепипеда, напримѣръ, точки P. Для этого проводимъ изъ точки O къ P лучъ и отмѣчаемъ его пересѣченіе съ картинной плоскостью въ точкѣ P_0, которая и будетъ перспективой точки P. Теперь построимъ перспективы трехъ главныхъ направленій параллелепипеда: длины, ширины и высоты, иными словами найдемъ перспективы трехъ его реберъ TU, TW и TP. Изъ точки зрѣнія O проводимъ линіи OF_1, OF_2 и OF_3 соотвѣтственно параллельныя ребрамъ TU, TW и TP. Точки пересѣченій этихъ линій съ картиной и будутъ точками схода направленій параллельныхъ ребрамъ. Такимъ образомъ, F_1 точка схода направленій параллельныхъ TU; F_2 для направленій параллельныхъ TW и F_3 для TP. Для того, чтобы найти линію горизонта, примемъ въ разсчетъ, что плоскость WVUT, какъ верхняя грань параллелепипеда горизонтальна; поэтому ребра TW и UT, лежащія въ этой грани горизонтальны, слѣдовательно, плоскость F_1OF_2 горизонтальна и пересѣчетъ картинную плоскость по линіи горизонтальной. Итакъ линія F_1F_2 - линія горизонта.



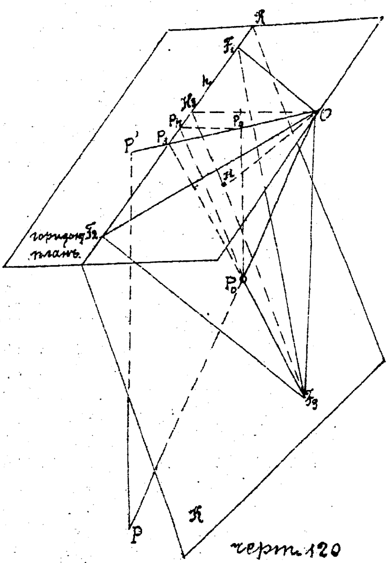
черт. 119

Теперь легко построить перспективы реберъ параллелепипеда: для этого соединяемъ P_0 съ тремя точками схода F_1, F_2 и F_3. Такимъ образомъ:

P_0F_2	перспектива	линіи	TW
P_0F_1	"	"	TU
P_0F_3	"	"	TP.

Строимъ теперь центральную точку. Для этого изъ точки O опускаемъ перпендикуляръ къ картинѣ до пересѣченія съ ней въ точкѣ C_0, которая и будетъ центральной точкой. Для опредѣленія разстоянія центральной точки до картины намъ остается измѣрить отрѣзокъ OC_0. Такимъ образомъ, для перваго оріентированія въ данномъ случаѣ намъ пришлось построить линію горизонта, точки схода линій параллельныхъ тремъ главнымъ направленіямъ, центральную точку и разстояніе ея до картины.

Представимъ теперь картину чертежа 118 отдѣльно, совмѣщенную съ плоскостью чертежа (черт.119) и нанесемъ на нее всѣ точки, бывшія на чертежѣ 118. Теперь добавимъ перспективы всѣхъ остальныхъ точекъ параллелепипеда, обозначивъ ихъ соотвѣтствующими буквами со значками ₀; обратимся теперь къ самой перспективѣ параллелепипеда, попытаемся прежде всего найти точки схода трехъ его главныхъ направленій. Для этого продолжимъ соотвѣтственные его ребра до взаимнаго пересѣченія. Такихъ точекъ будетъ, очевидно, три, такъ какъ всѣ длины, всѣ ширины и высоты пересѣкаются каждая въ своей точкѣ, которыя и будутъ точками схода трехъ главныхъ направленій параллелепипеда. Такъ какъ ребра TW и TU мы считаемъ горизонтальными, то очевидно, точки схода длинъ и широтъ F_1 и F_2 должны лежать на прямой горизонтальной, которая и будетъ линіей горизонта. Опредѣливъ такимъ образомъ линію горизонта, постараемся опредѣлить центральную точку.



черт.120

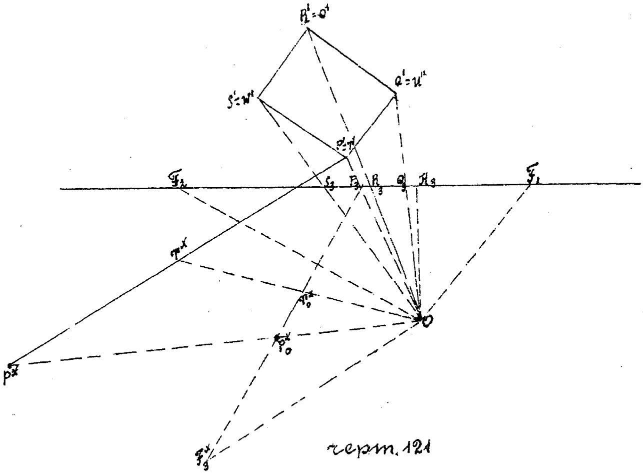
Центральная точка C_0 найдется на пересѣченіи трехъ высотъ треугольника $F_1F_2F_3$, т.е. будетъ его метацентромъ. Теперь постараемся найти разстояніе точки зрѣнія до картины. Для этого на высотѣ F_3H_3, какъ на діаметрѣ описываемъ окружность, возставляемъ изъ точки C_0 перпендикуляръ къ H_3F_3 и продолжимъ его до пересѣченія съ полуокружностью въ точкѣ O_0. Длина этого отрѣзка, заключающагося между H_3F_3 и полуокружностью дастъ намъ искомое разстояніе точки зрѣнія до картины. Уголъ же наклона картинной плоскости къ горизонту выразится наклоненіемъ хорды H_3O_0 къ діаметру H_3F_3.

Займемся теперь возстановленіемъ плана и фасада по перспективѣ на наклонную плоскость. Обратимся теперь къ чертежу 120-му и разсмотримъ, какъ построить ортогональныя проекціи предмета, имѣя перспективу точки P - P_0; найдемъ ея ортогональныя проекціи и разстояніе отъ плоскости горизонта. Выберемъ за плоскость плана плоскость OF_1F_2.

Проведя изъ точки зрѣнія лучъ къ P_0, мы можемъ утверждать, что точка P_* должна лежать гдѣ нибудь на этомъ же лучѣ. Пусть она будетъ находиться въ нѣкоторой точкѣ P. Построимъ теперь горизонтальныя проекціи для точекъ P и P_0. Для этого изъ этихъ точекъ ведемъ перпендикуляръ до плоскости плана. Очевидно, точка P' должна лежать на прямой OP_3. Строимъ теперь точку P_3: для этого соединяемъ F_3 съ P_0 прямой и продолжаемъ ее до встрѣчи съ планомъ. А такъ какъ точки P_0 и F_3 лежатъ въ одной плоскости съ точками O, P' и P, то, очевидно, что точка P_3 должна находиться на прямой OP' именно на пересѣченіи ея съ линіей горизонта.

Совмѣстимъ теперь плоскость горизонтальнаго плана съ плоскостью чертежа. Перенесемъ на этотъ чертежъ (чертежъ 121) точку зрѣнія O, линію горизонта, отмѣтивъ на ней всѣ точки и опускаемъ перпендикуляръ изъ точки зрѣнія на линію горизонта, причемъ $H_3O_0 = H_3O$ (черт.120).

Посмотримъ теперь, какъ получить планъ точки P. Соединяемъ точку O съ P_3: точка P' должна лежать на продолженіи этой прямой, но такъ какъ мы точно не можемъ установить, гдѣ она, то предположимъ, что она будетъ находиться гдѣ нибудь въ точкѣ на прямой OP_3, которую мы назовемъ P'. Теперь на картинѣ долженъ спроектироваться параллелепипедъ, при чемъ при точкѣ P' долженъ спроектироваться одинъ изъ его угловъ. Соединивъ теперь точку зрѣнія O съ точками схода F_1 и F_2, мы можемъ утверждать, что для построенія плана параллелепипеда намъ достаточно изъ точки P' провести двѣ прямыя параллельныя линіямъ OF_1 и OF_2. Построеніе плана остальныхъ



черт.121

точекъ ведется такъ же, какъ и на черт.116.

Теперь опредѣлимъ возвышенія различныхъ точекъ параллелепипеда надъ плоскостью основанія. Разсмотримъ фигуру вокругъ оси OP, пока не совмѣстимъ съ плоскостью плана и отмѣтимъ ея положеніе на планѣ, перенеся ее на чертежѣ 121. Намъ важно опредѣлить теперь положеніе точко P^* отвѣчающей точкѣ P на чертежѣ 120; отмѣтимъ, прежде всего, нѣкоторые особенности чертежа 121:

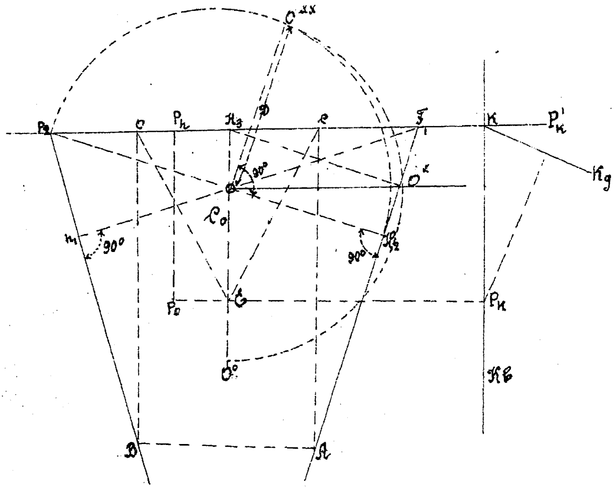
$$OP'P^* = 90^{\circ} =$$

$$= F_3{}^* \, OP' .$$

Кромѣ того, OF_3 (чертежъ 121) = OF_3 (чертежъ 120) = OF_3 (черрежъ 119). Такимъ образомъ, величина OF_3 опредѣлена и отложивъ ее получаемъ точку $F_3{}^*$.

Разстояніе точки P до горизонтальной плоскости выразится въ данномъ случаѣ отрѣзкомъ $P'P^*$.

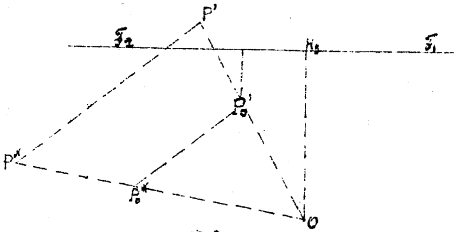
Какъ теперь найти величину TP ребра, отвѣчающую плану P'Q'R'S'. Переносимъ точку T на чертежѣ 121 въ точку T_o^*, соединяемъ ее съ O. Линія OT_o^* засѣчетъ P^*P' въ точкѣ T_o^*. Длина линіи TP, отвѣчающая плану P'Q'R'S' будетъ равна отрѣзку P^*T^*



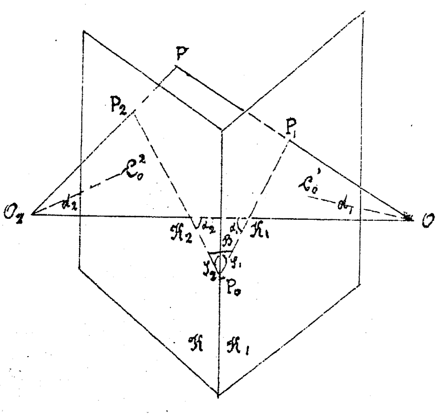
черт.122

Иногда одна какая нибудь точка схода, напримѣръ, (черт.122) оказывается за предѣлами чертежа, что бываетъ при крутомъ наклонѣ картинной плоскости къ горизонту. Посмотримъ, какъ поступить въ такомъ случаѣ. Производимъ первое оріентированіе, находимъ точки схода F_1 и F_2, соединяя ихъ, получаемъ линію горизонта и опредѣляемъ направленіе двухъ лучей, направляющихся отъ точекъ F_1 и F_2 къ точкѣ F_3.

Это мы можемъ дѣлать, пользуясь методомъ подобныхъ треугольниковъ и сблизивъ между собою точки F_1 и F_2. (Пусть имѣемъ ту же точку P_0 и пусть требуется опредѣлить возвышеніе точки P надъ плоскостью горизонта). Соединяемъ F_2 съ C_0 и продолжаемъ до пересѣченія съ лучемъ, идущимъ изъ F_1F_3 и на F_2H_2, какъ на діаметрѣ, описываемъ полуокружность, и изъ точки C_0 возставляемъ перпендикуляръ до пересѣченія съ нею. Длина этого перпендикуляра и будетъ искомымъ разстояніемъ точки зрѣнія до картины. Теперь нужно опредѣлить уголъ φ наклона картинной плоскости къ горизонту. Пересѣчемъ плоскости плана и картины плоскостью, перпендикулярной къ hh по линіямъ k_g и k_h (чертежъ 120) и совмѣстимъ эту плоскость съ черт. 122-мъ вправо. Но предварительно опредѣлимъ уголъ φ. Для этого въ точкѣ C_0 возстановляемъ C_0^* перпендикулярно H_3E, гдѣ H_3E линія, проходящая черезъ F_3*) и откладываемъ $C_0O^* = C_0O^{**}$. Уголъ $O^*H_3C_0 = \varphi$. Проводимъ k_gK подъ угломъ φ къ k_hK. Пусть дана теперь перспектива P_0 точки P. Спроектируемъ P_0 на hh въ точку Ph и на планъ въ точку P_0 (чертежъ 120) и перенесемъ эти точки на чертежъ 122-ой въ точки P_n, P_k P_k'. (Точка P_k' отвѣчаетъ точкѣ P_0'). Совмѣщаемъ далѣе плоскость плана (черт. 120) съ плоскостью чертежа (черт. 123) и наносимъ на него линіи F_1F_2, точки H_3, O, P_h. Откладываемъ $P_hP_0' = KP_k'$ изъ черт. 122. Соединяемъ O_3 и P_0 и получаемъ, такимъ образомъ, направленіе линіи O_3P'. Проводимъ $P_0'P_0^*$, перпендикулярную къ O_3P_0' и откладываемъ $P_0'P_0^* = P_kK_k'$ (изъ чертежа 122). Продолжаемъ $O_3P_0^*$ до пересѣченія съ $P'B^*$ перпендик. къ O_3P_0' въ точкѣ P^*. Длина P^*P' = разстоянію P до плана въ извѣстномъ масштабѣ.



черт. 123



черт. 124

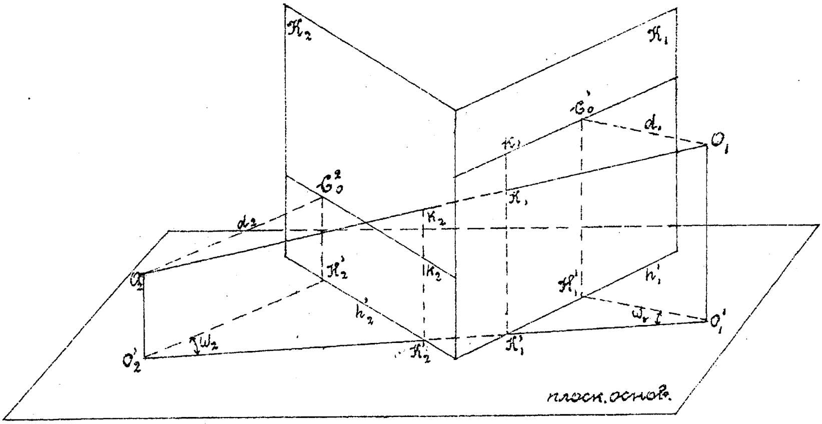
b) *ПЕРСПЕКТИВА СЪ НѢСКОЛЬКИХЪ ТОЧЕКЪ ЗРѢНІЯ.*

Разсмотримъ теперь, какъ производится построеніе ортогональныхъ проекцій по нѣсколькимъ заданнымъ перспективамъ.

---

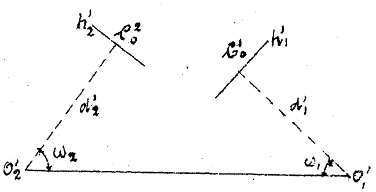
*) *Направленіе линіи* H_3E *опредѣляется слѣдующимъ образомъ. Засѣкаемъ* F_2H_1 *и* F_1H_2 *линіи* AB || hh. *Опускаемъ къ* A *и* B *перпендикуляры на* hh *до точекъ* D *и* C *и изъ послѣднихъ проводимъ* DE || F_2H_1 *и* CE || F_1H_2. *Точка* E *и опредѣляетъ направленіе линіи* H_3F_3.

Пусть въ пространствѣ имѣется точка P (чертежъ 124), а фотографическія камеры расположены въ O_1 и O_2, такъ что мы снимаемъ точку P на двѣ пластинки K_1 и K_2. Перспективами данной точки P будетъ P_1 и P_2. Опускаемъ перпендикуляры къ картинамъ изъ точекъ зрѣнія O_1 и O_2 и замѣчаемъ ихъ точки пересѣченія съ картиной C_0^1 и C_0^2. Соединимъ точки O_1O_2, эта линія пересѣчетъ картины въ точкахъ K_1K_2, называемыхъ "указательными" или кернами. Такимъ образомъ, задача сводится къ тому, чтобы по даннымъ картинамъ, заданнымъ точкамъ O_1 и O_2 и по взаимному расположенію картинъ (углу между ними) - опредѣлить точку P.



черт. 125

Если картины вертикальны, то первое оріентированіе производится слѣдующимъ образомъ (чертежъ 125). Опредѣляютъ прежде всего точки O_1 и O_2, фокусное разстояніе аппаратовъ и линію горизонта. Второе же оріентированіе состоитъ въ опредѣленіи проекціи на плоскость основанія O_1', O_2' и h_1', h_2', т.е. проекціи линіи, соединяющей оба объектива и основанія картинъ.



черт. 126

Представимъ плоскость основанія, совмѣщенной съ плоскостью чертежа. Такимъ образомъ, изъ данныхъ на немъ будемъ имѣть (чертежъ 126) O_1' и O_2', два слѣда картинъ и обыкновенно еще даются углы ω_1 и ω_2 и фокусныя разстоянія. Проведя изъ точекъ зрѣнія цѣлый рядъ лучей черезъ соотвѣтственныя точки картинъ, получимъ искомую форму.

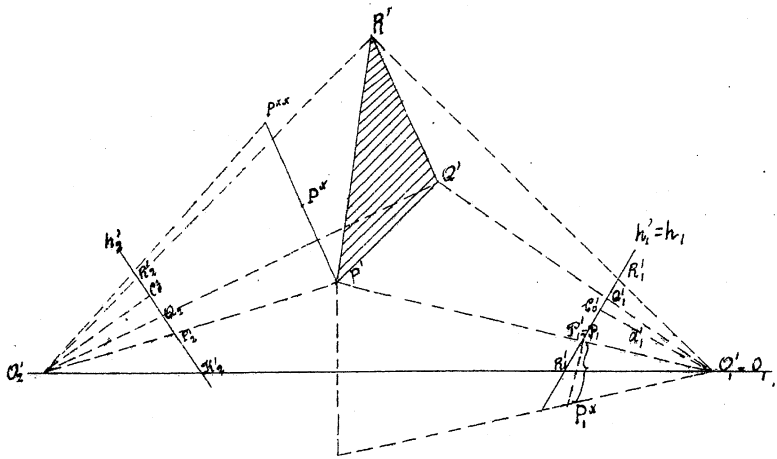
Возстановленіе плана и фасада по двумъ снимкамъ.

Имѣя на чертежѣ 128 два полученныхъ снимка, перенесемъ ихъ на чертежъ 127.

Разстояніе $O_1'O_2'$ извѣстно, извѣстны углы наклона главныхъ фокусныхъ разстояній къ $O_1'O_2'$ и извѣстны фокусныя разстоянія d_1' и d_2'.

Зная положеніе точекъ O_1 и O_2, мы можемъ построить перспективу предмета. Для этого ведемъ изъ соотвѣтствующихъ точекъ картинъ и точекъ O_1 и O_2 лучи до взаимнаго пересѣченія. Соединивъ точки пересѣченія соотвѣтствующихъ лучей, получимъ планъ искомой формы. Теперь найдемъ возвышеніе точки P.

Для опредѣленія возвышенія одного аппарата надъ другимъ (черт. 129), поступаемъ такимъ образомъ. Пусть K_1 и K_2 представляютъ слѣды картинъ; O_1 и O_2 точки зрѣнія, гдѣ находятся аппараты, P искомая точка. Очевидно,

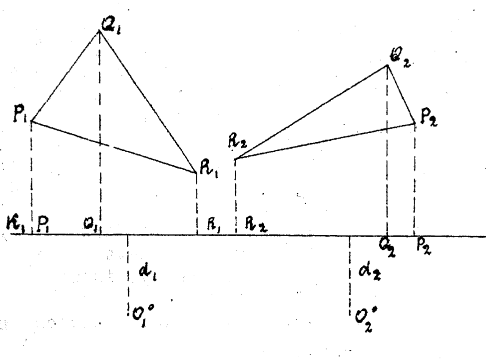


черт. 127

возвышеніе одного аппарата надъ другимъ выразится разностью разстояній отъ точки P до горизонтальной плоскости перваго и второго аппарата.

Возвышеніе точки P_1' надъ O_1 (чертежъ 128) = P_1P_1 (чертежъ 129) = $P_1'P_1^*$ перпендик. къ O_1P_1' (чертежъ 127). Это разстояніе для плана $P'Q'R'$ (чертежъ 127) равно отрѣзку $P'P^*$.

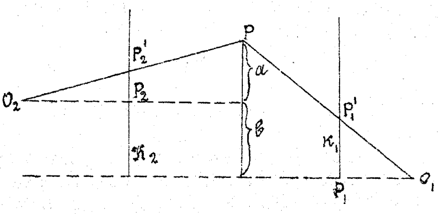
Возвышеніе точки P_2 надъ O_2 (чертежъ 129) = P_2P_2 (чертежъ 128) = $P_2'P_2^*$ перпендик. къ $O_2'P_2'$ (чертежъ 127). Это разстояніе для плана $P'Q'R'$ = $P'P^{**}$. Разность длинъ $P'P^*$ и $P^{**}P'$, равная длинѣ $P^{**}P^*$ и даетъ возвышеніе точки O_2 надъ O_1. Разстояніе же $P'P^*$ равно возвышенію точки P над горизонтомъ точки зрѣнія O_1. Опредѣливъ рядъ такихъ возвышеній различныхъ точекъ предмета, мы можемъ вычертить и вертикальную проекцію предмета, соотвѣтственную плану его $P'Q'R'$.



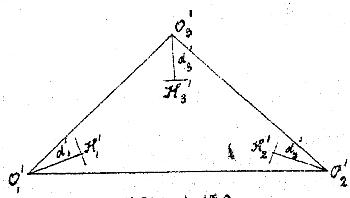
черт. 128

Иногда для большей точности работы даютъ не два, а три и болѣе снимковъ. Чертежъ 130-ый представляетъ собою схему расположенія аппаратовъ и картинъ. Для опредѣленія формы предмета необходимо знать разстояніе между аппаратами, фокусное разстояніе аппаратовъ и углы, подъ которыми снимался предметъ.

Способъ опредѣленія ортогональныхъ проекцій предмета по одной, двумъ, тремъ и болѣе фотографіямъ, носитъ названіе перспективной трансформаціи діаграммъ.



черт. 129



черт. 130

5. ПРИМѢНЕНІЕ ПЕРСПЕКТИВЫ КЪ СТЕРЕОФОТОГРАММОМЕТРІИ*).

а) КРАТКІЙ ИСТОРИЧЕСКІЙ ОЧЕРКЪ.

Фотограммометрія, или фотографическій способъ съемки изобрѣтенъ французскимъ геодезистомъ Лосседа въ 1849-омъ году.

Послѣ цѣлаго ряда опытовъ труды Лосседа были опубликованы (въ 1851-мъ году) и напечатаны, и ими воспользовался французскій полковникъ Ланглоа въ 1855-мъ году во время осады Севастополя для снятія плана контръ-осады.

Трудъ Лосседа оказался настолько полнымъ и разработаннымъ, что имъ пользуются и до настоящаго времени, почти безъ всякихъ добавленій.

Въ Германіи послѣдователемъ Лосседа оказался Майденбауеръ (уже въ 1865-омъ году, т.е. черезъ одиннадцать лѣтъ послѣ Лосседа).

Затѣмъ на этотъ способъ съемки обратили вниманіе извѣстные нѣмецкіе геометры Іорданъ, Хаукъ, Коппе и другіе.

Въ Европѣ этотъ способъ началъ распространяться только съ 75 - 76-хъ годовъ, а въ Россіи первый опытъ съемки этого рода былъ произведенъ на Кавказѣ въ 1891-омъ году, но особаго распространенія не получилъ. Наконецъ, съ 1893-го года наступаетъ новая эра для фотографической съемки, когда былъ изобрѣтенъ Грузильеромъ стереоскопическій дальномѣръ, причемъ идея его была осуществлена извѣстной фирмой Цейса.

Докторъ геодезіи Пульфрихъ въ 1902-омъ году примѣнилъ идею инженера Грузильера къ стереоскопическому разсматриванію фотографическихъ діапозитивовъ на изобрѣтенномъ имъ приборѣ, который онъ назвалъ *"стереокомпараторомъ"*. Стереокомпараторъ Пульфриха даетъ возможность непосредственно опредѣлять три координаты любой точки пейзажа, полученнаго на двухъ фотографическихъ пластинкахъ, снятыхъ съ двухъ концовъ нѣкоторой длины ба-

---

*) *Составлено по И.С. Левицкому "Начало примѣненія стереоскопическаго зрѣнія къ опредѣленію разстоянія до неприступныхъ точекъ и ихъ высоту" и по* Hartwig'*у* "Das Stereoskop und seine Anwendungen".

зиса.

Какъ достоинство стереофотограммометрическаго способа съемки слѣдуетъ отмѣтить быстроту и точность работы, во первыхъ, - и сравнительную дешевизну.

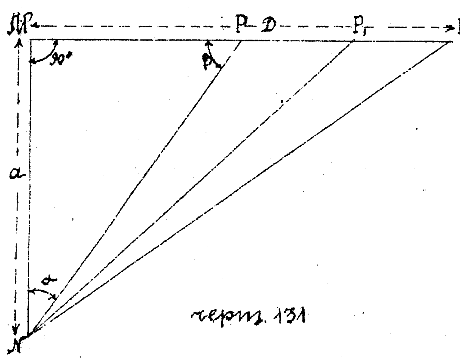
Но наличность фотографическаго процесса при этомъ влечетъ за собой и присущіе этому процессу недостатки: не всегда можно получить удачные снимки, причемъ освѣщеніе въ данномъ случаѣ играетъ виднѣйшую роль. Поэтому случайность и сложность полученія хорошихъ снимковъ служила и служитъ главнымъ препятствіемъ къ развитію примѣненія фотографіи къ геодезіи.

b) *Точность опредѣленія разстояній тригонометрическимъ способомъ.*

Идеалъ, къ которому стремились и стремятся геометры - это создать такіе инструменты и способы, при помощи которыхъ можно было бы опредѣлять разстоянія до опредѣленныхъ точекъ и ихъ высоты надъ нѣкоторымъ опредѣленнымъ уровнемъ съ наименьшимъ количествомъ вычисленій и разнаго рода установокъ, т.е. возможно быстро. Для возможности опредѣленія разстояній дальномѣрнымъ способомъ, т.е. безъ непосредственнаго измѣренія линіи опредѣленной мѣрой, необходимо имѣть нѣкоторую базу.

Базы могутъ имѣть самыя разнообразныя величины и виды, въ зависимости отъ чего и являются различныя системы и типы дальномѣровъ.

Для цѣлей геодезической съемки дальномѣры устраиваются въ трубахъ теодолитовъ и кипрегелей въ видѣ двухъ дополнительныхъ горизонтальныхъ нитей, прикрѣпленныхъ къ сѣточной діафрагмѣ. Базой въ этомъ случаѣ служитъ уголъ между двумя лучами, идущими отъ средины дополнительныхъ нитей къ оптическому центру объектива. Разстоянія до рейки будутъ пропорціональны части ея, видимой между этими двумя дополнительными нитями. Такого рода зрительныя трубы носятъ названіе дальномѣра съ постояннымъ угломъ.



черт. 131

Но этотъ способъ опредѣленія разстояній теряетъ всякую цѣнность и совершенно непримѣнимъ тамъ, гдѣ нельзя поставить по какимъ нибудь причинамъ рейки (например, въ непріятельскомъ лагерѣ, на недоступныхъ точкахъ и т.д.). Въ этихъ случаяхъ дальномѣръ долженъ имѣть постоянную или пропорціональную разстояніямъ базу при инструментѣ, а самый способъ опредѣленія разстояній долженъ быть механическій и скорый. Но несмотря на всѣ попытки сконструировать такой дальномѣръ, хорошихъ результатовъ не получено. Попытаемся выяснить причины трудности конструкціи такого прибора (черт.131).

Возьмемъ для простоты изслѣдованій прямоугольный треугольникъ MNP. MN = a - будетъ база при точкѣ M. MP = D - искомое разстояніе отъ точки M до неприступной точки P. Для опредѣленія искомой величины D, необходимо знать двѣ величины: a (база) и α (уголъ при точкѣ N).

Предположимъ, что мы имѣемъ такой приборъ, который намъ даетъ для различныхъ точекъ P, P_1, P_2 и т.д. углы α, α_1, α_2 и т.д., - тогда величина D вообще будетъ выражаться такъ:

$$D = a \operatorname{tg} \alpha \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (1).$$

Считая въ этомъ уравненіи а – величиной постоянной, будемъ дифференцировать его D:

$$dD = a \frac{d\alpha}{\operatorname{Cos}^2\alpha} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2).$$

Изъ уравненія (1) $\operatorname{Cos}^2\alpha = \frac{a^2}{D^2} \cdot \operatorname{Sin}^2\alpha$, въ этомъ уравненіи всегда можно положить $\operatorname{Sin}\alpha = 1$, тогда уравненіе (2) приметъ видъ:

$$dD = \frac{D^2}{a} d\alpha \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3).$$

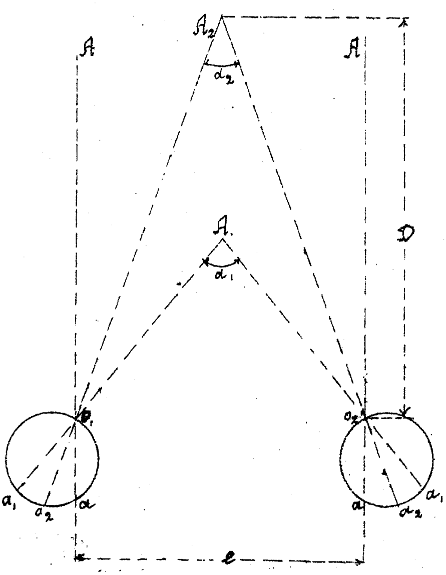
Изъ уравненія (3) видно: *ошибка въ опредѣленіи разстоянія въ зависимости отъ точности опредѣленія угла будетъ прямо пропорціональна квадрату разстоянія.*

Таковы затрудненія, встрѣчающіяся въ дѣлѣ конструкціи дальномѣровъ съ постоянными базами.

На твердую почву этотъ вопросъ сталъ только въ послѣднее время, когда обратили вниманіе на значеніе стереоскопическаго зрѣнія и примѣнили къ нему теорію перспективы.

Изобрѣтенія Гельмгольцемъ телестереоскопа, изслѣдованія Кгза о точности стереоскопіи и, наконецъ, идея инженера де-Грузильера, привели постепенно къ возможности измѣрять большія разстоянія до неприступныхъ точекъ съ небывалой до сихъ поръ точностью и быстротой. Для большаго освѣщенія вопроса, прослѣдимъ вкратцѣ развитіе самой идеи.

с) *СТЕРЕОСКОПІЯ И РАЗВИТІЕ ЕЯ ПРИ ПОМОЩИ ТЕЛЕСТЕРЕОСКОПОВЪ.*



черт. 132

Способность человѣка опредѣлять, какой изъ предметовъ на мѣстности находится къ нему ближе, а какой дальше, или, говоря иначе, способность видѣть предметы рельефными называется стереоскопіей глазъ.

Явленіе это объясняется тѣмъ, что разстояніе между оптическими центрами глазъ – является базой зрѣнія двумя глазами.

Въ виду этого на сѣтчаткахъ получаются изображенія предметовъ въ разныхъ мѣстахъ. Обратимся къ чертежу 132.

Пусть предметъ А находится на очень далекомъ разстояніи, тогда лучи отъ него въ оба глаза поступятъ по двумъ параллельнымъ направленіямъ, или, иными словами, будутъ идти по двумъ главнымъ оптическимъ осямъ глазъ. Пусть O_1 и O_2 будутъ оптическіе центры лѣваго и праваго глазъ. Тогда изображеніе точки А на сѣтчаткахъ получится въ точкахъ a и a_1, изображенія болѣе близкихъ точекъ A_1 и

A_2 въ точкахъ a_1a_1 и a_2a_2 (на пересѣченіи лучей, проходящихъ черезъ оптическіе центры глазъ съ сѣтчаткой). Углы α_1 и α_2 при точкахъ A_1 и A_2 называются *параллактическими*. Разстояніе между точками A_1 A_2 будетъ пропорціонально $(\alpha_2 - \alpha_1)$, т.е., разности между параллактическими углами точекъ A_1 и A_2. Благодаря существованію параллакса, человѣкъ можетъ безошибочно опредѣлять, какой изъ данныхъ предметовъ лежитъ къ нему ближе, а который дальше.

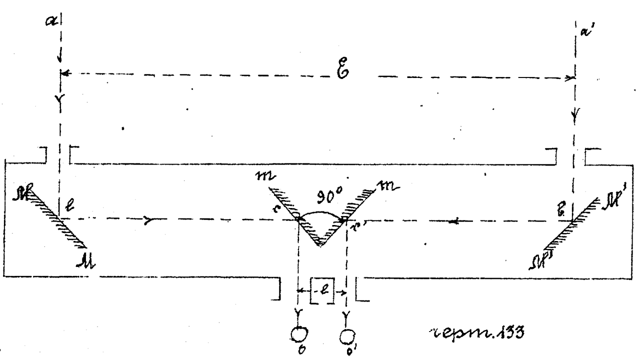
Такимъ образомъ, наши глаза являются какъ бы стереоскопическимъ дальномѣромъ съ опредѣленной базой.

Однако, если параллактическій уголъ меньше 30", то человѣкъ уже теряетъ способность различать рельефъ и предметы въ этомъ случаѣ ему кажутся расположенными на одномъ фонѣ, плоскими. Способность различать рельефъ предметовъ гораздо дальше наблюдается среди нѣкоторыхъ людей и величина параллактическаго угла доходитъ до 10". Однако, это встрѣчается весьма рѣдко. Среднее разстояніе между глазами принимаютъ = 65 миллиметр. Принимая предѣльный параллактическій уголъ = 30", а разстояніе между глазами е = 65 мм., легко опредѣлить разстояніе нормальнаго рельефнаго зрѣнія; обозначая это разстояніе черезъ х, получимъ:

$$e = x \ . \ \text{arc } 30'' : \text{arc } 1'' = \frac{1}{206265} : x = \frac{0{,}065}{30} \times 206265 =$$

$$= 446{,}9 \text{ метр., или круглымъ числомъ} = 450 \text{ метр.}$$

Такимъ образомъ, изъ изложеннаго видно, что рельефъ увеличивается съ увеличеніемъ е - разстоянія между глазами. На это обратилъ вниманіе Гельмгольцъ, который изобрѣлъ приборъ, искусственно увеличивающій глазную базу, а вмѣстѣ съ ней и дальность рельефнаго зрѣнія.



черт.133

Идея и устройство его прибора чрезвычайно просты. Чертежъ 133 представляетъ схему его прибора, названнаго *телестереоскопомъ* ММ и M'M', — mm и m'm' - слѣды на плоскости чертежа четырехъ зеркалъ, расположенныхъ попарно параллельно одно къ другому и наклонныхъ подъ угломъ въ 90°. Лучи, идущіе отъ нѣкотораго предмета А поступаютъ въ лѣвый глазъ, по линіямъ abco, а въ правый по линіямъ a'b'c'o', гдѣ O и O' глаза. Такимъ образомъ ясно, что отодвигая зеркала ММ и M'M' отъ парныхъ имъ зеркалъ - mm и m'm' мы можемъ какъ угодно искусственно увеличить разстояніе между глазами съ е на Е.

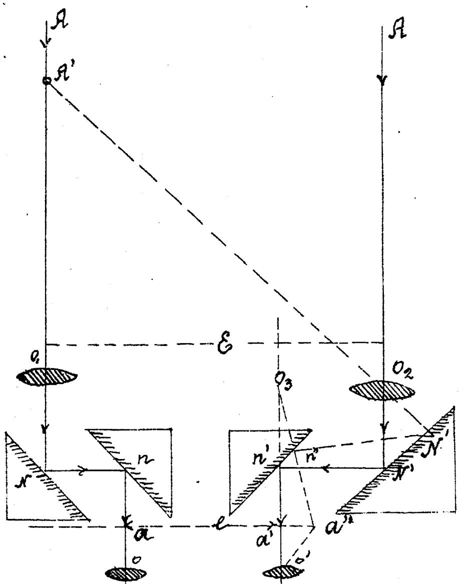
Отношеніе $\frac{E}{e}$ условились называть *"стереоскопическимъ коэффиціентомъ"* и обозначать буквой S.

Дальнѣйшее усовершенствованіе въ области стереоскопическаго зрѣнія заключается въ идеѣ, предложенной де-Грузильеромъ. Воспользовавшись идеей Гельмгольца, онъ помѣстилъ на пути лучей по двѣ чечевицы для каждаго глаза, устроивъ, такимъ образомъ, два объектина и два окуляра у своего телестереоскопа, а зеркала замѣнилъ призмами. Иначе говоря, онъ получилъ двѣ ломанныя зрительныя трубы для двухъ глазъ.

Такимъ образомъ, при такомъ устройствѣ телестереоскопъ де-Грузильера не только усиливаетъ дальность рельефа, но и приближаетъ предметы, соотвѣтственно увеличенію трубъ. Въ данномъ случаѣ стереоскопическій коэффиціентъ $S = \frac{E}{e} \cdot W$, гдѣ W - увеличеніе каждой трубы, а E и e - разстоянія между оптическими центрами объективовъ и окуляровъ глазъ.

d) *ЛИНЕЙНЫЙ ПАРАЛЛАКСЪ.*

Предположимъ для простоты выводовъ, что нѣкоторая разсматриваемая точка A' (чертежъ 134) находится на оси лѣваго объектина. Предположимъ еще, что точка A' лежитъ на нѣкоторомъ разстояніи D отъ оптическаго центра O, которое не выходитъ изъ предѣловъ дальности стереоскопическаго рельефа прибора.



черт.134

Разсмотримъ теперь ходъ лучей отъ двухъ точекъ - безконечно удаленной A и точки A', взятой въ указанныхъ выше условіяхъ.

Лучи, идущіе отъ точекъ A и A' къ лѣвому объективу, будутъ совпадать, и послѣ отраженія въ N и n, дадутъ истинное изображеніе въ точкѣ a. Лучъ отъ безконечно отдаленной точки A, проходящій черезъ оптическій центръ праваго объектива O', послѣ отраженія въ N' и n' дастъ изображеніе точки A въ a'. Отраженные лучи an и a'n' точки A пройдутъ черезъ оптическіе центры окуляровъ O и O'. Лучъ отъ точки A', проходящій черезъ оптическій центръ праваго объектина послѣ отраженія въ N" и n" дастъ изображеніе точки A' въ a". Выпрямленная длина ломанной линіи $O_1Nna = O_2N'n'a'$ будетъ равна фокусному разстоянію каждаго изъ объективовъ O_1 и O_2. Продоливъ линію a'n' и a"n" до взаимнаго ихъ пересѣченія въ точкѣ O_3 очевидно, получимъ: $a'O_3 = a'n'N'O_2 = f$, гдѣ f - фокусное разстояніе объектина и $a''O_3 = a''n''N''O_2$; величину a'a" удаленія изображенія точки A' отъ главной оси окуляра называютъ *линейнымъ параллаксомъ точки A, и принято обозначать его буквой* p. Болѣе точно это формулируется такъ: *Линейнымъ параллаксомъ точки A называется алгебраическая разность удаленій праваго и лѣваго и изображеній отъ главной оси окуляра.*

Изъ подобныхъ треугольниковъ O_1O_2A и $a'a''O_3$*) заключаемъ:

---

*) *линія* O_3a'' *должна быть параллельна* O_2N''.

$$\frac{p}{f} = \frac{E}{D}, \quad \text{откуда} \quad p = \frac{Ef}{D},$$

гдѣ $f = a'O_3$, $p = a'a''$ и $D = O_1A'$.

Формула эта и выражаетъ зависимость между линейнымъ параллаксомъ p и разстояніемъ D до визируемой точки.

е) ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ДАЛЬНОМѢРНЫЙ МАСШТАБЪ.

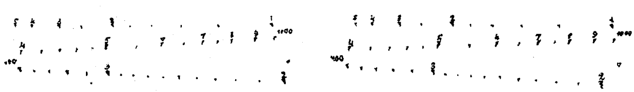
Перспективный дальномѣрный масштабъ строится на двухъ кругахъ сначала въ большомъ масштабѣ, а затѣмъ этотъ масштабъ при помощи микрофотографіи уменьшаютъ.

Изъ уравненія $p = \frac{Ef}{D}$, мы можемъ вывести заключеніе, что нѣкоторому разстоянію D въ пространствѣ будутъ соотвѣтствовать вполнѣ опредѣленныя величины p и E на двухъ картинахъ. Обратно, перспективы точки на двухъ картинахъ съ нѣкоторымъ разстояніемъ E между собой будутъ соотвѣтствовать нѣкоторому, вполнѣ опредѣленному разстоянію D.

Такія стеклышки съ выгравированными на нихъ клинообразными значками примѣняются и въ телестереоскопахъ Грузильера.

Каждому значку на стеклышкѣ въ лѣвомъ окулярѣ соотвѣтствуетъ значекъ стеклышка праваго окуляра. Взаимно значки расположены такъ, что каждой парѣ ихъ соотвѣтствуетъ величина E, а слѣдовательно, и нѣкоторое опредѣленное разстояніе D.

Подобныя два стеклышка съ выгравированными на нихъ рядами соотвѣтственныхъ значковъ для праваго и лѣваго окуляровъ носитъ названіе *перспективнаго дальномѣрнаго масштаба*, а телестереоскопъ Грузильера, снабженный такимъ масштабомъ, называется *"дальномѣромъ"* (черт. 135).

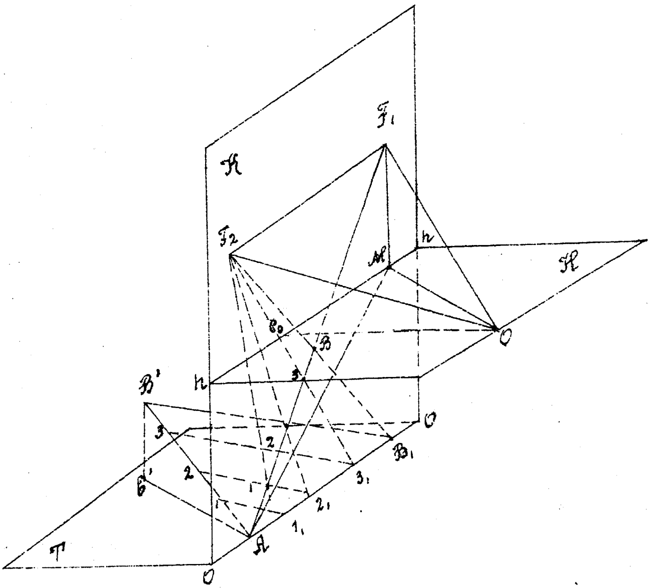


черт. 135

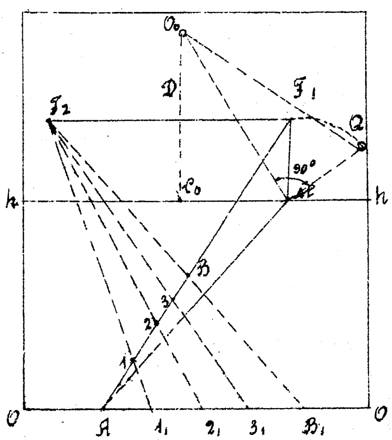
Такой приборъ даетъ возможность путемъ сравненія видимыхъ стереоскопически предметовъ мѣстности съ перспективнымъ удаленіемъ значковъ дальномѣрнаго масштаба опредѣлять разстоянія.

Геометрическимъ построеніемъ такого рода перспективный масштабъ для линіи случайнаго наклона, идущей отъ наблюдателя въ безконечность можетъ быть построенъ слѣдующимъ образомъ. Пусть требуется на картинѣ К (черт. 136) найти на перспективѣ AF_1 случайной линіи AB' перспективы точекъ, которыя дѣлили бы линію AB' на части, длиною 1 километръ.

Пусть масштабъ чертежа 1 сант. = 1 километру. Проводимъ изъ точки зрѣнія О линію OF_1 параллельную AB' и OM - параллельную AB' - горизонтальной проекціи AB'. Точка F_1 пересѣченія OF съ картиной, очевидно, будетъ находиться на перпендикулярѣ къ линіи горизонта hh, возстановленномъ изъ точки М. Точка F_1 будетъ точкой схода перспективъ линій, параллельныхъ AB'. Отложимъ на линіи AB' части $A_1 = 12 = 23 = 3B' =$ 1 сант., а по основанію OO - части $A1_1 = Q_12_1$, 2_13_1, $3_1B_1 = 1$ сант. Очевидно, линіи 1_11, 2_12, 3_13, B_1B' будутъ параллельны другъ другу. Проводимъ изъ точки О линію OF_2, параллельную B_1B'. Тогда точка F_2 пересѣченія линіи OF_2 съ картиной будетъ точкой схода перспективъ линій, параллельныхъ B_1B'. Нетрудно замѣтить, что $F_1F_2 = OF_1$. Проведя теперь линіи F_21_1, F_22_1, F_23_1 и F_2B_1 получимъ въ пересѣченіи ихъ съ AF_1 перспективы точекъ, дѣлящихъ AB' на части, равныя 1 километру въ принятомъ масштабѣ.



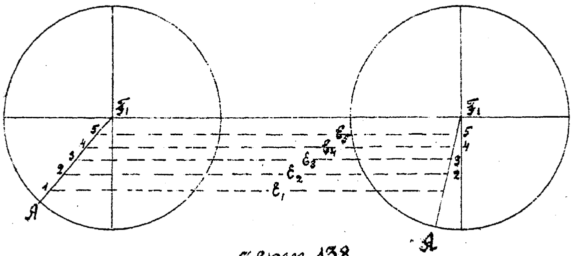
черт. 136



черт. 137

Въ перспективѣ (черт. 137) задача рѣшается слѣдующимъ образомъ. Продолжаемъ перспективу горизонтальной проекціи линіи АВ до пересѣченія съ линіей горизонта въ точкѣ М. Въ этой послѣдней возстановляемъ перпендикуляръ къ hh и продолжаемъ его до пересѣченія съ АВ въ точкѣ F_1. Истинную длину линіи OF_1 (черт. 136) опредѣляемъ, какъ гипотенузу O_0Q прямоугольнаго треугольника, одинъ катетъ котораго равенъ длинѣ MF_1 (черт. 137), а другой равенъ гипотенузѣ прямоугольнаго треугольника, построеннаго на катетахъ, равныхъ D и длинѣ C_0M. Проведя линію F_1F_2 параллельную hh и откладывая $F_1F_2 = O_0Q$, получаемъ точку схода линій, дѣлящихъ прямую AF_1 на данныя части. Откладываемъ на основаніи картины отрѣзки $A1_1 = 1_12_1 = 2_13_1 = 3_1B_1 = 1$ сант. и соединяя точки 1_1, 2_1, 3_1, B_1 съ точкой F_2, получимъ въ пересѣченіи линіи AF_1 съ линіями $F_21_1, \ldots F_2B_2$ искомыя точки 1, 2, 3, В.

Построивъ линію съ такими дѣленіями для картины, видимой лѣвымъ глазомъ, строимъ еще одну такую же точно картину и зная, на основаніи пре-

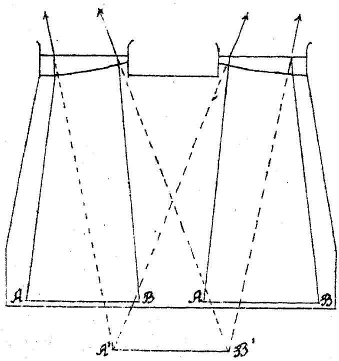


черт.138

дядущаго, что разнымъ удаленіямъ D разсматриваемой точки до зрителя соотвѣтствуютъ разные линейные параллаксы p, строимъ общую картину изъ двухъ вышеупомянутыхъ, сдвигая точки линіи AF_1 правой картины по горизонтали относительно тѣхъ же точекъ лѣвой картины на величины $p = \frac{ef}{D}$. Разстоянія же между центрами картинъ беремъ или равнымъ (e) между центрами глазъ, если разсматривается картина въ обыкновенномъ стереоскопѣ.

На черт.138 показаны двѣ такія картины съ согласованными разстояніями между соотвѣтственными точками линіи AF_1, перпендикулярной къ картинѣ.

Для выясненія точности опредѣленія разстояній дальномѣрами *Грубильера-Цейсса*, поступимъ такъ:



черт.139

Обозначимъ разстояніе между оптическими центрами объективовъ черезъ E, увеличеніе дальномѣра черезъ W, а стереоскопическій коэффиціентъ черезъ S, тогда

$$S = \frac{E}{e} \cdot W,$$

гдѣ e - разстояніе между центрами окуляровъ, равное въ среднемъ 0,065 метра.

Для разсматриванія стереоскопическихъ снимковъ примѣняютъ различные стереоскопы. Схема одного изъ нихъ изображена на черт.139.

f) *СТЕРЕОКОМПАРАТОРЫ.*

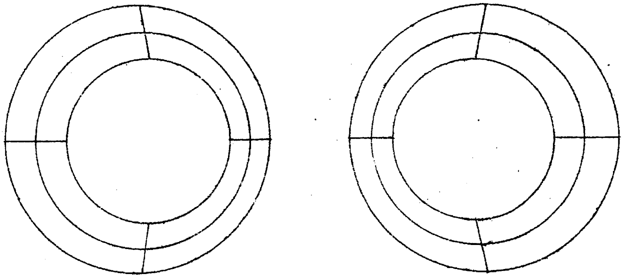
Стереокомпараторъ является дальнѣйшимъ развитіемъ идеи телестереоскопа, и отличается отъ него тѣмъ, что въ немъ окуляръ замѣняется бинокулярнымъ микроскопомъ съ увеличеніемъ отъ 4 до 8 разъ, благодаря чему мы можемъ разсматривать въ увеличенномъ масштабѣ помѣщенные передъ объективомъ 2 стереофотографическіе снимки и, пользуясь дальномѣромъ, опредѣлять точно разстоянія всѣхъ точекъ и автоматически, при помощи особыхъ приспособленій, наносить эти точки на бумагу*).

На черт.140 и 141 показаны примѣры стереоскопическихъ картинъ, построенныхъ геометрическимъ путемъ.

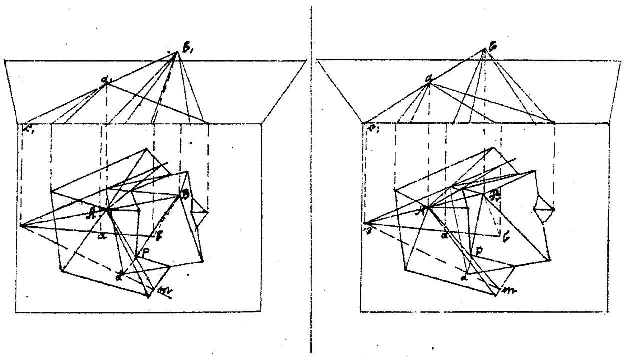
Заканчивая краткое изложеніе стереоскопическаго метода, необходимо от-

---

*) *О построеніи стереоскопическихъ картинъ геометрическимъ путемъ см. соч. Н.А.Рынина "Значеніе Начертательной Геометріи".*



черт. 140



черт. 141

мѣтить, что въ настоящее время онъ примѣняется во многихъ научныхъ и практическихъ вопросахъ и начинаетъ завоевывать себѣ не маловажное значеніе. Особенно характерные результаты далъ этотъ методъ въ астрономіи, позволивъ профессору Вольфу въ Гейдельбергѣ по снятымъ фотографіямъ Сатурна, видѣть его на стереокомпараторѣ, плавающимъ въ пространствѣ впереди фона неподвижныхъ многочисленныхъ звѣздъ. Огромное значеніе можно предугадывать теоріи стереоскопическихъ съемокъ также и въ геодезіи.

------ II ------

6. З А Д А Ч И.

(Переводъ, съ нѣкоторыми измѣненіями, изъ иностранныхъ курсовъ).

Условныя обозначенія:

К – картинная плоскость.
Т – предметная плоскость.
С – центральная плоскость.
О – точка зрѣнія.
C_0, – центральная точка.
ОО – основаніе картины.
hh – линія горизонта.
Н – высота точки зрѣнія надъ плоскостью Т.
D – разстояніе точки зрѣнія отъ картины.
М – масштабъ чертежа.
$+x$ – разстояніе какой нибудь точки влѣво отъ центральной плоскости С
$-x$ – " " " " вправо " " " "
$+y$ – " " " " сзади отъ картины К.
$-y$ – " " " " спереди " " "
$+z$ – " " " " вверхъ отъ предметной плоскости Т
$-z$ – " " " " внизъ " " " "
D_1 – лѣвая точка разстоянія.
D_2 – правая " "
L – свѣтящая точка
l – ея прямоугольная проекція на Т.

Лучи отъ солнца предполагаются взаимно параллельными, а солнце принимается безконечно удаленнымъ отъ зрителя. Направленіе лучей солнца дается угломъ (высотою солнца), составляемымъ ими съ Т. Солнце обозначается буквой S. Всѣ размѣры даны въ метрахъ.

З А Д А Ч И

1. Приготовить чертежъ для картины по слѣдующимъ даннымъ: Высота H точки зрѣнія H надъ основаніемъ 1,8 метра. Разстояніе точки зрѣнія отъ картины 3 метра. Масштабъ $^1/_{25}$.

2. Изъ точки A ($x = +1$ метр., $y = z = 0$) провести перспективы трехъ безконечно длинныхъ горизонтальныхъ линіи: первую подъ угломъ 45° къ основанію картины влѣво, вторую подъ тѣмъ же угломъ вправо, третью перпендикулярно къ основанію. Координаты точки зрѣнія $H = 1$ метръ, $D = 1,5$ метра. Масштабъ $^1/_{25}$.

3. Изъ точки A (задача 2) провести двѣ горизонтальныхъ линіи: одну влѣво подъ угломъ 60° къ основанію, другую вправо подъ угломъ 40°.

4. Построить перспективу точки A ($x = 0,5$ метр., $y = 1$ метру, $z = 0$) $H = 1,2$ метр., $D = 1,3$ метра.

5. Изъ точки A ($x = -0,5$ метр., $y = 0$, $z = 0$) провести линію длиною 2 метра подъ угломъ 40° къ основанію вправо.

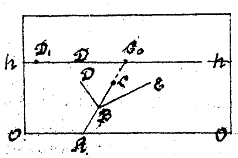
6. Провести черезъ точку A ($x = 0,5$, $y = z = 0$) прямую длиною 1 метр. перпендикулярную къ картинѣ $H = 2$ метра, $D = 4$ метра. Масштабъ $^1/_{25}$.

7. Изъ точки A ($x = y = 1$ метру, $z = 0$) провести линію, длиною 1 м. подъ угломъ 50° къ основанію влѣво.

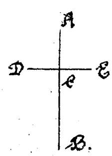
8. Построить перспективу прямоугольника со сторонами 1 = 2 метра лежащаго на предметной плоскости. Вершина его, ближайшая къ картинѣ, имѣетъ координаты $x = 0,4$; $y = 1,0$ метру.

9. Опредѣлить истинный видъ данной фигуры. Даны: центральная точка, линія горизонта, линія основанія, $D = 2$ метра (черт.142).

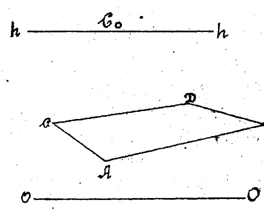
10. Построить перспективу креста (черт.143) по его размѣрамъ $AB = 2,5$ метра; $AC = 0,6$ метра; $eD = CE = 0,6$ метра. Крестъ долженъ лежать на предметной плоскости, причемъ точка A - ближайшая къ основанію съ координатами $x = 0,8$ метра; $y = 0,4$ метра; AB направлено вправо подъ угломъ 40 къ основанію; $H = 2$ метра; $D = 3$ метра. Масштабъ $^1/_{25}$.



черт.142.



черт.143



черт. 144

11. Даны: перспектива прямоугольника, точка C_0, линія горизонта и основаніе; $H = 2$ метра. Опредѣлить D (черт.144)

12. Даны: 1) перспектива прямоугольника ABCD, лежащаго на предметной плоскости и 2) линія горизонта. Опредѣлить H и D, зная, что сторона AB наклонена вправо подъ угломъ 30° къ основанію (чертежъ задачи 11).

13. Даны перспективы двухъ прямоугольниковъ, лежащихъ въ предметной плоскости. Опредѣлить: центральную точку, линію горизонта и D (черт.145).

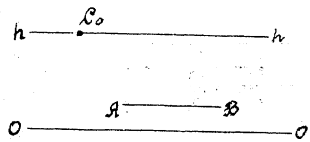
14. Построить перспективу линіи, лежащей въ предметной плоскости и параллельной основанію картины. Длина линіи 2 метра. Координаты концовъ $x_1 = y_1 = y_2 = 0,5$ метра; $x_2 = 2,5$ метра). H = 1 м. D = 1,5 м.

15. Предполагая, что линія AB является перспективой ближайшей къ картинѣ стороны квадрата, лежащаго на предметной плоскости, достроить перспективу его. D = 2,0

16. Построить перспективу квадрата, стоящаго стороной на T и перпендикулярнаго къ K по слѣдующимъ даннымъ (черт.146). Длина стороны квадрата = 1 метру; разстояніе отъ K ближайшей стороны квадрата = 0,5 метра; а разстояніе ея отъ C = 0,5 метра; H = 2 м.; D = 2,5 м.

17. Построить перспективу куба, стоящаго на T съ гранью, параллельною K. Координаты вершины, ближайшей къ K и C равны 0,5 и 0,5 метра; H = = 1,5 м.; D = 3 метра. Масштабъ $^1/_{20}$.

черт. 145



черт. 146

18. Построить перспективу квадратной призмы высотою 2 метра. Сторона основанія ея равна 1 метру. Призма стоитъ на T и грани ея соотвѣтственно параллельны K и C. Координаты вершины ея, ближайшей къ K и C равны x = = 0,5; y = 0,8 м. H = 1,5 м.; D = 2 м.

19. Построить перспективу вертикальной линіи длиною 1,5 метра, проходящей черезъ точку A (x = y = 1 м.; z = 0) H = 2 м. D = 3 м.

20. Построить перспективу квадратной призмы, высотою 2 метра, стоящей на T. Сторона основанія равна 1 метру. Координаты вершины, ближайшей къ K и C равны x = 0,5 . y = 1 метру. Боковыя грани призмы наклонены къ K подъ равными углами. H = 1,8 м. D = 3 м. M = $^1/_{20}$.

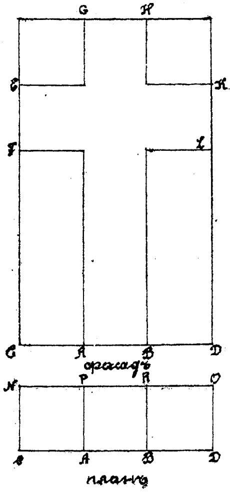
21. Построить перспективу той же призмы при условіи, что ея квадратная грань лежитъ въ вертикальной плоскости и наклонена влѣво подъ угломъ 60° къ K. Прямоугольная грань лежитъ на T. Уголъ призмы, ближайшей къ K и C имѣетъ координаты x = 1 м.; y = 0,8 м.; H = 2 м.; D = 3 м. M = $^1/_{25}$.

22. Построить перспективу правильной трегранной призмы, сторона основанія которой равна 1 метру, а высоту = 2 м. Призма стоитъ на T. Координаты вершины A, ближайшей къ K и C (x = 0,5; y = 1 м.). Одна изъ сторонъ основанія AB наклонена къ OO подъ угломъ 50° влѣво. H = 1,2 м.; D = = 3 м. M = $^1/_{25}$.

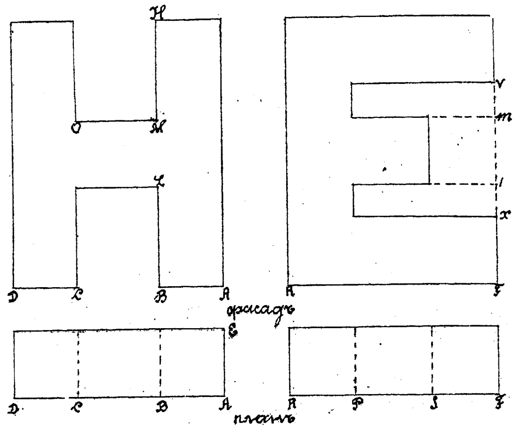
23. Построить перспективу той же призмы при условіи, что она лежитъ на T прямоугольной гранью; длинная сторона ея наклонена подъ угломъ 55° къ OO вправо. Координаты ближайшей къ K и C вершины: x = 1 м.; y = 0,6 м.; H = = 1,2 м.; D = 3 м. M = $^1/_{25}$.

24. Данъ: планъ и фасадъ креста. Построить перспективу его, предполагая, что онъ стоитъ на T, координаты точки A (x = – 1 м.; y = +1,2 м.), передняя грань его наклонена къ K подъ угломъ 40° вправо. H = 1 м.; D = = 3,0 м. M = $^1/_{25}$ (черт.147).

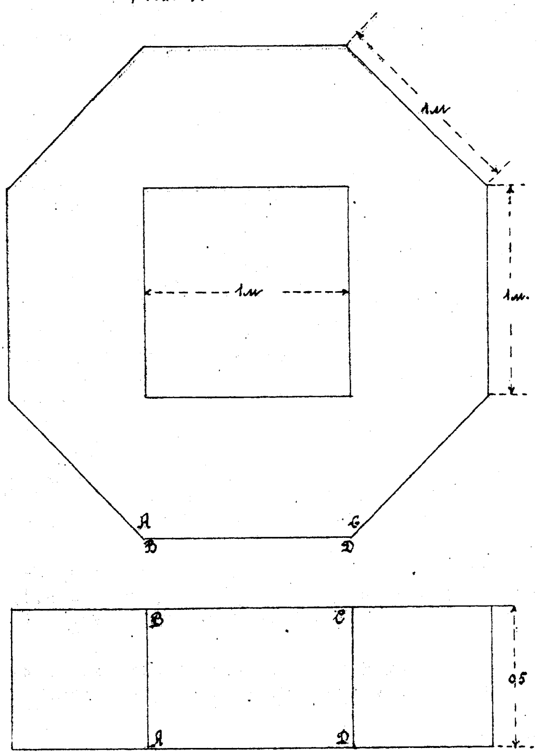
25. Построить перспективы двухъ буквъ H и E. Обѣ онѣ стоятъ на T и плоскость ихъ фасада наклонена къ K подъ угломъ 30° влѣво. Координаты



черт. 147



черт. 148



черт. 149

точки А, ближайшей къ К равны: х = 1,4 м.; у = = 2 м.; Н = 2 м.; D = = 3 м. М = $^1/_{25}$. (Вычертить только видимыя линіи) (черт. 148).

26. Построить перспективу правильной шестигранной призмы, высота которой 2,5 м., а длина стороны основанія - 1,2 м. Призма стоитъ на Т; одна изъ граней ея параллельна К. Координаты вершины ея, ближайшей къ К и С: х = 1 м.; у = 1,5 м.; Н = 1,2 м.; D = 1,8 м. М = $^1/_{25}$.

27. Построить перспективу той же призмы, при условіи, что она лежитъ на Т одною изъ своихъ прямоугольныхъ граней. Длинное ребро призмы наклонено подъ угломъ 40° къ ОО вправо. Координаты вершины, лежащей на Т и ближайшей къ К и С равны: х = 1 м.; у = = 1,5 м.; Н = 1,8 м.; D = = 3 м. М = $^1/_{25}$.

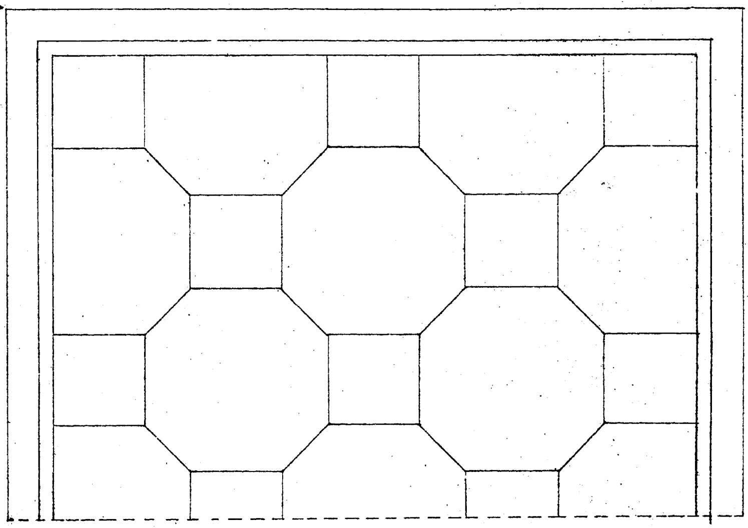
28. Построить перспективу гайки, лежащей на Т. Грань ея АВСD должна быть параллельной К. Ко-

ординаты точки D, (x = 1 м.; y = 1,2 м.) H = 1,4 м.; D = 2,8 м. M = $^1/_{16}$ (черт.149).

29. Построить перспективу той же гайки при условіи, что она гранью ABCD стоитъ на T, а боковая грань наклонена къ K подъ угломъ 45° вправо. Координаты точки A x = 1 м.; y = 1,5 м.; H = 1,4 м.; D = 2,8 м.; M = $^1/_{16}$.

30. Построить перспективу паркетнаго пола (на рисункѣ показана половина его). Координаты точки A - x = 1,8м.; y = 7 м.; H = 1,5 м.; D = 2 м. M = $^1/_{12}$ (черт.150)

A



черт.150

31. Построить перспективу прямого круговаго цилиндра, стоящаго на T. Высота его 2,5 метра, радіусъ 1 метръ. Координаты оси его: x = 3 м.; y = 2 м.; H = 1,8 м.; D = 3,5 м. M = $^1/_{25}$.

32. Построить перспективу того же цилиндра, лежащаго на T. Ось его параллельна картинѣ. Координаты конца оси, ближайшаго къ C - x = 1 м.; y = 0,8 м. H = 1,8 м.; D = 3,5 м. M = $^1/_{25}$.

33. Построить перспективу того же цилиндра при томъ же расположеніи, какъ и въ задачѣ 32, но при условіи, что его ось наклонена подъ угломъ 45° къ K вправо.

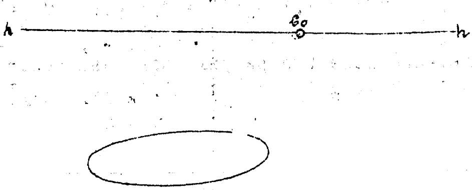
34. Построить перспективу круговаго конуса высотою 2,3 метра, стоящаго на T. Радіусъ основанія его 1 метръ. Координаты центра основанія - x = 2 м.; y = 1,8 м. H = 1,8 м.; D = 3 м. M = $^1/_{25}$.

35. Дана перспектива круга, лежащаго на T и дана hh и C_0. Опредѣлить D (черт.151).

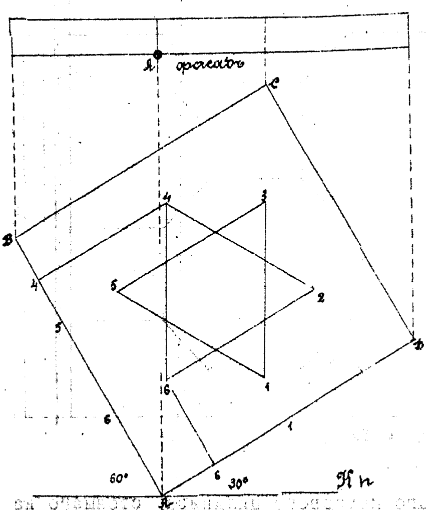
36. Построить перспективы квадрата стороною 1,5 метра, расположеннаго горизонтально, причемъ его двѣ стороны параллельны K, а координаты вершины, ближайшей къ K и C - x = 1 м.; y = 1,5 м. въ предположеніяхъ:

а) квадратъ лежитъ на T.

b) квадратъ лежитъ выше Т на 1 м.
c) " " " О на 1 м.
d) " " на уровнѣ О
Н = 2 м.; D = 3,5 м.; М = $^1/_{25}$.



черт. 151.



черт. 152.

37. Рѣшить предъидущую задачу въ предположенiи, что стороны квадрата наклонены наклонены подъ углами 45 къ К, а координаты вершины ближайшей къ К = x = 1 м.; y = = 1,5 м.

38. Построить перспективу правильной шестигранной пирамиды (высота 3 м., сторона основанiя 1 м.), стоящей вершиною на Т (координаты вершины x = 1 м.; y = = 1,5 м.). Двѣ стороны основанiя параллельны К. Н = 1,8 м.; D = 3,5 м.; М = $^1/_{25}$.

39. Построить перспективу усѣченнаго кругового конуса, стоящаго малымъ своимъ сѣченiемъ на Т. Дiаметры сѣченiй 3,5 и 2 метра. Разстоянiе между ними 1 метръ. Координаты центра основанiя x = 2 м.; y = 1,5 м. Н = 2 м.; D = 3,5 м. М = $^1/_{25}$.

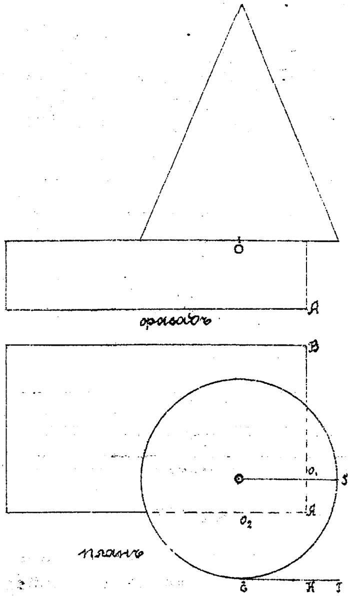
40. Дана низкая призма квадратнаго сѣченiя съ нарисованной на верхнемъ ея основанiи геометрической фигурой. Призма стоитъ на Т. Построить ея перспективу. Ближайшая къ картинѣ точка А имѣетъ координаты x = 0,5 м.; y = 0. Н = 2 м. D = = 3,5 м. М = $^1/_{25}$. (Черт. 152).

41. Даны: прямоугольная, лежащая на Т призма; на призмѣ стоитъ прямой круговой конусъ. Координаты точки А, ближайшей къ картинѣ x = -0,5; y = 1 метру. Сторона АВ наклонена къ ОО подъ угломъ 50° вправо. Н = 1,8 м.; D = 3,5 м. М = $^1/_{25}$. (Черт.153).

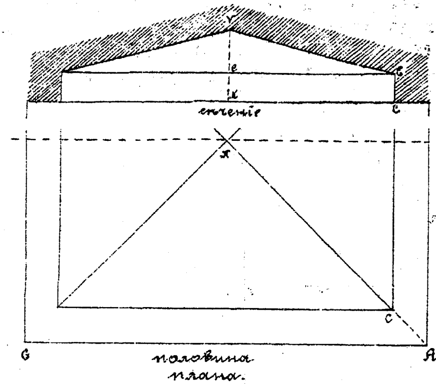
42. Даны: половина плана и сѣченiе квадратнаго потолка съ углубленiемъ въ немъ. Построить перспективу потолка, принимая, что АВ наклонено къ К подъ угломъ 30° вправо. Координаты точки А, ближайшей къ К - x = 1 м.; y = 0,3 м.; z = 4 м. Н = 2,0 м.; D = 3,5 м. М = $^1/_{25}$ (черт. 154).

43. Даны: половина плана потолка. Построить перспективу его. Координаты точки А, ближайшей къ К - x = -1 м.; y = 0,5 м.; z = 4 м. Сторона АВ наклонена къ К подъ угломъ 30° влѣво. Н = 1,8 м.; D = 3,5 м., М = $^1/_{25}$. (Черт. 155).

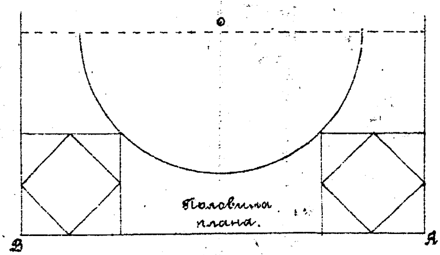
44. Дана перспектива точки М и даны hh, ОО, C_0, D = 3 м. Найти для



черт. 153.



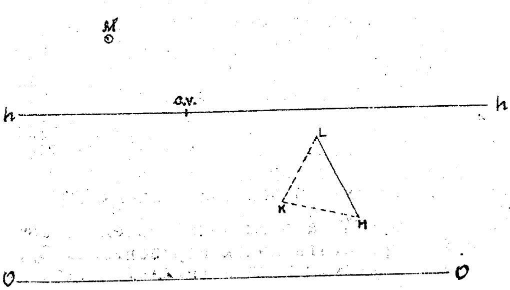
черт. 154.



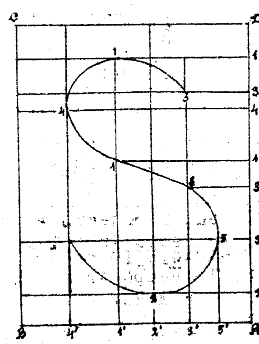
черт. 155

точки М – х и у (черт. 156).

45. Треугольникъ АВС представляетъ перспективу верхняго основанія прямой призмы, стоящей на Т. Построить перспективу ея, полагая, что ребро АВ наклонено къ ОО подъ угломъ 45° влѣво, и что вершина призмы, находящаяся подъ А, лежитъ на ОО. Точка C_0 и линіи hh и ОО даны.



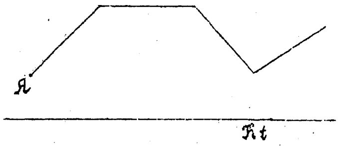
черт. 156



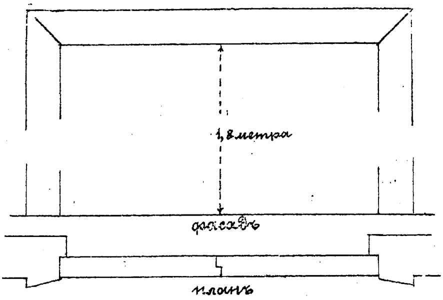
черт. 157.

46. Построить перспективу криволинейной фигуры, заключенной въ прямоугольникъ, стоящій вертикально стороной АВ на Т. Координаты точки А, ближайшей къ К - x = -3,5 м.; y = 0,8 м.; Н = 1,8 м.; D = 3,5 м. М = = $^1/_{25}$ (черт. 157).

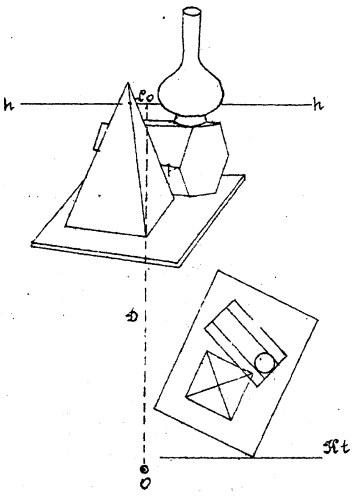
47. Данъ планъ ширмъ, верхъ полотнищъ которыхъ - полуокружности. Ширина полотнища 0,6 м., вышина до центра окружности - 2 м., радіусъ окружности верха 0,3 м. Построить перспективу ихъ, согласно плану. Координаты точки А - x = 1 м.; y = 1 м. М = $^1/_{12}$. Н = 1 м.; D = 2 м. (Черт. 158).



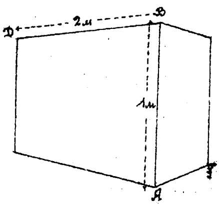
черт. 158



черт. 159



черт. 160



черт. 161

48. Даны планъ и фасадъ косяка и двери. Расположивъ косякъ параллельно картинѣ въ разстояніи отъ нея въ 2 метрахъ построить перспективу этой фигуры предположивъ, что косякъ стоитъ на Т, лѣвая сторона наклонена къ картинѣ подъ угломъ 45°, а правая - подъ угломъ 60°. Середина двери прямо противъ точки зрѣнія. Н = 1 м. D = 2 м.; М = $^1/_{12}$ (черт. 159).

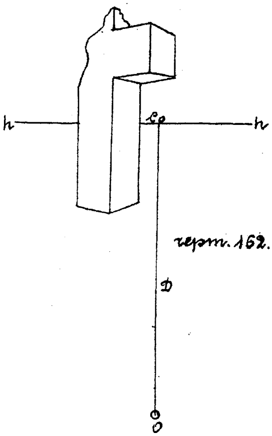
49. На чертежѣ 160 показана перспектива группы предметовъ. Правильное положеніе этихъ предметовъ показано ниже въ планѣ. Найти ошибки перспективы и исправить ихъ. Даны: hh, C_0 и D.

50. Дана перспектива (черт. 161) прямоугольнаго параллелепипеда, стоящаго на Т. Ребро АВ = 1 метру; ВС = 2 метр. Найти линію горизонта, C_0, D_1, D_2, D и длину AF.

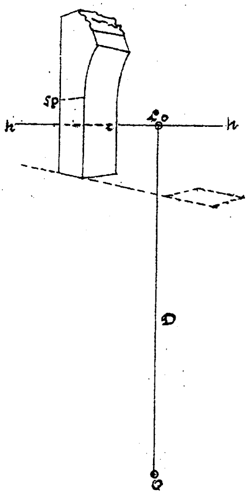
51. На чертежѣ дана перспектива части креста (высота верхней части его должна равняться длинѣ боковой) даны: hh, C_0 и D. Возстановить перспективу всего креста (черт. 162).

52. Дана перспектива части прямоугольнаго столба, поддерживающаго ня-

ты полуциркульной арки. Линія касанія арки со столбомъ - S_p. Справа показанъ слѣдъ на T другого столба. Даны: hh, C_o, D. Возстановить всю перспективу (черт. 163).



черт. 162.

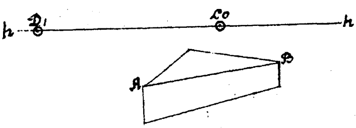


черт. 163.

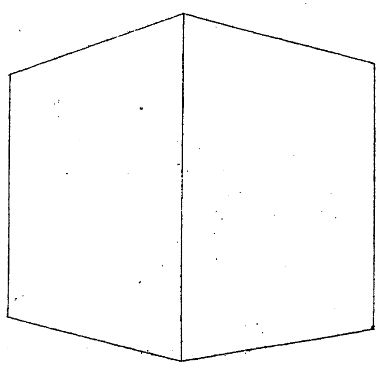
53. Дана неаккуратно исполненная перспектива прямой призмы, основаніе которой - равносторонній треугольникъ, лежащій въ T. Линія AB построена правильно по длинѣ и по положенію. Найти ошибки и исправить ихъ. Даны: hh, C_o и D (чертежъ 164).

54. Дана перспектива куба, стоящаго на T. Найти hh, C_o и D. (Черт. 165).

55. Дана перспектива прямоугольнаго параллелепипеда, стоящаго на T. Широкая грань - квадратъ. Ширина узкой равна одной трети широкой. Найти C_o и D. Горизонтъ данъ. (Черт. 166).



черт. 164



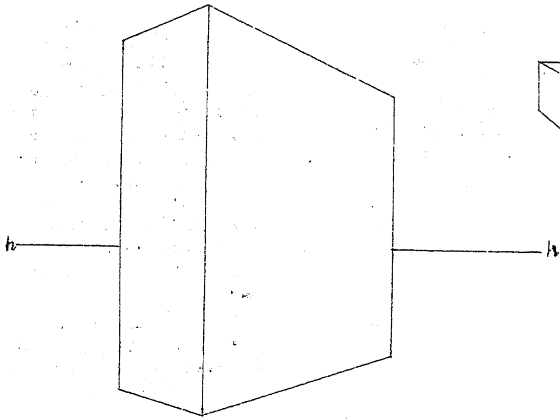
черт. 165

56. Дана перспектива прямой прямоугольной трегранной призмы, стоящей на T. Переднее ребро ея касается картины. Найти hh, D и длину ребра C. Дано C_o. (Черт. 167).

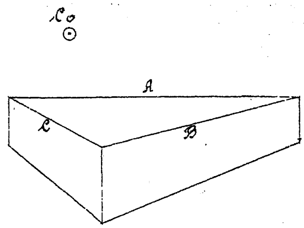
57. Даны перспективы: линіи AB, стоящей на T и точекъ C и D, лежащихъ на T; линія горизонта также извѣстна (черт. 168).

58. Даны: линія AB (черт. 168), стоящая на T и линія горизонта. Найти точку C, которая лежала бы справа отъ AB на разстояніи 2 метр. съ координатами y = 1 метру и z = 0,5 метра. Черезъ эту точку провести вертикаль и отложить на немъ вверхъ отрѣзокъ CD = AB. H = 1,5 метра.

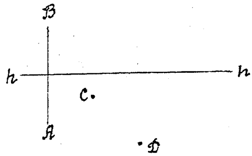
59. Дана перспектива ландшафта, а на ней показаны перспективы точекъ A и B, лежащихъ въ T. Вертикальный отрѣзокъ въ B показываетъ высоту дерева (черт. 169). Даны также C_o и D. Построить перспективы трехъ деревьевъ, одного на линіи AB по другую сторону отъ A въ такомъ же разстояніи



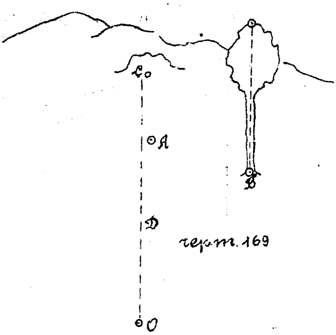
черт. 166



черт. 167



черт. 168.

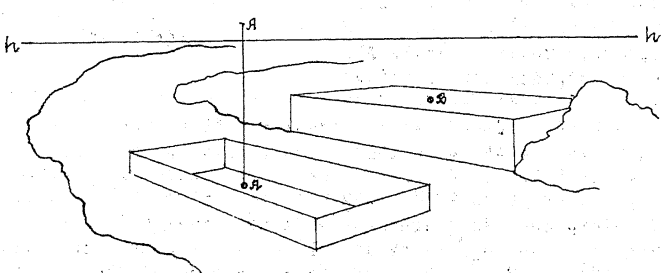


черт. 169

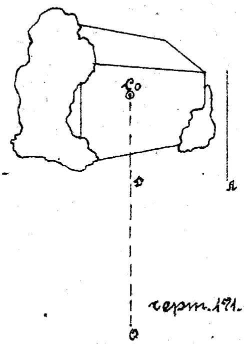
отъ A, какъ и дерево B, а два другихъ на линіи, проходящей черезъ A подъ прямымъ угломъ къ AB, по разнымъ сторонамъ A и на такомъ же разстояніи отъ A, какъ B. Высоты всѣхъ четырехъ деревьевъ должны быть одинаковыми.

60. Дана перспектива прямоугольной баржи, плывущей по рѣкѣ. На днѣ баржи поставленъ вертикальный шестъ AA. Дана перспектива также прямоугольной набережной, на верхней поверхности которой расположена точка B. Возстановить въ этой точкѣ вертикаль такой же длины, какъ отрѣзокъ AA. Линія hh дана. (Черт. 170).

61. Дана перспектива дома, частью скрытаго деревомъ. Домъ въ планѣ пря-



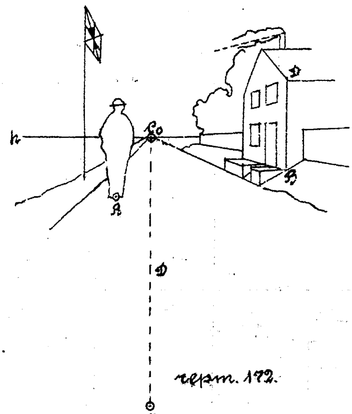
черт. 170



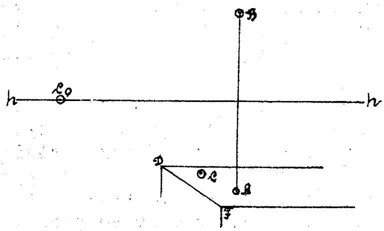
черт. 171.

моугольникъ и стоитъ на Т. Въ точкѣ А, лежащей на на Т стоитъ вертикальная линія высотою 2 метра. Дополнить перспективу лѣвой стороны съ ея фронтономъ, конекъ котораго проектируется на середину основанія этой стѣны, а также построить перспективу двери, шириною 1,5 метра и высотою 2 метра, расположенной посрединѣ правой стѣны. Даны C_o и D.

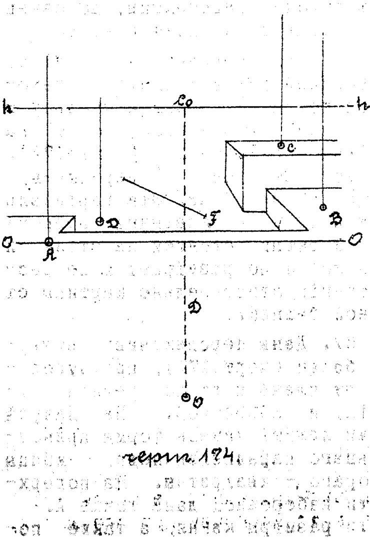
62. Даны перспективы: сторожевого дома при дорогѣ (черт.172), человѣка, стоящаго на Т въ точкѣ А и шеста съ развѣвающимся отъ вѣтра полотнянымъ флагомъ. Чертежъ дома исполненъ правильно. Длина BD = 3,5 м. Даны hh, C_o и D. Найти и исправить



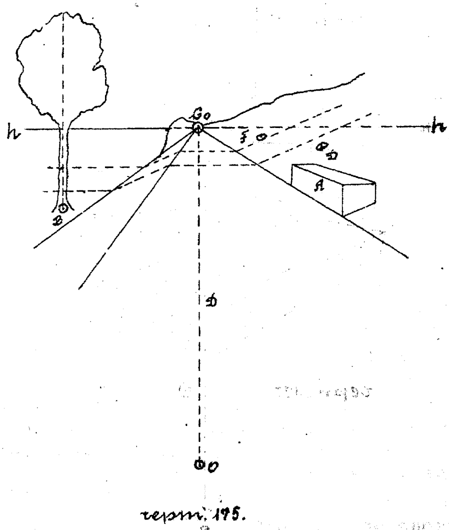
черт. 172.



черт. 173.



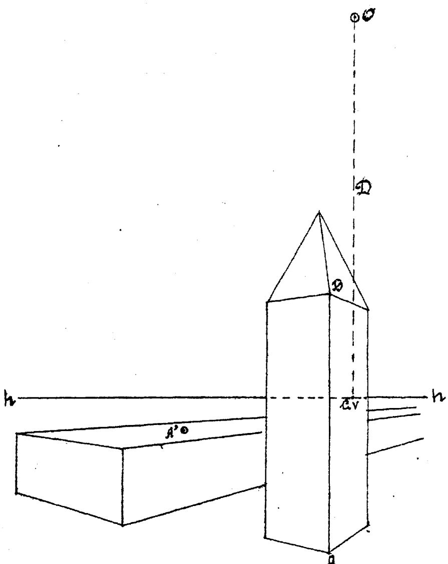
черт. 174.



черт. 175.

ошибки въ перспективѣ. Человѣкъ долженъ быть высотою 1,9 метра.

63. Дана перспектива вертикальной линіи AB, представляющей высоту человѣка (1,8 метра), стоящаго на горизонтальной прямоугольной площадкѣ, возвышающейся надъ T (черт.173). На площадкѣ дана точка C. DF есть край площадки, отъ котораго идетъ внизъ лѣстница, соединяющая площадку съ T. Начертить ея ступени, предполагая высоту каждой 0,2 метра, ширину 0,4 метра и длину равную DF; провести также въ точкѣ C вертикаль высотою 1,6 метра. Даны C_o, hh, H = 1,6 метра.

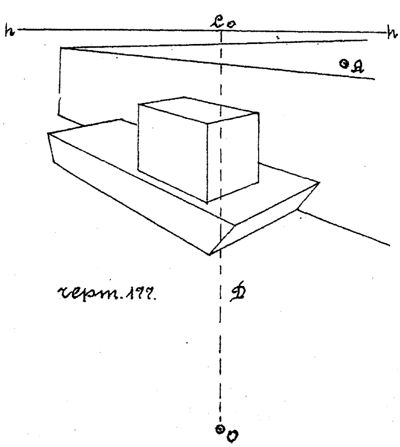


черт. 176,

64. Даны перспективы трехъ горизонтальныхъ плоскостей, расположенныхъ на разныхъ уровняхъ и на этихъ плоскостяхъ точки A, B, C, D, F (черт.174). Линіи, возстановленныя въ A, B, C и D вертикальны. Линія, проходящая черезъ F - лежитъ въ нижней плоскости (T). Всѣ эти 5 линій должны быть длиною 1,8 метра, но вычерчены невѣрно. Найти и исправить ошибки. Даны: C_o, D и OO, которая на 1,2 метра ниже точки зрѣнія.

65. Дана перспектива горизонтальнаго полотна дороги, находящейся между двумя скатами - одного, идущаго направо вверхъ и другого - идущаго налѣво внизъ до тѣхъ поръ, пока онъ не встрѣтитъ нижнюю плоскость основанія, на которой, въ точкѣ B показано дерево (черт.175). Длина скамейки - 2,4 метра. Даны: hh, C_o и D. Найти высоту дерева B и построить въ точкахъ D и F, находящихся на правомъ склонѣ, перспективу деревьев такой же высоты, какъ и въ B.

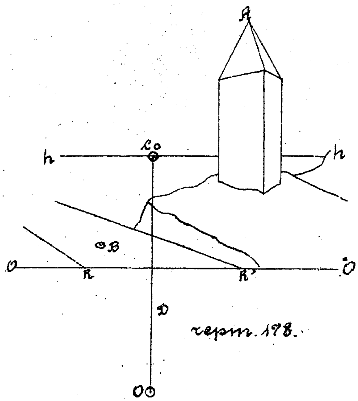
66. Даны перспективы - стѣны, на верхней площадкѣ которой находится точка A', и башни квадратнаго сѣченія. Оба тѣла стоятъ на T. Даны: hh, C_o и D (черт.176). Провести отъ точки A' вертикаль, равную по длинѣ AB. Эта вертикаль должна служить переднимъ ребромъ другой башни, стоящей на стѣнѣ и одинаковой по размѣрамъ и по расположенію относительно картины съ данной башней.



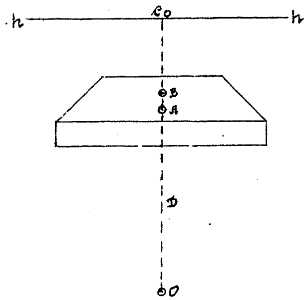
черт.177.

67. Даны перспективы: плывущей баржи (черт.177), прямоугольной въ планѣ и въ поперечномъ сѣченіи, и набережной. На палубѣ баржи лежитъ камень формы прямоугольнаго параллелепипеда, концы котораго - квадратны. На поверхности набережной дана точка A. Найти размѣры камня, а также построить перспективу другого камня,

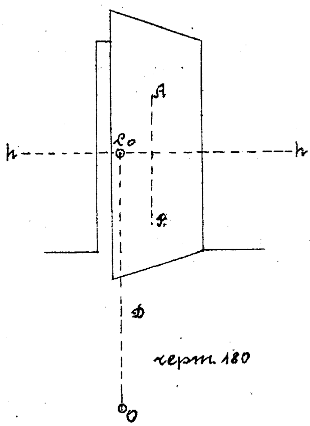
одинаковаго по размѣрамъ съ первымъ, но стоящимъ квадратнымъ бокомъ на набережной такъ что одно изъ длинныхъ вертикальныхъ реберъ его проходитъ черезъ точку A' и одна изъ граней его, заключающая это ребро, параллельна K. Даны hh, C , D = 3,5 м. Уровень воды совпадаетъ съ T и лежитъ на 2,4 м. ниже O.



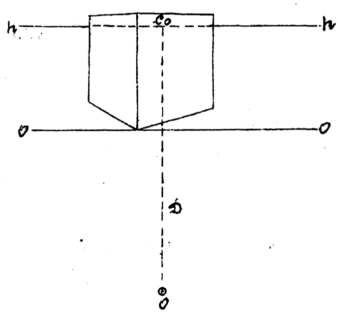
черт. 178.



черт. 179.



черт. 180



черт. 181.

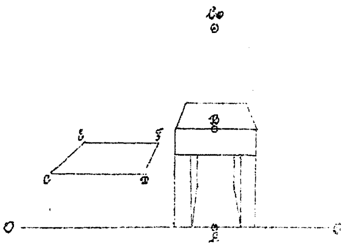
68. Даны перспективы: башни, стоящей на горкѣ, возвышающейся надъ предметной плоскостью (черт.178). Линіи, идущія изъ точекъ R и R', показываютъ дорогу, лежащую на T, на дорогѣ лежитъ точка B. Вершина A башни возвышается надъ уровнемъ дороги на 12 метр. Найти: проекцію A на T, ширину дороги. Возстановить въ B вертикаль высотою 2 метра. Даны: hh, C_o, D и OO, которая ниже hh на 3,5 метра.

69. Дана перспектива бруса квадратнаго сѣченія (черт.179), лежащаго на T. Даны hh, C_o и D. Показать, какъ измѣнится его перспектива, если его повернуть вокругъ оси, проходящей черезъ дырки A и B, которыя находятся въ центрѣ нижней и верхней поверхностей. Послѣ поворота ребра бруса должны быть наклонены подъ угломъ 45° къ K.

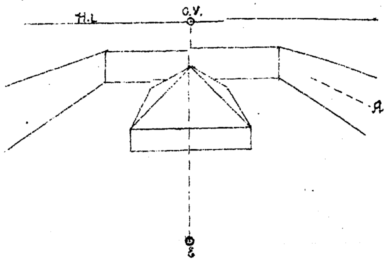
70. Дана перспектива дверного проема (черт.180) съ дверью, не вполнѣ притворенной, и вертикальная линія AB. Показать, какъ измѣнится перспектива двери, если ея отворить настолько, чтобы переднее ребро ея совпало

съ AB. Даны hh, C_0 и D.

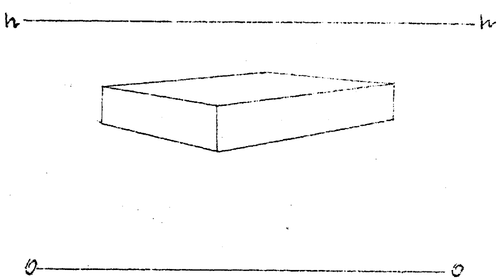
71. Дана перспектива куба, стоящаго на T (черт.181) въ томъ видѣ, какъ онъ кажется сидящему зрителю, съ высотою точки зрѣнія 1,4 метра. Показать, какъ измѣнится перспектива куба, если зритель, оставаясь на прежнемъ мѣстѣ, встанетъ (H = 1,8 метра). Даны hh, C_0, OO и D.



черт. 182.



черт. 183.



черт. 184.

72. Дана перспектива квадрата, лежащаго на T (черт.182) при условіи, что зритель стоитъ въ точкѣ A. Построить перспективу того же квадрата при условіи, что зритель стоитъ на столѣ (въ точкѣ B). Фасадъ стола совпадаетъ съ K. Точка A - проекція точки B на OO. Линія OO и C_0 даны.

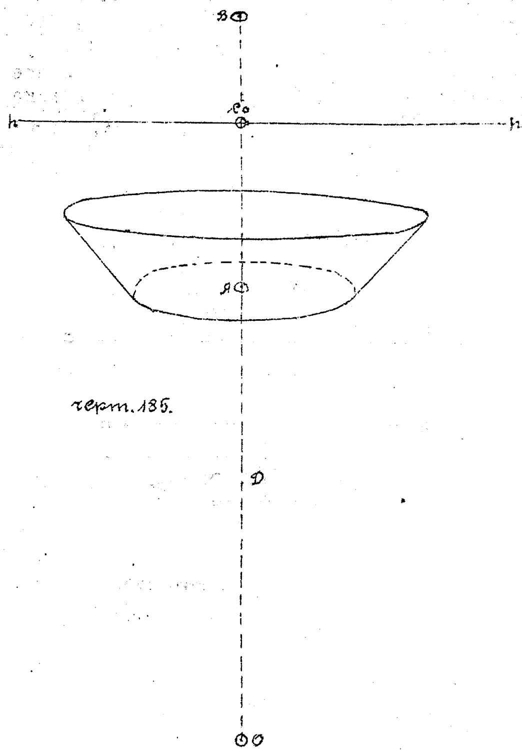
73. Дана перспектива резервуара квадратной формы съ вертикальными стѣнками (черт.183). Въ центрѣ его горизонтальнаго пола помѣщенъ выступъ, квадратный въ планѣ съ прямоугольными сторонами, параллельными стѣнкамъ резервуара. Показать какой будетъ видъ этого выступа, если резервуаръ будетъ наполненъ водой до высоты уровня A. Даны: hh, C_0, D.

74. Дана перспектива прямоугольнаго бруса, лежащаго на T (черт.184). Показать, какъ измѣнится эта перспектива, если брусъ опустится вертикально внизъ, на глубину 0,6 метра подъ T, оставаясь параллельнымъ самому себѣ. Даны hh и OO.

75. Дана перспектива круговой чаши, стоящей на T (черт.185). Показать, какъ измѣнится эта перспектива, если чаша поднимется на высоту AB. Дно чаши остается горизонтальнымъ. Даны hh, C_0 и D.

76. Даны перспективы: точки A, гдѣ показано дерево, DF, гдѣ лежитъ бревно, точки B и линій R_1R _ дороги. Всѣ эти точки лежатъ на T. (Черт.186). Провести черезъ B вертикаль высотою въ полтора раза больше высоты дерева. Найти длину DF. Найти разстояніе точки A отъ ближайшаго края дороги. Даны hh, OO, C_0 D.

77. Дана перспектива двухъ стѣнъ комнаты, составляющихъ другъ съ



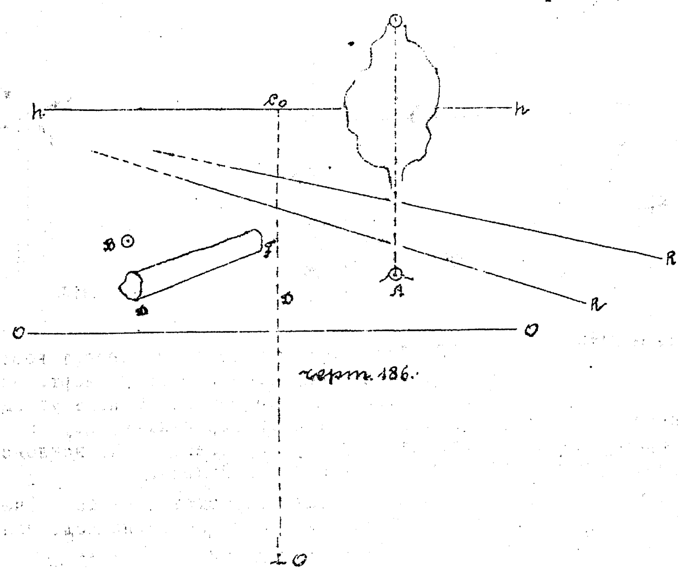
черт. 185.

другомъ прямой уголъ; въ лѣвой стѣнѣ помѣщена дверь (черт. 187). Найти D и построить перспективу другой двери одинаковой съ первой и расположенной въ правой стѣнѣ, въ томъ же разстояніи отъ угла, какъ о лѣвая дверь. C_o дано.

78. Дана перспектива куба, стоящаго на Т. Вертикальныя грани куба наклонены къ К подъ угломъ 45° (черт. 188), равно какъ и линія АВ, лежащая въ Т. Найти D и опредѣлить длину ребра куба и линіи АВ. Основаніе ОО дано.

79. Дана перспектива квадрата, лежащаго на Т и вписаннаго въ другой квадратъ. Вписать во внутренній квадратъ и описать вокругъ наружнаго квадрата еще по квадрату. Даны hh, C_o и D (черт. 189).

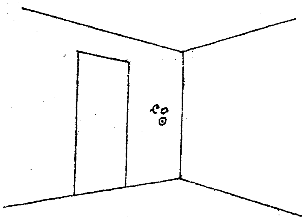
80. Дана перспектива куба, ближайшая сторона котораго параллельна К. (черт. 190). Построить перспективы еще двухъ кубовъ, ближайшія къ картинѣ ребра которыхъ лежали бы въ той же вертикальной пло-



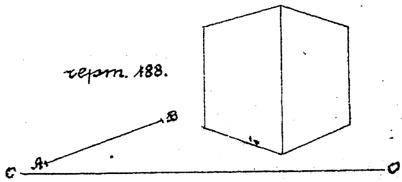
черт. 186.

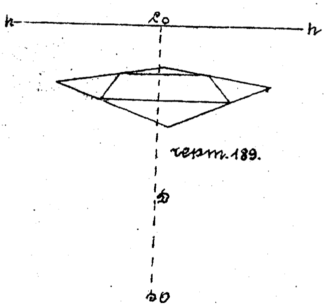
скости, что и перваго. Нижняя поверхность второго куба должна совпадать съ верхней поверхностью перваго, а лѣвая поверхность третьяго - съ правой поверхностью перваго.

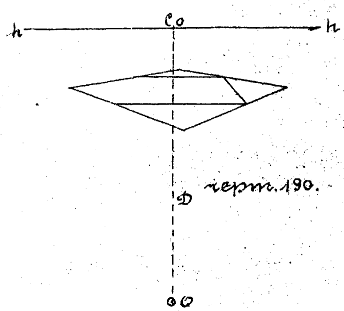
81. Дана перспектива ящика, крышка котораго занимаетъ вертикальное положеніе (черт.191). Показать перспективу того же ящика, если крышка его, оставаясь вертикальной, займетъ положеніе AD.

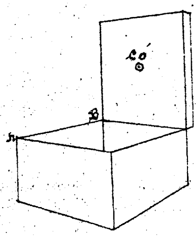


черт.187.

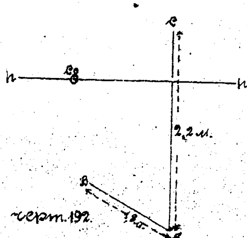


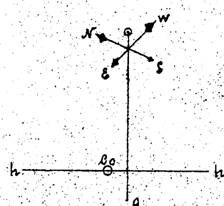






черт.191.





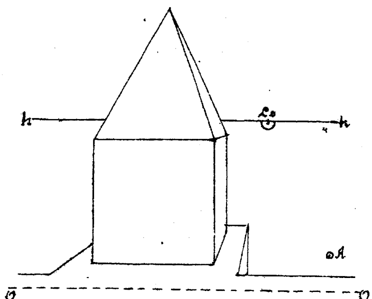
черт.193.

82. Дана перспектива двухъ реберъ вертикальнаго прямоугольника, стоящаго на F (черт.192). AB - горизонтально и наклонено къ OO подъ угломъ 60° влѣво. Дополнить прямоугольникъ и построить перспективу другого вертикальнаго прямоугольника, равнаго первому, стоящаго на H, наклоненнаго къ первому подъ прямымъ угломъ и дѣлящаго его пополамъ.

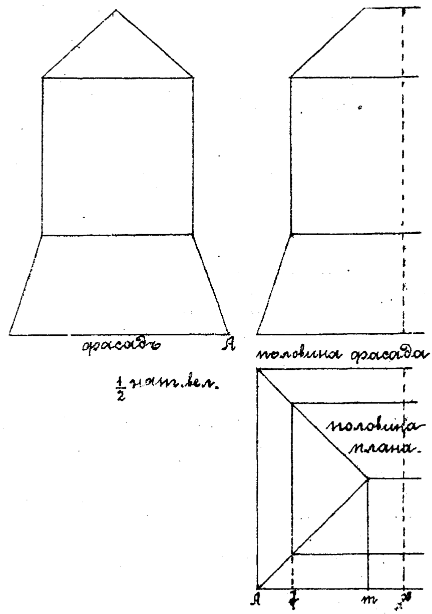
83. Дана перспектива шеста съ указателемъ странъ свѣта (черт.193). Шестъ стоитъ на T въ точкѣ A. Стрѣлка N - S - наклонена подъ угломъ 30° вправо, а стрѣлка N - E - составляетъ съ ней прямой уголъ. H = 1,8 метр.

C_0 дано. Найти высоту шеста и начертить линію, представляющую высоту человѣка 1,9 метра, стоящаго на Т въ разстояніи 1 м. спереди А и на разстояніи 1 м. справа отъ А. Показать также, какъ измѣнится перспектива шеста, если N - S будетъ наклонено подъ угломъ 45° вправо.

84. Дана перспектива предмета, квадратнаго въ планѣ и стоящаго на Т. (Черт.194). А есть точка въ горизонтальной плоскости, лежащей на 1,2 м. ниже Т. Построить при точкѣ А предметъ, подобный данному и такихъ же размѣровъ, но со сторонами, наклоненными къ h подъ угломъ 45°. А - основаніе ребра, ближайшаго къ К. D = 3,5 м. M = $^1/_{50}$.



черт. 194.



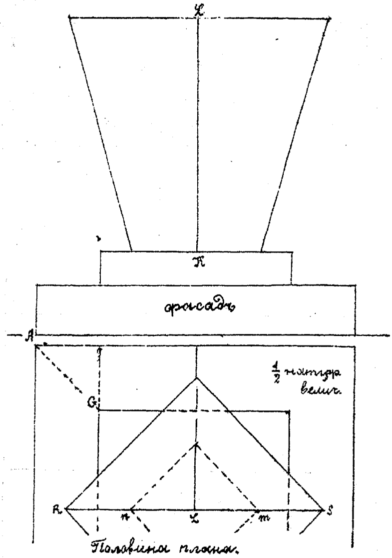
черт. 195.

85. Построить перспективу точки (x = -0,4; y = 3,5). Принимая эту точку за центръ круга радіуса 2,4 м., построить перспективу этого круга и считая послѣдній за основаніе круговой платформы высотою 0,2 метра, построить послѣднюю. Въ центрѣ ея помѣстить кубъ со стороною 2,2 метра, правая боковая грань котораго была бы наклонена къ К подъ угломъ 30 Считая верхнюю грань куба за основаніе пирамиды, высотою 1,8 м. построить эту пирамиду. H = 1,8 м. D = 3 м. M = $^1/_{25}$.

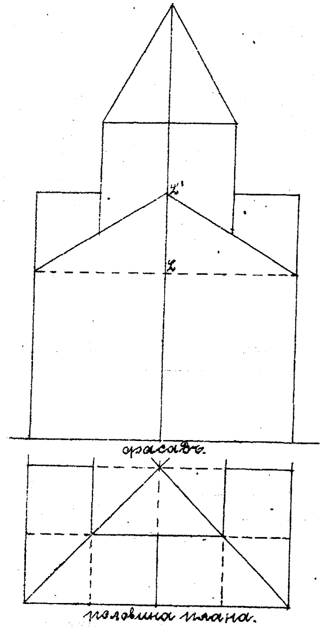
86. Построить перспективу прямоугольника со сторонами 3,5 и 2,2 м., лежащаго на Т. Длинная сторона его наклонена подъ угломъ 40° къ К вправо Координаты ближайшаго къ К угла его x = y = 0,9 м. Принимая этотъ прямоугольникъ за верхъ ящика безъ крышки, построить перспективу дна ящика, лежащаго на 0,2 метра ниже Т. Стѣнки ящика вертикальны. Въ центрѣ дна стоитъ обелискъ, высотою 3,5 м., съ квадратными основаніемъ (a = 1,2 м.) и вершиной (b = 0,9 м.). Стороны этихъ квадратовъ параллельны сторонамъ дна ящика. На вершинѣ обелиска стоитъ пирамида высотой 0,5 метра. D = = 3,5 м.; H = 2 м.; M = $^1/_{25}$.

87. Даны: малый боковой фасадъ, половина большого фасада и половина плана предмета (черт.195). Построить перспективу этого предмета, предполагая, что короткая сторона его наклонена къ К подъ угломъ 60° влѣво, точка А, основаніе ближайшаго къ зрителю ребра, имѣетъ координаты x = = -0,9 м.; y = 1,2 м. H = 1,9 м.; D = 3,5 м. M = $^1/_{25}$.

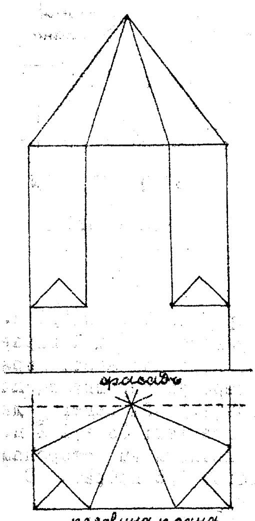
88. Даны: фасады и половина плана двухъ призмъ, на которыхъ стоитъ



черт. 196.



черт. 197.



черт. 198.

перевернутая вершиной внизъ усѣченная пирамида (черт. 196). Построить перспективу этихъ предметовъ, предполагая, что горизонтальныя ребра призмъ наклонены соотвѣтственно подъ углами 30° и 60° къ К. Координаты угла нижней призмы, ближайшаго къ К ($x = 0$; $y = 0,2$ м.) $M = {}^1/_{10}$. $H = 1$ м.; $D = 1,9$ м.

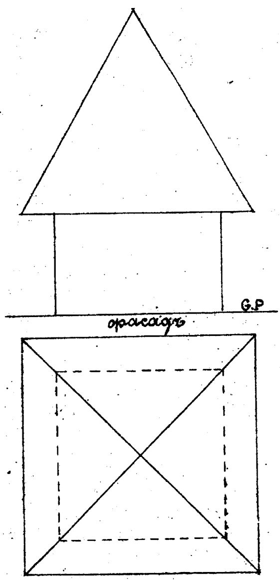
89. На чертежѣ 197 даны фасадъ и половина плана зданія, стоящаго на Т. Построить его перспективу, принявъ, что основаніе ближайшаго къ зрителю угла зданія имѣетъ координаты: $x = y = 0,6$ метр. Боковыя стѣны зданія соотвѣтственно наклонены къ К подъ углами 60° вправо и 30° влѣво. $D = 8$ м.; $H = 2,5$ м. $M = {}^1/_{50}$

90. На чертежѣ 198 даны фасадъ и половина плана зданія, стоящаго на Т. Построить его перспективу, предполагая, что стѣны его наклонены подъ угломъ 45° къ К и ближайшій къ К уголъ удаленъ отъ К на $y = 0,6$ м. и отъ С на $x = 0,6$ м. $H = 1,8$ м.; $D = 3,5$ м.; $M = {}^1/_{25}$.

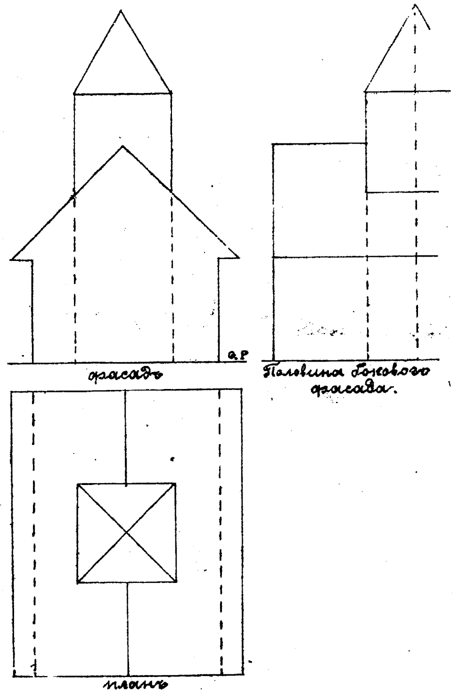
91. Построить перспективу платформы, формою параллелепипеда, длина и ширина котораго 3 метра, а высота 0,3 метра, стоящаго на Т. Вертикальныя стороны его соотвѣтственно наклонены къ К подъ углами 60° влѣво и 30° вправо. Ближайшій къ К уголъ его имѣетъ координаты $x = -0,3$ м.; $y = 0,6$ м. На верхней

его грани вычертить кругъ діаметромъ 3 м.; центръ круга совпадаетъ съ центромъ квадрата. Принимая этотъ кругъ за основаніе прямого усѣченнаго конуса, высотою 3 м. до верхняго круга ($d = 2,4$ м.), построить этотъ конусъ. На верхнемъ сѣченіи конуса построить второй конусъ 1,2 метра высотою. $H = 1,8$ м.; $D = 3,6$ м. $M = {}^{1}/_{25}$.

92. Даны планъ и фасадъ сарая, стоящаго на Т. Крыша сарая имѣетъ вид пирамиды (черт.199). Построить перспективу зданія, предполагая, что правая стѣна его наклонена подъ угломъ 30° къ К вправо, координаты угла сарая, ближайшаго къ К — $x = -0,6$ м.; $y = 0,6$ м.; $H = 1,8$ м.; $D = 3$ м. $M = {}^{1}/_{25}$. (Чертежъ увеличить вдвое).



черт. 199.



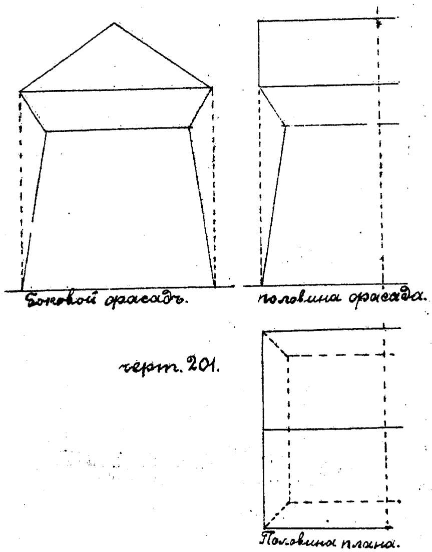
черт. 200.

93. Даны планъ, боковой фасадъ и половина главнаго фасада зданія, стоящаго на Т (черт.200). Построить перспективу зданія, предполагая, что боковыя стѣны его наклонены подъ углами 45° къ К. Фронтонъ лежитъ слѣва и ближайшій уголъ имѣетъ координаты $x = 0,6$ м.; $y = 0,9$ м.; $D = 3,6$ м.; $H = 1,8$ м.; $M = {}^{1}/_{50}$. Чертежъ увеличить вдвое.

94. Даны: боковой фасадъ, половина главнаго фасада и половина плана мавзолея, стоящаго на Т (черт.201). Построить его перспективу, предполагая, что нижнее ребро бокового его фасада наклонено подъ угломъ 30° къ К вправо, координаты нижняго угла его, ближайшаго къ К — $x = -0,3$ м. $y = 0,9$ м.; $H = 1,2$ м.; $Y = 3,3$ м. $M = {}^{1}/_{25}$. Чертежъ увеличить вдвое).

95. Построить перспективу точки ($x = -0,6$ м.; $y = 0,6$ м.), лежащей

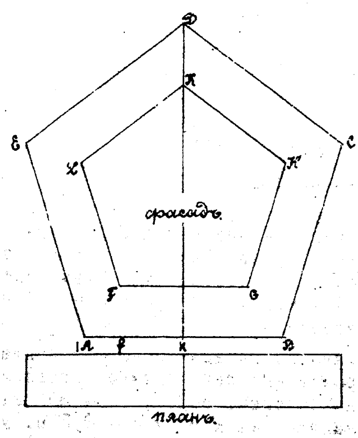
на Т. (Принимая ее за середину линіи, параллельной К; длиною 2,4 м., пристроить къ ней вглубь картины призму съ квадратнымъ основаніемъ, лежащую на Т; высота ея - 0,3 м. На верхней грани призмы вписать кругъ, касательный къ сторонамъ квадрата. Принять этотъ кругъ за основаніе колонны, высотою 2,7 м., утоняющейся кверху. Діаметръ верхняго основанія ея 1,5 м. Построить другую призму, одинаковую съ первой и лежащую на верхнемъ основаніи колонны такъ, что центръ призмы находится на оси колонны. Вертикальныя грани этой призмы наклонены подъ углами 45° къ К. Н = 1,8 м.; D = 3,6 м.; М = = $^{1}/_{25}$.



черт. 201.

96. Построить перспективу прямого кругового конуса, высотою 2,4 м., стоящаго основаніемъ на Т. Діаметръ основанія 1,8 м. Точка основанія, ближайшая къ К имѣетъ координаты x = – 0,6 м.; у = 1,5 м. Конусъ пронизываетъ прямоугольный параллелепипедъ, квадратнаго горизонтальнаго сѣченія, сто стороною 1,8 м. и высотою 0,3 м. Горизонтальныя ребра его соотвѣтственно наклонены къ К подъ углами 40° влѣво и 50° вправо. Верхняя грань параллелепипеда лежитъ на 0,6 м. ниже точки зрѣнія. Н = 1,5 м.; D = 3,3 м. М = $^{1}/_{16}$.

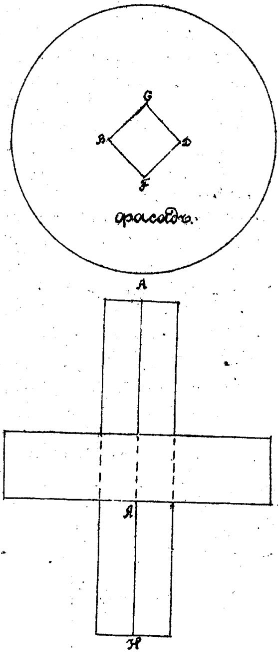
97. Данъ чертежъ пятигранной гайки (черт.202). Поставивъ ее на Т узкой гранью АВ вертикально, построить ея перспективу. Координаты точки А (x = 0,5 м.; у = 0,1 м.); точка А расположена на 0,1 метра ниже точки зрѣнія. Линія АВ должна быть наклонена вправо надъ угломъ 45° къ К. D = 0,15 м.(Чертежъ увеличить вдвое).



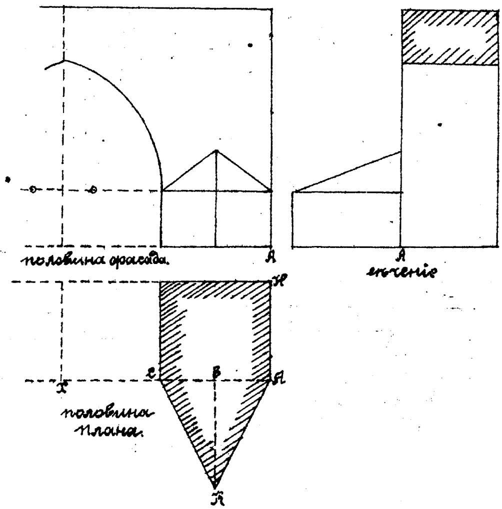
черт. 202.

98. Данъ чертежъ кругового диска сквозь который продѣта призма квадратнаго сѣченія (черт. 203). Построить ихъ перспективу, полагая, что дискъ стоитъ произ - водящей А на Т; координаты точки А - x = 0,3 м.; у = 1,2 м. Фа - садъ диска находится въ верти - кальной плоскости, наклоненной къ К подъ угломъ 60° влѣво. Н = 1,5 м.; D = 3,6 м. М = $^{1}/_{25}$.

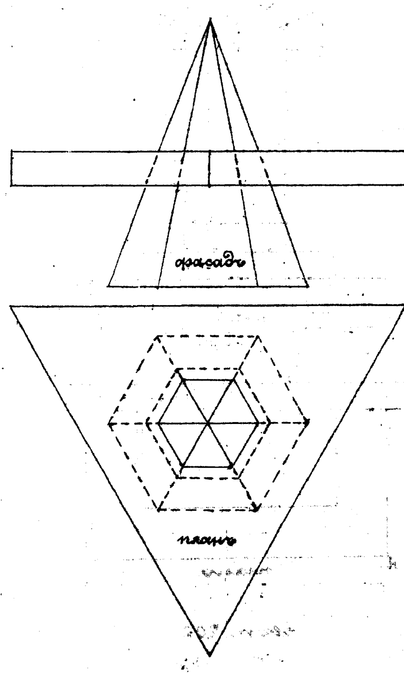
99. Даны: половина плана, половина фасада и поперечное сѣченіе каменнаго арочнаго моста съ ледорѣзами, стоящаго на Т (черт. 204). Построить его перспективу, полагая, что вертикальная пло - скость его фасада наклонена къ К



черт. 203.



черт. 204.

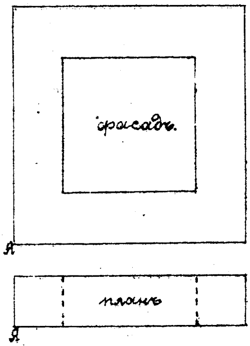


черт. 205.

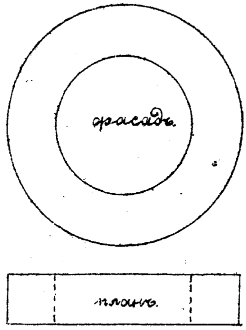
влѣво подъ угломъ 30°. Координаты точки А, ближайшаго къ К угла стѣны, x = – 1,8 м.; y = 1,8 м.; H = = 2,4 м.; D = 7,2 м. M = $^1/_{50}$.

100. Даны планъ и фасадъ шестигранной правильной пирамиды (ч. 205), которая пронизываетъ трегранную призму. Построить перспективу этихъ предметовъ. Координаты центра основанія пирамиды – x = 0,6 м.; y = 2,1 м.; z = 0. Два ребра основанія пирамиды наклонены къ К подъ угломъ 30° вправо. H = 1,8 м.; D = 3,6 м. M = = $^1/_{25}$. (Чертежъ увеличить вдвое).

101. Даны: планъ и фасадъ двери и ступеней (черт. 206). Построить ихъ перспективу, полагая, что длинная сторона ступеньки наклонена вправо подъ угломъ 35° къ К. Координаты точки А – x = 0,3 м.; y = 0,6 м.; точка А ниже центра на 1,8 м. D = 3,6 м. M = $^1/_{25}$. (Чертежъ увеличить вдвое).



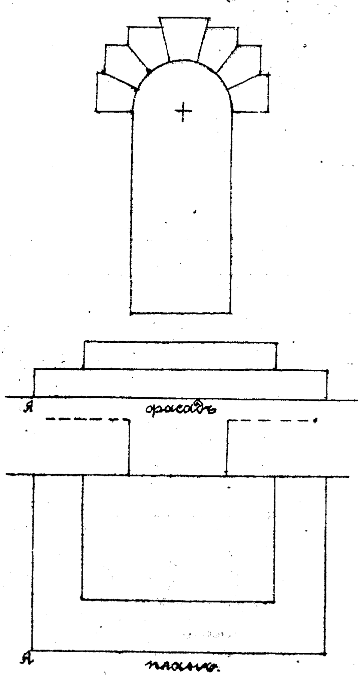
черт. 207.



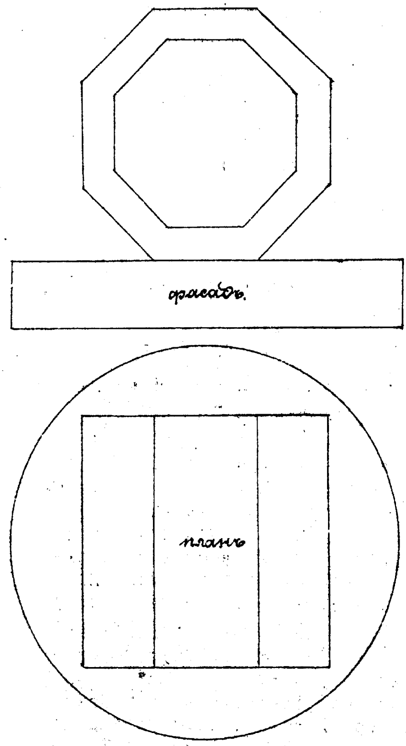
черт. 208.

102. Даны: планъ и фасадъ квадратной гайки (черт. 207). Построить ея перспективу, предполагая, что квадратная сторона ея лежитъ въ вертикальной плоскости, наклоненной къ К подъ угломъ 40 вправо. Ближайшій уголъ А имѣетъ координаты $x = -0,3$ м.; $y = 0,9$ м.; $z = 0$. $H = 1,5$ м.; $D = 3,6$ м. $M = {}^1/_{25}$. (Чертежъ увеличить вдвое).

103. Даны: планъ и фасадъ кольца (чертежъ 208), сѣченіе котораго представляетъ квадратъ. Построить



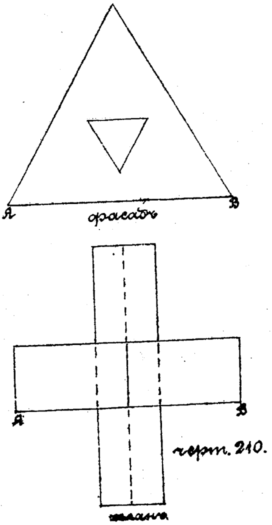
черт. 206.



черт. 209.

его перспективу, полагая, что оно стоитъ на Т. Круговая его грань лежитъ въ вертикальной плоскости и наклонена къ К подъ угломъ 45° влѣво. Ближайшая къ К точка касанія его съ Т имѣетъ координаты $x = -0,6$ м.; $y = 1,5$ м.; $H = 1,2$ м.; $D = 2,4$ м. $M = 1/_{25}$. (Чертежъ увеличить вдвое).

104. Даны: планъ и фасадъ восьмиугольной полой призмы, лежащей на круговомъ помостѣ (черт.209). Построить ихъ перспективу, расположивъ помостъ на горизонтальной плоскости, лежащей ниже глаза на 0,9 м. Центръ фигуръ - противъ глаза. Конецъ призмы наклоненъ къ К подъ угломъ 30° вправо. Ближайшая къ К точка призмы отстоитъ отъ К на 0,6 м. $H = 0,9$ м.; $D = 1,8$ м. $M = 1/_{12}$. (Увеличить чертежъ вдвое).

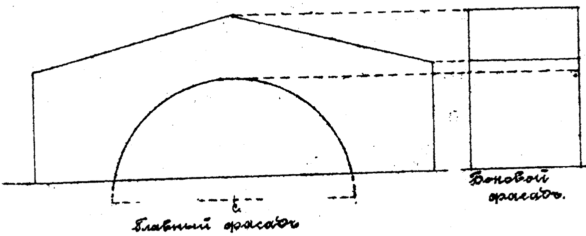


черт. 210.

105. Даны планъ и фасадъ трегранного стержня, пронизывающаго другой трегранный стержень (черт.210). Построить ихъ перспективу. Координаты точки А - $x = 0,6$ м.; $y = 1,5$ м. АВ лежитъ на Т и наклонено къ К подъ угломъ 55° вправо. $H = 1,5$ м.; $D = 3,3$ м. $M = 1/_{50}$. Увеличить чертежъ вдвое.

106. Даны главный и боковой фасады каменнаго моста, стоящаго на Т. Арка его -часть полукруга, центръ котораго С - ниже Т (чертежъ 211). Построить перспективу моста, полагая, что главный фасадъ его наклоненъ къ К подъ угломъ 30° влѣво. Координаты ближайшаго къ К угла его $x = -0,9$ м.; $y = 0,6$ м.; $H = 1,8$ м.; $D = 3,3$ м. $M = 1/_{25}$. Увеличить чертежъ вдвое.

107. Построить перспективу точки ($x = 0,6$ м.; $y = 0,6$ м.; $z = 0$). Принять ее за основаніе ближайшаго къ К вертикальнаго ребра прямоугольнаго параллелепипеда, квадратнаго въ планѣ (длина стороны 1,5 м.), высотою 0,9 м. Вертикальныя грани его соотвѣтственно наклонены къ К подъ углами 60° вправо и 30° влѣво. Построить прямой круговой цилиндръ длиною 3,3 м. и діаметромъ 1,2 м., лежащій вдоль средней линіи верхней грани параллелепипеда, съ осью, идущей влѣво и параллельной лѣвымъ ребрамъ параллелепипеда. $H = 1,5$ м.; $M = 1/_{25}$.



черт. 211.

108. Построить перспективу точки, лежащей на Т съ координатами $x = -2,7$ м.; $y = 12$ м.; $H = 1,5$ м.; $D = 3,3$ м. $M = 1/_{50}$.

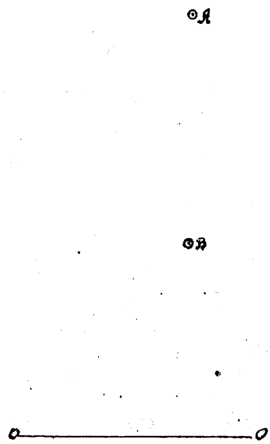
109. Провести черезъ точку А ($x = 0,6$ м.; $y = 0,3$ м.) линію, длиною 20 метровъ/ лежащую на Т и наклоненную подъ угломъ 45° къ К. $M = 1/_{50}$.

110. Точка А представляетъ птицу, летящую на высотѣ 6 метр. надъ точкой В, лежащей на Т (черт.212). Птица справа отъ зрителя на 7,2 м. Найти hh, C_0, О и разстояніе птицы отъ К. Даны $H = 1,5$ м.; $D = 3,3$ м. и ОО.

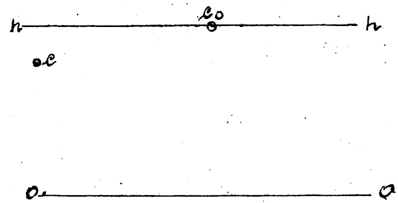
111. Найти координаты точки С, лежащей на Т (черт.213). Даны hh, ОО, C_0. $H = 1,5$ м.; $D = 3,3$ м.

112. Извѣстно, что координаты точки C (черт.213) y = 12 метр., и она лежитъ ниже глаза на 1,5 м. Найти для точки C – x и опредѣлить D. Даны: hh, OO и C_o.

113. Построить перспективы: 1) точки A (x = 3 м.; y = 30 м.; z = 0) и 2) точки B (x = – 16,5 м.: y = 24 м.; z = 6,6 м.) M = $^1/_{25}$. H=1,65 м.; D = 3,6 м.



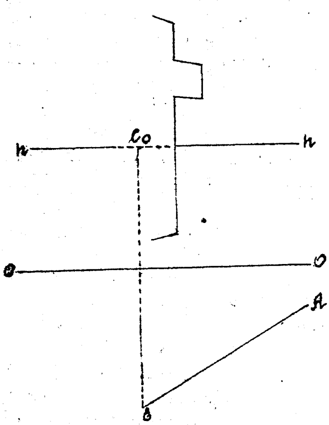
черт. 212.



черт. 213.

114. Построить перспективы трехъ правильныхъ четырехгранныхъ пирамидъ, стоящихъ на T основаніями. Сторона основанія равна 1,5 м.; высота пирамиды 2,4 м. Ближайшая къ K точка первой пирамиды имѣетъ координаты: x = – 0,6 м.; y = 1,8 м., а стороны основанія ея наклонены подъ одинаковыми углами къ OO. Координаты ближайшаго къ K угла 2-ой пирамиды: x = 2,4 м.; y = 12 метр. а двѣ стороны ея основанія параллельны OO. Координаты ближайшаго къ K угла 3-ей пирамиды x = – 7,2 м.; y = 30 метр., а стороны ея основанія наклонены одинаково къ OO.

115. Дана перспектива половины фасада прямоугольнаго креста, стоящаго на T (чертежъ 214). Предполагая, что точка схода данныхъ горизонтальныхъ линій лежитъ за предѣлами чертежа, закончить перспективу креста, предполагая, что толщина его равна ширинѣ вертикальной его части. Даны: hh, OO, C_o, D и направленіе AB линіи, параллельной въ пространствѣ вышеупомянутымъ горизонтальнымъ линіямъ.



черт. 214.

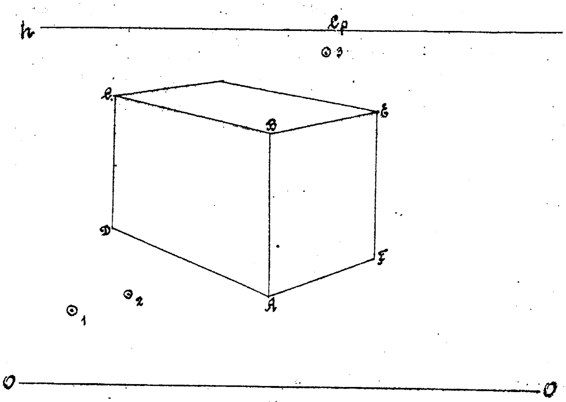
116. Построить перспективу прямоугольника 1,8 × 1,2 метра, стоящаго однимъ своимъ угломъ на T; координаты этого угла x = = 0,6 м.; y = 2,1 м. Прямоугольникъ лежитъ въ вертикальной плоскости, наклоненной къ K подъ угломъ 40° вправо. Длинныя стороны его наклонены къ T подъ угломъ 30° и направлены отъ зрителя. H = 1,2 м.; D = 3 м. M = $^1/_{16}$.

117. Дана перспектива призмы квадратнаго сѣченія, лежащей на T (черт.215). Даны hh, C_o и OO. H = 1,5 м. Дана точка 1, лежащая на T. Соединить точку 1 съ C и найти истинную длину и наклонъ къ T линіи 1 – C.

118. Точки 2 и 3 (черт.215) представляютъ концы прута, пронизывающаго прямоугольный параллелепипедъ квадратнаго сѣченія. Прутъ лежитъ въ вертикальной плоскости, параллельной ABEF. Точка 2 на T. Показать види-

мыя части прута. Даны hh, C_o и OO.

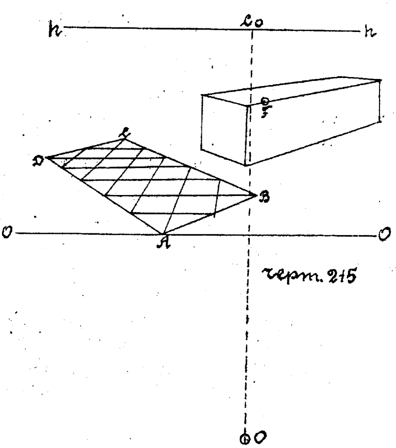
119. Найти точку A, лежащую на T ($x = 0,6$ м.; $y = 2,4$ м.). Изъ этой точки провести двѣ линіи, каждую длиною по 2,1 м., лежащія въ вертикальной плоскости, наклоненной къ K подъ угломъ 45° влѣво. Линія AB должна быть наклонена подъ угломъ 30° къ T въ сторону отъ зрителя. Линія AC — подъ угломъ 40° къ T — къ зрителю. Даны: H = 1,5 м.; D = 3,6 м.; M = $= {}^{1}/_{50}$.



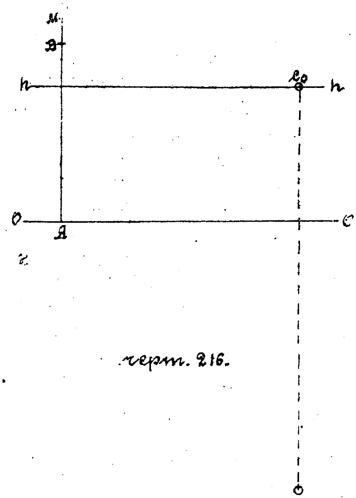
черт. 215.

120. Построить перспективу призмы квадратнаго сѣченія, толщиной 1,2 м. Длина стороны квадрата 2,7 м. Она стоитъ на T стороной своего квадратнаго сѣченія, плоскость котораго наклонена къ T подъ угломъ 50° отъ зрителя. Сторона, лежащая на T наклонена къ OO подъ угломъ 40° влѣво и ближайшій къ K конецъ ея имѣетъ координаты $x = -0,3$ м.; $y = 1,5$ м.; $M = {}^{1}/_{25}$. H = 1,5 м. D = 3 м.

121. Даны: перспектива плоскаго (не имѣющаго толщины) прямоугольника, лежащаго на T и прямоугольнаго, стоящаго

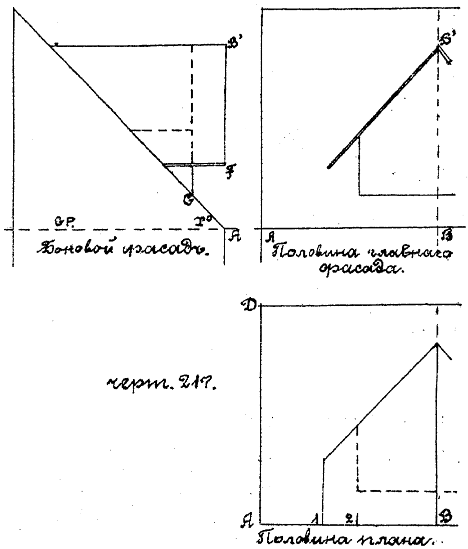


черт. 215

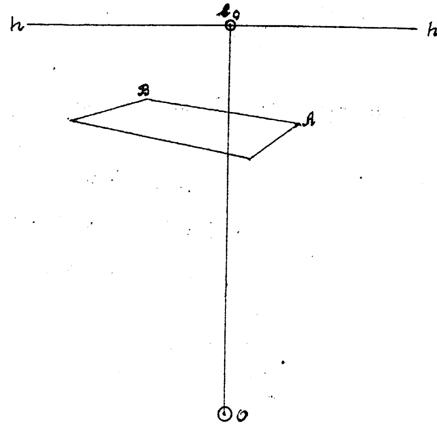


черт. 216.

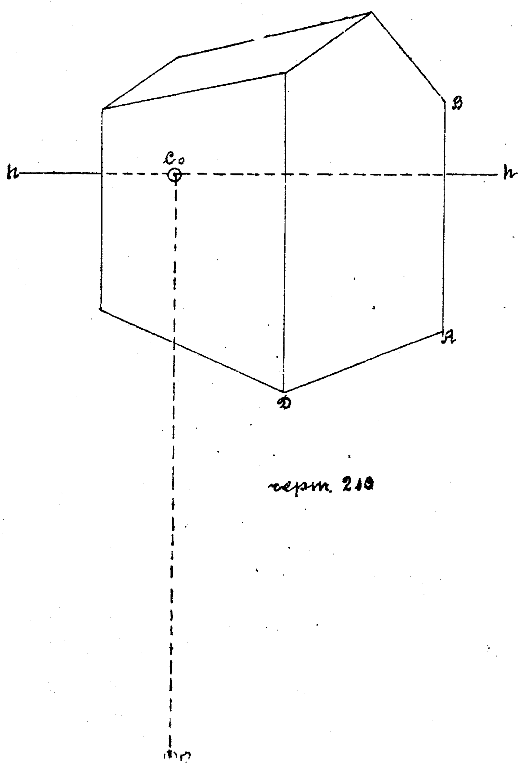
на T параллелепипеда, съ назначенной на немъ точкою F (черт. 215). Даны: hh, C_o, D и OO. Найти размѣры сторонъ ABCD и построить перспективу прямоугольника одинаковаго съ нимъ и съ тѣмъ же рисункомъ. Которая сторона его должна лежать на T спереди параллелепипеда и быть параллельна его длинной сторонѣ. длинная сторона прямоугольника должна составлять уголъ



черт. 217.



черт. 218.



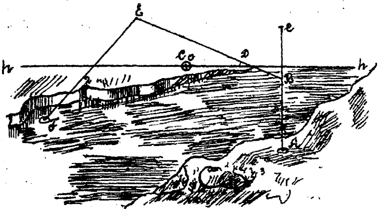
черт. 219

30° съ Т, быть въ вертикальной плоскости, параллельной торцу параллелепипеда. Лѣвая длинная сторона прямоугольника должна проходить черезъ точку F.

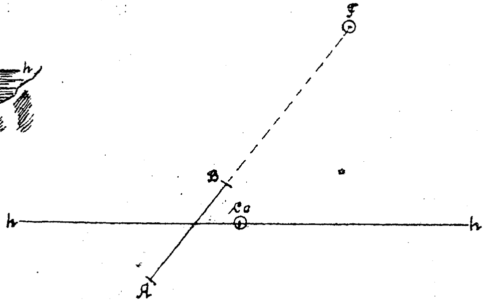
122. Дана перспектива вертикальной линіи АМ, высотою 1,8 м., изображающая человѣка, стоящаго въ точкѣ А на линіи ОО (чертежъ 216). Точка В представляетъ прикладъ ружья, которое направлено въ нѣкоторую точку Е, лежащую на Т ($x = -1{,}5$ м.; $y = 12$ м.). Провести черезъ В линію въ точку D и отложить отъ точки В отрѣзокъ ВС въ сторону Е длиною 1,2 м., изобежающій ружье. Даны: hh, C_o, ОО и D.

123. Даны: половина плана, половина главнаго фасада и боковой фасадъ слухового окна (черт. 217). Построить его перспективу, предполагая, что ближайшій къ зрителю уголъ А имѣетъ координаты ($x = 1{,}2$ м.; $y = 0{,}9$ м.; $D = 0$). Линія АВ, лежащая на Т, наклонена къ ОО подъ угломъ 45° вправо. $H = 2{,}7$ м.; $D = 4{,}4$ м.; $M = {}^1/_{50}$. Увеличить чертежъ вдвое.

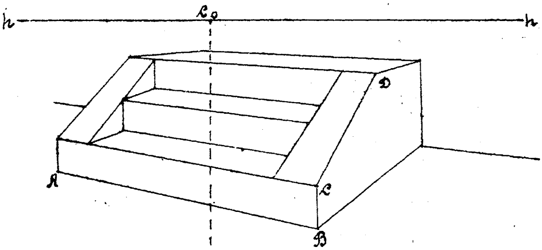
124. Дана перспектива прямоугольной дверцы, закрывающей люкъ въ землѣ (Т) (черт.218) и вращающейся на петляхъ вокругъ АВ. Открыть дверцу такъ, чтобы она составила уголѣ 60 съ ея даннымъ положенiемъ (дверца толщины не имѣетъ). Изъ середины ея верхняго края въ новомъ положенiи провести линiю подъ прямымъ угломъ къ ея поверхности до встрѣчи съ Т. Даны: hh, C_0 и D.



черт. 220.



черт. 222.



125. Дана неправильно построенная перспектива дома, стоящаго на Т (черт.219). Домъ въ планѣ квадратный. Скаты крыши устроены подъ угломъ 30° къ Т. Исправить ошибки, полагая, что АВ и направленiе AD - построены вѣрно. Даны: hh, C_0 и D.

черт. 221.

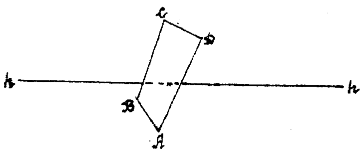
126. На чертежѣ линiя АС представляетъ человѣка, стоящаго на берегу ручья (черт.220). Линiя BD - его рука и DE удочка и EF - леса. Конецъ F ея на поверхности воды, уровень которой ниже Т. Рука, удочка и леса въ одной вертикальной плоскости. Отрѣзокъ 1 - 2 на противоположномъ берегу показываетъ высоту края берега надъ уровнемъ воды. Точка А на томъ же уровнѣ, какъ и 2. Найти длину BD, DE и EF. Точка зрѣнiя выше уровня воды на 1,5 м. Даны: C_0 и hh Чтобы получить точку зрѣнiя, слѣдуетъ отмѣрить отъ C_0 0,06 метра.

OO

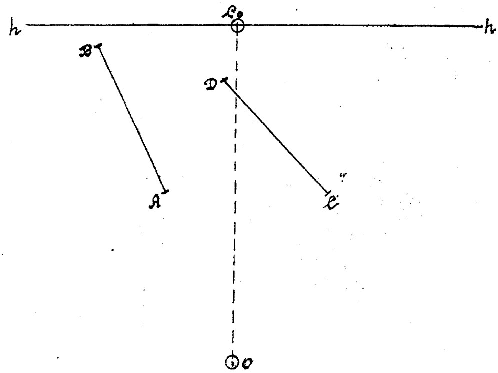
127. Дана неправильно исполненная перспектива лѣстницы (черт.221). Исправить ошибки, полагая, что линiя АВ и CD вычерчены вѣрно. Даны: hh, C_0 и D.

128. Дана перспектива линiи, стоящей на Т и наклоненной къ Т подъ угломъ 30°. F - ея точка схода (черт.222). Изъ А провести линiю одинаковой длины съ АВ, лежащую въ той же вертикальной плоскости, надъ Т и наклоненную къ Т подъ угломъ 40°. Даны hh и C_0.

129. Дана перспектива прямоугольника ABCD, стоящаго вертикально на Т



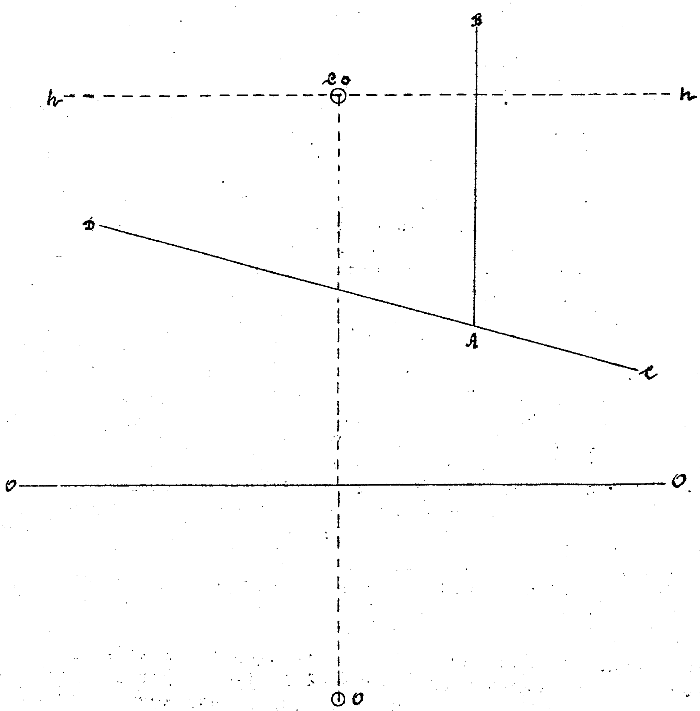
черт. 223.



черт. 224.

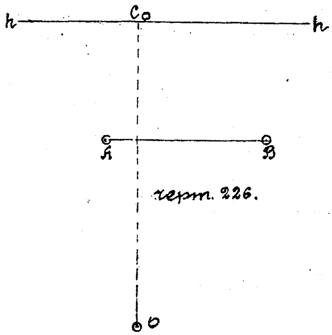
своей вершиною A (черт. 223). Дано hh. Предполагая, что длина AB = 2,4 м., найти длину AD.

130. Даны перспективы двухъ взаимно параллельныхъ линій AB и DC, стоящихъ на T и наклоненныхъ къ послѣдней (черт. 224). Даны: hh, C_0 и D. Найти уголъ наклона линіи къ T. Полагая, что точка C лежитъ справа отъ A на 1,5 м., найти и длину отрѣзковъ AB и CD.

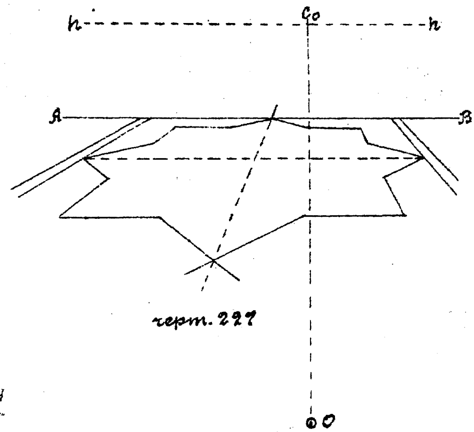


черт. 225.

131. Дана перспектива вертикальной линіи АВ, находящейся на поверхности стѣны (черт.225). Линія CD - основаніе стѣны на Т. Изъ В провести въ плоскости стѣны влѣво горизонтальную линію и отложить на ней отрѣзокъ отъ В, равный АВ. Принять этотъ отрѣзокъ за сторону квадрата, плоскость котораго наклонена вверхъ впередъ подъ угломъ 45° къ стѣнѣ. Квадратъ этотъ представляетъ собою остекленную крышу навѣса надъ подъѣздомъ. Рисунокъ остекленія показанъ на отдѣльномъ чертежѣ. Черезъ верхніе углы квадрата провести перпендикуляры къ нему до пересѣченія съ плоскостью стѣны. Даны hh, C_0 и D.



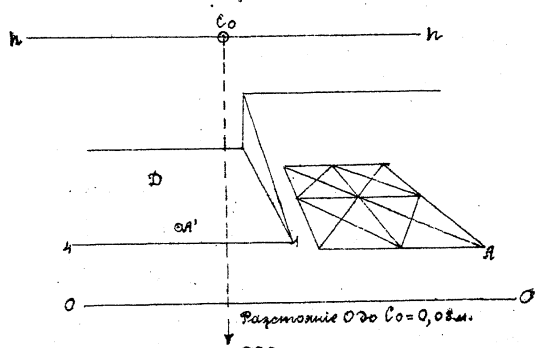
черт. 226.



черт. 227

132. Построить перспективу куба со стороной 1,5 м., стоящаго одной своей вершиной на Т. Координаты этой вершины x = y = 1,5 м. Двѣ грани куба наклонены къ Т вверхъ, влѣво къ зрителю подъ угломъ 60° къ Т и лежатъ въ плоскостяхъ, перпендикулярныхъ къ К. Ребра куба составляютъ равные углы съ К. H = 1,2 метра, D = 2,4 м. M = $^1/_{32}$.

133. Провести черезъ точку А (x = -1,5 м.; y = 0,9 м.; z = 0) линію въ Т въ сторону отъ картины подъ угломъ 90° къ К и длиною 3 м. Полагая, что эта линія - нижнее ребро призмы квадратнаго сѣченія, толщиною 0,3 м., построить перспективу ея. Квадраты основанія ея наклонены къ Т подъ угломъ 60° вправо. Въ верхній квадратъ вписанъ кругъ и, изъ того же центра и въ той же плоскости, описанъ еще другой кругъ, діаметромъ 1,2 м., который является основаніемъ прямого кругового конуса, высотою 0,6 м. Даны H = 2,4 м.; D = 4,2 м. M = $^1/_{25}$.

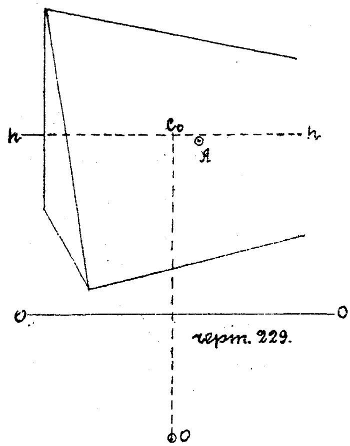


черт. 228.

134. Дана перспектива линіи АВ, лежащей на Т и являющейся основаніемъ равносторонняго треугольника (черт.226). Построить перспективу этого треугольника, плоскость котораго наклонена къ зрителю подъ угломъ 50° къ Т. Считая этотъ треугольникъ за конецъ прямой призмы, построить перспек-

тиву послѣдней; длина оси ея равна половинѣ длины AB. Изъ ближайшаго къ К верхняго угла призмы опустить перпендикуляръ къ T до встрѣчи съ T. Даны hh, C_o, и D.

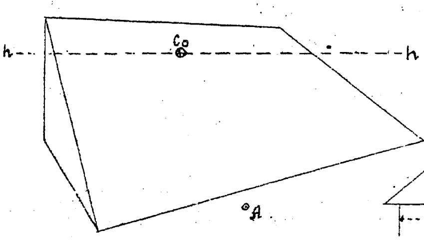
135. Даны: часть перспективы длиннаго ковра, лежащаго на T, и перспектива линіи AB - сѣченія T съ плоскостью наклоненной къ T подъ угломъ 15° въ сторонѣ отъ зрителя. Построить перспективу продолженія (двѣ звѣзды) ковра, лежащаго на этой плоскости. Даны hh, C_o и D (черт.227).



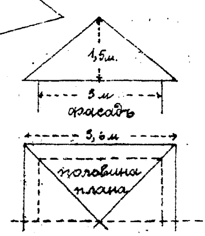
черт. 229.

136. Даны перспективы: 1) паркета, расположеннаго на T; 2) плоскости D, идущей отъ зрителя внизъ и наклоненной подъ нѣкоторымъ угломъ къ T. Линія 1 - 4 - является линіей сѣченія D съ T (черт.228). Точка A' лежитъ въ плоскости D. Повторить изображеніе паркета на плоскости D, полагая, что его ребро, ближайшее къ К, параллельно К, а въ точкѣ A' находится ближайшій къ К правый уголъ его. Опредѣлить уголъ наклона D къ T. Даны: hh, C_o, OO и D.

137. Построить перспективу квадрата, со стороною 1,5 м., стоящаго на T вершиной (x = - 0,3 м.; y = 0,9 м.). Плоскость квадрата наклонена къ T под угломъ 30° вправо, а къ К подъ угломъ 40° вправо. Двѣ стороны квадрата наклонены къ К подъ углами 35° влѣво. H = 0,9 м.; D = 2,1 м. M = $^1/_{16}$



черт. 230



138. Дана перспектива наклонной плоскости и на ней точка A (черт. 229). Построить перспективу круга, лежащаго на этой плоскости съ центромъ въ A и діаметра 2,7 метра. Въ A возстановить перпендикуляръ къ наклонной плоскости длиною 1,8 метра. Принять его за ось конуса съ основаніемъ - упомянутымъ кругомъ. Даны hh, C_o, OO и D = 2,7 м.

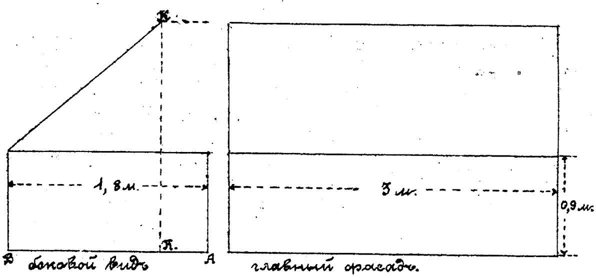
139. Дана перспектива плоскости (черт.230), наклоненной къ T въ сторону отъ зрителя. Въ точкѣ A, лежащей на T, возстановить перпендикуляръ высотою 3 метра и принять его за ближайшій къ зрителю уголъ стѣны дома, квадратнаго въ планѣ, стоящаго частью на T, частью на данной наклонной плоскости. Стѣны дома наклонены къ К подъ угломъ 45° и длиною 3 метра. Домъ покрытъ пирамидальной крышей, показанной на схемѣ. H = 1,8 м.; D = 3 м. M = $^1/_{50}$. Даны hh и C_o.

140. Данъ фасадъ ящика съ открытой крышкой (черт.231). Построить перспективу ящика, предполагая, что онъ стоитъ угломъ A (x = - 0,6 м.; y = = 1,8 м.) на T. Основаніе его наклонено подъ угломъ 45° вправо, а къ К подъ угломъ 40° влѣво. Короткое ребро AB основанія составляетъ уголъ 10° кверху влѣво со слѣдомъ основанія на T. H = 1,2 м.; D = 2,7 м.; M = $^1/_{25}$.

141. Построить перспективу правильной шестигранной призмы, высотою

2,4 метра, съ длиною стороны основанія 0,9 м., стоящей на Т одною изъ той сторонъ основанія, которая параллельна къ К. Координаты угла призмы, ближайшаго къ Т (x = 0,9 м.; y = 3 м.). Плоскость основанія наклонена къ Т подъ угломъ 40° въ сторону отъ зрителя. Н = 1,5 м.; D = 3,6 м. М = $^{1}/_{50}$.

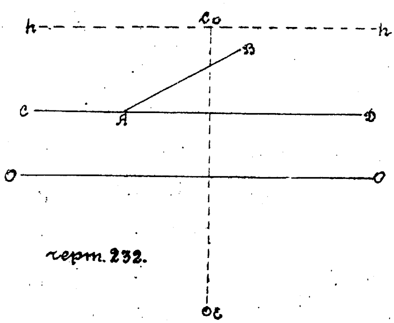
142. Построить перспективу правильной трегранной призмы, высотою 2,4 метра, со стороною основанія 1,8 м. призма стоитъ на Т одною изъ сторонъ своего основанія, плоскость котораго наклонена къ Т подъ угломъ 45° внизъ отъ зрителя и подъ угломъ 35° къ К влѣво. Координаты угла призмы, ближайшаго къ К - x = 0,9 м.; y = 2,4 м. Н = 1,5 м.; D = 3,6 м. М = $^{1}/_{25}$.



черт. 231.

143. Построить перспективу прямого кругового конуса высотою 3 метра съ основаніемъ діаметромъ 2,4 м. Точкой своего основанія (x = - 1,2 м.; y = 2,4 м.) конусъ опирается на Т. Плоскость основанія наклонена къ К подъ угломъ 40° влѣво и подъ угломъ 45° къ Т внизъ отъ зрителя. Н = 1,5 м.; D = 3,9 м. М = $^{1}/_{25}$.

144. Плоскій прямоугольникъ (3 × 1,8 метра) стоитъ своею длинною стороной на Т и наклоненъ къ Т подъ угломъ 30°. Координаты ближайшаго къ зрителю угла прямоугольника x = 0,6 м.; y = 0,3 м. Длинныя стороны его наклонены къ К влѣво подъ угломъ 30°. Построить на этомъ прямоугольникѣ правильную пирамиду съ квадратнымъ основаніемъ (1,2 × 1,2 м.) и съ высотою 1,8 м. Два ребра основанія этой пирамиды наклонены къ лежащей на Т сторонѣ прямоугольника подъ угломъ 10°, а ближайшій къ зрителю уголъ этого основанія удаленъ отъ длинной стороны прямоугольника на 0,15 м., а отъ короткой - на 0,9 м. Н = 1,5 м.; D = 3,6 м. М = $^{1}/_{25}$.



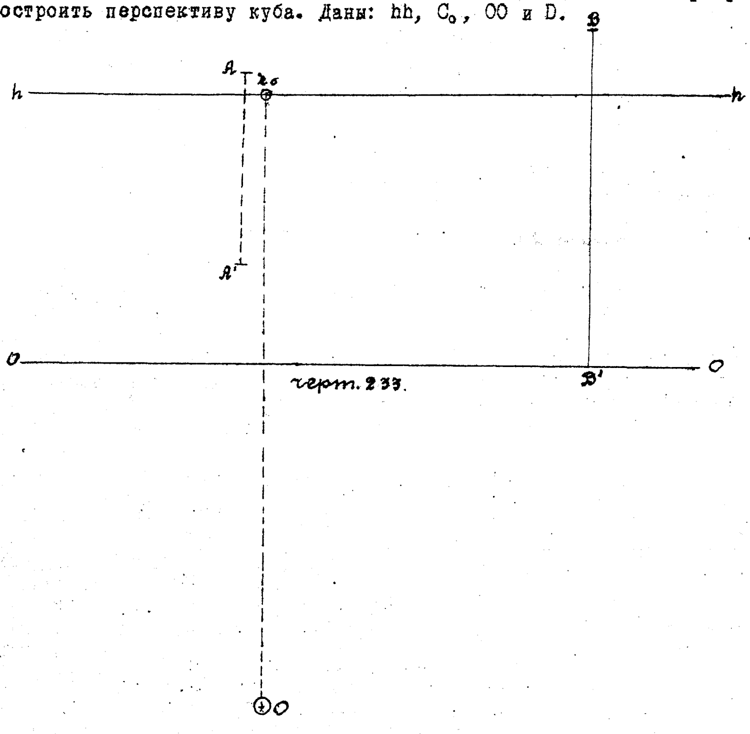
черт. 232.

145. Построить перспективу плоскости, наклоненной къ Т подъ угломъ 40° вверхъ отъ зрителя. На эту плоскость положить правильную квадратную (1,2 × 1,2 м.) призму высотою 3 м. такъ, чтобы одна изъ длинныхъ граней этой призмы лежала на упомянутой плоскости и длинныя ребра ея были бы наклонены подъ угломъ 40° къ слѣду этой плоскости на Т. Ближайшій къ зрителю, лежащій на плоскости, уголъ призмы имѣетъ координаты: x = - 0,9 м. и въ 1,2 м. отъ слѣда плоскости на Т. Н = 1,5 м.; D = 3,6 м. М = $^{1}/_{25}$.

146. Дана перспектива линіи CD (черт. 232), которая является сѣченіемъ Т съ плоскостью, наклоненною къ Т подъ угломъ 30° и идущей вверхъ от зрителя. AB - сторона квадрата, лежащаго на этой плоскости. Уголъ квадрата касается Т. Дополнить перспективу квадрата и построить на немъ прямую пирамиду съ высотою, равною AB. Даны hh, C_o, OO и D.

147. Даны перспективы точки А и прямоугольной проекціи ея А' на Т. Линія BB' лежитъ въ К (черт.233). Найти линію схода плоскости, наклоненной къ Т подъ угломъ 40° вверхъ отъ зрителя; слѣдъ этой плоскости на Т наклоненъ къ 00 подъ угломъ 30° вправо. А есть ближайшій къ зрителю угол квадрата, лежащаго на наклонной плоскости и имѣющаго стороны, равныя длинѣ BB'; двѣ изъ его сторонъ параллельны Т. Квадратъ этотъ является верхнимъ основаніемъ прямой призмы, высотою въ полтора раза большей BB'. Построить перспективу призмы и показать ея сѣченіе съ Т. Даны hh, C_0, 00 и D.

148. Дана перспектива двухъ линій АВ и АС, которыя показываютъ направленіе двухъ реберъ верхней поверхности куба, всѣ ребра котораго наклонены къ Т (черт.234). А - ближайшій къ зрителю уголъ куба. Линіи АВ и АС лежатъ въ наклонной плоскости, слѣдъ которой на Т наклоненъ къ К подъ угломъ 30° влѣво, а сама плоскость наклонена къ Т подъ угломъ 45°. А' - вертикальная проекція на Т точки А. DD' - истинная длина ребра куба. Построить перспективу куба. Даны: hh, C_0, 00 и D.

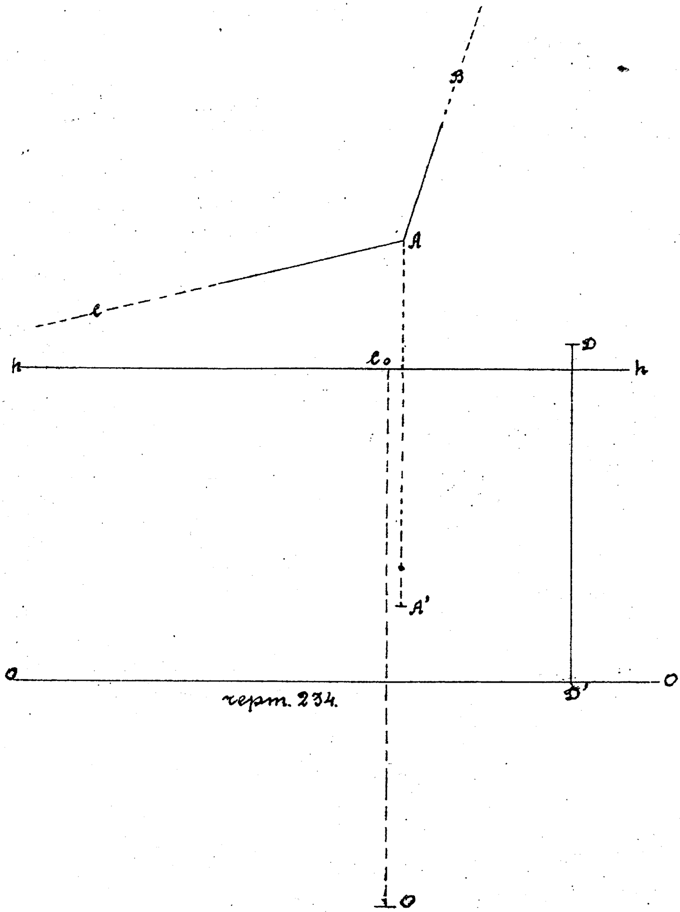


черт. 233.

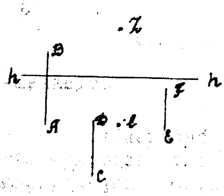
149. Построить перспективу четырехъ линій, высотою каждая 1,2 м. и перпендикулярныхъ къ Т, на которой онѣ стоятъ въ разстояніи 0,6 м. другъ отъ друга вдоль по линіи, наклоненной къ 00 подъ угломъ 45° влѣво. Ближайшая къ К вертикаль удалена отъ К на 1,2 м. и отъ С - на 0,3 м. Построить тѣни, падающія отъ этихъ линій на Т. Свѣтящая точка имѣетъ координаты: x = - 1,5 м.; y = 3,3 м.; z = 4,2 м.; H = 0,9 м.; D = 2,1 м. M = = 1/50.

150. Даны три вертикальныхъ линіи, стоящихъ на Т (черт.235). Построить тѣни отъ нихъ на Т. Источникъ свѣта въ точкѣ (L, l).

151. Изъ точки (x = - 3 м.; y = z = 0) провести линію подъ угломъ



черт. 234.



черт. 235.

45° къ OO влѣво. Принимая эту линію за слѣдъ на T вертикальной плоскости, построить на T и на эту плоскость тѣнь отъ вертикальной линіи, высотою 1,5 м. съ координатами основанія: $x = -0{,}3$ м.; $y = 1{,}2$ м. Источникъ свѣта L ($x = 1{,}5$ м.; $y = 0$ м.; $z = 2{,}7$ м.). $H = 1{,}2$ м.; $D = 2{,}7$ м. $M = 1/_{25}$.

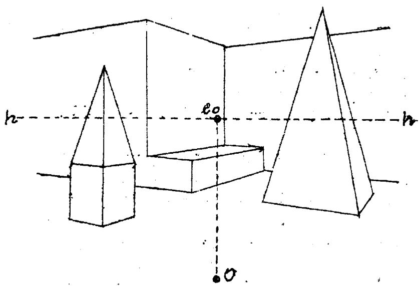
152. Построить перспективу равносторонняго треугольника ABC (длина стороны 1,5.), стоящаго угломъ A на T. Плоскость его вертикальна и наклонена къ K подъ угломъ 45° вправо, а сторона BC параллельна T. Координаты точки A ($x = 0$; $y = 2{,}4$ м.). Построить тѣнь отъ него на T. Координаты L ($x = 1{,}2$ м.; $y = 1{,}8$ м.; $z = 3$ м.). $M = 1/_{25}$.

153. Построить на T тѣнь отъ вертикальнаго прямоугольника ABCD, стоящаго на T. Солнце въ плоскости K справа отъ зрителя. Высота его 60°. $H = 1{,}5$ м.; $D = 3$ м.; $M = /_{25}$. Размѣры прямоугольника 1 × 2 метра. Въ T

лежитъ короткая сторона. Координаты ближайшаго къ К угла его - x = - 2,6 м.; y = 1 м.

154. Построить перспективу вертикальнаго правильнаго шестигранника, стоящаго одной своей стороной на Т и наклоненнаго къ К подъ угломъ 45° вправо. Длина стороны его 0,9 м. Координаты вершины его, ближайшей къ К (x = - 0,9 м.; y = 0,9 м.). Построить тѣнь отъ него на Т. Солнцы слѣва отъ зрителя въ плоскости К. Высота его 45°. М = $^1/_{25}$.

155. Данъ прямоугольникъ, стоящій на Т (задача 153). Построить тѣнь отъ него на Т. Солнце за К (т.е. картина между солнцемъ и зрителемъ) въ вертикальной плоскости, наклоненной къ К подъ угломъ 45° вправо. Высота солнца 50°

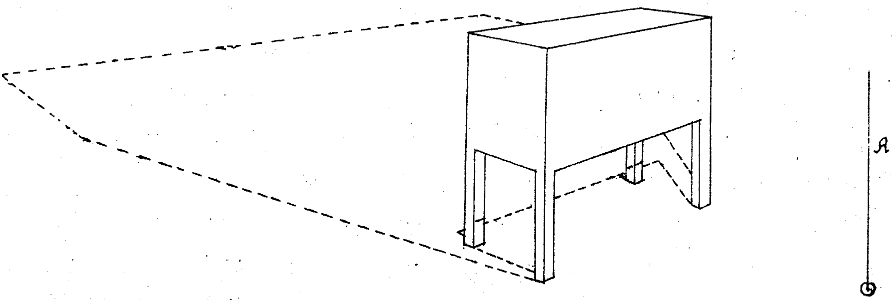


черт. 236.

156. Рѣшить предыдущую задачу, принимая, что солнце передъ К и лежитъ въ плоскости, наклоненной къ К подъ угломъ 45° влѣво. Высота его 30°

157. Проволочный скелетъ куба (длина ребра 1,8 м.) стоитъ на Т одною изъ граней. Двѣ вертикальныхъ грани его наклонены къ К подъ угломъ 40° влѣво. Координаты угла его, ближайшаго къ К - x =1,5 м.; y = 1,2 м. Построить тѣнь отъ реберъ куба на Т. Координаты свѣтящей точки L (x = - 1,8 м., y = 3,6 м.; z = 6 м.). H = 1,5 м.; D =3,6 м. М = $^1/_{60}$.

158. Предполагая кубъ (задача



черт. 237.

157) сплошнымъ и непрозрачнымъ, построить тѣнь отъ него на Т. Остальныя данныя тѣ же.

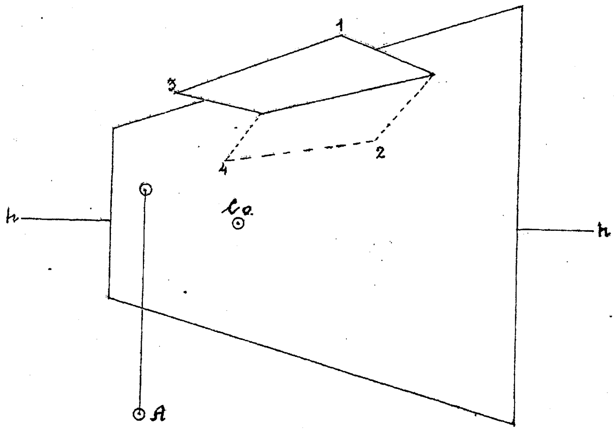
159. Дана перспектива двухъ тѣлъ, стоящихъ на Т и комбинація вертикальныхъ и горизонтальныхъ плоскостей (черт. 236). Построить падающія тѣни. Солнце сзади справа отъ зрителя. Высота его 30° и лучи параллельны вертикальной плоскости, наклоненной къ К подъ угломъ 45° Даны: hh, C_o и D. Длину OC_o на чертежѣ увеличить вдвое.

160. Даны: перспективы очертанія тѣни отъ прямоугольной этажерки и перспектива линіи А, стоящей на Т (черт. 237). Найти источникъ свѣта и построить тѣнь отъ линіи А.

161. Дана перспектива: 1) вертикальной плоскости, стоящей на Т и 2) прямоугольной плоскости, перпендикулярной къ ней (черт. 238). Тѣнь отъ

этой малой плоскости, падающая при освѣщенiи солнцемъ на стѣну, показана пунктиромъ. Въ точкѣ А на Т имѣется вертикальная линiя. Построить тѣнь отъ этой линiи. Даны hh и C_0.

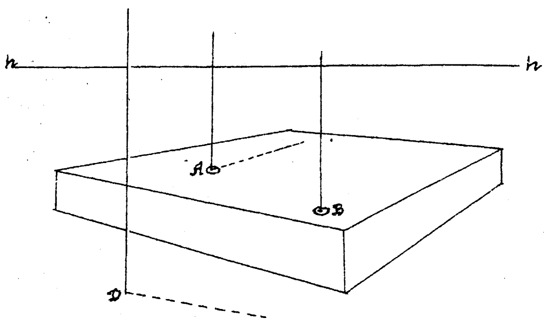
162. Дана перспектива вертикальныхъ линiй, стоящихъ въ А и В на прямоугольномъ параллелепипедѣ, лежащемъ на Т, и въ D - на Т (чертежъ 239). Пунктиромъ показаны тѣни отъ двухъ линiй. Построить тѣни отъ третьей линiи и отъ параллелепипеда.



черт.238.

163. Построить тѣнь отъ треугольника АВС на плоскость Q. Точка свѣта (L, 1). Даны hh, C_0 и D (черт.240). Увеличить чертежъ въ 3 раза.

164. Дана перспектива ящика съ верхней наклонной крышкой и буква Т, стоящая основанiемъ А на предметной плоскости (черт.241). На перекладину и на предметную плоскость опирается палка EF. (Буква параллельна К) Построить тѣни, предполагая, что солнце передъ К справа отъ зрителя къ К подъ угломъ 45°, вправо. Высота солнца - 30°. Даны hh, C_0, и О. Длину C_0O увеличить вдвое.



черт.239.

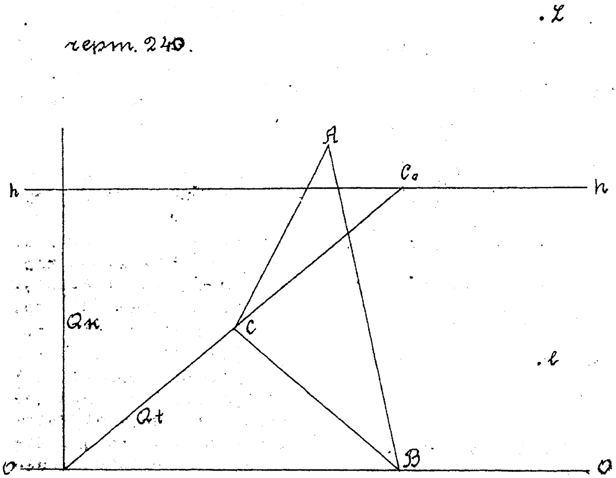
165. Дана перспектива вертикальной стѣны, стоящей на Т. АВ - вертикаль, стоящая на Т (черт.242); тѣнь отъ АВ показана пунктиромъ. Тѣнь отъ линiи DF, перпендикулярной къ данной плоскости и опирающейся на нее, также показана пунктиромъ. Даны hh, C_0 и D. Найти источникъ свѣта и построить тѣнь отъ IH, параллельной FD и опирающейся на ту же плоскость.

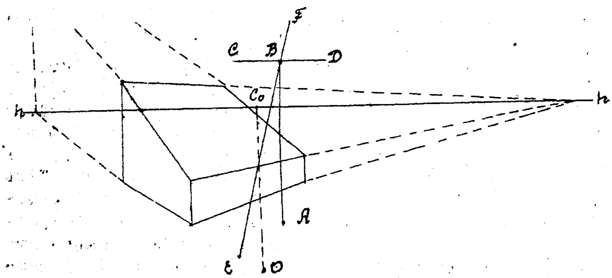
166. Дана перспектива контрфорса, подпирающаго вертикальную стѣну и стоящаго на Т. (Черт.243). У стѣны имѣется прямоугольная ступень (L, 1) источникъ свѣта. Построить тѣнь отъ контрфорса на стѣну ступень и полъ. Дана hh.

167. Дана перспектива внутренняго вида прямоугольной комнаты, задняя стѣна которой снята (черт.244). Построить тѣни отъ различныхъ предметовъ, находящихся внутри комнаты. Пунктиромъ показаны границы чертежа. Даны hh и C_0.

168. Построить перспективу правильной шестигранной призмы, высотою 2,1 м. и со стороной основанія 0,6 м. Призма лежитъ на Т одною изъ своихъ прямоугольныхъ граней. Длинныя ребра ея наклонены къ К подъ угломъ 45 вправо. Координаты точки ея, ближайшей къ К (х = - 0,6 м.; у = 1,8 м.). Въ точкѣ А (х = 0,6 м.; у = 0,6 м.) провести вертикаль длиною 2,4 м. Построить тѣни отъ призмы и линіи при освѣщеніи солнцемъ, находящемся въ К слѣва отъ зрителя въ вертикальной плоскости, наклоненной подъ угломъ 50° къ К. Высота солнца 45°. Н = 1,8 м.; D = 3,3 м. М = 1/60.

черт. 240.





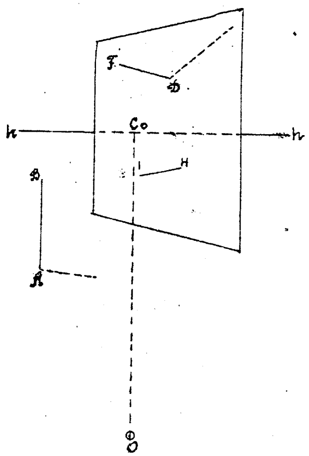
черт. 241.

169. Дана перспектива стѣнъ и двери (черт.245). Въ точкахъ А и В, лежащихъ на Т, построены вертикальныя линіи. AD - тѣнь отъ вертикали А. Даны hh, C_0 и D. Построить тѣнь отъ вертикали В и отъ двери (линію C_0O увеличить вдвое).

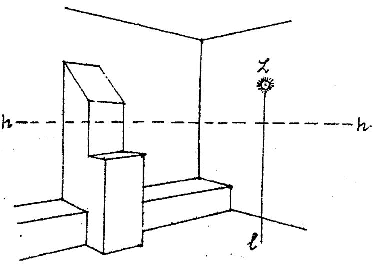
170. Дана перспектива стѣнъ, ограниченныхъ вертикальными и наклонными плоскостями и двухъ крестовъ, изъ которыхъ лѣвый стоитъ на прямоугольномъ фундаментѣ (черт. 246), а правый на Т. Фундаментъ также стоитъ на Т. Даны hh, C_0 и D. Построить тѣни, предполагая, что солнце сзади зрителя въ вертикальной плоскости, наклоненной къ К подъ угломъ 60° слѣва направо. Высота солнца 30°.

171. Дана перспектива прямой призмы съ прямоугольнымъ основаніемъ и съ вершиною, срѣзанною наклонно (черт.247). Призма стоитъ на Т. На верхней ея поверхности въ точкѣ А, проведена вертикальная линія, отъ которой падаетъ на призму тѣнь АВ. Другая вертикаль стоитъ на Т въ точкѣ С и извѣстно направленіе CD тѣни отъ этой вертикали. Найти положеніе источника свѣта, построить тѣни отъ призмы и опредѣлить границу тѣни CD. Дано hh.

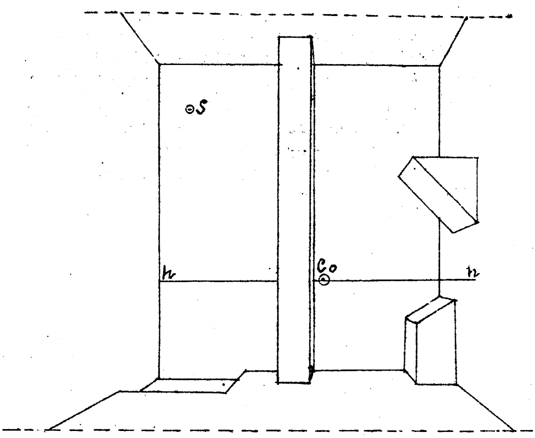
172. Дана перспектива двухъ предметовъ, стоящихъ на Т (черт.243). АВ - прутъ, прибитый къ призмѣ въ точкѣ А, лежащей на поверхности D. Прутъ перпендикуляренъ къ D. Построить тѣни, предполагая, что солнце располо-



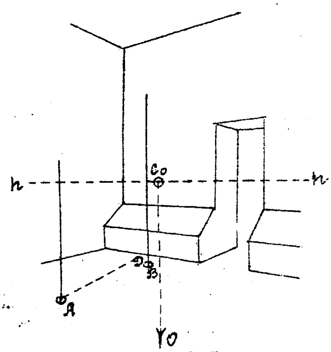
черт. 242



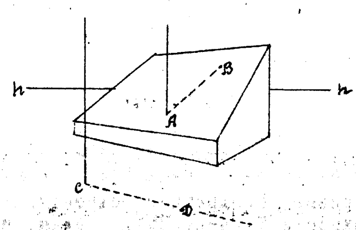
черт. 243



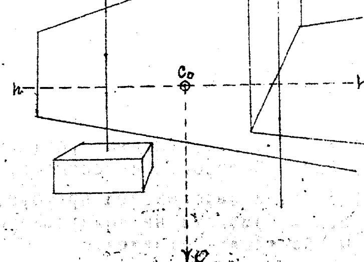
черт. 244



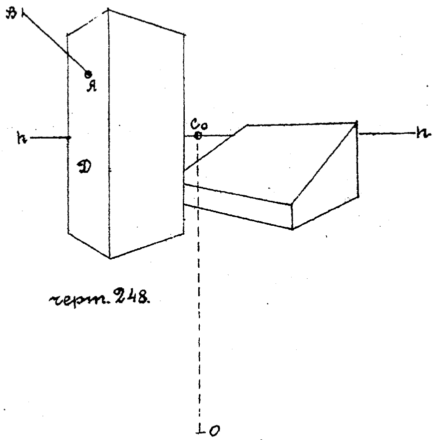
черт. 245



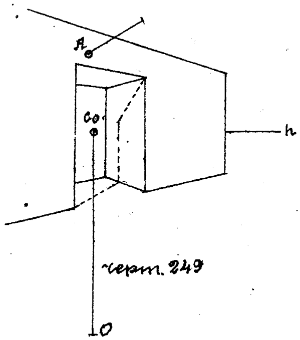
черт. 247



черт. 246



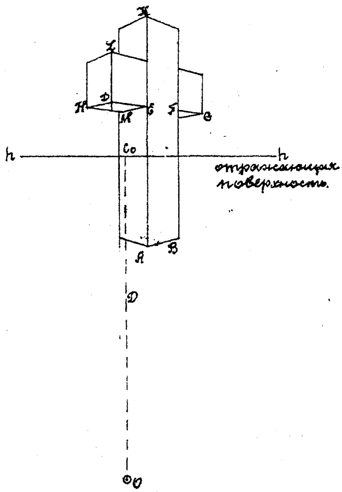
черт. 248.



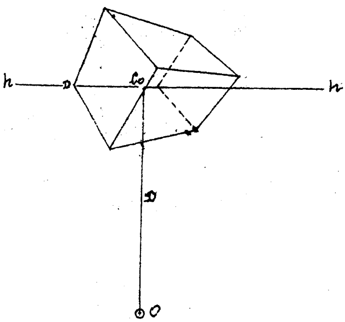
черт. 249

жено сзади и слѣва зрителя, лучи его параллельны вертикальной плоскости, наклоненной подъ угломъ 30° къ К, высота солнца – 30°. Даны hh, C_o и D.

173. Дана перспектива прямоугольной ниши, сдѣланной въ вертикальной стѣнѣ; послѣдняя стоитъ на Т (черт. 249). Пунктиръ показываетъ очертанія тѣни, падающей при освѣщеніи солнцемъ. Въ точкѣ А, лежащей на стѣнѣ, прибить прутъ перпендикулярно къ стѣнѣ. Построить тѣни отъ прута и опредѣлить положеніе и высоту солнца. Даны hh, C_o и D.



черт. 250.

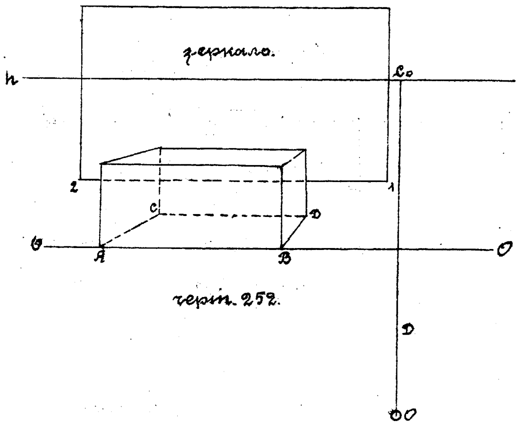


черт. 251.

174. Дана перспектива креста, стоящаго на полированной поверхности Т (черт. 250). Построить перспективу его отраженія въ Т. Даны hh, C_o и D.

175. Дана перспектива прямоугольной призмы, квадратнаго сѣченія, стоящей однимъ ребромъ на полированной поверхности Т (черт. 251). Даны hh, C_o и D. Построить отраженіе.

176. Дана перспектива квадратной прямоугольной призмы, стоящей на Т



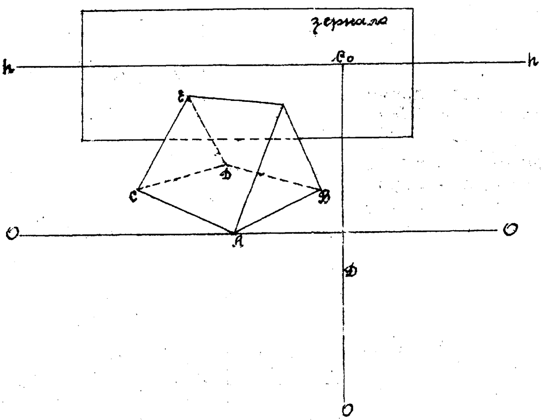
черт. 252.

(черт. 252). Построить отраженіе ея въ вертикальномъ зеркалѣ 1, 2, параллельномъ К. Даны hh, C_0 и D.

177. Дана перспектива правильной трегранной призмы и зеркала, параллельнаго К (черт. 253). Построить отраженіе призмы въ зеркалѣ.

178. Дана перспектива прямоугольнаго параллелепипеда и вертикальнаго зеркала; оба стоятъ на Т (чертежъ 254). Даны hh, C_0 и D. Построить отраженіе параллелепипеда въ зеркалѣ.

179. Дана перспектива зданія, прямоугольнаго въ планѣ, стоящаго на горизонтальной набережной. Дана перспектива вертикальнаго шеста въ А (черт. 255). Внизу показана поверхность воды. Построить отраженіе всѣхъ предметовъ въ водѣ. Даны hh и C_0.



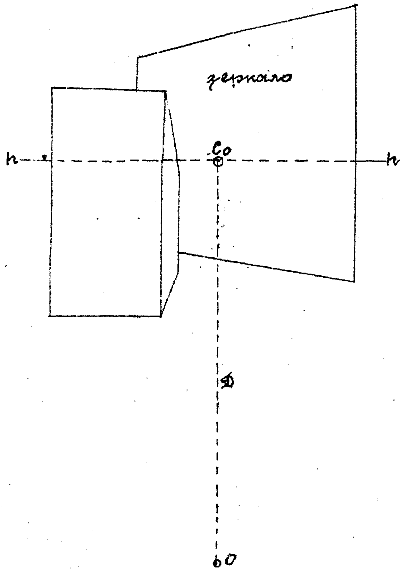
черт. 253.

180. Дана перспектива вертикальнаго зеркала, стоящаго на Т и наклоненнаго къ К (чертежъ 256). Въ зеркалѣ показано отраженіе А вертикальнаго плоскаго прямоугольника, стоящаго на Т. Построить перспективу самого прямоугольника. Даны hh, C_0 и D.

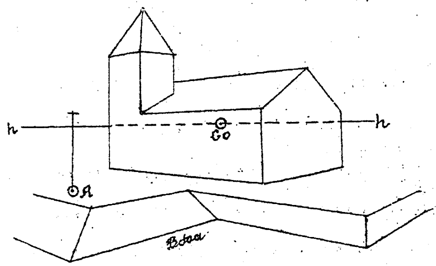
181 На чертежѣ 257 даны половина плана и два фасада дома, расположеннаго на платформѣ. Послѣдняя стоитъ на Т. Построить перспективу дома при условіи, что главный фасадъ его наклоненъ къ К подъ угломъ 60° влѣво; координаты точки А, ближайшей къ зрителю x = - 0,6 м., y = 0,3 м. H = 1,5 м.; D = 3,3 м. M = $^1/_{25}$. Чертежъ увеличить въ 3 раза.

182. На чертежѣ 258 даны: боковой фасадъ, фронтонъ и половина плана собачьей будки, стоящей на Т. Построить перспективу его, предполагая, что фронтонъ наклоненъ къ К подъ угломъ 30° вправо, координаты угла А, ближайшаго къ К (x = - 0,3 м., y = 0.45 м.). H = 0,6 м.; D = 1,8 м. M= $^1/_{12}$. Чертежъ увеличить втрое.

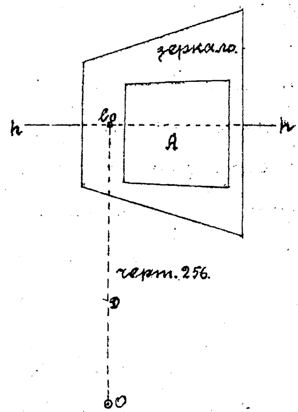
183. Построить перспективу точки (x = - 0,9 м.; y = 0,9 м.). Эту точ-



черт. 254.

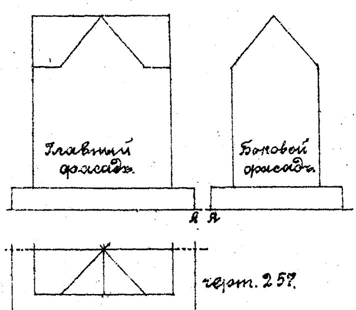


черт. 255



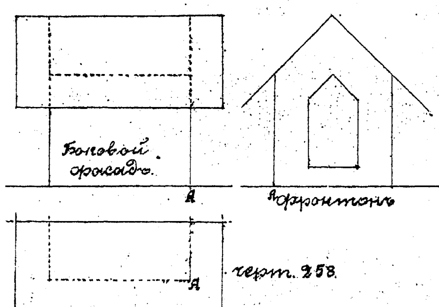
черт. 256.

ку принять за ближайшій къ К уголъ вертикальнаго ребра правильной квадратной призмы, стоящей на Т; сторона квадрата равна 0,6 м. Одна изъ боковыхъ граней призмы наклонена къ подъ угломъ 40° вправо. Построить перспективу этой призмы. Высота ея 3 м. На верхъ ея положить правильную вось-



черт. 257.

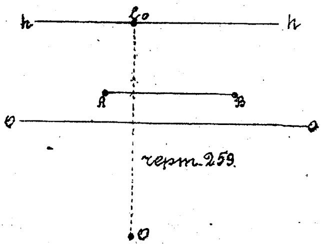
Половина плана.



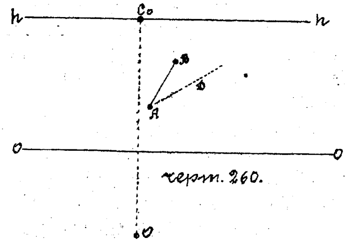
черт. 258.

Половина плана.

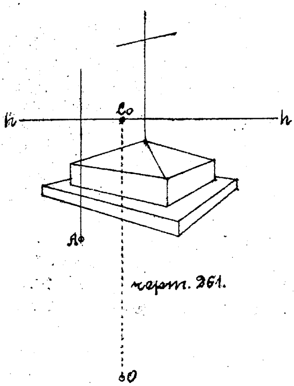
мигранную призму со стороною 0,6 м. и толщиною 0,3 м., помѣстивъ оси этой и квадратной призмы совпадающими другъ съ другомъ. Двѣ противоположныхъ вертикальныхъ грани въ обѣихъ призмахъ должны быть параллельны другъ другу (грани одной призмы - гранямъ другой). На верхней призмѣ поставить пра-



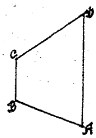
черт. 259



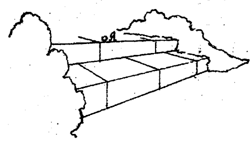
черт. 260.



черт. 261.



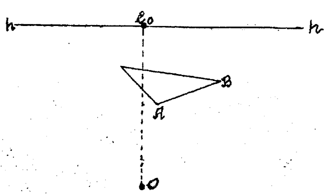
черт. 262.



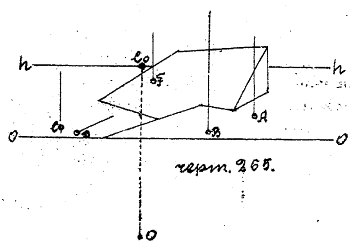
черт. 263.

вильную шестигранную пирамиду, высотою 0,9; основаніе ея совпадаетъ съ верхнимъ основаніемъ шестигранной призмы. H = 1,8 м. D = 3,9 м. M = $^1/_{25}$.

184. Дана перспектива линіи AB, лежащей на T и параллельной K (черт.259) Эта есть ближайшая къ зрителю сторона квадрата, плоскость котораго наклонена къ T подъ угломъ 45° и поднимается, удаляясь отъ зрителя квадратъ этотъ служитъ нижней гранью правильной приз-



черт. 264.



черт. 265.

мы, толщиною 0,6 м. Построить перспективу этой прозмы и на верхней ея грани при томъ же центрѣ ея построить квадратъ со стороною 1,2 м.; стороны этого квадрата наклонены подъ угломъ 45° къ K. Принять этотъ второй квадратъ за основаніе правильной пирамиды, высотою 1,8 м. Даны hh, C_0, OO и D. M = $^1/_{25}$. Чертежъ увеличить втрое.

185. На чертежѣ 260 дана перспектива наклонной линіи AB, опирающейся на T въ точкѣ A и поднимающейся въ сторону отъ зрителя. AB лежитъ въ вертикальной плоскости, пересѣкающейся съ T по линіи AD. Изъ центра B описать кругъ, радіуса 1,5 м., лежащій въ плоскости, перпендикулярной къ AB. Найти линію пересѣченія плоскости круга съ плоскостью T. Даны:

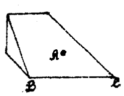
hh, C_0., OO и D. M = $^1/_{25}$. Чертежъ увеличить втрое.

186. Дана (черт.261) перспектива, стоящаго на T памятника, квадратнаго въ планѣ и увѣнчаннаго крестомъ. Въ точкѣ A, лежащей на T, проведена вертикаль. Построить тѣни. Солнце расположено сзади зрителя. Лучи въ вертикальной плоскости, наклоненной къ K подъ угломъ 45°. Высота солнца – 30°. Даны: hh, C_0 и D.

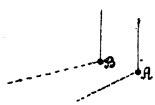
187. На чертежѣ 262 дана перспектива вертикальнаго четыреугольника, стоящаго на T и наклоненнаго къ K подъ угломъ 60° влѣво. Длина AB = 3,6 м. Ребра AD и BC – вертикальны; AD = 2,7 м.; BC = 1,8 м. Найти разстояніе точки зрѣнія до K и опредѣлить C_0. Чертежъ увеличить втрое.

188. На чертежѣ 263 дана перспектива лѣстницы, сдѣланной изъ каменныхъ параллелепипедовъ. Обѣ ступени высотою по 0,15 м. Ширина нижней – 0,45 м. Опредѣлить hh, D и C_0. Построить въ точкѣ A, лежащей на верхней ступени, вертикаль, высотою 0,75 м. Чертежъ увеличить втрое.

189. На чертежѣ 264 дана перспектива картоннаго треугольника, лежащаго на T. Показать, какъ измѣнится эта перспектива, если треугольникъ будетъ повернутъ вокругъ AB въ вертикальное положеніе. Опредѣлить длины сторонъ треугольника, предполагая, что картина проходитъ черезъ точку A. Даны: hh, C_0 и D. Чертежъ увеличить въ три раза.

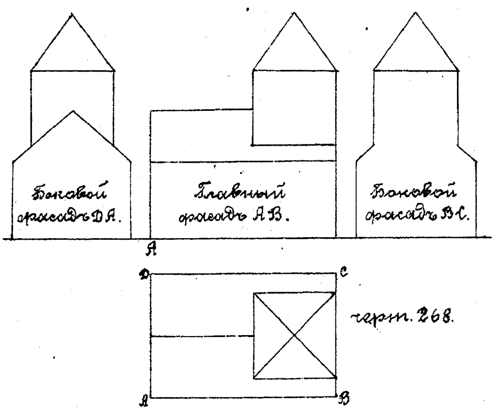


черт. 266

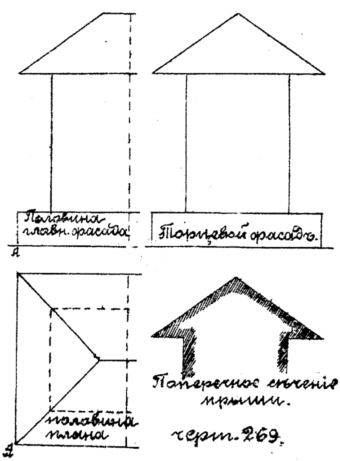


черт. 267

190. Дана перспектива наклонной плоскости (черт.265), пересѣкающей T и еще одну горизонтальную плоскость, расположенную ниже T. Точки A и B лежатъ на T, а точки C и D – на нижней плоскости. Точка F – лежитъ на наклонной плоскости. Линіи, проведенныя черезъ A, B, C, F – вертикальны. Линія, проведенная черезъ D – лежитъ въ нижней плоскости. Всѣ эти линіи должны быть въ пространствѣ равной длины, но вычерчены онѣ невѣрно. Исправить ихъ перспективу, предполагая, что линія, проведенная черезъ A, вѣрна. Даны: hh, C_0., OO и D. Чертежъ увеличить въ три раза.



черт. 268



черт. 269.

191. На чертежѣ 266 дана перспектива трамплина, прямоугольнаго въ планѣ, лежащаго на T. Боковыя его грани вертикальны, а верхняя образова-

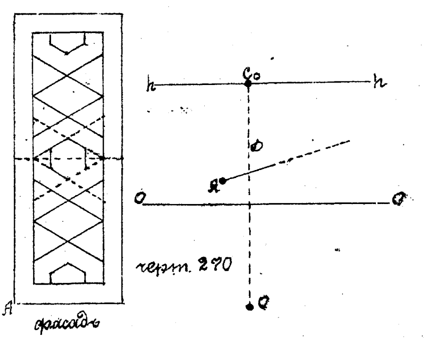
на помѣщенными рядомъ квадратами. Найти hh, C_0 и D. Въ точкѣ А, лежащей на верхней поверхности трамплина, возстановить вертикаль по длинѣ равную длинѣ ВС. Найти уголъ наклона верхней грани къ Т. Чертежъ увеличить въ 3 раза.

192. На чертежѣ 267 дана перспектива двухъ вертикальныхъ линій, проведенныхъ через точки А и В, лежащія на Т. Пунктиромъ показаны тѣни отъ этихъ линій, отбрасываемыя солнцемъ. Высота солнца 30°. H = 0,9 м.; D = = 2,1 м. Найти положеніе солнца, hh, C_0 и O. Найти также длину АВ. M = = $^1/_{25}$. Чертежъ увеличить въ 3 раза.

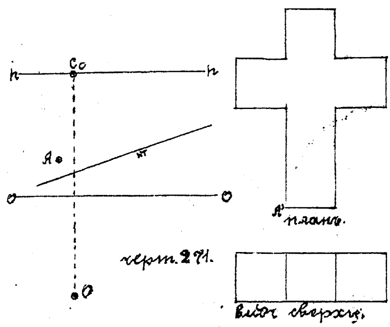
193. На чертежѣ 268 даны: планъ, главный и два боковыхъ фасада зданія, стоящаго на Т. Построить перспективу зданія, предполагая, что АВ наклонено къ К подъ угломъ 30° вправо; координаты точки А, ближайшей къ К (x = 0,6 = y). H = 3 м.; D = 7,2 м. M = $^1/_{50}$. Чертежъ увеличить въ три раза.

194. На чертежѣ 269 даны: половина плана, половина главнаго фасада, боковой фасадъ зданія; показанъ также поперечный разрѣзъ крыши. Домъ стоитъ на платформѣ, а послѣдняя лежитъ на Т. Построить перспективу зданія, предполагая, что его стѣны наклонены къ К подъ угломъ 45°. Главный фасадъ направленъ вправо. Координаты ближайшей къ К точки А (x = 0,9 м.; y = 0,3 м.). H = 1,5 м.; D = 3,9 м. M = $^1/_{25}$. Чертежъ увеличить въ три раза.

195. Построить перспективу точки, лежащей на Т съ координатами x = = - 4 сант., y = 2 сант. Точка эта является основаніемъ ближайшаго къ К вертикальнаго ребра прямой призмы высотою 2 сант., квадратнаго сѣченія (сторона 16 × 16 сант.). Призма квадратнымъ основаніемъ стоитъ на Т. Двѣ вертикальныя ея грани наклонены къ К подъ 50° вправо. Построить перспективу этой призмы. На верхнемъ ея основаніи вычертить кругъ діаметра 10 сант. съ центромъ, совпадающимъ съ центромъ квадрата. Принять этотъ кругъ



черт. 270



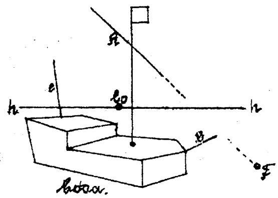
черт. 271.

за основаніе цвѣточнаго горшка, верхъ котораго - также кругъ діаметромъ 18 сант., лежитъ въ горизонтальной плоскости и центръ котораго возвышается на 18 сант. надъ центромъ основанія горшка. Обрисовать очертанія горшка. H = 12 сант. D = 24 сант. Чертежъ строить въ натуральную величину.

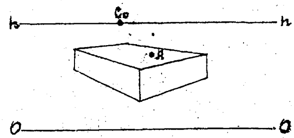
196. На чертежѣ 270 показана перспектива горизонтальной линіи, проведенной въ Т черезъ точку А. Эта линія показываетъ направленіе одной стороны квадрата, который служитъ основаніемъ прямой призмы, стоящей на Т. Построить перспективу этой призмы, фасадъ грани которой вычерченъ слѣва отъ данной схемы. Точка А является основаніемъ ребра ближайшаго къ К. На правой грани призмы показать рисунокъ паркета, данный на чертежѣ. Ри-

сунокъ образованъ системою равностороннихъ треугольниковъ. Для наклонныхъ линій рисунка должны быть построены ихъ точки схода. То же сдѣлать и для лѣвой грани призмы. Даны: hh, C_o, OO и D. Чертежъ увеличить въ три раза.

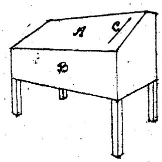
197. На чертежѣ 271 дана перспектива линіи НТ, лежащей въ Т. Эта линія является слѣдомъ на Т плоскости, наклоненной къ Т подъ угломъ 30° и поднимающейся въ направленіи отъ зрителя. А - лежитъ на этой плоскости. Построить перспективу плана креста, рисунокъ котораго данъ, предполагая, что онъ лежитъ на наклонной плоскости, при чемъ его длинныя ребра перпендикулярны къ НТ. Точка А' креста должна совпасть съ точкой А чертежа. Эта точка является ближайшей къ К точкой плана креста. Дополнить перспективу всего креста. Даны: hh, C_o, OO и D. Чертежъ увеличить втрое.



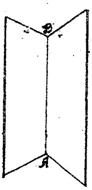
черт. 272.



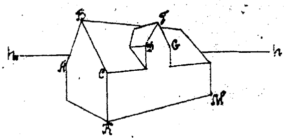
черт. 273



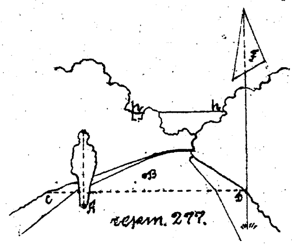
черт. 274.



черт. 275.



черт. 276.



черт. 277.

198. Дана перспектива (черт.272) главныхъ очертаній стариннаго корабля, плывущаго по спокойной водѣ. F - точка схода для линіи А. Линіи С и В лежатъ въ вертикальной продольной плоскости, проходящей черезъ ось корабля. Построить отраженіе корабля въ водѣ. Даны: hh и C_o. Чертежъ увеличить въ три раза.

199. Дана перспектива прямоугольной призмы (черт.273), лежащей на Т. На верхней ея грани лежитъ точка А. Опредѣлить высоту А надъ Т. Найти разстояніе точки зрѣнія О отъ К и опредѣлить разстояніе А отъ К. Даны: hh, C_o и OO. Чертежъ увеличить втрое.

200. Дана перспектива (черт.274) части главныхъ линій металлическаго креста, стоящаго на конькѣ крыши. Всѣ линіи креста лежатъ въ вертикальной плоскости, наклоненной подъ нѣкоторымъ угломъ къ картинѣ. Дополнить перспективу креста въ соотвѣтствіи съ даннымъ его общимъ видомъ. Дано: hh. Чертежъ увеличить втрое.

201. На чертежѣ 274 дана перспектива конторки, стоящей на Т. Верхняя наклонная ея крышка образована соединеніемъ двухъ квадратовъ, поставленныхъ рядомъ. Высота вертикальной стѣнки В равна одной четверти ея длины. Въ каждой изъ этихъ двухъ прямоугольниковъ вписать бордюръ ширины, показанной линіей С.

202. На чертежѣ 275 дана перспектива складныхъ ширмъ, стоящихъ на Т. Ширмы состоятъ изъ двухъ полотнищъ, соединенныхъ по АВ. Каждое полотнище имѣетъ форму прямоугольника съ высотою, равною удвоенной ширинѣ. Найти D и C_0. Опредѣлить уголъ между полотнищами и углы наклона ихъ къ К. Чертежъ увеличить въ 3 раза.

203. Дана перспектива дома, стоящаго на Т (черт.276). Онъ въ планѣ представляетъ прямоугольникъ; вертикальная плоскость, проходящая черезъ конекъ должна быть плоскостью симметрiи дома. Чертежъ выполненъ невѣрно. Исправить перспективу, полагая, что АВС, DFG и КМ вычерчены вѣрно. Горизонтъ данъ. Чертежъ увеличить втрое.

204. Дана перспектива человѣка, стоящаго въ точкѣ А, которая лежитъ на дорогѣ (черт.277). Бровки дороги перпендикулярны къ К. Точка В принадлежитъ уже полотну дороги, имѣющаго въ этомъ мѣстѣ уже нѣкоторый подъемъ. Граница горизонтальнаго и наклоннаго полотна есть линiя CD, параллельная К. F изображаетъ сигналъ опасности для автомобилей. Онъ состоитъ изъ равносторонняго треугольника, укрѣпленнаго на шестѣ. Плоскость треугольника вертикальна и перпендикулярна къ К, основанiе его горизонтально. Построить перспективу человѣка, стоящаго въ В, и имѣющаго высоту ту же, что и человѣкъ А. Опредѣлить: D и уголъ наклона продолженiя дороги къ Т. Горизонтъ данъ. Чертежъ увеличить втрое.

Конецъ.

ОГЛАВЛЕНІЕ.