НАЧАЛА

МАРКШЕЙДЕРСКАГО ИСКУССТВА

составилъ

преподаватель лисичанской штейгерской школы

горный инженеръ

Л. А. Саксъ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія и Хромолитографія А. И. Траншеля, Семинарія № 18
1886.

Петровской
С. Корчемкин

ПОСВЯЩАЕТСЯ.

ГЛУБОКОУВАЖАЕМОМУ ПРОФЕССОРУ

ГОРНАГО ИНСТИТУТА

Георгію Августовичу

ТИМЕ.

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Выпуская въ печать настоящій трудъ свой, я имѣю въ виду главнымъ образомъ оказать посильную помощь штейгерамъ и воспитанникамъ штейгерской школы, такъ какъ шестилѣтній собственный опытъ въ качествѣ преподавателя Маркшейдерскаго искусства въ Лисичанской Штейгерской школѣ убѣдилъ меня, насколько затруднительно преподаваніе какого-бы то ни было предмета безъ подходящаго для учащихся руководства. Я далекъ отъ мысли претендовать на новизну предмета или оригинальность его изложенія, такъ какъ при составленіи своихъ «Началъ Маркшейдерскаго искусства» я пользовался во многомъ прекраснымъ литографированнымъ курсомъ Маркшейдерскаго искусства своего уважаемаго профессора Г. А. Тиме, его многочисленными статьями по этому предмету, а также сочиненіемъ Borchers'а, но льщу себя надеждою, что трудъ мой за неимѣніемъ на русскомъ языкѣ ни одного печатнаго руководства по Маркшейдерскому искусству [1]) будетъ небезполезенъ при практической дѣятельности Маркшейдеровъ и Штейгеровъ.

Горный инженеръ **Л. Саксъ.**

Село Лисичанскъ.
1886 года.

---

[1]) Имѣется руководство Олышева отъ 1847 года; но оно почти уже совершенно распродано.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

ПЕРВЫЙ ОТДѢЛЪ.

ВТОРОЙ ОТДѢЛЪ.

ТРЕТІЙ ОТДѢЛЪ.

НАЧАЛА

МАРКШЕЙДЕРСКАГО ИСКУССТВА.

ВВЕДЕНІЕ.

Предметъ маркшейдерскаго искусства.

Маркшейдерское искусство или горная геодезія имѣетъ главнымъ предметомъ опредѣленіе посредствомъ съемокъ и нивеллировокъ положенія мѣсторожденій полезныхъ ископаемыхъ и горныхъ выработокъ, какъ существующихъ, такъ и вновь проходимыхъ (съ цѣлью развѣдки мѣсторожденій или для правильной и успѣшной разработки ихъ), и изображеніе всего графически (планами, профилями, разрѣзами). Но въ кругъ занятій маркшейдера входитъ также и опредѣленіе границъ сосѣднихъ горныхъ владѣній, какъ на земной поверхности, такъ и подъ землею, опредѣленіе вмѣстимости выемочныхъ камеръ, отваловъ и прудовъ, проектированіе каналовъ для провода къ рудникамъ дѣйствующей воды, и проч.

Предварительныя понятія о плоскостяхъ проекцій и координатахъ точки.

Раньше, чѣмъ приступить къ описанію способовъ различныхъ съемокъ, предпошлемъ краткія свѣдѣнія о плоскостяхъ проекцій и вычисленіи координатъ точекъ, такъ какъ нанесеніе точекъ съемки на бумагу помощью координатъ гораздо точнѣе графическаго способа, и поэтому его всегда предпочитаютъ.

Всѣ точки съемки для опредѣленія ихъ положенія относятъ къ тремъ взаимно перпендикулярнымъ плоскостямъ MN, PQ, RS (черт. 1), называемымъ плоскостями проекцій. Линіи YY, XX и ZZ пересѣченія пло-

скостей проекцій называются осями координатъ; точка взаимнаго пересѣченія осей—O называется началомъ координатъ.

Одну изъ трехъ плоскостей принимаютъ за горизонтальную, вслѣдствіе чего двѣ другія будутъ вертикальными. Эти плоскости раздѣлятъ пространство на восемь частей, которыя называются октантами. Расположимъ вертикальныя плоскости такъ, чтобы одна изъ нихъ проходила чрезъ глазъ зрѣнія наблюдателя, и посмотримъ, какъ опредѣляется точка, находящаяся въ верхнемъ переднемъ правомъ октантѣ.

Если опустимъ изъ точки M (черт. 2) перпендикуляры на всѣ три плоскости, то точки m', m'' и m''' будутъ называться проекціями точки M. m' — горизонтальной, m'' и m''' — вертикальными проекціями; линіи же Mm', Mm'' и Mm''' будутъ называться проектирующими, или координатами точки M. Если черезъ линію Mm' проведемъ плоскость, параллельную плоскости ZOX, то получимъ на оси OY отрѣзокъ Ob; проведя черезъ ту же линію плоскость, параллельную плоскости ZOY, получимъ на оси OX отрѣзокъ Oa; наконецъ, если проведемъ плоскость черезъ линіи Mm'' и Mm''', которая будетъ параллельна плоскости XOY, то на оси OZ получимъ отрѣзокъ Oc; очевидно, что эти отрѣзки на осяхъ будутъ равны и параллельны линіямъ Mm', Mm'' и Mm''', проектрующимъ точку M, а потому ихъ также называютъ координатами точки M. По этимъ то координатамъ и опредѣляется положеніе точки въ пространствѣ. Дѣйствительно, если даны отрѣзки Oa, Ob и Oc на осяхъ, то отложивъ на горизонтальной плоскости перпендикулярно оси OY отъ точки b отрѣзокъ bm', равный Oa, и изъ точки m' возставивъ къ горизонтальной плоскости перпендикуляръ $m'M$, равный Oc, получимъ искомую точку M.

Понятно, что точки могутъ находиться во всѣхъ восьми октантахъ; поэтому, чтобы узнать по даннымъ координатамъ, въ которомъ изъ октантовъ находится точка, условимся въ слѣдующемъ обозначеніи: передъ отрѣзками оси YY (черт. 3), вправо идущими отъ начала координатъ, ставится знакъ плюсъ, влѣво—знакъ минусъ; передъ отрѣзками оси XX, идущими отъ начала координатъ къ наблюдателю, ставится знакъ минусъ, а въ обратную сторону — знакъ плюсъ; наконецъ, передъ отрѣзками оси ZZ, идущими вверхъ, ставится знакъ плюсъ, а внизъ—знакъ минусъ.

Положимъ, даны координаты точки N (черт. 3): $-Oa$ по оси XX,— Ob по оси YY и $+Oc$ по оси ZZ. Отложивъ по оси YY влѣво отъ начала координатъ отрѣзокъ Ob, потомъ отъ точки b отложивъ по направленію къ наблюдателю на горизонтальной плоскости перпендикулярно оси YY отрѣзокъ Oa, и наконецъ, изъ точки n горизонтальной плоскости возставивъ вверхъ перпендикуляръ nN и отложивъ на немъ отъ точки n отрѣзокъ Oc, получимъ точку N, которая находится въ верхнемъ переднемъ лѣвомъ октантѣ. Положимъ, даны координаты точки P (черт. 3): $+Ob$ по оси YY $+Oa$ по оси XX и $-Oc$ по оси ZZ. Сдѣлавъ построеніе,

подобное предыдущему, получимъ точку P, находящуюся въ правомъ заднемъ нижнемъ октантѣ.

Разсмотримъ тотъ случай, когда точка находится на одной изъ плоскостей проекцій, положимъ, горизонтальной; тогда точка будетъ совпадать со своей горизонтальной проекціей, и координата ея по оси ZZ будетъ равна нулю; другія же координаты опредѣлятся, если изъ точки M (черт. 3) опустимъ перпендикуляры Ma' и Mb' на оси XX и YY. Если точка R будетъ находиться на одной изъ осей координатъ, то такая точка будетъ имѣть только одну координату, наконецъ, если точка будетъ находиться въ началѣ координатъ, то всѣ координаты этой точки будутъ равны нулю.

Обыкновенно ось ZZ называютъ осью высотъ, ось YY—осью ординатъ и ось XX—осью абсциссъ.

При вычисленіи координатъ точекъ маркшейдерской съемки за ось абсциссъ принимаютъ истинный или астрономическій меридіанъ, а за ось ординатъ — WO-овую линію, почему абсциссѣ какой либо точки присвоивается названіе широты, а ординатѣ той же точки—названіе долготы.

Возьмемъ точку A (черт. 4) въ верхнемъ правомъ заднемъ октантѣ и положимъ, что разстояніе этой точки отъ начала координатъ есть $OA=L$. Опустивъ изъ точки A перпендикуляръ Aa на горизонтальную плоскость XOY и соединивъ горизонтальную ея проекцію a съ началомъ координатъ, получимъ линію Oa, которая представитъ горизонтальную проекцію линіи OA. Уголъ α, образованный линіей OA съ ея проекціей Oa, называется угломъ наклоненія линіи OA къ горизонтальной плоскости; уголъ φ, образованный линіей Oa и осью абсциссъ XX и считаемый отъ сѣвера черезъ востокъ отъ 0° до 360°, называется угломъ простиранія линіи OA. Этихъ данныхъ, т. е. разстоянія L, угла наклоненія α и угла простиранія φ совершенно достаточно для опредѣленія координатъ точки A.

Высота z точки A опредѣлится изъ прямоугольнаго при a треугольника AaO, въ которомъ даны гипотенуза L и уголъ наклоненія α, по формулѣ:

$$z = L \sin \alpha.$$

Горизонтальная проекція линіи $OA=L$ опредѣлится изъ того же прямоугольнаго треугольника AaO по формулѣ:

$$Oa = L \cos \alpha.$$

Ордината y точки A опредѣлится изъ прямоугольнаго при c треугольника Oca по формулѣ:

$$y = Oa \sin \varphi,$$

откуда

$$y = L \cos \alpha \sin \varphi.$$

Абсцисса x точки A опредѣлится изъ того же прямоугольнаго треугольника по формулѣ:

$$x = L \cos \alpha \cos \varphi.$$

Пусть теперь требуется опредѣлить координаты точки B относительно системы осей XYZ, если разстояніе ея отъ точки A, координаты которой суть z, y и x, есть $AB = L_1$, уголъ наклоненія линіи AB есть α_1, а уголъ простиранія ея—φ_1. Для опредѣленія координатъ точки B отыщемъ сперва координаты ея относительно новой системы осей $X_1Y_1Z_1$, параллельной предыдущей и имѣющей начало координатъ въ точкѣ A. Принимая за ось высотъ AZ_1, за ось ординатъ AY_1 и за ось абсциссъ AX_1, получимъ для точки B относительно новыхъ осей формулы, подобныя предыдущимъ, именно:

высота $\triangle z = L_1 \sin \alpha_1$

ордината $\triangle y = L_1 \cos \alpha_1 \sin \varphi_1$

абсцисса $\triangle x = L_1 \cos \alpha_1 \cos \varphi_1$.

Но чтобы получить координаты точки B относительно прежнихъ осей координатъ съ началомъ въ точкѣ O, слѣдуетъ придать $\triangle z$, $\triangle y$ и $\triangle x$ къ координатамъ точки A. Въ самомъ дѣлѣ: высота точки B относительно плоскости XOY получится, если продолжимъ перпендикуляръ Bb до пересѣченія съ этой плоскостью; линія bb_1 равна линіи Aa, почему высота z_1 точки B выразится такъ:

$$z_1 = z + \triangle z.$$

Если изъ точки b_1 проведемъ линію b_1k параллельно OY, то линія b_1k и будетъ ординатой точки B, которая, очевидно, равна y—ординатѣ точки A—и плюсъ $\triangle y$, т. е.

$$y_1 = y + \triangle y.$$

Наконецъ, абсцисса точки B относительно осей XYZ будетъ $Ok = Oc + ck$, откуда, подставляя вмѣсто ck равную ему величину $am = An$, получимъ: $Ok = Oc + An$, или, что тоже,

$$x_1 = x + \triangle x.$$

Координаты точки B: $\triangle z$, $\triangle y$ и $\triangle x$, взятыя относительно новыхъ осей $X_1Y_1Z_1$, называются приращеніями координатъ этой точки относительно прежнихъ осей XYZ. Поэтому, для опредѣленія координатъ послѣдующей точки, сперва отыскиваютъ приращенія ихъ, придаютъ эти приращенія къ координатамъ предыдущей точки и такимъ образомъ получаютъ координаты послѣдующей точки относительно общаго начала координатъ.

При вычерчиваніи маркшейдерскихъ плановъ горизонтальныя и вертикальныя проекціи точекъ наносятся отдѣльно.

Если посмотримъ на плоскости проекцій сверху по направленію оси

высотъ, то замѣтимъ, что послѣдняя будетъ проектироваться въ началѣ координатъ, почему для плана, т. е. для горизонтальной проекціи, будемъ имѣть только двѣ оси: ось абсциссъ XX и ось ординатъ YY (черт. 6). Если же расположимся такъ, чтобы лучъ зрѣнія былъ направленъ по оси абсциссъ, и будемъ проектировать ось высотъ и ось ординатъ на вертикальную плоскость, то ось абсциссъ спроектируется въ началѣ координатъ, почему для вертикальной проекціи будемъ имѣть только двѣ оси: ось ординатъ YY и ось высотъ ZZ (черт. 5).

Чтобы узнать, въ какую сторону отъ начала слѣдуетъ отложить данную координату, ставится предъ нею, какъ раньше упомянуто, соотвѣтствующій знакъ. Напр. пусть задана точка M координатами $z = +a$, $y = +b$ и $x = -c$, и требуется изобразить горизонтальную и вертикальную ея проекціи. Для полученія горизонтальной проекціи откладываемъ отъ начала O (черт. 6) по оси ординатъ, вправо, величину b, къ линіи Ob возставляемъ внизъ перпендикуляръ bm и откладываемъ на немъ величину, равную c; точка m и будетъ искомая горизонтальная проекція. Вертикальная же проекція точки M получится, если мы на чертежѣ 5 отложимъ по оси ординатъ, вправо, отъ начала O величину b и на возстановленномъ перпендикулярѣ отложимъ вверхъ отъ оси ординатъ величину $bm' = a$; точка m' и будетъ вертикальная проекція.

ПЕРВЫЙ ОТДѢЛЪ.

СЪЕМКА УГЛОМѢРНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ.

ГЛАВА I.

Съемка висячими инструментами—компасомъ и полукругомъ.

Съемка компасомъ и полукругомъ примѣняется въ тѣсныхъ горныхъ выработкахъ, въ которыхъ невозможно работать болѣе совершенными инструментами, а также въ тѣхъ случаяхъ, когда отъ съемки не требуется большой точности.

Эта съемка состоитъ въ измѣреніи длины шнурка, натянутаго между выбранными точками, опредѣленіи угла наклоненія этого шнурка и измѣреніи угла магнитнаго простиранія его.

Точки выбираются или въ бокахъ, или въ кровлѣ выработки. Въ первомъ случаѣ маркшейдерскіе винты (черт. 7) ввинчиваются прямо въ

стойки крѣпи, а во второмъ случаѣ избранныя точки сначала помощью отвѣсовъ проектируются на лбы (срѣзанные края) треножниковъ (черт. 8), въ которые уже и ввинчиваются винты.

Для измѣренія разстоянія между винтами, на первый винтъ набрасывается петля шелковаго или пеньковаго (въ послѣднемъ случаѣ пропитаннаго масломъ) шнурка, а каждый изъ послѣдующихъ винтовъ тѣмъ же шнуркомъ обматывается одинъ или два раза, и такъ далѣе до послѣдняго винта, гдѣ обмотанный шнурокъ или удерживается рабочимъ, или же къ чему нибудь тщательно привязывается. Шнурокъ, натягиваемый между точками, берется длиною около 50 саж. и діатеромъ въ $\frac{3}{32}$ дюйма. При переноскѣ шнурокъ наматываютъ на деревянную катушку постоянно по одному и тому-же направленію, чтобы избѣгнуть разсучиванія его.

Разстояніе между точками обыкновенно берется около 5 саж., хотя при надлежащемъ натягиваніи шнурка разстояніе допускается до 6—8 сажень и болѣе.

Для измѣренія длины шнурка служитъ пяти или десяти саженная пеньковая тесьма, называемая рулеткой (черт. 9), и самое измѣреніе производится такъ: конецъ тесьмы прикладываютъ къ серединѣ перваго винта и, натягивая тесьму повозможности равномѣрно, смотрятъ, какое дѣленіе ея прійдется противъ середины слѣдующаго винта.

Для измѣренія угла наклоненія натянутаго шнурка употребляется *висячій полукругъ* (черт. 10), который приготовляется изъ латунной упругой пластинки толщиною въ $\frac{1}{32}$ дюйма; діаметръ полукруга обыкновенно бываетъ около 8 дюймовъ; для приданія висячему полукругу большей легкости вырѣзываютъ два сектора, такъ что онъ представляетъ дугу съ діаметромъ DD и радіусомъ R; на матово-высеребренной дугѣ, въ обѣ стороны отъ радіуса, идутъ дѣленія отъ 0° до 90°; каждый градусъ въ свою очередь дѣлится на три или четыре части; въ центрѣ дуги, въ пластинкѣ DD, имѣется тонкое отверстіе, сквозь которое пропущенъ тонкій волосокъ отвѣса t; одинъ конецъ волоска прикрѣпляется къ діаметру винтикомъ, къ другому же концу его подвѣшивается отвѣсъ; къ концамъ діаметра придѣланы два загнутые въ обратныя стороны крючка k, k, которыми полукругъ подвѣшивается къ туго-натянутому шнурку; одинъ изъ крючковъ полукруга дѣлается подвижнымъ.

Передъ употребленіемъ висячаго полукруга предварительно дѣлаются слѣдующія повѣрки.

1) Вѣрно ли сдѣланы дѣленія на полукругѣ и въ центрѣ ли находится отверстіе, черезъ которое пропущенъ волосокъ?

Съ этой цѣлью помощью цыркуля берутъ нѣсколько градусовъ окружности полукруга и перекладываютъ концы ножекъ цыркуля по дѣле-

ніямъ его; если концы цыркуля вездѣ совпадаютъ съ цѣлыми дѣленіями, то приборъ вѣренъ. Чтобы убѣдиться въ центренности отверстія, устанавливаютъ въ немъ одну ножку цыркуля, а другою касаются окружности; если при вращеніи цыркуля ножка его всегда находится на окружности полукруга, то приборъ вѣренъ. Если эти два условія не удовлетворены, то полукругъ негоденъ къ употребленію.

2) Одинакова ли длина крючковъ полукруга?

Подвѣсивъ полукругъ къ наклонно натянутому шнурку, берутъ отсчетъ, затѣмъ полукругъ снимаютъ и снова подвѣшиваютъ его такъ, чтобы верхній крючекъ занялъ мѣсто нижняго, а нижній—мѣсто верхняго, и снова берутъ отсчетъ; если эти отсчеты будутъ равны, то высота крючковъ одинакова; при неравенствѣ же отсчетовъ, ослабивъ исправительный винтикъ подвижнаго крючка, увеличиваютъ или уменьшаютъ длину его на столько, чтобы отсчеты при двухъ положеніяхъ полукруга получились равные.

Въ нѣкоторыхъ полукругахъ крючки составляютъ одно цѣлое съ дугою; въ такомъ случаѣ, чтобы освободиться отъ погрѣшности прибора, всегда берутъ среднее ариѳметическое двухъ отсчетовъ при двухъ положеніяхъ полукруга, потому что при неравенствѣ крючковъ одинъ отсчетъ будетъ больше истиннаго угла на нѣкоторую величину, а другой меньше его на ту-же величину, вслѣдствіе чего среднее ариѳметическое отсчетовъ и дастъ истинный уголъ. Въ самомъ дѣлѣ: положимъ, отсчетъ $A =$ истинному углу $a +$ погрѣшность c, а второй отсчетъ $B =$ истинному углу $a -$ погрѣшность c, сумма этихъ отсчетовъ выразится равенствомъ $A + B = 2a + c - c = 2a$, откуда и получится истинный уголъ $a = \frac{A+B}{2}$.

Измѣреніе угловъ наклоненія висячимъ полукругомъ производится слѣдующимъ образомъ.

Если уголъ наклоненія не превосходитъ 30°, то полукругъ подвѣшивается къ серединѣ хорошо натянутаго шнурка AB (черт. 11), причемъ отсчетъ a противъ волоска дастъ уголъ наклоненія линіи AB къ горизонту. Дѣйствительно, на полукругѣ (черт. 11) будетъ $a+m=90^\circ$, а въ треугольникѣ ABC будетъ: $b + m = 90^\circ$; вычтя второе выраженіе изъ перваго, получимъ:

$$a - b = 0, \text{ откуда}$$

$$a = b, \text{ т. е.}$$

отсчетъ a равенъ углу наклоненія линіи AB къ горизонту. Если же уголъ наклоненія превышаетъ 30°, то вслѣдствіе того, что шнурокъ, какъ бы хорошо ни былъ натянутъ, представляетъ дугу (цѣпную линію) AMB (черт. 12), уголъ наклоненія при нижней точкѣ будетъ меньше дѣйствительнаго, а при верхней—больше дѣйствительнаго. Поэтому, что-

бы получить уголъ болѣе близкій къ настоящему углу наклоненія, берутъ отсчеты при верхней и при нижней точкахъ натянутаго шнурка; среднее ариѳметическое этихъ отсчетовъ и представитъ надлежащій уголъ наклоненія линіи AB къ горизонту.

Чтобы при большихъ углахъ наклона висячій полукругъ не сползалъ по шнурку, употребляется небольшая мѣдная вилка (черт. 13), которою зажимаютъ шнурокъ ниже нижняго крючка полукруга и такимъ образомъ удерживаютъ послѣдній отъ скольженія.

Для измѣренія угла простиранія натянутаго шнурка употребляется *висячій горный компасъ* (черт. 14, 15 и 16).

Горный компасъ или буссоль по устройству отличается отъ обыкновеннаго или геодезическаго тѣмъ, что при немъ не имѣется діоптровъ и страны свѣта O (востокъ) и W (западъ) поставлены обратно.

Компасное кольцо раздѣлено на градусы отъ 0° до 360°, причемъ дѣленія идутъ отъ N^a чрезъ O, т. е. справа налѣво; иногда компасное кольцо дѣлится на 24 часа отъ N^a черезъ O, и каждый часъ соотвѣтствуетъ 15°; часъ дѣлится на восемь частей, а каждая осьмина въ свою очередь дѣлится на четыре части, такъ что каждое дѣленіе соотвѣтствуетъ $0^\circ 28' 7^1/_2''$.

Для закрѣпленія магнитной стрѣлки во время переноса компаса имѣется небольшая втулка MM (черт. 16) съ двумя наклонными площадками, которыя при поворачиваніи втулки приподнимаютъ плоское кольцо kk съ двумя стерженьками ll и прижимаютъ стрѣлку къ стеклу. Съ наружной стороны компасной коробки по направленію OW-*овой* линіи сдѣланы два отверстія, помощью которыхъ компасъ укрѣпляется въ висячемъ приборѣ.

Висячій приборъ (черт. 14 и 15) представляетъ латунную дугу gag съ двумя крючками KK, которые назначены для подвѣшиванія прибора къ натянутому шнурку и по устройству своему ничѣмъ не отличаются отъ крючковъ висячаго полукруга. Къ дугѣ gag придѣланы два подшипника p и p, въ которыхъ свободно вращаются два шипа, діаметрально-противоположно припаянные къ кольцу dd. Въ этомъ кольцѣ укрѣпляется компасъ такимъ образомъ: въ одно отверстіе компасной коробки входитъ неподвижный шпенекъ кольца dd, а въ другое ввинчиваютъ подвижный его шпенекъ помощью пуговки P, при чемъ оба шпенька расположены перпендикулярно относительно шиповъ кольца dd. Укрѣпленный такимъ образомъ компасъ свободно можетъ качаться и при всякомъ наклонѣ шнурка располагается горизонтально.

Передъ употребленіемъ описаннаго компаса необходимо сдѣлать слѣдующія повѣрки и поправки.

1) Не содержитъ-ли компасная коробка или висячій приборъ желѣза?

Для рѣшенія этого вопроса предъ какимъ нибудь концомъ хорошо

намагниченной стрѣлки, надѣтой на вертикально воткнутую иглу, вращаютъ компасную коробку, изъ которой предварительно вынимаютъ стрѣлку и отвинчиваютъ шпенекъ; если стрѣлка не будетъ увлекаться коробкой, значитъ послѣдняя не имѣетъ желѣза. Подобнымъ же образомъ и для той же цѣли вращаютъ передъ стрѣлкой и висячій приборъ. При увлеканіи стрѣлки компасной коробкой или висячимъ приборомъ, необходимо какъ коробку, такъ и висячій приборъ перемѣнить, ибо показанія магнитной стрѣлки компаса будутъ неправильны.

2) Правильно-ли раздѣлено компасное кольцо на градусы?

Эту повѣрку производятъ точно такимъ образомъ, какъ и въ висячемъ полукругѣ.

3) Чувствительна-ли магнитная стрѣлка?

Чувствительность стрѣлки зависитъ отъ слѣдующихъ обстоятельствъ: во 1-хъ отъ того, хорошо-ли намагничена стрѣлка, во 2-хъ отъ того, не иступился-ли стальной шпенекъ и не истерлась-ли агатовая шляпка.

Для рѣшенія перваго вопроса компасъ устанавливаютъ горизонтально, освобождаютъ стрѣлку и подносятъ къ послѣдней кусокъ желѣза; если стрѣлка тотчасъ-же притянется, значитъ она достаточно намагничена; въ противномъ случаѣ стрѣлку нужно намагнитить простымъ натираніемъ, т. е. помощью одного магнита.

Для рѣшенія втораго вопроса замѣчаютъ дѣленіе, противъ котораго остановится стрѣлка послѣ нѣсколькихъ колебаній; затѣмъ кускомъ желѣза стрѣлку выводятъ изъ покоя и снова даютъ ей время успокоиться; если при этомъ стрѣлка покажетъ раньше замѣченное дѣленіе, значитъ она исправна; въ противномъ случаѣ нужно осмотрѣть шпенекъ и шляпку. Если шпенекъ окажется погнутымъ или притупленнымъ, слѣдуетъ выправить его, или отточить на оселкѣ (лучше оттачивать наждачной бумагой).

Для изслѣдованія же исправности шляпки вдавливаютъ въ ея углубленіе, смоченное водой, кусочекъ размягченнаго воску; полученный такимъ образомъ восковой конусъ (оттискъ углубленія) при исправности шляпки долженъ быть прямой и съ острой вершиной; въ противномъ случаѣ шляпку нужно перемѣнить.

4) Находится-ли шпенекъ въ центрѣ компаснаго кольца?

Приведя компасъ въ горизонтальное положеніе, поворачиваютъ его и записываютъ показанія обоихъ концовъ стрѣлки въ разные моменты, продолжая это дѣлать до тѣхъ поръ, пока не обойдутъ полъ-окружности: если разность каждой пары показаній будетъ равна 180°, значитъ шпенекъ находится въ центрѣ кольца, въ противномъ случаѣ, при измѣреніи угловъ, приходится отсчитывать по обоимъ концамъ стрѣлки и брать среднее ариѳметическое этихъ отсчетовъ.

5) Находится-ли NS-ая линія компаса въ одной вертикальной плоскости съ линіей, проходящей черезъ середины крючковъ висячаго прибора?

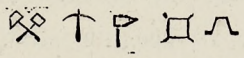
Чтобы убѣдиться въ этомъ, сначала натягиваютъ горизонтально

(при помощи висячаго полукруга) шнурокъ на такой высотѣ отъ пола комнаты, чтобы подъ него можно было подставить планшетъ мензулы, которую устанавливаютъ такъ, чтобы планшетъ касался шнурка, затѣмъ на приведенный въ горизонтальное положеніе планшетъ ставятъ накладной приборъ (черт. 19 описаніе см. ниже) съ компасомъ, прикладываютъ длинный край прибора къ шнурку и измѣряютъ уголъ простиранія шнурка; далѣе, вынимаютъ изъ накладнаго прибора компасъ, подвѣшиваютъ послѣдній къ натянутому шнурку помощью описаннаго висячаго прибора и берутъ отсчетъ; если оба отсчета будутъ равны, значитъ приборъ вѣренъ, въ противномъ случаѣ разность отсчетовъ будетъ составлять погрѣшность инструмента, на величину которой нужно уменьшать или увеличивать полученные посредствомъ его углы простиранія натянутымъ шнурковъ.

При измѣреніи угловъ простиранія висячимъ компасомъ, послѣдній подвѣшиваютъ помощью крючковъ висячаго прибора къ натянутому шнурку, но недалеко отъ начала или конца его съ тою цѣлью, чтобы шнурокъ не сильно оттягивался и компасъ скорѣе приходилъ бы въ покойное положеніе. При этомъ предварительно необходимо убѣдиться, что вблизи компаса въ рудникѣ не имѣется ни желѣзныхъ инструментовъ, ни другихъ какихъ либо желѣзныхъ массъ, могущихъ вліять на точность показаній стрѣлки. Для этого измѣряютъ углы простиранія шнурка, натянутаго между какими нибудь двумя выбранными точками; если разность отсчетовъ при обоихъ концахъ шнурка будетъ $= 0^\circ$ или 180°, значитъ магнитныхъ массъ вблизи не имѣется; въ противномъ-же случаѣ съемка компасомъ невозможна. *N-овый* конецъ *NS* линіи компаса всегда направляется впередъ, и отсчеты берутъ по сѣверному и по южному концамъ магнитной стрѣлки, послѣ чего средній выводъ отсчетовъ записываютъ въ соотвѣтствующую графу журнала.

Передъ началомъ съемки маркшейдеръ выбираетъ основную или начальную точку въ такомъ разстояніи отъ устья штольны или шахты, чтобы при посредствѣ этой точки удобно было соединить рудничную съемку съ поверхностной. Основная точка отмѣчается на врытомъ камнѣ, имѣющемъ форму параллелепипеда, длина котораго три фута, а поперечный разрѣзъ квадратный футъ; на верхней грани этого камня дѣлается цилиндрическое углубленіе въ 4—5 дюймовъ глубиною, центръ котораго и принимается за начальную точку. Но иногда основная точка отмѣчается и деревяннымъ коломъ, врытымъ приблизительно на 2,5 фута; при этомъ на нижнемъ концѣ кола, чтобы его нельзя было выдернуть, дѣлается перекладина, а на верхнемъ концѣ—углубленіе, центръ котораго, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, будетъ начальной точкой. Послѣ этого маркшейдеръ отправляется въ рудникъ, выбираетъ тамъ главныя точки и отмѣчаетъ ихъ, вбивая мѣдныя или желѣзныя скобки; при этомъ если выработки крѣплены деревомъ, скобки забиваются въ

переклады дверныхъ окладовъ; если-же кровлю выработки составляетъ крѣпкая порода, то въ послѣдней выбуриваютъ неглубокій шпуръ и вбиваютъ въ него деревянный клинъ, въ который въ свою очередь уже и вбивается скобка. Главныя точки обыкновенно берутся въ камерахъ (рудныхъ дворахъ) шахты, при пересѣченіи штрековъ и въ устьяхъ штоленъ и шахтъ. Эти точки сохраняются въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ, потому что онѣ служатъ, во-первыхъ, для повѣрки съемки,—а во-вторыхъ для присоединенія съемки новыхъ выработокъ къ съемкѣ прежнихъ. Главныя точки отмѣчаются въ журналахъ и на планѣ значками



Для лучшаго ознакомленія съ ходомъ съемки висячими приборами разсмотримъ два примѣра.

1-ый Примѣръ. Съемка по штольнѣ.

Передъ устьемъ штольны, на нѣкоторомъ отъ него разстояніи, выбираютъ начальную точку A (черт. 17), а слѣдующую главную точку B избираютъ въ кровлѣ штольны, на пересѣченіи послѣдней со штрекомъ. Такъ какъ разстояніе между точками A и B значительно, то необходимо взять нѣсколько промежуточныхъ между ними точекъ: F_I, F_{II}..., изъ которыхъ однѣ выбираются на стойкахъ крѣпи, а другія на поставленныхъ треножникахъ.

Внутри штольны, недалеко отъ ея устья, ставится треножникъ F_I, а за точкой A устанавливаютъ другой треножникъ M такъ, чтобы натянутый между ними шнурокъ касался нити отвѣса, подвѣшеннаго надъ точкой A; затѣмъ шнурокъ натягивается по штольнѣ отъ F_I до F_{II} и т. д. до треножника, установленнаго подъ точкой B. Когда такимъ образомъ натянуты шнуры, маркшейдеръ приступаетъ къ измѣренію угловъ наклоненія ихъ, подвѣшивая на серединѣ висячій полукругъ; передъ полукругомъ на нѣкоторомъ отъ него разстояніи держатъ лампу, или свѣчу, и, когда отвѣсъ успокоится, берутъ отсчетъ, который записывается въ соотвѣтствующую графу черноваго журнала; передъ отсчетомъ ставится знакъ плюсъ, если шнурокъ идетъ впередъ съ возстаніемъ, и знакъ минусъ, если онъ идетъ впередъ съ паденіемъ.

Когда на всемъ протяженіи будутъ измѣрены углы наклоненія натянутыхъ шнурковъ, приступаютъ къ измѣренію длины ихъ помощью рулетки.

Разстояніе отъ основной точки A камня до точки F натянутаго шнурка измѣряютъ вертикально поставленной саженью, или же рулеткой, и считаютъ это разстояніе длиной перваго шнурка съ угломъ наклоненія въ $+90^\circ$, такъ какъ оно идетъ съ возстаніемъ отъ A къ F.

Одновременно съ измѣреніемъ длины натянутыхъ шнурковъ опредѣляютъ вертикальные и горизонтальные размѣры выработки отъ отмѣченныхъ точекъ, F_I, F_{II}... вверхъ, внизъ, влѣво и вправо, а также размѣры и мѣсто устья штольны. Если на разстояніи между отмѣченными точками встрѣчаются различныя горныя породы, напр. песчаники, сланцы,

пласты угля и т. под., то измѣряютъ по натянутому шнурку разстоянія ихъ отъ отмѣченныхъ точекъ и записываютъ эти разстоянія въ графу примѣчаній черноваго журнала, куда также заносятъ и углы паденія и простиранія этихъ породъ.

Послѣ измѣренія длины шнурковъ слѣдуетъ опредѣленіе угловъ магнитнаго простиранія. Для этого компасъ подвѣшиваютъ къ натянутому шнурку FF_I, въ небольшомъ разстояніи отъ отмѣченныхъ точекъ, N-омъ впередъ; освободивъ стрѣлку и давъ ей успокоиться, берутъ отсчеты по сѣверному и южному ея концамъ и записываютъ въ черновой журналъ средній выводъ: если, напримѣръ, отсчетъ на сѣверномъ концѣ былъ α, на южномъ β, и $\alpha > 180^\circ$, то средній выводъ будетъ $\frac{\alpha + \beta + 180^\circ}{2}$; если же $\alpha < 180^\circ$, то средній выводъ будетъ $\frac{\alpha + \beta - 180^\circ}{2}$, предполагая, что въ компасѣ дѣленія возрастаютъ отъ сѣвера черезъ востокъ отъ 0° до 360°. Когда уголъ простиранія шнурка FF_I будетъ измѣренъ и записанъ, закрѣпляютъ магнитную стрѣлку и переходятъ къ измѣренію угла простиранія слѣдующаго шнурка, и такъ далѣе.

Всѣ предыдущія измѣренія въ нашемъ примѣрѣ записываются въ черновой журналъ слѣдующей формы:

ЖУРНАЛЪ

Съемки висячимъ компасомъ и полукругомъ по штольнѣ рудника N

15 ноября 1885 года.

Точки компасной съемки. Отъ	До	Углы наклоненія шнурковъ.	Длина шнурковъ въ саженяхъ.	Углы магнитныхъ простираній шнурковъ.	Размѣры выработокъ влѣво $\frac{\text{вверхъ}}{\text{внизъ}}$ вправо	ПРИМѢЧАНІЕ.
A ⊓	F	$+90^\circ$	0,35	—	—	Устье штольны отстоитъ отъ точки A на 3,25 саж., ширина устья: влѣво 0,8 саж., вправо 0,7 саж., высота его: вверхъ 0,9 саж., внизъ 0,3 саж. Склоненіе магнитной стрѣлки 3° къ западу. Отъ точки F_I начинается песчаникъ. Въ разстояніи 2,25 саж. отъ точки F_{II} песчаникъ кончается и начинается глинистый сланецъ, подъ которымъ залегаетъ 5-ти аршинный пластъ каменнаго угля, висячій бокъ этого пласта отстоитъ отъ точки F_{III} на 7 саж. Уголъ паденія пластовъ 38°.
F	F_I	$+1^\circ 20'$	6,75	$91^\circ 45'$	$0{,}7\frac{0{,}65}{0{,}35}0{,}6$	
F_I	F_{II}	$+0^\circ 40'$	5,25	$87^\circ 15'$	$0{,}1\frac{0{,}8}{0{,}3}0{,}9$	
F_{II}	F_{III}	$-0^\circ 20'$	7,4	$101^\circ 15'$	$0{,}8\frac{0{,}6}{0{,}3}0{,}2$	
F_{III}	b	$+1^\circ 40'$	8,2	$88^\circ 40'$	$0{,}45\frac{0{,}7}{0{,}3}0{,}65$	
b	B ⊓	$+90^\circ$	0,7	—	—	

2 примѣръ. Съемка по вертикальной шахтѣ и откаточному штреку.

Недалеко отъ устья шахты выбираютъ начальную точку A (черт. 18), которая отмѣчается, подобно предыдущему, коломъ или призматическимъ камнемъ. Послѣ этого въ устьѣ шахты отмѣчаютъ главную точку B, что производится такимъ образомъ.

Опускаютъ на тонкомъ шнуркѣ гирю g до дна шахты и, чтобы она не раскачивалась и нить отвѣса находилась въ покоѣ, погружаютъ ее тамъ или въ сосудъ съ водою, или въ наполненный водой зумфъ; далѣе, къ верхнему вѣнцу временно прибиваютъ доску такъ, чтобы она касалась опущеннаго шнурка, и эту точку касанія B отмѣчаютъ на доскѣ, а также дѣлаютъ отмѣтки какъ на доскѣ, такъ и на тѣхъ мѣстахъ вѣнца, гдѣ она была къ нему прибита, чтобы впослѣдствіи можно было возобновить прежнее положеніе доски; отвѣсный же шнурокъ въ точкѣ касанія B перевязываютъ навощенной ниткой. Точку A соединяютъ съ точкой B натянутымъ шнуркомъ mn такъ, чтобы онъ касался какъ нити отвѣса, подвѣшеннаго надъ точкой A, такъ и шнурка, опущеннаго до дна шахты; далѣе измѣряютъ какъ длину ab натянутаго шнурка, заключенную между отвѣсами Pg и QA, такъ и уголъ наклона и магнитное простираніе его; кромѣ этого измѣряютъ вертикальное разстояніе отъ A до точки a натянутаго шнурка и отъ точки его b — до главной точки B, находящейся на верхней плоскости прибитой доски. Послѣ этого, отмѣтивъ въ кровлѣ камеры главную точку K, проектируютъ ее на лобъ поставленнаго здѣсь треножника, ввинчиваютъ въ него винтъ F_I и въ противоположной стѣнкѣ шахты выбираютъ точку F такъ, чтобы натянутый между F и F_I шнурокъ касался отвѣснаго шнурка Pg, который и обвязываютъ въ точкѣ касанія C навощенной ниткой. Далѣе шнурокъ натягиваютъ по штреку между точками F_I, F_{II}, F_{III} и т. д.

Когда такимъ образомъ шнурки натянуты, измѣряютъ послѣдовательно углы наклоненія, а также длины и магнитныя простиранія ихъ.

Кромѣ того нужно измѣрить еще вертикальное разстояніе отъ C до точки B устья шахты, что производится такъ: въ точкѣ B прибитой доски устанавливаютъ отвѣсно двухъ-саженную рейку и поднимаютъ шнурокъ Pg до тѣхъ поръ, пока отмѣченная точка B не дойдетъ до верхняго конца рейки, послѣ чего шнурокъ перевязываютъ ниткой у нижняго конца рейки, снова поднимаютъ его, снова перевязываютъ и продолжаютъ это дѣлать до тѣхъ поръ, пока не выйдетъ весь шнурокъ; цѣлое число n подъемовъ шнурка составитъ $2n$ саж.; остатокъ же измѣряется тою же рейкой, такъ какъ на ней обыкновенно обозначены десятыя и сотыя доли сажени.

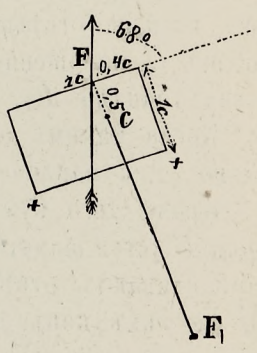
Всѣ предыдущія измѣренія въ нашемъ примѣрѣ записываются въ черновой журналъ слѣдующей формы.

ЖУРНАЛЪ

съемки висячимъ компасомъ и полукругомъ по вертикальной шахтѣ и откаточному штреку рудника N

18 Октября 1885 года.

Точки компасной съемки. Отъ	До	Углы наклоненія шнурковъ.	Длина шнурковъ въ саженяхъ.	Углы магнитн. простиранія шнурковъ.	Размѣры выработокъ вверхъ влѣво / внизъ вправо.	ПРИМѢЧАНІЕ.
A ⊙	*a*	+90°	0,25	—	—	Точка B взята въ устьи шахты.
a	*b*	+1°10′	4,3	294°30′	—	Точка K взята въ камерѣ шахты.
b	B □	−90°	0,33	—	—	Точка M взята на пересѣченіи откаточнаго съ возстающимъ штрекомъ; послѣднія двѣ точки отмѣчены въ кровлѣ.
B □	C	−90°	18,22	—	0,8 / 2,5 0,7	
C	F_1	+0°45′	4,5	168°30′	0,8 0,7 / 0,3 0,7	Уголъ простиранія большей стороны устья шахты 65°; длина этой стороны 1,4 саж., ширина шахты 1 саж.
F_1	K ⚐	+90°	0,7	—	—	Разстояніе точки C отъ бока, шахты, считая по линіи F_I C F равно 0,5 саж.
F_1	F_{II}	+1°20′	6,75	165°15′	0,2 0,5 / 0,3 0,8	
F_{II}	F_{III}	+0°40′	7,25	161°15′	0,8 0,6 / 0,4 0,2	
F_{III}	F_{IV}	−1°10°	6,75	164°45′	0,6 0,7 / 0,3 0,7	
F_{IV}	M ⏢	+90°	0,7	—	—	Длина камеры отъ ближайшаго бока *xx* шахты, равна 3 саж.
F_{IV}	F_V	−0°40′	7,5	167°15	0,8 0,8 / 0,3 0,2	Склоненіе магнитн. стрѣлки 3° къ западу.



Вычерчиваніе маркшейдерскихъ плановъ по даннымъ съемки висячими приборами производится либо графически простой накладкой, либо помощью координатъ.

I. *Графическій способъ.*

Для графическаго вычерчиванія рудничной съемки имѣется *накладной приборъ*, состоящій изъ прямоугольной латунной доски $PQMN$ (черт. 19), на которой укрѣпляется нажимнымъ винтомъ W горный компасъ, вынутый изъ висячаго прибора и вставленный въ кольцо LL доски $PQ\ MN$, причемъ NS-ая линія его располагается параллельно длиннымъ сторонамъ MN и PQ доски; параллельность эта достигается совмѣщеніемъ черточекъ кольца LL съ черточками компасной коробки.

Чтобъ убѣдиться, что длинныя стороны доски накладнаго прибора параллельны NS линіи вставленнаго въ него компаса, проводятъ на горизонтальномъ планшетѣ линію и, воткнувъ въ одну изъ ея точекъ иглу, укрѣпляютъ на ней вынутую изъ компаса магнитную стрѣлку, затѣмъ поворачиваютъ планшетъ до тѣхъ поръ, пока ось стрѣлки не расположится по направленію прочерченной линіи; въ этомъ положеніи закрѣпляютъ планшетъ и помѣщаютъ стрѣлку обратно въ компасъ накладнаго прибора; приложивъ длинный край доски къ прочерченной линіи, смотрятъ, совпадаетъ-ли ось магнитной стрѣлки съ NS линіей; если совпадаетъ, значитъ приборъ вѣренъ; въ противномъ случаѣ, ослабивъ нажимной винтъ W, поворачиваютъ компасъ въ кольцѣ LL до совпаденія оси магнитной стрѣлки съ NS линіей и отмѣчаютъ на кольцѣ LL новыя черточки, уничтожая старыя.

Накладной приборъ съ компасомъ называется накладнымъ компасомъ.

Горизонтальныя и вертикальныя проекціи натянутыхъ шнурковъ, которыя именно и наносятся на планъ, вычисляются по даннымъ черноваго журнала слѣдующимъ образомъ.

Горизонтальная проекція шнурка равна измѣренной длинѣ его, умноженной на *cos* угла наклоненія; вертикальная же проекція шнурка, выражающая превышеніе одного конца его предъ другимъ, равна длинѣ его, умноженной на sin угла наклоненія; по вычисленнымъ же превышеніямъ точекъ опредѣляютъ уже высоту каждой изъ нихъ относительно

основной точки. Ниже представленъ нами порядокъ вычисленія горизонтальныхъ и вертикальныхъ проекцій шнурковъ для перваго изъ взятыхъ нами примѣровъ.

Названіе точекъ.		Углы наклоненія шнурковъ.	Длина шнурковъ въ саженяхъ.	Вычисленіе горизонтальныхъ проекцій шнурковъ.	Горизонтальныя проекціи шнурковъ въ саженяхъ.	Вычисленіе вертикальныхъ проекцій шнурковъ или что то же превышеній точекъ.	Высоты точекъ въ саженяхъ.
Отъ	До						
A ⚠	F	+90°	0,35			+0,35	0 +0,35
F	F₁	+1°20	6,75	*lg* 6,75=0,82930 *lg cos* 1°20′=9,99988 0,82918	6,748	*lg* 6,75=0,82930 *lg sin* 1°20′=8,36678 9,19608 +0,16	+0,51
F¹	Fᵢᵢ	+0°40′	5,25	*lg* 5,25=0,72016 *lg cos* 0°40′=9,99997 0,72013	5,249	*lg* 5,25=0,72016 *lg sin* 0°40′=8,06578 8,78594 +0,06	+0,57
Fᵢᵢ	Fᵢᵢᵢ	−0°20′	7,4	*lg* 7,4 =0,86923 *lg cos* 0°20′=9,99999 0,86922	7,399	*lg* 7,4 =0,86923 *lg sin* 0°20′=7,76475 8,63398 −0,04	+0,53
Fᵢᵢᵢ	*b*	+1°40′	8,2	*lg* 8,2 =0,91381 *lg cos* 1°40′=0,99981 0,91362	8,196	*lg* 8,2 =0,91381 *lg sin* 1°40′=8,46366 9,37747 +0,24	+0,77
b	B ⚒	+90°	0,7			+0,7	+1,47

Такъ какъ положеніе магнитнаго меридіана относительно истиннаго съ теченіемъ времени измѣняется, вслѣдствіе чего должны измѣниться и записанныя въ представленномъ выше журналѣ магнитныя простиранія шнурковъ, то во избѣжаніе этого считается за лучшее относить всю произведенную съемку къ истинному меридіану. Для этого къ записаннымъ магнитнымъ простираніямъ слѣдуетъ только прибавить склоненіе магнитной стрѣлки въ день съемки со знакомъ плюсъ, если оно восточное, и со знакомъ минусъ, если оно западное.

Полученныя такимъ образомъ, истинныя простиранія вмѣстѣ съ данными черноваго журнала, а также вычисленныя горизонтальныя проекціи шнурковъ и высоты точекъ заносятся въ бѣловой журналъ слѣдующей формы:

ЖУРНАЛЪ

съемки висячимъ компасомъ и полукругомъ по штольнѣ рудника N

15 Ноября 1885 года.

Точки компасной съемки.		Углы наклоненія шнурковъ.	Длина шнурковъ въ саженяхъ.	Углы истинныхъ простираній шнурковъ.	Горизонтальныя проекціи шнурковъ въ саженяхъ.	Высоты точекъ въ саженяхъ.	Размѣры выработокъ влѣво $\frac{\text{вверхъ}}{\text{внизъ}}$ вправо.	ПРИМѢЧАНІЕ.
Отъ	До							
A	F	+90°	0,35			0 +0,35		Устье штольны отстоитъ отъ точки A на 3,25 саж., ширина устья: влѣво 0,9 саж., вправо 0,7 саж., высота его: вверхъ 0,9 саж., внизъ 0,3 саж.
F	F_I	+1°20′	6,75	88°45′	6,748	+0,51	$0,7\frac{0,65}{0,35}0,6$	Склоненіе магнитной стрѣлки 3° къ западу.
E	F_{II}	+0°40′	5,25	84°15′	5,249	+0,57	$0,1\frac{0,8}{0,3}0,9$	Отъ точки F_I начинается песчаникъ. Въ разстояніи 2,25 саж. отъ точки F_{II} песчаникъ кончается и начинается глинистый сланецъ, подъ которымъ залегаетъ 5-ти аршинный пластъ каменнаго угля, висячій бокъ этого пласта отстоитъ отъ точка F_{III} на 7 саж. Уголъ паденія пластовъ 38°.
F_{II}	F_{III}	+0°20′	7,4	98°15′	7,399	+0,53	$0,8\frac{0,6}{0,3}0,2$	
F_{III}	b	+0°40′	8,2	85°40′	8,196	+0,77	$0,45\frac{0,7}{0,3}0,65$	
b		+90°	0,7			+1,47		

По даннымъ бѣловаго журнала вычерчиваніе плана помощью накладнаго компаса производится слѣдующимъ образомъ:

На листѣ ватманской бумаги, наклеенномъ на чертежную доску, проводятъ карандашемъ линію, которую принимаютъ за истинный меридіанъ; къ этой линіи прикладываютъ длинный край накладнаго компаса и поворачиваютъ доску до тѣхъ поръ, пока ось стрѣлки не совпадетъ съ NS-овой линіей компаса; въ послѣднемъ положеніи доску закрѣпляютъ такъ, чтобы она во все время черченія не могла сдвинуться; прочерченная линія будетъ въ такомъ случаѣ представлять истинный меридіанъ чертежа, направленный по магнитному меридіану собственно для вычерчиванія плана; вслѣдствіе этого на концѣ этой линіи, обращенномъ къ сѣверу, ставятъ букву N (черт. 20), а на противоположномъ концѣ букву S. Далѣе, выбираютъ на бумагѣ точку A такъ, чтобы вся съемка помѣстилась на листѣ; затѣмъ прикладываютъ къ этой точкѣ длинный край накладнаго компаса и поворачиваютъ его до тѣхъ поръ, пока сѣверный конецъ стрѣлки не укажетъ истиннаго простиранія перваго натянутаго шнурка FF_{I}, послѣ чего по длинному краю прибора проводятъ черезъ точку A черту и на ней отъ точки A откладываютъ горизонтальную проекцію шнурка $FF_{I}=6,748$ въ соотвѣтствующемъ масштабѣ [1]). Далѣе, длинный край накладнаго компаса прикладываютъ къ точкѣ F_1 и поворачиваютъ его до тѣхъ поръ, пока не получится уголъ истиннаго простиранія слѣдующаго шнурка $F_{I}F_{II}$; прочертивъ по краю прибора линію, откладываютъ на ней горизонтальную проекцію шнурка $F_{I}F_{II}=5,249$ и т. д.

Всѣ нанесенныя такимъ образомъ горизонтальныя проекціи шнурковъ, взятыя вмѣстѣ, дадутъ такъ называемую горизонтальную проекцію маркшейдерской линіи. Чтобы по маркшейдерской линіи получить планъ горной выработки, отъ точекъ u, F_{I}, F_{II}... откладываютъ горизонтальные размѣры ея и полученныя точки m, n, p, q... и m_{I}, n_{I}, p_{I}, q_{I},.... соединяютъ прямыми, которыя и представятъ горизонтальную проекцію выработки, или, что то-же, планъ ея.

Для нанесенія вертикальныхъ проекцій шнурковъ проводятъ произвольную линію PQ (черт. 20) перпендикулярно къ NS-овой линіи и принимаютъ ее за вертикальную проекцію горизонта начальной точки A; спроектировавъ на линію PQ точки A, F_{I}, F_{II}... плана и отложивъ на

---

[1]) Маркшейдерскіе планы вычерчиваются въ $\frac{1}{500}$ или $\frac{1}{1000}$ натуральной величины; первому масштабу соотвѣтствуетъ 5 саж., а второму 10 саж. въ 0,01 саж. Но иногда масштабъ дѣлается и крупнѣе: 1 саж. въ 0,01 саж., т. е. въ $\frac{1}{100}$ натуральной величины.

проектирующихъ линіяхъ взятыя изъ журнала соотвѣтствующія высоты точекъ, получаютъ вертикальныя проекціи ихъ F, f_I, f_{II}..., соединивъ которыя прямыми, получаютъ такъ называемую вертикальную проекцію маркшейдерской линіи. Чтобы по этой линіи получить вертикальную проекцію горной выработки, отъ точекъ u_I, f_I, f_{II}... откладываютъ соотвѣтствующіе вертикальные размѣры ея и полученныя точки соединяютъ прямыми, которыя и представятъ вертикальную проекцію выработки, или, что то-же, вертикальный разрѣзъ ея.

Прилагаемый планъ штольны (черт. 20) вычерченъ въ масштабѣ 5 саж. въ 0,01, т. е. въ $\frac{1}{500}$ натуральной величины.

2. *Нанесеніе точекъ компасной съемки помощью координатъ.*

При вычерчиваніи плана помощью координатъ, предварительно вычисляются самыя координаты точекъ.

Ниже представленъ нами порядокъ вычисленія координатъ точекъ компасной съемки для втораго изъ взятыхъ нами примѣровъ, причемъ за начало координатъ принята начальная точка A.

Названіе точекъ.		Углы наклоненія шнурковъ.	Длина шнурковъ въ саженяхъ.	Углы истинныхъ простираній шнурковъ.	Вычисленіе приращеній $\triangle y$ по оси ординатъ.	Ординаты точекъ.	Вычисленіе приращеній $\triangle x$ по оси абсциссъ.	Абсциссы точекъ.	Вычисленіе приращеній $\triangle z$ по оси точекъ.	Высоты точекъ.
A ⊙						0		0		0
	a	+90°	0,25			0		0		+0,25
a					lg 4,3=0,63347 lg cos 1°10′=9,99991 lg sin 68°30′=9,96868		lg 4,3=0,63347 lg cos 1°10′=9,99991 lg cos 68°30′=9,56408		lg 4,3=0,63347 lg sin 1°10′=8,30879	
		+1°10′	4,3	291°30′	lg△y=0,60206		lg△x=0,19746		lg△z=8,94226	
	b				△y=−4	−4	△x=+1,57	+1,57	△z=+0,08	+0,33
b										
	⌑ B	−90°	0,33			−4		+1,57		0
B ⌑										
	C	−90°	18,22			−4		+1,57		−18,22
C					lg 4,5=0,65321 lg cos 0°45′=9,99996 lg sin 14°30′=9,39860		0,65321 9,99996 lg cos 14°30′=9,98594		0,65321 lg sin 0°45′=8,11693	
		+0°45′	4,5	165°30′	lg△y=0,05177		lg△x=0,63911		lg△z=8,77014	
	F_I				△y=+1,13	−2,87	△x=−4,35	−2,78	△z=+0,06	−18,16

F_I										
	K	+90°	0,7			−2,87		−2,78		−17,46
F_I					lg 6,75=0,82930 lg cos 1°20′=9,99988 lg sin 17°45′=9,48411		0,82930 9,99988 lg cos 17°45′=9,91882		0,82930 lg sin 1°20′=8,36678	
		+1°20′	6,75	162°15′	lg△y=0,31329		lg△x=0,74800		lg△z=9,19608	
	F_{II}				△y=+2,05	−0,82	△x=−6,42	−9,2	△z=+0,16	−18
F_{II}					lg 7,25=0,86034 lg cos 0°40′=9,99997 lg sin 21°45′=9,56886		0,86034 9,99997 lg cos 21°45′=9,96793		0,86034 lg sin 0°40′=8,06578	
		+0°40′	7,25	158°15′	lg△y=0,42917		lg△x=0,82824		lg△z=8,92612	
	F_{III}				△y=+2,68	+1,86	△x=−6,73	−15,93	△z=+0,08	−17,92
F_{III}					lg 6,75=0,82930 lg cos 1°10′=9,99991 lg sin 18°15′=9,49577		0,82930 9,99991 lg cos 18°15′=9,97759		0,82930 lg sin 1°10′=8,30879	
		−1°10′	6,75	161°45′	lg△y=0,32498		lg△x=0,80680		lg△z=9,13809	
	F_{IV}				△y=+2,11	+3,97	△x=−6,41	−22,34	△z=−0,13	−18,05
F_{IV}										
	M	+90°	0,7			+3,97		−22,34		−17,35
F_{IV}					lg 7,5=0,87506 lg cos 0°40′=9,99997 lg sin 16°45′=9,45969		0,87506 9,99997 lg cos 16°45′=9,98117		0,87506 lg sin 0°40′=8,06578	
		−0°40′	7,5	163°15′	lg△y=0,33472		lg△x=0,85620		lg△z=8,94084	
	F_V				△y=+2,16	+6,13	△x=−7,18	−29,52	△z=−0,08	−18,13

Данныя черноваго журнала, а также и вычисленныя коорди

ЖУР

съемки висячимъ компасомъ и полукругомъ по верти

18 Октября

Точки компасной съемки. Отъ	До	Углы наклоненія шнурковъ.	lg sin угла наклоненія.	lg cos угла наклоненія.	Длина шнурковъ въ саженяхъ.	lg длины шнурковъ.	Углы истинныхъ простираній шнурковъ.	lg sin угла простиранія.	lg cos угла простиранія.	Приращенія Δy по оси ординатъ.
A ⊙	a	+90°			0,25					
a	b	+1°10′	8,30879	0,99991	4,3	0,63347	291°30′	9,96868	9,56408	—4
b	B	—90°			0,33					
B	C	—90°			18,22					
C	F_I	+0°45′	8,11693	9,99996	4,5	0,65321	165°30′	9,39860	9,98594	+1,13
F_I	K	+90°			0,7					
F_I	F_{II}	+1°20′	8,36678	9,99988	6,75	0,82930	162°15′	9,48411	9,91882	+2,05
F_{II}	F_{III}	+0°40′	8,06578	9,99997	7,25	0,86034	158°15′	9,56886	9,96793	+2,68
F_{III}	F_{IV}	—1°10′	8,30879	9,99991	6,75	0,82930	161°45°	9,49577	9,97759	+2,11
F_{IV}	M	+90°			0,7					
F_{IV}	F_V	—0°40′	8,06578	9,99997	7,5	0,87506	163°15′	9,45969	9,98117	+2,16

Для удобства нанесенія координатъ точекъ съемки на бумагу, послѣднюю, разбиваютъ параллельными линіями на рядъ квадратовъ, причемъ для стороны каждаго изъ нихъ берутъ 10—20 саж., по масштабу въ $\frac{1}{500}$ или $\frac{1}{1000}$. Квадраты эти служатъ для того, чтобы

наты точекъ заносятся въ бѣловой журналъ слѣдующей формы:

НАЛЪ

кальной шахтѣ и откаточному штреку рудника N

1885 года.

Приращенія Δx по оси абсциссъ.	Приращенія Δz по оси высотъ.	Ординаты.	Абсциссы.	Высоты.	Размѣры выработокъ влѣво $\frac{\text{вверхъ}}{\text{внизъ}}$ вправо	ПРИМѢЧАНІЯ.
		0 0	0 0	0 +0,25		Точка B взята въ устьи шахты. Точка K взята въ камерѣ шахты.
+1,57	+0,08	—4	+1,57	+0,33		Точка M взята на пересѣченіи откаточнаго штрека съ возстающимъ, послѣднія двѣ точки отмѣчены въ кровлѣ.
		—4	+1,57	0		Уголъ простиранія большей стороны устья шахты 65°, длина этой стороны 1,4 саж. ширина шахты 1 саж.
		—4	+1,57	—18,22	$0{,}8\frac{}{2{,}5}0{,}7$	Разстояніе точки C отъ бока шахты, считая по линіи F.CF равно 0,5 саж.
—4,35	+0,06	—2,87	—2,78	—18,16	$0{,}8\frac{0{,}7}{0{,}3}0{,}7$	
		—2,87	—2,78	—17,46		
—6,42	+0,16	—0,82	—9,2	—18	$0{,}2\frac{0{,}5}{0{,}3}0{,}8$	
—6,73	+0,08	+1,86	—15,93	—17,92	$0{,}8\frac{0{,}6}{0{,}4}0{,}2$	
—6,41	—0,13	+3,97	—22,34	—18,05	$0{,}6\frac{0{,}7}{0{,}3}0{,}7$	
		+3,97	—22,34	—17,35		
—7,18	—0,08	+6,13	—29,52	—18,13	$0{,}8\frac{0{,}8}{0{,}3}0{,}2$	Длина камеры отъ ближайшаго бока *xx* шахты равна 3 саж. Склоненіе магнитной стрѣлки 3° къ западу.

при весьма большихъ координатахъ вмѣсто непосредственнаго откладыванія всей ихъ величины отъ начала координатъ откладывать только остатки, полученные отъ дѣленія цѣлыхъ координатъ на величину стороны квадратовъ.

Послѣ этого изъ начерченныхъ взаимноперпендикулярныхъ линій за оси координатъ принимаютъ такія—двѣ, чтобы на листѣ помѣстились какъ наибольшія — положительная и отрицательная — абсциссы, такъ и наибольшія ординаты точекъ вычисленной съемки, при чемъ ось абсциссъ обозначаютъ буквами N и S и при N дѣлаютъ стрѣлку. Если были вычислены истинныя простиранія шнурковъ, то выбранная линія NS будетъ представлять на бумагѣ направленіе истиннаго меридіана; въ противномъ случаѣ—направленіе меридіана магнитнаго. Въ нашемъ примѣрѣ координаты точекъ вычислены относительно истиннаго меридіана и за начало координатъ на чертежѣ 21-мъ принята точка A.

Самое нанесеніе горизонтальныхъ проекцій точекъ помощью координатъ по приложенному выше бѣловому журналу произведется слѣдующимъ образомъ:

Чтобы получить горизонтальную проекцію точки B, отложимъ по оси YY, какъ показываетъ знакъ минусъ, влѣво отъ начала A ординату 4, а на возстановленномъ вверхъ изъ точки m перпендикулярѣ mC абсциссу $+1,57$; полученная такимъ образомъ точка C и будетъ горизонтальной проекціей точки B. Чтобы получить горизонтальную проекцію точки F_I, отложимъ по оси YY влѣво отъ начала A ординату — 2,87, а на возставленномъ внизъ перпендикулярѣ nF_I, абсциссу—2,78; точка F_I и будетъ искомая горизонтальная проекція.

Поступая подобно предыдущему, получимъ горизонтальныя проекціи и остальныхъ точекъ, обозначенныя на чертежѣ буквами F_{II}, F_{III}.... Соединивъ прямыми точки A, C, F_I, и т. д., получимъ горизонтальныя проекціи натянутыхъ шнурковъ, или, что то-же, горизонтальную проекцію маркшейдерской линіи. Чтобы по этой линіи при точкѣ C построить планъ самой шахты нашего примѣра, нужно поступить слѣдующимъ образомъ: отъ точки C на продолженной въ сторону шахты линіи CF_I отложимъ измѣренное горизонтальное разстояніе точки C отъ бока шахты—0,5 саж. (см. примѣчаніе Бѣлов. Журн.); черезъ полученную точку F проведемъ линію dd подъ угломъ простиранія большей стороны шахты — 65°; отъ точки F по полученной линіи отложимъ въ одну сторону 0,4 саж., а въ другую 1 саж. (см. примѣчаніе Бѣлов. Журн.); если на линіяхъ dr и dq, перпендикулярныхъ къ dd, отложимъ величину меньшей стороны шахты—1 саж. и соединимъ полученныя точки r и q прямой линіей, то получимъ планъ шахты. Нанесеніе же плана штрека производится подобно тому, какъ это сдѣлано было и въ 1-мъ нашемъ примѣрѣ, т. е. наносятъ при точкахъ F_I, F_{II}.... горизонтальные размѣры штрека и такимъ образомъ получаютъ полный планъ снятой горной выработки.

Для нанесенія по координатамъ вертикальныхъ проекцій точекъ съемки, одну изъ линій, параллельныхъ оси ординатъ плана, напр. линію PQ (черт. 21) примемъ за ось ординатъ, а линію ZZ, составляющую

продолженіе оси абсциссъ, за ось высотъ, причемъ PQ должна быть выбрана такъ, чтобы на листѣ помѣстились наибольшія положительная и отрицательная высоты.

Самое же нанесеніе вертикальныхъ проекцій точекъ помощью координатъ по приложенному выше бѣловому журналу произведется подобно тому, какъ это дѣлалось и при нанесеніи горизонтальныхъ ихъ проекцій.

Чтобы получить вертикальную проекцію точки a, отложимъ по оси ZZ, какъ показываетъ знакъ плюсъ, вверхъ отъ начала A^I высоту $+0,25$; полученная такимъ образомъ точка a' и будетъ вертикальной проекціей точки a.

Чтобы получить вертикальную проекцію точки b, отложимъ по оси PQ влѣво отъ начала A^I ординату -4, а на возставленномъ вверхъ перпендикулярѣ Bb высоту $+0,33$; точка b и будетъ вертикальной проекціей точки b.

Поступая подобно предыдущему, получимъ вертикальныя проекціи и остальныхъ точекъ, обозначенныя на чертежѣ буквами B, C^I, f_I, f_{II}.... Соединивъ прямыми точки A^I, a^I, b, B, C^I, f_I...., получимъ вертикальныя проекціи натянутыхъ шнурковъ, или, что то-же, вертикальную проекцію маркшейдерской линіи. Нанесеніе же по этой линіи вертикальной проекціи самой горной выработки производится точно такъ, какъ и нанесеніе ея горизонтальной проекціи: только вмѣсто горизонтальныхъ размѣровъ откладываютъ соотвѣтствующіе имъ вертикальные размѣры.

Кромѣ нанесенныхъ проекцій горныхъ выработокъ на томъ же листѣ чертится масштабъ и дѣлаются изъяснительные знаки и надпись плана съ обозначеніемъ подъ ней дня и года съемки.

При каждомъ планѣ необходимо долженъ быть приложенъ журналъ данныхъ съемки и вычисленныхъ координатъ, причемъ какъ тотъ, такъ и другой должны быть подписаны тѣмъ лицомъ, которое производило съемку.

ГЛАВА II.

Тріангуляція.

Тріангуляція примѣняется въ тѣхъ случаяхъ, когда требуется соединить весьма удаленныя точки одного горнаго округа, а также для нанесенія устьевъ штоленъ, шахтъ и другихъ важныхъ точекъ маркшейдерскихъ съемокъ.

Тріангуляціонная съемка состоитъ въ выборѣ точекъ на поверхности даннаго участка для тригонометрической сѣти, т. е. для системы треугольниковъ, вершинами которыхъ служили-бы избранныя точки,—въ измѣреніи базиса и угловъ треугольниковъ, въ рѣшеніи этихъ треугольниковъ, вычисленіи координатъ угловыхъ точекъ и нанесеніи послѣднихъ на планъ.

Предварительно сдѣлаемъ описаніе необходимыхъ при тріангуляціи болѣе точныхъ угломѣрныхъ инструментовъ и объяснимъ, какъ они повѣряются, такъ какъ при этой съемкѣ требуются тщательно вывѣренные инструменты.

Пантометръ. Инструментъ этотъ состоитъ изъ двухъ цилиндровъ *AA* и *BB* (черт. 22 и 23), которые соединены между собою болтомъ, причемъ верхній цилиндръ можетъ вращаться по нижнему помощью находящагося внутри зубчатаго колеса: черезъ дно цилиндра *BB* проходитъ стержень, имѣющій на нижнемъ концѣ головку *P*, а на верхнемъ шестерню, которая зацѣпляетъ колесо, скрѣпленное съ верхнимъ цилиндромъ, почему при поворачиваніи головки *P* и вращается верхній цилиндръ. Къ дну нижняго цилиндра прикрѣплена втулка *M*, сквозь которую проходитъ ось, соединенная съ треножникомъ на подъемныхъ винтахъ *V*, *V*, *V*. Втулка *M* въ нижней своей части обхватывается кольцомъ *k k*, которое при помощи винта *N* можетъ къ ней плотно прижиматься; отъ кольца *kk* идетъ радіусъ, на концѣ котораго укрѣплена могущая вращаться въ своемъ гнѣздѣ шарообразная гайка *g*; сквозь эту гайку проходитъ микрометренный винтъ *w* съ шаровымъ утолщеніемъ g_1, которое зажато между двумя пластинками, прикрѣпленными къ одному изъ радіусовъ треножника; помощью этого винта цилиндру *BB*, по закрѣпленіи его винтомъ *N*, можно придавать микрометренное вращеніе. На верхней высеребренной конической поверхности нижняго цилиндра *BB* нарѣзаны градусныя дѣленія отъ 0° до 360°, а на нижней поверхности верхняго цилиндра *A A* расположены два ноніуса, причемъ точность отсчетовъ по ноніусамъ 1′ или 2′. Въ этомъ приборѣ верхній цилиндръ представляетъ алидаду, а нижній лимбъ. Къ верхнему цилиндру прикрѣпляется на стойкахъ *CC* ось вращенія *SS* зрительноу трубы *T T*; на верху этого цилиндра устроена буссоль, а выше ея междй стойками располагаются два взаимно перпендикулярныхъ уровня *u* и *w*. По одной сторонѣ стойки *C* имѣется вертикальный секторъ *R R* съ градусными дѣленіями, а на концѣ оси *SS* съ той же стороны прикрѣпленъ ноніусъ *m m*, который вращается вмѣстѣ съ вращеніемъ трубы *T T* въ вертикальной плоскости и служитъ для измѣренія вертикальныхъ угловъ; движеніе оси *SS* останавливается нажимнымъ винтомъ *Q*. На зрительной трубѣ для перемѣщенія окулярнаго колѣна ея съ сѣткой относительно объектива служитъ шестерня, которая захватываетъ зубцы рейки, прикрѣпленной къ колѣну съ сѣткой; ось шестерни оканчивается двумя головками *pp*

Передъ употребленіемъ пантометра необходимо сдѣлать слѣдующія повѣрки и поправки.

1) Правильность дѣленій лимба повѣряютъ, совмѣщая крайнюю черту ноніуса сначала съ нулемъ лимба, потомъ съ 1-мъ, 2-мъ, 3-мъ и т. д. дѣленіями его, пока такимъ образомъ обойдутъ всю окружность; если при каждомъ изъ упомянутыхъ совмѣщеній другая крайняя черта ноніуса всегда

будетъ совпадать съ какимъ либо дѣленіемъ лимба, то градусныя дѣленія вѣрны; въ противномъ случаѣ приборъ негоденъ къ употребленію.

2) Вращается-ли алидада въ центрѣ лимба?

Для этой повѣрки передвигаютъ алидаду черезъ каждое дѣленіе лимба, пока не обойдутъ полъ-окружности его, и берутъ отсчеты по обоимъ ноніусамъ; если разность между каждой парой отсчетовъ всегда будетъ равна 180°, то алидада вращается въ центрѣ лимба; въ противномъ случаѣ нужно брать средній выводъ изъ показаній обоихъ ноніусовъ. Положимъ напримѣръ, что отсчетъ по первому ноніусу равенъ $35^\circ 40'$, а по второму $215^\circ 44'$, при чемъ измѣряемымъ угломъ пусть будетъ уголъ, показываемый первымъ ноніусомъ; средній выводъ этихъ отсчетовъ будетъ равенъ

$$\frac{35^\circ 40' + 215^\circ 44' - 180^\circ}{2} = 35^\circ 42'.$$

Положимъ теперь, что отсчетъ по первому ноніусу равенъ $205^\circ 22'$, а по второму $25^\circ 26'$, причемъ измѣряемымъ угломъ пусть будетъ опять уголъ, показываемый первымъ ноніусомъ; средній выводъ этихъ отсчетовъ будетъ равенъ $\frac{205^\circ 22' + 25^\circ 26' + 180^\circ}{2} = 205^\circ 24'$.

3) Перпендикулярны-ли оси уровней къ вертикальной оси вращенія инструмента?

Для рѣшенія этого вопроса устанавливаютъ ось одного изъ уровней по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ и, приведя помощью ихъ пузырекъ на середину, поворачиваютъ приборъ на 180°; если при этомъ пузырекъ не сойдетъ съ середины, значитъ уровень вѣренъ; въ противномъ случаѣ половину погрѣшности исправляютъ юстирнымъ винтомъ i (черт. 22, 23), а другую половину подъемнымъ винтомъ, причемъ повѣрку эту и поправку повторяютъ до тѣхъ поръ, пока при двухъ положеніяхъ уровня пузырекъ не будетъ занимать середину его. Когда первый уровень повѣренъ и исправленъ, поступаютъ точно такимъ же образомъ и со вторымъ уровнемъ. Послѣ таковыхъ повѣрокъ и установокъ уровней, для приведенія оси вращенія пантометра въ отвѣсное положеніе необходимо только, чтобы пузырьки въ обоихъ уровняхъ находились на серединѣ, что достигается помощью вращенія трехъ установительныхъ винтовъ. Когда такимъ образомъ ось вращенія инструмента будетъ приведена въ отвѣсное положеніе, лимбъ приметъ горизонтальное положеніе, что необходимо при измѣреніи горизонтальныхъ угловъ.

4) Описываетъ-ли оптическая ось трубы вертикальную плоскость?

Для рѣшенія этого вопроса приводятъ по предыдущему пантометръ въ горизонтальное положеніе, наводятъ пересѣченіе нитей сѣтки на нить отвѣса и поднимаютъ и опускаютъ трубу, вращая ее на оси SS; если пересѣченіе нитей не будетъ сходить съ нити отвѣса, требуемое условіе будетъ соблюдено; въ противномъ случаѣ погрѣшность исправляется юстир-

нымъ винтомъ, находящимся у одной изъ стоекъ, такъ какъ помощью этого винта можно, смотря по надобности, опустить или приподнять одинъ конецъ оси вращенія трубы.

5) При совмѣщеніи нуля ноніуса съ нулемъ вертикальнаго сектора будетъ ли оптическая ось трубы перпендикулярна къ вертикальной оси вращенія инструмента, т. е. будетъ ли она горизонтальна?

Для этой повѣрки избираютъ на покатой мѣстности въ разстояніи одна отъ другой около 50 сажень двѣ точки A и B (черт. 24) и вбиваютъ въ нихъ колышки въ уровень съ поверхностью земли; надъ точкой A ставятъ пантометръ, а въ точкѣ B держатъ рейку въ отвѣсномъ положеніи. Послѣ этого, приведя инструментъ въ горизонтальное положеніе, совмѣщаютъ нуль ноніуса съ нулемъ сектора и, направивъ зрительную трубу на рейку, замѣчаютъ какое дѣленіе рейки покроется горизонтальной нитью сѣтки. Если положимъ, что при горизонтальности оптической оси было бы видно въ трубу дѣленіе D рейки, то при отсутствіи этой горизонтальности мы замѣтимъ уже какое нибудь другое дѣленіе, напр. K. Измѣривъ вертикальное разстояніе отъ точки A до центра оси вращенія трубы, получимъ высоту инструмента H. Проведя изъ точки B горизонтальную линію BN, увидимъ, что величина AN, представляющая превышеніе точки B надъ A, выразится такъ:

$$AN = AF - NF = AF - BD = AF - (BK - x) = \\ = AF - BK + x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

Теперь пантометръ и рейку перемѣщаютъ, т. е. пантометръ устанавливаютъ въ точкѣ B, а рейку въ точкѣ A; измѣривъ высоту H_I инструмента надъ точкой B и взявъ отсчетъ на рейкѣ, подобно предыдущему получимъ:

$$AN = AK_I - NK_I = AK_I - (ND_I + x) = AK_I - ND_I - x = \\ = AK_I - BF_I - x \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

Изъ сравненія выраженій (1) и (2) получимъ:

$$AF - BK + x = AK_I - BF_I - x.$$

Подставляя въ это выраженіе вмѣсто AF и BF_I измѣренныя высоты инструмента H и H_I, а вмѣсто BK и AK_I полученные на рейкахъ отсчеты h и h_I, будемъ имѣть:

$$H - h + x = h_I - H_I - x, \text{ откуда}$$

$$2x = h + h_I - (H + H_I) \text{ , откуда}$$

$$x = \frac{h + h_I}{2} - \frac{H + H_I}{2}.$$

Если x будетъ равенъ нулю, то это покажетъ, что при совпаденіи нуля ноніуса съ нулемъ сектора оптическая ось трубы перпендикулярна къ оси вращенія инструмента; если для x получится положительная величина, то ее должно отнять отъ отсчета $AK_I = h_I$ и, направивъ го-

ризонтальную нить трубы на полученное такимъ образомъ новое дѣленіе, привести нуль ноніуса въ совпаденіе съ нулемъ сектора, предварительно ослабивъ прикрѣпляющій его винтикъ; если же для x получится величина отрицательная, то ее должно придать къ отсчету $AK_1 = h_1$ и, направивъ трубу на полученное дѣленіе, исправить положеніе ноніуса, какъ сказано выше.

6) Проходитъ ли коллимаціонная плоскость зрительной трубы черезъ NS линію буссоли?

Для рѣшенія этого вопроса на горизонтально установленномъ планшетѣ прочерчиваютъ линію и, воткнувъ отвѣсно въ одну изъ ея точекъ иглу, укрѣпляютъ на ней вынутую изъ пантометра магнитную стрѣлку, затѣмъ поворачиваютъ планшетъ до тѣхъ поръ, пока ось стрѣлки не расположится по направленію прочерченной линіи; въ этомъ положеніи планшетъ закрѣпляютъ и въ двухъ точкахъ прочерченной линіи устанавливаютъ отвѣсно двѣ иглы, по направленію которыхъ въ разстояніи 20—30 саж. выставляютъ отвѣсно колъ или, что несравненно лучше, вѣшаютъ отвѣсъ; далѣе, на планшетъ устанавливаютъ пантометръ такъ, чтобы центръ инструмента находился надъ прочерченной линіей, и визируютъ на выставленный колъ или нить отвѣса; если при этомъ магнитная стрѣлка, помѣщенная обратно въ буссоль, расположится по NS линіи буссоли, то коллимаціонная плоскость совпадаетъ съ этой линіей; если же сѣверный конецъ стрѣлки отклонится въ какую либо сторону отъ NS линіи, значитъ приборъ имѣетъ погрѣшность, которую можно устранить, повернувъ буссоль на столько, чтобы NS линія совпала съ магнитной стрѣлкой; но если буссоль укрѣплена наглухо, тогда нужно замѣтить, на какой уголъ и въ какую сторону отклоняется NS линія отъ магнитной стрѣлки, и имѣть эту погрѣшность въ виду при измѣреніи угловъ простиранія линій, придавая ее или отнимая, смотря потому, уменьшаетъ ли буссоль измѣряемые углы или увеличиваетъ ихъ.

Теодолитъ. Этотъ угломѣрный инструментъ отличается немного отъ пантометра, но по совершенству своего устройства обладаетъ сравнительно съ послѣднимъ большею точностью. Вмѣсто двухъ цилиндровъ пантометра въ теодолитѣ имѣются два плоскихъ круга LL и AA (черт. 25), плотно прилегающихъ одинъ къ другому; нижній кругъ LL представляетъ лимбъ съ дѣленіями въ полградуса, а верхній кругъ AA—алидаду съ двумя противоположно размѣщенными ноніусами. Къ нижней сторонѣ лимба прикрѣплена полая ось ll, сквозь которую проходитъ ось a алидады, скрѣпленная внизу съ треножникомъ на подъемныхъ винтахъ vvv. Ось ll обхватывается кольцомъ kk, которое нажимается винтомъ t и такимъ образомъ прекращаетъ грубое движеніе лимба; микрометренное же движеніе придается ему помощью микрометреннаго винта m, передвигающаго кольцо kk вмѣстѣ съ лимбомъ относительно неподвижнаго треножника. Алидада

скрѣпляется съ лимбомъ нажимнымъ винтомъ p; микрометренное же движеніе относительно лимба ей можно придать помощью винта n. Сверху алидады имѣется буссоль BB, по бокамъ которой укрѣплены двѣ стойки SS, оканчивающіяся вилками xx; въ эти вилки вкладывается своими концами o горизонтальная ось вращенія зрительной трубы TT, причемъ каждый конецъ ея защемляется въ вилкахъ пластинками rr помощью винтиковъ ss. Къ зрительной трубѣ прикрѣплены два вертикальныхъ сектора PP и QQ, у одной же изъ стоекъ для отсчета угловъ по этимъ секторамъ имѣется на радіусѣ ноніусъ N. Между стойками SS, надъ буссолью расположены для приведенія прибора въ горизонтальное положеніе два взаимно перпендикулярныхъ уровня nn и $n'n'$. Для перемѣщенія окулярнаго колѣна вмѣстѣ съ сѣткой относительно объектива зрительной трубы имѣется такое же устройство, какъ и въ пантометрѣ, т. е. вращеніемъ головки z перемѣщаютъ все колѣно. Чтобы облегчить отсчитываніе по ноніусамъ съ мелкими дѣленіями, при каждомъ изъ нихъ имѣется по простому микроскопу, или луппѣ.

Въ теодолитѣ производятся тѣ-же самыя шесть повѣрокъ, какъ и въ пантометрѣ; но сверхъ того, въ теодолитѣ возможно удовлетворить еще и слѣдующему седьмому требованію: оптическую ось трубы установить перпендикулярно къ ея горизонтальной оси вращенія. Эту послѣднюю повѣрку производятъ такъ: на удаленную, отчетливо видную точку наводятъ пересѣченіе нитей горизонтально установленнаго теодолита и закрѣпляютъ его въ этомъ положеніи, затѣмъ перекладываютъ ось трубы въ вилкахъ xx и смотрятъ, покрываетъ ли пересѣченіе нитей замѣченную точку; если покрываетъ, то оптическая ось трубы перпендикулярна къ ея горизонтальной оси вращенія; въ противномъ случаѣ перемѣщаютъ пересѣченіе нитей на половину погрѣшности помощью юстирныхъ винтиковъ ii и повторяютъ эту повѣрку до тѣхъ поръ, пока при перекладываніи трубы въ пересѣченіи нитей будетъ находиться одна и та-же точка. Впрочемъ, при измѣреніи горизонтальныхъ угловъ въ этихъ двухъ положеніяхъ трубы упомянутая погрѣшность сама собой уничтожается.

Теодолитъ съ эксцентренной трубой. Инструментъ этотъ по устройству своему отличается отъ вышеописаннаго теодолита только тѣмъ, что зрительная труба располагается не между стойками, а съ внѣшней стороны ихъ, причемъ труба эта укрѣпляется на одномъ изъ концовъ горизонтальной оси вращенія, а вертикальный кругъ на другомъ.

Теодолитъ съ эксцентренной трубой главнымъ образомъ употребляется для измѣренія горизонтальныхъ проекцій такихъ угловъ, стороны которыхъ имѣютъ очень большое наклоненіе къ горизонту, такъ какъ измѣренію таковыхъ угловъ обыкновеннымъ теодолитомъ препятствуетъ его лимбъ.

Хотя повѣрки и поправки теодолита съ эксцентренной трубой, соотвѣтствующія 6-ой и 7-ой повѣркамъ обыкновеннаго теодолита, произво-

дятся нѣсколько иначе, но мы описывать ихъ не будемъ въ виду того, что отсутствіе параллельности оптической оси къ *NS*-ой линіи и перпендикулярности ея къ горизонтальной оси вращенія не оказываютъ никакого вліянія при измѣреніи горизонтальныхъ угловъ между двумя направленіями, для чего собственно, какъ было уже упомянуто, и предназначается теодолитъ съ эксцентренной трубой. Всѣ же остальныя повѣрки и поправки этого инструмента производятся такъ же, какъ и въ теодолитѣ съ центренной трубой.

Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ или пантометромъ.

Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ бываетъ непосредственное и посредственное; въ первомъ случаѣ измѣряется самый уголъ, а во второмъ случаѣ измѣряются другія величины и по нимъ уже вычисляется искомый уголъ; къ послѣднему способу приходится прибѣгать тогда, когда нельзя установить угломѣрный приборъ въ вершинѣ измѣряемаго угла.

Непосредственное измѣреніе угловъ бываетъ простое и повторительное.

Простое непосредственное измѣреніе горизонтальнаго угла производится такъ: въ вершинѣ измѣряемаго угла устанавливаютъ теодолитъ или пантометръ и, приведя приборъ въ горизонтальное положеніе, направляютъ трубу (визируютъ) по сторонамъ измѣряемаго угла на установленные въ ихъ концахъ сигналы. При поверхностной съемкѣ сигналами служатъ вѣхи, при подземной-же—сигнальныя лампы, устройство которыхъ будетъ описано ниже. Установъ инструмента надъ вершиною измѣряемаго угла производится помощью отвѣса, прикрѣпленнаго нитью къ центру становаго винта: когда остріе отвѣса расположится надъ точкой, изображающей вершину угла, штативъ плотно закрѣпляютъ, накладываютъ на него теодолитъ и прикрѣпляютъ послѣдній становымъ винтомъ. Когда помощью подъемныхъ винтовъ приборъ приведенъ въ горизонтальное положеніе, нуль перваго ноніуса совмѣщаютъ съ нулемъ лимба, визируютъ на правый сигналъ и, закрѣпивъ нажимной винтъ лимба, помощью микрометреннаго винта точно совмѣщаютъ пересѣченіе нитей съ визируемымъ сигналомъ; затѣмъ, освободивъ нажимной винтъ алидады, направляютъ трубу на лѣвый сигналъ и, закрѣпивъ винтъ снова, помощью микрометреннаго винта точно совмѣщаютъ пересѣченіе нитей съ лѣвымъ сигналомъ; разность среднихъ отсчетовъ, взятыхъ въ томъ и другомъ случаѣ по обоимъ ноніусамъ, дастъ величину измѣряемаго угла.

Чтобы при измѣреніи горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ избѣгнуть погрѣшности отъ неперпендикулярности оптической оси зрительной трубы къ ея горизонтальной оси вращенія, уголъ измѣряютъ въ двухъ поло-

женіяхъ зрительной трубы, перекладывая въ вилкахъ концы ея оси вращенія; среднее ариѳметическое отсчетовъ дастъ истинный уголъ, такъ такъ погрѣшности при этомъ взаимно уничтожаются.

Повторительное измѣреніе горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ.

Чтобы достигнуть большой точности при измѣреніи угловъ, примѣняется способъ повторительнаго измѣренія, состоящій въ томъ, что находятъ двойной, тройной, четверной и т. д. искомый уголъ, по которому уже получается и одинарный. Достигается это такимъ образомъ: сначала производятъ простое измѣреніе искомаго угла по прежде описанному пріему, потомъ черезъ движеніе лимба вмѣстѣ съ алидадой наводятъ трубу опять на первый сигналъ, а на второй сигналъ наводятъ ее уже чрезъ движеніе только одной алидады, чрезъ что получается двойной измѣряемый уголъ; такимъ-же образомъ можно получить тройной уголъ, четверной и такъ далѣе. При этомъ способѣ отсчеты дѣлаются только сначала и при концѣ измѣренія, и въ то-же время замѣчается, сколько разъ нуль ноніуса обошелъ цѣлую окружность, т. е. прошелъ чрезъ нуль лимба; къ разности начальнаго и конечнаго отсчетовъ придается столько разъ 360°, сколько разъ нуль ноніуса прошелъ чрезъ нуль лимба, и сумма для полученія одинарнаго искомаго угла дѣлится на число измѣреній его.

Положимъ напримѣръ, при началѣ измѣреній отсчетъ на первомъ ноніусѣ былъ 0°, а на второмъ $180^\circ\ 1'$,—при концѣ же измѣреній—на первомъ наніусѣ $139^\circ 32'$, а на второмъ $319^\circ 32'$, причемъ было сдѣлано четыре повторенія измѣряемаго угла и нуль перваго ноніуса прошелъ черезъ нуль лимба одинъ разъ: по этимъ даннымъ для измѣряемаго угла будемъ имѣть:

$$\frac{139^\circ 32' - 0^\circ 0' 30'' + 360^\circ}{4} = 124^\circ 52' 52''$$

Посредственное измѣреніе горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ.

Посредственное измѣреніе горизонтальныхъ угловъ, примѣняющееся въ томъ случаѣ, когда угломѣрный приборъ невозможно установить въ вершинѣ измѣряемаго угла, производится такъ: устанавливаютъ инструментъ въ точкѣ D (черт. 26) недалеко отъ вершины угла ACB, величину котораго требуется опредѣлить, причемъ точка D должна быть выбрана такъ, чтобы изъ нея можно было визировать на точки A, B и C и измѣрить разстояніе DC. Углы ADB и BDC измѣряются непосредственно, длина сторонъ AC и BC угла ACB можетъ быть опредѣлена изъ тріангуляціи; тогда уголъ DAC получится по формулѣ $\sin DAC = \frac{\overline{DC}.\ \sin ADC}{AC}$; по такой-же формулѣ опредѣлимъ уголъ DBC треугольника DBC. Положивъ

для краткости $\angle DAC=A$, $\angle DBC=B$, $\angle ADB=d$, $\angle ACB=C$ и $\angle AOB=O$, изъ $\triangle AOD$ будемъ имѣть : $O=A+d$,

а изъ $\triangle BOC$ » » $O=B+C$,

почему

$A+d=B+C$, откуда для искомаго угла C получимъ:

$$C=A+d-B.$$

Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ теодолитомъ съ эксцентренной трубой.

Установивъ теодолитъ надъ вершиною измѣряемаго угла, приводятъ его въ горизонтальное положеніе, нуль ноніуса совмѣщаютъ съ нулемъ лимба, направляютъ трубу на правый сигналъ и точно совмѣщаютъ съ нимъ пересѣченіе нитей; затѣмъ направляютъ на лѣвый сигналъ и берутъ по ноніусу отсчетъ, напр. a (черт. 27); далѣе трубу перекладываютъ въ вилкахъ и, визируя по прежнему на правый и лѣвый сигналы, берутъ отсчетъ напр. b.

Изъ треугольниковъ DKB и AKC для угла BKA, какъ внѣшняго, будемъ имѣть:

$$\angle BKA=\angle BDK+\angle DBK=\angle KCA+\angle KAC.....(1)$$

Изъ треугольниковъ ALB и BLC для угла BLA, тоже, какъ внѣшняго, будемъ имѣть:

$$\angle BLA=\angle LEA+\angle LAE=\angle BCL+\angle CBL.....(2)$$

Означивъ для простоты въ этихъ уравненіяхъ $\angle KCA=\angle BCL=\angle ACB$ чрезъ C, $\angle BDK=a$, $\angle LEA$ чрезъ b, $\angle KAC=\angle LAE$ чрезъ A и наконецъ $\angle DBK=\angle CBL$ чрезъ B, получимъ:

$$a+B=C+A \quad . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

$$b+A=C+B \quad . \; . \; . \; . \; . \; (4)$$

Опредѣляя изъ (3) и (4) уравненій величину C, получимъ:

$$C=a+B-A$$

$$C=b+A-B.$$

Складывая два послѣднія уравненія, будемъ имѣть.

$2C=a+b$, откуда

$$C=\frac{a+b}{2}.$$

Такимъ образомъ, чтобы получить величину горизонтальнаго угла, измѣряя его помощью эксцентреннаго теодолита, нужно брать среднее ариѳметическое отсчетовъ, получаемыхъ при двухъ указанныхъ положеніяхъ зрительной трубы.

Измѣреніе теодолитомъ угловъ магнитнаго простиранія.

Измѣреніе это производится такъ: визируютъ по данному направленію и, если не требуется большой точности, берутъ отсчетъ по сѣверному концу магнитной стрѣлки, что и дастъ магнитное простираніе этого направленія; но этотъ отсчетъ по буссоли рѣдко можетъ быть сдѣланъ точнѣе 15 минутъ. Поэтому, если требуется измѣрить простираніе съ точностью ноніуса лимба, поступаютъ слѣдующимъ образомъ: совмѣстивъ нуль ноніуса съ нулемъ лимба и освободивъ магнитную стрѣлку, наводятъ зрительную трубу по направленію линіи, простираніе которой нужно опредѣлить; когда точно совмѣстили визируемый предметъ съ пересѣченіемъ нитей, ослабляютъ нажимной винтъ алидады и черезъ вращеніе ея совмѣщаютъ NS линію буссоли съ осью магнитной стрѣлки, послѣ чего берутъ по ноніусу отсчетъ который и будетъ представлять простираніе даннаго направленія.

Измѣреніе вертикальныхъ угловъ теодолитомъ или пантометромъ.

Измѣреніе вертикальныхъ угловъ или, что то-же, угловъ наклоненія измѣряемыхъ линій производится помощью имѣющагося въ теодолитѣ вертикальнаго сектора или круга слѣдующимъ образомъ: въ точку A (черт. 28) наклонной линіи AB ставятъ отвѣсно рейку и замѣчаютъ на ней дѣленіе, соотвѣтствующее высотѣ инструмента, установленнаго въ горизонтальномъ положеніи въ точкѣ B, считая высоту его отъ точки B до центра оси вращенія трубы; уголъ наклоненія $BAD=a$ опредѣлится, если оптическую ось зрительной трубы направимъ на замѣченную точку C и возьмемъ отсчетъ по ноніусу вертикальнаго сектра или круга.

Выборъ тріангуляціонныхъ точекъ и базиса и измѣреніе послѣдняго.

Точки тригонометрической сѣти или вершины составляющихъ ее треугольниковъ должны быть выбраны и соединены между собою такъ, чтобы получились по возможности равносторонніе треугольники, но во всякомъ случаѣ слѣдуетъ совершенно избѣгать треугольниковъ съ углами меньше 30° и больше 120°. Тріангуляціонныя точки нужно выбирать на мѣстахъ болѣе возвышенныхъ, доставляющихъ свободный дальній видъ. Такъ какъ изъ каждой точки приходится визировать на нѣсколько другихъ точекъ, то при выборѣ ихъ должно имѣть въ виду, чтобы точки, видимыя осенью или весною, не скрывались отъ взора лѣтомъ, вслѣдствіе распустившихся дерьевъ или выросшаго посѣва (черт. 29); также не слѣдуетъ выбирать точекъ

вблизи холма (черт. 30), потому что визированіе на вѣху, установленную вблизи холма, хотя и возможно изъ какой либо точки, взятой по другую его сторону, но оно становится невозможнымъ, если мы вѣху и инструментъ взаимно перемѣстимъ. Если тріангуляціонныя точки должны быть сохранены на продолжительное время, то ихъ отмѣчаютъ такимъ же образомъ, какъ и начальныя точки (см глава I), т. е. помощью призматическаго камня или кола.

Такъ какъ по длинѣ базиса вычисляютъ длину всѣхъ другихъ сторонъ треугольниковъ тригонометрической сѣти, то вслѣдствіе этого измѣреніе его должно быть произведено съ большой точностью, почему базисъ долженъ быть выбранъ на такомъ мѣстѣ, чтобы оно было удобно для измѣренія; этому условію удовлетворяютъ равнины, скаты долинъ и длинные хребты. Положеніе базиса должно быть таково, чтобы изъ концовъ его можно было видѣть нѣсколько тріангуляціонныхъ точекъ; кромѣ того длина его не должна быть мала относительно протяженія всей сѣти; длина эта берется около 300 саж.; при этомъ базисъ долженъ находиться по возможности въ серединѣ снимаемой дачи; но вслѣдствіе разныхъ препятствій является иногда необходимость выбирать базисъ и гдѣ нибудь на краю тригонометрической сѣти; въ этомъ послѣднемъ случаѣ выбирается еще такъ называемый повѣрочный базисъ, составляющій одну изъ сторонъ вычисляемыхъ треугольниковъ; измѣривъ длину этой стороны непосредственно, сравниваютъ полученную такимъ образомъ величину съ вычисленной; если разницы между обѣими величинами не будетъ, или она будетъ очень незначительна, то тріангуляція произведена надлежащимъ образомъ; въ противномъ случаѣ ее нужно передѣлать.

При ровной мѣстности и не очень большой дачѣ измѣреніе базиса производится промѣромъ помощью стальной десяти саженной ленты (черт. 31); измѣривъ его два или три раза, берутъ среднее ариѳметическое этихъ измѣреній; при мѣстности же волнистой нужно опредѣлять горизонтальную проекцію базиса, для чего измѣряютъ углы наклоненія составляющихъ его линій теодолитомъ или пантометромъ и путемъ вычисленія находятъ горизонтальныя проекціи линій, сумма которыхъ составитъ горизонтальную проекцію базиса.

Если требуется особенно точное измѣреніе базиса, то оно производится помощью двухъ саженнаго желѣзнаго жезла и состоитъ въ слѣдующемъ.

Въ начальной точкѣ A (черт. 32), отмѣченной призматическимъ камнемъ или коломъ, устанавливаютъ теодолитъ и направляютъ трубу на вѣху, поставленную въ конечной точкѣ B базиса: между точками A и B забиваютъ нѣсколько кольевъ C, D... въ разстояніи 50—60 саж. другъ отъ друга; колья эти забиваются такъ, чтобы всѣ они находились на прямой AB, чего достигаютъ визируя на колья трубой теодолита и перестанавливая ихъ до тѣхъ поръ, пока они не расположатся на прямой AB. Далѣе

между начальной точкой A и первымъ коломъ C натягиваютъ шнурокъ подобно тому, какъ это дѣлается при компасной съемкѣ, причемъ, чтобы шнурокъ не слишкомъ прогибался, устанавливаютъ треножники въ разстояніи 5—8 сажень другъ отъ друга. Затѣмъ приступаютъ къ измѣренію угловъ наклоненія каждой части натянутаго шнурка, подвѣшивая висячій полукругъ между треножниками. Когда такимъ образомъ будутъ измѣрены углы наклоненія, приступаютъ къ измѣренію длины шнурковъ помощью жезла, который представляетъ собою круглый желѣзный стержень ab съ дѣленіями (черт. 33), имѣющій въ длину двѣ сажени, а въ діаметрѣ $^1/_2$ дюйма; для предохраненія жезла отъ прогибанія, его заключаютъ въ деревянную оправу MM. Чтобы измѣрить длину шнурка, одинъ конецъ a жезла прикладываютъ къ серединѣ маркшейдерскаго винта, укрѣпленнаго въ начальную точку A, а положеніе другаго конца b отмѣчаютъ, перевязавъ на томъ мѣстѣ шнурокъ навощенной ниткой; затѣмъ жезлъ отнимаютъ, концомъ a прикладываютъ его къ перевязанной точкѣ шнурка, и такимъ образомъ повторяютъ дальнѣйшее измѣреніе; если остатокъ между послѣдней отмѣченной точкой на шнуркѣ и маркшейдерскимъ винтомъ меньше двухъ сажень, то смотрятъ, какое дѣленіе жезла приходится противъ середины винта. Положимъ, измѣренныя части шнурка между точками A и C суть l, l_I, l_{II}, l_{III}, а измѣренные углы наклоненія, соотвѣтствующіе линіямъ, будутъ a, a_I, a_{II}, a_{III}; тогда горизонтальная проекція линіи AC будетъ равна:

$$l \cos a + l_I \cos a_I + l_{II} \cos a_{II} + l_{III} \cos a_{III}.$$

Измѣряя подобнымъ образомъ натянутый шнурокъ между всѣми послѣдующими кольями и вычисляя горизонтальную проекцію каждой части шнурка, получимъ горизонтальную проекцію всего базиса; для контроля измѣреніе базиса повторяютъ отъ точки B до A; если разность между обоими исмѣреніями незначительна, то берутъ среднее ариѳметическое обоихъ измѣреній; въ противномъ же случаѣ дѣлаютъ третье измѣреніе и изъ двухъ болѣе близкихъ результатовъ берутъ среднее ариѳметическое.

Измѣреніе угловъ треугольниковъ и поправка этихъ угловъ.

Когда измѣренъ базисъ и выбраны угловыя точки тріангуляціи, приступаютъ къ измѣренію угловъ треугольниковъ, причемъ углы измѣряются обыкновенно повторительнымъ способомъ. Въ каждомъ треугольникѣ измѣряютъ всѣ три угла; кромѣ того въ каждой угловой точкѣ измѣряютъ углы всѣхъ прилежащихъ треугольниковъ и уголъ дополнительный до 360° къ суммѣ измѣренныхъ угловъ.

Когда всѣ углы тріангуляціонной сѣти будутъ измѣрены, приступаютъ къ поправкѣ суммы ихъ въ каждомъ отдѣльномъ треугольникѣ до 180°; при поправкѣ угловъ малую разность, на которую сумма измѣренныхъ угловъ каждаго треугольника отличается отъ 180°, дѣлятъ равномѣрно на всѣ три угла. При точности ноніуса въ 1′ можно при четырехкратномъ измѣреніи угла достигнуть точности въ 15″, а такъ какъ таковую погрѣшность въ ту и другую сторону можно допустить для каждаго угла треугольника, то необходимо, чтобы сумма погрѣшностей измѣренныхъ угловъ въ треугольникѣ не превосходила 45″. Такъ напр. положимъ, что измѣрены слѣдующіе три угла:

$$\begin{aligned} A &= 53^\circ\ 40'\ 15'' \\ B &= 61^\circ\ 32'\ 15'' \\ C &= 64^\circ\ 47'\ \ 0'' \\ \hline &\ \ 179^\circ\ 59'\ 30'' \end{aligned}$$

До 180° не достаетъ 30″, что и составляетъ погрѣшность, распредѣливъ которую равномѣрно, т. е. придавъ къ каждому углу по 10″, получимъ слѣдующіе исправленные углы:

$$\begin{aligned} A &= 53^\circ\ 40'\ 25'' \\ B &= 61^\circ\ 32'\ 25'' \\ C &= 64^\circ\ 47'\ 10'' \\ \hline &\ \ 180^\circ\ 0'\ \ 0'' \end{aligned}$$

Вычисленіе треугольнуковъ и координатъ угловыхъ точекъ тріангуляціонной сѣти.

Когда исправлены углы треугольниковъ и измѣренъ базисъ тріангуляціонной сѣти, приступаютъ къ вычисленію треугольниковъ по слѣдующей формулѣ:

$$\frac{a}{b} = \frac{\sin A}{\sin B}, \text{ откуда}$$

$$a = \frac{b.\ \sin A}{\sin B}$$

Логариѳмируя это выраженіе, будемъ имѣть:

$$lg\ a = lg\ b + lg\ \sin\ A - lg\ \sin\ B.$$

Объяснимъ теперь, какъ вычисляются углы простиранія сторонъ треугольниковъ. Положимъ имѣемъ рядъ треугольниковъ (черт. 34) ABC,

BCD, CDF, DFG; простираніе базиса AB пусть будетъ a, и требуется опредѣлить простираніе b стороны BD; если въ точкѣ B проведемъ стрѣлку $N_1 S_1$, параллельную NS, то уголъ $N_1BD=b$ и будетъ угломъ простиранія линіи BD: его величина опредѣлится слѣдующимъ образомъ: обозначивъ сумму угловъ ABC и CBD одной буквой B и продолживъ сторону AB, будемъ имѣть:

$$\angle b = 180^\circ - B + a \; . \; . \; . \; . \; . \; (1)$$

Обозначивъ сумму угловъ: BDC, CDF, FDG одной буквой D, для угла простиранія d стороны DG по предыдущему будетъ имѣть:

$$d = 180^\circ - D + b;$$

подставляя сюда вмѣсто b его величину изъ выраженія (1) получимъ:

$$d = 180^\circ - D + 180^\circ - B + a, \text{ или}$$
$$d = a + 2.180^\circ - (B+D) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (2)$$

Обозначивъ уголъ DGF одной буквой G, для угла простиранія g стороны GF по предъидущему будемъ имѣть:

$$g = 180^\circ - G + d;$$

Подставляя сюда вмѣсто d его величину изъ выраженія (2) получимъ:

$$g = 180^\circ - G + a + 2.\,180^\circ - (B + D), \text{ или}$$
$$g = a + 3.180^\circ - (B+D+G) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; (3)$$

Изъ формулъ (1), (2) и (3) заключаемъ, что для полученія угла простиранія какой либо стороны нужно къ углу простиранія базиса приложить столько разъ 180°, сколько сторонъ отъ базиса до стороны, простираніе которой опредѣляется, и изъ полученной суммы нужно вычесть сумму угловъ между промежуточными сторонами, считая въ томъ числѣ и ту, простираніе которой опредѣляется. По этому правилу можно прямо написать, чему будетъ равенъ напримѣръ уголъ простиранія f стороны FC; онъ выразится такъ:

$f = a + 3.\,180^\circ - (B+D+F)$; въ этой формулѣ чрезъ D обозначена сумма угловъ BDC и CDF, а черезъ F уголъ DFC.

Координаты угловыхъ точекъ подобно тому, какъ и въ компасной съемкѣ, вычисляются по длинѣ линіи, служащей стороной треугольника, и углу простиранія ея. Принимая одинъ изъ концовъ базиса за начало координатъ, относятъ къ нему всѣ остальныя точки тріангуляціи; приэтомъ за ось абсциссъ берутъ истинный меридіанъ, а за ось ординатъ—линію, перпендикулярную къ нему.

Чтобы показать ходъ вычисленій треугольниковъ и координатъ угло-

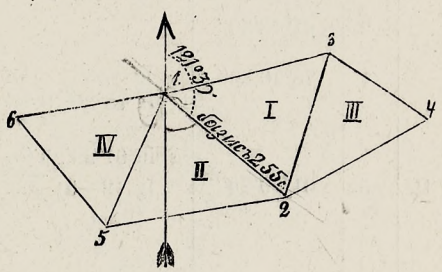
выхъ точекъ тріангуляціи, возьмемъ численный примѣръ, для котораго данныя представлены въ ниже приложенномъ черновомъ журналѣ.

ЖУРНАЛЪ

Тріангуляціонной съемки дачи N

15-го Іюня 1886 г.

№№ треугольник.	Угловыя точки	Измѣренные углы	Исправленные углы	ПРИМѢЧАНІЕ.
I	1	58°32′10″	58°32′15″	Длина базиса 255 сажень. Простираніе его 121°30′
	2	61°48′25″	61°48′30″	
	3	59°39′10″	59°39′15″	
II	1	78°20′25″	78°20′20″	
	2	40°10′20″	40°10′15″	
	5	61°29′30″	61°29′25″	
III	2	38°50′15″	38°50′10″	
	3	62°22′45″	62°22′40″	
	4	78°47′15″	78°47′10″	
IV	1	53°38′15″	53°38′20″	
	5	61°45′ 5″	61°45′10″	
	6	64°36′25″	64°36′30″	



№№ треугольниковъ.	Угловыя точки.	Углы треугольниковъ.	Вычисленіе сторонъ треугольниковъ.	Длины сторонъ, расположенныя соотвѣтственно противолежащимъ вершинамъ.	Углы простиранія сторонъ.	Вычисленіе приращеній Δy по оси ординатъ.	Ординаты угловыхъ точекъ.	Вычисленіе приращеній Δx по оси абсциссъ.	Абсциссы угловыхъ точекъ.
	1	58°32′15″	lg 255 = 2,40654 lg sin 58°32′15″ = 9,93094 12,34748 lg sin 59°39′15″ = 9,93600	252,05	3°18′30″	lg 252,05 = 2,40148 lg sin 3°18′30″ = 8,76124 lgΔy = 1,16272 Δy = +14,54	+ 0	lg 252,05 = 2,40148 lg cos 3°18′30″ = 9,99927 lgΔx = 2,40075 Δx = +251,62	0
I	3	59°39′15″	lg (2—3) = 2,40148	255 [базисъ]	121°30′	217,42+14,54	+ 231,96	—133,23+251,61	+ 118,39
			lg 255 = 2,40654 lg sin 61°48′30″ = 9,94516 12,35170 lg sin 59°39′15″ = 9,93600			lg 255 = 2,40654 lg sin 58°30′ = 9,93076 lgΔy = 2,33730 Δy = +217,42		lg 255 = 2,40654 lg cos 58°30′ = 9,71808 lgΔx = 2,12462 Δx = —133,23	
	2	61°48′30″	lg (1—3) = 2,41570	260,36		0+217,42	+ 217,42	0—133,23	— 133,23
	1	78°20′20″	lg 255 = 2,40654 lg sin 78°20′20″ = 9,99094 12,39748 lg sin 61°29′25″ = 9,94386	284,2	261°19′45″	lg 284,2 = 2,45362 lg sin 81°19′45 = 9,99500 lgΔy = 2,44862 Δy = —280,94		lg 284,2 = 2,45362 lg cos 81°19′45″ = 9,17828 lgΔx = 1,63190 Δx = —42,84	
II	5	61°29′25″	lg (2—5) = 2,45362			217,42—280,94	— 63,52	—133,23—42,84	— 176,07
			lg 255 = 2,40654 lg sin 40°10′15″ = 9,80960 12,21614 lg sin 61°29′25″ = 9,94386						
	2	40°10′15″	lg (1—5) = 2,27228	187,19					
	2	38°50′10″	lg 252,05 = 2,40148 lg sin 38°50′10″ = 9,79733 12,19881 lg sin 78°47′10″ = 9,99163	160,76	120°55′50″	lg 160,76 = 2,20718 lg sin 59°4′10″ = 9,93338 lgΔy = 2,14056 Δy = +138,22		lg 160,76 = 2,20713 lg cos 59°4′10″ = 9,71096 lgΔx = 1,91814 Δx = —82,82	
III	4	78°47′10″	lg (3—4) = 2,20718			231,96+138,22	+ 370,18	118,39—82,82	+ 35,57
			lg 252,05 = 2,40148 lg sin 62°22′40″ = 9,94744 12,34892 lg sin 78°48′10″ = 9,99163						
	3	62°22′40″	lg (2—4) = 2,35729	227,66					
	1	53°38′20″	lg 187,19 = 2,27228 lg sin 53°38′20″ = 9,90595 12,17823 lg sin 64°36′30″ = 9,95588	166,86	318°5′10″	lg 166,86 = 2,22235 lg sin 41°54′50″ = 9,82478 lgΔy = 2,04713 Δy = — 111,46		lg 166,86 = 2,22235 lg cos 41°54′50″ = 9,87166 lgΔx = 2,09401 Δx = + 124,17	
IV	6	64°36′30″	lg (5—6) = 2,22235			— 63,52 — 111,46	— 174,98	—176,07 + 124,17	— 51,90
			lg 187,19 = 2,27228 lg sin 61°45′10″ = 9,94493 12,21721 lg sin 64°36′30′ = 9,95588						
	5	61°45′10″	lg (1—6) = 2,26133	182,53					

Вычисленныя координаты угловыхъ точекъ съ остальными данными тріангуляціонной съемки вписываются въ бѣловой журналъ слѣдующей формы:

ЖУРНАЛЪ

тріангуляціонной съемки дачи N

15 Іюля 1884 года.

№№ треугольниковъ.	Угловыя точки.	Углы треугольниковъ.	Lg. sin угловъ треугольниковъ.	Lg. длины сторонъ.	Длина сторонъ.	Углы простиранія сторонъ.	Lg. sin угловъ простиранія.	Lg. cos угловъ простиранія.	Приращенія у по оси ординатъ.	Приращенія x по оси абсциссъ.	Ординаты угловыхъ точекъ.	Абсциссы угловыхъ точекъ.	Примѣчаніе.
	1.	58°32′15″	9,93094	2,40148	252,02	3°18′30″	8,76124	9,99927	+217,42	—133,23	0.	0.	
I.	3.	59°39′15″	9,93600	2,40654	**255**	121°30′	9,93076	9,71808			+231,96	+118,39	Длина базиса 255 саж. Уголъ его простиранія 121°30′.
	2.	61°48′30″	9,94516	2,41570	260,36				+14,54	+251,62	+217,42	—133,23	
	1.	78°20′20″	9,99094	2,45362	284,2	261°19′45″	9,99500	9,17828					
II.	5.	61°29′25″	9,94386								—63,52	—176,07	
	2.	40°10′15″	9,80960	2,27228	187,19				—280,94	—42,84			
	2.	38°50′10″	9,79733	2,20718	160,76	120°55′50″	9,93338	9,71096					
III.	4.	78°47′10″	9,99163								+370,18	+35,57	
	3.	62°22′40″	9,94744	2,35729	227,66				+138,22	—82,82			
	1.	53°38′20″	9,90595	2,22235	166,86	318°5′10″	9,82478	9,87166					
IV.	6.	64°36′30″	9,95588								—174,98	—51,9	
	5.	61°45′10″	9,94493	2,26133	182,53				—111,46	+124,17			

На чертежѣ 35-омъ по координатамъ выше приведеннаго бѣловаго журнала нанесены угловыя точки и соединены надлежащимъ образомъ въ систему треугольниковъ тріангуляціонной сѣти.

ГЛАВА III.

Полигонная съемка.

Когда требуется соединить на поверхности двѣ удаленныя точки, и рельефъ мѣстности не допускаетъ примѣнить тріангуляцію, или когда эти точки находятся въ рудникѣ, гдѣ почти всегда можно визировать только впередъ и назадъ, то въ подобныхъ случаяхъ прибѣгаютъ къ такъ называемой полигонной съемкѣ, состоящей въ слѣдующемъ.

Полэмжимъ, что A, B, C, D... (черт. 36) представляютъ рядъ точекъ дневной поверхности или горной выработки—штольны или штрека. Для соединенія этихъ точекъ устанавливаютъ угломѣрный инструментъ—теодолитъ или пантометръ въ точкѣ B и измѣряютъ: 1) горизонтальный уголъ ABC,—2) разстоянія AB и BC и 3) уголъ ихъ наклона, по каковымъ даннымъ точки A, B и C и будутъ соединены; если къ нимъ требуется присоединить еще точку D, то для этого нужно измѣрить уголъ BCD, линію CD и уголъ ея наклона; продолжая такимъ образомъ и далѣе, предѣлимъ послѣдовательное взаимное положеніе всѣхъ угловыхъ точекъ A, B, C, D.... ломанной линіи или полигона.

Можно еще произвести полигонную съемку, не измѣряя угловъ между сторонами полигона, а измѣряя помощью теодолита съ машинной стрѣлкой машинныя простиранія этихъ сторонъ, причемъ инструментъ устанавливается не въ каждой угловой точкѣ полигона, а черезъ одну, вслѣдствіе чего установовъ инструмента, визированій и отсчетовъ будетъ вдвое меньше, нежели въ предыдущемъ способѣ. Этотъ способъ основанъ на томъ свойствѣ магнитной стрѣлки, что въ мѣстахъ, не слишкомъ удаленныхъ другъ отъ друга, она принимаетъ опредѣленныя *параллельныя* между собою направленія, если промежутокъ времени между наблюденіями былъ коротокъ. Положимъ, требуется соединить между собою точки A, B, C, D... (черт. 37). Визируя изъ точки A на B, получимъ уголъ $NAB=a$, т. е. уголъ магнитнаго простиранія стороны AB полигона, считая направленіе ея отъ A къ B, если же будемъ визировать изъ точки B на точку A, то получимъ уголъ $N_1BA=a_1$, т. е. уголъ простиранія той же стороны, считая направленіе ея отъ B къ A; такъ какъ N_1S_1 и NS на основаніи указаннаго свойства магнитной стрѣлки параллельны между собой, то должно быть: $a_1-a=180^0$, т. е. простиранія одной и той же стороны, измѣренныя при обратныхъ ея направленіяхъ, разнятся между собою на 180^0. Поэтому, зная уголъ магнитнаго простиранія на одномъ концѣ стороны AB, опредѣлимъ уголъ простиранія ея и на другомъ концѣ, от-

нявъ или придавъ къ первому углу 180^0, смотря по тому, будетъ ли онъ больше или меньше 180^0. Такъ напр. устанавливая инструментъ въ точкахъ B и D полигона и производя въ каждой изъ нихъ визированія по обоимъ направленіямъ, получимъ магнитныя простиранія направленій BA, BC, DC и DF; простиранія же направленій AB и CD опредѣлятся на основаніи сказаннаго по простираніямъ направленій BA и DC. Опредѣливъ такимъ образомъ углы простиранія сторонъ AB, BC, CD, DF... полигона и обозначивъ ихъ соотвѣтственно черезъ a, b, c, d...., легко уже опредѣлить и углы полигона. Дѣйствительно, $\angle ABC = 180^0 - \angle CBM = 180^0 - (b-a)$; такимъ же образомъ получимъ, что $\angle BCD = 180^0 - (c-b)$. и т. д.

Хотя второй способъ съемки и имѣетъ то удобство, что число установовъ инструмента уменьшается вдвое, но въ виду того, что положенія магнитной стрѣлки остаются параллельными между собою только при короткихъ промежуткахъ времени, а съемку часто приходится производить нѣсколько дней, и кромѣ того отсчетъ по магнитной стрѣлкѣ не такъ точенъ, производство полигонной съемки чрезъ измѣреніе полигонныхъ угловъ будетъ болѣе надежнымъ.

Полигонная съемка по пологопадающимъ и горизонтальнымъ горнымъ выработкамъ.

Выборъ и отмѣтка точекъ въ горныхъ выработкахъ при полигонной съемкѣ производится точно такъ же, какъ это описано при съемкѣ висячимъ компасомъ.

Сигналами для визированія въ рудникѣ, при весьма большихъ разстояніяхъ между угловыми точками, служатъ лампы слѣдующаго устройства.

Одного вида лампа состоитъ изъ цилиндрическаго сосуда A (черт. 38), прикрѣпленнаго двумя цапфами къ дугѣ DD, которая вершиною подвѣшивается помощью цѣпи къ скобкѣ или винту, отмѣчающему точку; горѣлка g расположена въ центрѣ цилиндра, такъ что пламя приходится на одной отвѣсной линіи съ отмѣченной точкой; горѣлка эта закрывается крышкой K.

Другаго вида лампа L (черт. 39) устанавливается на платформѣ TT, прикрѣпляемой къ распоркѣ, причемъ центръ платформы располагается помощью отвѣса подъ отмѣченной точкой; въ платформѣ имѣется цилиндрическое кольцо, въ которое вставляется полушаровая лампа L; кромѣ кольца на этой платформѣ имѣется три сѣдла s, s, s, въ которыя устанавливаютъ подъемные винты теодолита, самая платформа приводится подъ отмѣченной точкой въ горизонтальное положеніе помощью трехъ подъемныхъ винтовъ v, v, v. Визированіе при этихъ сигналахъ производится на пламя лампъ, такъ какъ оно при большихъ разстояніяхъ кажется свѣтящейся точкой. При небольшихъ же разстояніяхъ между угловыми точками напр. 10—20 саж., самымъ простымъ сигналомъ будетъ освѣщенная нить отвѣса (черт. 40): къ скобкѣ отмѣченной точки подвѣшиваютъ помощью тонкаго шнурка отвѣсъ O, за шнуркомъ котораго держатъ

 С Корнем

промасленный листъ бумаги *ab*, а за послѣднимъ—обыкновенную рудничную лампу *L*. Этотъ послѣдній сигналъ при небольшихъ разстояніяхъ между угловыми точками имѣетъ преимущество предъ прежними сигналами потому, что въ этомъ случаѣ на него можно визировать точнѣе. При этомъ необходимо наблюдать, чтобы листъ промасленной бумаги непремѣнно располагался между лампой и нитью отвѣса; въ противномъ случаѣ т. е. если нить будетъ между лампой и бумагой, пришлось бы визировать на тѣнь, положеніе которой мѣняется, а это повело бы къ невѣрности съемки.

Если сигналъ находится очень далеко, вслѣдствіе чего въ зрительную трубу попадаетъ мало свѣта, то пересѣченіе нитей зрительной трубы часто бываетъ не видно; въ такомъ случаѣ для освѣщенія сѣтки употребляется иллюминаторъ, который можно приготовить изъ ватманской бумаги такъ: вырѣзываютъ полоску *ab* (черт. 41) съ выдающеюся частью *p* и въ расширенномъ концѣ послѣдней дѣлаютъ эллиптическое отверстіе *o*; полоску эту сворачиваютъ въ кольцо такого діаметра, чтобы его можно было надѣть на объективный конецъ зрительной трубы; когда это сдѣлано, выдающуюся часть *p* загибаютъ подъ угломъ въ 45° къ направленію оптической оси, т. е. такъ, чтобы лучъ зрѣнія проходилъ черезъ отверстіе *o*; если расположить лампу передъ расширенной частью *p*, то лучи свѣта лампы отразятся отъ поверхности *p* и, направляясь по оптической оси внутрь трубы, освѣтятъ ея сѣтку. Вмѣсто описаннаго иллюминатора можно пользоваться простымъ листомъ бѣлой бумаги, расположеннымъ на нѣкоторомъ разстояніи отъ объектива, причемъ листъ тоже слѣдуетъ держать подъ угломъ въ 45° къ оси зрительной трубы; лучи лампы, отражаясь отъ листа и попадая въ трубу, освѣтятъ ея сѣтку.

Установъ теодолита или пантометра производится на штативѣ, который предварительно центрируется подъ отмѣченной угловой точкой помощью отвѣса. Если же имѣются платформы такого устройства, какія описаны при второмъ сигналѣ (черт. 39), то такая платформа, центрированная и укрѣпленная подъ угловой точкой, будетъ весьма удобна и для установа теодолита; такихъ платформъ для ускоренія съемки должно быть четыре: на двухъ крайнихъ платформахъ устанавливаются сигналы, съ средней производятся визированія, а четвертая тѣмъ временемъ центрируется подъ слѣдующей угловой точкой. Всѣ эти платформы устанавливаются на плотно укрѣпленныхъ между боками выработки распоркахъ.

Измѣреніе горизонтальныхъ угловъ при полигонной съемкѣ всегда производится повторительнымъ способомъ, причемъ для контроля непремѣнно измѣряется въ каждой точкѣ уголъ, дополнительный до 360°. При этомъ измѣреніи угловъ лучше всего принять за правило—измѣрять углы всегда въ одну сторону, напр., направлять сначала на задній сигналъ, а затѣмъ на передній; отсчеты нужно брать по обоимъ ноніусамъ и записывать въ журналъ среднее ариѳметическое ихъ.

Углы наклоненія измѣряютъ помощью вертикальнаго круга такъ же,

какъ и на поверхности, т. е. измѣряютъ помощью отвѣса разстояніеоси вращенія зрительной трубы до почвы выработки и отмѣтивъ высоту инструмента въ наблюдаемомъ пунктѣ помощью рейки, визируютъ на замѣченное ея дѣленіе; полученный при этомъ отсчетъ на вертикальномъ кругѣ или секторѣ и дастъ уголъ наклона визирной линіи, параллельной почвѣ выработки.

Измѣреніе разстоянія между угловыми точками производится такимъ же образомъ, какъ и измѣреніе базиса—помощью стальной ленты, причемъ въ наблюдаемомъ пунктѣ долженъ быть какой нибудь изъ вышеописанныхъ сигналовъ, а у помощника при его концѣ ленты, чтобы конецъ этотъ можно был бы расположить по измѣряемому направленію, должна быть рудничная лампа; для этой цѣли съемщикъ долженъ наблюдать, чтобы какъ его конецъ ленты, такъ и конецъ ленты, имѣющійся у помощника, находились на одной прямой съ сигналомъ, что достигается посредствомъ перемѣщенія лампы помощника въ ту или другую сторону. Такъ какъ въ горныхъ выработкахъ темно и потому легко пропустить отмѣченную помощникомъ у конца десятисаженной ленты точку, то во избѣжаніе этого здѣсь нужно оставлять либо рабочаго, либ лампу.

Если требуется болѣе точное измѣреніе становъ, то оно производится помощью стальныхъ двухсаженныхъ штангъ, свинчиваемыхъ мѣдными втулками. Въ этомъ случаѣ сначала проектируютъ помощью отвѣса отмѣченныя угловыя точки на почву выработки, гдѣ укрѣпляютъ винты или гвозди, которые зацѣпляютъ крючкомъ K (черт. 42), привинченнымъ къ первой штангѣ; затѣмъ, свинчивая штанги (отъ 5 до 10 шт.) протягиваютъ ихъ въ измѣряемомъ направленіи по помосту выработки и у конца послѣдней штанги забиваютъ въ помостъ новый гвоздь g, который потомъ опять захватываютъ крючкомъ первой штанги; если отъ конца послѣдней штанги до спроектированной точки B останется разстояніе, которое будетъ меньше длины одной штанги, то его измѣряютъ особымъ жезломъ ab, раздѣленнымъ на десятыя и сотыя доли сажени.

Если въ горной выработкѣ измѣрять длину между угловыми точками только что описанными штангами почему нибудь, напр., за неимѣніемъ помоста, будетъ неудобно, то въ такомъ случаѣ измѣреніе это производится подобно тому, какъ это описано при точномъ способѣ измѣреніи базиса (см. глава II), именно: вблизи угловыхъ точекъ A и B (черт. 43) внѣ измѣряемой длины забиваютъ двѣ распорки m и n, затѣмъ натягиваютъ между ними шнурокъ такъ, чтобы онъ касался нитей отвѣсовъ o и o_1, опущенныхъ изъ обѣихъ конечныхъ точекъ A и B; для предупрежденія прогибанія шнурка, его обматываютъ по одномуразу около промежуточныхъ распорокъ p и q, укрѣпленныхъ въ одной плоскости съ первыми двумя; самое же измѣреніе шнурка, натянутаго между точками a и b. производится двухсаженнымъ жезломъ въ деревянной оправѣ (см. черт. 33).

Одновременно съ измѣреніемъ разстоянія между угловыми точками полигонизмѣряютъ помощью рулетки горизонтальные и вертикальныеразмѣры гора

ной выработки, замѣряютъ горныя породы, встрѣчаемыя, напр., въ квершлагѣ, а равнымъ образомъ замѣряютъ возстающіе штреки, сбойки и т. п.

Углы же магнитнаго простиранія сторонъ полигона въ большинствѣ случаевъ, вслѣдствіе присутствія въ рудникѣ по главнымъ выработкамъ рельсовыхъ путей, опредѣляются путемъ вычисленій, о чемъ будетъ изложено въ слѣдующей главѣ.

Всѣ данныя, получаемыя при производствѣ полигонной съемки, записываются въ черновой журналъ нижеслѣдующей формы.

ЖУРНАЛЪ

Полигонной съемки по наклонной шахтѣ № 3 и главному откаточному штреку.

10-го Октября 1884 года.

Визированія.		Углы полигона.	Разстояніе между угловыми точками въ саженяхъ.	Углы наклоненія разстояній между точками.	Углы простиранія разстояній.	Размѣры выработки $\frac{\text{вверхъ}}{\text{внизъ}}$ влѣво вправо	ПРИМѢЧАНІЕ.
съ точки.	на точку.						
Л	A	215°32′10″	48,55	+1°15	305°20′		Устье шахты находится въ разстояніи 1,5 саж. отъ точки B. Размѣры устья $1{,}0\ \frac{0{,}8}{0{,}5}\ 0{,}8$
	1		32,75	−32°10′		$0{,}85\ \frac{0{,}7}{0{,}5}\ 0{,}75$	
1	B	179°15′40″					
	2 ⚒		41,5	−32°20′		$0{,}75\ \frac{0{,}8}{0{,}55}\ 0{,}85$	
2	1	89°38′20″	82,5			0,5—0,7 $0{,}7\ \frac{0{,}5}{0{,}5}\ 0{,}5$	
	3			+1°20′			
2	1	271°5′10″				0,7—0,5 $0{,}7\ \frac{0{,}5}{0{,}55}\ 0{,}5$	
	4		35,5	+0°40′			
3	2	180°10′20″					
	5 ⚲		28,45	+1°10′		$0{,}6\ \frac{0{,}5}{0{,}55}\ 0{,}6$	
4	2	179°55′40″					
	6 ⚲		39,75	+1°0′		$0{,}6\ \frac{0{,}6}{0{,}55}\ 0{,}7$	

Ниже представленъ порядокъ вычисленія координатъ угловыхъ точекъ полигонной съемки по даннымъ выше приведеннаго черноваго журнала, при чемъ за начало координатъ принята точка *B*.

Названіе угловыхъ точекъ.		Углы полигона	Разстояніе между угловыми точками.	Углы наклоненія разстояній.	Углы простиранія разстояній.	Вычисленіе приращеній △y по оси ординатъ.	Ординаты угловыхъ точекъ полигона	Вычисленіе приращеній △x по оси абсциссъ.	Абсциссы угловыхъ точекъ полигон.	Вычисленіе приращеній △z по оси высотъ.	Высоты угловыхъ точекъ полигона.
	A					lg 48,55 = 1,68619 lg. cos 1°5′ = 9,99990 lg sln 54°40′ = 9,91158	−39,59	lg 48,55 = 1,68619 lg cos 1°15′ = 9,99990 lg cos 54°40′ = 9,76218	+28,07	lg 48,55 = 1,68619 lg sin 1°15′ = 8,33875	+ 1,05
			48,55	+ 1°15′	305°20′	lg. △y = 1,56767		lg △ x= 1,44827		lg △z = 0,02494	
B		215°32′10″				△y =− 39,59	0	△x =+ 28,07	0	△z =+ 1,05	0
			32,75	−32°10′	89°47′50″	lg 32,75 = 1,51521 lg cos 32°10′ = 9,92763 lg sin 89°27′50″ = 9,99999		lg 32,75 = 1,51521 lg cos 32°10′ = 9,92763 lg cos 89°47′50″ = 7,54889		lg 32,75 = 1,51521 lg sin 32°10′ = 9,72622	
						lg △y = 1,44283		lg △x = 8,99173		lg △z = 1,24143	
	1					△y =+ 27,72	+27,72	△x =+ 0,098	+0,098	△z =− 17,43	−17,43
	B					lg 41,5 = 1,61805 lg cos 32°20′ = 9,92683 lg sin 89°27′50″ = 9,99998		lg 41,5 = 1,61805 lg cos 32°20′ = 9,92683 lg cos 89°27′50″ = 7,97113		lg 41,5 = 1,61805 lg sin 32°20′ = 9,72823	
1		179°15′40″				lg △y = 1,54486		lg △x = 9,51601		lg △z = 1,34628	
	2		41,5	−32°20′	90°3 0″	△y =+ 35,06	+62,78	△x =− 0,33	−0,232	△z =− 22,19	−39,62
	1					lg 38,25 = 1,58063 lg cos 1°20′ = 9,92683 lg sin 0°53′50″ = 8,19476		lg 38,25 = 1,58263 lg cos 1°20′ = 9,99988 lg cos 0°53′50″ = 9,99995		lg 38,25 = 1,58263 lg sin 1°20′ = 8,36678	
2		89°38′20″				lg △y = 9,777,27		lg △x = 1,58246		lg △z = 9,94941	
	3		38,25	+ 1°20′	180°53′50″	△y =− 0,598	+62,182	△x =− 38,23	−38,462	△z =+ 0,89	−38,73
	1					lg 35,5 = 1,55023 lg cos 0°40′ = 9,99997 lg sin 0°33′ = 7,98223		lg 35,5 = 1,55023 lg cos 0°40′ = 9,99997 lg cos 0°33′ = 9,99998		lg 35,3 = 1,55023 lg sin 0°40′ = 8,06578	
2		271°5′10″				lg △y = 9,53243		lg △x = 1,55018		lg △z = 9,61601	
	4		35,5	+ 0°40′	359°27′	△y =− 0,34	+62,44	△x =+ 35,49	+35,258	△z =+ 0,41	−39,21
	2					lg 28,45 = 1,45408 lg cos 1°10′ = 9,69991 lg sin 0°43′30″ = 8,10220		lg 28,45 = 1,45408 lg cos 1°10′ = 9,99991 lg cos 0°43′30 = 9,99996		lg 28,45 = 1,45408 lg sin 1°10′ = 8,30879	
3		180°10′20″				lg△y = 9,55619		lg △x = 1,45395		lg △z = 9,76287	
	5		28,45	+ 1°10′	180°43′30″	△y =− 0,35	+61,832	△x =− 28,44	−66,902	△z =+ 0,579	−38,151
	2					lg. 39,75 = 1,59934 lg. cos. 1°0′ = 9,9993 lg sin 0°28′40″ = 7,92110		lg 39,75 = 1,59933 lg cos 1°0′ = 9,99993 lg cos 0°28′40′ = 9,99998		lg 39,75 = 1,59934 lg sin 1°0′ = 8,24186	
4		179°75′40″				lg△y = 9,52037		lg △x = 1,59925		lg △z = 9,84120	
	6		39,75	+ 1°0′	359°31′20″	△y =−0,33.	+62,11	△x=+ 39,74	+74,998	△z =+ 0,69	− 38,52

Вычисленные углы простиранія разстояній и координаты угловыхъ точекъ вмѣстѣ съ данными черноваго журнала заносятся въ бѣловой журналъ слѣдующей формы:

ЖУРНАЛЪ

полигонной съемки по наклонной шахтѣ № 3-ій и главному откаточному штреку.

10-го октября 1884 г.

Визированія: съ точки.	Визированія: на точку.	Углы полигона.	Разстояніе между угловыми точками въ саженяхъ.	Углы наклоненія разстояній между угловыми точками.	Углы простиранія разстояній.	Ординаты угловыхъ точекъ.	Абсциссы угловыхъ точекъ.	Высоты угловыхъ точекъ.	Размѣры выработки. влѣво $\frac{\text{вверхъ}}{\text{внизъ}}$ вправо	Примѣчаніе.
	А					—39,59	+28,66	+ 1,05		
В		215°32′10″	48,55	+ 1°15′	305°20′	0	0	0		
	1		32,75	—32°10′	89°47′50″	+27,72	+0,098	—17,43	$0{,}85\frac{0{,}7}{0{,}5}0{,}75$	Устье шахты находится въ разстояніи 1,5 саж. отъ точки В.
1	В	179°15′40″								
	2		41,5	—32°20′	90°32′10″	+62,78	—0,232	—39,62	$0{,}75\frac{0{,}8}{0{,}55}0{,}85$	
2	1	89°38′20″							0,5 — 0,7	Размѣры устья
	3		38,25	+ 1°20′	180°53′50″	+62,182	—38,462	—38,73	$0{,}7\frac{0{,}5}{0{,}5}0{,}5$	$1{,}0\frac{0{,}8}{0{,}5}0{,}8$
2	1	271°5′10″							0,7 — 0,5	
	4		35,5	+ 0°40′	359°27′	+62,44	+35,258	—39,21	$0{,}7\frac{0{,}50}{0{,}55}0{,}5$	
3	2	180°10′20″								
	5		28,45	+ 1°10′	180°43′30″	+61,832	—66,902	—38,151	$0{,}6\frac{0{,}5}{0{,}55}0{,}6$	
4	2	179°55′40″								
	6		39,75	+ 1°0′	359°31′20″	+62,11	+71,998	—38,52	$0{,}6\frac{0{,}6}{0{,}55}0{,}7$	

Чертежъ 44 представляетъ планъ наклонной шахты и штрека, вычерченный по даннымъ вышеприведеннаго бѣловаго журнала, причемъ для большей ясности вертикальныя проекціи горныхъ выработокъ нанесены на обѣ вертикальныя плоскости проекцій: одна изъ этихъ проекцій служитъ для болѣе яснаго представленія о главномъ откаточномъ штрекѣ, а другая—о наклонной шахтѣ.

Полигонная съемка по крутопадающимъ горнымъ выработкамъ.

При измѣреніи полигонныхъ угловъ въ вертикальныхъ и крутопадающихъ выработкахъ устанавливаютъ теодолитъ и сигналы на платформахъ слѣдующаго устройства. Мѣдная платформа *dd* (черт. 45), имѣетъ одно большое, центральное отверстіе *pp* и три меньшихъ *x*, *x*, *x*; эта платформа винтами *v*, *v* прикрѣплена къ рукояткѣ *rr*, оканчивающейся винтомъ, который ввинчивается въ шахтную крѣпь или въ нарочно укрѣпленные косяки. Мѣдная подвижная доска *mm* съ тремя установительными винтами *s*, *s*, *s* въ видахъ центрированія подъ угловой точкой можетъ передвигаться по платформѣ *dd*, насколько позволяютъ отверстія *x*, *x*, *x*; по приведеніи этой доски въ горизонтальное положеніе, ее можно посредствомъ нажимныхъ винтовъ съ гайкою *g*, дѣйствующими на пружины *tt*, накрѣпко соединить съ платформою. Доска *mm* имѣетъ въ центрѣ отверстіе *oo*, служащее для установа въ немъ круглаго уровня и сигнальныхъ лампъ; кромѣ этого на доскѣ сдѣланы три коническихъ углубленія, которыя служатъ для установа въ нихъ подъемныхъ винтовъ теодолита, причемъ онъ вмѣстѣ съ такимъ установомъ въ то же время и центрируется надъ отверстіемъ *oo*.

При съемкѣ необходимо имѣть три вышеописанныя платформы: на среднюю платформу устанавливаютъ эксцентренный теодолитъ, а на крайнія—сигнальныя лампы съ ихъ регуляторами, причемъ всѣ три платформы предварительно укрѣпляются въ надлежащихъ мѣстахъ горной выработки надъ помостами, устроенными для маркшейдера и его помощниковъ.

Сигнальная лампа представляетъ полуцилиндрическій сосудъ съ закраинами и съ выемкой на срѣзанной своей части; этой выемкой лампа обращается къ теодолиту. Для равномѣрнаго же горѣнія къ этой лампѣ прикрѣпляется небольшой закрытый пробкой *P* (черт. 46) цилиндрическій сосудъ *RR*, въ которомъ имѣются двѣ трубки *aa* и *bb*; верхній конецъ трубки *aa* расположенъ выше уровня масла въ сосудѣ *RR*, а верхній конецъ трубки *bb* находится почти на днѣ этого сосуда; нижніе концы этихъ трубокъ входятъ въ сигнальную лампу *LL*, причемъ конецъ трубки *aa* касается уровня масла въ лампѣ, а конецъ трубки *bb* значительно погруженъ въ масло; когда вслѣдствіе горѣнія уровень масла въ лампѣ понизится, то нижній конецъ трубки *aa* обнажится, и черезъ нее войдетъ въ

сосудъ *RR* нѣкоторое количество воздуха, который вытѣснитъ часть масла черезъ трубку *bb*, вслѣдствіе чего оно опять поднимется до конца трубки *aa* и, закрывъ послѣднюю, перестанетъ вытекать въ лампу; благодаря такому регулятору уровень масла въ сигнальной лампѣ будетъ оставаться болѣе или менѣе постояннымъ, вслѣдствіе чего горѣніе будетъ равномѣрно.

Для удобства визированія на верхніе сигналы, при угловыхъ измѣреніяхъ въ крутопадающихъ выработкахъ, имѣется такъ называемый искусственный горизонтъ, представляющій небольшую цилиндрическую чашку (черт. 47), въ которую наливается масло съ примѣсью небольшаго количества сажи; эта чашка помощью припаянной рукоятки прикрѣпляется къ средней платформѣ по одну сторону съ зрительной трубой установленнаго теодолита; блестящая поверхность масла представляетъ собою какъ бы плоское зеркало, въ которомъ отражается верхній сигналъ, почему и визируютъ не на самое пламя верхней лампы, а на изображеніе его. Чтобы предохранить поверхность масла описаннаго искусственнаго горизонта отъ колебанія, возможнаго при провѣтриваніи, верхняя окружность чашки косо срѣзывается и покрывается пластинкой слюды. Сигнальныя же лампы защищаются отъ провѣтриванія небольшими папковыми колпаками *kk* (черт. 45).

Когда платформы укрѣплены и приведены въ горизонтальное положеніе, на среднюю платформу, какъ упомянуто выше, устанавливаютъ теодолитъ, а на крайнія—сигнальныя лампы. Для измѣренія полигоннаго угла теодолитъ приводятъ въ горизонтальное положеніе, совмѣщаютъ нуль перваго ноніуса съ нулемъ лимба и берутъ отсчетъ по другому ноніусу, затѣмъ чрезъ вращеніе лимба визируютъ на изображеніе верхняго сигнала, а чрезъ вращеніе алидады, по закрѣпленіи лимба, визируютъ на самую яркую точку пламени нижняго сигнала и берутъ отсчеты по обоимъ ноніусамъ; послѣ этого трубу перекладываютъ въ вилкахъ и, перемѣстивъ соотвѣтственно этому искусственный горизонтъ, снова визируютъ по прежнему—сначала на изображеніе верхняго сигнала, а потомъ на пламя нижняго; средній выводъ отсчетовъ при обоихъ положеніяхъ трубы дастъ настоящую величину полигоннаго угла; при этихъ измѣреніяхъ угла всегда опредѣляютъ и уголъ, дополнительный къ нему до 360°.

Расположеніе сигналовъ и теодолита съ эксцентренной трубой представлено на чертежѣ 48.

Для опредѣленія горизонтальнаго разстоянія между угловыми точками прибѣгаютъ къ слѣдующему способу. Измѣряютъ вертикальное разстояніе *H* [1]) (черт. 49) между отмѣченными точками *A* и *B*, которыя всегда находятся вблизи укрѣпленныхъ платформъ, и сверхъ того измѣряютъ какъ вертикальное разстояніе *m* точки *A* до оси вращенія *T*, такъ и вертикальное разстояніе *n* точки *B* до наиболѣе яркой точки пламени лампы *L*. Если

[1]) См. измѣреніе глубины шахтъ Второй Отдѣлъ.

сверхъ этого измѣримъ еще и уголъ наклоненія a визирной линіи TL къ горизонту, то для горизонтальной проекціи Lt разстоянія между угловыми точками T и L получимъ слѣдующее выраженіе: $Lt = H_1 \cot g\, a$, гдѣ, какъ видно изъ чертежа, $H_1 = H + n - m$.

Всѣ данныя вышеописанной полигонной съемки по крутопадающимъ выработкамъ записываются въ приготовленный для этого черновой журналъ. Вычисленіе координатъ угловыхъ точекъ ведется въ такомъ же порядкѣ, какъ и въ предыдущемъ примѣрѣ.

Въ виду того, что съемка теодолитомъ по крутопадающимъ выработкамъ представляетъ много затрудненій и требуетъ особенно тщательнаго производства, вдаваться въ большія подробности этой съемки для нашего руководства, предназначеннаго главнымъ образомъ для штейгеровъ, считаемъ излишнимъ.

ГЛАВА IV.

Соединительная съемка и оріентировка.

Эта съемка состоитъ въ соединеніи поверхностной съемки (тріангуляціонной и полигонной) съ подземною и имѣетъ цѣлью опредѣленіе истиннаго положенія подземныхъ выработокъ относительно странъ свѣта, или, какъ говорятъ, оріентированіе ихъ. Оріентированіе можно произвести какъ относительно магнитнаго меридіана, такъ и относительно истиннаго.

Опредѣленіе истиннаго меридіана помощью конуса и гномона.

Опредѣленіе это основано на томъ свойствѣ движенія солнца, что при равныхъ разстояніяхъ солнца отъ плоскости меридіана какого-нибудь мѣста по восточную и западную ея стороны оно находится на равныхъ высотахъ отъ горизонта этого мѣста, вслѣдствіе чего тѣнь, отбрасываемая вертикальнымъ стержнемъ, будетъ имѣть одну и ту-же длину въ обоихъ положеніяхъ солнца. Самое удобное время для опредѣленія истиннаго меридіана— 21-е іюня и 21-е декабря и дни, близкіе къ этимъ числамъ. Опредѣленіе истиннаго меридіана производятъ такимъ образомъ:

На открытой мѣстности приводятъ планшетъ MP (черт. 50) мензулы въ горизонтальное положеніе, устанавливаютъ на немъ прямой конусъ и изъ центра основанія его описываютъ нѣсколько концентрическихъ окружностей; на этихъ окружностяхъ отмѣчаютъ карандашемъ какъ точки a, b, c...., въ которыхъ конецъ тѣни конуса бываетъ до полудня, такъ и точки a', b', c'...., въ которыхъ онъ бываетъ послѣ полудня; дуги aa', bb', cc'...., дѣлятъ пополамъ; если середины A, B, C.... дугъ всѣ будутъ находиться на одной прямой линіи, то это покажетъ точность работы, и прямая NS представитъ направленіе истиннаго меридіана. Если же середина какой нибудь одной дуги отходитъ отъ прямой, соединяющей боль-

шинство остальныхъ срединъ, то лучше повторить опредѣленіе на новомъ листѣ, наклеенномъ на планшетъ. Но опредѣленіе истиннаго маридіана помощью конуса весьма неудобно, потому что трудно уловить моментъ, когда вершина тѣни конуса приходитъ на окружность. Въ виду этого употребляется болѣе удобный приборъ, называемый *гномономъ*. Приборъ этотъ состоитъ изъ вертикальной колонки AB (черт. 51), къ вершинѣ которой прикрѣплена пластинка pp подъ угломъ въ 120°; въ этой пластинкѣ имѣется малое отверстіе o, сквозь которое продѣвается тонкій волосокъ съ отвѣсомъ i на концѣ; колонка прикрѣпляется къ латунной доскѣ MS, на которой для приведенія планшета въ горизонтальное положеніе имѣется круглый уровень uu. Когда планшетъ установленъ и сдѣланы концентрическія окружности, то гномонъ устанавливаютъ такъ, чтобы отвѣсъ i расположился надъ центромъ проведенныхъ окружностей; затѣмъ волосокъ отвѣса выдергиваютъ изъ отверстія o и тѣ точки концентрическихъ окружностей, въ которыя приходитъ свѣтлая точка отверстія o, накалываютъ иглой; полученныя такимъ образомъ дуги дѣлятъ, какъ раньше было сказано, пополамъ и точки дѣленія соединяютъ прямой, которая и представитъ собой истинный меридіанъ мѣста.

Опредѣленіе истиннаго меридіана помощью наблюденія полярной звѣзды.

Гораздо точнѣйшій способъ нахожденія истиннаго меридіана мѣста состоитъ въ наблюденіи полярной звѣзды, которая отстоитъ отъ сѣвернаго полюса міра на $1^1/_2$ градуса. Вслѣдствіе медленности суточнаго движенія полярной звѣзды визировать на нее возможно съ большою точностью при наибольшихъ—восточномъ и западномъ—ея азимутахъ [1]), такъ какъ при этихъ положеніяхъ полярная звѣзда не имѣетъ замѣтнаго горизонтальнаго движенія, а представляется наблюдателю поднимающеюся или опускающеюся въ теченіи 10—15 минутъ по отвѣсной линіи. Наблюденіе производится такъ: въ одну изъ зимнихъ ясныхъ ночей, до появленія звѣздъ, неподвижно устанавливаютъ теодолитъ, приводятъ его въ горизонтальное положеніе, совмѣщаютъ нуль перваго ноніуса съ нулемъ лимба и визируютъ на какой нибудь рѣзко видимый удаленный предметъ, напр. крестъ церкви M (черт. 52); затѣмъ закрѣпляютъ лимбъ и, взявъ отсчетъ по второму ноніусу, освобождаютъ алидаду и визируютъ на появившуюся полярную звѣзду, слѣдуя за ней помощью вращенія микрометрическаго винта такъ, чтобы вертикальная нить сѣтки всегда находилась на звѣздѣ. Когда вос-

---

[1]) Азимутомъ какого нибудь направленія называютъ горизонтальный уголъ между этимъ направленіемъ и истиннымъ меридіаномъ, считая таковые углы отъ юга къ востоку и западу отъ 0° до 180°.

точный азимутъ полярной звѣзды будетъ принимать наибольшую величину, то горизонтальное ея движеніе сдѣлается незамѣтнымъ, и звѣзда будетъ скользить вверхъ по вертикальной нити сѣтки въ теченіи приблизительно 10 минутъ; въ этотъ-то моментъ и берутъ отсчетъ по обоимъ ноніусамъ и изъ нихъ получаютъ средній, положимъ b. Затѣмъ, черезъ 10—11 часовъ, освободивъ алидаду, снова наблюдаютъ полярную звѣзду и, когда ея западный азимутъ приметъ наибольшую величину, что обнаружится скользеніемъ звѣзды внизъ по вертикальной нити инструмента, берутъ отсчеты по ноніусамъ и изъ нихъ получаютъ средній, положимъ a. Если расположимъ трубу относительно сигнала M подъ угломъ $b+\frac{a-b}{2}$, то коллимаціонная плоскость трубы будетъ въ плоскости истиннаго меридіана. Чтобы отмѣтить истинный меридіанъ на мѣстности, провѣшиваютъ помощью того же теодолита линію, отмѣчая ее двумя призматическими камнями P, P_1, врытыми въ разстояніи 50—80 саж. одинъ отъ другаго.

Подобнымъ-же образомъ можно опредѣлить направленіе истиннаго меридіана даннаго мѣста и помощью наблюденій какой нибудь другой яркой звѣзды, визируя на эту звѣзду въ моменты одинаковыхъ ея высотъ надъ горизонтомъ, т. е. въ моменты одинаковыхъ ея разстояній отъ плоскости меридіана. При этомъ чѣмъ дальше отъ момента прохожденія звѣзды чрезъ меридіанъ будетъ производиться визированіе этой звѣзды, тѣмъ будетъ точнѣе найденное направленіе истиннаго меридіана мѣста.

Опредѣливъ такимъ или другимъ путемъ направленіе истиннаго меридіана, легко уже опредѣлить въ данномъ мѣстѣ и въ данное время склоненіе магнитной стрѣлки. Для этого надъ центромъ одного изъ меридіональныхъ камней устанавливаютъ теодолитъ, приводятъ его въ горизонтальное положеніе и, совмѣстивъ нули ноніуса илимба, визируютъ на колъ, поставленный въ центрѣ другаго меридіональнаго камня; затѣмъ, освободивъ магнитную стрѣлку и давъ ей успокоиться, совмѣщаютъ чрезъ вращеніе алидады NS-овую линію буссоли съ осою магнитной стрѣлки и берутъ отсчеты по обоимъ ноніусамъ; средній вы дтъ этихъ отсчетовъ и дастъ уголъ склоненія магнитной стрѣлки.

Самые легкіе случаи оріентировки горныхъ выработокъ бываютъ тогда, когда онѣ сообщаются съ дневною поверхностью или помощью штольны или помощью полого-наклонной шахты; при этомъ поверхностная уже оріентированная съемка продолжается прямо внутрь рудника, такъ что въ оріентированіи подземныхъ выработокъ не представляется никакихъ затрудненій. Но когда подземныя выработки сообщаются съ дневною поверхностью двумя вертикальными шахтами, или-же одной такой, производство соединительной съемки, если приэтомъ желаютъ достигнуть такой-же точности, съ какою были произведены тріангуляціонная и полигонная съемки, требуетъ уже значительно большаго труда и большей тщательности при из-

мѣреніяхъ линій, по которымъ отыскиваются углы, такъ какъ эти линіи въ данномъ случаѣ бываютъ очень коротки и незначительная погрѣшность въ измѣреніи ихъ сильно отразится на величинѣ вычисляемыхъ угловъ.

Разсмотримъ слѣдующіе случаи соединительныхъ съемокъ.

1. Рудникъ сообщается съ дневною поверхностью посредствомъ штольны или пологонаклонной шахты.

а) Положимъ, что у устья штольны $ABCD$ (черт. 53) имѣется точка A, входящая вмѣстѣ съ точкой P въ систему тріангуляціонной сѣти, причемъ изъ точки A можно визировать какъ на точку P. такъ и на точку B, выбранную внутри штольны. Произведя отъ точки A полигонную съемку внутрь рудника и зная уголъ a простиранія линіи PA, уже легко оріентировать эту полигонную съемку, вычисляя углы простиранія сторонъ AB, BC. . . . по формулѣ:

$$b=a+180^0-PAB.$$

б) Положимъ, что имѣются три тріангуляціонныя точки A, B и M (черт. 54), причемъ изъ точки M, находящейся у устья штольны, не видно ни A ни B. Въ этомъ случаѣ производятъ полигонную съемку въ обходъ препятствія, начиная ее отъ точки B и продолжая черезъ точку M въ рудникъ, причемъ измѣряютъ только одни полигонные углы ABC, BCD, CDM и DMP, зная которые, легко уже по вышеприведенной формулѣ опредѣлить уголъ простиранія стороны MP, черезъ что подземная съемка и будетъ оріентирована.

в) Положимъ, что имѣются двѣ тріангуляціонныя точки A и B (черт. 55) причемъ изъ точки A не видно точки B, находящейся у устья штольны. Въ этомъ случаѣ для соединенія поверхностной съемки съ подземной производятъ въ обходъ препятствія полигонную съемку между точками A и B и продолжаютъ ее въ рудникъ, измѣряя при этомъ не только полигонные углы $AGD=g$, $GDF=d$, $DFB=f$, но и длины сторонъ AG, GD, DF, FB и соотвѣтствующіе имъ углы наклоненія. Чтобы въ этомъ случаѣ подземную съемку оріентировать, необходимо опредѣлить уголъ простиранія a стороны AG полигона. Такъ какъ этотъ уголъ непосредственно измѣрить вслѣдствіе препятствія нельзя, то его вычисляютъ. Дѣйствительно, уголъ a равенъ углу простиранія b стороны AB плюсъ уголъ $BAG=o$, который опредѣлится на основаніи слѣдующей теоремы: проекція замыкающей на какую-нибудь линію равна суммѣ проекцій замыкаемымъ на ту-же линію. Пусть въ нашемъ случаѣ линія $AB=L$ [1]), будетъ замыкающей многоугольника $AGDFB$, а линіи $AG=l$,

---

[1]) Подъ L, l, l_1, l_2, l_3 подразумѣваются горизонтальныя проекціи сторонъ полигона.

$GD=l_1$, $DF=l_2$ и $FB=l_3$ будутъ замыкаемыя. Спроектировавъ всѣ точки полигона на продолженную сторону AG, получимъ:

$$An = L.\ coso$$
$$AG = l$$
$$Gk = l_1 \cos (g - 180^0)$$
$$k\ m = l_2 \cos [(g - 180^0) + (d - 180^0)]$$
$$m\ n = l_3 \cos [(g - 180^0) + (d - 180^0) + (f - 180^0)]$$

Изъ чертежа 55 видно, что

$$An = AG + Gk + km + mn.$$

Подставляя въ это равенство вышенаписанныя выраженія, получимъ:

$$L.\ coso = l + l_1.\cos(g - 180^0) + l_2.\cos[(g - 180^0) + (d - 180^0)] + \\ + l_3.\cos[(g - 180^0) + (d - 180^0) + (f - 180^0)],$$

откуда

$$coso = \frac{l + l_1.\cos(g - 180^0) + l_2.\cos[(g - 180^0) + (d - 180^0)]}{L} + \\ + \frac{l_3.\cos[(g - 180^0) + (d - 180^0) + (f - 180^0)}{L} \quad . \ . \ . \ . \ (1)$$

гдѣ во второй части равенства всѣ величины будутъ извѣстны.

Опредѣливъ по этой формулѣ уголъ o, уже легко можемъ получить и простираніе a стороны AG, напр. въ нашемъ случаѣ уголъ $a = b + o$. Зная же уголъ a и примѣняя общую формулу для опредѣленія угловъ простиранія по извѣстному простиранію первой стороны полигона, найдемъ простираніе p и для стороны BP по формулѣ:

$p = a + 4.\ 180^0 - (g + d + f + FBP)$. Такимъ образомъ съемка по штольнѣ и будетъ оріентирована.

2. *Рудникъ сообщается съ дневною поверхностью посредствомъ двухъ вертикальныхъ шахтъ.*

Пусть на отвалахъ шахтъ A и B (черт. 56) имѣются точки P и Q, связанныя между собою помощью тріангуляціи. Чтобы соединить эти точки съ подземной съемкой, въ каждой шахтѣ отдѣльно опускаютъ отвѣсъ отъ устья до горизонта подземныхъ выработокъ, которыя нужно оріентировать; затѣмъ измѣряютъ углы QPA и PQB, визируя изъ P на тріангуляціонную точку Q и отвѣсъ A, а изъ Q на точку P и отвѣсъ B, послѣ чего измѣряютъ линіи PA и QB и углы ихъ наклоненія. Зная простираніе стороны PQ, вычислимъ координаты точекъ A и B. Положимъ, что координаты для точки A будутъ y, x, z, а для точки B y_1, x_1, z_1. По этимъ координатамъ точекъ A и B длина AB, т. е. горизонтальная проекція линіи, соединяющей устья шахтъ, опредѣлится изъ прямоугольнаго треугольника AMB, въ которомъ катетъ AM равенъ разности ординатъ точекъ A и B,

а катетъ BM равенъ разности абсциссъ тѣхъ же точекъ, почему будемъ имѣть:

$$AB=\sqrt{(y_1-y)^2+(x_1-x)^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (2).$$

Сама же линія, соединяющая устья шахтъ, будетъ гипотенузой прямоугольнаго треугольника, у котораго одинъ катетъ равенъ горизонтальной ея проекціи AB, а другой равенъ разности высотъ конечныхъ ея точекъ, почему, означая эту линію чрезъ L, получимъ:

$$L^2=\left(\sqrt{(y_1-y)^2+(x_1-x)^2}\right)^2+(z_1-z)^2, \text{ откуда}$$

$$L=\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2+(z_1-z)^2} \quad . \; . \; . \; . \quad (3),$$

по каковой формулѣ всегда и опредѣляется разстояніе между двумя точками по координатамъ этихъ точекъ.

Уголъ простиранія a линіи AB опредѣлится изъ упомянутаго выше прямоугольнаго треугольника AMB по слѣдующей формулѣ:

$$tga=\frac{AM}{BM}, \text{ или}$$

$$tga=\frac{y_1-y}{x_1-x} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (4).$$

Такъ какъ всякому данному tangens'у соотвѣтствуютъ всегда два угла отличающіеся другъ отъ друга на 180°, то при опредѣленіи угла простиранія a, по формулѣ (4), чтобы рѣшить, въ какой четверти онъ находится, нужно руководствоваться слѣдующими правилами:

1) уголъ $a=m$, когда разности (y_1-y) и (x_1-x) положительныя, гдѣ m есть найденный по логариѳмическимъ таблицамъ уголъ въ первой четверти;

2) уголъ $a=180^\circ-m$, когда разность (y_1-y) положительная, а разность (x_1-x) отрицательная;

3) уголъ $a=108^\circ+m$, когда разности (y_1-y) и (x_1-x) отрицательныя.

4) уголъ $a=360^\circ-m$, когда разность (y_1-y) отрицательная, а разность (x_1-x) положительная.

Для оріентированія подземной съемки производятъ полигонную съемку по штреку, соединяющему обѣ шахты. Съ этою цѣлью устанавливаютъ угломѣрный инструментъ въ точкѣ C и визируютъ на нить отвѣса, опущеннаго въ шахту A,— измѣряютъ полигонный уголъ ACD и стороны полигона AC и CD, переходятъ послѣдовательно съ инструментомъ въ точки D и F и изъ послѣдней визируютъ на нить отвѣса, опущеннаго въ шахту B.

Когда такимъ образомъ полигонная съемка будетъ произведена, вычисляютъ уголъ $BAC=o$ по формулѣ (1); зная этотъ уголъ и въ то-же время уголъ простиранія линіи AB, легко уже оріентировать подземную съемку.

3. Рудникъ сообщается съ дневной поверхностью посредствомъ вертикальной и наклонной шахтъ, причемъ эти шахты соединены между собою штрекомъ.

Въ этомъ случаѣ соединительную съемку и оріентированіе производятъ точно такъ, какъ и при вертикальныхъ шахтахъ, т. е. связываютъ взятыя въ устьяхъ шахтъ A и B (черт. 57) съ точками P и Q тріангуляціи, потомъ производятъ полигонную съемку по горной выработкѣ отъ точки A до точки B, и повторяютъ всѣ прежнія вычисленія.

Но въ данномъ случаѣ предыдущую работу можно проконтролировать. Дѣйствительно, изъ предыдущей работы координаты какой нибудь точки полигона, напр. точки T, лежащей на горизонтѣ штрека, будутъ извѣстны, а по координатамъ точекъ A и T легко найдется какъ простираніе, такъ и длина линіи AT. Но полигонную съемку по наклонной шахтѣ отъ точки B до точки T въ нашемъ случаѣ возможно произвести непосредственно, т. е. измѣряя уголъ PBS инструментомъ, и такимъ образомъ снова опредѣлить координаты точки T, а по координатамъ послѣдней и точки A вычислить уже какъ простираніе, такъ и длину линіи AT. Если это простираніе и длина будутъ одинаковы съ предыдущими, значитъ работа была произведена тщательно.

4. Рудникъ сообщается съ дневною поверхностью посредствомъ одной вертикальной шахты.

Этотъ способъ состоитъ въ слѣдующемъ: по діагонали шахты горизонтально укрѣпляютъ въ ея устьѣ доску AB (черт. 58); въ этой доскѣ дѣлаютъ два отверстія и пропускаютъ сквозь нихъ нити двухъ отвѣсовъ; чтобы послѣдніе скорѣе пришли въ покой, ихъ погружаютъ въ бадьи съ водой или въ зумфъ. Нити отвѣсовъ не должны касаться ни боковъ шахты, ни крѣпи ея; чтобы убѣдиться въ послѣднемъ, кругомъ нижняго конца нити обводятъ зажженной лампой; если при этомъ для наблюдающаго у устья шахты свѣтъ лампы не исчезаетъ, значитъ нить нигдѣ не касается боковъ шахты. Когда убѣдились, что отвѣсы висятъ правильно, приступаютъ къ измѣреніямъ. Недалеко отъ устья шахты выбираютъ точку C такъ, чтобы изъ нея были видны обѣ нити A и B отвѣсовъ и какая нибудь точка F тріангуляціи. Въ точкѣ C устанавливаютъ теодолитъ и измѣряютъ углы GCA и ACB; кромѣ этого съ большою тщательностью измѣряютъ линіи AB, AC и BC и углы наклоненія ихъ. Точку C соединяютъ съ тріангуляціей помощью полигонной съемки. Далѣе, опускаются въ рудникъ и въ камерѣ выбираютъ точку L, а въ штрекѣ точку T и, установивъ въ точкѣ L теодолитъ, измѣряютъ углы ALB и BLT, визируя на нити обоихъ отвѣсовъ и на точку T, въ которой привѣшенъ сигналъ. Линіи AL и BL, находящіяся въ камерѣ, измѣряются также тщательно, какъ и линіи AB,

AC и BC на поверхности. Послѣ всѣхъ сдѣланныхъ измѣреній опредѣляютъ горизонтальныя проекціи линій и вычисляютъ углы CAB и CBA треугольника ACB, въ которомъ всѣ три стороны l, l_1 и l_2 и уголъ ACB извѣстны, по одной изъ слѣдующихъ формулъ:

$$\frac{l_1+l_2}{l_1-l_2}=\frac{\operatorname{cotg}\frac{ACB}{2}}{\operatorname{tg}\frac{CBA-CAB}{2}}$$

$$\sin\frac{CAB}{2}=\sqrt{\frac{(p-l)\ (p-l_1)}{ll_1}}$$

$$\cos\frac{CAB}{2}=\sqrt{\frac{p\ (p-l_2)}{ll_1}}$$

$$\operatorname{tg}\frac{CAB}{2}=\sqrt{\frac{(p-l)\ (p-l_1)}{p\ (p-l_2)}}$$

гдѣ $p=\frac{l+l_1+l_2}{2}$.

Зная уголъ CAB, можно опредѣлить уголъ простиранія a линіи AB по простиранію b линіи CA, именно: $a=b+180^\circ-CAB$. Вычисливъ углы ABL и BAL въ треугольникѣ ALB по одной изъ указанныхъ четырехъ формулъ, найдемъ уголъ, дополнительный къ $\angle ABL$ до 360 градусовъ, а зная послѣдній, легко уже опредѣлить и уголъ простиранія d линіи BL, именно: $d=a+180^\circ-ABL$, гдѣ подъ $\angle ABL$ разумѣется уже вышеупомянутый дополнительный уголъ. Уголъ же простиранія f линіи LT опредѣлится по формулѣ $f=d+180^\circ-BLT$, гдѣ уголъ BLT полигона уже извѣстенъ. Такимъ образомъ подземная съемка будетъ соединена съ поверхностной и оріентирована.

Для контроля же производятъ подобныя прежнимъ повторительныя измѣренія, выбирая для этого вмѣсто точекъ C и L какія нибудь другія точки N и S (черт. 59) съ другой стороны AB, но такъ, чтобы точки A и B снова можно было связать съ точками L T.

ВТОРОЙ ОТДѢЛЪ.

ГЛАВА V.

Нивеллированіе.

Опредѣленіе относительныхъ высотъ точекъ снимаемой мѣстности можно произвести двоякимъ способомъ: тригонометрически и нивеллированіемъ.

Первый способъ состоитъ въ измѣреніи истиннаго разстоянія между опредѣляемыми точками и измѣреніи вертикальнаго угла наклоненія этого разстоянія, по каковымъ даннымъ и опредѣлится превышеніе точки напр. B (черт. 60) надъ другой напр. A, по формулѣ $h=L.\sin a$. Измѣреніе угла a наклоненія производится вертикальнымъ кругомъ теодолита или

пантометра, а измѣреніе разстоянія L между точками—стальной лентой.

Но гораздо точнѣе производить опредѣленіе превышенія точекъ непосредственнымъ измѣреніемъ его, что достигается помощью нивеллира и реекъ.

Нивеллиръ. На чертежѣ 61 представленъ весьма употребительный нивеллиръ, состоящій изъ зрительной трубы AB съ двумя кольцами, вставляемыми въ подшипники и вилки $m\ m'$, въ коихъ труба закрѣпляется помощью планокъ съ винтами bb. Къ зрительной трубѣ прикрѣпленъ уровень uu такъ, что на одномъ его концѣ имѣется шарнирное соединеніе s, а на другомъ юстирный винтъ w, который служитъ для приведенія оси уровня въ положеніе, параллельное оптической оси зрительной трубы. Нижнія части вилокъ m, m' представляютъ двѣ стойки, прикрѣпленныя винтами t, t къ бруску DD, по срединѣ котораго расположена буссоль PP; самый же брусокъ DD прикрѣпленъ къ полой втулкѣ FF, чрезъ которую проходитъ вертикальная ось вращенія инструмента, неподвижно соединеная съ треножникомъ на подъемныхъ винтахъ v, v, v. Къ нижней части втулки FF придѣланъ кругъ kk, обхватываемый двумя пластинками xx; при закрѣпленіи винта M, пластинки xx зажимаютъ кругъ kk, вслѣдствіе чего грубое вращеніе инструмента прекращается; для микрометреннаго же движенія инструмента служитъ винтъ p, при вращеніи котораго навинчивается или свинчивается шаровая гайка g, вращая втулку FF вмѣстѣ съ зрительной трубой въ ту или другую сторону. Съ нижней стороны треножника имѣется углубленіе съ винтовой нарѣзкой, въ которое ввинчивается становой винтъ, прикрѣпляющій нивеллиръ къ штативу. Для выдвиганія окулярнаго колѣна вмѣстѣ съ сѣткой служитъ такое-же устройство съ головками Q, какъ и въ пантометрѣ.

Передъ употребленіемъ нивеллира въ дѣло необходимо повѣрить его и сдѣлать надлежащія поправки. Нивеллиръ долженъ удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) Совпадаетъ ли оптическая ось зрительной трубы съ ея геометрической осью, т. е. совпадаетъ ли первая ось съ линіей, соединяющей центры колецъ?

Эту повѣрку дѣлаютъ такъ: устанавливаютъ нивеллиръ горизонтально, направляютъ вертикальный волосокъ сѣтки на нить отвѣса, привѣшеннаго въ нѣкоторомъ разстояніи отъ инструмента, затѣмъ поворачиваютъ трубу на четверть оборота и смотрятъ, совпадаетъ ли другой волосокъ съ нитью отвѣса. Если при каждой четверти оборота трубы волоски сѣтки будутъ совпадать съ нитью отвѣса, то инструментъ удовлетворяетъ требуемому условію. Въ противномъ случаѣ поправка дѣлается такъ: направляютъ вертикальный волосокъ на нить отвѣса и, закрѣпивъ нажимной винтъ, поворачиваютъ трубу въ ея подшипникахъ на полъ оборота; если при этомъ волосокъ сѣтки отошелъ отъ нити отвѣса, то сѣтку передвигаютъ

на половину погрѣшности помощью юстирныхъ винтиковъ *ii*, находящихся при окулярномъ колѣнѣ; затѣмъ, ослабивъ нажимной винтъ *M* и снова совмѣстивъ испытуемый волосокъ съ нитью отвѣса, опять дѣлаютъ полъ-оборота; если при этомъ волосокъ не отошелъ отъ нити отвѣса, слѣдовательно онъ исправленъ надлежащимъ образомъ. Послѣ этого точно такимъ-же образомъ производятъ повѣрку и поправку другого волоска сѣтки.

2) Параллельна ли оптическая ось трубы оси уровня?

Эту повѣрку производятъ такъ: приводятъ инструментъ въ горизонтальное положеніе и перекладываютъ трубу въ ея подшипникахъ; если при этомъ пузырекъ уровня останется на серединѣ, то условіе удовлетворено; въ противномъ случаѣ половину погрѣшности уничтожаютъ подъемнымъ винтомъ, а другую половину—юстирнымъ винтомъ *w* уровня; приведя такимъ образомъ уровень въ горизонтальное положеніе, снова перекладываютъ трубу; если при этомъ пузырекъ останется на серединѣ уровня, то требуемая поправка сдѣлана надлежащимъ образомъ.

3) Перпендикулярна ли оптическая ось трубы къ оси вращенія инструмента?

Эту повѣрку производятъ такъ: расположивъ трубу по направленію двухъ подъемныхъ винтовъ и приведя помощью этихъ винтовъ уровень нивеллира въ горизонтальное положеніе, поворачиваютъ трубу на 180°; если при этомъ пузырекъ не сойдетъ съ середины уровня, то условіе удовлетворено; въ противномъ случаѣ всю погрѣшность исправляютъ однимъ изъ винтовъ *tt*, прикрѣпляющихъ стойки къ бруску *DD*, подкладывая подъ одну изъ этихъ стоекъ нѣсколько листковъ или папиросной бумаги, или фольги, и повторяютъ эту повѣрку и поправку до тѣхъ поръ, пока не достигнутъ цѣли.

4) Совпадаетъ ли коллимаціонная плоскость зрительной трубы съ *NS* линіей буссоли?

Эту повѣрку производятъ такъ же, какъ она описана при повѣркѣ пантометра. Если окажется погрѣшность, то для исправленія ея передвигаютъ буссольное кольцо на требуемый уголъ, вывинчивая одинъ и ввинчивая другой изъ винтиковъ *yy* (черт. 61), упирающихъ въ выступъ *o*, который, будучи скрѣпленъ съ буссольнымъ кольцомъ, передвинетъ послѣднее.

Рейки. При нивеллированіи на поверхности употребляютъ рейки слѣдующаго устройства.

а) На раздвижномъ квадратномъ брускѣ *AB* (черт. 62) сдѣланы дѣленія съ точностью до $\frac{1}{100}$ саж.; къ нижней половинѣ бруска придѣланъ башмакъ съ перпендикулярно прикрѣпленной планкой, на которую рабочій при установкѣ рейки ставитъ ногу, чтобы рейка не двигалась и приняла отвѣсное положеніе. По длинѣ брусковъ скользитъ цѣль *zz*

съ шкалой *nn*; нуль шкалы приходится какъ разъ противъ черты цѣли; такая же шкала имѣется и на нижнемъ концѣ выдвигаемой половины бруска; обѣ шкалы длиною въ 0,01 сажени и раздѣлены на десять равныхъ частей, такъ что помощью этихъ шкалъ можно брать отсчеты съ точностью до $\frac{1}{1000}$ сажени. Когда обѣ половины рейки сдвинуты, то помощью передвиганія цѣли можно получить отсчетъ до 1 сажени; когда же рейку требуется раздвинуть, то цѣль закрѣпляется винтомъ *v* на высотѣ одной сажени отъ нуля нижней шкалы, по которой и берутся отсчеты, превышающіе одну сажень.

б) Рейка *AB* (черт. 63) раздѣлена на десятыя и сотыя доли сажени, и надпись дѣленій настолько крупна, что по ней можно брать отсчеты, визируя трубой непосредственно на надпись цыфръ, сдѣланныхъ на рейкѣ въ обратномъ видѣ съ тою цѣлью, чтобы въ трубѣ получалось прямое ихъ изображеніе. Вмѣсто двухсаженнаго бруска съ дѣленіями можно употреблять клеенчатую двухсаженную ленту съ такими же дѣленіями. Эту ленту весьма удобно перевозить, такъ какъ она, будучи свернута въ трубку, занимаетъ очень мало мѣста; предъ употребленіемъ въ дѣло ленту эту прибиваютъ къ двухсаженному ровному бруску.

Такъ какъ въ подземныхъ выработкахъ темно и въ большинствѣ случаевъ высота ихъ незначительна, то описанныя рейки при нивеллировкахъ въ рудникѣ непригодны; впрочемъ, ленточная рейка, будучи прибита къ небольшому бруску и освѣщена лампой, можетъ еще служить при нивеллировкѣ въ горныхъ выработкахъ; но съ бо̀льшимъ удобствомъ употребляютъ рейки слѣдующаго устройства.

Висячая рейка Борхерса. Эта рейка состоитъ изъ желѣзнаго четырехграннаго стержня *AB* (черт. 64) длиною около 0,7 саж.; на верхнемъ его концѣ имѣется вращающійся крючекъ, которымъ рейка зацѣпляется за отмѣченную скобкой точку; на стержнѣ нарѣзаны дѣленія—десятыя и сотыя доли сажени; по бруску скользитъ круглая цѣль *cc* съ тремя отверстіями *L*, L_1 и L_2, центры которыхъ расположены по діаметру цѣли, перпендикулярному къ длинѣ стержня *AB*. Сзади цѣли держатъ обыкновенную лампу, отъ которой свѣтъ проходитъ черезъ всѣ три отверстія. Отверстіе *L* діаметромъ въ $\frac{3}{32}$ дюйма назначено для визированія при короткихъ разстояніяхъ, не превышающихъ 30 саж.; отверстія L_1 и L_2 имѣютъ въ діаметрѣ $\frac{1}{4}$ дюйма, при чемъ одно изъ нихъ L_1 закрывается матовымъ стекломъ и служитъ для визированія при среднихъ разстояніяхъ, непревышающихъ 100 саж., а другое—L_2 предназначено для болѣе длинныхъ разстояній. Пересѣченіе нитей сѣтки направляютъ всегда на центръ отверстій. Съ задней стороны цѣли имѣется небольшая шкала *pp* длиною въ 0,01 сажени, раздѣленная на десять ча-

стей и дающая возможность отсчитывать 0,001-ныя доли сажени; нуль шкалы приходится по діаметру, проходящему черезъ центры трехъ отверстій L, L_1 и L_2. Цѣль можно укрѣплять на желаемой высотѣ стержня AB винтомъ H.

Стоячая рейка Юнге. Эта рейка представляетъ двѣ раздвижныя рамы AA и BB (черт. 65); внутренняя рама BB имѣетъ дѣленія, прорѣзанныя въ видѣ квадратовъ съ соотвѣтствующими цыфрами, расположенными въ обратномъ видѣ; каждое дѣленіе соотвѣтствуетъ 0,01 саж.; на одномъ боку рейки во внутренней рамѣ имѣются отверстія черезъ каждыя 0,05 саж.; въ эти отверстія входитъ стержень ss, проходящій сквозь наружную раму и нажимаемый пружиной pp и рычажкомъ qq; съ другой же стороны рейки къ наружной рамѣ прикрѣплена вверху нить отвѣса o, а внизу прибита планка съ круглымъ отверстіемъ; при вертикальномъ положеніи этой рейки остріе отвѣса должно расположиться въ центрѣ упомянутаго отверстія планки. Во внутренней рамѣ помощью небольшихъ поползушекъ двигается фонарь съ матовымъ стекломъ, назначенный для освѣщенія дѣленій рейки. Эта рейка употребляется при разстояніяхъ, не превышающихъ 40 саж.

Нивеллированіе въ рудникѣ производится точно такъ, какъ и на поверхности, и въ большинствѣ случаевъ примѣняется нивеллированіе сложное изъ середины.

При нивеллированіи помощью реекъ Борхерса, которыя привѣшиваются крючкомъ за скобки отмѣченныхъ точекъ, нивеллиръ устанавливаютъ между рейками примѣрно по серединѣ и, приведя его въ горизонтальное положеніе, визируютъ на заднюю рейку, причемъ заставляютъ помощника приподнимать или опускать цѣль до тѣхъ поръ, пока одно изъ визируемыхъ отверстій (L, L_1, L_2) не придется на пересѣченіи нитей сѣтки; въ этомъ положеніи приказываютъ цѣль закрѣпить и направляютъ трубу на переднюю рейку, заставляя передвигать цѣль до тѣхъ поръ, пока достигнутъ надлежащаго ея положенія. Послѣ этого помощникъ или рабочій заднюю рейку R (черт. 66) приноситъ нивеллирующему, который беретъ отсчетъ и записываетъ его въ соотвѣтствующую графу черноваго журнала, затѣмъ эту рейку рабочій переноситъ далѣе въ слѣдующую точку R_2, а нивеллирующій, собравъ инструментъ и проходя мимо передней рейки R_1, беретъ по послѣдней отсчетъ, записываетъ его и, дошедши приблизительно до середины N_1 разстоянія между подвѣшенными рейками, снова устанавливаетъ инструментъ и поступаетъ подобно предыдущему; такимъ же образомъ производятъ нивеллировку требуемой выработки и далѣе.

Устанавливать нивеллиръ въ рудникѣ можно либо на штативѣ, либо на особаго устройства платформѣ P (черт. 67), которая привинчивается винтомъ v къ распоркѣ R, причемъ послѣдняя укрѣпляется между боками выработки.

Нивеллируя рейкой Борхерса, получаютъ профиль кровли горной вы-

работки, но измѣряя высоту выработки въ каждой точкѣ, гдѣ виситъ рейка, получаютъ вертикальный разрѣзъ нивеллируемой выработки.

При нивеллированіи рейкой Юнге, послѣдняя устанавливается на почвѣ выработки въ точкахъ, которыя спроектированы съ кровли ея. Отсчеты на этой рейкѣ берутся нивеллирующимъ, не отходя отъ инструмента.

Если приходится соединять нивеллировки горизонтовъ, отстоящихъ другъ отъ друга на большое разстояніе, напр. двухъ квершлаговъ KK и K_1 K_1 (черт. 68), то въ такомъ случаѣ необходимо съ точностью измѣрить вертикальное разстояніе отъ крайней нивеллируемой точки K верхняго квершлага до начальной точки K, нижняго квершлага. Измѣреніе это производится желѣзными круглыми штангами (чертежъ 69), каждая штанга имѣетъ въ длину двѣ сажени и раздѣлена на $^1/_2$ саж.; оба конца каждой штанги снабжены винтовой нарѣзкой. Штанги соединяются между собой мѣдными муфтами съ конически срѣзанными концами; съ двухъ противуположныхъ боковъ каждой муфты сдѣланы выемки настолько глубокія, что доходятъ до внутренней полости, такъ что, когда двѣ штанги свинчены муфтой, стыкъ ихъ бываетъ видѣнъ; винтовая нарѣзка на всѣхъ штангахъ сдѣлана въ одну сторону съ тою цѣлью, чтобы можно было привести всѣ стыки въ соприкосновеніе, поворачивая только нижнюю послѣднюю штангу; первая штанга подвѣшивается помощью кольца K, и длина ея считается отъ внутренней окружности этого кольца. Еслипри измѣреніи глубины вертикальныхъ выработокъ послѣдняя штанга не достаетъ до конечнаго пункта, отмѣченнаго гвоздемъ или винтомъ, то остатокъ, меньшій $^1/_2$ сажени, измѣряется небольшимъ жезломъ, какъ показано на чертежѣ 70. Если же конецъ штанги прошелъ отмѣченную точку, то измѣряютъ тѣмъ же жезломъ разстояніе отъ точки до ближайшаго дѣленія штанги (черт. 71). При крутопадающихъ наклонныхъ шахтахъ измѣреніе высоты одного пункта надъ другимъ производится такъ, какъ показано на чертежѣ 72. Къ начальной точкѣ A свинченныя штанги привѣшиваютъ кольцомъ K за гвоздь, при чемъ берутъ ихъ столько, чтобы боследняя штанга достигла лежачаго бока шахты или по крайней мѣрѣ была отъ него не далеко; въ полученную такимъ образомъ точку B забиваютъ гвоздь и точно измѣряютъ разстояніе отъ A до B; затѣмъ помощью натянутаго шнурка, приведеннаго въ горизонтальное положеніе висячимъ полукругомъ, переводятъ точку B отъ лежачаго бока шахты къ висячему (кровлѣ) въ точку C, въ которой снова забиваютъ гвоздь, подвѣшиваютъ къ послѣднему штанги и производятъ подобныя предыдущимъ измѣренія до нижняго пункта D. У точекъ A, B и C устроены помосты, на которыхъ бы можно было стоять при описанныхъ измѣреніяхъ; въ помостахъ сдѣланы отверстія, чрезъ которыя пропускаются штанги. Для веденія счета штангъ, на каждомъ концѣ муфты и на соотвѣтствующемъ ему концѣ штанги имѣются одинаковыя цыфры (черт. 69). Измѣреніе глубины весьма глубо-

кихъ вертикальныхъ шахтъ производится помощью сейчасъ описанныхъ штангъ, для чего на помостахъ или лѣстничныхъ полкахъ продѣлываютъ отверстія, располагая ихъ всѣ по одной отвѣсной линіи.

Измѣреніе разстоянія между нивеллируемыми пунктами по длинѣ горизонтальной выработки производится помощью ленты точно такъ, какъ оно производится между угловыми точками полигонной съемки.

По измѣренной длинѣ линіи между рейками и по величинѣ превышенія одной точки надъ другою можно опредѣлить горизонтальное разстояніе между рейками, пользуясь приложенной въ концѣ этого отдѣла таблицей слѣдующимъ образомъ:

Положимъ, что измѣренное разстояніе между рейками равно 50-ти саж. а высота одной точки M (черт. 73) надъ другой N равна $1,_{745}$ саж.; по итимъ даннымъ величину катета pp_1, соотвѣтствующаго разстоянію въ 10 саж. отъ точки M, опредѣлимъ изъ пропорціи:

$$pp_1 : PN = p_1 M : NM, \text{ откуда}$$

$$pp_1 = \frac{PN . p_1 M}{NM},$$

подставляя сюда численныя величины, получимъ:

$$pp_1 = \frac{1,745.10}{50} = 0,_{3490}.$$

Полученное число $0,_{3490}$ отыскиваютъ въ 1-ой графѣ таблицы, и число $0,_{001}$, находящееся противъ него во 2-ой графѣ, будетъ представлять величину, на которую горизонтальная проекція короче соотвѣтствующей ей наклонной въ одну сажень. Поэтому, чтобы найдти горизонтальную проекцію линіи MN, равную 50 саженямъ, нужно $0,_{001}$ умножить на 50 и полученное произведеніе $0,_{05}$ отнять отъ длины MN, т. е. отъ 50 саж., почему горизонтальная проекція линіи MN будетъ равна $50 - 0,_{05} = 49,_{95}$ саж. Возьмемъ еще примѣръ: длина линіи между рейками 35 саж., а превышеніе однаго ея конца надъ другимъ $2,_{607}$ саж. По предыдущему $pp_1 = \frac{2,607.10}{35} = 0,_{7450}$, но этого числа въ 1-ой графѣ таблицы нѣтъ; въ такомъ случаѣ находимъ ближайшее меньшее $0,_{6976}$, соотвѣтствующее уменьшенію на $0,_{002}$, и ближайшее большее $0,_{7846}$, соотвѣтствующее уменьшенію на $0,_{003}$; разность между этими числами, т. е. $0,_{7846} - 0,_{6976} = 0,_{0870}$ соотвѣтствуетъ уменьшенію на $0,_{001}$, а разность между даннымъ и ближайшимъ меньшимъ, т. е. $0,_{7450} - 0,_{6976} = 0,_{0474}$ будетъ соотвѣтствовать уменьшенію на величину x, которая найдется изъ пропорціи:

$$x : 0,_{001} = 0,_{0474} : 0,_{0870}, \text{ откуда}$$

$$x = \frac{0,001 . 0,0474}{0,0870} = 0,_{0005}.$$

Прибавивъ эту величину къ уменьшенію на $0,_{002}$, соотвѣтствующему $0,_{6976}$, получимъ уменьшеніе на $0,_{0025}$, соотвѣтствующее данному числу

$0,_{7450}$; это уменьшеніе составитъ поправку на одну сажень длины, а потому поправка на 35 саж. будетъ $= 0,_{0025.35} = 0,_{0875}$. Поэтому горизонтальная проекція наклонной линіи въ 35 саж. будетъ равна $35 - 0,_{0875} = 34,_{9125}$ саж.

Горизонтальную проекцію x линіи, зная длину L послѣдней и превышеніе h одного ея конца надъ другимъ, можно вычислить прямо и по геометрической формулѣ $x = \sqrt{L^2 - h^2}$.

Для опредѣленія превышенія одного пункта надъ другимъ въ большинствѣ случаевъ употребляется сложное нивеллированіе изъ середины, ходъ котораго мы сейчасъ и изложимъ. Положимъ, требуется опредѣлить высоту пункта P надъ M (черт. 74), напр. превышеніе устья шахты P надъ устьемъ шахты M, и составить профиль, т. е. вертикальный разрѣзъ по прямой PM. Линію PM измѣряютъ лентой или цѣпью и концы линій съ одинаковымъ уклономъ отмѣчаютъ нумерованными колышками; въ взятомъ примѣрѣ такими точками будутъ P, A, B, C, D и M; затѣмъ между точками P и A, A и B и т. д. производятъ нивеллированіе, устанавливая между ними инструментъ примѣрно въ точкахъ N, N_1, N_2... Если идутъ съ нивеллиромъ отъ точки P къ точкѣ M, то рейки, стоящія между P и инструментомъ, называютъ задними, а рейки, стоящія между иструментомъ и точкой M—передними. Когда нивеллиръ установленъ между рейками P и A и приведенъ въ горизонтальное положеніе, визируютъ сперва на рейку P, а затѣмъ на рейку A; отсчетъ a на рейкѣ P называется взглядомъ назадъ, а отсчетъ b на рейкѣ A взглядомъ впередъ; такимъ же образомъ визируютъ и въ другихъ точкахъ стоянія инструмента, что все представится въ слѣдующей схемѣ:

Заднія рейки.	взгляды назадъ.	точки стоянія нивеллира.	взгляды впередъ.	переднія рейки.
A	a_1	N_1	b_1	B
B	a_2	N_2	b_2	C
C	a_3	N_3	b_3	D
D	a_4	N_4	b_2	M

Изъ чертежа видно, что

P выше точки A на $b - a = Ar = k$
A „ „ B „ $b_1 - a_1 = Bs = k_1$
B „ „ C „ $b_2 - a_2 = Ct = k_2$
C „ „ D „ $b_3 - a_3 = Du = k_3$
D „ „ M „ $b_4 - a_4 = My = k_4$

Если черезъ точку P проведемъ горизонтальную плоскость, то превышеніе точки P надъ точкой B выразится линіей $Bf = Bs + sf = Bs + Ar$; подставляя сюда равныя величины, получимъ: $Bf = k + k_1$. Превышеніе P надъ C выразится линіей $Cc = Ct + tc = Ct + Bf$; подставляя сюда равныя величины, получимъ: $Cc = k + k_1 + k_2$. Подобнымъ образомъ пре-

вышеніе точки P надъ D выразится линіей $Dd = k + k_1 + k_2 + k_3$, и наконецъ превышеніе точки P надъ M выразится линіей $Mm = k + k_1 + k_2 + k_3 + k_4$. Подставляя въ послѣднее выраженіе вмѣсто k, k_1, k_2... соотвѣтствующія имъ разности взглядовъ, для превышенія точки P надъ M получимъ слѣдующее выраженіе:

$Mm = (b - a) + (b_1 - a_1) + (b_2 - a_2) + (b_3 - a_3) + (b_4 - a_4) = (b + b_1 + b_2 + b_3 + b_4) - (a + a_1 + a_2 + a_3 + a_4)$, т. е.,

чтобы опредѣлить превышеніе точки P надъ M, нужно изъ суммы взглядовъ впередъ вычесть сумму взглядовъ назадъ. Если полученная разность будетъ положительная, то точка P выше точки M, а если она будетъ отрицательная, то точка P ниже M; если же разность равна нулю, то точки P и M находятся на одномъ горизонтѣ.

Чтобы составить профиль пронивеллированной линіи, вычисляютъ подобно предыдущему превышенія точки P надъ каждой изъ нивеллируемыхъ точекъ; превышенія эти называютъ отмѣтками. Такъ отмѣтка:

для точки P будетъ $= o$
„ „ A „ $= к$
„ „ B „ $= к + к_1$
„ „ C „ $= к + к_1 + к_2$
„ „ D „ $= к + к_1 + к_2 + к_3$
„ „ M „ $= к + к_1 + к_2 + к_3 + к_4$

Если отмѣтки для всѣхъ точекъ будутъ только положительныя, или только отрицательныя, то для главной отмѣтки начальной точки P берется нуль; въ противномъ же случаѣ, т. е. если между отмѣтками точекъ будутъ и положительныя и отрицательныя, для точки P берутъ такую главную отмѣтку, чтобы она была больше наибольшей вычисленной отрицательной отмѣтки, и придаютъ ее ко всѣмъ остальнымъ отмѣткамъ, чрезъ что получаютъ новыя отмѣтки точекъ, называемыя главными. Это дѣлается съ тою цѣлью, чтобы горизонтальная линія не пересѣкалась профилью, а находилась по одну ея сторону. Если новая нивеллировка начинается отъ какой нибудь точки нивеллировки, то эту точку берутъ съ ея прежней главной отмѣткой.

Данныя нивеллировки записываются слѣдующимъ образомъ: проводятъ на бумагѣ прямую линію PM и къ ней столько перпендикуляровъ, сколько точекъ стоянія рейки; съ правой стороны каждаго перпендикуляра записывается взглядъ назадъ, съ лѣвой же стороны—взглядъ впередъ; на прямой между перпендикулярами записывается разстояніе между рейками, а подъ нею—румбы или углы простаранія линій между рейками. Все это представится примѣрно въ такой формѣ:

P 25	*A* 27	*B* 28	*C* 21	*D* 29	*M*
85°N*O*					
0,355	0,455	0,555	1,255	0,257	
1,455	0,955	1,755	0,455	1,857	

Впрочемъ, данныя нивеллировки заносятъ въ черновой журналъ и слѣдующей формы.

ЖУРНАЛЪ

Нивеллировки по линіи PM.

15 Іюля 1884 г.

Рейки. Заднія.	Рейки. Передніа.	Взгляды назадъ.	Взгляды впередъ.	Разстояніе между рейками въ саженяхъ.	ПРИМѢЧАНІЕ.
P	A	0,355	1,455	25	Румбъ нивеллируемой линіи PM 85° NO.
A	B	0,455	0,955	27	
B	C	0,555	1,755	28	
C	D	1,255	0,455	21	
D	M	0,257	1,857	29	

По этимъ даннымъ найдется:
отмѣтка для точки *P* 0

„ „ „ *A* $1{,}455 - 0{,}355 = 1{,}1$
„ „ „ *B* $1{,}1 + (0{,}955 - 0{,}455) = 1{,}1 + 0{,}5 = 1{,}6$
„ „ „ *C* $1{,}6 + (1{,}755 - 0{,}555) = 1{,}6 + 1{,}2 = 2{,}8$
„ „ „ *D* $2{,}8 + (0{,}455 - 1{,}255) = 2{,}8 - 0{,}8 = 2$
„ „ „ *M* $2 + (1{,}857 - 0{,}257) = 2 + 1{,}6 = 3{,}6$.

Для горизонтальныхъ проекцій линій между рейками, пользуясь объясненной уже таблицей, найдемъ въ нашемъ примѣрѣ слѣдующія величины $24{,}975$ для линіи PA,—27 для AB,—$27{,}972$ для BC, $20{,}979$ для CD и $28{,}962$ для DM. Ходъ вычисленія этихъ проекцій представленъ въ нижеслѣдующей таблицѣ:

Рейки.	Разстояніе между рейками.	Превышенія.	Вычисленіе катета pp_1.	Соотвѣтственное уменьшеніе.		Горизонтальное разстояніе между рейками.
				На 1 саж.	На все разстояніе между рейками.	
P A	25	1,1	$\frac{1{,}1.10}{25} = 0{,}4400$	0,001	0,025	24,975
A B	27	0,5	$\frac{0{,}5.10}{27} = 0{,}1851$	0	0	27
B C	28	1,2	$\frac{1{,}2.10}{28} = 0{,}4285$	0,001	0,028	27,972
C D	21	0,8	$\frac{0{,}8.10}{21} = 0{,}3809$	0,001	0,021	20,979
D M	29	1,6	$\frac{1{,}6.10}{29} = 0{,}5517$	0,0013	0,0377	28,962

Принимая главную отмѣтку для точки P равную 10 саженямъ, получимъ для точки A главную отмѣтку $=11{,}1$

„ „ „ B „ „ $=11{,}6$
„ „ „ C „ „ $=11{,}8$
„ „ „ D „ „ $=12$
„ „ „ M „ „ $=13{,}6$

Вычисленныя горизонтальныя проекціи разстояній и главныя отмѣтки вмѣстѣ съ данными нивеллировки записываются въ бѣловой журналъ слѣдующей формы:

ЖУРНАЛЪ

нивеллировки по линіи P M

15 Іюля 1884 г.

Рейки		Взгляды назадъ.	Взгляды впередъ.	Разность взглядовъ.	Отмѣтки точекъ.	Главныя отмѣтки точекъ.	Измѣренное разстояніе между точками.	Горизонтальное разстояніе.	Примѣчаніе
Заднія	Переднія.								
P		0,355			0	10			
	A		1,455	+1,1	11,1	11,1	25	24,975	Румбъ нивеллируемой линіи 85° NO.
A		0,455							
	B		0,955	+0,5	1,6	11,6	27	27	
B		0,555							
	C		1,755	+1,2	2,8	12,8	28	27,972	
C		1,255							
	D		0,455	—0,8	2	12	21	20,979	
D		0,257							
	M		1,857	+1,6	3,6	13,6	29	28,962	

По вычисленіи главныхъ отмѣтокъ точекъ нивеллировки и горизонтальнаго разстоянія между ними, приступаютъ къ нанесенію профиля. Это дѣлается слѣдующимъ образомъ. На бумагѣ проводятъ линію RS (черт. 75) и на ней откладываютъ отъ точки R горизонтальныя разстоянія между рейками; затѣмъ изъ точекъ R, t, y,... возставляютъ внизъ отъ линіи RS перпендикуляры, и на нихъ откладываютъ вычисленныя главныя отмѣтки соотвѣтствующихъ точекъ; соединивъ найденныя такимъ образомъ точки P, A, B,... получимъ профиль. Всѣ горныя профили вычерчиваются въ одномъ и томъ же масштабѣ какъ для горизонтальныхъ, такъ и для вертикальныхъ разстояній точекъ.

Возьмемъ еще численный примѣръ нивеллировки по откаточной штольнѣ; данныя этой нивеллировки представлены въ нижеслѣдующемъ журналѣ.

ЖУРНАЛЪ

нивеллировки по штольнѣ рудника N

23 Мая 1884 г.

Рейки		Взгляды назадъ.	Взглядъ впередъ.	Разстояніе между рейками въ саженяхъ.	Высота выработки.	ПРИМѢЧАНІЕ.
Заднія	Передн ія.					
A		0,655		15,25	1,3	Глубина луфтлоха отъ устья M до точки G равна 25,4 саж.
	B		0,755		1,2	
B		0,545		22,5		Ширина луфтлоха 1,5 саж.
	C		0,755		1,1	Отмѣтка точки A равна 10,5 саж.
C		0,654		13,55		
	D		0,754		1,2	
D		0,435		32,75		
	F		0,735		1,2	
F		0,505		26,5		
	G		0,755		1,1	

Положивъ для точки A отмѣтку$=0$, а главную отмѣтку$=10,_5$

получимъ для точки B » $=0,1$, » $=10,_6$
» C » $=0,_{31}$, » $=10,_{81}$
» D » $=0,_{41}$, » $=10,_{91}$
» F » $=0,_{71}$, » $=11,_{21}$
» G » $=0,_{96}$, » $=11,_{46}$
» M » $=26,_{36}$, » $=36,_{86}$

Вычисляя горизонтальныя проекціи линій между точками A, B, C... подобно предыдущему, получимъ, что горизонтальная проекція

линіи AB будетъ равна $15,_{24}$
» BC » » $22,_{48}$
» CD » » $13,_{54}$
» DF » » $32,_{74}$
» FG » » $26,_{48}$

Вычисленныя горизонтальныя проекціи и главныя отмѣтки вмѣстѣ съ данными нивеллировки заносятся въ бѣловой журналъ слѣдующей формы.

ЖУРНАЛЪ

нивелировки по штольнѣ рудника N

23 Мая 1884 г.

Рейки		Взглядъ назадъ.	Взглядъ впередъ.	Измѣренное разстояніе между рейками.	Горизонтальное разстояніе между рейками.	Отмѣтки точекъ.	Главныя отмѣтки точекъ.	Высота выработки.	Примѣчаніе
Заднія	Передніа.								
A		0,655		15,25	15,24	0	10,5	1,3	Глубина луфтлоха отъ устья M до точки G равна 25,4 саж.
	B		0,755			0,1	10,6	1,2	
B		0,545		22,5	22,48				Ширина луфтлоха. равна 1,5 саж.
	C		0,755			0,31	10,81	1,1	
C		0,654		13,55	13,54				Главная отмѣтка точки M равна 36,86 саж.
	D		0,754			0,41	10,91	1,2	
D		0,435		32,75	32,74				
	F		0,735			0,71	11,21	1,2	
F		0,505		26,5	26,48				
	G		0,755			0,96	11,46	1,1	

Чтобы на основаніи сдѣланной нивеллировки нанести разрѣзъ штольны, поступаютъ такъ: на листѣ бумаги проводятъ линію PQ (черт. 76) и отложивъ на ней горизонтальныя проекціи разстояній между рейками, возставляютъ изъ точекъ $P, b, c, \ldots$ перпендикуляры къ этой линіи; на возставленныхъ перпендикулярахъ вверхъ отъ линіи PQ откладываютъ главныя отмѣтки точекъ $A, B, C, \ldots$; которыя, будучи соединены, дадутъ профиль кровли, если нивеллировали висячей рейкой Борхерса; потомъ отъ каждой точки $A, B, C, \ldots$ профиля откладываютъ измѣренныя высоты выработки и, соединивъ найденныя такимъ образомъ точки $A_1, B_1, C_1, \ldots$, получаютъ почву выработки. Отъ точки g откладываютъ главную отмѣтку точки M устья луфтлоха и, отмѣтивъ ширину его, проводятъ бока луфтлоха; если при томъ сдѣлана поверхностная нивеллировка по направленію штольны, то, начертивъ здѣсь же профиль поверхности, получимъ полный разрѣзъ штольны и поверхности.

Корчаки.

ТАБЛИЦА

для вычисленія горизонтальныхъ разстояній при нивеллировкѣ.

Величина катета pp_1.	Поправка горизантальной проекціи наклонной длины въ 1 сажень.	Величина катета pp_1.	Поправка горизонтальной проекціи наклонной длины въ 1 сажень.	Величина катета pp_1.	Поправка горизонтальной проекціи наклонной длины въ 1 сажень.
0,2618	0,000	2,7564	0,039	5,0754	0,138
0,3490	0,001	2,8402	0,041	5,1504	0,142
0,4362	0,001	2,9237	0,044	5,2250	0,147
0,5234	0,001	3,0071	0,046	5,2992	0,152
0,6105	0,002	3,0902	0,049	5,3730	0,157
0,6976	0,002	3,1731	0,052	5,4464	0,161
0,7846	0,003	3,2557	0,055	5,5194	0,166
0,8716	0,004	3,3381	0,057	5,5919	0,171
0,9585	0,005	3,4202	0,060	5,6641	0,176
1,0453	0,006	3,5021	0,063	5,7359	0,181
1,1320	0,006	3,5837	0,066	5,8070	0,186
1,2187	0,007	3,6650	0,070	5,8779	0,191
1,3053	0,008	3,7461	0,073	5,9482	0,196
1,3917	0,010	3,8268	0,076	6,0182	0,201
1,4781	0,011	3,9073	0,080	6,0876	0,206
1,5643	0,012	3,9875	0,083	6,1566	0,212
1,6505	0,014	4,0674	0,087	6,2252	0,217
1,7365	0,015	4,1469	0,090	6,2932	0,223
1,8224	0,017	4,2262	0,094	6,3608	0,228
1,9081	0,018	4,3051	0,097	6,4279	0,234
1,9937	0,020	4,3837	0,101	6,4945	0,240
2,0791	0,022	4,4620	0,105	6,5606	0,245
2,1644	0,024	4,5399	0,109	6,6262	0,251
2,2495	0,026	4,6175	0,113	6,6913	0,257
2,3344	0,028	4,6947	0,117	6,7559	0,263
2,4192	0,030	4,7716	0,121	6,8200	0,269
2,5038	0,032	4,8481	0,125	6,8836	0,275
2,5882	0,034	4,9242	0,130	6,9466	0,281
2,6724	0,036	5,0000	0,134	7,0091	0,287

ТРЕТІЙ ОТДѢЛЪ.

ГЛАВА VI.

Нѣкоторыя маркшейдерскія задачи.

1 задача. Выносъ одной точки или ряда точекъ изъ рудника на поверхность.

Положимъ, требуется соединить съ поверхностью горную выработку въ точкѣ C (черт. 77) помощью буровой скважины. Если на поверхности

имѣются двѣ точки A и B, раньше соединенныя съемкой съ точкой C рудника, то по даннымъ съемки можно вычислить координаты всѣхъ трехъ точекъ, если же такихъ точекъ на поверхности нѣтъ, то ихъ выбираютъ и соединяютъ какимъ нибудь изъ изложенныхъ въ главѣ IV способовъ съ точкой C рудника.

Обозначивъ координаты точки A черезъ x y,
B „ x_1 y_1,
C „ x_2 y_2,

горизонтальныя проекціи сторонъ треугольника ABC, называя ихъ буквами a, b и c, найдемъ по формуламъ

$$a=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}$$
$$b=\sqrt{(x_2-x)^2+(y_2-y)^2}$$
$$c=\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2}.$$

Углы, прилежащіе къ сторонѣ AB, опредѣлятся по формуламъ:

$$\operatorname{tg}\frac{A}{2}\sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p\,(p-a)}}$$
$$\operatorname{tg}\frac{B}{2}\sqrt{\frac{(p-a)(p-c)}{p\,(p-b)}}$$

гдѣ $p=\frac{a+b+c}{2}$.

Вычисливъ углы A и B, устанавливаютъ теодолитъ или пантометръ въ точкѣ A, приводятъ его въ горизонтальное положеніе и визируютъ на вѣху, поставленную въ точкѣ B; затѣмъ чрезъ вращеніе алидады располагаютъ трубу подъ угломъ BAC къ линіи AB и провѣшиваютъ по этомъ направленію линію, нѣсколько большую, чѣмъ вычисленная сторона AC; далѣе, установивъ инструментъ въ точкѣ B и провизировавъ на вѣху, поставленную въ точкѣ A, располагаютъ трубу подъ угломъ ABC къ линіи BA и провѣшиваютъ по этому направленію линію. Пересѣченіе провѣшенныхъ линій дастъ точку, которая будетъ находиться надъ точкой C и въ которой поэтому слѣдуетъ заложить буровую скважину.

Если же требуется вынести изъ рудника на поверхность нѣсколько точекъ, поступаютъ подобно предыдущему, т. е. соединяютъ двѣ точки поверхности съ надлежащими точками внутри рудника и, вычисливъ координаты этихъ точекъ, а также стороны треугольниковъ и соотвѣтствующіе углы, провѣшиваютъ линіи такимъ же образомъ, какъ раньше было сказано; точки пересѣченія провѣшенныхъ линій и будутъ точками поверхности, лежащими на одной отвѣсной линіи съ соотвѣтственными точками рудника.

2 задача. Требуется опредѣлить длину, уголъ наклоненія и простираніе выработки, которая должна соединить два параллельныхъ штрека.

Положимъ, MP и QR (черт. 78) двѣ параллельныя выработки, а A и B — точки, между которыми должна быть пройдена соединительная выработка. Если обозначимъ координаты точки A чрезъ x, y, z, а координаты точки B чрезъ x_1, y_1, z_1, то длина линіи $AB = L$ выразится слѣдующей формулой:

$$L = \sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2+(z_1-z)^2},$$

а уголъ наклоненія α опредѣлится по формулѣ:

$$\sin\alpha = \frac{z_1-z}{\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2+(z_1-z)^2}}.$$

Наконецъ, уголъ простиранія φ линіи AB получится по формулѣ:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{y_1-y}{x_1-x}.$$

Если эту соединительную выработку требуется вести встрѣчными забоями, въ такомъ случаѣ, установивъ угломѣрный инструментъ въ точкѣ A, задаютъ выработку подъ угломъ простиранія φ; затѣмъ, установивъ инструментъ въ точкѣ B, задаютъ встрѣчный забой подъ угломъ простираоія $\varphi+180°$.

3 задача. Требуется соединить двѣ вертикальныя шахты квершлагомъ, заложивъ изъ шахты B (черт. 79) забой, встрѣчный забою изъ шахты A, при чемъ послѣдній заложенъ на глубинѣ H отъ поверхности шахты A, а паденіе квершлага пусть требуется подъ угломъ k къ шахтѣ A.

Координаты точки въ устьѣ шахты A означимъ чрезъ x, y, z, а координаты точки въ устьѣ шахты B чрезъ x_1, y_1, z_1.

Горизонтальная проекція CD квершлага опредѣлится по формулѣ:

$$CD = \sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2}.$$

Длина CF квершлага при заданномъ углѣ паденія k выразится такъ:

$$CF = \frac{CD}{\cos k} = \frac{\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2}}{\cos k}.$$

Линія DF, т. е. превышеніе точки забоя изъ шахты B надъ точкой C встрѣчнаго забоя изъ шахты A, опредѣлится по формулѣ:

$$DF = CD\operatorname{tg}k = \operatorname{tg}k\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2}.$$

Чтобы опредѣлить, съ какой глубины должно начать забой изъ шахты B, нужно къ превышенію $(z_1 - z)$ устья одной шахты надъ устьемъ другой придать глубину забоя изъ шахты A, т. е. $AC=H$ и изъ суммы отнять $DF = \operatorname{tg}k\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y_2}$, почему глубина $BF=H_1$ встрѣчнаго забоя изъ шахты B выразится такъ:

$$H_1 = (z_1 - z) + H - \operatorname{tg}k\,.\sqrt{(x_1-x)^2+(y_1-y)^2}.$$

Наконецъ, уголъ простиранія a квершлага опредѣлится по формулѣ:

$$\operatorname{tg} a = \frac{y_1 - y}{x_1 - x}.$$

4. Задача. По тремъ даннымъ точкамъ пласта, лежащимъ не на одной прямой, опредѣлить линію простиранія и линію паденія пласта, а также и уголъ паденія.

Даны три точки P, T и K (черт. 80) на земной поверхности, и пусть точка P оказалась, по нивеллировкѣ, выше точекъ T и K, на величины $QK = v$ и $RT = u$. Опредѣлимъ сначала всѣ элементы проекціи PRQ треугольника PTK на горизонтальную плоскость, проходящую черезъ высшую изъ данныхъ точекъ P.

Какая либо изъ сторонъ треугольника PTK, обнимающихъ уголъ при вершинѣ P, напр. сторона $PK = m$ измѣряется непосредственно цѣпью длина же вертикальнаго отрѣзка $KQ = v$ извѣстна изъ нивеллировки; вслѣдствіе чего изъ прямоугольнаго, при вершинѣ Q, треугольника KQP имѣемъ:

$$b^2 = m^2 - v^2, \text{ откуда}$$

$$b = \sqrt{m^2 - v^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1).$$

Углы же α и γ проекціи PRQ опредѣляются непосредственно угломѣрнымъ инструментомъ изъ становъ P и Q на поверхности земли, такъ какъ они суть линейные углы двугранныхъ угловъ между вертикальными плоскостями PTR и PKQ, съ одной стороны, PKQ и $RTKQ$ съ другой стороны. И такъ въ искомой проекціи извѣстна сторона b и прилегающіе къ ней углы α и γ,—остальные же элементы ея вычисляются по слѣдующимъ формуламъ:

$$\beta = 180^\circ - (\alpha + \gamma) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

$$\frac{a}{b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}, \text{ откуда } a = \frac{b . \sin \alpha}{\sin \beta} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

$$\frac{c}{b} = \frac{\sin \gamma}{\sin \beta}, \text{ откуда } c = \frac{b . \sin \gamma}{\sin \beta} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (4).$$

Въ точкахъ P, T и K земной поверхности сдѣланы вертикальныя буровыя скважины (или шурфы) до пересѣченія съ пластомъ, обозначеннымъ на чертежѣ плоскостью треугольника ADE съ пунктирными сторонами. Глубины скважинъ линіями PA, KE и TD измѣряются непосредственно.

Такъ какъ намъ уже извѣстны изъ нивеллировки $QK = v$ и $RT = u$, то слѣдовательно намъ будутъ извѣстны:

$$\begin{cases} PA = PA \\ KE + v = QE \\ TD + u = RD \end{cases} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (5)$$

т. е. извѣстны разстоянія трехъ точекъ пласта A, D и E отъ одной и

той же горизонтальной плоскости PRQ. Если бы эти разстоянія оказались равными, то это показывало бы, что пластъ горизонталенъ. Если же эти разстоянія окажутся всѣ различны, то какое нибудь изъ нихъ будетъ наименьшее, положимъ, напр. разстояніе PA, соотвѣтствующее скважинѣ P, будетъ меньше, чѣмъ другія два,—въ такомъ случаѣ это будетъ показывать, что точка A пласта выше точекъ D и E того же пласта на величины:

$$\left.\begin{aligned} H &= BD = (TD + u) - PA = RD - PA \\ h &= CE = (KE + v) - PA = QE - PA \end{aligned}\right\} \ldots(6),$$

которыя получатся отъ пересѣченія скважинъ RD и QE горизонтальною плоскостью, проходящею черезъ точку пласта A, которая служитъ дномъ скважины PA, т. е. плоскостью ABC. Треугольникъ ABC есть тоже проекція треугольника PTK, какъ и вычисленная уже нами его проекція PRQ, потому что проекціи фигуръ на плоскости, между собой параллельныя, не измѣняются. Посему въ горизонтальномъ треугольникѣ ABC стороны a, b и c и углы α, β и γ остаются тѣ же самые, какіе были вычислены по формуламъ (1), (2), (3) и (4).

Въ разбираемомъ нами случаѣ H и h неравны между собой, такъ какъ въ равенствѣ (6) RD и QE предположены неравными. Посему, если продолжимъ мысленно вертикальную плоскость $BDEC$, то непараллельныя стороны BC и DE трапеціи $BDEC$ непремѣнно должны между собою встрѣтиться въ какой нибудь точкѣ F. Но такъ какъ линія BF находится всѣми своими точками въ горизонтальной плоскости, а линія DF— въ плоскости пласта, то точка F принадлежитъ пересѣченію горизонтальной плоскости съ пластомъ. Итакъ точки A и F принадлежатъ пересѣченію горизонтальной плоскости ABF съ плоскостью пласта ADF, а потому прямая AF, соединяющая эти точки и служащая ребромъ двуграннаго угла $BAFD$, представляетъ собой *линію простиранія пласта*.

Вычислимъ же уголъ x, между линіей простиранія AF и проекціей $AC = b$, положеніе которой относительно истиннаго меридіана опредѣляется угломѣрнымъ инструментомъ непосредственно черезъ визированіе изъ стана P въ станъ K, или обратно. Въ треугольникѣ BFD сѣкущая h параллельна H, а потому

$$\frac{a+n}{n} = \frac{H}{h}$$

слѣдовательно

$$\frac{a+n}{n} - 1 = \frac{H}{h} - 1$$

или

$$\frac{a}{n} = \frac{H-h}{h}$$

откуда

$$n = \frac{ah}{H-h} = FC \ldots . (7)$$

уголъ же $l = 180^\circ - \gamma \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$.

Итакъ въ горизонтальномъ треугольникѣ ACF двѣ стороны b и n и уголъ между ними l извѣстны; углы же x и y опредѣлятся изъ слѣдующихъ формулъ:

$$x+y = 180^\circ - l = 180^\circ - (180 - \gamma) = \gamma \ldots . (9).$$

$$\frac{n+b}{n-b} = \frac{\operatorname{tg}\frac{x+y}{2}}{\operatorname{tg}\frac{x-y}{2}} = \frac{\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2}}{\operatorname{tg}\frac{x-y}{2}},$$

или

$$\operatorname{tg}\frac{x-y}{2} = \frac{n-b}{n+b}\operatorname{tg}\frac{\gamma}{2}$$

откуда, разсматривая, какъ одно неизвѣстное, полуразность $\frac{x-y}{2}$, найдемъ уголъ равный $\frac{x-y}{2}$. Положимъ, величина его будетъ $= p$, а потому

$$x - y = 2p \ldots\ldots\ldots (10)$$

сравнивая равенства (9) $x + y = \gamma$ и (10) $x - y = 2p$, находимъ:

$$x = \frac{\gamma + 2p}{2} \ldots\ldots\ldots (11)$$

$$y = \frac{\gamma - 2p}{2} \ldots\ldots\ldots (12)$$

Отмѣривъ изъ стана P уголъ $x = \frac{\gamma + 2p}{2}$ отъ проекціи PQ, получимъ направленіе линіи простиранія пласта на поверхности земли.

Если бы случилось, что $h = H$, то линіи BC и DE не пересѣклись бы, вслѣдствіе чего тогда не получилось бы треугольника ACF. Но тогда, очевидно, простираніе пласта было бы параллельно линіи BF, и слѣдовательно параллельно проекціи $RQ = a$. Очевидно, что это случится тогда когда въ формулахъ (6) RD и QE будутъ равны, т. е. разстояніе двухъ точекъ D и E пласта отъ горизонтальной плоскости PRQ окажутся равными между собой.

Опредѣлимъ теперь уголъ паденія пласта. Проведя мысленно вертикальную плоскость CME черезъ h, перпендикулярно къ линіи простиранія. получимъ уголъ φ, служащій линейнымъ угломъ двухграннаго угла $BAFD$. Изъ горизонтальнаго прямоугольнаго при M треугольника MCF имѣемъ:

$$s = MC = n.\ \sin y \ldots . (13)$$

гдѣ y извѣстно изъ (12), а n извѣстно изъ (7), а слѣдовательно и s

тоже будетъ извѣстно. Далѣе, изъ вертикальнаго прямоугольнаго притом треугольника CME имѣемъ:

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

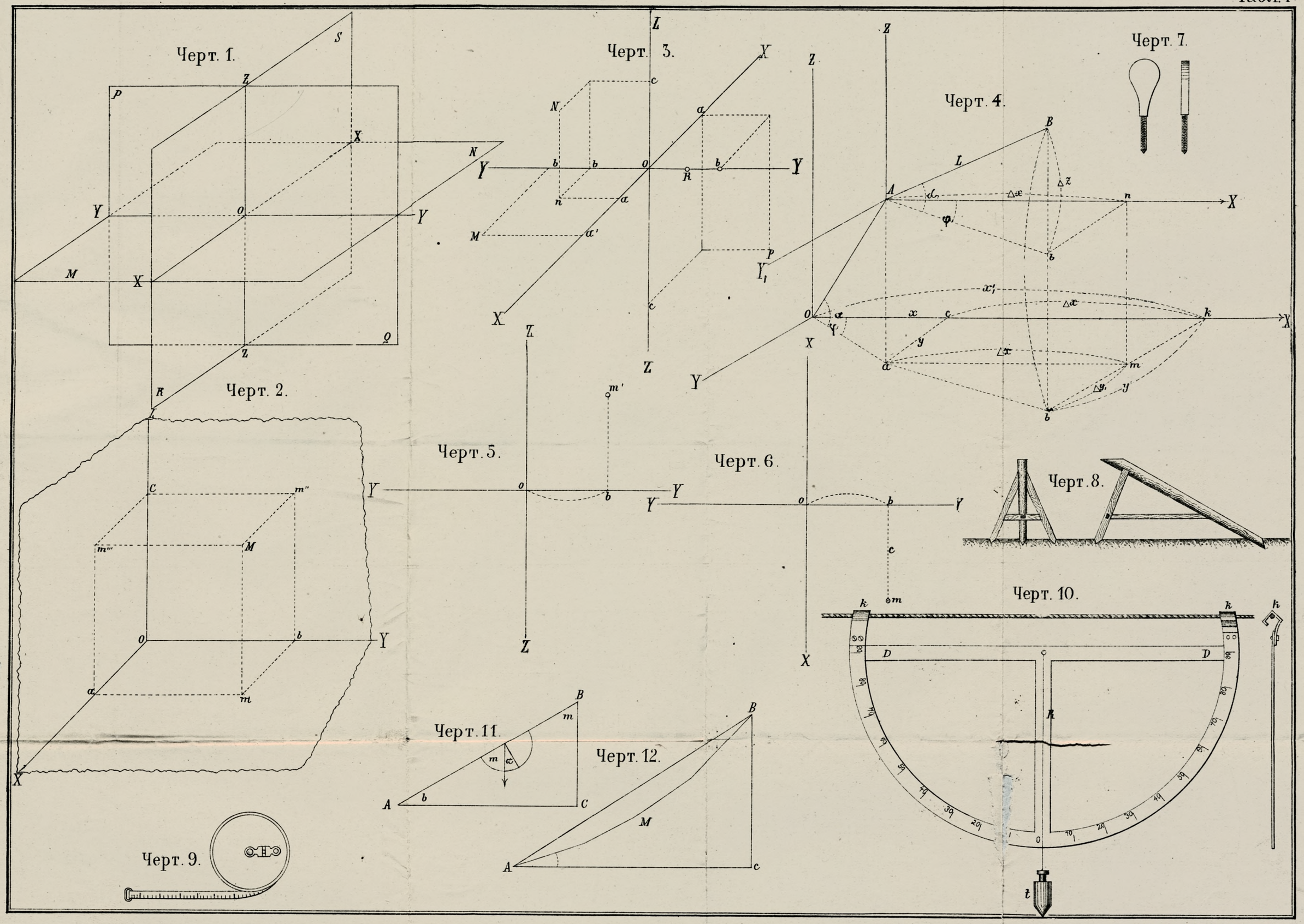
откуда

$$\mathrm{tg}\,\varphi = \frac{h}{n.\sin y}$$

подставляя сюда вмѣсто n изъ (7) и y изъ (12), получимъ

$$\mathrm{tg}\varphi = \frac{H-h}{a.\sin\frac{\gamma-2p}{2}} \quad . \; . \; . \; . \quad (14).$$

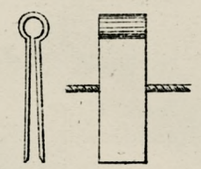
Примѣчаніе. Послѣдняя задача помѣщена была въ «Гор. Жур. № 11, 1884 г. и настоящій способъ рѣшенія ея принадлежитъ моему сослуживцу преподавателю математики въ Лисичанской Штейгерской школе Петру Даниловичу Сергѣеву.



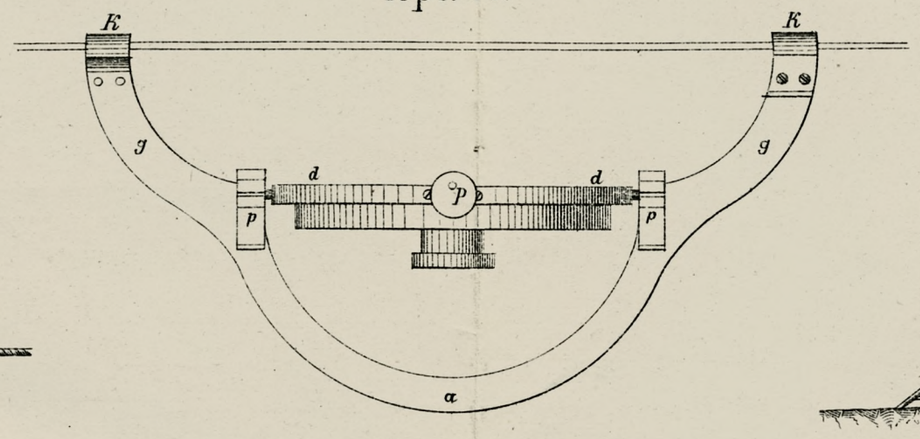
Типогр. и Хромолит. А. Траншеля. Стремянная № 12.

C. H. Spreeman

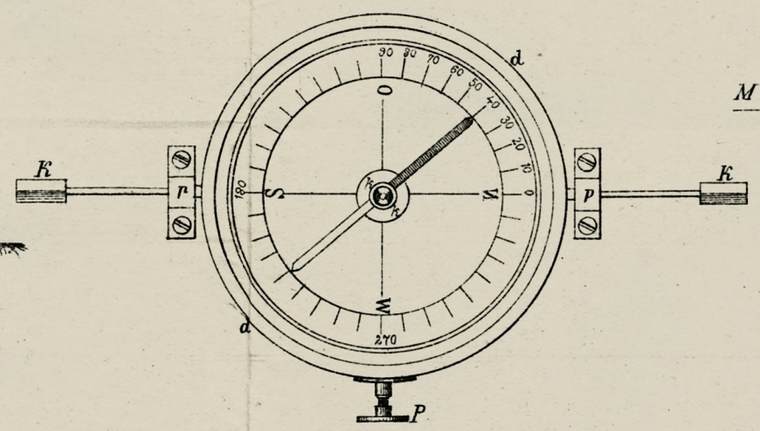
Черт. 13.



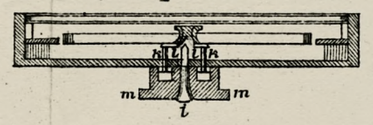
Черт. 14.



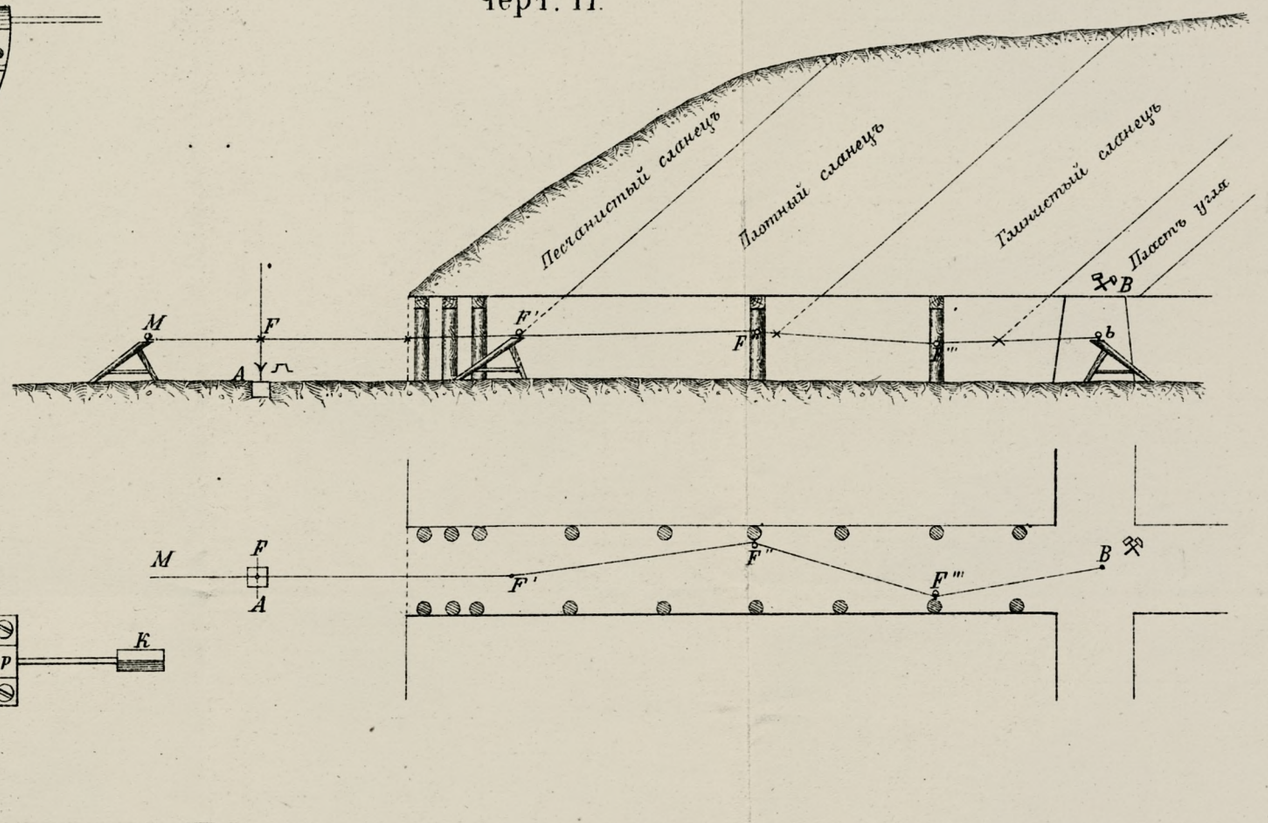
Черт. 15.



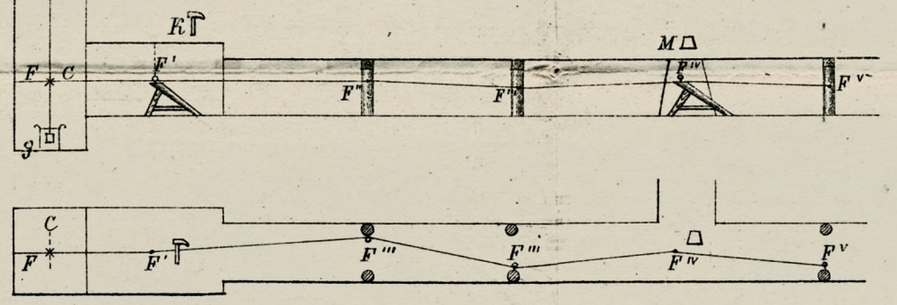
Черт. 16.



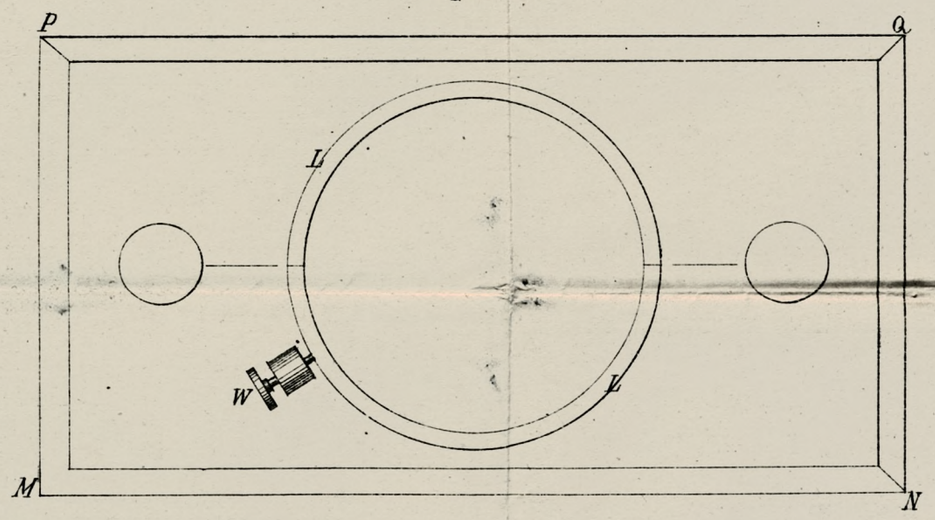
Черт. 17.



Черт. 18.



Черт. 19.

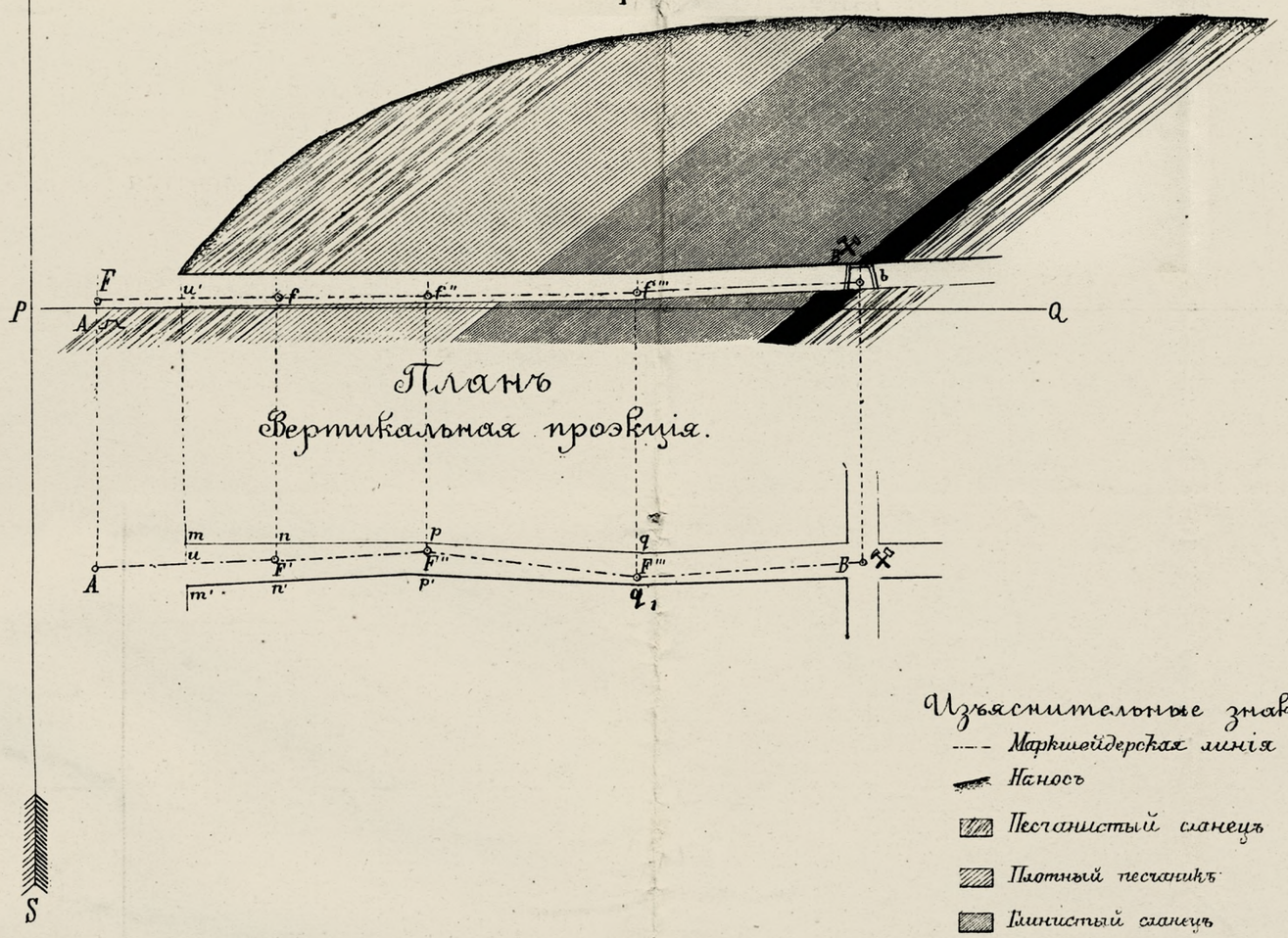


Типогр. и Хромолит А. Траншеля. Стремянная № 12.

Dokumenty

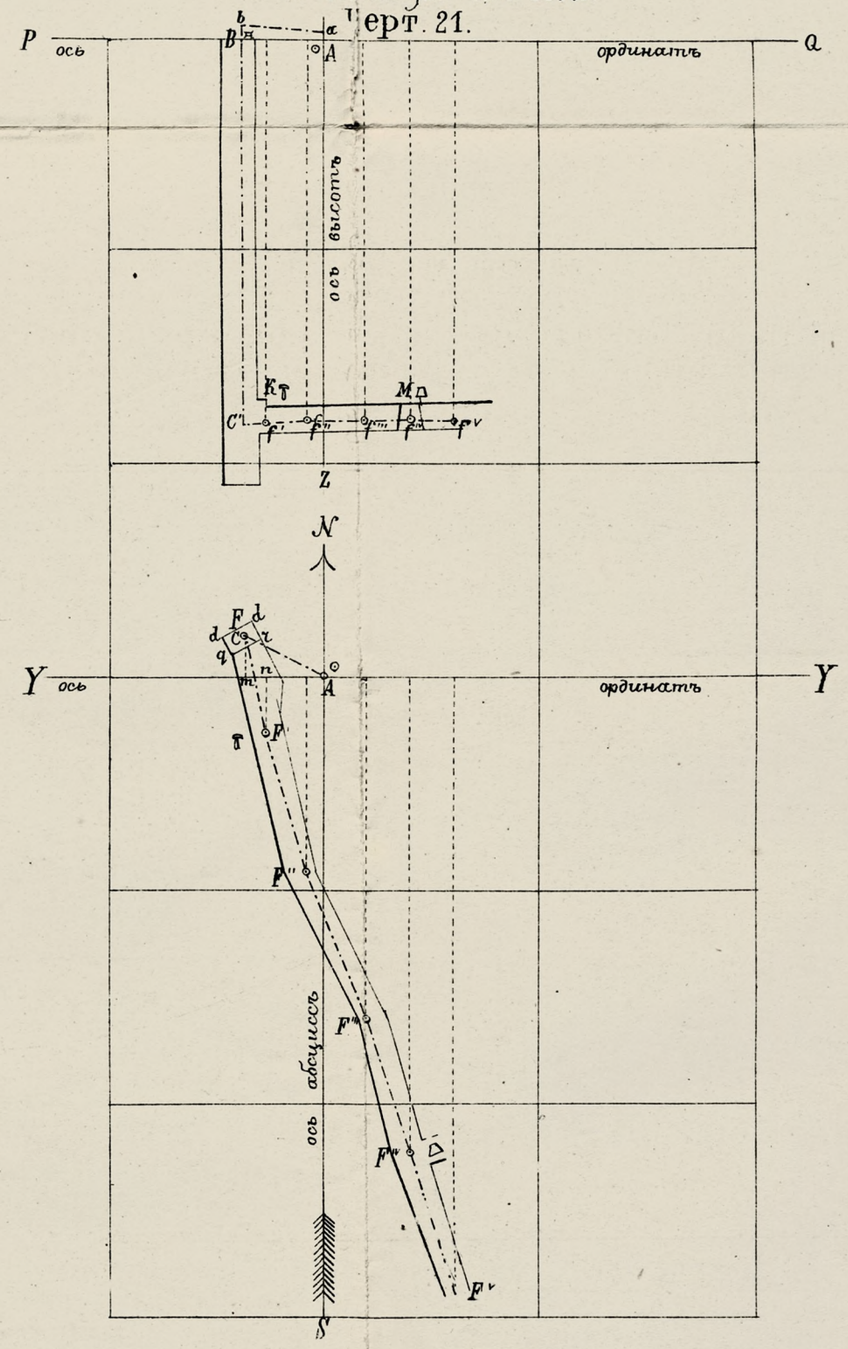
Планъ
Съемки висячимъ компасомъ и полукругомъ
штольнъ рудника №
Октября 1885 года

Разрѣзъ
Вертикальная проэкція
Черт. 20.



Планъ
Вертикальная проэкція.

Планъ
Съемки висячимъ компасомъ и полукругомъ по вертикальной шахтѣ откаточному штреку рудника №
18 Октября 1885 года.
Черт. 21.



Изъяснительные знаки.
- Маркшейдерская линія
- Наносъ
- Песчанистый сланецъ
- Плотный песчаникъ
- Глинистый сланецъ
- Пластъ каменнаго угля

Масштабъ $\frac{1}{500}$.

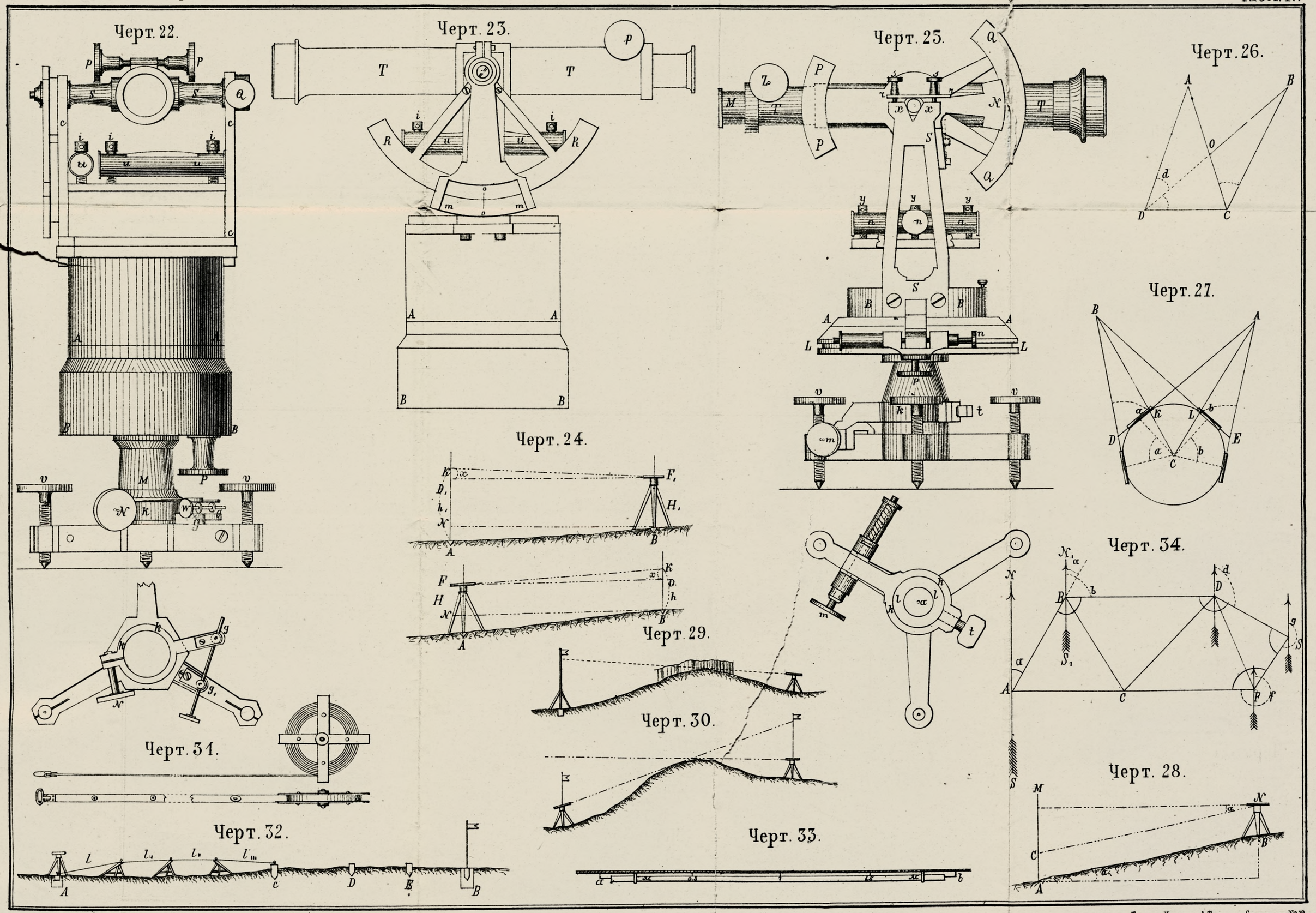
5 4 3 2 1 0 5 10 15 20 25

Масштабъ $\frac{1}{500}$

5 4 3 2 1 0 5 10 15 Саж.

Типогр. и Хромолит. А. Траншеля, Стремянная № 12.

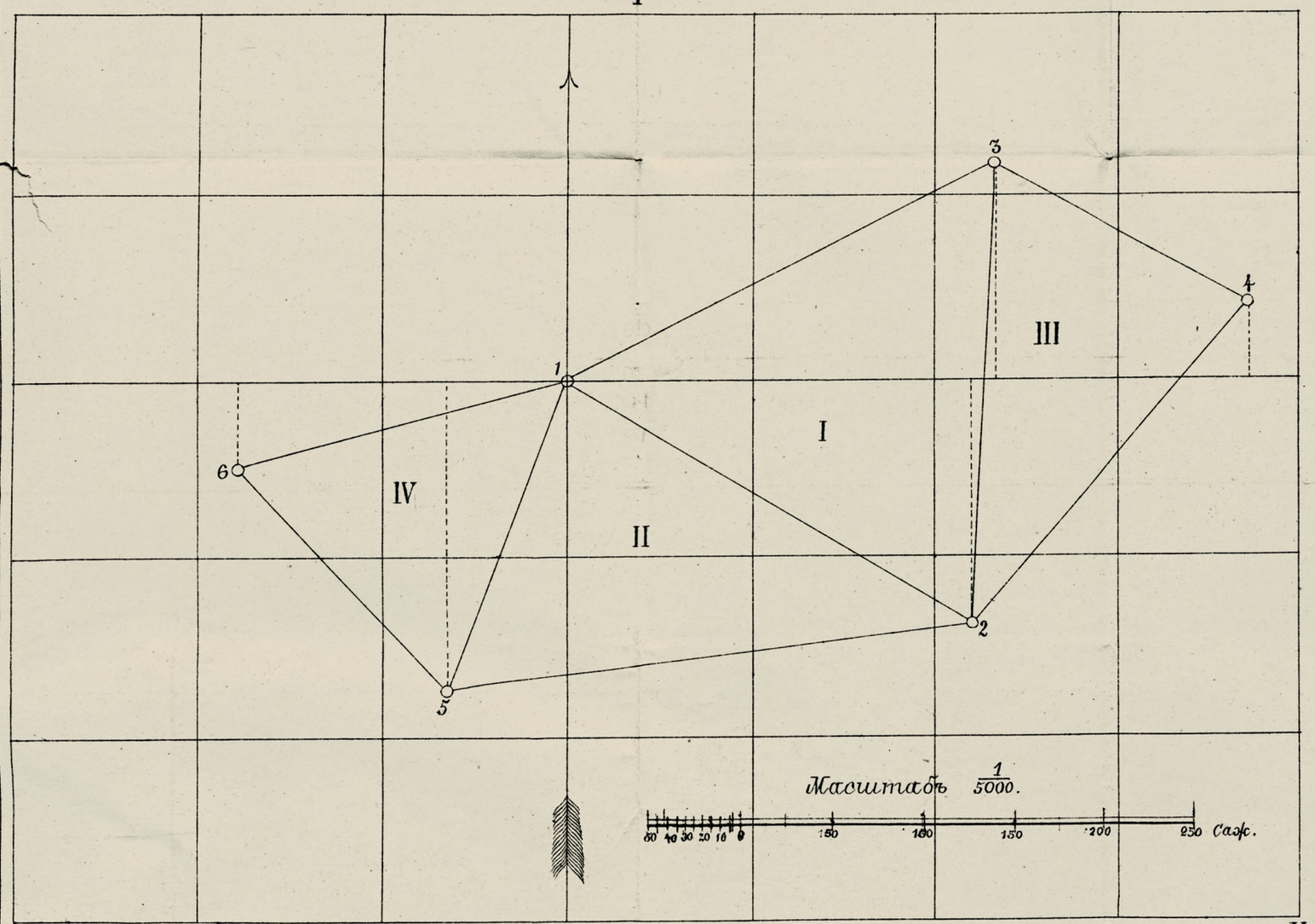
С Корнеевым



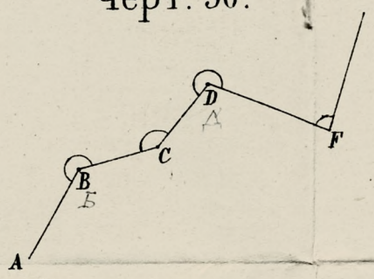
Типогр. и Хромолит. А. Траншеля, Стремянная № 12.

Планъ
Тріангуляціонной съемки дачи №
15 Іюля 1884 года.

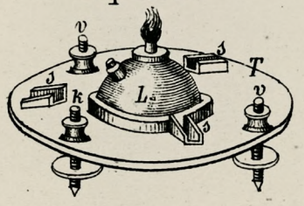
Черт. 35.



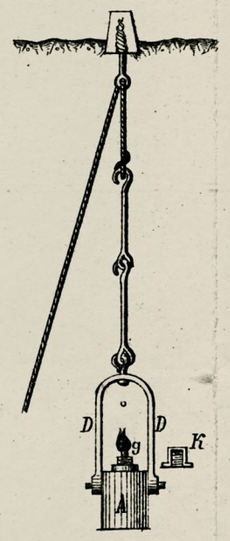
Черт. 36.



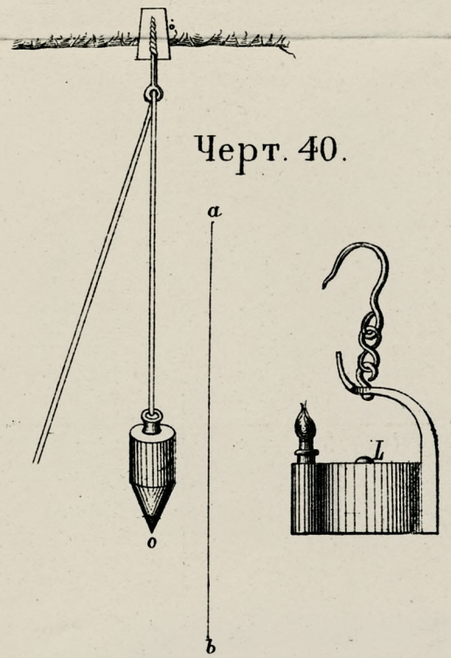
Черт. 39.



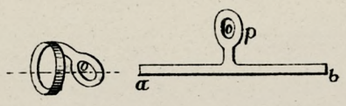
Черт. 38.



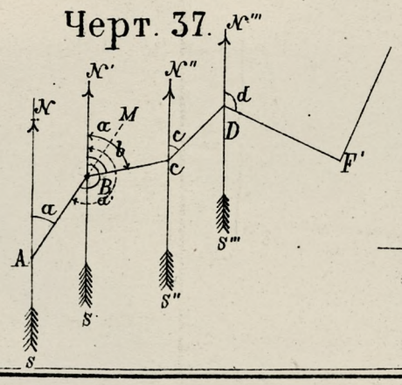
Черт. 40.



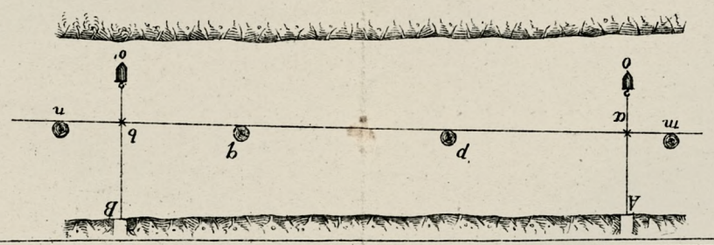
Черт. 41.



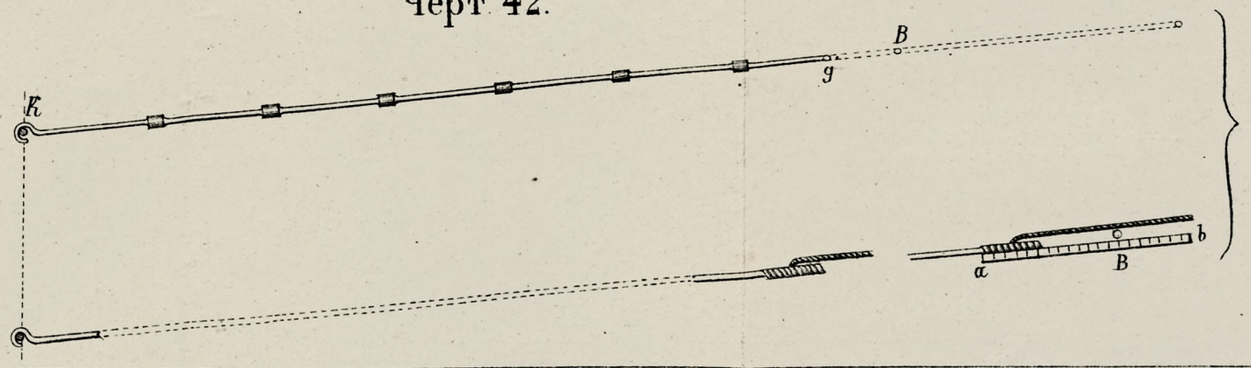
Черт. 37.



Черт. 43.



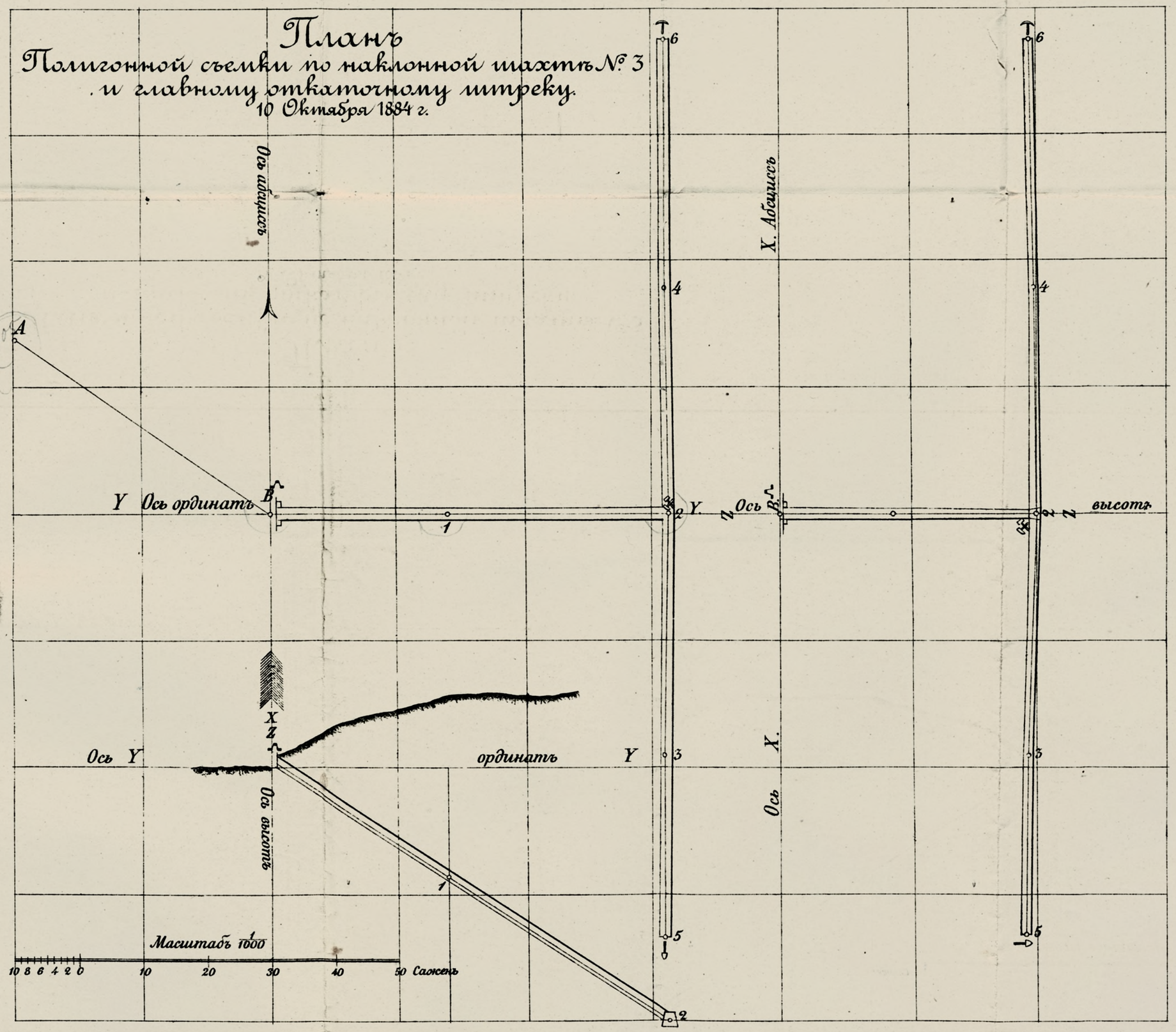
Черт. 42.



Типогр. и Хромолит. А. Трантеля, Стремянная № 12.

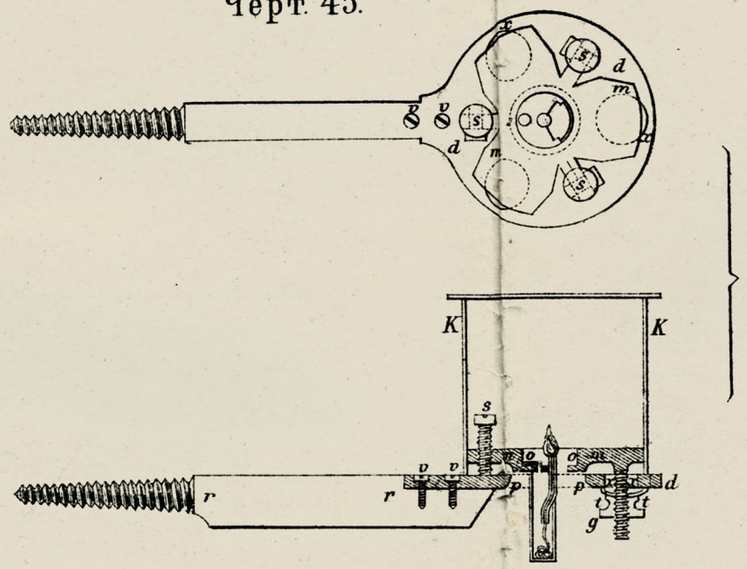
Черт. 44

Планъ
Полигонной съемки по наклонной шахтѣ № 3 и главному откаточному штреку.
10 Октября 1884 г.

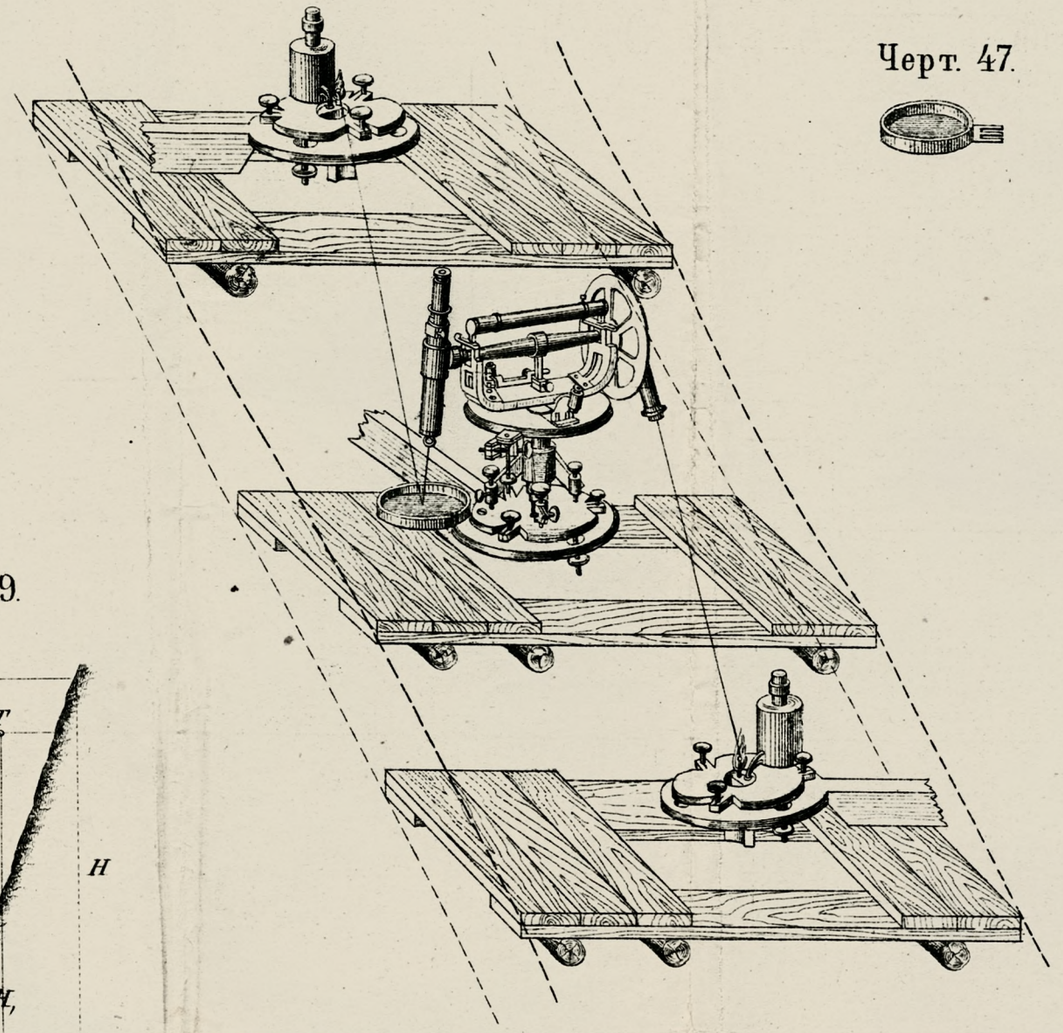


Типогр. и Хромолит. А. Траншеля. Стремянная № 12.

Черт. 45.

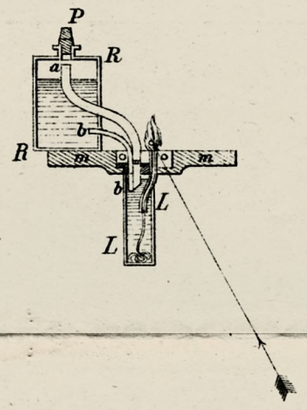


Черт. 48

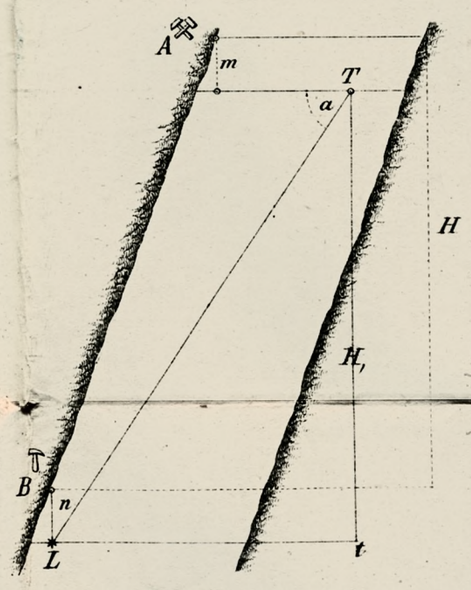


Черт. 47.

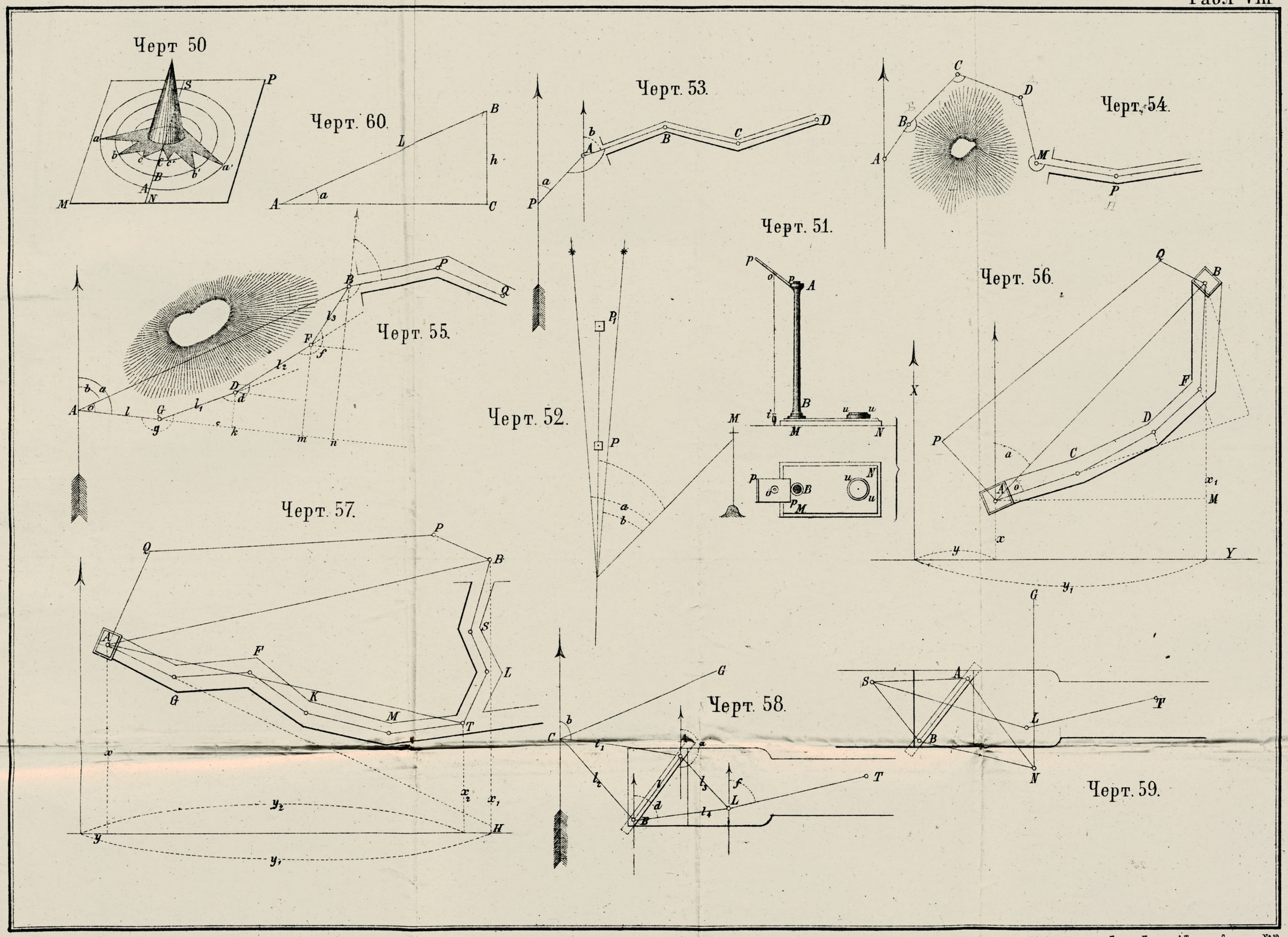
Черт. 46.



Черт. 49.



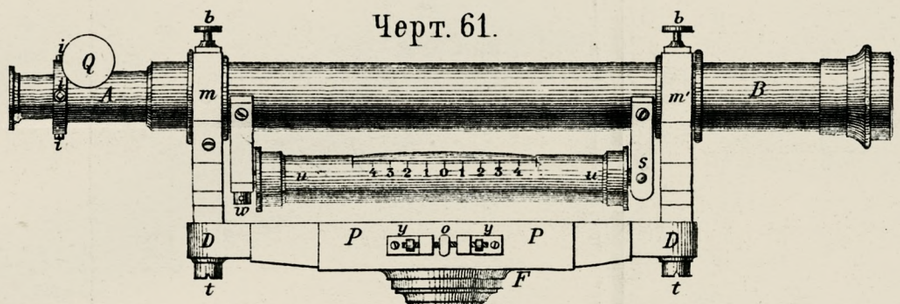
Типогр. и Хромолит. А. Траншеля, Стремянная № 12.



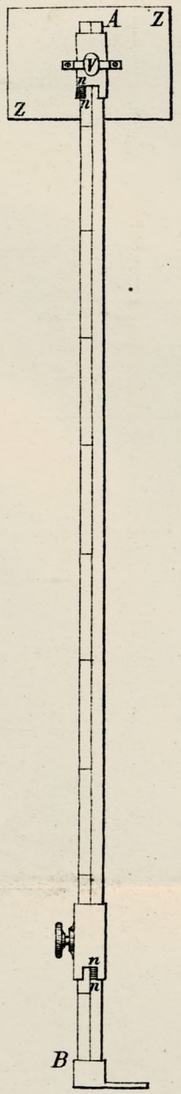
Типогр. и Хромолит. А. Траншеля, Стремянная № 12.

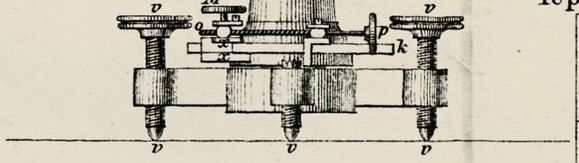
Patna

Черт. 61.

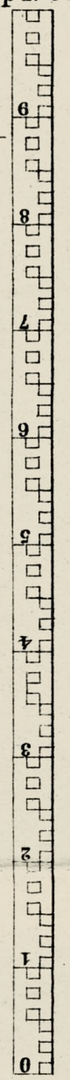


Черт. 62.

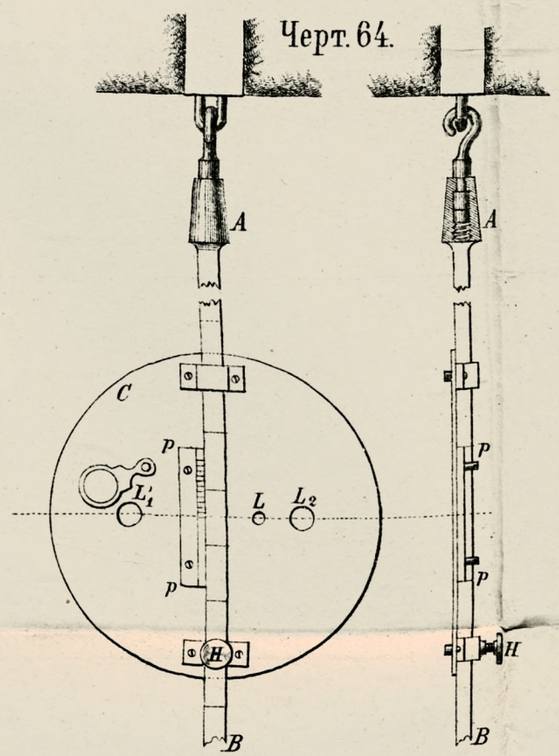




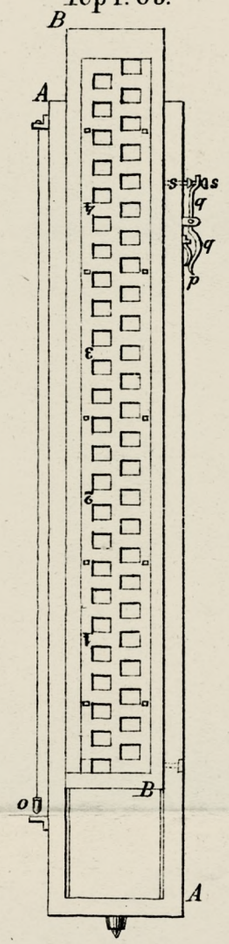
Черт. 63.



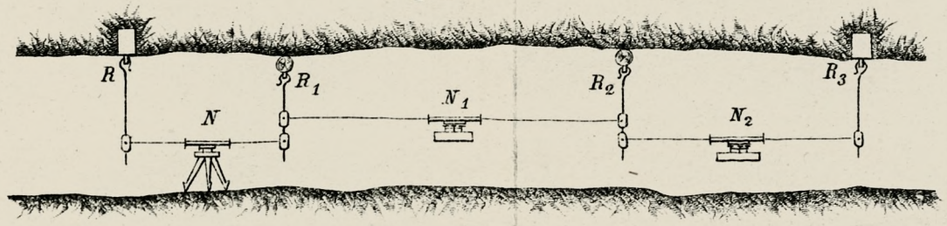
Черт. 64.



Черт. 65.

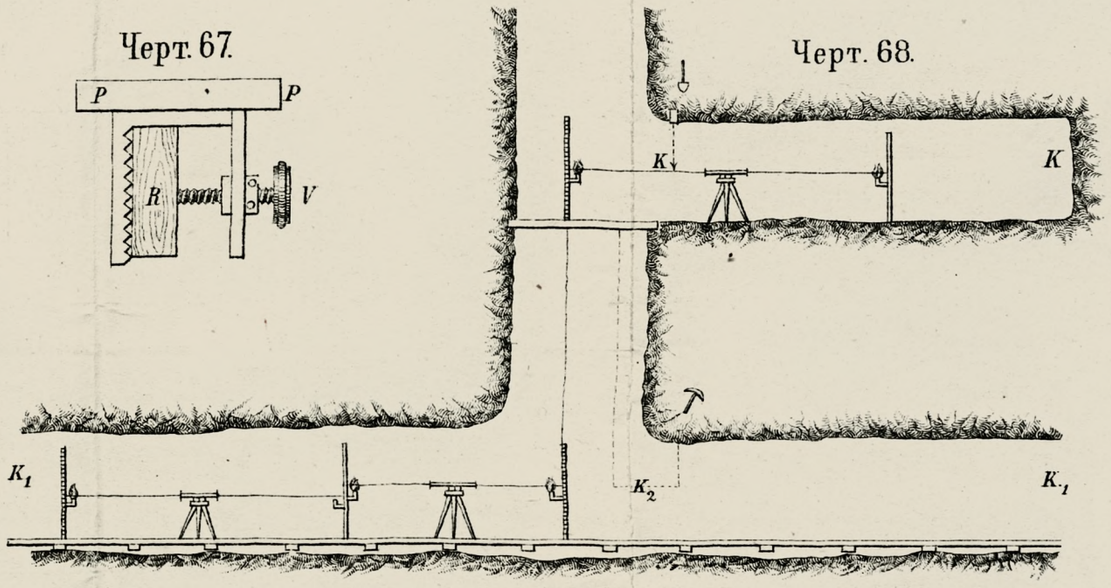


Черт. 66.



Черт. 67.

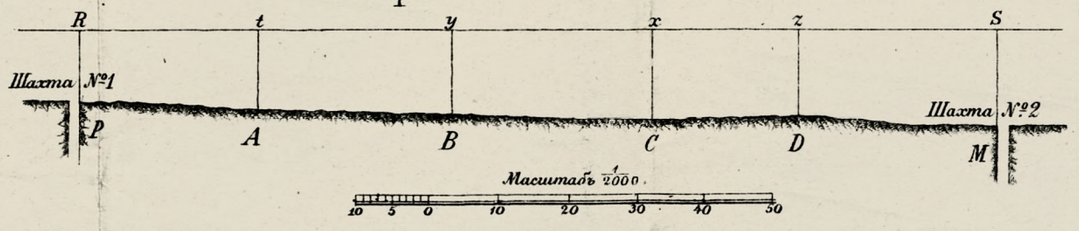
Черт. 68.



Черт. 74

Профиль
Нивелировки P M между шахтами №1 и №2
15 Июля 1885 года.

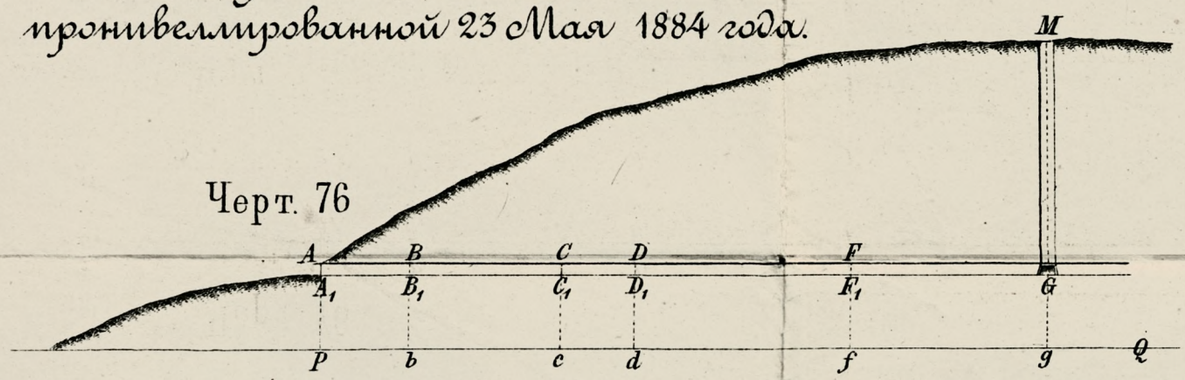
Черт. 75.



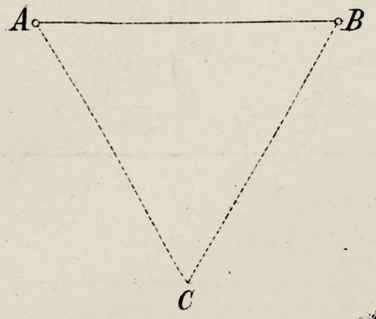
Типогр. и Хромолит. А. Траншеля, Стремянная № 12.

[illegible]

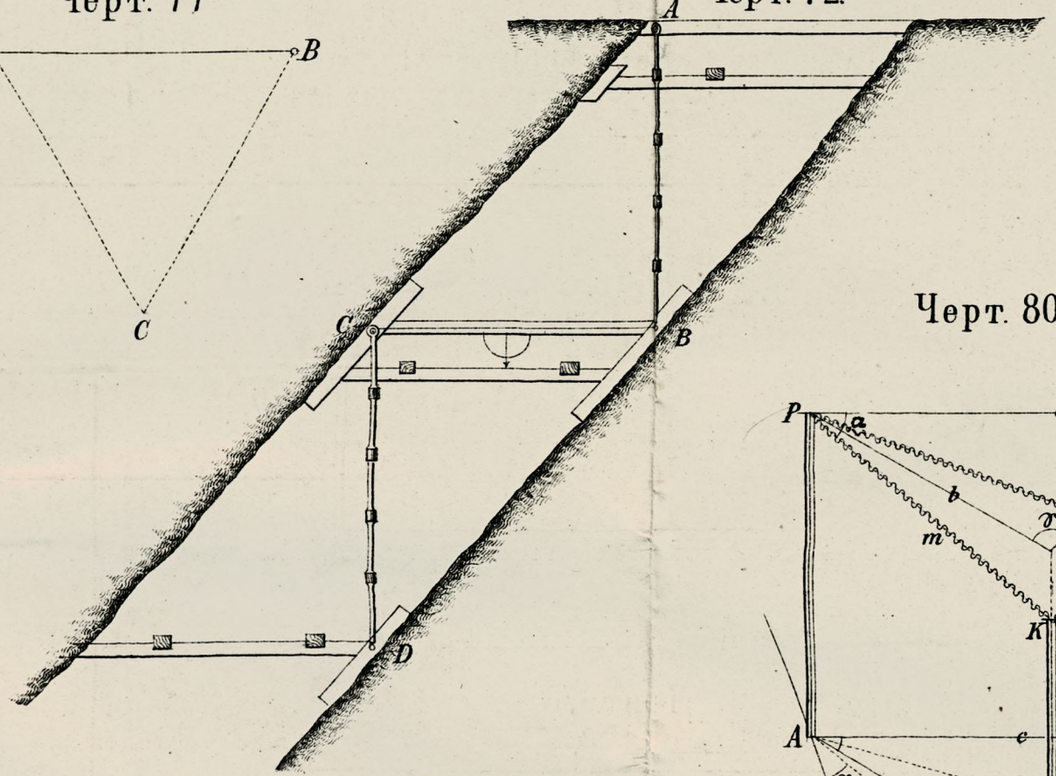
Разрѣзъ штольны
проницелмированной 23 Мая 1884 года.



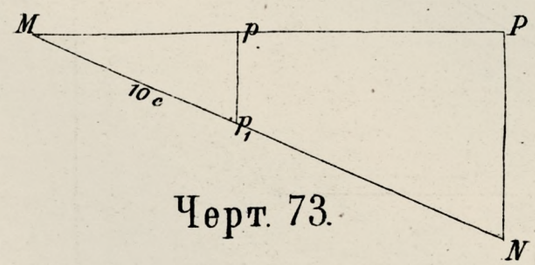
Черт. 76



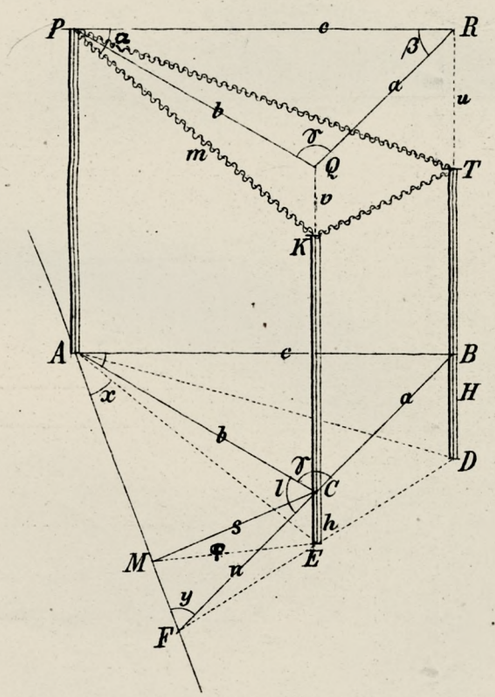
Черт. 77



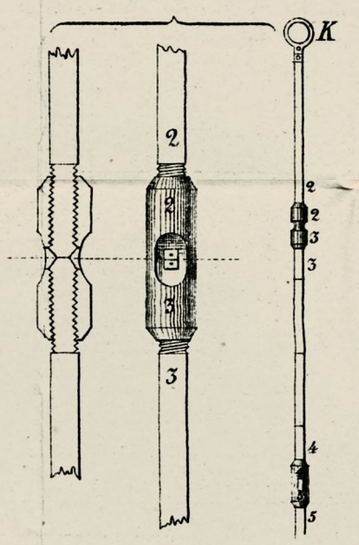
Черт. 72.



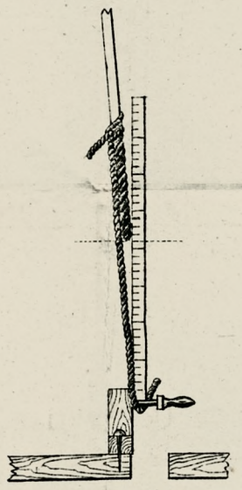
Черт. 73.



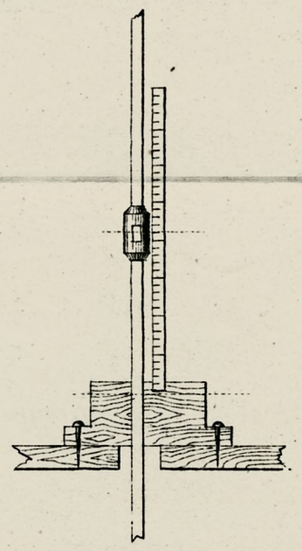
Черт. 80.



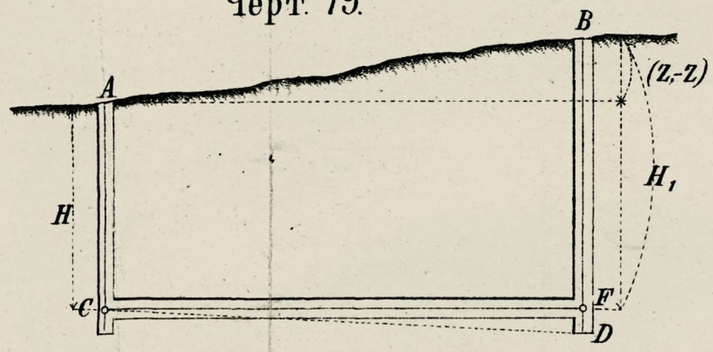
Черт. 69



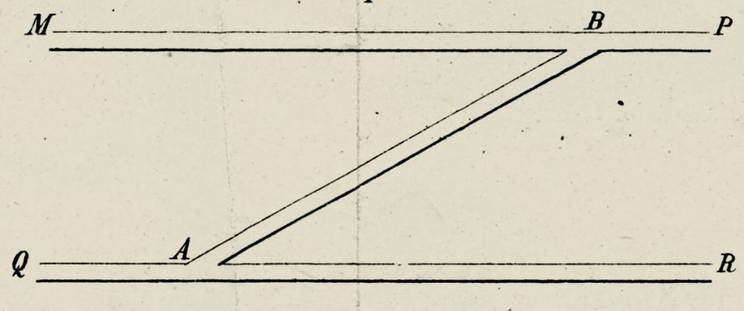
Черт. 70



Черт. 71.



Черт. 79.



Черт. 78.

Типогр. и Хромолит А. Траншеля, Стремянная № 12.

dvd