ИЗВѢСТІЯ
Томскаго Технологическаго Института
Императора Николая II.
т. 8. 1907. № 5.

Д. В. Фростъ.

# ГРАФИЧЕСКІЙ МЕТОДЪ РѢШЕНІЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХЪ ЗАДАЧЪ.

*1—34.*

# Графическій методъ рѣшенія маркшейдерскихъ задачъ.

Въ маркшейдерской практикѣ часто случается рѣшать различныя задачи, въ которыхъ приходится находить геометрическую зависимость между элементами залеганія пластообразныхъ залежей и проводимыхъ въ нихъ выработокъ.

Мы говоримъ только о такого рода мѣсторожденіяхъ, потому что только для нихъ, въ виду ихъ извѣстной правильности залеганія, можно дѣлать какія-либо обобщенія.

Нахожденіе вышеупомянутой зависимости въ каждомъ частномъ случаѣ можно сдѣлать или изъ геометрическаго разсмотрѣнія соотношенія различныхъ элементовъ мѣсторожденія, или чисто аналитическимъ путемъ, пользуясь формулами аналитической геометріи.

Что касается перваго способа, то нужно замѣтить, что выводъ геометрической зависимости между элементами пласта часто требуетъ сложныхъ пояснительныхъ чертежей и потому легко ведетъ къ различнымъ ошибкамъ. Аналитическій методъ, хотя не имѣетъ послѣднихъ недостатковъ, но часто является довольно мѣшкотнымъ и мало нагляднымъ.

Между тѣмъ рѣшеніе маркшейдерскихъ задачъ, по крайней мѣрѣ у насъ въ Россіи, часто производится лицами, не получившими достаточной математической подготовки.

Въ силу высказанныхъ соображеній приходится искать другихъ методовъ, которые при достаточной для рудничной практики точности были бы просты и наглядны.

Подобный методъ дастъ намъ начертательная геометрія, обнимающая собою различные способы графическаго рѣшенія задачъ.

Однимъ изъ этихъ способовъ является методъ проектированія съ числовыми отмѣтками (Cotierte Projectionsmetode), въ которомъ выбирается только одна плоскость проекцій, а вторая замѣняется числовыми отмѣтками, дающими разстояніе точки въ пространствѣ отъ выбранной плоскости проекцій.

Примѣненіе одной такой плоскости проекцій вмѣсто двухъ особенно цѣнно тамъ, гдѣ требуется ясное представленіе о мѣстности и точное обозначеніе всѣхъ находящихся на этой мѣстности предметовъ.

Въ силу этого примѣненіе вышеупомянутаго метода проектированія съ числовыми отмѣтками можетъ имѣть важное значеніе особенно въ маркшейдерскомъ дѣлѣ.

При этомъ методѣ за плоскость проекцій удобнѣе принимать плоскость какого-либо горизонта.

Разстояніе отъ этой плоскости взятыхъ въ пространствѣ точекъ необходимо изображать въ какомъ-либо принятомъ масштабѣ. Такъ какъ это разстояніе можно откладывать отъ плоскости по ту и другую сторону ея, то слѣдуетъ для разстояній въ одну сторону принимать положительныя значенія, а по другую отрицательныя, для точекъ же, лежащихъ на самой плоскости приписывать отмѣтку О. Въ виду возможности выбирать за плоскость проекціи любой горизонтъ, мы въ состояніи выбрать его такъ, чтобы большинство разсматриваемыхъ нами точекъ лежало по ту или другую сторону этой плоскости. Въ такомъ случаѣ отмѣткамъ, обозначающимъ разстояніе большинства точекъ отъ принятой плоскости горизонта, мы можемъ давать положительное значеніе и для сокращенія знака плюсъ не писать, точкамъ же, лежащимъ по другую сторону выбранной плоскости проекцій давать знакъ минусъ.

Какъ видно будетъ изъ послѣдующаго, предлагаемый здѣсь методъ проектированія весьма простъ.

Къ сожалѣнію, онъ мало затронутъ какъ въ иностранной, такъ и въ русской литературѣ.

Въ первой мы можемъ указать на слѣдующія произведенія:

Peschka G.: „Darstellende und projective Geometrie", 1889; „Cotierte Ebenen" 1876; „Cotierte Projectionsmetode und deren Anwendung" 1882; De la Gournerie: „Gèometrie decriptive"; A. Leroy: „Plans cotès". На русскомъ языкѣ затронутый вопросъ разсматривается въ курсѣ начертательной геомеріи профессора Курдюмова.

Въ виду бѣдности литературы по вопросу о разсматриваемомъ методѣ проектированія, прежде чѣмъ приступить къ рѣшенію этимъ методомъ маркшейдерскихъ задачъ, намъ кажется, будетъ не лишнимъ дать нѣкоторыя теоретическія понятія о самомъ методѣ При этомъ мы коснемся только тѣхъ понятій, которыя являются необходимыми для выполненія нашей главной цѣли.

Съ примѣненіемъ метода проектированія съ числовыми отмѣтками для рѣшенія различныхъ маркшейдерскихъ задачъ мнѣ пришлось познакомиться въ Леобенской горной академіи (въ Австріи), гдѣ подобныя задачи предлагались студентамъ профессоромъ Lederer'омъ

Къ сожалѣнію, эти задачи тамъ не были изданы и мнѣ удалось достать лишь нѣсколько заданій.

Старанія мои найти что-нибудь по этому поводу въ литературѣ также не увѣнчались успѣхомъ *). Считая однако подобный методъ рѣшенія маркшейдерскихъ задачъ заслуживающимъ вниманія, я рѣшилъ коснуться этого вопроса.

Предлагая эту работу, я отнюдь не претендую на полную и совершенную разработку данной темы, но буду вполнѣ удовлетворенъ, если указываемый мною методъ рѣшенія маркшейдерскихъ задачъ обратитъ на себя вниманіе спеціалистовъ маркшейдерскаго и горнаго дѣла.

## Краткія понятія о методѣ проектированія съ числовыми отмѣтками.

Точка въ пространствѣ будетъ вполнѣ опредѣлена, если мы дадимъ ея проекцію на опредѣленную горизонтальную плоскость и ея числовую отмѣтку (Cote), т. е. длину перпендикуляра изъ разсматриваемой точки къ данной плоскости проекцій.

Прямая линія опредѣляется двумя принадлежащими ей точками, но послѣднюю удобнѣе изображать ея горизонтальной проекціей и такъ называемымъ масштабомъ уклона (Gefälls—oder Böschungsmahsstab).

Послѣдній заключается въ томъ, что на прямой даются проекціи всѣхъ тѣхъ пунктовъ, разстоянія которыхъ отъ плоскости проекцій выражены въ данномъ рядѣ цѣлыхъ чиселъ.

При этомъ приходится находить разстояніе между проекціями двухъ пунктовъ, разность высотъ которыхъ равна принятой единицѣ масштаба. Это разстояніе, являющееся функціей наклона прямой къ плоскости проекцій, для каждой прямой будетъ величиной постоянной и называется ея интерваломъ (Jntervall).

## Опредѣленіе интервала прямой, нахожденіе проекцій точекъ на ней по даннымъ числовымъ отмѣткамъ ихъ и обратно.

Проектируя данную прямую на горизонтальную плоскость, проходящую черезъ низшую ея точку, и вращая эту прямую около ея проекціи до совпаденія съ плоскостью проекцій, получимъ прямоугольный треугольникъ $abb_0$ (ф. I). Взявъ на данной прямой точку, разстояніе которой отъ плоскости проекцій равно принятой единицѣ, мы получимъ второй прямоугольный треугольникъ $acc_0$.

---

*) Графическое рѣшеніе маркшейдерскихъ задачъ дается въ недавно вышедшемъ трудѣ моего товарища горнаго инженера П. В. Леонтовскаго «Маркшейдерскія задачи», которымъ я отчасти пользовался при выборѣ условій задачъ.

Изъ подобія треугольниковъ $ab_0$ и $ac_0$ выводимъ

$$bb_0 : ab = cc_0 : ac,$$

или

$$\Delta : m = 1 : J.$$

Отсюда интервалъ

$$J = \frac{m}{\Delta} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

и также

$$m = J . \Delta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

$$\Delta = \frac{m}{J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

гдѣ J интервалъ прямой, $m$ разстояніе между проекціями двухъ ея точекъ, $\Delta$ разность высотъ этихъ точекъ.

Въ нашемъ случаѣ

$$J = \frac{m}{\Delta} = \frac{12{,}6}{10{,}5 - 4{,}9} = \frac{12{,}6}{5{,}6} = 2{,}25.$$

Откладывая полученную величину интервала на прямой въ обѣ стороны отъ даннаго пункта, мы получимъ проекціи тѣхъ точекъ которыя лежатъ выше или ниже предыдущихъ на единицу высоты.

Гораздо удобнѣе опредѣлить тѣ пункты прямой, высоты которыхъ были бы выражены въ цѣлыхъ числахъ. Понятно, что для этого вполнѣ достаточно найти одинъ такой пунктъ, чтобы при помощи интервала опредѣлить всѣ остальные. Для опредѣленія проекціи $p$ такого пункта, напримѣръ въ нашемъ случаѣ съ отмѣткой 10, найдемъ разстояніе его отъ точки $b$ съ отмѣткой 10,5.

Примѣняя формулу (2), мы получимъ

$$m = J . \Delta = 2{,}25 . (10{,}5 - 10{,}0) = 1{,}125.$$

Отложивъ на прямой отъ точки $b$ въ сторону убывающихъ отмѣтокъ величину $m = 1{,}125$, мы найдемъ пунктъ $p$ съ отмѣткой 10.

Откладывая снова отъ него въ ту и другую слорону по прямой величину интервала J = 2, 25, мы получимъ рядъ пунктовъ, высоты которыхъ будутъ выражены въ цѣлыхъ числахъ.

Вмѣсто откладыванія, во избѣжаніе накопленія погрѣшностей, удобнѣе и точнѣе найти лва наиболѣе удаленныхъ пункта и полученное между ними разстояніе раздѣлить на число частей, равное разности высотъ найденныхъ пунктовъ.

Пусть намъ дана прямая своей горизонтальной проекціей и масштабомъ уклона ея и на ней пунктъ $c$, отмѣтку котораго требуется опредѣлить. Для этого измѣряемъ по масштабу разстояніе $ac = 1,5$ (ф. II) и $ab = 5$ и опредѣляемъ по формулѣ (3)

$$\Delta = \frac{m}{J} = \frac{1,5}{5} = 0,3.$$

Слѣдовательно разность высотъ пунктовъ $a$ и $c$ будетъ равна 0,3, а потому отмѣтка точки $c$

$$h_c = h_a - 0,3 = 9 - 0,3 = 8,7.$$

Если требуется опредѣлить проекцію пункта $d$, отмѣтка котораго $= 7,6$, то по формулѣ (2) вычисляемъ разстояніе $ed = m$

$$m = J.\,\Delta = 5\,(7,6 - 7) = 3.$$

Такимъ образомъ, отложивъ отъ пункта $e$ разстояніе равное 3, получимъ искомый пунктъ $d$. Для отысканія истинной величины прямой, данной проекціями своихъ конечныхъ точекъ (ф. I), опредѣляютъ отмѣтки этихъ точекъ, если онѣ не даны, и вычисляютъ длину прямой, какъ гипотенузу прямоугольнаго треугольника $abb_0$, у котораго одинъ катетъ горизонтальная проекція прямой, т. е. разстояніе по масштабу прямой $ab$, а другой катетъ разность высотъ точекъ $a$ и $b$

$$L = \sqrt{\Delta^2 + m^2} = \sqrt{(12,6)^2 + (10,5 - 4,9)^2} = - 13,8.$$

Ту же длину прямой можно получить непосредственнымъ построеніемъ.

## Уклонъ прямой (Neigung, Böschung oder Fall).

Подъ уклономъ прямой условимся подразумѣвать тангенсъ угла наклоненія прямой къ горизонту или, другими словами, отношеніе разности высотъ двухъ пунктовъ къ горизонтальной проекціи разстоянія между ними.

Такимъ образомъ

$$\frac{\Delta}{m} = tg\,\varphi = n.$$

Припоминая уравненіе (2)

$$m = J\,\Delta,$$

получаемъ

$$n = \frac{\Delta}{m} = \frac{1}{J} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

или

$$n . J = 1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

Отсюда слѣдуетъ, что уклонъ прямой и ея интервалъ являются величинами взаимно обратными.

## Взаимное положенiе прямыхъ линiй.

Параллельныя прямыя имѣютъ параллельныя проекцiи и одинъ и тотъ же уклонъ къ горизонту, а слѣдовательно и равные интервалы

$$n = n_1 \quad J = J_1$$

Если прямыя пересѣкаются, то и ихъ проекцiи также пересѣкаются, а линiи, соединяющiя одинаковыя отмѣтки этихъ прямыхъ, какъ дѣлящiя стороны угла на равныя части, должны быть между собой параллельны.

При отсутствiи послѣдняго условiя прямыя не могутъ лежать въ одной и той же плоскости, а потому и не будутъ пересѣкаться.

## Изображенiе и опредѣленiе плоскостей.

Такъ какъ плоскость вполнѣ опредѣляется тремя своими точками, двумя лежащими на ней прямыми, а также одной прямой и точкой внѣ послѣдней, то на основанiи предыдущихъ разсужденiй изображенiе плоскостей при помощи вышеупомянутыхъ элементовъ не представляетъ никакого труда. Однако ради достиженiя наибольшей простоты, въ методѣ проектированiя съ числовыми отмѣтками лучше ввести другой способъ изображенiя плоскостей. Съ этою цѣлiю послѣднiя изображаются линiями пересѣченiя ихъ горизонтальными плоскостями, разстоянiя которыхъ отъ плоскости горизонта, принятаго за плоскость проекцiй, выражаются въ цѣлыхъ числахъ. Если провести рядъ такихъ плоскостей, удаленныхъ другъ отъ друга на разстоянiе, равное принятой единицѣ, то линiи пересѣченiя этими плоскостями данной плоскости, а также проекцiи этихъ линiй, горизонтали плоскости, будутъ равноудалены другъ отъ друга.

Проводя прямыя, которыя пересѣкались бы съ полученными горизонталями, и отмѣчая точки пересѣченiя соотвѣтствующими горизонталямъ отмѣтками, мы изобразимъ рядъ прямыхъ, лежащихъ въ одной и той же плоскости (ф. Ш). Этимъ путемъ мы можемъ найти безчисленное множество прямыхъ, лежащихъ въ разсматриваемой плоскости и выраженныхъ своими масштабами уклоновъ.

Вторыми элементами изображенія плоскостей принимаются тѣ изъ этихъ прямыхъ, проекціи которыхъ перпендикулярны къ горизонталямъ. Названныя прямыя будутъ линіями наибольшаго уклона плоскости. Въ самомъ дѣлѣ, линіи, проведенныя перпендикулярно къ горизонталямъ, будутъ обладать наименьшими интервалами, а такъ какъ по формулѣ (4) уклонъ

$$n = \frac{1}{J},$$

то, очевидно, наименьшему интервалу будетъ соотвѣтствовать наибольшій уклонъ или паденіе.

Такимъ образомъ проекція линіи наибольшаго паденія плоскости вмѣстѣ съ масштабомъ уклона этой линіи называется масштабомъ паденія плоскости.

Въ отличіе отъ другихъ прямыхъ, лежащихъ въ той же плоскости и данныхъ также ихъ масштабами, линію наибольшаго паденія,— масштабъ паденія плоскости,—будемъ изображать двойной линіей, какъ это видно на ф. III, гдѣ линія M представляетъ масштабъ паденія плоскости (Böschungsmahsstab).

Понятно, что тангенсъ угла наклона плоскости къ горизонту (тангенсъ угла паденія) равенъ обратной величинѣ интервала масштаба паденія плоскости.

Этихъ предварительныхъ замѣчаній, поясняющихъ собою самый методъ проектированія съ числовыми отмѣтками, достаточно, чтобы приступить къ рѣшенію различныхъ маркшейдерскихъ задачъ.

Въ маркшейдерскомъ искусствѣ плоскость какого-либо пласта или пластовой залежи характеризуется тѣми же элементами, какъ и въ вышеупомянутомъ методѣ, т. е. направленіемъ линіи простиранія пласта, его горизонталью. и линіей паденія и величиной послѣдняго.

При нѣкоторыхъ задачахъ для сравненія будетъ дано одновременно съ графическимъ и численное рѣшеніе. Слѣдуетъ также замѣтить, что нѣкоторыя задачи въ численномъ отношеніи не вполнѣ соотвѣтствуютъ рудничной практикѣ, напримѣръ углы наклона штольнъ, штрековъ взяты большими, чѣмъ это бываетъ въ дѣйствительности.

Послѣднее сдѣлано только ради уменьшенія размѣровъ чертежей, такъ какъ главной цѣлью этой работы является указаніе самаго метода рѣшенія, который останется всегда неизмѣннымъ.

## Маркшейдерскія задачи.

**Задача № 1.** Пластъ встрѣченъ тремя буровыми скважинами A, B, C, горизонтальное положеніе которыхъ и числовыя отмѣтки даны

Требуется опредѣлить простираніе и паденіе пласта.

Численное рѣшеніе. Дано: числовыя отмѣтки скважинъ, положеніе ихъ и направленіе меридіана.

Проводя черезъ точку $a$ (ф. 1), опредѣляющую положеніе наиболѣе глубокой скважины, горизонтальную плоскость и проектируя на послѣднюю остальные пункты, мы получимъ:

$$\omega = \omega_3 + z \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

такъ какъ

$$\omega_1 + [(x + y) - \omega_3] = 180^0,$$

то

$$x + y = 180^0 - (\omega_1 + \omega_3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

Изъ прямоугольнаго треугольника A′B′E слѣдуетъ:

$$z = 90^0 - x, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

а потому

$$\omega = \omega_3 + (90^0 - x). \quad \mathrm{I.}$$

Теперь опредѣлимъ углы $x$ и $y$.

Такъ какъ въ треугольникѣ A′B′C′ (планъ) всѣ три стороны $a$, $b$, $c$ извѣстны, то легко опредѣлить всѣ углы, напримѣръ уголъ при B′

$$tg\, \frac{x+y}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)\,(s-c)}{s\,(s-a)}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

гдѣ

$$s = \frac{a+b+c}{2}.$$

Итакъ $x + y = m$ извѣстно.

Для опредѣленія разности тѣхъ же угловъ получаемъ

$$cs\, x = \frac{\mathrm{EB'}}{\mathrm{A'B'}} = \frac{\mathrm{EB'}}{\mathrm{C}}$$

$$cs\, y = \frac{\mathrm{EB'}}{\mathrm{B'D}} = \frac{\mathrm{EB'}}{\mathrm{b'D}} = \frac{\mathrm{EB'}}{a + (h_3 - h_1)\, ctg\, \gamma}$$

$$tg\, \gamma = \frac{h_2 - h_3}{a}$$

$$\frac{cs\,x}{cs\,y} = \frac{\mathrm{B'D}}{\mathrm{A'B'}} = \frac{a + (h_3 - h_1)\,ctg\,\gamma}{\mathrm{C}} = tg\,\psi \quad . \quad . \quad (6)$$

$$\frac{cs\,x}{cs\,y} = \frac{tg\,\psi}{1}; \quad \frac{cs\,x + cs\,y}{cs\,x - cs\,y} = \frac{tg\,\psi + 1}{tg\,\psi - 1}$$

$$\frac{2\,cs\,\frac{x+y}{2}\,cs\,\frac{x-y}{2}}{-2\,sn\,\frac{x+y}{2}\,sn\,\frac{x-y}{2}} = \frac{sn\,\psi\,sn\,45^0 + cs\,\psi\,cs\,45^0}{sn\,\psi\,sn\,45^0 - cs\,\psi\,cs\,45^0}$$

$$-ctg\,\frac{x+y}{2}\,ctg\,\frac{x-y}{2} = \frac{cs\,(\psi - 45^0)}{sn\,(\psi - 45^0)} = ctg\,(\psi - 45^0)$$

$$tg\,\frac{x-y}{2} = -tg\,(\psi - 45^0)\,ctg\,\frac{m}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Согласно (5) и (7) имѣя

$$\frac{x+y}{2} = \frac{m}{2} \text{ и } \frac{x-y}{2} = \frac{n}{2},$$

опредѣлимъ углы $x$ и $y$, а зная послѣдніе легко опредѣлить по уравненію I уголъ $\omega$, т. е. простираніе мѣсторожденія.

Уголъ паденія получается изъ прямоугольнаго треугольника $E\,b\,b'$

$$tg\,\varphi = \frac{bb^1}{Eb^1}$$

причемъ $\quad bb^1 = h_2 - h_1;\; Eb^1 = EB' = csnz = C.cs\,x$

Такимъ образомъ

$$tg\,\varphi = \frac{h_2\;\;h_1}{C\,cs\,x} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \mathrm{II.}$$

Графическое рѣшеніе (ф. 2).

Раздѣливъ линію AC на четыре части, мы получимъ пунктъ b съ отмѣткой 50, равной отмѣткѣ пункта B. Линія Bb дастъ направленіе простиранія пласта. Масштабъ паденія пласта будетъ перпендикуляренъ къ ней. Проводя горизонтали пласта, мы получимъ интервалъ масштаба паденія, а по нему изъ прямоугольнаго треугольника, у котораго одинъ катетъ равенъ интервалу J, а другой вертикальному разстоянію между сосѣдними горизонталями, опредѣлимъ уголъ паденія $\varphi$.

**Задача № 2.** Пластовое мѣсторожденіе задано двумя пунктами A и B, разность высотъ которыхъ извѣстна, и кромѣ того линіей Bx, направленіе которой и наклонъ къ горизонту измѣрены. Требуется опредѣлить простираніе и паденіе мѣсторожденія.

Рѣшеніе (ф. 3). Дано: А (30). В (60)

Направленіе линіи Вх: $\omega_1$, уклонъ ея къ горизонту: $\varphi_1$.

Искомое: простираніе пласта: $\omega$, паденіе его: $\varphi$.

При помощи угла $\varphi_1$ находимъ интервалъ линіи *Bx* и, откладывая послѣдній отъ точки В, получаемъ на линіи *Bx* пунктъ *a* съ отмѣткой 30. Линія, соединяющая пункты А и *a*, будетъ линіей простиранія, а перпендикулярная къ ней линіей паденія. Если направленіе меридіана дано, то уголъ простиранія опредѣляется непосредственно изъ чертежа, уголъ же паденія изъ прямоугольнаго треугольника на основаніи опредѣленнаго интервала линіи паденія.

**Задача № 3.** Залежь встрѣчена буровой скважиной С, положеніе, числовая отмѣтка на поверхности и глубина которой извѣстны, и штольней *ab*, отъ которой проведенъ штрекъ съ даннымъ уклономъ къ горизонту. Требуется опредѣлить простираніе и паденіе залежи. ($\omega$ и $\varphi$).

Рѣшеніе (ф. 4). Дано: *b* (80); *c* (15); $h = 67$

$$\varphi_1, \ \omega_1.$$

Искомое: $\omega$, $\varphi$

Построивъ прямоугольный треугольникъ по данному острому углу $\varphi_1$ и катету, равному выбранной единицѣ масштаба, опредѣлимъ интервалъ $J_1$ линіи bd. Откладывая его отъ точки b, мы получимъ масштабъ уклона прямой bd.

Такъ какъ отмѣтка на поверхности точки $C = 15$, а глубина буровой скважины $h = 67$, то числовая отмѣтка пункта *c* въ плоскости пласта $= 15 + 67 = 82$. Соединяя точку с съ одноименной отмѣткой прямой bd, мы получимъ линію простиранія. Проводя прямую, перпендикулярную къ послѣдней, и находя на ней числовыя отмѣтки, мы построимъ масштабъ паденія залежи и будемъ знать интервалъ его J. Построивъ прямоугольный треугольникъ по данному интервалу J и единицѣ масштаба, опредѣлимъ уголъ $\varphi$.

*Примѣчаніе.* Въ случаѣ очень острыхъ угловъ интервалъ удобнѣе опредѣлять по формулѣ

$$J = \frac{1}{n} = \frac{1}{tg\,\varphi}$$

**Задача № 4.** Пластъ встрѣченъ квершлагомъ АВ и развѣданъ штреками ВС и BD. Требуется опредѣлить простираніе и паденіе пласта.

Рѣшеніе (ф. 5) Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$; $\omega_2$, $\varphi_2$.

Искомое: $\omega$, $\varphi$.

Опредѣливъ интервалы линій BC и BD по приведенной въ предыдущей задачѣ формулѣ, построимъ масштабы уклоновъ прямыхъ BC и BD.

Соединяя одноименныя отмѣтки этихъ прямыхъ, получимъ линію простиранія. Послѣ этого извѣстнымъ образомъ построимъ масштабъ паденія пласта и опредѣлимъ паденіе его.

**Задача № 5**. При углубленіи шурфа встрѣченъ пластъ и при этомъ опредѣлены направленія и наклонъ къ горизонту линій пересѣченія висячаго бока этого пласта со стѣнками шурфа. Требуется опредѣлить простираніе и паденіе этого пласта.

Рѣшеніе (ф. 6). Дано: $\omega_1$ $\varphi_1$; $\omega_2$, $\varphi_2$.

Искомое: $\omega$, $\varphi$.

Опредѣливъ азимуты линій пересѣченія висячаго бока пласта со стѣнками шурфа и углы наклона этихъ прямыхъ къ горизонту, найдемъ по даннымъ угламъ $\varphi_1$ и $\varphi_2$ интервалы $J_1$ и $J_2$. Соединивъ одноименныя отмѣтки прямыхъ AB и AC и получивъ такимъ образомъ линію простиранія, а перпендикулярно къ ней линію паденія, найдемъ интервалъ послѣдней, послѣ чего опредѣлимъ уголъ паденія пласта.

*Примѣчаніе.* При этомъ совершенно безразлично, въ какую сторону направлены линіи обнаженія пласта, лишь слѣдуетъ возрастающія числовыя отмѣтки располагать въ сторону возстанія линіи обнаженія.

**Задача № 6**. Относительно пластоваго мѣсторожденія извѣстно его простираніе $\omega$ и уголъ наклона $\varphi_1$ діагональнаго штрека, имѣющаго направленіе $\omega_1$ Требуется отыскать уголъ паденія этого мѣсторожденія.

Рѣшеніе (ф. 7) Дано: $\omega$, $\omega_1$ и $\varphi_1$

Искомое: $\varphi$.

Проводя черезъ пунктъ A направленіе меридіана, отложимъ подъ данными углами къ нему отъ точки A линію простиранія мѣсторожденія AB, перпендикулярно къ ней линію паденія, а также горизонтальную проекцію наклоннаго штрека AC. Опредѣливъ затѣмъ изъ прямоугольнаго треугольника по данному углу $\varphi_1$ наклона линіи AC интервалъ ея $= J_1$, отложивъ послѣдній на линіи AC и проводя черезъ концы его горизонтали, мы получимъ интервалъ линіи паденія $= J$, а изъ соотвѣтствующаго прямоугольнаго треугольника уголъ паденія мѣсторожденія $\varphi$.

**Задача № 7**. При прохожденіи горизонтальной выработки встрѣченъ пластъ, причемъ опредѣлены направленія и наклонъ къ горизонту линій пересѣченія висячаго бока этого пласта. Требуется опредѣлить простираніе и паденіе пласта.

Рѣшеніе (ф. 8). Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega$

Искомое: $\varphi$.

Въ данномъ случаѣ линія пересѣченія висячаго бока пласта почвой горизонтальной выработки будетъ линіей горизонтальной, а слѣдовательно линіей простиранія даннаго пласта. Опредѣливъ интервалъ линіи AC, ея числовыя отмѣтки и проводя сосѣднія горизонтали, получимъ интервалъ линіи паденія, а зная его, легко опредѣлимъ и уголъ паденія пласта.

*Примѣчаніе.* Въ данномъ случаѣ направленіе линій обнаженія совершенно безразлично. Эта задача представляетъ частный случай задачи № 5. Если пластъ встрѣченъ наклонной выработкой и измѣрены линіи обнаженія висячаго бока пласта въ почвѣ и стѣнкѣ выработки, то опредѣленіе простиранія и паденія пласта производится такъ же-какъ въ задачѣ № 5.

**Задача № 8**. Для соединенія двухъ горизонтовъ пласта, простираніе и паденіе котораго извѣстны, необходимо провести отъ даннаго пункта A діагональный штрекъ даннаго уклона къ горизонту $\varphi_1$, Требуется опредѣлить его направленіе.

Рѣшеніе (ф. 9). Дано: $\omega$, $\varphi$, $\varphi_1$.

Искомое: $\omega_1$.

Проведя подъ даннымъ угломъ къ направленію меридіана линію простиранія AD и перпендикулярно къ ней линію паденія, отложимъ на послѣдней отъ точки A интервалъ J, полученный по данному углу паденія $\varphi$. Черезъ точку C проведемъ горизонталь пласта и засѣчемъ послѣднюю дугою радіуса, равнаго интервалу $J_1$, соотвѣтствующему углу $\varphi_1$ наклона проектируемаго штрека. Соединяя полученныя точки B и B′ съ точкой A, найдемъ два направленія штрека, удовлетворяющія условіямъ заданія.

**Задача № 9**. Требуется опредѣлить уклонъ къ горизонту діагональнаго штрека *ab*, если дано его направленіе и извѣстно паденіе и простираніе самаго пласта.

Рѣшеніе (ф. 10). Дано: $\omega$, $\varphi$, $\omega_1$.

Искомое: $\varphi_1$.

Построивъ масштабъ паденія пласта и проведя направленіе діагональнаго штрека и горизонтали, получимъ интервалъ прямой *ab*, а изъ прямоугольнаго треугольника уголъ наклона къ горизонту.

**Задача № 10**. Пластъ встрѣченъ квершлагомъ *a*, проведеннымъ отъ шахты *s*. На основаніи развѣдочныхъ работъ было опредѣлено простираніе I на горизонтѣ квершлага *a* и паденіе этого пласта. Требуется опредѣлить линію выхода мѣсторожденія на поверхность и простираніе на горизонтѣ квершлага *b*, если извѣстно вертикальное разстояніе I горизонта отъ поверхности и отъ искомаго нижняго горизонта.

Рѣшеніе (ф. 11). Дано: $\omega$, $\varphi$, $h_1 = 40$, $h_2 = 20$.

Искомое: линія выхода, линія простиранія нижняго горизонта.

Нанеся на карту простираніе I и масштабъ паденія пласта, опредѣлимъ по углу паденія соотвѣтствующій интервалъ и, откладывая его надлежащее число разъ на масштабѣ паденія по ту и другую сторону простиранія I, получимъ необходимыя отмѣтки, а горизонтали, проведенныя черезъ нихъ, дадутъ линію выхода и простираніе на горизонтѣ квершлага $b$.

**Задача № 11**. На горизонтѣ I извѣстны пункты $a$, $b$, $c$ -пласта. На II горизонтѣ, отвѣсная высота котораго надъ первымъ извѣстна, требуется задать начальную точку юберзихбрехена, который долженъ служить встрѣчнымъ забоемъ при углубленіи изъ пункта $a$ по пласту наклонной шахты.

Рѣшеніе (ф. 12). Дано: $a$ (20), $b$ (50), $c$ (70), $h = 40$.

Построивъ по тремъ пунктамъ пласта его простираніе и черезъ точку $a$ масштабъ паденія, найдемъ на послѣднемъ числовую отмѣтку, соотвѣтствующую второму горизонту. Послѣдняя и будетъ начальной точкой юберзихбрехена. Опредѣливъ по интервалу масштаба паденія уголъ паденія и построивъ прямоугольный треугольникъ $aa_0x$, у котораго острый уголъ $= \varphi$, а одинъ катетъ = отвѣсной высотѣ I горизонта надъ вторымъ, мы опредѣлимъ истинную величину этого юберзихбрехена, какъ гипотенузу построеннаго треугольника.

**Задача № 12**. Требуется опредѣлить глубину шахты, проведенной до встрѣчи съ пластомъ, простираніе и паденіе котораго извѣстны.

Рѣшеніе (ф. 13). Дано: $\omega$, $\varphi$, $a$ (22,5).

Искомое: $h$.

Разъ простираніе и паденіе пласта дано, то мы можемъ построить масштабъ паденія даннаго пласта. Опредѣливъ числовую отмѣтку горизонтали, соотвѣтствующей пункту $a$, и вычтя изъ нея альтитуду точки $a$, получимъ глубину шахты

$$H = 142,5 - 22,5 = 120.$$

**Задача № 13**. Пластъ встрѣченъ въ пунктѣ $a$ на поверхности и двумя буровыми скважинами $b$ и $c$. Какова глубина третьей буровой скважины, проведенной въ пунктѣ $d$.

Рѣшеніе (ф. 14). Дано: альтитуды точекъ $a$ (105), $b$ (130), $c$ (110), $d$ (125); глубина буровой скважины въ $b$ $h_1 = 100$ въ $c$ $h_2 = 90$.

Искомое: глубина скважины въ $d$ $h_3 = ?$

Опредѣливъ числовыя отмѣтки пунктовъ встрѣчи буровыми скважинами пласта, построимъ масштабъ паденія послѣдняго и найдемъ числовую отмѣтку пункта встрѣчи пласта третьей скважиной. Вычитая изъ нея альтитуду точки $d$, получимъ глубину третьей скважины.

**Задача № 14**. Пластовое мѣсторожденіе дано пунктами $a$, $b$, $c$; $c$ лежитъ въ I горизонтѣ, а $a$ во второмъ горизонтальномъ штрекѣ. Оба эти основныхъ штрека должны быть соединены проработкой, горизонтальная проекція которой составляетъ уголъ $\alpha$ съ горизонтальнымъ штрекомъ. Требуется опредѣлить направленіе и длину проработки. Какова была бы длина перпендикулярной проработки

Рѣшеніе (ф. 15). Дано: $a$ (120), $b$ (100), $c$ (70), $\alpha = 30$.

Искомое: $\omega_1$, $l$.

Нанеся на карту всѣ пункты и построивъ масштабъ паденія, проводимъ изъ $a$ прямую подъ угломъ $\alpha = 30^0$. Въ пересѣченіи съ верхнимъ штрекомъ получаемъ конечный пунктъ проработки. Истинная величина ея опредѣлится какъ гипотенуза прямоугольнаго треугольника $aef$. Истинная величина перпендикулярной проработки опредѣлится какъ гипотенуза прямоугольнаго треугольника $adk$.

**Задача № 15**. Между двумя горизонтальными штреками, вертикальное разстояніе между которыми извѣстно, проектируется изъ даннаго пункта А въ извѣстномъ направленіи діагональный штрекъ. Требуется опредѣлить уголъ, образуемый діагональнымъ штрекомъ съ нижнимъ горизонтальнымъ.

Численное рѣшеніе (ф. 16). При крутыхъ углахъ паденія каменноугольныхъ пластовъ какъ въ цѣляхъ откатки, такъ и по другимъ причинамъ необходимо бываетъ проводить штреки, которые обладали бы наиболѣе удобнымъ угломъ наклона къ горизонту. Если проводить такіе штреки по линіи паденія, то они будутъ черезчуръ круты для откатки, а потому приходится проводить эти штреки діагонально Пусть будетъ: Е плоскость пласта, Н плоскость горизонта, FS простираніе пласта и въ то же время горизонтальный штрекъ; $fs$ такой же горизонтальный штрекъ въ верхнемъ горизонтѣ.

Отъ пункта А должно провести діагональный штрекъ $x$ = АВ къ высшему горизонту Обозначимъ далѣе: ВС линія паденія пласта, $\angle BAD = \varphi_1$ уголъ, образуемый діагональнымъ штрекомъ съ горизонтомъ, $\angle BAC = \gamma$ уголъ, образуемый діагональю съ линіей простиранія, $\angle BCD = \varphi$ уголъ паденія пласта. Углы $\varphi$, $\varphi_1$ и $\gamma$ находятся въ извѣстномъ отношеніи другъ къ другу.

Уголъ $\gamma$ не можетъ быть очень острымъ, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ давленіе висячаго бока пласта раздробляетъ въ этомъ мѣстѣ уголь.

Слѣдовательно, подобравъ опредѣленный уголъ $\varphi_1$, необходимо убѣдиться, не получается ли уголъ $\gamma$ очень острымъ.

Изъ соотвѣтствующихъ прямоугольныхъ треугольниковъ имѣемъ:

$$\begin{array}{ll} \triangle \mathrm{BAD} & \mathrm{H} = x.\, sn\, \varphi_1 \\ \triangle \mathrm{BCD} & \mathrm{H} = a\, sn\, \varphi \end{array} \Bigg\} \; x.\, sn\, \varphi_1 = a\, sn\, \varphi$$

$$x = \frac{a\, sn\, \varphi}{sn\, \varphi_1}$$

Такимъ образомъ длина діагонали прямо пропорціональна синусу угла паденія пласта и обратно пропорціональна синусу угла, образуемаго діагональю съ горизонтомъ.

Далѣе изъ прямоугольнаго треугольника $\triangle$ BCA имѣемъ

$$a = x.\, sn\, \gamma$$

Подставивъ это значеніе въ верхнее уравненіе, получимъ

$$x = \frac{x.\, sn\, \gamma.\, sn\, \varphi}{sn\, \varphi_1}$$

или

$$sn\, \gamma = \frac{sn\, \varphi_1}{sn\, \varphi}.$$

Такимъ образомъ синусъ угла, образуемаго діагональю съ линіей простиранія пласта, обратно пропорціоналенъ синусу угла паденія.

Если уголъ наклона діагональнаго штрека къ горизонту $\varphi_1$ не данъ, а извѣстно только направленіе діагональнаго штрека, то опредѣлимъ его слѣдующимъ образомъ.

Изъ прямоугольныхъ треугольниковъ имѣемъ:

$\triangle$ ABD: $$tg\, \varphi_1 = \frac{\mathrm{BD}}{\mathrm{AD}}$$

$\triangle$ ADC: $$\mathrm{AD} = \frac{\mathrm{CD}}{sn\, \alpha}$$

$\triangle$ CBD: $$\mathrm{CD} = \mathrm{H}\, ctg\, \varphi.$$

Слѣдовательно

$$\mathrm{AD} = \frac{\mathrm{CD}}{sn\, \alpha} = \frac{\mathrm{H}\, ctg\, \varphi}{sn\, \alpha}$$

и

$$tg\, \varphi_1 = \frac{\mathrm{H}\, sn\, \alpha}{\mathrm{H}\, ctg\, \varphi} = tg\, \varphi.\, sn\, \alpha,$$

но

$$\alpha = \omega - \omega_1.$$

Итакъ, окончательно получимъ

$$tg\,\varphi_1 = tg\,\varphi\, sn\,(\omega - \omega_1).$$

Графическое рѣшеніе (ф. 17).

Дано: $\omega$, $\varphi$, $\omega_1$, H.

Искомое: $\varphi_1$, $\gamma$.

Проведя проекціи верхняго и нижняго горизонтальнаго штрека, а также изъ точки A въ данномъ направленіи проекцію діагональнаго штрека, въ пересѣченіи послѣдней съ проекціей верхняго горизонтальнаго штрека получимъ точку B. Уголъ $\gamma_1$ будетъ угломъ между проекціями діагональнаго и горизонтальнаго штрека. Чтобы найти уголъ $\gamma$ между самими штреками въ пространствѣ, повернемъ плоскость пласта около горизонтальной оси AD до совпаденія съ плоскостью горизонта нижняго штрека. Точки A и D, какъ лежащія на оси вращенія, останутся неподвижными, а точка B, оставаясь на перпендикулярѣ къ оси вращенія, опишетъ дугу, радіусъ которой равенъ гипотенузѣ прямоугольнаго треугольника, у котораго одинъ катетъ—горизонтальное разстояніе точки B отъ оси вращенія, т. е. BD, а другой катетъ—разность высотъ точекъ B и D $= 3\,h_0$.

Построивъ этотъ прямоугольный треугольникъ CBD, засѣкаемъ линію BD дугою радіуса DC.

Соединивъ полученную точку $B_0$ съ A, найдемъ искомую величину угла $\gamma$ между діагональнымъ и нижнимъ горизонтальнымъ штрекомъ.

**Задача № 16.** Изъ даннаго пункта P проектируютъ провести по пласту, простираніе и паденіе котораго извѣстны, діагональный штрекъ до другого даннаго пункта Q. Требуется опредѣлить длину, направленіе и наклонъ къ горизонту этого діагональнаго штрека.

Рѣшеніе (ф. 18). Дано: $\omega$, $\varphi$, P, Q.

Искомое: $l$, $\omega_1$, $\varphi_1$.

Такъ какъ простираніе и паденіе пласта даны, то построимъ извѣстнымъ образомъ масштабъ паденія пласта. Найдя затѣмъ отмѣтки пунктовъ P и Q, для чего проводимъ черезъ эти пункты горизонтали, а также опредѣливъ интервалъ линіи PQ, изъ соотвѣтствующаго прямоугольнаго треугольника получимъ уголъ наклона ея къ горизонту. Истинная величина этой діагонали опредѣлится какъ гипотенуза прямоугольнаго треугольника, у котораго одинъ катетъ горизонтальная проекція искомаго штрека, а другой катетъ разность высотъ пунктовъ P и Q.

**Задача № 17.** Пластъ встрѣченъ тремя буровыми скважинами и опредѣлено его простираніе и паденіе. Для подготовки мѣсторожденія въ висячемъ боку пласта проведена шахта на глубину 50 m. и отъ нея вкрестъ простиранія пройденъ квершлагъ до встрѣчи пласта. Требуется опредѣлить пунктъ встрѣчи пласта квершлагомъ и длину послѣдняго.

Рѣшеніе (ф. 19). Дано: $a$ (60), $b$ (90), $c$ (70), D (30), $h = 50$.

Искомое: $l$; E.

Опредѣливъ извѣстнымъ образомъ линію простиранія и построивъ масштабъ паденія, проведемъ параллельно послѣднему изъ точки D линію до встрѣчи горизонтали пласта, соотвѣтствующей отмѣткѣ пункта встрѣчи пласта шахтой. Эту отмѣтку мы опредѣлимъ, если сложимъ цифры, выражающія отмѣтку точки D на поверхности и глубину шахты. Длина квершлага опредѣлится по масштабу непосредственно изъ чертежа.

**Задача № 18**. Для развѣдки пластоваго мѣсторожденія, встрѣченнаго тремя буровыми скважинами, требуется провести штольню, проходящую вкрестъ простиранія пласта и подъ извѣстнымъ уклономъ къ горизонту.

Рѣшеніе (ф. 20). Дано: $a$ (150), $b$ (200), $c$ (170), $\varphi_1$.

Искомое: пунктъ встрѣчи пласта штольней.

Чтобы опредѣлить точку встрѣчи линіи $d\,f$ (штольни) съ плоскостью M (пласта), проведемъ черезъ данную прямую какую-либо плоскость и найдемъ линію пересѣченія ея съ данной плоскостью. Пересѣченіе полученной прямой съ данной $df$ дастъ искомый пунктъ встрѣчи плоскости съ прямою.

Для нахожденія линіи пересѣченія плоскостей проводимъ изъ какихъ-нибудь двухъ отмѣтокъ, напримѣръ (150) и (170), прямой $df$ горизонтали, параллельныя любому направленію, $fk$ и $dl$ и изъ соотвѣтствующихъ отмѣтокъ плоскости M горизонтали $pk$ и $ql$.

Пересѣченіе линіи, соединяющей пункты $k$ и $l$, съ данной прямой дастъ намъ искомый пунктъ $m$.

**Задача № 19**. Пластъ, простираніе и паденіе котораго извѣстны, пересѣченъ какой-нибудь выработкой, причемъ опредѣлены пункты пересѣченія висячаго и лежачаго бока пласта и ихъ числовыя отмѣтки.

Требуется опредѣлить мощность пласта.

Рѣшеніе (ф. 21). Дано: $\omega$, $\varphi$, $a$ (20), $b$ (21).

Искомое: мощность $m$.

Если мы изъ пункта $b$ висячаго бока пласта опустимъ перпендикуляръ на плоскость другого бока, то длина этого перпендикуляра дастъ намъ искомую мощность. Направленіе послѣдняго будетъ совпадать съ направленіемъ линіи паденія плоскости, а интервалъ его по отношенію къ интервалу масштаба паденія этой плоскости будетъ величиной обратной и съ обратнымъ знакомъ. Для нахожденія длины этого перпендикуляра необходимо опредѣлить пунктъ пересѣченія его съ плоскостью лежачаго бока пласта. Отыскавъ этотъ пунктъ $c$, какъ пересѣченіе прямой съ плоскостью, о чемъ было сказано въ предыдущей задачѣ, найдемъ истинную величину этого перпендикуляра.

Съ этой цѣлію построимъ прямоугольный треугольникъ $bdb_0$, у котораго одинъ катетъ $bd$ равенъ разстоянію между точками $b$ и $d$, а другой $bb_0$ равенъ разности высотъ этихъ точекъ.

Проектируя теперь отрѣзокъ $bc$ на гипотенузу полученнаго прямоугольнаго треугольника, опредѣлимъ мощность пласта $c_0 b_0 = m$, которую остается только измѣрить по масштабу.

**Задача № 20**. Пластъ пройденъ горизонтальной выработкой, длина которой $l$ и направленіе извѣстны.

Кромѣ того опредѣлена числовая отмѣтка пересѣченія выработкой висячаго бока пласта. Какова мощность пласта, если простираніе и паденіе его извѣстны.

*Примѣчаніе.* Подъ пересѣченіемъ пласта выработкой всюду разумѣется пересѣченіе его линіей, направленіе которой совпадаетъ съ направленіемъ выработки.

Рѣшеніе (ф. 22). Дано: $\omega$, $\varphi$, $l = ab$, $a$ (20).

Искомое: мощность $m$.

Такъ какъ выработка горизонтальна, то отмѣтка $a$ и $b$ висячаго и лежачаго бока одинаковы. Въ остальномъ рѣшеніе то же, что и въ предыдущей задачѣ. Истинная величина мощности пласта $m = b_0 c_0$ получится, если мы отрѣзокъ $bc$ спроектируемъ на гипотенузу прямоугольнаго треугольника $def$, у котораго катетъ $de$ равенъ горизонтальному разстоянію между точками $d$ и $e$, а катетъ $ef$ представляетъ разность высотъ тѣхъ же точекъ.

**Задача № 21**. Въ извѣстномъ направленіи по пласту проведенъ діагональный штрекъ. Требуется опредѣлить пунктъ выхода его на дневную поверхность, представляющую горизонтальную плоскость на высотѣ $h$ отъ нулевого горизонта

Паденіе и простираніе пласта извѣстны

Рѣшеніе (ф. 23). Дано: $\omega$, $\varphi$, $\omega_1$, $h = 50$.

Искомое: пунктъ выхода $a$ (50).

Такъ какъ направленіе выработки, простираніе и паденіе пласта извѣстны, то нанесемъ на карту направленіе этой линіи и масштабъ паденія пласта.

Найдя на масштабѣ паденія отмѣтку, соотвѣтствующую дневной поверхности, и проводя черезъ нее горизонталь пласта, мы въ пересѣченіи послѣдней съ направленіемъ выработки получимъ искомый пунктъ выхода.

**Задача № 22**. Требуется опредѣлить пунктъ выхода выработки на дневную поверхность, представляющую горизонтальную плоскость на извѣстной высотѣ отъ нулевого горизонта, если извѣстно направленіе этой выработки и наклонъ ея къ горизонту.

Рѣшеніе (ф. 24). Дано: $\omega$, $\varphi_1$, $h = 220$.

Искомое: пунктъ выхода на поверхность $a$ (220).

Такъ какъ направленіе и наклонъ выработки къ горизонту даны, то мы можемъ построить масштабъ уклона выработки. Отмѣтка послѣдняго, соотвѣтствующая горизонту поверхности, дастъ искомый пунктъ выхода.

**Задача № 23**. Требуется опредѣлить точку выхода выработки, направленіе и уклонъ которой даны, на дневную поверхность одинаковаго склона, на которой извѣстно положеніе трехъ пунктовъ.

Рѣшеніе (ф. 25). Дано: $\omega_1$. $\varphi_1$, A (5), B (11), C (8).

Искомое: пунтъ выхода P.

Построивъ извѣстнымъ образомъ масштабъ паденія поверхности и масштабъ уклона выработки, найдемъ пунктъ пересѣченія выработки съ дневной поверхностью. Для этого намъ нужно отыскать пересѣченіе прямой $ab$ съ плоскостью M, какъ это сдѣлано въ задачѣ № 17. Найдя пунктъ P, опредѣлимъ его числовую отмѣтку. Построивъ треугольникъ $abc$, у котораго катетъ $ab$ горизонтальное разстояніе точекъ $a$ и $b$, а катетъ $bc$ разность высотъ послѣднихъ, разность высотъ точекъ $a$ и $p$ опредѣлимъ какъ отрѣзокъ $pq$, проведенный параллельно линіи $bc$. Прибавляя величину его къ отмѣткѣ точки $a$, получимъ отмѣтку пункта $p$.

**Задача № 24**. Требуется опредѣлить линію выхода пласта, простираніе, паденіе и одинъ пунктъ котораго извѣстны, на дневную поверхность, представляющую горизонтальную плоскость на извѣстномъ разстояніи отъ нулевого горизонта.

Рѣшеніе (ф. 26). Дано: $\omega$, $\varphi$, $h = 15$.

Искомое: линія выхода.

Такъ какъ пересѣченіе любой плоскости горизонтальной плоскостью есть линія горизонтальная, то для рѣшенія этой задачи нужно, построивъ масштабъ паденія пласта, найти его горизонталь, соотвѣтствующую горизонту дневной поверхности. Эта прямая и будетъ линіей выхода пласта на дневную поверхность.

**Задача № 25**. Требуется опредѣлить линію выхода пласта, простираніе, паденіе и одинъ пунктъ котораго извѣстны. на дневную поверхность одинаковаго склона, на которой извѣстно положеніе трехъ пунктовъ.

Рѣшеніе (ф. 27). Дано: $\omega$, $\varphi$. А (160), В (220), С (190). Искомое: линія выхода.

Построивъ масштабы паденія плоскости пласта и дневной поверхности, найдемъ пересѣченіе этихъ плоскостей, для чего необходимо соединить точки пересѣченія одноименныхъ горизонталей этихъ плоскостей. Полученная линія $\alpha\ \beta$ и будетъ линіей выхода пласта на поверхность. Чтобы найти уклонъ этой линіи къ горизонту, опредѣлимъ интервалъ ея, для чего продолжимъ до пересѣченія съ нею горизонтали той или другой плоскости. Зная интервалъ этой прямой, легко найдемъ уголъ наклона ея къ горизонту.

*Примѣчаніе.* При рѣшеніи этой задачи совершенно безразлично направленіе уклоновъ пласта и поверхности. Ходъ рѣшенія нѣсколько измѣняется въ томъ случаѣ если направленія простираній параллельны.

**Задача № 26.** Требуется опредѣлить линію выхода пласта на дневную поверхность, если его простираніе перпендикулярно простиранію дневной поверхности.

Рѣшеніе (ф. 28). Дано: $\omega$, $\varphi$, $\omega_1 = 90 - \omega$, $\varphi_1$.

Искомое: линія выхода

Данная задача представляетъ частный случай предыдущей и рѣшеніе ея ничемъ не отличается отъ рѣшенія той задачи.

**Задача № 27.** Требуется опредѣлить линію выхода пласта на дневную поверхность, если простиранія ихъ параллельны, углы же паденія произвольны

Рѣшеніе (ф. 29). Дано: $\omega$, $\varphi$, $\omega_1 = \omega$, $\varphi_1$.

Искомое: линія выхода.

Такъ какъ линіи простиранія обѣихъ плоскостей параллельны, то и линія пересѣченія этихъ плоскостей параллельна ихъ простиранію. Въ данномъ случаѣ непосредственно нельзя найти пересѣченіе плоскостей, а потому возьмемъ въ плоскости $M_1$ произвольную прямую $ab$ и найдемъ пунктъ пересѣченія ея съ плоскостью пласта М. Такъ какъ линія пересѣченія должна быть параллельна линіи простиранія, то остается только черезъ найденный пунктъ Р провести линію, перпендикулярную къ масштабамъ паденія плоскостей.

*Примѣчаніе.* Въ данной задачѣ плоскости имѣютъ одинаковое направленіе наклоновъ.

Рѣшеніе будетъ одинаково, если плоскости будутъ наклонены и въ разную сторону.

**Задача № 28.** Требуется опредѣлить линію выхода отвѣснаго пласта на поверхность, если извѣстны простираніе его и одинъ пунктъ, а также простираніе и паденіе дневной поверхности.

Рѣшеніе (ф. 30) Дано: $\omega$, P, $\omega_1$, $\varphi_1$, $\varphi = 90^0$.

Искомое: линія выхода.

Такъ какъ пластъ отвѣсный, то линія паденія его изобразится одной точкой P. Линія простиранія будетъ имѣть данное направленіе Очевидно, линія выхода пласта будетъ имѣть одинаковое направленіе съ линіей простиранія этого пласта, а такъ какъ линія выхода будетъ лежать на поверхности, изображенной масштабомъ M, то, проводя горизонтали послѣдняго, получимъ интервалъ линіи выхода, а слѣдовательно опредѣлимъ и ея уклонъ къ горизонту.

**Задача № 29**. Пластъ встрѣченъ тремя буровыми скважинами. Требуется опредѣлить линію выхода его на поверхность, представленную въ горизонталяхъ.

Рѣшеніе (ф 31). Дано: A (400), B (325), C (300).

Искомое: линія выхода.

Построивъ по тремъ даннымъ пунктамъ пласта масштабъ его паденія, проведемъ горизонтали этого пласта до пересѣченія съ одноименными горизонталями поверхности. Соединяя точки пересѣченія, получимъ линію выхода пласта на поверхность.

## Скрещиваніе пластообразныхъ залежей.

Если два пластовыхъ мѣсторожденія пересѣкаются, то это носитъ названіе скрещиванія. Такъ какъ пластообразныя залежи можно представить ограниченными плоскостями, то вмѣсто пересѣченія самихъ залежей мы можемъ разсматривать пересѣченіе ограничивающихъ ихъ плоскостей.

Такимъ образомъ подъ линіей скрещиванія разумѣется линія пересѣченія двухъ плоскостей, принадлежащихъ различнымъ залежамъ. Смотря по положенію плоскостей, ограничивающихъ мѣсторожденіе, относительно горизонта линія пересѣченія можетъ быть или вертикальна, или горизонтальна, или наконецъ произвольно наклонна къ горизонту.

1 Вертикальная линія скрещиванія происходитъ вслѣдствіе пересѣченія двухъ мѣсторожденій, которыя расположены отвѣсно, но имѣютъ различное простираніе.

2. Горизонтальная линія скрещиванія получается отъ пересѣченія двухъ мѣсторожденій, простиранія которыхъ параллельны, но углы паденія различны.

3. Наклонная линія сркещиванія получается во всѣхъ прочихъ случаяхъ.

Линія скрещиванія вполнѣ опредѣлится въ пространствѣ, если будутъ извѣстны ея направленіе, одинъ изъ пунктовъ и наклонъ къ горизонту.

Опредѣленіе линіи скрещиванія ничѣмъ по существу не отличается отъ опредѣленія выхода пласта на поверхность.

**Задача № 30.** Дано простираніе и паденіе двухъ пересѣкающихся пластовъ или залежей. Требуется опредѣлить простираніе и паденіе линіи ихъ скрещиванія.

Численное рѣшеніе.

Изъ ф. 32 имѣемъ.

$$\omega = \omega_1 - (\mathrm{P} + 180^0) \quad . \quad . \quad (1)$$

$$\omega = \omega_1 - (90^0 - x + 180^0) = \omega_1 - (270^0 - x)$$

$$tg\,\varphi = \frac{h}{a} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

гдѣ $\omega$ направленіе линіи скрещиванія, $\varphi$ уголъ наклона ея къ горизонту.

Далѣе

$$\left.\begin{aligned} m &= 180^0 - (x + y) \\ m &= \omega_1 - \omega_2 \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad (3)$$

Слѣдовательно

$$x + y = 180^0 - m = 180^0 - (\omega_1 - \omega_2) \quad . \; . \; . \; . \quad (4)$$

Для отысканія $x$ и $y$ найдемъ ихъ разность. Изъ прямоугольныхъ треугольниковъ:

$$\left.\begin{aligned} &\triangle\ \mathrm{EE'G} && a_1 = h\,ctg\,\varphi_1 \\ &\triangle\ \mathrm{FF'G} && a_2 = h\,ctg\,\varphi_2 \\ &\triangle\ \mathrm{E'H'G} && cos\,x = \frac{a_1}{a} \\ &\triangle\ \mathrm{F'H'G} && cos\,y = \frac{a_2}{a} \end{aligned}\right\} \quad . \quad (4^1)$$

Отсюда

$$\frac{cos\,x}{cos\,y} = \frac{a_1}{a_2} = \frac{ctg\,\varphi_1}{ctg\,\varphi_2} = tg\,\psi \quad . \; . \; . \; . \quad (5)$$

Преобразовывая это выраженіе, какъ это было нами произведено въ задачѣ № 1, мы получимъ

$$tg\,\frac{x - y}{2} = -\,tg(\psi - 45^0)\,tg\,\frac{x + y}{2} \quad . \; . \; . \; . \quad (6)$$

Зная теперь сумму и разность $x$ и $y$, мы опредѣлимъ каждое изъ нихъ въ отдѣльности, а слѣдовательно:

$$P = 90^0 - x.$$

Итакъ направленіе линіи скрещиванія по уравненію (1)

$$\omega = \omega_1 - (P - 180^0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \mathrm{I}.$$

Наклонъ къ горизонту линіи скрещиванія по уравненію (2)

$$tg\,\varphi = \frac{h}{a},$$

или принимая во вниманіе выраженія ($4^1$), получимъ

$$\left.\begin{aligned} h &= a_1\,tg\,\varphi_1 = a\cos x\,tg\,\varphi_1 \\ h &= a_2\,tg\,\varphi_2 = a\cos y\,tg\,\varphi_2 \end{aligned}\right|$$

Слѣдовательно наклонъ линіи скрещиванія къ горизонту

$$tg\,\varphi = \cos x.\ tg\,\varphi_1 = \cos y.\ tg\,\varphi_2 \quad . \quad . \quad . \quad \mathrm{II}.$$

Графическое рѣшеніе (ф. 33). Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega_2$, $\varphi_2$

Искомое: $\omega$, $\varphi$.

Отложивъ линіи простиранія мѣсторожденій и построивъ масштабы паденія ихъ на пересѣченіи одноименныхъ горизонталей, найдемъ второй пунктъ пересѣченія, и соединяя его съ первымъ общимъ пунксомъ мѣсторожденій C, получимъ линію скрещиванія, направленіе которой опредѣлится непосредственно изъ чертежа, а уголъ наклона при помощи ея интервала J изъ соотвѣтствующаго прямоугольнаго треугольника.

**Задача № 31.** Требуется опредѣлить углы паденія двухъ пересѣкающихся пластовъ на основаніи извѣстнаго простиранія ихъ, а также направленія и угла наклона линіи скрещиванія ихъ.

Рѣшеніе (ф. 34). Дано: $\omega_1$, $\omega_2$, $\omega$, $\varphi$.

Искомое: $\varphi_1$, $\varphi_2$.

Проведя черезъ общій пунктъ C линіи простиранія пластовъ и линію ихъ скрещиванія, а также перепендикулярно къ линіямъ простиранія масштабы паденія, найдемъ интервалъ линіи скрещиванія.

Проводя затѣмъ черезъ отмѣтки линіи скрещиванія горизонтали того и другого пласта, мы получимъ интервалы масштабовъ ихъ паденія, а слѣдовательно опредѣлимъ и углы паденія.

**Задача № 32.** Даны углы паденія пластовъ, а также направленіе и уголъ наклона линіи ихъ скрещиванія. Требуется опредѣлить простираніе пластовъ.

Рѣшеніе (ф. 35). Дано: $\varphi_1$, $\varphi_2$, $\omega$, $\varphi$.

Искомое: $\omega_1$, $\omega_2$.

Проводимъ сначала черезъ какой либо пунктъ линію скрещиванія и найдя по углу $\varphi$ интервалъ ея, откладываемъ послѣдній отъ начальнаго пункта C по линіи скрещиванія. Опредѣливъ далѣе по угламъ $\varphi_1$, $\varphi_2$, интервалы $J_1$, и $J_2$, опишемъ на интервалѣ J, взятомъ на линіи скрещиванія, какъ на діаметрѣ окружность и засѣчемъ послѣднюю изъ конца діаметра K радіусами, равными интерваламъ $J_1$ и $J_2$. Проводя теперь черезъ пунктъ C линіи, параллельныя прямымъ PL и PN, мы получимъ линіи простиранія пластовъ, а перпендикулярно къ нимъ построимъ масштабы паденія. Проводя изъ отмѣтокъ линіи скрещиванія горизонтали того и другого пласта, мы получимъ на масштабахъ паденія всѣ числовыя отмѣтки ихъ.

**Задача № 33**. Требуется опредѣлить уголъ, который образуетъ въ пространствѣ линія скрещиванія съ линіей простиранія одного изъ пересѣкающихся пластовъ, если простиранія и паденія послѣднихъ извѣстны.

Численное рѣшеніе.

Уголъ $\delta$, который требуется опредѣлить, получается изъ прямоугольнаго треугольника EGH (ф. 36).

$$\sin\delta = \frac{EG}{GH} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Но изъ прямоугольныхъ треугольниковъ E′H′G, EE′G и HH′G имѣемъ:

$$EG = \frac{h}{\sin\varphi_1} = \frac{a_1}{\cos\varphi_1}$$

$$HG = \frac{h}{\sin\varphi} = \frac{a}{\cos\varphi}$$

$$a_1 = a\cos x$$

Слѣдовательно:

$$\sin\delta = \frac{a_1\cos\varphi}{a\cos\varphi_1} = \frac{a\cos x\cos\varphi}{a\cos\varphi_1} = \frac{\cos x.\cos\varphi}{\cos\varphi_1} \quad . \quad . \quad . \quad \text{I.}$$

Неизвѣстныя величины въ послѣдней формулѣ $\cos x$ и $\cos\varphi$ опредѣлятся изъ уравненій (4), (6) и (II), выведенныхъ при рѣшеніи задачи № 30.

Графическое рѣшеніе (ф. 37). Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega_2$, $\varphi_2$.

Искомое: $\omega$, $\varphi$.

Такъ какъ мы знаемъ уголъ между проекціей линіи скрещиванія съ линіей простиранія, то, чтобы найти уголъ, образуемый этими линіями въ пространствѣ, намъ нужно привести плоскость, проходящую черезъ линію простиранія и линію скрещиванія, въ горизонтальное положеніе, повернувъ ее около горизонтали AC, какъ около оси.

При этомъ, какъ мы видѣли уже въ задачѣ № 15. точки C и F, какъ лежащія на оси, не измѣнятъ своего положенія, точка же D, оставаясь при вращеніи въ плоскости перпендикулярной къ оси, опишетъ дугу, радіусъ которой будетъ равенъ гипотенузѣ прямоугольнаго треугольника DFH, у котораго одинъ катетъ длина перпендикуляра DF до оси AC, а другой катетъ разность высотъ точекъ C и D. Построивъ названный треугольникъ и засѣкая дугою радіуса FH, равнаго гипотенузѣ этого треугольника, продолженіе этого перпендикуляра DF, мы получимъ точку G, т. е. новое положеніе точки D, когда плоскость ACD будетъ приведена въ горизонтальное положеніе.

Соединяя полученную точку G съ точкой C, мы получимъ величину угла ACG въ пространствѣ между линіей простиранія и линіей скрещиванія.

## Перемѣщенія пластообразныхъ мѣсторожденій.

Въ рудничной практикѣ часто случается встрѣчаться съ различными перемѣщеніями пластообразныхъ мѣсторожденій.

Задачей маркшейдера въ этомъ случаѣ является численное или графическое рѣшеніе вопроса о нахожденіи перемѣщенныхъ частей мѣсторожденія и опредѣленіе характера движенія отдѣльныхъ частей.

Если при перемѣщеніяхъ не происходитъ взаимнаго проникновенія перемѣщенной части въ сбрасыватель, то мы можемъ разсматривать слѣдующіе роды движенія:

1. Прямолинейное движеніе въ любомъ направленіи въ плоскости сбрасывателя: (ф. 38).

a) сбросъ, если движеніе происходитъ по линіи паденія внизъ,

b) взбросъ, если движеніе совершается вверхъ,

c) діагональный сбросъ или взбросъ, если передвиженіе происходитъ не по линіи паденія;

2. Врачательное движеніе, причемъ ось вращенія перпендикулярна къ плоскости сбрасывателя;

3. Комбинація нѣсколькихъ видовъ движенія.

Различіе между этими тремя родами движенія заключается въ томъ, что въ первомъ случаѣ перемѣщеніе пласта или жилы происходитъ параллельно самому себѣ, а слѣдовательно уголъ, образованный оставшейся въ покоѣ и перемѣщенной части мѣсторожденія съ сбрасывателемъ, остается постояннымъ. Послѣднее условіе весьма важно какъ для численнаго нахожденія перемѣщенныхъ частей, такъ въ особенности для графическаго рѣшенія этого вопроса.

На основаніи этого условія родъ движенія легко узнать изъ относительнаго положенія линій пересѣченія оставшейся въ покоѣ и перемѣщенной части мѣсторожденія съ сбрасывателемъ.

1. Если линіи скрещиванія той и другой части мѣсторожденія съ сбрасывателемъ между собой параллельны, то движеніе будетъ прямолинейнымъ;

2. Если эти линіи не параллельны, то движеніе является вращательнымъ или комбинаціей двухъ родовъ движенія.

Въ маркшейдерской практикѣ задача объ отысканіи перемѣщенныхъ частей мѣсторожденія играетъ весьма большую роль, такъ какъ въ случаѣ встрѣчи такихъ перемѣщеній является необходимымъ опредѣлить то направленіе, въ которомъ слѣдуетъ продолжать работу, чтобы встрѣтить перемѣщенную часть.

Вывести какія-либо точныя правила для отысканія перемѣщенныхъ частей мѣсторожденій невозможно, однако нѣкоторыя руководящія начала могутъ значительно помочь разрѣшенію этой трудной задачи.

1. При осадочныхъ образованіяхъ, висячій и лежачій бока у которыхъ различны, при происходящихъ перемѣщеніяхъ должна сохраниться послѣдовательность напластованія различныхъ породъ.

Имѣя это въ виду, мы можемъ рѣшить, находимся ли въ перемѣщенной части мѣсторожденія или оставшейся нетронутою, при чемъ подъ первой будемъ понимать ниже расположенную часть мѣсторожденія.

Предположимъ, что кровлю пласта составляютъ сланцевыя породы, а почву песчаники. Въ такомъ случаѣ, если въ пунктѣ $A_0$ (ф. 39) будетъ встрѣчено перемѣщеніе пласта и далѣе сбрасывателя за точкой $A_0$ будетъ находиться сланецъ, то это будетъ доказательствомъ, что мы находимся въ неперемѣщенной части мѣсторожденія. Наоборотъ, если при работахъ за пунктомъ $B_0$ будетъ найденъ песчаникъ, то это укажетъ, что данная часть пласта является перемѣщенной.

Къ числу другихъ признаковъ, указывающихъ на направленіе перемѣщенія, принадлежатъ:

2. механическія примѣшанныя частицы мѣсторожденія, встрѣчающіяся въ щеляхъ сбрасывателя,

3. такъ называемые штрихи скольженія и зеркальная поверхность въ самой породѣ,

4. изгибы мѣсторожденія въ пунктѣ перемѣщенія.

Не останавливаясь болѣе на разсмотрѣніи перечисленныхъ признаковъ, сдѣлаемъ предположеніе, что по тѣмъ или другимъ даннымъ можно точно сказать, является ли при перемѣщеніи извѣстная часть мѣсторожденія высшей или низшей по отношенію къ другой, искомой. Не смотря на большое число правилъ даваемыхъ для отысканія неизвѣстныхъ частей пласта или жилы, большинство изъ нихъ являются или крайне не ясными, или же не общими, а требующими извѣстныхъ ограниченій.

Кромѣ того всѣ авторы этихъ правилъ, какъ то Schmidt, Carnall, Zimmermann и др. при своихъ выводахъ исходятъ изъ того предположенія. что при перемѣщеніи мѣсторожденіе скользитъ по линіи паденія сбрасывателя.

Дѣйствительность однако не оправдываетъ послѣдняго, такъ какъ движеніе при дислокаціи можетъ происходить подъ различными углами къ линіи паденія сбрасывателя.

Прежде чѣмъ перейти къ рѣшенію задачъ по отысканію неизвѣстныхъ при перемѣщеніи частей мѣсторожденій, условимся въ нѣкоторыхъ обозначеніяхъ.

Предположимъ, что часть мѣсторожденія AB (ф. 39) со всѣми выше лежащими породами перемѣстилась по линіи паденія сбрасывателя въ положеніе $A_1B_1$, а часть CD осталась въ первоначальномъ.

Подобное явленіе носитъ названіе правильнаго сброса.

$Bb = h$ отвѣсная высота сброса,

$B'b = s$ почва сброса,

$BB' = f$ наклонная высота сброса.

Часть мѣсторожденія, прилегающая къ висячему боку сбрасывателя въ нѣкоторыхъ случаяхъ при перемѣщеніяхъ можетъ находиться выше. чѣмъ прилегающая къ лежачему боку.

При этомъ получается такъ называемое двойное положеніе мѣсторожденія и подобныя перемѣщенія носятъ названіе взбросовъ или надвиганій.

Подобнаго рода двойныя положенія являются причиной многихъ сомнѣній.

Напримѣръ, при помощи буровой скважины можно констатировать присутствіе двухъ пластовъ или жилъ, тогда какъ въ дѣйствительности будутъ только двѣ части одного и того же мѣсторожденія (ф. 40)

Возьмемъ другой случай. Пусть будетъ (ф. 41)

$L_1$ оставшаяся въ прежнемъ положеніи часть залежи,

$L_2$ перемѣщенная часть ея,

VV сбрасыватель,

BA линія скрещиванія оставшейся не перемѣщенной части мѣсторожденія съ сбрасывателемъ,

BB′ линія скольженія вдоль линіи паденія сбрасывателя,

B′C линія скрещиванія перемѣщенной части мѣсторожденія съ сбразывателемъ,

B и B′ пункты обѣихъ частей мѣсторожденія, соотвѣтствовавшие ранѣе одному пункту.

BB′ = $f$ наклонная высота перемѣщенія,

BD = $h$ отвѣсная высота послѣдняго,

B′D = $s$ почва и

AB′ = $g$ величина перемѣщенія.

Если простираніе и паденіе мѣсторожденія и сбрасывателя, а также одна изъ величинъ $f$, $h$, $s$, $g$ будутъ извѣстны, то всѣ остальныя можно опредѣлить изъ прямоугольныхъ треугольниковъ BB′D и ABB′.

Подобное перемѣщеніе можно построить, причемъ получимъ опредѣленный пунктъ, по направленію къ которому отъ начальнаго пункта маркшейдеру слѣдуетъ вести развѣдку, чтобы достигнуть другой искомой части мѣсторожденія.

Построеніе лучше всего производить по методу проектированія съ числовыми отмѣтками, такъ какъ послѣдній, какъ и при рѣшеніи всѣхъ остальныхъ задачъ, даетъ маркшейдеру весьма простое и общее правило для разысканія неизвѣстныхъ частей.

При этомъ только слѣдуетъ всегда принимать во вниманіе, что если за сбрасывателемъ выработкой встрѣчены породы лежачаго бока, то передъ нами находится перемѣщенная часть мѣсторожденія.

Встрѣтивъ же за сбрасывателемъ породы висячаго бока, необходимо заключить, что работы ведутся въ неперемѣщенной части.

Выведенное далѣе правило остается справедливымъ и въ томъ случаѣ, если перемѣщеніе мѣсторожденія произошло не по линіи паденія сбрасывателя, а по какому-либо другому направленію.

Паденіе пласта и сбрасывателя будемъ считать согласнымъ, если стрѣлки, указывающія направленіе паденія въ остромъ углу между линіями простиранія пересѣкающихся плоскостей, обращены въ одну сторону, и несогласнымъ при направленіи стрѣлокъ въ разныя стороны, какъ это видно на ф. 41-а и 41-b

На послѣдующихъ чертежахъ направленіе развѣдокъ для отысканія неизвѣстныхъ при перемѣщеніи частей мѣсторожденія будетъ также указано стрѣлками.

## Прямолинейное перемѣщеніе.

**Задача № 34.** Въ пластовомъ мѣсторожденіи, простираніе и паденіе котораго извѣстно, при пунктѣ A было встрѣчено перемѣщеніе и при этомъ опредѣлено простираніе и паденіе сбрасывателя. Требуется опредѣлить, въ какомъ направленіи слѣдуетъ продолжать работу, чтобы достигнуть неизвѣстной части мѣсторожденія, если паденіе его и сбрасывателя согласное и если по прохожденіи послѣдняго встрѣчены породы висячаго бока.

Рѣшеніе (ф. 42) Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega$, $\varphi$.

Такъ какъ за сбрасывателемъ встрѣчены породы висячаго бока, то мы находимся въ несмѣщенной части залежи. Слѣдовательно искомая перемѣщенная часть будетъ находиться ниже, а потому построеніе слѣдуетъ сдѣлать на лежачей сторонѣ мѣсторожденія и сбрасывателя.

Если высота перемѣщенія намъ неизвѣстна, то мы можемъ опредѣлить лишь одно направленіе, въ которомъ слѣдуетъ искать неизвѣстную часть мѣсторожденія.

Нанеся на карту простиранія залежи и сбрасывателя, на основаніи угловъ паденія ихъ построимъ масштабы паденія и по извѣстному правилу линію скрещиванія $S_1$ несмѣщенной части залежи съ сбрасывателемъ.

Если скольженіе мѣсторожденія въ данномъ случаѣ происходило по направленію линіи паденія сбрасывателя, то пунктъ B будетъ соотвѣтствующимъ пункту A. Черезъ пунктъ B параллельно линіи $S_1$ должна проходить линія скрещиванія $S_2$ перемѣщенной части съ сбрасывателемъ.

Въ пересѣченіи этой линіи съ послѣднимъ получается пунктъ D, который лежитъ на той же высотѣ, какъ и пунктъ A. Линія A D даетъ направленіе изысканія, причемъ пунктъ D будетъ соотвѣтствовать перемѣщенной части мѣсторожденія.

На практикѣ углы при A и D являются обыкновенно округленными.

**Задача № 35.** Требуется при условіяхъ предыдущей задачи отыскать перемѣщенную часть мѣсторожденія, если скольженіе послѣдняго произошло въ любомъ направленіи

Рѣшеніе (ф. 43). Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega$, $\varphi$.

Построеніе вполнѣ аналогично тому, какъ въ предыдущей задачѣ, только линія скрещиванія $S_2$ перемѣщенной части залежи съ сбрасывателемъ будетъ проходить черезъ пунктъ B, лежащій на линіи скольженія, не совпадающей въ данномъ случаѣ съ линіей паденія сбрасывателя.

**Задача № 36**. Въ пунктѣ А зележи было встрѣчено перемѣщеніе ея. Простираніе и паденіе какъ сбрасывателя такъ и залежи извѣстны. Требуется указать направленіе, въ которомъ слѣдуетъ искать неизвѣстную часть залежи, если опредѣлено, что она является перемѣщенной, и если паденіе залежи и сбрасывателя несогласное.

Рѣшеніе (Ф. 44). Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega$, $\varphi$.

Такъ какъ отыскивается перемѣщенная часть мѣсторожденія, то построеніе слѣдуетъ производить на лежачей сторонѣ залежи и сбрасывателя. Въ остальномъ ходъ рѣшенія прежній.

**Задача № 37**. Въ залежи $L_2$, простираніе и паденіе которой извѣстны, встрѣчено перемѣщеніе. Простираніе и паденіе сбрасывателя опредѣлено. Требуется найти вторую неизвѣстную часть залежи, если паденіе послѣдней и сбрасывателя согласное и за послѣднимъ находятся породы лежачаго бока.

Рѣшеніе (ф. 45). Дано: $\omega_2$, $\varphi_2$, $\omega$, $\varphi$.

Такъ какъ въ данномъ случаѣ за сбрасывателемъ встрѣчены породы лежачаго бока, то слѣдовательно работы ведутся въ перемѣщенной части залежи.

Построеніе поэтому слѣдуетъ сдѣлать на сторонѣ висячаго бока залежи и сбрасывателя.

Построивъ линію скрещиванія $S_2$ перемѣщенной части залежи съ сбрасывателемъ, параллельно ей черезъ пунктъ В проведемъ линію скрещиванія неперемѣщенной части. Пунктъ D будетъ соотвѣтствовать послѣдней.

**Задача № 38**. При пунктѣ А залежи, простираніе и паденіе которой извѣстны, встрѣчено перемѣщеніе.

Требуется найти неизвѣстную часть мѣсторожденія, если опредѣлено, что работы ведутся въ перемѣщенной части залежи, и если паденіе послѣдней и сбрасывателя несогласное.

Рѣшеніе (ф. 46). Дано: $\omega_2$, $\varphi_2$. $\omega$, $\varphi$.

Такъ какъ здѣсь отыскивается неперемѣщенная часть залежи, то, какъ и въ предыдущей задачѣ, построеніе слѣдуетъ произвести на висячей сторонѣ мѣсторожденія и сбрасывателя.

## Сбросы и взбросы.

Построивъ въ каждомъ предыдущемъ случаѣ перемѣщенія профиль его, мы убѣдимся, имѣется ли въ данномъ случаѣ сбросъ или взбросъ.

Впрочемъ въ этомъ легко убѣдиться и непосредственно, не производя построенія профилей, если руководствоваться слѣдующимъ правиломъ.

Получивъ построеніемъ линіи простиранія обѣихъ частей мѣсторожденія и сбрасывателя, опускаемъ изъ точки пересѣченія той или другой части мѣсторожденія съ сбрасывателемъ перпендикуляръ къ линіи простиранія другой части мѣсторожденія

1. Если этотъ перпендикуляръ не пересѣчетъ послѣднюю, то при согласномъ паденіи пласта и сбрасывателя будетъ сбросъ,

2. Если пересѣчетъ, то взбросъ,

3. При несогласномъ паденіи пласта и сбрасывателя правило обратное.

## Правило отысканія въ случаѣ перемѣщенія неизвѣстныхъ частей мѣсторожденія.

Чтобы вывести общее правило нахожденія въ случаѣ перемѣшенія неизвѣстныхъ частей пластовъ и жилъ, условимся въ нѣкоторыхъ обозначеніяхъ.

Будемъ называть пунктъ встрѣчи сбрасывателя черезъ A, линію паденія его черезъ AB, линію скрещиванія соотвѣтствующей части мѣсторожденія съ сбрасывателемъ черезъ AC и линію изысканія неизвѣстной части черезъ AD.

*Линія изысканія и линія скрещиванія извѣстной части мѣсторожденія съ сбрасывателемъ будутъ всегда расположены по разнымъ сторонамъ линіи скольженія (паденія сбрасывателя).*

Въ практикѣ при встрѣчѣ перемѣщенія пласта или жилы слѣдуетъ поступать слѣдующимъ образомъ.

1. опредѣлить простираніе и паденіе сбрасывателя,

2. пересѣчь послѣдній,

3. построить линію скрещиванія между извѣстной частью мѣсторожденія и сбрасывателемъ, причемъ, если работы ведутся въ неперемѣщенной части, то построеніе дѣлается на лежачей сторонѣ мѣсторожденія, если же въ перемѣщенной, то наоборотъ на висячей,

4. опредѣлить направленіе линіи скольженія (линіи паденія сбрасывателя).

Выполнивъ все это, изысканія слѣдуетъ вести по простиранію сбрасывателя такъ, чтобы соблюдалось предыдущее правило, т. е. чтобы линія изысканія и линія скрещиванія были расположены по разнымъ сторонамъ линіи скольженія.

Въ томъ случаѣ, если мѣсторожденіе и сбрасыватель имѣютъ параллельныя простиранія, слѣдуетъ вести изысканія по паденію сбрасывателя, если находимся въ несмѣщенной части мѣсторожденія, и наоборотъ по возстанію сбрасывателя, если работы ведутся въ перемѣщенной части.

## Вращательное движенiе.

Если при перемѣщенiи пластообразнаго мѣсторожденiя происходитъ вращательное движенiе его и при этомъ не наблюдается проникновенiя перемѣщенной части въ сбрасыватель, то ось вращенiя должна быть нормальной къ плоскости сбрасывателя.

Зная простиранiе и паденiе обѣихъ частей мѣсторожденiя, а также сбрасывателя, мы легко опредѣлимъ линiи скрещиванiя $S_1$ и $S_2$ той и другой части мѣсторожденiя съ сбрасывателемъ. Эти линiи не будутъ между собой параллельны, а пересѣкутся.

Теоретически не трудно опредѣлить положенiе оси вращенiя.

Она во-первыхъ должна находиться въ биссектральной плоскости между обѣими частями залежи.

Кромѣ того она должна быть перпендикулярна къ плоскости сбрасывателя.

Если намъ извѣстно положенiе двухъ соотвѣтственныхъ пунктовъ А и В обѣихъ частей мѣсторожденiя, то ось вращенiя можно опредѣлить, какъ линiю пересѣченiя ранѣе упомянутой биссектральной плоскости и плоскости, перпендикулярной къ плоскости сбрасывателя и проходящей кромѣ того черезъ середину прямой АВ.

**Задача № 39.** Штрекомъ, проведеннымъ по простиранiю пласта $L_1$, встрѣчено въ пунктѣ А перемѣщенiе, а въ пунктѣ В перемѣщенная часть.

Простиранiе и паденiе той и другой части мѣсторожденiя, а также сбрасывателя даны. Требуется провести горизонтальный штрекъ на горизонтѣ, лежащемъ на 50 m. ниже верхняго.

Рѣшенiе (ф. 47). Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega_2$, $\varphi_2$.

$\omega$, $\varphi$.

Искомое: длина штрека.

Для рѣшенiя поставленной задачи необходимо опредѣлить:

1. горизонтальную длину наклонной выработки CD,
2. длину штрека DE до встрѣчи перемѣщенiя пласта,
3. длину и направленiе части штрека, проведеннаго въ пустой породѣ до встрѣчи перемѣщенной части пласта $L_2$.

Построивъ линiи скрещиванiя той и другой части пласта съ сбрасывателемъ и проводя соотвѣтствующiя горизонтали той и другой части пласта и сбрасывателя, мы получимъ направленiе проектируемаго штрека. Взявъ по масштабу длины DE и EF, мы будемъ знать и длину нашего штрека.

**Задача № 40.** Дано простиранiе и паденiе залежи $L_1$. Въ пунктѣ А было встрѣчено перемѣщенiе и при этомъ опредѣлено простиранiе и паденіе сбрасывателя. Въ нижнемъ горизонтѣ была встрѣчена залежь $L_2$, простираніе и паденіе которой были также опредѣлены. Въ пунктѣ B послѣдней залежи было встрѣчено новое перемѣщеніе, и такъ какъ при этомъ простираніе и паденіе сбрасывателя были такими же, какъ и при перемѣщеніи въ пунктѣ A первой залежи, то является вопросъ, не принадлежатъ ли оба мѣсторожденія одному и тому же.

Рѣшеніе (ф. 48). Дано: $\omega_1$, $\varphi_1$, $\omega_2$, $\varphi_2$.

$$\omega, \varphi.$$

Чтобы убѣдиться въ нашемъ предположеніи, построимъ указаннымъ ранѣе способомъ линіи скрещиванія $S_1$ и $S_2$ обѣихъ залежей съ сбрасывателемъ. Продолживъ обѣ линіи скрещиванія до ихъ взаимнаго пересѣченія въ пунктѣ O, мы получимъ въ послѣднемъ пересѣченіе соотвѣтствующихъ горизонталей мѣсторожденія $L_1$ и $L_2$.

Очевидно, что въ пространствѣ между линіями скрещиванія по чертежу вверхъ отъ точки O мы будемъ имѣть сбросъ, а внизъ отъ пункта O между тѣми же линіями скрещиванія будетъ взбросъ. Шахта или буровая скважина, углубленная въ пунктѣ C ни того, ни другого мѣсторожденія не встрѣтитъ.

Углубившись же въ пунктѣ D, мы сначала встрѣтимъ мѣсторожденіе $L_1$, затѣмъ сбрасыватель и наконецъ мѣсторожденіе $L_2$. Если мы проведемъ выше пункта O и ниже его рядъ горизонталей той и другой части мѣсторожденія, причемъ очевидно горизонтали будутъ доходить только до соотвѣтствующей линіи скрещиванія, то мы увидимъ, что въ верхней части горизонтали, не сходясь между собою, будутъ отдѣлены нѣкоторымъ пространствомъ.

Въ предѣлахъ послѣдняго при углубленіи поэтому и не можетъ встрѣтиться ни та, ни другая часть мѣсторожденія.

Въ нижней части чертежа картина является совершенно иною.

Мы видимъ, что горизонтали одной части залежи проектируются на горизонталяхъ другой части, т. е. одна часть мѣсторожценія находится надъ другою, и потому, углубляясь въ этомъ мѣстѣ, мы встрѣтимъ обѣ части залежи.

Картина становится еще яснѣе, если мы изобразимъ профили по извѣстнымъ направленіямъ, т. е. мысленно пересѣчемъ мѣстность по этимъ направленіямъ вертикальными или какими-нибудь наклонными къ горизонту плоскостями.

На ф. 48 у насъ даны вертикальные профили по направленію MN и PQ.

Построеніе профилей при помощи метода проектированія съ числовыми отмѣтками совершается замѣчательно просто, въ особенности вертикальныхъ профилей.

Въ послѣднемъ случаѣ необходимо только опредѣлить числовыя отмѣтки пересѣченій вертикальной плоскости со всѣми главными линіями.

Профили пріобрѣтаютъ весьма важное значеніе для сильно развѣтвленныхъ рудниковъ.

Давая на маркшейдерской картѣ горизонтали мѣстности и выражая пласты или жилы масштабами ихъ паденія, мы будемъ обладать всѣмъ необходимымъ для рѣшенія различныхъ маркшейдерскихъ задачъ.

Какъ на примѣръ примѣненія метода проектированія съ числовыми отмѣтками для рѣшенія маркшейдерскихъ задачъ можемъ указать на недавно появившуюся въ № 10 „Oesterreichische Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen“ статью горнаго инженера В. Grannig'а „Über die Ausbiesse der „Hangendlagerstätte“ am Schneeberg bei Sterzing in Tirol“.

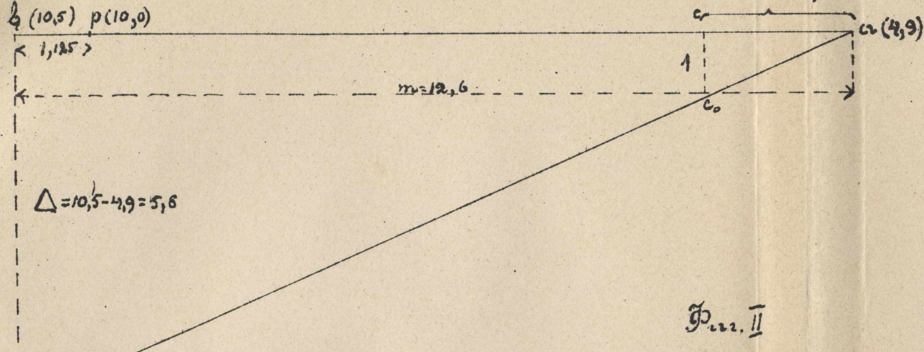
Въ этой статьѣ авторъ опредѣляетъ теоретически линію выхода пласта на поверхность, линіи сбросовъ и даетъ профиль мѣсторожденія. Вѣрность теоретическихъ выводовъ авторъ подтверждаетъ дѣйствительно произведенной развѣдкой.

Точность согласованія результатовъ развѣдки съ выводами, основанными на примѣненіи метода проектированія съ числовыми отмѣтками, вполнѣ подтверждаетъ пригодность этого метода для цѣлей маркшейдера.

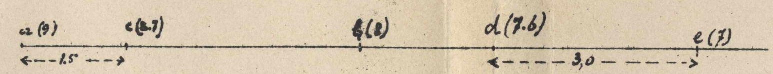
Лица, просмотрѣвшія эту статью, легко убѣдятся въ той простотѣ рѣшенія, которая достигается этимъ способомъ.

Таблица I.

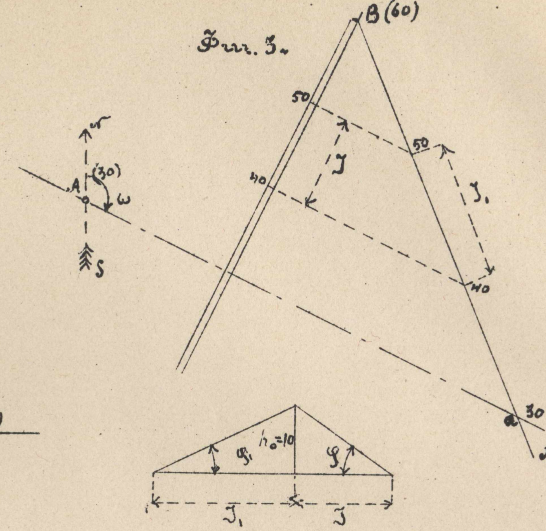
Фиг. I



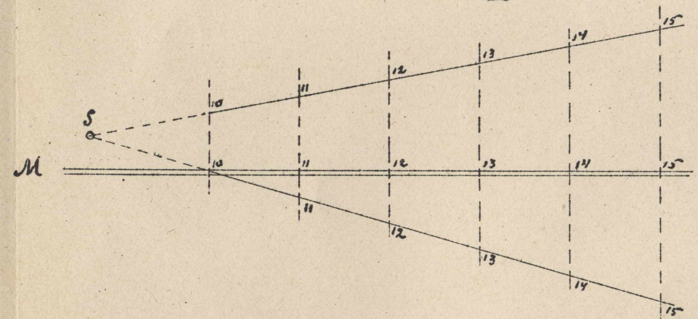
Фиг. II



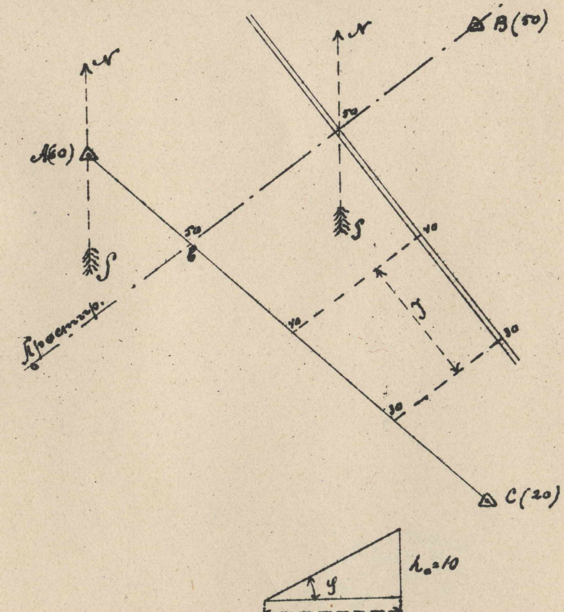
Фиг. 3.



Фиг. III.



Фиг. 2



Фиг. 1

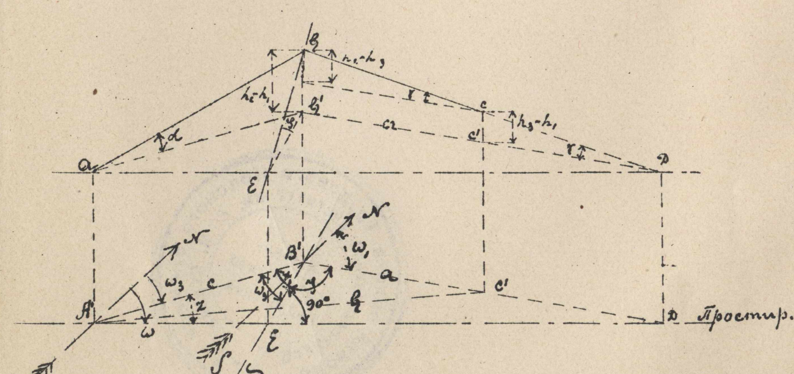
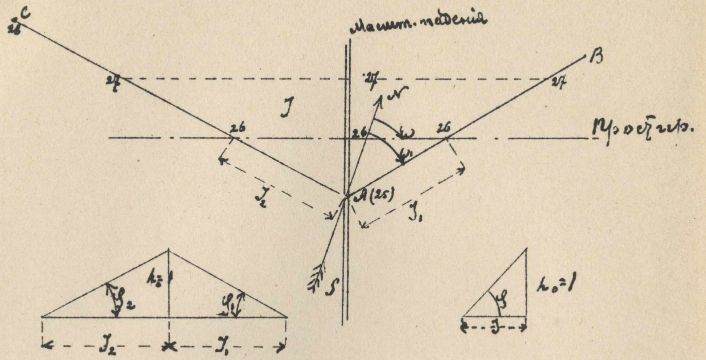
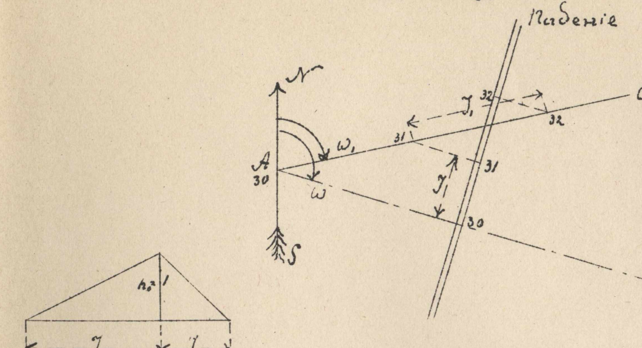


Таблица 9

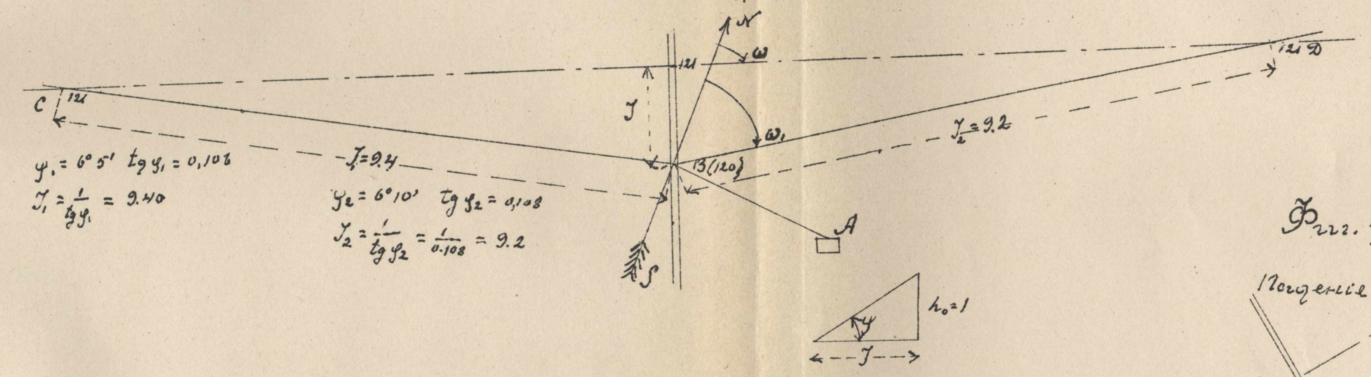
Фиг. 6.



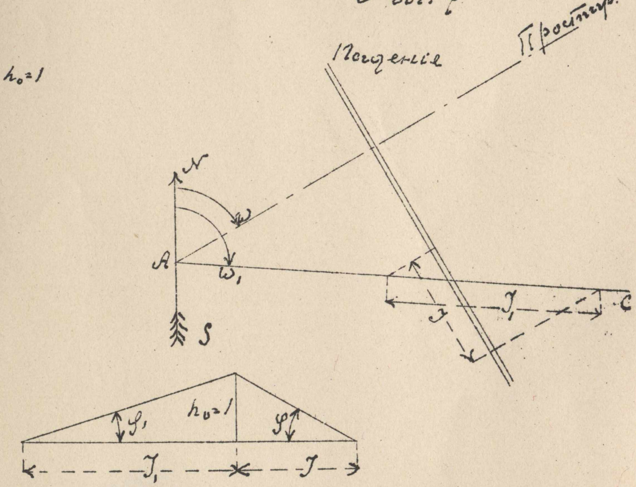

Фиг. 8.



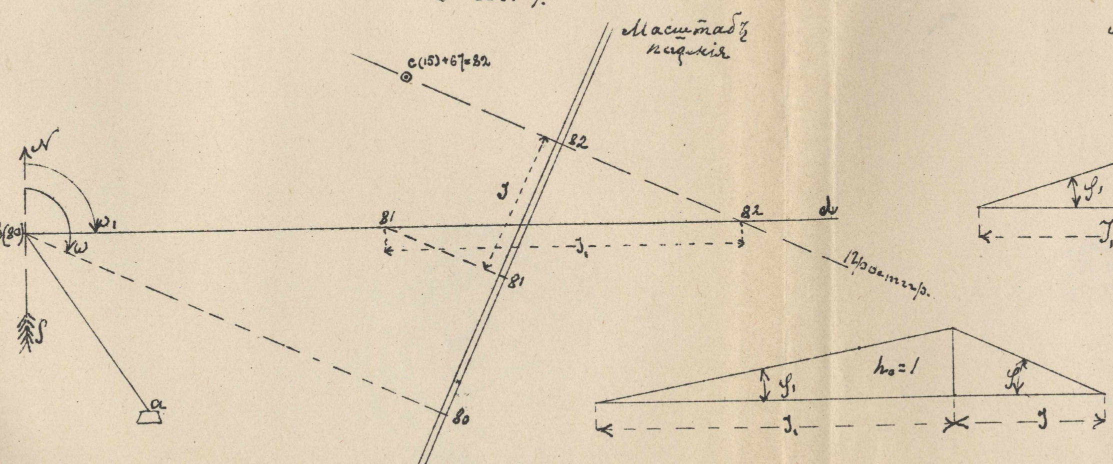

Фиг. 5.



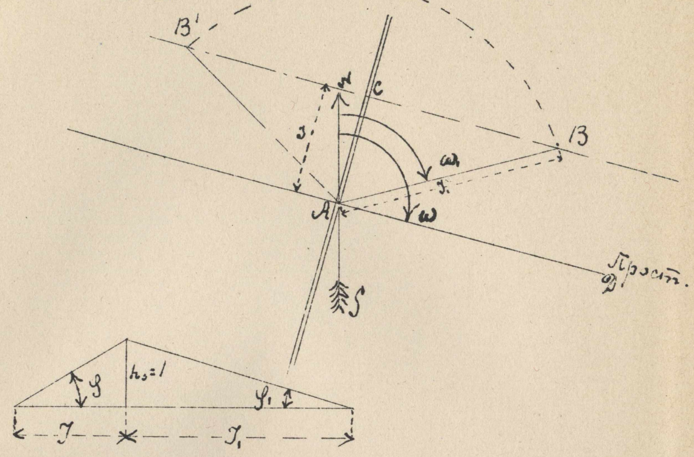

Фиг. 7



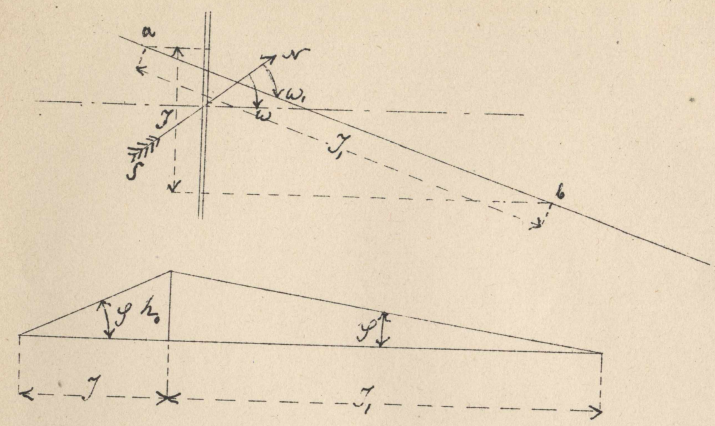

Фиг. 4.



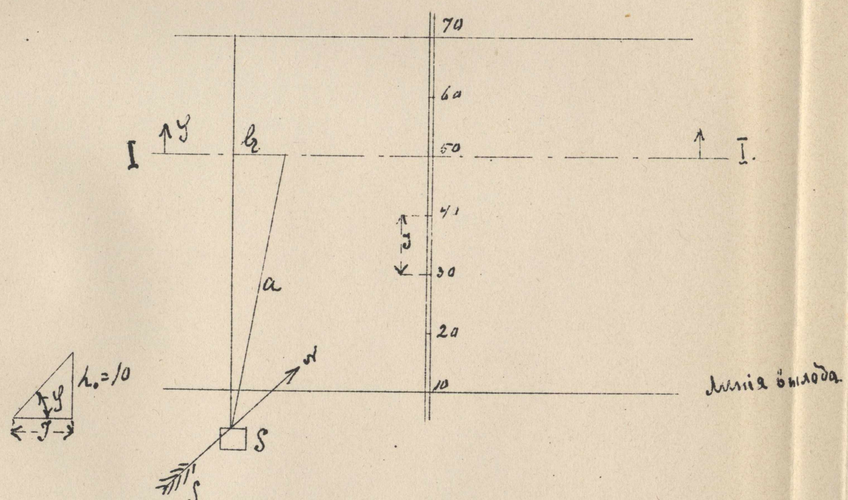
Фиг. 9.



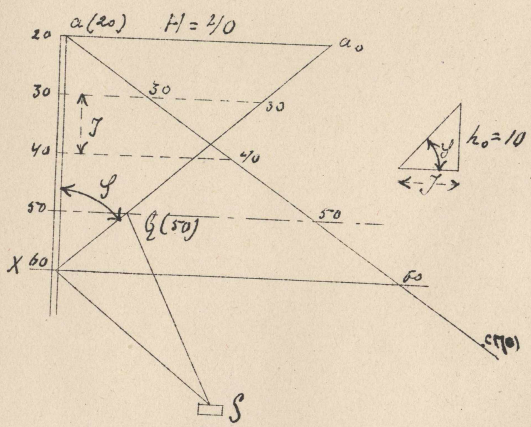

Фиг. 10



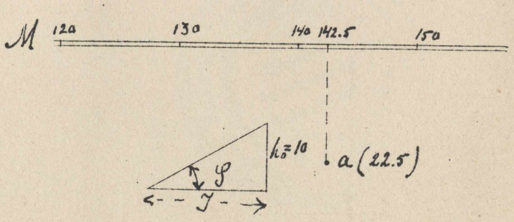

Фиг. 11.



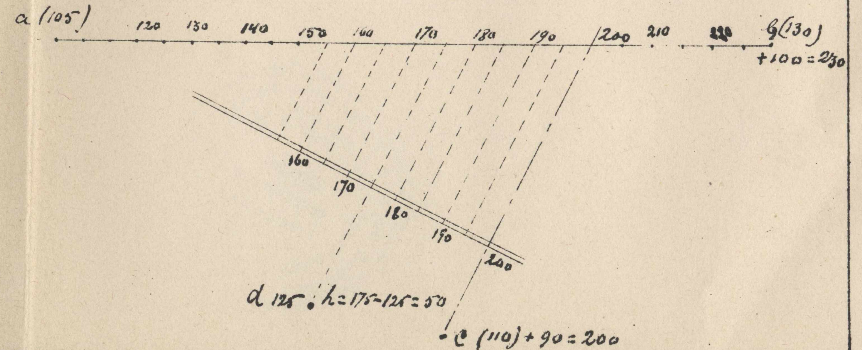

Фиг. 12.



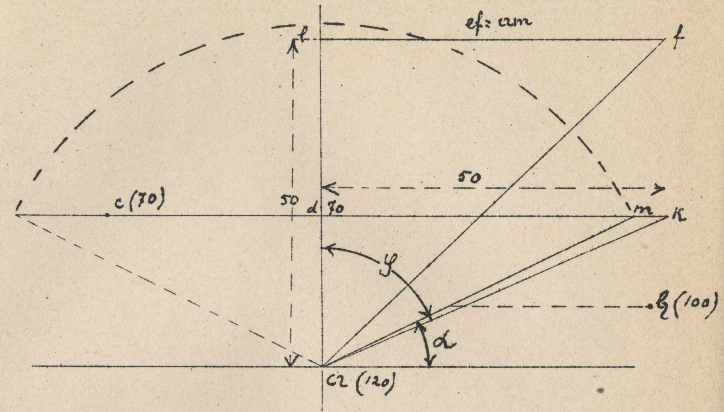

Фиг. 13.



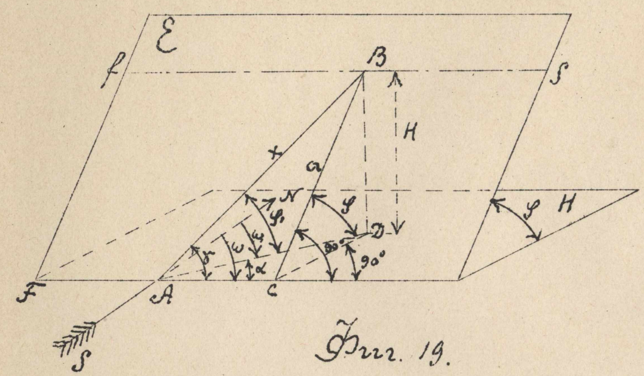

Фиг. 14.



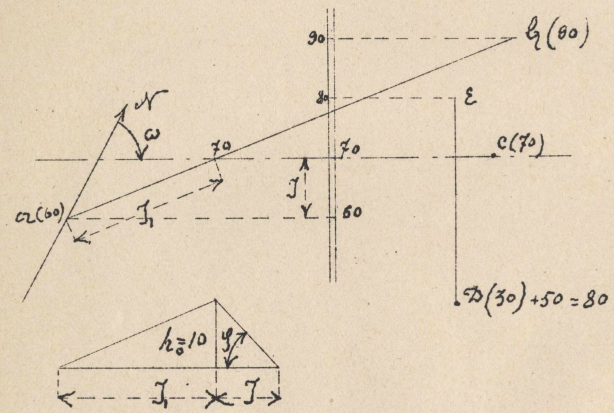
Фиг. 15.



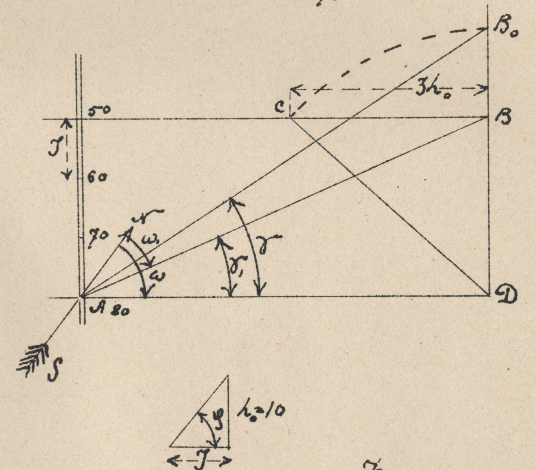

Фиг. 16.



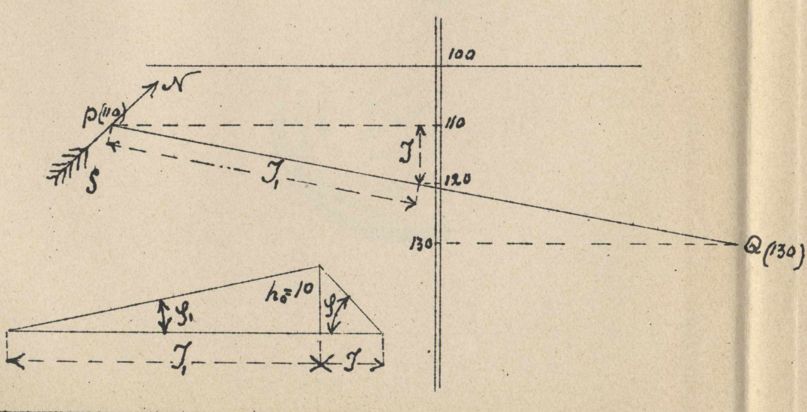

Фиг. 19.



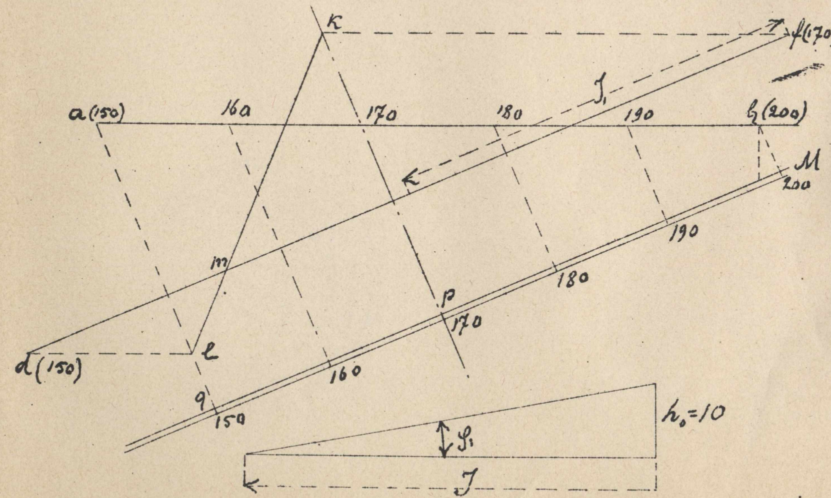

Фиг. 17.



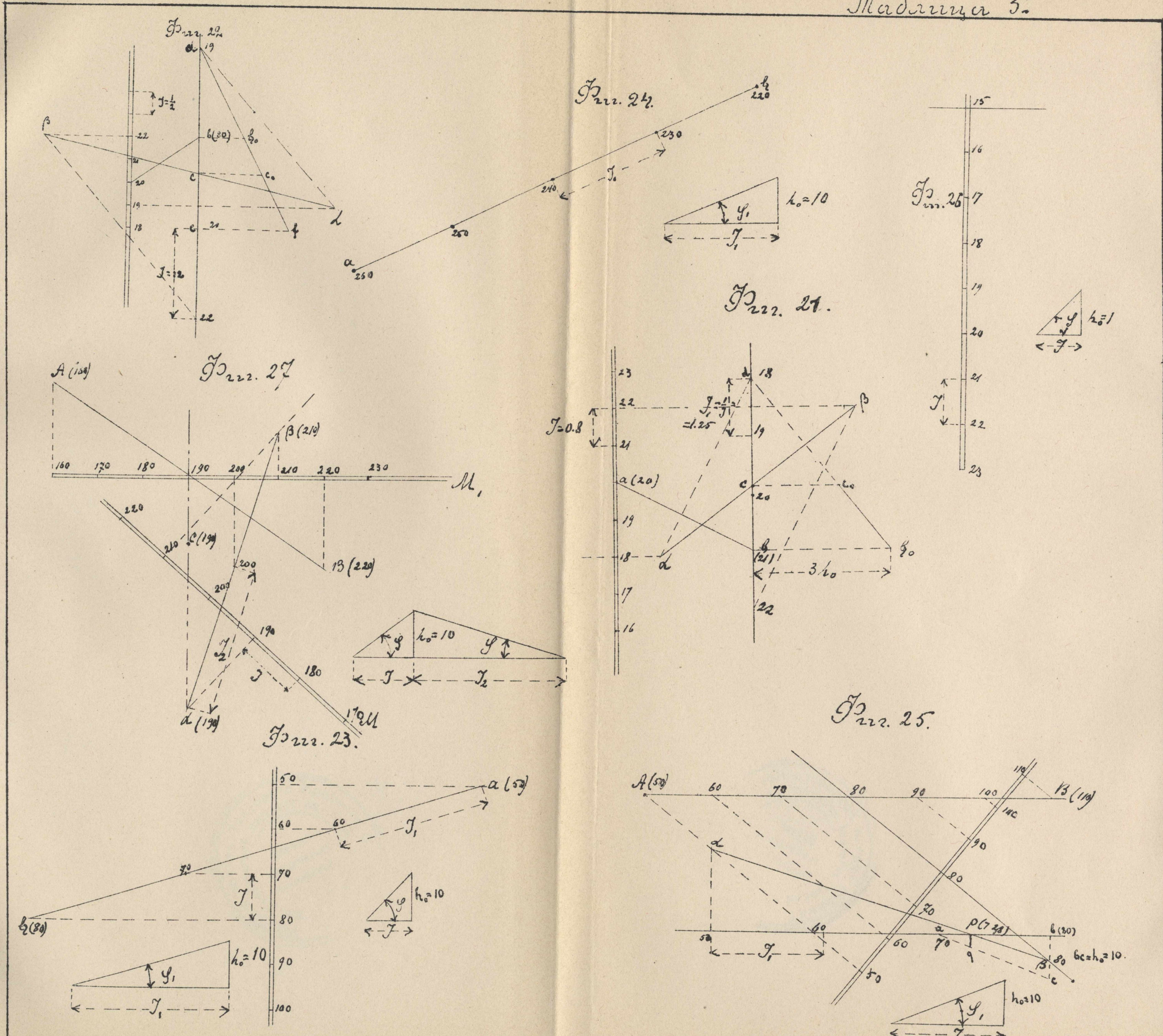

Фиг. 18.




Фиг. 20.



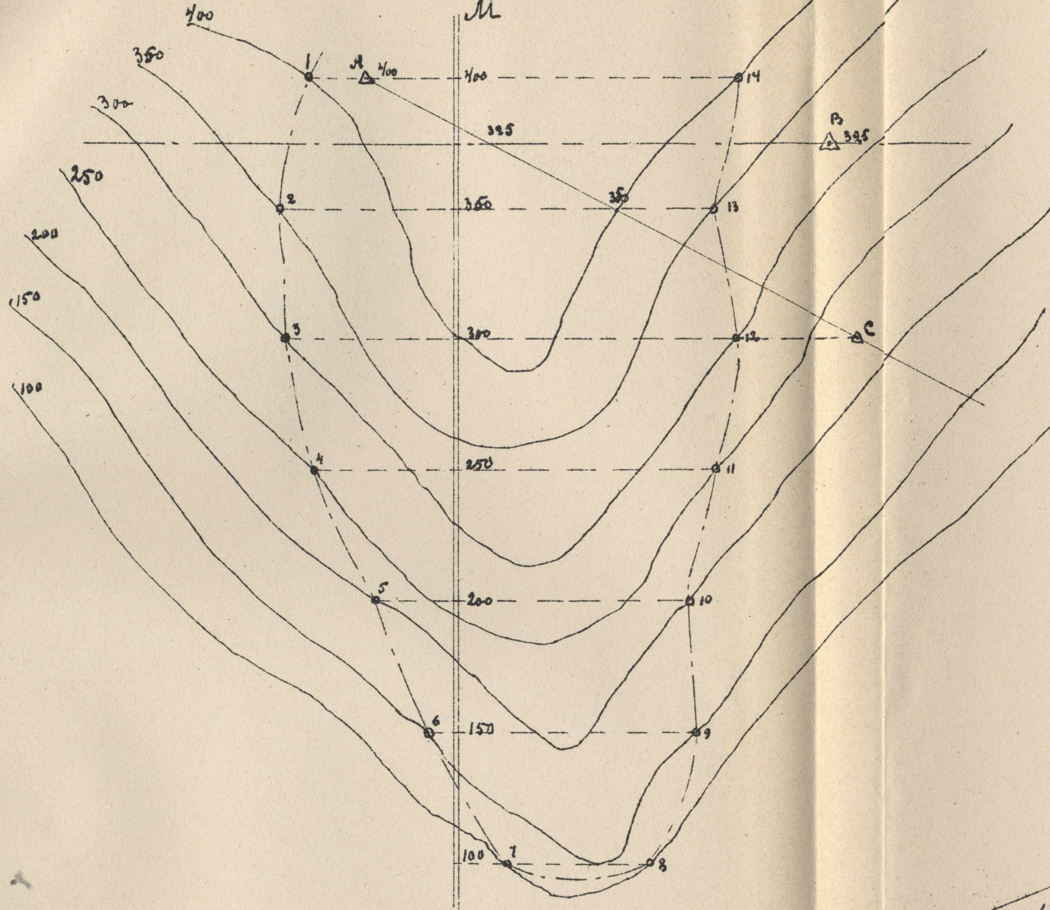
## Таблица 5.



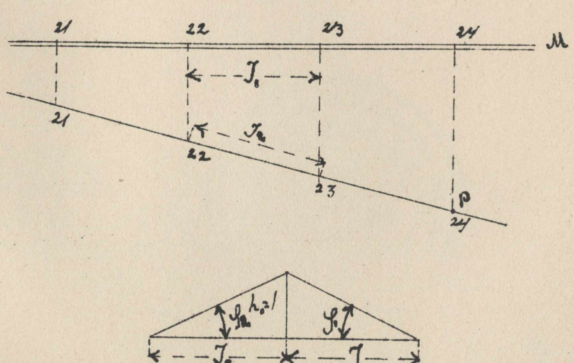
Фиг. 22. Фиг. 24. Фиг. 26. Фиг. 21. Фиг. 27. Фиг. 23. Фиг. 25.

Таблица 6.

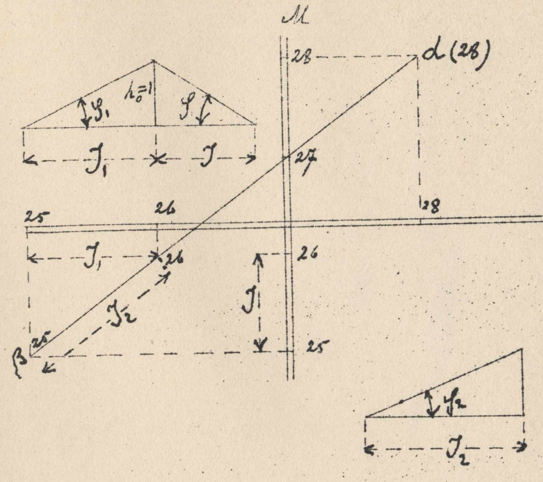
Фиг. 31.



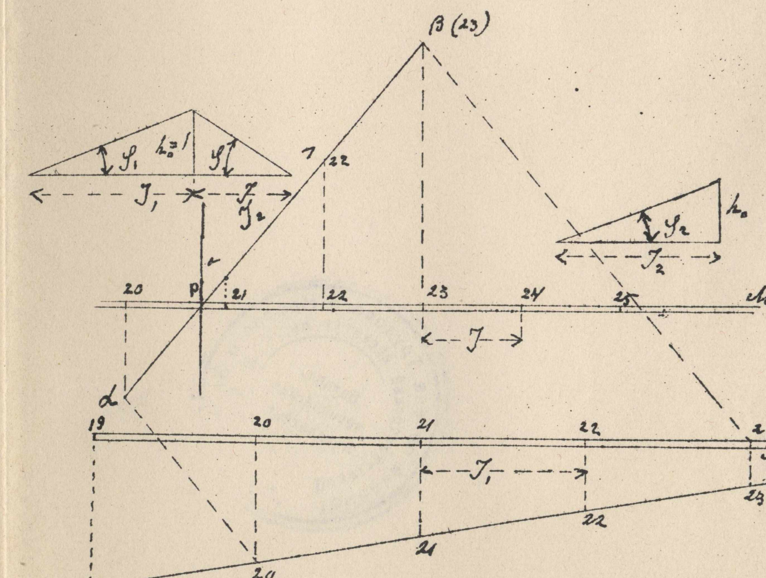
Фиг. 30



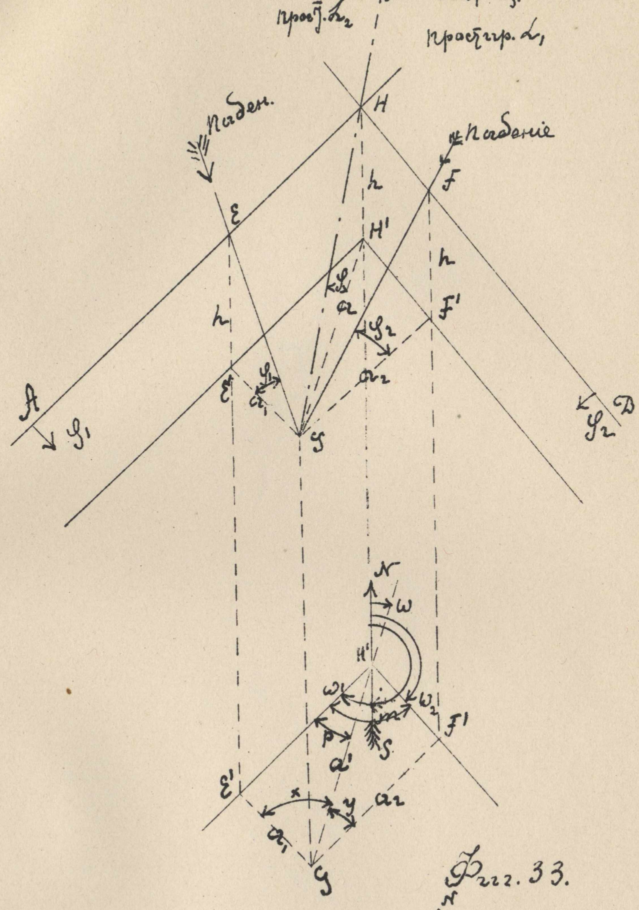
Фиг. 28.



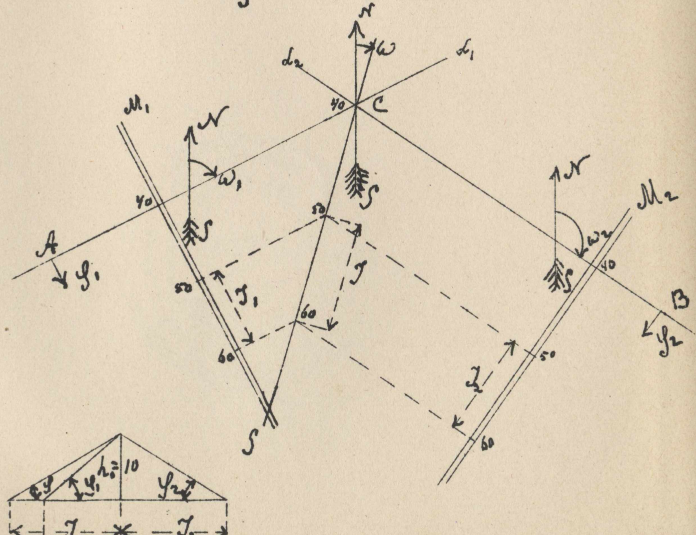
Фиг. 29.



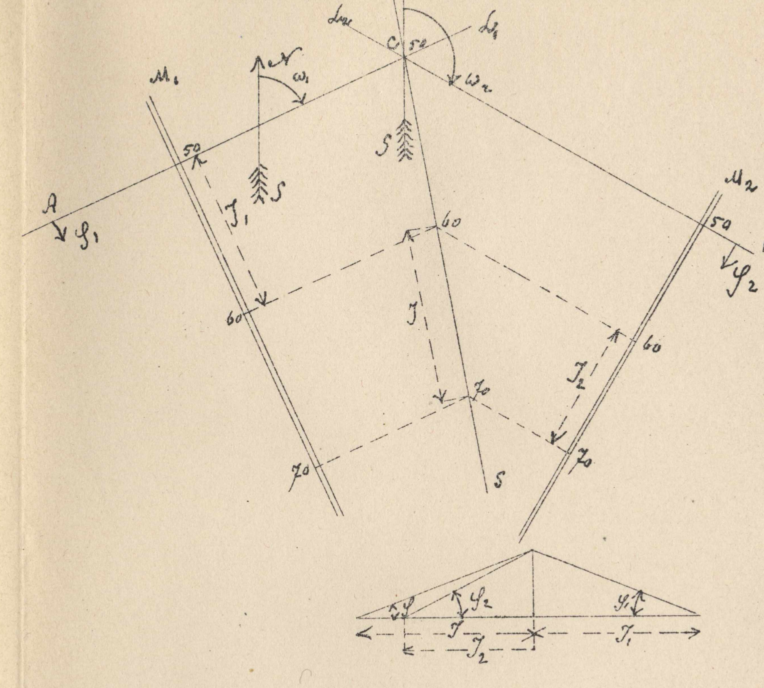
Фиг. 32.



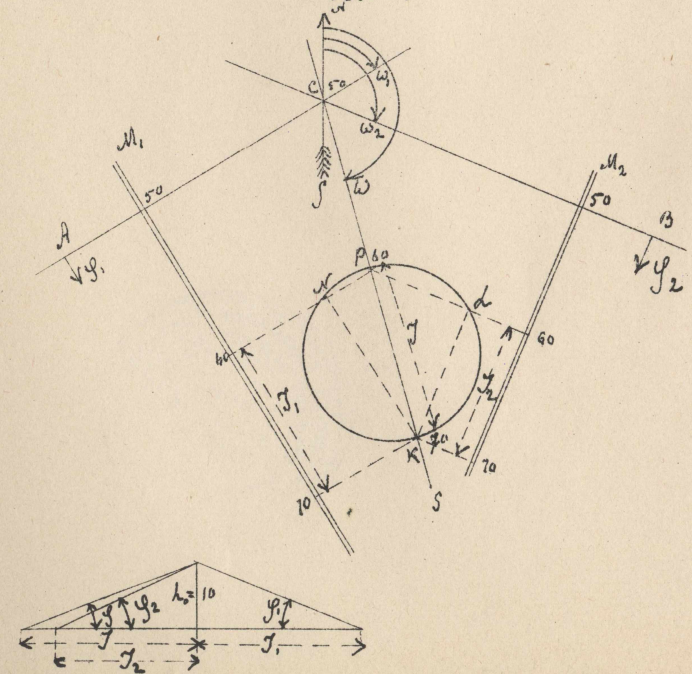

Фиг. 33.



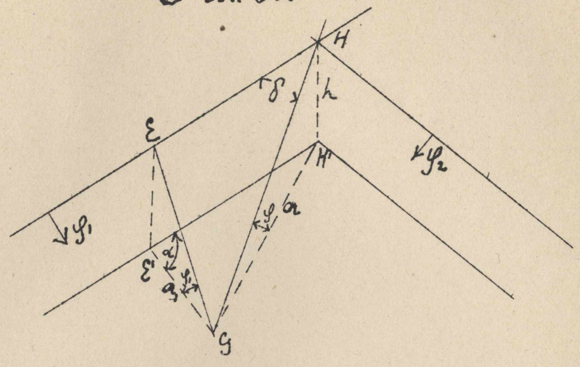
Фиг. 34



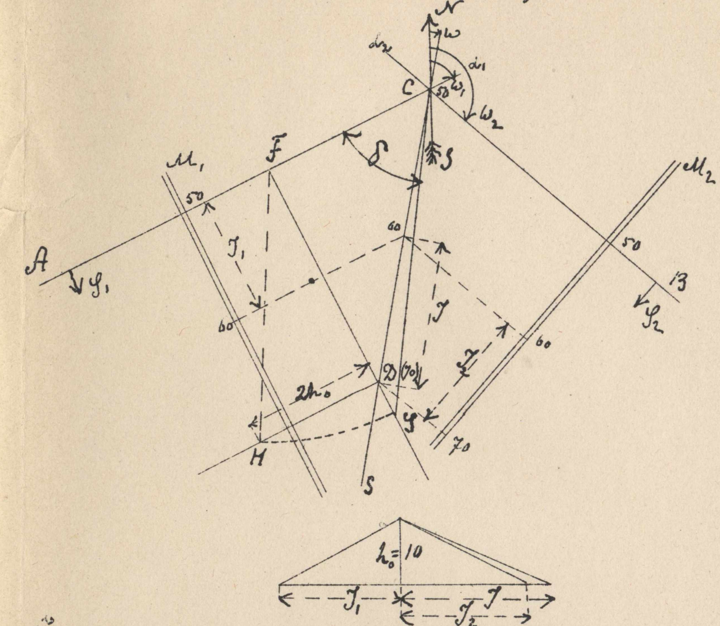
Фиг. 35



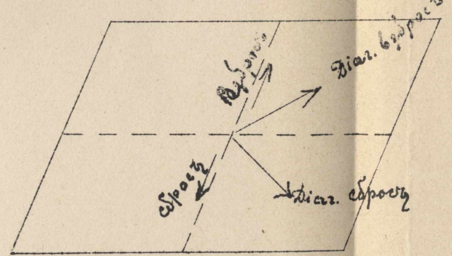
Фиг. 36.



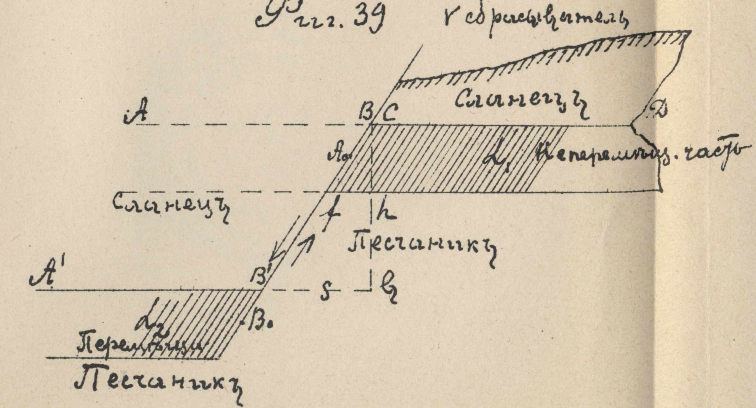
Фиг. 37.



Фиг. 38




Фиг. 39




Фиг. 40.

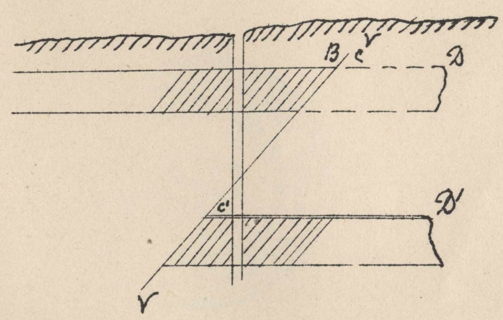
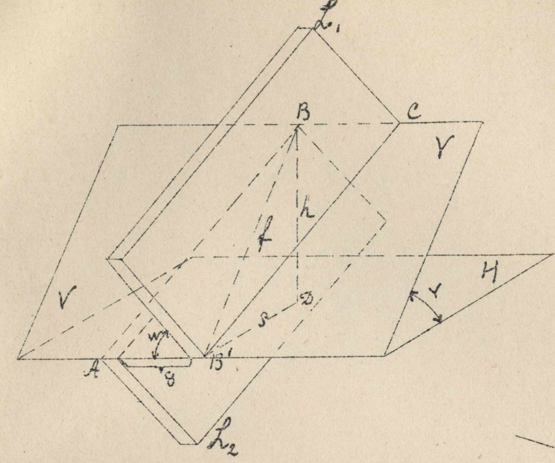
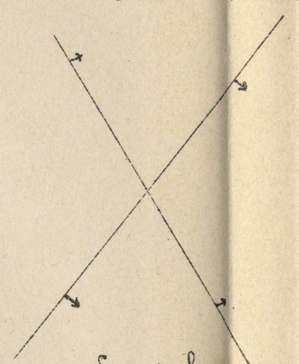


Таблица 9.

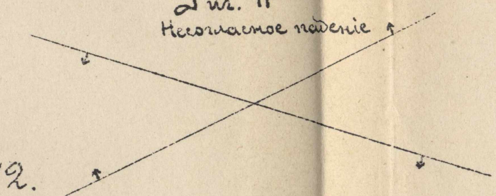
Фиг. 41.



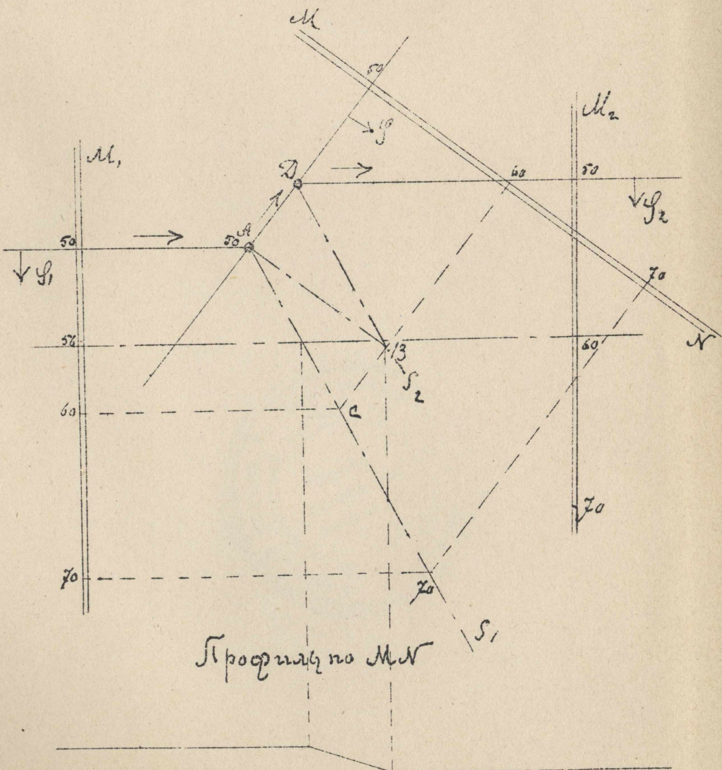

Фиг. 41a
Согласное падение



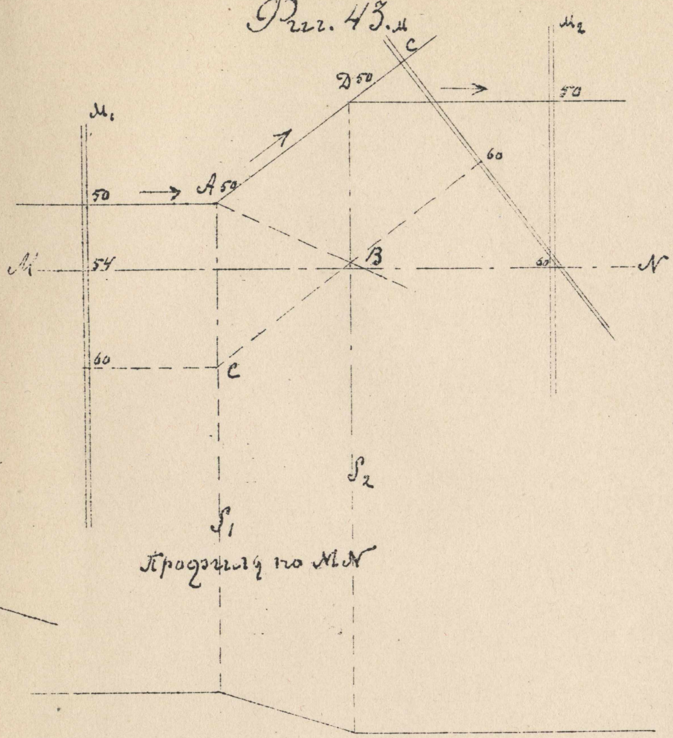
Фиг. 41b
Несогласное падение



Фиг. 42.




Фиг. 43.




Фиг. 44.

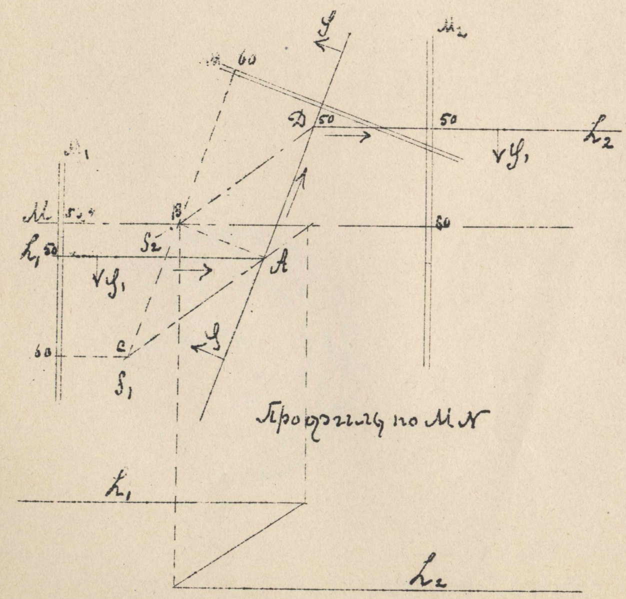
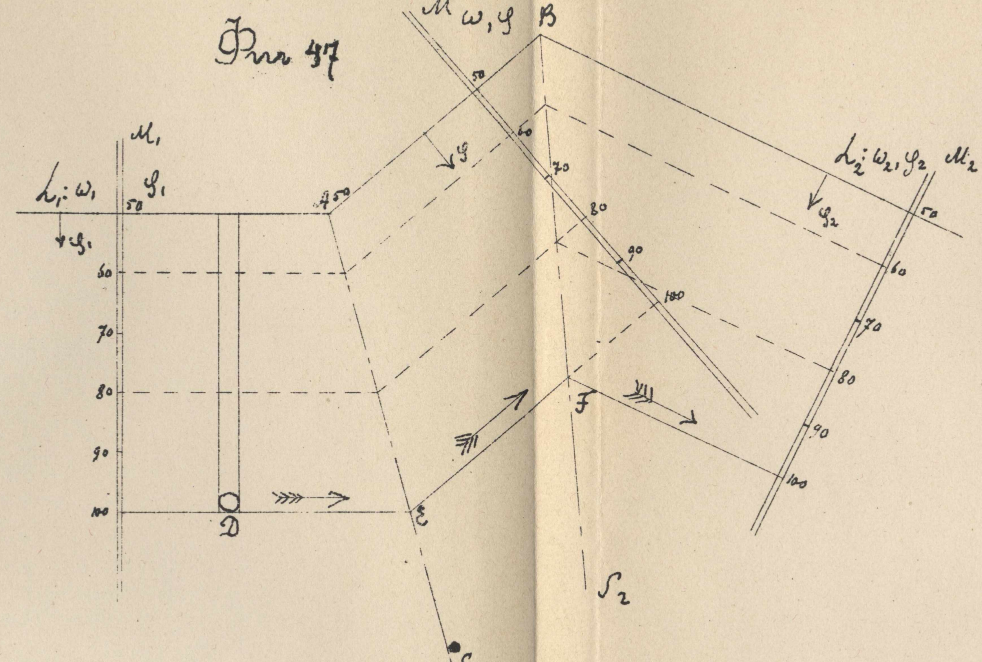
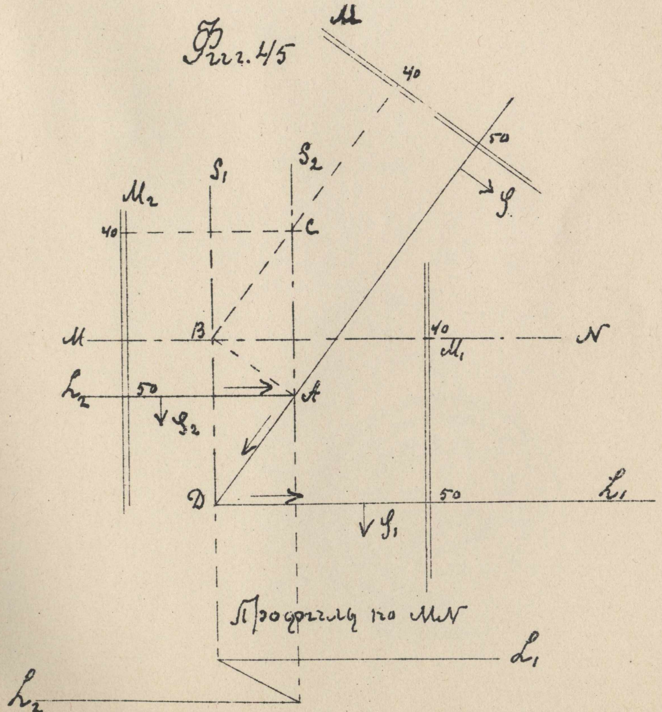


Таблица 10.

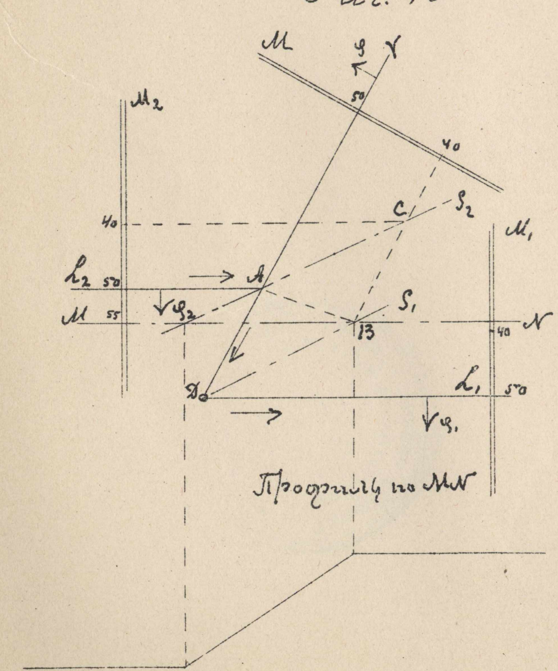
Фиг. 47



Фиг. 45




Фиг. 46



Фиг. 48.