
Проф. Вихертъ: ☆ ☆ ☆ ☆

☆ ☆ ☆ Введеніе въ геодезію



2-е изданіе

1912

<http://mathesis.ru>

Проф. Э. ВИХЕРТЬ

Введеніе въ геодезію

Лекціи для преподавателей среднихъ учебныхъ
заведеній

Переводъ съ нѣмецкаго. Съ 41 рис.

ВТОРОЕ ИЗДАНИЕ

*Первое изданіе признано Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. подлежащимъ
внесенію въ списокъ книгъ, заслуживающихъ вниманія при пополненіи
ученическихъ библіотекъ среднихъ учебныхъ заведеній.*



Одесса 1912

<http://mathesis.ru>

Изъ сборника лекцій для преподавателей средней школы „Ueber angewandte Mathematik und Physik etc.“ въ Геттингенъ, изданныхъ проф. F. Klein и E. Riecke. (Teubner, Leipzig 1900).

СОДЕРЖАНІЕ.

Предисловіе	Стр. 1
-----------------------	-----------

I. Низшая геодезія.

§ 1. О точкахъ и прямыхъ линияхъ	7
§ 2. Измѣреніе длинъ въ горизонтѣ	17
§ 3. Измѣренія въ горизонтальной плоскости и въ прямоугольныхъ координатахъ	21
§ 4. Введеніе различныхъ линій абсциссъ; ходовыя линіи	31
§ 5. Изготовленіе наброска и ситуационнаго плана . .	36
§ 6. Болѣе крупныя съемки; триангуляція	39
§ 7. Измѣренія въ полярныхъ координатахъ; тахиметрія	44
§ 8. Мензурныя съемки	49
§ 9. Неровности	56
§ 10. Нивелированіе	60
§ 11. Нивелированіе линій и поверхностей	70
§ 12. Непрямое измѣреніе высотъ; одновременныя съемки высотъ и въ горизонтѣ; фотограмметрія . . .	74

II. Прибавленія.

§ 13. Высота надъ N. N	77
§ 14. Замѣчанія относительно измѣренія высотъ . .	82
§ 15. Съемки государствъ и измѣреніе земли . . .	85
Литература	92
Приборы	94

ПРЕДИСЛОВІЕ

Милостивые Государи!

Слово „геодезія“ означаетъ измѣреніе земли; такимъ образомъ, моя задача заключается въ томъ, чтобы разсказать объ измѣреніяхъ, относящихся къ нашей землѣ. Намъ придется встрѣтиться при этомъ съ различными вопросами какъ научнаго, такъ и практическаго характера.

Прежде всего наука ставитъ вопросъ о формѣ и размѣрахъ земли; отвѣчая на него, нужно принять во вниманіе совокупность силъ природы, подъ дѣйствіемъ которыхъ образовалась наша земля, и съ другой стороны тѣ силы, которыя, въ свою очередь, обусловливаются формой земли. Поэтому необходимо, а какъ оказывается это и возможно, охватить обширную область астрономическихъ и земныхъ явленій и установить весьма важныя заключенія относительно состава земли. Далѣе, геодезія должна дать свѣдѣнія, лежащія въ основаніи каждой географической работы относительно распредѣленія суши и морей, ихъ поверхностей, ихъ высотъ и глубинъ.

Важность практических примѣненій геодезіи къ нашей жизни, которая вся протекаетъ на поверхности земли, настолько очевидна, что на этомъ вопросѣ не нужно останавливаться. Она играетъ важную роль для всѣхъ путей сообщеній, предназначенныхъ какъ для пѣшехода или велосипедиста, такъ и для морскихъ или военныхъ передвиженій; во всѣхъ этихъ случаяхъ геодезія даетъ карты и инструменты для ориентировки. Примѣненія геодезіи играютъ значительную роль въ дѣлѣ землевладѣнія какъ для отдѣльныхъ личностей, такъ и для государства.

И наконецъ, хотя это дѣло далеко не послѣдней важности, я упомяну еще о томъ, что сельское и лѣсное хозяйства, стремящіяся въ своемъ развитіи приспособить земную почву для нуждъ человѣка, ожидаютъ отъ геодезіи серьезныхъ услугъ.

При всѣхъ геодезическихъ работахъ приходится встрѣчаться съ непосредственнымъ примѣненіемъ математики. И это не простая случайность, что отдѣлъ математики, съ которымъ намъ придется теперь особенно часто имѣть дѣло, носить названіе «геометріи», что также означаетъ измѣреніе земли. Все значеніе математическихъ абстракцій становится намъ здѣсь яснымъ, какъ при рѣшеніи простѣйшихъ задачъ, такъ и при производствѣ сложныхъ вычисленій.

Бросивъ бѣглый взглядъ на эту науку, мы съ увѣренностью можемъ утверждать, что ознакомленіе въ школѣ съ геодезіей полезно не только потому, что оно

обнаруживаетъ передъ молодежью одно изъ величественнѣйшихъ завоеваній цивилизаціи, но также и потому, что оно вообще наглядно выясняетъ значеніе научной работы. Ученикъ узнаетъ, что тысячи геодезистовъ постоянно примѣняютъ къ дѣйствительнымъ соотношеніямъ математическіе выводы, которые онъ привыкъ считать совершенно абстрактными; онъ знакомится здѣсь съ ними въ формѣ сразу для него понятной, имѣя въ виду цѣль, важность которой для него вполне очевидна. Каждый изъ такихъ геодезистовъ пользуется одновременно какъ теоріей, такъ и практикой.

Милостивые государи, отъ проф. Клейна вы слышали, что съ этой наукой тѣсно связано имя нашего великаго Геттингенскаго ученаго Гаусса, что геодезія также послужила обширнымъ полемъ для его дѣятельности. По удачному выраженію Г. Гаука на прошлагодномъ собраніи нѣмецкихъ математиковъ, каждый современный геодезистъ помазанъ каплей Гауссова мвра. Позаботимся же мы о томъ, чтобы это мврпомазаніе коснулось и учениковъ, когда они пріобрѣтаютъ познанія по математикѣ. Тогда они не только пріобрѣтутъ большую склонность къ обученію и извлекутъ изъ него большую пользу; они обрѣтутъ также путь къ изученію высшихъ отраслей чистой науки, которой человѣкъ отдается лишь благодаря своему идеальному стремленію къ знанію.

Нужно-ли ввести въ программу средней школы еще дополнительныя занятія по геодезіи? Меньше всего расположенья сдѣлать подобное предложеніе! И безъ того

число преподаваемыхъ предметовъ велико, и время, проводимое учащейся молодежью за партой, то именно время, въ которое необходимо также и физически развиваться, скорѣе слишкомъ продолжительно. Нѣтъ, увеличеніе работы ни въ коемъ случаѣ не можетъ быть предложено. Лишь тогда геодезія достигнетъ полнотыю своей цѣли, когда къ ней будутъ обращаться при преподаваніи математики, физики и географіи, а также при ученическихъ экскурсіяхъ, когда при всякомъ удобномъ случаѣ будутъ приводиться приѣмъ и задачи изъ геодезіи и, наконецъ, когда нѣсколько часовъ, посвященныхъ теоретическому преподаванію математики въ классѣ, будутъ замѣнены практически занятіями подъ открытымъ небомъ.

Этому послѣднему обстоятельству я придаю особенное значеніе. Однимъ изъ самыхъ опасныхъ результатовъ школьнаго преподаванія является то обстоятельство, что дѣйствительность не воспринимается непосредственно, а представленіе о ней тѣсно связывается съ книгой. Я всегда съ особенной радостью наблюдалъ, что именно въ послѣднее время съ этой опасностью ведется энергичная борьба, и крѣпнетъ стремленіе основывать преподаваніе на самостоятельности учащихся. Но въ этомъ направленіи остается еще многое сдѣлать, это особенно ясно для университетскаго преподавателя, который имѣетъ случай наблюдать, какъ мало молодые студенты

склонны къ самостоятельной работѣ собственнымъ умомъ и собственными руками, какъ мало они обыкновенно къ этому подготовлены. И вотъ, геодезія даетъ намъ въ руки отличное средство еще увеличить воспитательное значеніе математики путемъ небольшихъ практическихъ ея приложеній.

Геодезія раздѣляется на два отдѣла: низшую и высшую, въ зависимости отъ того, принимается ли земная поверхность плоской или выпуклой. Я начну съ изложенія низшей геодезіи и только въ заключеніе сдѣлаю нѣсколько замѣчаній относительно высшей. Фактически при вашей подготовкѣ было бы, можетъ быть, лучше, если бы я поступилъ наоборотъ; но тогда я долженъ былъ бы начать издалека, занявшись вопросами, которые я могу лишь слегка намѣтить: а въ данномъ случаѣ этого приходится опасаться. Итакъ, не боясь забѣгать впередъ и повторять самыя простыя вещи, приступимъ къ дѣлу, сообразуя между прочимъ наше изложеніе съ требованіями школы.

Такъ какъ въ нашемъ распоряженіи находится немного часовъ, то мнѣ придется ограничиться тѣмъ, чтобы дать лишь обзоръ интересующаго насъ предмета. Не станемъ останавливаться на томъ, что я считаю вамъ извѣстнымъ. Немногія частности, которыя я сообщу, должны лишь служить иллюстраціей къ тому, что вы можете ожидать отъ изученія самой геодезіи.

I. НИЗШАЯ ГЕОДЕЗІЯ.

§ 1. *О точкахъ и прямыхъ линіяхъ.*

При измѣреніяхъ земной поверхности, вообще говоря, приходится имѣть дѣло съ пространственными образами или, другими словами, съ математикой пространства трехъ измѣреній. Эти измѣренія получаютъ, однако, сейчасъ же особенный характеръ благодаря тому, что по нашему представленію для каждого даннаго мѣста существуетъ нѣкоторое основное направленіе, называемое вертикальнымъ. На ограниченномъ протяженіи, если довѣрять нашимъ непосредственнымъ впечатлѣніямъ, всѣ вертикальныя линіи кажутся намъ прямыми и параллельными, такъ что для всего этого пространства мы можемъ считать вертикальнымъ одно единственное направленіе. Такое допущеніе лежитъ въ основѣ элементарной геодезіи, которою мы прежде всего занимаемся. Направленіе, перпендикулярное вертикальному, называется горизонтальнымъ; съ точки зрѣнія низшей геодезіи, горизонтальныя направленія располагаются въ систему параллельныхъ горизонтальныхъ плоскостей.

Спеціальний характеръ геодезіи непосредственно ведеть къ тому, что она на всякъмъ предметѣ прежде всего отличаетъ горизонтальное и вертикальное направленія, имѣющія въ вопросахъ геодезіи существенно различное значеніе. Поэтому мы пойдемъ совершенно естественнымъ путемъ, если вначалѣ сграничимся тѣми задачами, которыя имѣютъ въ виду только горизонтальное протяженіе. Этимъ мы ограничиваемъ свою задачу одними очертаніями земельныхъ участковъ, а примѣненіе математики — однимъ ея отдѣломъ — планиметрией, которая какъ разъ соотвѣтствуетъ нашей цѣли. Замѣтимъ также, что только контуры участковъ лежатъ въ основѣ всѣхъ земельныхъ отношеній, существующихъ въ государствѣ; поэтому, если мы будемъ имѣть въ виду именно эти отношенія, то наше краткое изложеніе низшей геодезіи окажется вполне достаточнымъ.



Основными элементами математическихъ операций служатъ точка и линія. Какъ теперь обозначить точку въ полѣ? Въ данномъ случаѣ, перемѣщеніе въ вертикальномъ направленіи не имѣетъ никакого значенія; поэтому для обозначенія точки могъ бы служить шестъ въ родѣ того, какой изображенъ на рис. 1, воткнутый вертикально въ землю. Тогда точка будетъ опредѣлена линіей, проходящей въ серединѣ нашего шеста. Такой

Рис. 1.

шесть, очень широко применяющийся при измѣреніяхъ участковъ земли, называется вѣхой, бакеномъ или рейкой. На рисункѣ онъ изображенъ въ своемъ обычномъ видѣ; это круглый стержень, имѣющій въ толщину три сантиметра, въ длину — нѣсколько больше двухъ метровъ; онъ раздѣленъ на части, по 50 сантиметровъ каждая, выкрашенные попеременно красной и бѣлой краской; на нижнемъ концѣ находится желѣзное остріе. Такая окраска шеста служитъ для того, чтобы облегчить разысканіе его съ большихъ разстояній. Иногда къ верхнему концу прикрѣпляется листъ бумаги или флажокъ, служащіе лишь для того, чтобы сдѣлать шесть болѣе замѣтнымъ. Въ нѣкоторыхъ особенныхъ случаяхъ употребляются шесты длиною въ три, четыре метра, или даже больше. Шесты эти должны тщательно устанавливаться въ вертикальномъ положеніи; здѣсь, впрочемъ, достаточно положиться на глазомѣръ, необходима только извѣстная внимательность.

Такой легко подвижной шесть можетъ служить лишь для временнаго обозначенія точекъ; для того, чтобы закрѣпить ихъ на болѣе продолжительное время, приходится прибѣгать къ другимъ средствамъ. Часто для этого бываетъ достаточно вбить въ землю сантиметровъ на тридцать деревянную дощечку или коль. Если при данномъ измѣреніи нужно пользоваться большимъ числомъ такихъ значковъ, то, чтобы не перепутать ихъ одинъ съ другимъ, на верхушкѣ cadaго изъ нихъ ставится число, или какой-нибудь другой отличительный

знакъ. Болѣе постоянными мѣтками служатъ камни или колонны, въ родѣ извѣстныхъ вамъ верстовыхъ столбовъ на дорогахъ или межевыхъ камней на границахъ имѣній. Наконецъ, еще вѣрнѣе и точнѣе употреблять для этой цѣли трубы (или бутылки) изъ обожженной глины, закопанныя глубоко (30—50 сант.) въ землю въ вертикальномъ положеніи—пріемъ, часто употребляемый при съемкахъ, производимыхъ оцѣночнымъ вѣдомствомъ. Чтобы послѣ нѣкотораго времени опять разыскать ихъ, необходимо надъ ними помѣщать какой-нибудь видимый знакъ. Чтобы видѣть во время измѣреній отмѣченную такимъ образомъ точку издали, въ трубу (или бутылку) плотно вставляется шесть, въ родѣ описаннаго выше, который называется тогда «сигналомъ».

При съемкахъ, производимыхъ въ Пруссіи генеральнымъ штабомъ, для обозначенія точекъ употребляются квадратныя каменныя плиты, закопанныя въ землю на глубину отъ 60 до 90 сантиметровъ, на верхней сторонѣ которыхъ посрединѣ высѣченъ крестъ. Надъ такой плитой помѣщается другой камень кубической формы со сторонами въ 20 или 30 сантиметровъ, который нѣсколько выдается надъ поверхностью земли, и на верхней сторонѣ котораго высѣченъ также крестъ. На одной изъ его боковыхъ сторонъ написано Т. П., что значитъ „Тригонометрическій пунктъ“. Строго говоря, нужно пользоваться лишь нижнимъ крестомъ, но въ большинствѣ случаевъ оказывается достаточнымъ имѣть дѣло непосредственно съ верхнимъ, наружнымъ крестомъ.

Сигналомъ служить деревянный штативъ, въ простѣйшемъ случаѣ такого вида, какъ изображенный на рис. 2. Измѣрительный инструментъ направляется на вертикальный шестъ, установленный на верху такого сигнала; онъ дѣлается настолько высокимъ, чтобы подъ нимъ, надъ камнемъ, свободно могъ помѣщаться наблюдатель со своимъ инструментомъ; (иногда его высота достигаетъ 30 и больше метровъ). Деревянная обшивка верхней части сигнала дѣлаетъ его болѣе замѣтнымъ. Подобные сигналы разбросаны въ большомъ количествѣ по всей Германіи. Вы навѣрное часто имѣли случай ихъ видѣть и вблизи мѣстъ, гдѣ вы живете, и во время путешествій по желѣзнымъ дорогамъ. Они обозначаютъ собою узловые пункты сѣти линій, которыми покрыта, какъ паутиной, вся страна для производства съемки. Кромѣ этихъ нарочно сдѣланныхъ сигналовъ, при съемкахъ пользуются также и естественными, въ особенности шпильями башенъ, фабричными трубами и т. п. На картахъ генеральнаго штаба тригонометрическіе пункты обозначены треугольниками.

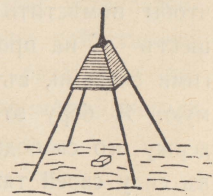


Рис. 2.

Прямая линія опредѣляется двумя точками; мы можемъ обозначить концы ея двумя шестами (см. рис. 1)—пріемъ, часто употребляемый въ полѣ. На улицахъ города иногда оказывается возможнымъ провести линію на самомъ дѣлѣ; для этого между двумя точками туго натягивается натертый мѣломъ шнуръ; этотъ спо-

собъ имѣть то преимущество, что всѣ точки такой линіи видны непосредственно.

Однако, отмѣтить необходимыя точки сразу удастся только въ исключительныхъ случаяхъ; обыкновенно точки, которыя оказываются нужными въ послѣдствіи, отмѣчаются просто колышками.

Разсмотримъ болѣе подробно обыкновенный способъ прокладыванія линій при помощи шестовъ. Вотъ шесть A и вотъ шесть B , расположенные, какъ это показано на рис. 3; моя задача заключается въ томъ чтобы помѣстить находящійся у меня въ рукахъ третій шесть— C на продолженіи данной прямой AB , или, другими словами, въ томъ, чтобы продолжить эту прямую. Я беру этотъ шесть по возможности выше и держу его свободно въ рукахъ такъ, чтобы онъ самъ въ силу своей тяжести, принялъ вертикальное положеніе. Сначала я помѣщу глазъ, которымъ дѣлаю наведеніе

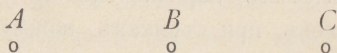


Рис. 3.

нѣсколько внѣ нашей линіи AB , такъ чтобы позади ближайшаго шеста B можно было свободно различить и шесть A ; затѣмъ буду постепенно приближать глазъ къ нашей линіи до того момента, когда задній шесть A исчезнетъ позади передняго; это значитъ тогда, что глазъ находится въ плоскости, касающейся съ одной и той же стороны шестовъ A и B . Теперь остается по-

мѣстить третій шестъ такъ, чтобы онъ тоже касался этой плоскости соотвѣтственной стороной, и въ этомъ положеніи вбить его въ землю. Не смотря на всю тщательность, съ которой произведены всѣ эти манипуляціи, установка можетъ оказаться не совсѣмъ точной. Для контроля я повторю все вышеизложенное наново, дѣлая наведеніе то на одну, то на другую сторону нашихъ шестовъ; это позволить установить третій шестъ съ большей точностью. Такую операцію называютъ про-
вѣшиваніемъ линіи. Если новую точку C (рис. 4) надо помѣстить между двумя другими, уже установленными — A и B , то для этого я поступаю слѣдующимъ образомъ: помѣстившись на нѣкоторомъ разстояніи позади одной изъ конечныхъ точекъ, напримѣръ, позади



Рис. 4.

точки B , я посылаю своего помощника съ новымъ шестомъ C къ тому мѣсту, гдѣ послѣдній долженъ быть установленъ, и затѣмъ дѣлаю наведеніе глазомъ, по способу, изложенному выше, на одну и ту же сторону неподвижныхъ шестовъ (A и B), причемъ помощникъ, передвигая шестъ C то вправо, то влѣво, согласно моимъ указаніямъ, помѣщаетъ его въ надлежащее мѣсто. При большихъ разстояніяхъ между точками, голосъ оказывается слишкомъ слабымъ для указаній помощнику; тогда приходится пользоваться условными знаками, передаваемыми, напримѣръ, флажкомъ; полезно придумать также какой-нибудь знакъ,

подаваемый по окончаніи установки и замѣняющій собой слово «готово».

При постройкахъ желѣзныхъ дорогъ бываетъ иногда необходимо провѣшивать весьма длинныя прямыя линіи. Тогда пользуются сильной подзорной трубой, которую можно вращать около горизонтальной оси. Какъ вамъ извѣстно, такими трубами снабжены теодолиты, и поэтому этими инструментами обыкновенно пользуются при такой задачѣ. Если установить теодолитъ надъ пунктомъ начальной станціи и направить перекрестныя нити трубы на сигналъ конечной станціи, то труба, при вращеніи около горизонтальной оси, будетъ описывать ту именно вертикальную плоскость, въ которой заключается наша прямая. Повернувъ трубу теодолита на 180^0 , мы получимъ возможность продолжить эту прямую и въ другую сторону. Пользуясь этимъ способомъ, можно провѣшивать прямыя линіи черезъ вершины горъ, какъ это бываетъ необходимо при прокладкѣ туннелей.

При провѣшиваніи длинныхъ линій встрѣчаются очень часто затрудненія, благодаря разнымъ особенностямъ мѣстности; тогда „нужно придумать, какъ помочь дѣлу“. Бауернфейндъ сообщаетъ въ своихъ „Началахъ геодезіи“ (§ 246 второй части) какъ при постройкѣ Рейнской желѣзной дороги ему удалось провести прямую линію длиною въ $2\frac{1}{2}$ нѣмецкія мили между двумя точками (Königsdorfer Tunnel и Merzennische Halde). Большой дубовый лѣсъ мѣшалъ видѣть одну станцію съ другой, а чтобы не производить большихъ затратъ, нужно

было избѣгать напрасной вырубкѣ лѣса. Руководившій работами инженеръ (Андриссенъ) установилъ на болѣе благопріятно расположенной станціи теодолитъ; направить его непосредственно на вторую станцію нельзя было, но зато при помощи его трубки можно было осматривать значительную часть свободнаго поля, лежащаго между станціями. Ночью, въ заранѣе назначенное время, на второй станціи была зажжена смоляная бочка. Съ первой станціи вслѣдствіе этого можно было замѣтить на горизонтѣ огненное зарево, довольно хорошо очерченное, на середину котораго тщательно была направлена труба инструмента. Въ условленное время на полянѣ между двумя станціями помощникъ высоко установилъ большой фонарь. Убѣдившись, какъ этого и слѣдовало ожидать, что фонарь стоялъ не на мѣстѣ, наблюдатель подалъ сигналъ о томъ, что нужна поправка. Чтобы, несмотря на большое разстояніе, его сигналъ былъ хорошо замѣтенъ, онъ воспользовался ракетой, пущенной въ ту сторону, куда нужно было передвинуть фонарь. Такіе сигналы о поправкахъ продолжались до тѣхъ поръ пока фонарь не былъ установленъ правильно; тогда вертикально пущенный огненный шаръ послужилъ заключительнымъ сигналомъ. Затѣмъ, черезъ нѣсколько времени, тоже въ заранѣе условленный часъ, была установлена такимъ же способомъ еще вторая точка. Эти двѣ точки позволили установить днемъ еще рядъ другихъ, сдѣлать просьбу въ лѣсу и такимъ образомъ свободно проложить и отмѣтить всю прямую линію.

Также и землеѣръ, работающій на небольшихъ участкахъ, при провѣщиваніи прямыхъ линій часто бываетъ вынужденъ прибѣгать къ разнымъ искусственнымъ изобрѣтеніямъ. Часто случается, что съ одного пункта нельзя видѣть другого изъ за возвышенностей почвы, находящихся между ними. Въ такомъ случаѣ обыкновенно поступаютъ слѣдующимъ образомъ. Прежде всего на бугрѣ, между конечными точками A и B (рис. 5) устанавливаютъ шесть C , сначала произвольно, но по возможности правильно; затѣмъ между C и B ставятъ еще одинъ шесть D , такъ чтобы отъ него можно было еще видѣть A . Если случайно точка C установлена сразу правильно, то линія DCA должна быть прямой; если же она оказывается ломанной, то между D и A устанавливается еще точка C' ; затѣмъ между C' и B — еще точка D' и т. д. до тѣхъ поръ, пока обѣ вспомогательныя точки не будутъ лежать на одной прямой съ точкой A и съ точкой B . Путемъ простыхъ размышле-

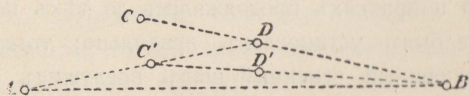


Рис. 5.

ній и вычисленій, учитель легко сократитъ это приближенное изслѣдованіе и сдѣлаетъ его еще болѣе интереснымъ для учениковъ.

§ 2. Измѣреніе длинъ въ горизонтѣ.

Слѣдующей чрезвычайно важной задачей съемки является измѣреніе по прямой линіи.

Для этого часто пользуются «рейками» (а также «мѣрными жезлами») вродѣ тѣхъ, которыя вы видите здѣсь. Длина ихъ достигаетъ 5 метровъ, въ поперечномъ сѣченіи онѣ представляютъ овалъ, въ серединѣ 5×4 сантиметра, у концовъ $3\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{2}$ сантиметра. На этихъ рейкахъ вбитыми гвоздиками обозначены метры и дециметры, но это имѣетъ второстепенное значеніе. Эти рейки въ сущности представляютъ такъ называемыя «концевыя мѣры», т. е. указанная длина 5 метровъ опредѣляется ихъ концами. Концы ихъ заканчиваются косыми срѣзами или перпендикулярными къ длинѣ плоскостями. Въ данномъ случаѣ мы имѣемъ послѣднія, которыя ради большей крѣпости одѣты желѣзной оковкой, такъ называемымъ башмакомъ. При измѣреніи одна рейка укладывается на продолженіи другой и осторожно придвигается къ ней. Очень полезно при этомъ, чтобы руководитель работалъ съ двумя помощниками, изъ которыхъ каждый долженъ перемѣщать одну изъ реекъ. Самъ руководитель наблюдаетъ за всѣмъ и прежде всего долженъ тщательно слѣдить, чтобы рейки укладывались по измѣряемой линіи. Для опредѣленія послѣдняго отрѣзка пользуются дѣленіями рейки, отсчитывая дециметры и оцѣнивая на глазъ сантиметры. Если мѣстность замѣтно наклонна, то это должно быть принято во вниманіе. Въ этихъ случаяхъ либо укладываютъ рейки го-

ризонтально и съ конца или со середины одной изъ реекъ спускають отвѣсъ къ началу слѣдующей (рис. 6), —этотъ приѣмъ носить названіе „измѣренія уступами“; либо же рейки кладутъ прямо на землю, а длину проекціи вычисляютъ, измѣривъ какимъ-нибудь

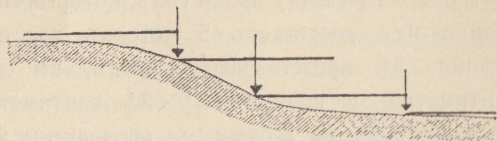


Рис. 6.

способомъ наклонъ измѣряемой линіи, напримѣръ, при помощи одного изъ описываемыхъ ниже приборовъ.

Быстрѣе, чѣмъ съ рейками, но не столь точно можно работать при помощи мѣрной ленты или мѣрной цѣпи, вродѣ показанныхъ на рис. 7 и 8. Обѣ онѣ имѣютъ очень употребительную въ этихъ случаяхъ длину 20 метровъ. Мѣрная лента дѣлается изъ стали шириною въ 20 миллиметровъ, толщиною около $\frac{1}{3}$ миллиметра. Дециметры обозначаются на ней отверстиями, полуметры и метры мѣдными мѣтками. Мѣрная цѣпь состоитъ изъ желѣзной проволоки въ 4 миллиметра толщиною и раздѣлена на отдѣльныя звенья, длиною въ 50 сантиметровъ каждое. Какъ лента, такъ и цѣпь оканчиваются крѣпкими латунными кольцами съ нанесенными поперекъ (при помощи напильника) глубокими надрѣзами, которыми опредѣляется длина 20 метровъ. При измѣреніи эти кольца надѣваются на такъ

называемые цѣпные кольца изъ дубоваго дерева, которые оканчиваются снизу заостреннымъ желѣзнымъ башмакомъ, съ крючкомъ на немъ (для поддержки цѣпи), и которые при толщинѣ около 3 сантиметровъ имѣютъ въ длину въ общемъ 1.5 метра. Руководитель

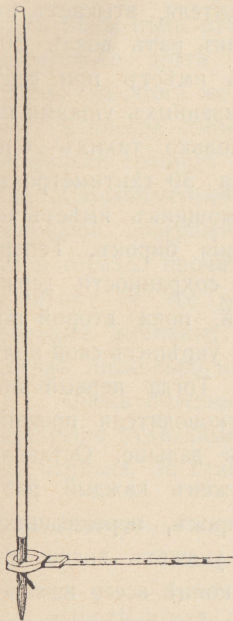


Рис. 8.

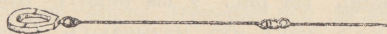


Рис. 7.

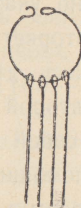


Рис. 9.

измѣренія и здѣсь работаетъ съ двумя помощниками, изъ которыхъ каждый въ этомъ случаѣ получаетъ одинъ цѣпной коль. Прежде всего одинъ изъ этихъ колець укрѣпляется въ начальной точкѣ измѣряемаго отрѣзка и

крѣпко удерживается здѣсь помощникомъ. Другой помощникъ становится, какъ можно точнѣе, по измѣряемой линіи и затѣмъ перемѣщается согласно указаніямъ руководителя, пока не станетъ на этой линіи вполнѣ точно. Затѣмъ съ помощью своего кола онъ натягиваетъ цѣпь или ленту и, по знаку руководителя, втыкаетъ въ землю тонкую желѣзную палочку какъ разъ возлѣ 20-метровой марки; для этой цѣпи онъ имѣетъ при себѣ штукъ десять такихъ палочекъ, нанизанныхъ ушками на кольцо. На рис. 9 вы видите нѣсколько такихъ „бирокъ“, какъ ихъ называютъ (длина 30 сантиметровъ, толщина 4 миллиметра). Второй помощникъ имѣетъ на рукѣ только кольцо для нанизыванія бирокъ. Теперь оба помощника идутъ впередъ, для сохранности держа ленту или цѣпь нѣсколько натянутой, пока второй помощникъ не дойдетъ до бирки и не укрѣпитъ свой колъ соотвѣтственно указанію послѣдней. Тогда первый помощникъ повторяетъ по указанію руководителя прежнія операціи и такъ дѣло продолжается дальше. Оставляя свое мѣсто, второй помощникъ долженъ каждый разъ забирать съ собой бирку. Число бирокъ, перешедшихъ отъ одного помощника къ другому, укажетъ число цѣпныхъ 20-метровыхъ отрѣзковъ. Въ концѣ всего измѣренія остатокъ (или избытокъ) опредѣляется отдѣльно. При этомъ берутся въ расчетъ только цѣпные сантиметры.

Провѣса ленты или цѣпи при переходѣ чрезъ рвы и тому подобное не нужно очень бояться, какъ легко

покажетъ прямое наблюденіе или простое и поучительное вычисленіе, которымъ можно сравнить длину дуги и хорды. Иногда кольца на концахъ ленты или цѣпи приходится передвигать по высотѣ на ихъ кольяхъ.

Измѣреніе цѣпью менѣе надежно, чѣмъ лентой, такъ какъ цѣпь отъ перекручиванія звеньевъ другъ относительно друга легко можетъ показать невѣрную длину; къ тому же ушки и кольца ея звеньевъ также могутъ иногда сгибаться. При казенныхъ съемкахъ для установки границъ собственности (генеральное межеваніе, „Catastervermessung“) употребленіе цѣпи на этомъ основаніи совершенно запрещено. Съ другой стороны, цѣпь гораздо прочнѣе и ее легче починить, чѣмъ ленту, а потому ее все же можно рекомендовать для школы. Большее вниманіе, котораго она требуетъ, въ данномъ случаѣ нисколько не повредитъ.

Очень полезнымъ упражненіемъ явится повторное измѣреніе отдѣльными группами учениковъ одного и того же отрѣзка, не слишкомъ короткаго (100—300 метровъ).

§ 3. Измѣренія въ горизонтальной плоскости и въ прямоугольныхъ координатахъ.

Послѣ этихъ подготовительныхъ работъ мы перейдемъ къ нашей существеннѣйшей задачѣ—къ опредѣленію положеній точекъ, лежащихъ въ одной горизонтальной плоскости.

Для небольшихъ поверхностей большей частью очень удобно непосредственное примѣненіе прямо-

угольныхъ координатъ; поэтому оно составляетъ обыкновенно основу всѣхъ мелкихъ межевыхъ работъ.

Прежде всего опредѣляютъ такъ называемую магистраль, т. е. ось абсциссъ; затѣмъ изъ каждой вносимой на планъ точки, угла дома, замѣтнаго камня и т. д. — опускаютъ перпендикуляръ на эту линію абсциссъ, отмѣчаютъ на ней его основаніе и измѣряютъ длины координатъ. Результатъ можно представить примѣрно рис. 10, на которомъ числа, выражающія длины координатъ, нанесены въ метрахъ у концовъ отрѣзковъ перпендикулярно направленію произведеннаго измѣренія.

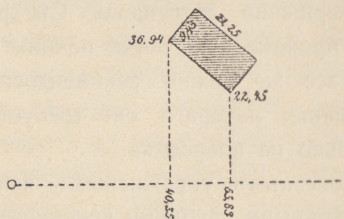


Рис. 10.

При длинахъ, измѣренныхъ въ иныхъ направленіяхъ, полученныя величины вписываются параллельно направленію измѣренія. — Такимъ способомъ, можно, на примѣръ, на городской улицѣ опредѣлить все углы домовъ и другіе замѣтные пункты. Чтобы получить дальнѣйшія координаты, вездѣ, гдѣ только возможно — сквозь ворота и проч. — нужно отходить въ стороны по нормалямъ къ линіи абсциссъ и производить съемку справа и слѣва отъ нихъ.

Вамъ теперь ясно, что существенную часть такого рода измѣренія составляетъ построение прямыхъ угловъ. Постоянно приходится возставлять и опускать перпендикуляры. Для этого существуютъ различныя превосходныя средства, и именно это обстоятельство дѣлаетъ весьма употребительными измѣренія въ прямоугольныхъ координатахъ.

Прежде всего, у насъ есть простой деревянный прямой уголъ, какой употребляется плотниками; онъ имѣетъ обыкновенно стороны въ 0.75 и 1.5 метра; но, конечно, намъ придется пользоваться имъ только въ исключительныхъ случаяхъ. Для цѣлей съемки несравненно удобнѣе простой эккеръ, зеркальный эккеръ и призматическій эккеръ.

Въ эккёрѣ наиболѣе существеннымъ являются двѣ пары щелей AA' и BB' (рис. 11), прорѣзанныхъ такъ,

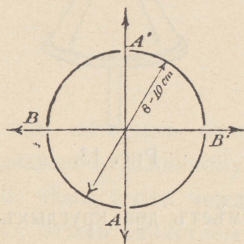


Рис. 11.

чтобы указывать два взаимно перпендикулярныхъ направленія. Щели дѣлаются иногда одинаковыми, около

миллиметра шириною, а иногда щель противоположная той, возлѣ которой держать глазъ, дѣлается болѣе широкой (3—5 миллиметровъ), и въ серединѣ ея натягивается конскій волосъ. Работать съ волосомъ удобнѣе, но его зато нетрудно порвать. Узкія щели оканчиваются круглыми отверстиями для того, чтобы предъ визирова-ніемъ на данную точку легче можно было ориентироваться, имѣя большее поле зрѣнія. Барабану эскера даютъ очень различныя формы, напримѣръ, круглаго цилиндра или восьмигранной призмы или конуса (рис. 12—14). При употребленіи насаживаютъ ихъ на прочно воткнутую въ землю палку или на легкій треножникъ. Приборъ, изображенный на рис. 14, фабрики Тесдорпфа

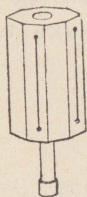


Рис. 12.

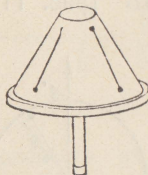


Рис. 13.

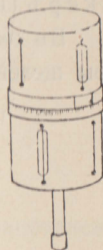


Рис. 14.

въ Штуттгартѣ, имѣетъ два круглыхъ барабана, которые могутъ вращаться одинъ относительно другого; на границѣ между ними находятся дѣленія и нониусъ; такимъ образомъ этотъ инструментъ (пантометръ) есть угломерный приборъ, нониусъ котораго позволяетъ не-

посредственно отсчитывать двѣ минуты дуги и оцѣнивать одну минуту.

Зеркальный эккеръ (рис. 15) состоитъ изъ наклоненныхъ другъ къ другу зеркалъ, обращенныхъ отражающими сторонами также другъ къ другу (AB и CD на рис. 16).

Если смотрѣть однимъ глазомъ въ направленіи стрѣлки непосредственно надъ этой системой (рис. 15) и держать приборъ такъ, чтобы въ то же время видѣть отраженный отъ зеркалъ свѣтъ, то указанныя на рис. 16

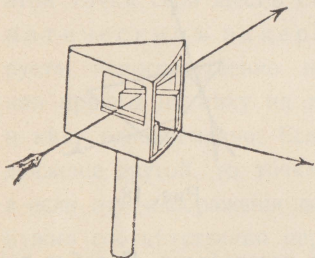


Рис. 15.

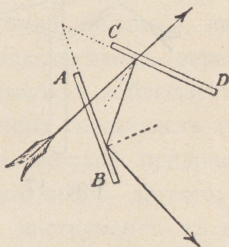


Рис. 16.

двѣ линіи зрѣнія, изъ которыхъ одна отвѣчаетъ прямому лучу, другая дважды отраженному, образуютъ уголъ ровно вдвое большій, чѣмъ уголъ между самими зеркалами. Какъ извѣстно, этимъ свойствомъ зеркалъ пользуются также въ отражательномъ секстантѣ, столь важномъ для кораблевожденія. Такъ какъ этимъ приборомъ пользуются для построенія прямыхъ угловъ, то зеркала въ немъ разъ навсегда устанавливаются подѣ

угломъ ровно въ 45 градусовъ. Такимъ образомъ отраженное изображеніе представляется наблюдателю неподвижнымъ, и онъ можетъ легко и вѣрно оцѣнивать его положеніе относительно непосредственно наблюдаемаго предмета.

Призматическій эккеръ для прямыхъ угловъ имѣетъ форму равнобедреннаго прямоугольнаго треугольника (рис. 17 и 18); для уменьшенія потери

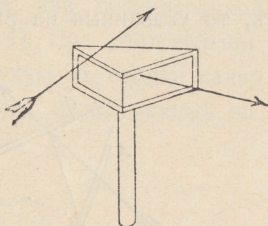


Рис. 17.



Рис. 18.

свѣта гипотенуза его призмы посеребрена. Подобно тому какъ при зеркальномъ эккерѣ, и здѣсь визируютъ одновременно поверхъ инструмента и сквозь него. Ходъ лучей, который измѣняется съ положеніемъ инструмента, приблизительно представленъ на рис. 18. Какъ вы видите, мы имѣемъ здѣсь два преломленія и два отраженія. То обстоятельство, что здѣсь получается прямой уголъ къ непосредственно визируемой линіи и что здѣсь нѣтъ цвѣтового свѣторазсѣянія, представляетъ поучительный примѣръ въ преподаваніи физики.

При точной работѣ съемщикъ насаживаетъ вертикальный или призматическій эккеръ съ имѣющейсѣ при немъ надлежащей ручкой на деревянный шестъ (внизу съ желѣзнымъ башмакомъ), длиною въ $1\frac{1}{2}$ метра, который онъ втыкаетъ въ землю, или же просто насаживаетъ приборъ на палку съ плоско обрѣзаннымъ верхомъ.

Если нужно найти, на примѣръ, основаніе A' перпендикуляра AA' , опущеннаго изъ A на линію абсциссъ, то наблюдатель сперва опредѣляетъ положеніе точки A' на глазъ, ставитъ въ этой точкѣ свой шестъ съ зеркальнымъ или призматическимъ эккеромъ по линіи абсциссъ, визируетъ непосредственно на A , а посредствомъ зеркалъ или призмы на вѣху на линіи абсциссъ, и наблюдаетъ A и вѣху одновременно. Если одна линія составляетъ продолженіе другой, то точка A' была выбрана правильно; а если эти изображенія лежатъ одно возлѣ другого, то нужно соотвѣтственно передвинуть инструментъ въ сторону. Кромѣ одной вѣхи, взятой по линіи абсциссъ, можно, слегка повернувъ инструментъ или немного сдвинувъ глазъ, визировать еще и на другую вѣху, по другую сторону, и такимъ образомъ получить контроль для опредѣленія A' (и правильности инструмента). При обыкновенныхъ эккерахъ эта операція нѣсколько сложнѣе вслѣдствіе того, что при каждомъ новомъ положеніи A' инструментъ надо тщательно устанавливать такъ, чтобы одно изъ направленій визирования совпадало съ линіей абсциссъ.

При возстановленіи перпендикуляра руководитель становится у основанія его со своимъ инструментомъ и даетъ указанія помощнику.

Какъ вы видите, наша система измѣреній въ прямоугольныхъ координатахъ, не оставляющая ничего желать въ отношеніи удобства и наглядности, требуетъ самыхъ ничтожныхъ средствъ. Нужны только приспособленія для измѣренія длинъ и для построенія прямыхъ угловъ.

При примѣненіи этого метода на практикѣ въ полѣ будутъ постоянно возникать частныя задачи, которыя дѣлаютъ предметъ еще интереснѣе и поучительнѣе. Очень часто, напримѣръ, будетъ случаться, что прямая между двумя точками, разстояніе между которыми нужно измѣрить, отчасти или совершенно недоступна. Выходовъ изъ этого можетъ быть, смотря по обстоятельствамъ, очень много. Если, напримѣръ, дорога отъ A въ B (рис. 19) преграждена прудомъ, то можно, надлежаще вы-

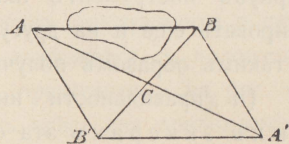


Рис. 19.

бравъ точку C , построить параллелограммъ $ABA'B'$, на основаніи того, что его діагонали взаимно дѣлятся

пополамъ; такимъ образомъ искомую длину можно получить въ видѣ отрѣзка $A'B'$ на удобномъ мѣстѣ. Построивъ въ A и B прямые углы, мы дадимъ параллелограмму форму прямоугольника, и въ такомъ случаѣ можно будетъ избѣжать употребленія діагоналей. Если недоступна только незначительная часть AB , то удобнѣе приложить вспомогательное построение только къ этой части.—Если препятствіе образуется извилинами рѣки, какъ указано на рис. 20, то отрѣзокъ AB при

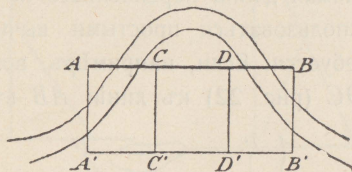


Рис. 20.

помощи прямоугольника $ABB'A'$ можно перенести въ $A'B'$, воспользовавшись перпендикулярами CC' и DD'

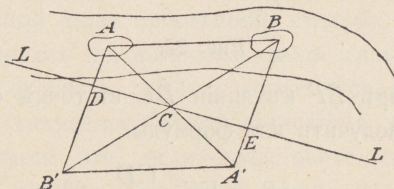


Рис. 21.

къ линіи AB и перпендикулярами $A'A$, $B'B$ къ линіи $C'D'$.—Если разстояніе AB совершенно недоступно, на-

примѣръ, когда A и B лежатъ на двухъ островахъ (рис. 21), то можно достигнуть цѣли, подобравъ подходящую вспомогательную линію LL , опустивъ на нее перпендикуляры AD и BE , раздѣливъ DE пополамъ въ точкѣ C и найдя A' и B' , какъ точки пересѣченія AC съ BE и BC съ AD . Тогда мы получимъ параллелограммъ $ABA'B'$, котораго сторона $A'B'$ даетъ искомую длину.

Въ тѣхъ случаяхъ, которые мы разсматривали до сихъ поръ, искомая длина переносилась на другое мѣсто поля. Если воспользоваться простыми вычисленіями, то этого не потребуется. Если, напримѣръ, возставить перпендикуляръ DC (рис. 22) къ линіи AB въ точкѣ D и

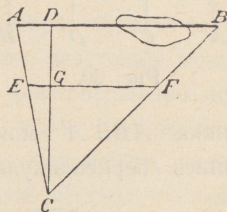


Рис. 22.

перпендикуляръ EF къ линіи DC въ точкѣ G , то длину AB можно получить изъ формулы

$$AB = EF \cdot \frac{CD}{CG}.$$

Въ связи съ этими примѣрами можно еще замѣтить, что прямой уголъ можно построить въ полѣ и

безъ спеціальныхъ приборовъ при помощи однихъ только измѣреній длины. На практикѣ для этого часто пользуются прямоугольнымъ треугольникомъ со сторонами 3:4:5; вмѣсто него, можно воспользоваться также общеизвѣстными построеніями, указанными на рис. 23 и 24.

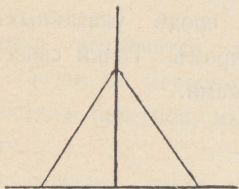


Рис. 23.

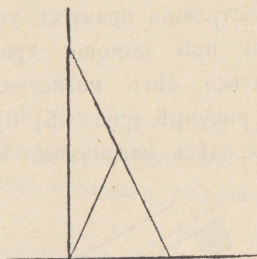


Рис. 24.

§ 4. Введеніе различныхъ линій абсциссъ; ходовыя линіи.

Описанный выше простѣйшій способъ съемки, съ непосредственнымъ приложеніемъ одной системы прямоугольныхъ координатъ, вообще оказывается неудобнымъ, какъ только снимаемое мѣсто становится больше. Вы тотчасъ поймете это, если представите себѣ случай, когда нужно перейти отъ одной улицы къ другой, соседней, но не параллельной, а сильно наклоненной къ первой.—Въ такихъ случаяхъ берутъ новую линію абсциссъ и точно опредѣляютъ ея

положеніе относительно прежней системы, ихъ, говоря технически, «связываютъ». Эту связь можно установить, напримѣръ, опредѣливъ координаты двухъ точекъ новой линіи абсциссъ или магистрали въ старой системѣ. При сколько нибудь значительныхъ разстояніяхъ (40 метровъ и больше) будетъ точнѣе избѣгать построенія прямыхъ угловъ, а пользоваться соединеніями при помощи треугольниковъ. Тогда можетъ получиться сѣтъ магистралей, вродѣ указанныхъ на этомъ рисункѣ (рис. 25) пунктиромъ. Точки связей отмѣчены здѣсь маленькими кружками.

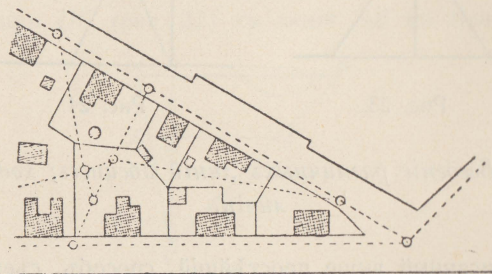


Рис. 25.

Присоединяя къ уже существующей сѣти линій новыя линіи абсциссъ, можно, если понадобится, расширить область съемки какъ угодно.

Особенно важенъ при съемкахъ тотъ случай, когда каждая новая линія абсциссъ примыкаетъ въ опредѣлен-

ной точкѣ къ предыдущей, такъ что въ основѣ съемки получается ломанная линія (A, B, C, D на рис. 26). Та-

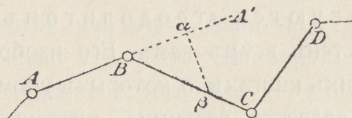


Рис. 26.

кая съемка называется съемкой «ходовыми линіями». Углы, на которые измѣняется направленіе линій въ мѣстахъ перегиба, мы будемъ называть «углами излома».

Что ходовыя линіи приспособлены для съемокъ улицъ, желѣзныхъ дорогъ, рѣкъ и каналовъ, понятно само собою; но, какъ мы вскорѣ пояснимъ, онѣ играютъ важную роль и при всѣхъ болѣе значительныхъ съемкахъ. — Ихъ приложеніе ставитъ намъ новую задачу: опредѣленіе угловъ излома. Это можно сдѣлать разнообразными способами, не выходя за предѣлы уже описанныхъ нами операций. Можно обходиться простыми измѣреніями длинъ; напримѣръ, въ треугольникѣ $\alpha B\beta$ можно измѣрить три стороны. Если при помощи эккера, простого, зеркальнаго или призматическаго, сдѣлать уголь α прямымъ, то два измѣренія длины дадутъ сейчасъ же синусъ, либо косинусъ, либо тангенсъ угла излома. — Всего лучше измѣрять эти углы непосредственно при помощи подходящаго инструмента. Я уже по-

казывалъ вамъ удобный для этихъ цѣлей пантометръ (рис. 14).

Но вообще при измѣреніи угловъ геодезисты пользуются «теодолитомъ», который, я полагаю, извѣстенъ всѣмъ вамъ. Его изображенія можно найти во многихъ книгахъ, о которыхъ упоминается ниже. Теодолить ¹⁾ является главнымъ инструментомъ геодезиста при всѣхъ болѣе значительныхъ съемкахъ и во многихъ отношеніяхъ былъ бы настоящей драгоценностью въ школьномъ преподаваніи. Къ сожалѣнію, его приобрѣтенію часто мѣшаетъ высокая цѣнность. Инструменты, стоящіе передъ вами, стоятъ 400 и 600 марокъ; но нѣтъ необходимости затрачивать такъ много денегъ. Напримѣръ, фирма Fennel Söhne въ Касселѣ даетъ за 245 марокъ теодолить со всѣми принадлежностями и очень удобный для цѣлей преподаванія (у него есть кругъ высотъ, уровень для нивелировокъ и дальномѣрные нити). Раздѣленные круги при немъ позволяютъ отсчитывать минуты дуги. Этотъ инструментъ предназначенъ собственно для работы въ путешествіяхъ, гдѣ не требуется особой точности, но для школы его точность совершенно достаточна.

¹⁾ Это слово происходитъ, вѣроятно, отъ арабскаго *al-idhada*, означающаго «рука» и слившагося съ англійскимъ опредѣленнымъ членомъ *the*. Изобрѣтеніе этого инструмента, во всякомъ случаѣ, принадлежитъ англійскимъ механикамъ и слово *theodolitus* встрѣчается впервые въ одномъ англійскомъ источникѣ (1571).

По существу теодолитъ, какъ вамъ извѣстно, состоитъ изъ верхней части, которая можетъ вращаться около вертикальной центральной оси и которая носитъ зрительную трубу, могущую вращаться около горизонтальной оси. Если эту часть закрѣпить, то перекрестныя нити зрительной трубы, при ея движеніи около горизонтальной оси, опишутъ опредѣленную вертикальную плоскость; поворачивая же эту часть, можно переходить въ другія вертикальныя плоскости или вертикалы и можно мѣрять углы между ними при помощи горизонтальнаго раздѣленнаго круга. А при нашихъ плановыхъ съемкахъ дѣло и состоитъ въ опредѣленіи такихъ угловъ между вертикалами; эти углы на языкѣ геодезіи называются горизонтальными углами; ихъ именно мы и имѣли въ виду, говоря объ углахъ излома ломаной линіи при съемкѣ ходовыми линіями. Для опредѣленія такого угла теодолитъ устанавливается въ его вершинѣ и зрительная труба наводится на сигналы, опредѣляющіе направленія обѣихъ прилегающихъ сторонъ ломанной линіи.

Если дѣло идетъ о съемкѣ мѣстности, далеко простирающейся во всѣ стороны, то для избѣжанія болѣе значительныхъ ошибокъ надо располагать систему нашихъ магистралей по хорошо обдуманному плану. Часто будетъ достаточно провести сомкнутую ходовую линію — многоугольникъ — вокругъ данной мѣстности, связывая съ нимъ нужныя магистрали. При болѣе значительной

поверхности нужно пользоваться съѣтью такихъ многоугольниковъ; большей частью въ этихъ случаяхъ рекомендуется класть въ основу съемки триангуляцію, о которой рѣчь будетъ дальше (§ 6).

§ 5. Изготовленіе наброска и ситуационнаго плана.

Во время измѣреній въ полѣ безусловно необходимо зарисовывать отъ руки, на глазомѣръ эскизъ, набросокъ мѣстности, который въ возможно большемъ масштабѣ и возможно точнѣе показывалъ бы всѣ отдѣльныя части съемки. Для этого можно брать цѣлые листы обыкновенной писчей бумаги, рисуя на ихъ внутренней сторонѣ и пользуясь для подкладки твердой папкой, вродѣ указанной здѣсь на рис. 27, которая въ то же время будетъ годиться и для сохраненія листовъ. Двухъ простыхъ резинокъ будетъ достаточно, чтобы не дать имъ разсыпаться (рис. 27).— Эти наброски затѣмъ собираются въ «полевой журналъ».

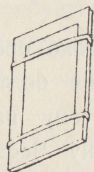


Рис. 27.

При дальнѣйшемъ использованіи измѣреній, нужно прежде всего изготовить точный ситуационный планъ, который давалъ бы вѣрное изображеніе дѣйствительности и позволялъ бы непосредственно получить каждую длину, каждый уголъ и каждую поверхность.

Проще всего будетъ просто повторить на чертежной бумагѣ при помощи

линейки, масштаба, прямоугольника, циркуля и транспортира въ желаемомъ масштабѣ — 1:100, 1:500, 1:1000, 1:5000 или въ какомъ либо другомъ — тѣ операціи, которыя дѣлались въ полѣ. Въмѣсто этого можно также вычислить координаты отдѣльныхъ точекъ въ какой-нибудь одной прямоугольной системѣ координатъ. Такъ какъ при этомъ способѣ исключаются многія ошибки, то его нужно прилагать, по крайней мѣрѣ, къ главнымъ точкамъ съемочной сѣти — къ точкамъ излома ходовыхъ линій и точкамъ связей вспомогательныхъ магистралей.

Можно горячо рекомендовать изготовленіе ситуационнаго плана для цѣлей преподаванія, хотя бы онъ долженъ былъ состоять изъ немногихъ штриховъ. Только онъ даетъ полную удовлетворенность и законченность съемкѣ, весьма значительно повышая ея цѣнность въ смыслѣ математической разработки.

Для плана нужно брать хорошую гладкую рисовальную бумагу, безусловно переносящую примѣненіе резинокъ. Листъ не натягивается на чертежную доску обычнымъ способомъ при помощи смачиванія, а свободно накладывается на нее, такъ какъ растягиваніе бумаги можетъ значительно повліять на цѣнность рисунка. Надо избѣгать также употребленія Т-образной линейки, которая прикладывается къ краю доски, такъ какъ это было бы недостаточно точно; вмѣсто этого на бумагу нано-

сится со всей возможной тщательностью съѣть координаты съ клѣтками въ 5 или въ 10 сантиметровъ; ее можно также навести жидкой тушью.

Въ настоящее время можно получить хорошіе миллиметровые масштабы—даже до 30 сантиметровъ длиною—за очень небольшія деньги. Нѣсколько удобнѣе пользоваться непосредственно такими линейками, цифры которыхъ относятся прямо къ выбранному вами масштабу. Деревянный масштабъ съ двумя различными шкалами при длинѣ въ 30 сантиметровъ стоитъ около 3 марокъ. На практикѣ часто прилагаются также металлические масштабы и металлические линейки и прямоугольники. Если желательно наносить углы, не пользуясь координатами, или вообще избѣгать построений при помощи линейки и циркуля, то нужно пользоваться очень хорошимъ транспортиромъ, который стоитъ 40 марокъ и больше.

Если относительное положеніе точекъ при съемкѣ было измѣрено излишнее число разъ, т. е., если было промѣрено больше линій и угловъ, чѣмъ было безусловно необходимо,—а къ этому всегда слѣдуетъ стремиться для контроля полевыхъ работъ,—то противорѣчія полученныхъ чиселъ нужно сгладить построениемъ или вычислениемъ, возможно тщательно взвѣсивъ всѣ обстоятельства. Для этой цѣли мы имѣемъ—прежде всего благодаря работамъ Гаусса—превосходные методы, въ изложеніе которыхъ я, однако не могу входить здѣсь ближе.

Какой видъ имѣетъ болѣе крупный

планъ, на который нанесены всѣ результаты полевой съемки, покажетъ вамъ этотъ литографированный (въ краскахъ) листъ, представляющій восьмое приложеніе къ «Руководству для съемки VIII» прусскихъ межевыхъ учреждений. Вы можете, такимъ образомъ, имѣть его и у себя дома, если обратитесь въ ближайшее межевое учреждение. Ходовыя линіи здѣсь означены пунктиромъ изъ черточекъ и точекъ — · · · · ·, а остальные магистрали простымъ пунктиромъ ----- . Точки излома и точки связей отмѣчены, какъ и на моемъ чертежѣ (рис. 25), кружками болѣе крупными для точекъ излома и меньшими для точекъ связей. Оцѣненный прямой уголъ обозначается здѣсь простой дугой между его сторонами, а измѣренный — двойной дугой. Длины нанесены такъ же, какъ и на моемъ прежнемъ рисункѣ (рис. 10). Проходъ сквозь домъ обозначается діагональнымъ пунктирнымъ крестикомъ. — Въ высшей степени желательно обращать вниманіе на такія особенности даже при самыхъ небольшихъ школьныхъ съемкахъ, такъ какъ этимъ повышается содержательность плана.

§ 6. *Болѣе крупныя съемки; триангуляція.*

При съемкахъ болѣе обширныхъ мѣстностей (например, свыше четверти квадратнаго километра) даже примѣненіе ходовыхъ линій не обезпечитъ достаточной точности. Въ такихъ случаяхъ въ основу съемки кладутъ «триангуляцію».

Какъ вамъ извѣстно, въ этомъ случаѣ по всей поверхности снимаемой мѣстности выбирается система точекъ и въ получающихся между ними треугольникахъ измѣряются углы (рис. 28), что позволяетъ, разъ будетъ измѣрена одна сторона, опредѣлить также относительное положеніе всѣхъ остальныхъ точекъ этой сѣти. При тщательныхъ работахъ измѣряютъ какъ можно больше этихъ угловъ, пользуясь затѣмъ излишкомъ наблюдений для выравниванія ошибокъ наблюдений по способу наименьшихъ квадратовъ.

Та сторона, которая измѣряется непосредственно (она отмѣчена на рисункѣ жирной чертой), называется базисомъ системы. Базисъ располагаютъ въ возможно удобномъ мѣстѣ и его измѣряютъ со всей возможной тщательностью, отъ которой зависитъ точность всей этой системы. Затѣмъ остается только выполнить измѣреніе угловъ, что при помощи теодолита можно сдѣлать очень удобно и со всей желаемой точностью.

Дальнѣйшимъ шагомъ въ отношеніи измѣренія деталей является включеніе въ тригонометрическую сѣть полигонометрической сѣти, причемъ тригонометрическіе пункты, а затѣмъ уже опредѣленные полигонометрическіе пункты связываются ходовыми линіями; это продолжается до тѣхъ поръ,

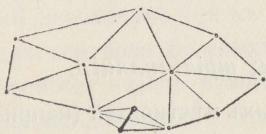


Рис. 28.

пока не получится достаточная сѣть магистралей

Вамъ ясно такимъ образомъ, что три-

ангуляція представляеть какъ бы остовъ съемки. Она удобна для этого, такъ какъ ея линіи могутъ идти высоко надъ тѣми препятствіями, которыя такъ отягощаютъ съемочную работу на самой землѣ. Съ другой стороны, именно поэтому необходимо связывать тригонометрическіе пункты линіями, доступными для съемки; это не всегда возможно при помощи прямыхъ линій, и въ такомъ случаѣ естественно выступаютъ ходовыя линіи.

При съемкѣ шоссеиныхъ и желѣзныхъ дорогъ, рѣкъ и каналовъ нужно стремиться примыкать къ тригонометрической сѣти своими ходовыми линіями, такъ какъ на большемъ протяженіи онѣ сами по себѣ скоро могутъ начать давать неправильныя направленія. Эту тригонометрическую сѣть даетъ обыкновенно государственная съемка, о которой я буду говорить ниже.

Преимущества триангуляціи, какъ основы для съемки, выступаютъ тѣмъ больше, чѣмъ больше будутъ ея треугольники, но при этомъ уменьшается также число точекъ, которыя она даетъ для дальнѣйшей съемки, и увеличиваются разстоянія между этими точками. Для устраненія этого неудобства область съемки покрываютъ сначала сѣтью очень крупныхъ треугольниковъ, которую обрабатываютъ и прочисляютъ отдѣльно, а затѣмъ въ петли этой сѣти вплетаютъ болѣе тѣсную сѣть, уже не самостоятельную, а опирающуюся на первую. Такимъ образомъ мы получаемъ такія группы вспомогательныхъ точекъ для съемки, расположенныя въ порядкѣ ихъ по-

слѣдовательной подчиненности: точки основной тріангуляціи, точки вспомогательной тріангуляціи, точки излома ходовыхъ линій, точки связей магистралей, точки основаній координатъ. Въ этомъ порядкѣ проявляется важный принципъ: при съемкѣ всегда переходятъ отъ большаго къ меньшему, а не наоборотъ. Его значеніе состоитъ въ томъ, что онъ предохраняетъ отъ накопленія ошибокъ наблюденій.

При опредѣленіи положеній новыхъ точекъ съ помощью тріангуляціи приходится встрѣчаться главнымъ образомъ съ тремя случаями, которыя я укажу вкратцѣ.

1) Изъ двухъ данныхъ точекъ (A и B) для опредѣленія точки X измѣряютъ углы треугольника XAB и XBA . Этотъ пріемъ въ практикѣ называютъ «засѣчкой впередъ». Ему соответствуетъ, какъ вы видите, тригонометрическая задача рѣшенія треугольника по данной сторонѣ и угламъ.

2) Также вычисляется случай «засѣчки въ сторону», когда промѣряются углы треугольника при опредѣляемой точкѣ и при одной изъ двухъ данныхъ точекъ.

3) Но особенно интересной и очень поучительной для школы является задача опредѣленія точки, когда измѣренія угловъ были сдѣланы только на самой опредѣляемой точкѣ, когда приходится прибѣгнуть къ такъ называемой «обратной засѣчкѣ». Если измѣрить изъ X уголъ между двумя данными точками A и B , то теорема объ углахъ, опирающихся на окружность, даетъ для геометрическаго мѣста X кругъ, проходящій чрезъ

A и B . Отсюда слѣдуетъ, что необходимо визировать по крайней мѣрѣ на три извѣстныхъ точки. Если это будутъ A , B и C , то X получится, какъ точка пересѣченія трехъ круговъ (рис. 29). Вамъ ясно, что этотъ приѣмъ будетъ непригоденъ, если точка X лежитъ на кругѣ, проходящемъ чрезъ A , B и C , и что опредѣленіе будетъ тѣмъ менѣе точно, чѣмъ ближе X къ этому кругу. Поэтому его называютъ «опаснымъ кругомъ».

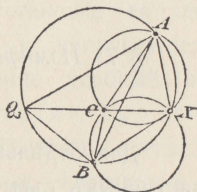


Рис. 29.

Для рѣшенія этой задачи путемъ вычисленія есть много путей. Особенно интересно примѣненіе вспомогательной точки Коллинса. Такъ называется точка пересѣченія прямой, соединяющей опредѣляемую точку и одну изъ данныхъ точекъ съ кругомъ, который проходитъ чрезъ искомый пунктъ и двѣ другія данныя точки; такимъ образомъ, вообще ихъ получается въ каждомъ случаѣ три. Если, напримѣръ, Q_3 есть вспомогательная точка Коллинса на линіи XC , то изъ теоремы объ углахъ, опирающихся на окружность, слѣдуетъ непосредственно, что $\angle Q_3AB = \angle CXB$ и $\angle Q_3BA = \angle CXA$. Въ треугольникѣ ABQ_3 , такимъ образомъ, извѣстны одна сторона (AB) и углы; этимъ опредѣляется положеніе Коллинсовой точки Q_3 , что позволяетъ для любого изъ треугольниковъ XAC , XBC , XAQ_3 , XBQ_3 дать сторону и углы; этого достаточно для вычисленія положенія X .

Задачу обратной засѣчки часто называютъ по имени Потенота; но это несправедливо, такъ какъ голландецъ Снелліусъ гораздо раньше разобралъ эту задачу какъ съ практической, такъ и съ вычислительной стороны. Рѣшеніе Потенота было дано въ 1692 году, а Снелліусъ указалъ свое уже въ 1617 году.

§ 7. *Измѣренія въ полярныхъ координатахъ;
тахиметрія.*

Для отдѣльныхъ съемокъ предметовъ въ полѣ, для частичныхъ съемокъ мы прибѣгали до сихъ поръ къ употребленію прямоугольныхъ координатъ. Въмѣсто послѣднихъ иногда обращаются также къ полярнымъ координатамъ, т. е. опредѣляютъ разстоянія отъ какой-нибудь «начальной точки» и направленія относительно какой-нибудь «опредѣленно выбранной линіи». Если бы при этомъ для измѣренія разстояній приходилось пользоваться мѣрной лентой, то этотъ пріемъ на практикѣ стоилъ бы въ большинствѣ случаевъ очень мало, такъ какъ при этомъ приходилось бы, такъ сказать, мѣрять «черезъ пень колоду»; но дѣло принимаетъ совсѣмъ другой оборотъ, если пользоваться «дально-мѣромъ». Чаще всего послѣдній состоитъ въ сущности изъ зрительной трубы, перекрестныя нити которой дополняются двумя неподвижными горизонтальными параллельными «дально-мѣрными нитями», и раздѣленной рейки. Зрительная труба устанавливается въ из-

бранной начальной точкѣ, а рейка ставится въ вертикальномъ положеніи на всѣхъ опредѣляемыхъ точкахъ. Чѣмъ больше разстояніе, тѣмъ большая часть рейки помѣщается между дальномѣрными нитями и изъ отсчета этихъ дѣленій можно получить разстояніе. Если эта зрительная труба принадлежитъ угломѣрному теодолиту (тахиметръ), то каждая отдѣльная установка ея на рейку одновременно даетъ и разстояніе, и направленіе; такимъ образомъ получается необыкновенно удобный и быстрый способъ съемки, «тахиметрія». Вы, пожалуй, спросите, почему же его не примѣняютъ всегда. А потому, что у него есть также крупныя недостатки. Во-первыхъ, для тахиметріи требуются болѣе цѣнные инструменты и во-вторыхъ, и, это самое важное, ея точность не велика. Здѣсь можно разсчитывать на точность не свыше нѣсколькихъ десятыхъ процента, а это часто недопустимо. Но когда это допустимо, какъ, напримѣръ, при подготовительныхъ работахъ по постройкѣ шоссе-ныхъ и желѣзныхъ дорогъ, то тогда тахиметрія оказывается превосходныя услуги. Въ этихъ случаяхъ мѣряютъ тахиметрически и ходовыя линіи. Такъ какъ, далѣе, теодолитъ, снабженный кругомъ высотъ и уровнемъ для нивелированія, даетъ также высоты, то съ такимъ инструментомъ можно получать самымъ удобнымъ образомъ всѣ необходимыя данныя.

Теперь я долженъ сдѣлать еще нѣсколько указаній на особенности тахиметрическихъ съемокъ, которыя покажутъ вамъ, какой простой видъ въ

этомъ случаѣ принимаетъ теорія и ея приложеніе къ практикѣ.

Что касается теоріи, то допустимъ прежде всего, что визированіе вертикально-стоящей рейки происходитъ при горизонтальномъ положеніи трубы съ дальномѣромъ. Пусть рейка находится въ L (рис. 30), объективъ трубы въ O и пара дальномѣрныхъ нитей въ D . Пусть M будетъ ось инструмента, отъ которой мы будемъ мѣрять разстоянія, т. е. пусть это будетъ начальная точка нашихъ координатъ. Пусть (постоянное) разстояніе дальномѣрныхъ нитей будетъ d ; помѣщающаяся между ними часть рейки пусть будетъ l ; l есть, слѣдовательно, отсчетъ, изъ котораго получается разстояніе x рейки. Значеніе a , b и e ясно изъ чертежа; наконецъ, f пусть означаетъ фокусное разстояніе объектива.

Такъ какъ трубу надо устанавливать каждый разъ на отчетливое зрѣніе, то b мѣняется съ x . По законамъ собирательныхъ стеколъ,

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f} \text{ и } \frac{l}{d} = \frac{a}{b};$$

откуда

$$a = \frac{b(a-f)}{f} = \frac{bl}{d},$$

слѣдовательно,

$$a - f = \frac{fl}{d}.$$

Въ силу того, что $x = a + e$, отсюда получается

$$x = f + e + l \frac{f}{d}.$$

Здѣсь $f + e$ и f/d представляютъ собою опредѣленные разъ навсегда постоянныя тахиметра; такимъ образомъ, искомое разстояніе x находится

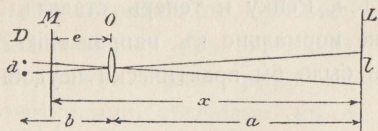


Рис. 30.

въ линейной зависимости отъ отсчета l . Если мы обозначимъ для сокращенія $c = f + e$, $k = f/p$, то наша тахиметрическая формула для горизонтальнаго визирования будетъ имѣть видъ

$$x = c + kl.$$

Въ этой формулѣ $c = f + e$ мы будемъ называть постоянной поправкой тахиметра, а $k = f/d$ коэффициентомъ его. На практикѣ, соответственнымъ выборомъ разстоянія нитей, коэффициентъ подводятъ къ круглому числу $= 50$, $= 100$ или $= 200$; подсчитавъ число паръ сантиметровъ или полусантиметровъ на рейкѣ L , мы получимъ членъ kl опредѣляемаго разстоянія x . Чтобы получить послѣднее, нужно будетъ прибавить постоянную поправку $c = f + e$, величина которой опредѣляется разъ навсегда непосредственнымъ измѣреніемъ f и e . Если k недостаточно близко подходитъ къ выбранному круглому числу, то полученный результатъ надо будетъ соответственно поправить.

Если рейка стоит значительно выше или ниже зрительной трубы, то последнюю для отсчета придется приводить въ наклонное положеніе. Пусть уголъ этого наклона будетъ i . Рейку и теперь ставятъ вертикально (рис. 31), а не нормально къ направленію визировація, такъ какъ это было бы практически неудобно. Поэтому

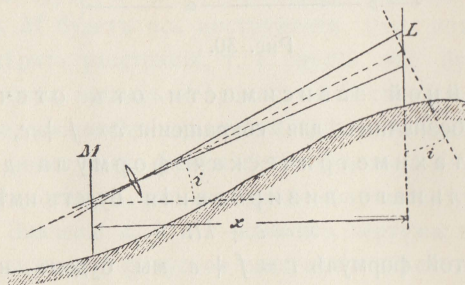


Рис. 31.

отсчетъ получается теперь въ $1/\cos i$ разъ больше того, который долженъ соотвѣтствовать разстоянію отъ инструмента. Последнее, въ свою очередь, въ $1/\cos i$ разъ больше, чѣмъ разстояніе на планѣ въ горизонтѣ, которое только и нужно намъ. Такимъ образомъ для наклоннаго визировація мы получаемъ формулу тахиметра:

$$x = (c + kl) \cos^2 i,$$

вмѣсто прежней формулы

$$x = c + kl.$$

Рейкой для тахиметра при небольших разстояніяхъ (до 50 или 100 метровъ) можетъ служить обыкновенная рейка для нивелированія съ сантиметровыми дѣленіями, но при большихъ разстояніяхъ нужно брать рейки съ рѣзкими отчетливыми дѣленіями въ 5 или 10 сантиметровъ. Здѣсь (рис. 32а), на рейкѣ въ 4 метра длиною вы имѣете дѣленія для тахиметра въ видѣ штриховъ толщиной въ 8 миллиметровъ, нанесенныхъ черной краской на бѣломъ фонѣ. Можно рекомендовать также дѣленіе на полосы (рис. 32б), какія вы уже видѣли въ простѣйшемъ видѣ на вѣхахъ (рис. 1).

Прибавленіе цифръ къ этимъ дѣленіямъ не имѣетъ особаго значенія, такъ какъ на большихъ разстояніяхъ отсчетъ ихъ не можетъ быть вѣренъ. Приходится ограничиваться тѣмъ облегченіемъ отсчета, какое даютъ на этихъ образцахъ (рис. 32, а также рис. 39) особая мѣтки.

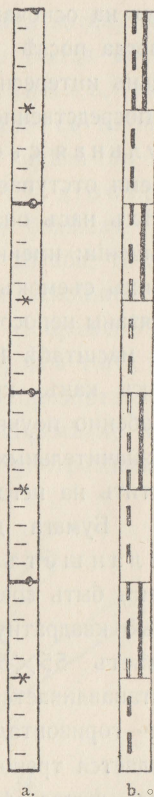


Рис. 32

§ 8. Мензурьныя съемки.

Описанные до сихъ поръ способы съемки имѣютъ то общее, что въ нихъ ситуационный планъ изготовля-

ется на основаніи полевыхъ работъ только впоследствии, иногда послѣ извѣстныхъ вычисленій. Но существуетъ очень интересный способъ чертить ситуационный планъ непосредственно въ полѣ; это—такъ называемая «мензультная съемка». На практикѣ она въ настоящее время отступаетъ нѣсколько на задній планъ, но для всѣхъ насъ она имѣетъ большое значеніе въ одномъ отношеніи: именно, она лежитъ въ основѣ топографическихъ съемокъ прусскаго Генеральнаго Штаба. Ему мы обязаны непосредственно «мензультными листами» въ масштабѣ 1:25000, которые вамъ, конечно, извѣстны. Такъ какъ, кромѣ того, этотъ приѣмъ представляетъ особенно поучительное приложеніе геометріи и требуетъ незначительныхъ денежныхъ средствъ, то я долженъ обратитъ на него ваше вниманіе.

Бумага для вычерчиванія плана натягивается на «планшетъ», верхнюю доску мензулы. Планшетъ долженъ быть совершенно плоскимъ и имѣетъ большею частью квадратную форму. Стоящая передъ вами мензула имѣетъ 55×55 сантиметровъ. Для съемки планшетъ устанавливается на глазъ—или лучше при помощи уровня—горизонтально. Лучшей подставкой для планшета является тренога; очень хорошо можетъ пригодиться штативъ фотографической камеры, если только онъ достаточно проченъ. Для работъ необходимо, чтобы планшетъ можно было легко вращать и закрѣплять на его подставкѣ.

Черченіе производятъ при помощи линейки, снабженной приспособленіемъ для визированія. Последнее въ

крайнемъ случаѣ можетъ состоять изъ пары воткнутыхъ въ линейку иголь. Лучше—и для школы всегда достаточно—линейка съ двумя діоптрами: глазнымъ, имѣющимъ узкій прорѣзъ, и предметнымъ—съ натянутымъ волоскомъ (подобно тому, какъ вы видѣли въ экерѣ). Такую линейку или алидаду съ діоптрами вы видите на рис. 33. Если требуется большая точность, какъ въ съемкахъ Генеральнаго Штаба, то для визированія пользуются зрительной трубой; такой инструментъ называется «кипрегель», онъ изображенъ на рис. 34 и получилъ свое имя (нѣмецкое) отъ того, что его труба должна имѣть движеніе около горизонтальной оси. Его плоскость визированія должна непремѣнно проходить какъ разъ черезъ край линейки, употребляемый для прочерчиванія линий.

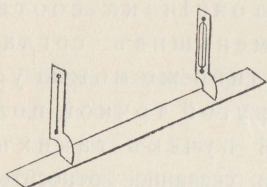


Рис. 33.

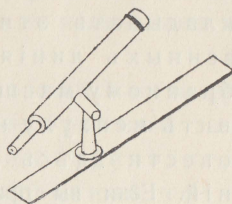


Рис. 34.

Теперь представьте себѣ мензулу съ отчасти уже нанесеннымъ планомъ, установленную надъ какой-нибудь точкой поля такъ, чтобы соотвѣтственная точка чертежа приходилась какъ разъ надъ нею и чтобы чертежъ былъ

ориентированъ соотвѣтственно дѣйствительности, т. е. чтобы каждая линія чертежа шла параллельно соотвѣтственной линіи въ полѣ. Какъ разъ въ этой точкѣ чертежа мы втыкаемъ тонкую стальную иглу (швейную иголку, у которой для удобства придѣлана головка изъ сургуча), прикладываемъ къ ней краемъ визирную линейку, визируемъ послѣдовательно на тѣ точки поля, которыя должны быть нанесены на планъ, и каждый разъ проводимъ соотвѣтственную линію. На чертежѣ получается пучекъ прямыхъ линій, представляющій проекцію соотвѣтственнаго пучка линій въ полѣ. Для каждой изъ снимаемыхъ точекъ поля это дастъ геометрическое мѣсто, къ которому она принадлежитъ. Для того, чтобы получить самыя точки, можно либо опредѣлить разстоянія ихъ отъ мѣста установки въ полѣ и затѣмъ откладывать эти разстоянія на соотвѣтственныхъ линіяхъ, уменьшивъ согласно избранному масштабу, либо же можно установить мензулу надъ другой точкой поля и провести здѣсь другой пучекъ такихъ же линій. Если вы припомните сказанное относительно триангуляціи, то вы замѣтите, что мы получаемъ во второмъ случаѣ точки чертежа при помощи «засѣчки впередъ» или «прямой засѣчки».

Опредѣленіе точекъ чертежа при помощи откладыванія разстояній является особенно удобнымъ, если— какъ это бываетъ при съемкахъ прусскаго Генеральнаго

Штаба—пользоваться кипрегелемъ, зрительная труба котораго снабжена дальномѣрными нитями. Но его можно также рекомендовать и въ другихъ случаяхъ, напримѣръ, для зачерчиванія отрѣзковъ ходовыхъ линій.

Я ввелъ васъ сразу въ самую середину съемки. Разсмотримъ же теперь прежде всего подготовительныя работы для начала съемки, а затѣмъ разберемъ подробнѣе отдѣльно вопросы самой работы.

Прежде чѣмъ перейти къ съемкѣ, нужно рѣшить, какъ долженъ лежать чертежъ на бумагѣ, и окончательно выбрать масштабъ. Если существуютъ уже съемки другого рода—напримѣръ, триангуляція, какъ при съемкахъ генеральнаго штаба—то уже снятые пункты зарисовываютъ на бумагу какъ можно точнѣе. Если никакой съемки еще не существуетъ, то нужно непосредственно въ полѣ опредѣлять разстояніе, по крайней мѣрѣ, двухъ точекъ и зачертить эти двѣ точки въ правильномъ масштабѣ.

Теперь можно приступить къ съемкѣ на мензулѣ. При всякой ея установкѣ, выбранный заранее пунктъ поля долженъ приходиться какъ разъ подъ соотвѣтственной точкой чертежа. Если этого не будетъ, то начерченный пунктъ прямыхъ линій будетъ отвѣчать не выбранному заранее, а другому пункту поля, находящемуся какъ разъ подъ взятой точкой чертежа. Изъ этихъ соображеній вы поймете, что при опредѣленіи выбраннаго пункта чертежа въ полѣ нужно стремиться только къ точности,

какую имѣютъ полевая работы, а не къ гораздо болѣе точности чертежа. Такимъ образомъ для опредѣленія положенія точки чертежа достаточно будетъ визировки по отвѣсу, который подвѣшивается съ разныхъ сторонъ возлѣ мензулы; для этого удобнѣе такъ называемая «вилка съ отвѣсомъ», которая имѣетъ на верхнемъ концѣ остріе для отмѣтокъ, а подѣ нимъ отвѣсъ.—Затѣмъ мензульный чертежъ долженъ быть ориентированъ параллельно линіямъ дѣйствительнаго плана. Для того, чтобы достичь этого, визирную линейку, приложивъ ее къ иглѣ, наводить на какой-нибудь уже зачерченный пунктъ и затѣмъ вращаютъ планшетъ, пока соотвѣтственная точка поля не появится въ визирной плоскости.

Я принималъ до сихъ поръ, что изображеніе точки, выбранной для установки надъ нею мензулы, уже есть на чертежѣ. Если этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ, то сперва нужно опредѣлить эту точку чертежа при помощи визировки на извѣстныя точки. Передъ нами стоитъ теперь, какъ это вамъ ясно, задача «засѣчки назадъ» или «обратной засѣчки». Ея рѣшеніе можно получить весьма разнообразными способами, напримѣръ, при помощи Коллинсовой вспомогательной точки. Пусть A, B, C будутъ, какъ раньше (рис. 29), визированныя точки поля, X точка установки, Q_3 Коллинсова вспомогательная точка на линіи XC . Соотвѣтственныя точки чертежа мы обозначимъ черезъ A', B', C', X, Q'_3 (рис. 35). Теперь намъ извѣстны только A', B', C' и нужно найти

X' . Для этого мы сначала строимъ Q'_3 ; такъ какъ

$$\angle Q'_3 A' B' = \angle Q'_3 X' B' = \angle CXB$$

и

$$\angle Q'_3 B' A' = \angle Q'_3 X' A' = \angle CXA,$$

то это не трудно сдѣлать, нанеся при помощи визирной линейки углы CXB и CXA , прилежающіе къ $A'B'$, ви-

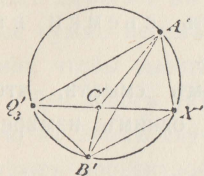


Рис. 35.

зируя сначала на C и B , а затѣмъ на C и A . Теперь намъ извѣстно, что X' лежитъ на $Q'_3 C'$, и мы можемъ найти самое X' , опредѣливъ при помощи визирной линейки ту точку, для которой $\angle A' X' C' = \angle AXC$ или же $\angle B' X' C' = \angle BXC$.

Другой способъ опредѣленія X' , правда первобытный, но практически очень цѣлесообразный, состоитъ въ томъ, что на планшетъ накладываютъ другой кусокъ бумаги, на которомъ, при произвольномъ положеніи планшета, зачерчиваютъ при помощи визирной линейки пучекъ прямыхъ, идущихъ отъ X къ нѣсколькимъ уже нанесеннымъ на чертежѣ точкамъ, и затѣмъ двигаютъ эту бумагу на планшетѣ, пока каждая прямая на ней пройдетъ черезъ соответственную точку. Точка пересѣченія пучка прямыхъ дастъ X' .

Для успѣшности мензульной съемки, естественно, въ высшей степени важно, чтобы бумага была натянута хорошо и прочно. Обыкновенно на практикѣ планшетъ покрываютъ взбитой въ пѣну смѣсью воды и бѣлка, затѣмъ хорошо смоченную бумагу надавливаютъ на план-

шесть мокрой стороной, начиная со середины, и наконецъ приклеиваютъ края бумаги на бокахъ планшета гумми-арабикомъ или чѣмъ-нибудь подобнымъ. Такимъ образомъ бумага пристаесть всей своей поверхностью, но въ послѣдствіи легко можетъ быть снята.

§ 9. Неровности.

Теперь мы перейдемъ отъ съемки въ горизонтѣ къ съемкѣ высотъ.

Наша работа упростится въ томъ смыслѣ, что намъ придется имѣть дѣло только съ однимъ измѣреніемъ.

Замѣтимъ прежде всего, что измѣненія высотъ при съемкѣ бываютъ большею частью гораздо меньше соотвѣтственныхъ горизонтальныхъ перемѣщеній, но что они соотвѣтственно гораздо больше замѣтны намъ. Это станетъ яснѣе, если мы представимъ себѣ уклоны земной поверхности, съ которыми намъ приходится имѣть дѣло.

Угломъ «уклона», «паденія», «обрыва» или, короче, «уклономъ», «паденіемъ», «обрывомъ»

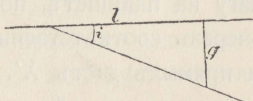


Рис. 36.

называютъ уголъ разсматриваемой поверхности съ горизонтомъ. На моемъ чертежѣ (рис. 36) онъ обозначенъ черезъ i . Если l обозначаетъ перемѣщеніе по горизонту,

g измѣненіе высоты, то $g:l$ называется «паденіемъ» или «подъемомъ», смотря по тому, имѣется ли въ виду пониженіе или повышеніе. Такимъ образомъ

$$\text{паденіе} = \text{подъемъ} = \frac{g}{l} = tgi.$$

При заданіяхъ обыкновенно принимаютъ $g=1$. Въ такомъ случаѣ l въ уклонѣ $1:l$ даетъ разстояніе, на которое нужно перемѣститься въ горизонтальномъ направленіи, чтобы высота измѣнилась на 1 метръ.

Для дорогъ уклоны часто даютъ въ видѣ процентовъ; въ этомъ случаѣ подъ числомъ p процентовъ разумѣютъ процентное отношеніе g къ l :

$$p = 100 \cdot \frac{g}{l}.$$

Теперь еще нѣсколько указаній по части практики:

Едва замѣтно для глаза паденіе въ 1:300.

Желѣзнодорожные вагоны начинаютъ катиться

сами при уклонѣ въ 1:200.

Въ Германіи на желѣзныхъ дорогахъ допускаются уклоны:

на равнинахъ не выше 1:200,

въ холмистой мѣстности не выше 1:100,

въ горахъ не выше 1:40.

Для большихъ шоссеиныхъ дорогъ въ

Пруссіи допускаются уклоны:

на равнинахъ не выше 1:40,

въ горахъ на равнинахъ не выше 1:20;

- на менѣе важныхъ дорогахъ они доходятъ до 1:15
или даже до 1:10.
- На картахъ для велосипедистовъ отмѣчаются, какъ опасныя, дороги съ уклономъ въ 1:20;
для телѣгъ опасны дороги съ уклономъ отъ 1:6.
- Муль можетъ одолѣвать еще подъемы въ . . . 1:1,8.
- Человѣкъ съ трудомъ только подымается по тропинкѣ съ уклономъ 1:1²/₃
и съ трудомъ взлѣзаетъ на обрывъ, покрытый газономъ, въ 1:1,43.
- Среднее пониженіе западно-германской низменности отъ Вигенскихъ горъ до берега моря составляетъ около 1:4000.
- Паденіе равнины По отъ Альпъ къ рѣкѣ составляетъ около 1:400;
такія же незначительныя повышенія мы находимъ и въ другихъ низменностяхъ.
- Въ горныхъ долинахъ уклонъ въ 1:40
можетъ уже считаться довольно крутымъ.
- Подъемы круче 1:1
рѣдко встрѣчаются и въ горахъ.
- Для движеній войскъ при 20°, отвѣчающихъ уклону въ 1:2,7,
начинаются замѣтныя затрудненія; поэтому у военныхъ различаютъ уклоны ниже и выше 20°, подъ названіемъ «скатовъ» и «обрывовъ».
- Паденіе Рейна составляетъ

возлѣ Базеля	1:1000,
возлѣ Мангейма	1:9000,
возлѣ Кельна	1:5000.
Миссисипи имѣтъ паденіе при впаденіи	
Огайо около	1:10000,
а возлѣ Новаго Орлеана паденіе въ	1:50000.

Несмотря на такое ничтожное паденіе—2 сантиметра на 1 километр—ея теченіе около Новаго Орлеана имѣтъ скорость 1,8 метра въ 1 секунду. Большая величина этой скорости является слѣдствіемъ большой ширины и глубины рѣки (800 и 40 метровъ). Чѣмъ больше поперечное сѣченіе ложа рѣки, тѣмъ значительнѣе бываетъ вслѣдствіе уменьшенія тренія и скорость.

Вообще можно принять, что граница судоходности бываетъ при паденіи отъ 1:1000 до 1:500 и что при паденіи въ 1:2000 въ благопріятныхъ случаяхъ движеніе можетъ совершаться подѣ парусами.

Въ заключеніе еще нѣсколько данныхъ относительно сельскаго хозяйства: обработка поля плугомъ при 1:6 дѣлается трудной, а употребленіе жатвенной машины затрудняется при 1:10.

Для дренажа берутъ возможно большій уклонъ отъ 1:1000 до 1:10.

Эти числа ясно показываютъ намъ, что при опредѣленіи разницы высотъ вообще нужно стремиться къ

гораздо большей точности, чѣмъ при измѣреніи длинъ въ горизонтѣ. Часто бываетъ необходимо принимать въ расчетъ миллиметры или даже десятые доли миллиметра.

§ 10. Нивелированіе.

Совершенно такъ же, какъ при измѣреніи длинъ, и при измѣреніи высотъ можно пользоваться методомъ уступовъ; здѣсь его называютъ «нивелированіемъ». Тогда какъ раньше (рис. 6) мы принимали во вниманіе только перемѣщеніе въ горизонтальномъ направленіи, теперь нужно принимать во вниманіе только перемѣщеніе по вертикальному направленію.

Можно пользоваться, казалось бы, уложенными, какъ раньше, горизонтально рейками и опредѣлять разность высотъ при переходѣ отъ одной къ другой, сосѣдней, при помощи прикладыванія масштаба (рис. 37). Въ

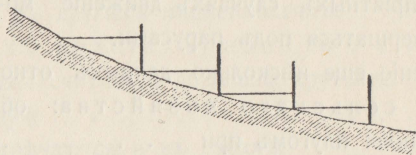


Рис. 37.

такой формѣ этотъ пріемъ употребляется только при болѣе грубыхъ работахъ, такъ какъ обыкновенно нельзя добиться съ достаточной точностью горизонтальной установки реекъ. Но мы можемъ приспособиться къ условіямъ задачи самымъ удачнымъ образомъ, замѣнивъ рейки линіями визированія.

Для полученія горизонтальныхъ визирныхъ линій существуютъ три способа: водяной уровень, нивеллирь съ діоптрами и нивеллирь съ зрительной трубой.

Водяной уровень (10—20 марокъ) обыкновенно состоитъ изъ горизонтальной металлической трубки, загнутые кверху концы которой оканчиваются стеклянными трубками. При употребленіи трубку наполняютъ водой и со стороны смотрятъ на оба мениска, которые по закону сообщающихся сосудовъ должны лежать на одной высотѣ. Въ приборѣ передъ вами разстояніе концовъ составляетъ 1 метръ, а діаметръ трубокъ 3 сантиметра.

Нивеллирь съ діоптрами состоитъ изъ мѣдной линейки съ прикрѣпленными на концахъ ея діоптрами—глазнымъ и предметнымъ—, съ какими вы познакомились при описаніи эккеровъ и алидады съ діоптрами. Только здѣсь глазной прорѣзъ и предметный волосокъ направлены горизонтально, и длина линейки, въ виду требуемой большой точности, дѣлается возможно больше, въ 20—40 сантиметровъ.—Нивеллирь со зрительной трубой имѣетъ для опредѣленія визирной линіи перекрестныя нити.—Тогда какъ въ водяномъ уровнѣ горизонтальная визирная линія дается непосредственно, въ нивеллирѣ съ діоптрами или со зрительной трубой ее нужно сперва опредѣлить. Для этого служить отвѣсъ или чаще уровень, устанавливаемый параллельно визирной линіи. Въ такомъ случаѣ, въ виду

его назначенія, уровню даютъ названіе «нивеллирнаго уровня»; отъ такого уровня большею частью требуется особенная чувствительность.

Приспособленіе для визированія—будетъ ли это водяной уровень, или нивеллирь съ діоптрами, или зрительная труба—устанавливается на деревянномъ штативѣ и на удобной для наблюденія высотъ такъ, чтобы его можно было вращать по произволу безъ замѣтныхъ измѣненій высоты. При этомъ вращеніи «визирная линія» описываетъ «визирную плоскость».

Для того, чтобы опредѣлить разность высотъ двухъ точекъ A и B , устанавливаютъ по срединѣ между ними инструментъ для визированія, затѣмъ сначала въ точкѣ A вертикально ставятъ раздѣленную «нивеллирную рейку», визируютъ на нее и производятъ отсчетъ, а потомъ переносятъ рейку въ точку B и дѣлаютъ второй отсчетъ. Если мы будемъ вести счетъ снизу вверхъ и обозначимъ отсчеты $[A]$ и $[B]$ соотвѣтственно, то, напримеръ $[A]$ будетъ означать высоту визирной линіи или визирной плоскости надъ A . Значитъ, $[A] - [B]$ дастъ намъ искомую разность высотъ между A и B . Если B находится такъ далеко отъ A , что нѣтъ возможности при одной установкѣ прибора визировать на обѣ эти точки, то между ними вводятъ промежуточные точки. Обозначимъ послѣднія по порядку чрезъ a, b, c и т. д., тогда при помощи ряда установокъ нивеллирнаго прибора по спо-

собу уступовъ мы послѣдовательно получимъ

$$[A]_1 - [a]_1, [a]_2 - [b]_2, \dots$$

и, наконецъ, искомую разность высотъ между A и B въ формѣ:

$$[A]_1 - [a]_1 + [a]_2 - [b]_2 + [b]_3 - \dots - [B]_n;$$

при этомъ каждый промежуточный пунктъ будетъ визируваться дважды: одинъ разъ по направленію «впередъ» и другой разъ по направленію «назадъ».

Это и даетъ въ самомъ простомъ видѣ схему общей теоріи. Будетъ полезно прибавить къ этому еще нѣсколько замѣчаній о деталяхъ выполненія.

Прежде всего я хочу обратить вниманіе на то, что при водяномъ уровнѣ и при нивеллирѣ съ діоптрами было бы совершенно нецѣлесообразно дѣлать отсчетъ на рейкѣ непосредственно самому наблюдателю. Невооруженнымъ глазомъ онъ не могъ бы использовать всю силу инструмента. Чаще пользуются «маркой» въ родѣ представленной на рис. 38, состоящей изъ квадратной дощечки со сторонами около 20 сантиметровъ, окрашенной въ видѣ 4 квадратовъ, черныхъ и бѣлыхъ попеременно (или красныхъ и бѣлыхъ).



Эта марка укрѣплена на рейкѣ такъ, что ее

Рис. 38. можно передвигать. Ее передвигаетъ по указанію визирующаго тотъ помощникъ, который держитъ рейку. При маркѣ, въ родѣ представленной на рисункѣ,

визировать надо на горизонтальную раздѣльную линію малыхъ квадратовъ. Послѣ соотвѣтственной установки отсчетъ производится помощникомъ.—Рейка большей частью довольно длинна (въ нашемъ случаѣ 2 метра) и имѣть вверху и внизу по 1 маркѣ, изъ которыхъ можно визировать ту и другую по желанію съ выгодой для работы.—Ясно, что этотъ способъ нивелированія представляетъ значительное осложненіе и замедленіе работы въ виду необходимости въ помощи сотрудника; поэтому нивеллирь со зрительной трубой гораздо лучше другихъ приборовъ уже въ томъ отношеніи, что даетъ возможность дѣлать отсчеты непосредственно самому наблюдателю. Несмотря на это, очень часто примѣняется и водяной уровень, въ виду простоты вспомогательныхъ средствъ къ нему.

Мнѣ нужно еще остановиться на тѣхъ особенностяхъ съемки при употребленіи діоптровъ и зрительной трубы, которыя обусловливаются примѣненіемъ уровня. Такъ какъ, по существу, разницы между діоптрами и зрительной трубой нѣтъ, то нѣтъ нужды останавливаться здѣсь отдѣльно на діоптрахъ.

Нивеллирь со зрительной трубой, который вы видите здѣсь въ различныхъ конструкціяхъ и изображенія котораго вы найдете въ указываемыхъ ниже книгахъ, имѣетъ обыкновенно отдѣльный небольшой металлическій штативъ, посредствомъ котораго онъ устанавливается на

высокій трехногій полевой штативъ. Установочные винты этого металлическаго штатива могутъ въ такомъ случаѣ служить для приведенія визирной линіи къ горизонтальности. Для этого устанавливають ось вращенія зрительной трубы почти вертикально—пользуясь, напримѣръ, обычнымъ образомъ, указаніями нивеллирнаго уровня—тогда при движеніи трубы отъ одного визируемаго предмета къ другому, визирная линія будетъ наклоняться только немного и уже, соотвѣтственно указанію нивеллирнаго уровня, ее легко будетъ устанавливать точно передъ каждымъ отдѣльнымъ отсчетомъ. Небольшое измѣненіе высоты, которое производится при этомъ вращеніемъ установочныхъ винтовъ, не имѣетъ значенія. Такъ какъ очень неудобно пользоваться чувствительнымъ нивеллирнымъ уровнемъ для установки оси вращенія, то лучшіе инструменты снабжаются для этой цѣли отдѣльнымъ, менѣе чувствительнымъ круглымъ уровнемъ. Такъ какъ, кромѣ того, неудобно пользоваться установочными винтами штатива для очень малыхъ измѣненій визирной линіи, то къ инструменту придѣлываютъ отдѣльный винтъ съ очень мелкой нарѣзкой, «поправочный винтъ», который позволяетъ слегка наклонять зрительную трубу около поперечной оси. Если вы будете пользоваться въ качествѣ нивеллира маленькимъ теодолитомъ, который я уже рекомендовалъ Вамъ, то у васъ будутъ въ рукахъ все эти очень цѣлесообразныя вспомогательныя приспособленія. Поправочнымъ винтомъ будетъ слу-

жить тотъ микрометрический винтъ, который двигаетъ трубу въ вертикальной плоскости.

Теперь мы переходимъ къ главному предмету, къ опредѣленію визирной линіи. Представляя схематически теорію, я принималъ, что визирная линія направлена строго горизонтально. Теперь мы замѣтимъ, прежде всего, что этимъ условіемъ можно совершенно пренебречь, если инструментъ установленъ на одинаковыхъ разстояніяхъ отъ тѣхъ двухъ точекъ, высоты которыхъ сравниваютъ, или, говоря технически, когда нивеллируютъ «изъ середины». Тогда, очевидно, необходимо только, чтобы визирная линія была наклонена оба раза на равные углы, а добиться этого очень легко, устанавливая уровень совершенно одинаково въ обоихъ случаяхъ. Такимъ образомъ, съ небольшою затратой труда можно добиться всякой желаемой точности. При нивелировкахъ высокой точности нивеллируютъ всегда изъ середины.

Чѣмъ лучше вывѣрена горизонтальность визирной линіи, тѣмъ больше могутъ отличаться другъ отъ друга разстоянія визируемыхъ точекъ. Поэтому для удобства съемки весьма важно, чтобы горизонтальность была возможно точна, а когда обстоятельства не позволяютъ нивелированія изъ середины, то это безусловно необходимо. Простѣйшій способъ повѣрки горизонтальности слѣдующій: опредѣляютъ разность высотъ двухъ точекъ нивелированіемъ изъ середины, затѣмъ выходятъ изъ середины и ищутъ такой установки

уровня, при которой получается правильная разность высотъ. Ей и отвѣчаетъ горизонтальное положеніе визирной линіи. Если бы при этомъ уровень уклонился отъ средняго положенія слишкомъ сильно, то нужно его теперь урегулировать лучше.—Дѣйствуя этимъ способомъ, который на практикѣ въ огромномъ большинствѣ случаевъ удовлетворителенъ, а для школы достаточенъ всегда, нужно быть увѣреннымъ, что соединеніе уровня съ трубой во время работы не измѣняется (а это можетъ произойти, напримѣръ, отъ измѣненія температуры), и что выдвиганіе зрительной трубы не вводитъ никакихъ невѣрностей. Отъ вліянія этихъ ошибокъ инструмента можно освободиться, если зрительная труба сдѣлана такъ, что ее можно вращать около ея продольной оси, прибѣгая при этомъ къ помощи «оборотнаго уровня», или же если зрительная труба можетъ перекладываться въ своихъ подставкахъ. Но мнѣ, конечно, нѣтъ необходимости входить здѣсь въ подробности, такъ какъ вы сами легко выработаете нужные приемы и такъ какъ, кромѣ того, мы познакомились въ нивелированіи изъ средыны съ приѣмомъ, исключаящимъ вліяніе ошибокъ инструмента.

Я могу вамъ показать нѣсколько нивелирныхъ реекъ для отсчетовъ зрительной трубой. На рис. 39 представлено очень простое и целесообразное дѣленіе. При отсчетѣ здѣсь можно отсчитывать десятые доли сантиметровъ, т. е. миллиметры, или же при помощи поправочнаго винта можно наводить крестъ

нитей на ближайшія сантиметровыя дѣленія, отсчитывать оба раза нивеллирный уровень и интерполировать. Этотъ способъ сложнѣе, но точнѣе, и потому находить примѣненіе при самыхъ точныхъ нивеллировкахъ. — Дециметровыя дѣленія позволяютъ пользоваться этой рейкой и для тахиметрическихъ работъ.

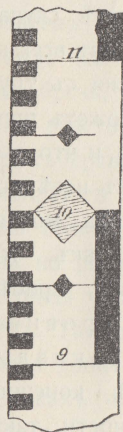


Рис. 39.

Для прочной отмѣтки точекъ высотъ пользуются большею частью желѣзными марками или болтами, которые запускаются сверху или сбоку въ какой-нибудь камень, а еще лучше въ каменную стѣну большого зданія. Выдающаяся головка марки имѣетъ при закрѣпляемыхъ сбоку болтахъ діаметръ до 7 сантиметровъ. На нее и устанавливается нивеллирная рейка. Соотвѣтственная высота опредѣляется въ этомъ случаѣ не серединой марки, а верхней касательной плоскостью. — Всюду на вокзалахъ вы найдете

такія нивеллирныя марки съ указаніемъ самой высоты. Ихъ много ставятъ на шоссе также государственная съемка; при этомъ берутъ камни длиною въ 1 метръ, которые закапываются на три четверти. Каждая такая марка имѣетъ свой номеръ, и высоту ея можно найти въ соотвѣтственныхъ изданіяхъ.

Очень интересно замѣтить, какъ накапливаются ошибки наблюденій при нивеллировкахъ на большія разстоя-

нія. Можно было бы думать на первый взглядъ, что ошибки возрастають пропорціонально разстоянію; но на дѣлѣ это не такъ: ошибка растетъ медленнѣе. Причина этого лежитъ въ томъ, что ошибки наблюденій при отдѣльныхъ сравненіяхъ во время нивеллировки мѣняють отсчеты иногда въ одну сторону, иногда въ другую; вслѣдствіе этого въ разности высотъ конечныхъ пунктовъ, которую даетъ сумма результатовъ отдѣльныхъ сравненій, получается частичная компенсація этихъ ошибокъ наблюденій. Рѣшеніе этой задачи на основаніи теоріи вѣроятностей обнаруживаетъ, что ошибка окончательнаго результата должна увеличиваться пропорціонально квадратному корню изъ длины линій нивеллированія. Такимъ образомъ, при длинѣ въ 100 километровъ ошибка будетъ не въ 100 разъ, а только въ 10 разъ больше ошибки для линіи въ 1 километръ.

Средняя ошибка на 1 километръ, «километровая ошибка», при тщательныхъ нивеллировкахъ не превосходитъ нѣсколькихъ миллиметровъ.

Я хочу еще замѣтить здѣсь, что и при измѣреніи длинъ при помощи реекъ или мѣрной ленты накопленіе ошибокъ происходитъ такъ же, какъ и при нивеллировкахъ; но при этомъ играетъ замѣтную роль другая ошибка, которая растетъ вмѣстѣ съ длиной. Вамъ, это конечно, легко понятно.

§ 11. Нивеллированіе линій и поверхностей.

При нивеллировкѣ рѣдко требуется опредѣленіе разности высотъ только двухъ отдѣльныхъ точекъ. Обыкновенно приходится опредѣлять соотношенія высотъ на линіяхъ или поверхностяхъ; такимъ образомъ приходится имѣть дѣло съ «нивеллированіемъ линій» или «нивеллированіемъ поверхностей».

Разсмотримъ сначала «нивеллированіе линій». Къ нему обращаются, напримѣръ, когда нивелируютъ вдоль улицы, желѣзной дороги, рѣки; и при государственной съемкѣ оно образуетъ основу опредѣленія высотъ, покрывая страну сѣтью нивеллирныхъ линій. Какъ мы увидимъ, нивеллированіе поверхностей на небольшомъ пространствѣ можно свести также на нивелированіе линій.

Линія нивеллированія обыкновенно представляетъ ломанную прямую съ большимъ числомъ изломовъ. Но какова бы ни была ея форма, то вертикальное сѣченіе, которое даетъ она сочетаніемъ горизонтальныхъ разстояній и высотъ на поверхности земли, всегда называется «профилемъ». Для того, чтобы представить профиль на чертежѣ, его представляютъ разложеннымъ на плоскости и для изображенія высотъ берутъ нѣсколько большій масштабъ, чѣмъ для горизонтальныхъ линій. Это въ результатѣ даетъ рисунокъ въ родѣ рис. 40. Высоты можно считать либо отъ произвольной точки, либо же

ихъ можно включить въ систему государственной нивелировки, о чемъ я буду говорить ниже.

Если нужно прокладывать улицу или дорогу, то сначала очень приблизительно опредѣляютъ ея направление, а затѣмъ изслѣдуютъ условія мѣстности въ полосѣ достаточной ширины, чтобы на основаніи этой съемки имѣть возможность выработать точный проектъ. Для го-

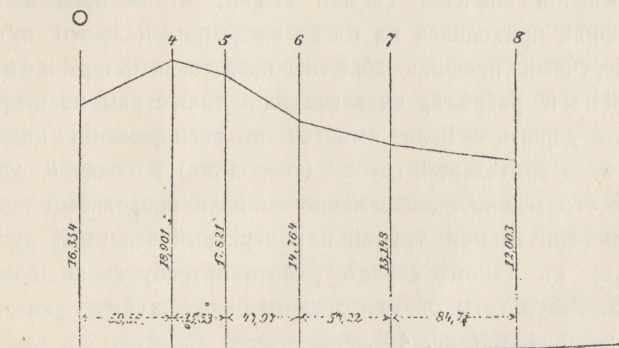


Рис. 40.

ризонтальной съемки сначала прокладываютъ ходовыя линіи вдоль взятой полосы и, соотвѣтственно имъ, опредѣляютъ «продольный профиль». Для того, чтобы получить представленіе объ условіяхъ мѣстности поперекъ продольнаго направленія, производятъ на соотвѣстныхъ разстояніяхъ поперечныя нивелировки, т. е. снимаютъ «поперечные профили». Вмѣстѣ съ продольнымъ профилемъ они позволяютъ судить о необходимыхъ земляныхъ работахъ, взрывахъ и т. д. Поды-

скиваніе удобнаго положенія пути и его указаніе въ полѣ обозначается общимъ названіемъ «трассировки».

Для школы можно рекомендовать съемку съ зачерчиваніемъ небольшой части продольнаго профиля и одного поперечнаго профиля уже готовой дороги. Для повышенія значенія съемки важно, чтобы продольный профиль приходился на искривленной части пути; поперечный профиль долженъ представлять прямолинейный разрѣзъ, охватывающій также рвы по сторонамъ дороги. — Если имѣется въ распоряженіи нивелиръ со зрительной трубой (теодолитъ) и водяной уровень, то можно одновременно снимать продольный профиль зрительной трубой и поперечный водянымъ уровнемъ; въ такомъ случаѣ работа потребуетъ не болѣе часа. Результаты съемки должны быть затѣмъ указаны на чертежахъ (рис. 40).

При нивелированіи поверхностей можно дѣйствовать различнымъ образомъ. Если дѣло идетъ о подготовительныхъ работахъ для разбивки плана или для дренажа и т. п., то обыкновенно разбиваютъ съѣтъ квадратовъ (съ длинами сторонъ въ 4, 5, 10, 20, 40 метровъ, смотря по необходимости) и сравниваютъ между собою высоты этихъ точекъ съѣти. При небольшой поверхности достаточно иногда одной установки инструмента; при очень широкихъ квадратахъ инструментъ послѣдовательно устанавливаютъ въ срединахъ квадратовъ и каждый разъ визируютъ только на 4 сосѣднія точки

сѣти. Въмѣсто этого, иногда можно рекомендовать провести одну продольную прямую линію и систему перпендикулярныхъ къ ней поперечныхъ линій и затѣмъ опять продольный и поперечный профили. Наконецъ можно выбрать нѣсколько отдѣльныхъ точекъ, которыя были тоже промѣрены или которыя нужно мѣрять по другимъ основаніямъ.

Эти результаты заносятся на планъ въ горизонтѣ. Часто бываетъ достаточно просто отмѣтить цифры высотъ. Изображеніе будетъ гораздо нагляднѣе и отчетливѣе, если начертить «изогипсы» — кривыя равной высоты. Ихъ выбираютъ такъ, чтобы между ними были постоянныя круглыя разности высотъ: 0.5, 1, 5, 10 метровъ. Для ихъ черченія на планѣ придется интерполировать между точками извѣстной высоты.

Я замѣчу еще, что изогипсы можно опредѣлять и прямо въ полѣ. Въ этомъ случаѣ наблюдатель при нивелирѣ посылаетъ на каждый отдѣльный изъ выбранныхъ пунктовъ помощника, который переставляетъ нивелирную рейку, всего лучше рейку съ маркой, или даже просто палку съ мѣткой, выше и ниже до тѣхъ поръ, пока не попадетъ на точку подлежащей высоты. Тогда изогипсы на планѣ получатся простой съемкой въ горизонтѣ. Прекрасный примѣръ изображенія мѣстности при помощи изогипсъ представляютъ листы мензальной съемки Генеральнаго Штаба.

§ 12. *Непрямое измѣреніе высотъ; одновременныя съемки высотъ и въ горизонтѣ; фотограмметрія.*

Гдѣ не требуется очень точныхъ опредѣленій высотъ, тамъ можно пользоваться, вмѣсто нивелировокъ, наблюденіями вертикальныхъ угловъ въ связи съ измѣреніями длинъ. Если i обозначаетъ уголъ наклона визирной линіи къ горизонту, l горизонтальное разстояніе, h высоту надъ точкой установки инструмента, то эта высота опредѣляется простой формулой $h = l \operatorname{tg} i$. Въ качествѣ углового инструмента можетъ служить прежде всего теодолитъ, если онъ снабженъ вертикальнымъ кругомъ. Пользуясь такимъ теодолитомъ при съемкахъ въ горизонтѣ, можно безъ дальнѣйшихъ осложненій получать и высоты. Я уже упоминалъ, что этимъ можно пользоваться и при тахиметрическихъ съемкахъ. Если зрительная труба кипрегеля имѣетъ вертикальный кругъ, какъ это всегда бываетъ, когда мѣряютъ разстоянія тахиметрически, то высоты можно получать и при мензульной съемкѣ. Такимъ способомъ, а также съ помощью барометра, получены изогипсы на мензульных листахъ Генеральнаго Штаба. Точками сравненія служили при этомъ нивелирные пункты государственной съемки.

Для опредѣленія высотъ при помощи наблюденій угловъ построено много простыхъ и удобныхъ инструментовъ: «измѣритель высоты деревьевъ», «измѣритель уклона» и пр. Здѣсь вы видите, напримѣръ, «измѣритель высоты деревьевъ» Фаустмана

(изъ дерева 10 марокъ, штативъ 10 марокъ, но онъ не безусловно необходимъ, найти можно у Тесдорфа въ Штутгартѣ). Онъ состоитъ изъ дощечки (или металлической рамки) размѣрами въ 8×18 сантиметровъ, которую держатъ въ вертикальной плоскости. Приспособленіемъ для визировація служитъ діоптръ съ горизонтальнымъ прорѣзомъ и волоскомъ. Наклонъ отсчитывается посредствомъ отвѣса, который виситъ сбоку надъ особой шкалой и виденъ въ зеркало во время самага визировація. Дѣленія шкалы даютъ не уголъ наклона i , а не-

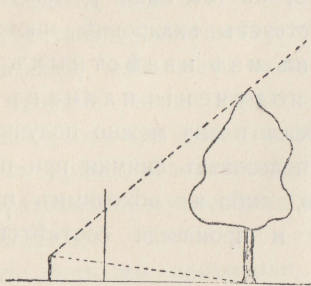


Рис. 41.

посредственно его тангенсъ. Я думаю, что такой инструментъ, очень удобный для ношенія въ карманѣ, можетъ заинтересовать учениковъ, если мѣрять съ ними уклоны дорогъ и обрывовъ, высоты деревьевъ, башенъ и т. п.

Впрочемъ, опредѣленія высотъ можно дѣлать и безъ специальныхъ инструментовъ, какъ показываетъ рис. 41. Вамъ также, конечно, хорошо извѣстно измѣреніе высотъ при помощи барометра,

Я только что говорилъ объ одновременныхъ съемкахъ въ горизонтѣ и съемкахъ высоту и замѣчу еще мимоходомъ, что ихъ можно производить также при помощи фотографической камеры. Этотъ способъ носить названіе «фотограмметріи». Для этихъ цѣлей камера снабжается передъ пластинкой перекрестными нитями, что позволяетъ точно опредѣлять положеніе пластинки относительно объектива. Если, кромѣ того, она имѣетъ горизонтальный раздѣленный кругъ для точнаго ориентированія, то ею можно пользоваться совершенно такъ же, какъ теодолитомъ, съ той лишь разницею, что одинъ снимокъ соотвѣтствуетъ визировкѣ множества точекъ. Двухъ снимковъ изъ извѣстныхъ точекъ достаточно для полученія плана въ горизонтѣ и высоту. Чертежъ плана можно получить, либо непосредственно использовавъ снимки при помощи графическихъ приѣмовъ, либо же обходнымъ путемъ: промѣривъ фотографіи и произведя соотвѣтственныя вычисления.

Если на снимкахъ имѣются пункты, положеніе которыхъ уже извѣстно, то горизонтальный кругъ не нуженъ. А если прибѣгнуть къ приѣму «обратной засѣчки», то нѣтъ необходимости даже знать заранѣе положеніе установочныхъ точекъ.

Изъ всѣхъ этихъ замѣчаній вы можете видѣть, что во многихъ случаяхъ, прежде всего въ торахъ или на воздушномъ шарѣ, фотограмметрія чрезвычайно выгодна и цѣлесообразна.

II. ПРИБАВЛЕНІЯ.

§ 13. *Высота надъ N. N.*

Мои доклады имѣли главной цѣлью обзоръ методовъ полевой съемки, т. е. низшей геодезіи. Я не могу, однако, оставить совершенно въ сторонѣ высшую геодезію, такъ какъ, если имѣть ее въ виду, преподаванію низшей геодезіи можно придать больше значенія: высшая геодезія учитъ смотрѣть на эту работу съ болѣе высокой точки зрѣнія. Во всякомъ случаѣ я долженъ быть очень кратокъ и могу остановиться только на нѣкоторыхъ пунктахъ.

До сихъ поръ мы принимали, что вертикальныя линіи суть параллельныя прямыя, а горизонтальныя направленія, соотвѣтственно этому, лежатъ въ параллельныхъ плоскостяхъ. Если бы это было справедливо, то, идя постоянно впередъ въ горизонтальномъ направленіи, мы должны были бы удалиться въ бесконечность. Но мы знаемъ, что на дѣлѣ это не такъ, и нашъ выводъ не вѣренъ. Море съ его горизонтальной поверхностью не простирается до бесконечности, а омываетъ шарообразную въ общемъ землю.

Представьте себѣ, что, исходя изъ произвольной точки, мы проводимъ поверхность, которая вездѣ горизонтальна, т. е. вездѣ перпендикулярна къ направленію силы тяжести. Важныя физическія данныя говорятъ тогда, что эта поверхность есть поверхность замкнутая, что она окружаетъ землю со всѣхъ сторонъ. Такая поверхность называется «поверхностью уровня силы тяжести» данной точки, или же ея «дѣйствительнымъ горизонтомъ». Отъ дѣйствительнаго горизонта нужно отличать видимый, т. е. ту горизонтальную плоскость, которая проходитъ черезъ данную точку, которая, слѣдовательно, касается дѣйствительнаго горизонта въ данной точкѣ; нужно также отличать еще «кажущійся горизонтъ» — ту линію, которая видимо раздѣляетъ небо и землю.

Та поверхность уровня, которую представляетъ поверхность спокойнаго моря, въ геодезіи считается «поверхностью земли»; ее называютъ «поверхностью геоида» или, короче, «геоидомъ». Ее нужно представлять себѣ продолженною и внутрь суши. Форма поверхности геоида и, соотвѣтственно этому, форма поверхности уровня для точекъ, не слишкомъ далекихъ отъ поверхности земли, въ первомъ приближеніи можно считать сферой, а въ гораздо лучшемъ приближеніи эллипсоидомъ. Сжатіе послѣдняго можно принимать равнымъ 1:297, причемъ погрѣшность знаменателя не превышаетъ нѣсколькихъ единицъ.

Совершенно такъ же, какъ горизонтальныя поверхности не суть поверхности плоскія, и вертикальныя линіи не суть прямыя. Но, конечно, искривленіе ихъ въ доступныхъ намъ небольшихъ протяженіяхъ такъ ничтожно, что мы можемъ имъ пренебречь.

Когда двѣ точки «одинаково высоки»? и что нужно понимать подъ «разностью высотъ» двухъ точекъ? На первый вопросъ отвѣтить очень легко, такъ какъ, очевидно, мы должны считать двѣ точки одинаково высокими, если ихъ можно соединить линіями, горизонтальными на всемъ протяженіи, т. е. если онѣ лежатъ на одной и той же поверхности уровня. — Несравненно больше трудностей представляетъ отвѣтъ на вторую часть нашего вопроса. Прежде всего, конечно, ясно, что для точекъ на одной вертикальной линіи разность высотъ нужно мѣрять вдоль этой вертикальной линіи. Но представьте себѣ точки на различныхъ вертикальныхъ линіяхъ. Построивъ двѣ соотвѣтствующія поверхности уровня, мы получимъ всѣ точки равныхъ высотъ. Но тогда разность высотъ между парами точекъ на одной вертикали вовсе не будетъ одинаковой всюду, она будетъ измѣняться съ географической широтой. Такимъ образомъ, взятыя двѣ поверхности уровня не даютъ опредѣленной разности высотъ. Объ измѣненіи разстоянія поверхностей уровня можно легко составить себѣ представленіе, если принять во вниманіе, что, согласно началу энергіи, механическая

работа, которую производить сила тяжести при переходѣ отъ одной поверхности уровня къ другой, должна быть вездѣ одна и та же. А отсюда слѣдуетъ, что это разстояніе измѣняется обратно пропорціонально силѣ тяжести. Но для послѣдней имѣетъ мѣсто формула

$$g = 9,81 (1 - 0,0026 \cos 2 \varphi),$$

гдѣ φ означаетъ географическую широту; отсюда мы приходимъ къ заключенію, что разстояніе двухъ поверхностей уровня измѣняется съ широтой пропорціонально величинѣ

$$\frac{1}{1 - 0,0026 \cos 2 \varphi}.$$

Значить, это разстояніе тѣмъ больше, чѣмъ ближе подвигаемся мы къ экватору; на каждый метръ разстоянія между двумя поверхностями уровня на полюсѣ, приходится на экваторѣ 5,2 миллиметровъ лишнихъ. Въ предѣлахъ Германіи соотвѣтственное увеличеніе отъ самаго сѣвернаго пункта до самаго южнаго составляетъ около 0,7 миллиметра.

Эти соображенія показываютъ, что понятіе разности высотъ остается неопредѣленнымъ, пока не будетъ точно указано, какъ долженъ быть сдѣланъ переходъ отъ одной точки къ другой. Въ основу кладутся при этомъ слѣдующія положенія:

«Высота» точки оцѣнивается длиной вертикали отъ нея до уровня, принятаго за нулевой для всей разсматриваемой области.

Разностью высотъ двухъ точекъ считается разность опредѣляемыхъ такимъ образомъ «высотъ». Нулевой уровень нужно выбирать по возможности ближе къ уровню моря, т. е. къ поверхности геоида.

Для Германіи нулевой уровень теоретически дается точкой нуля футштока въ Амстердамѣ, возможно точно отвѣчающей среднему стоянію воды Сѣвернаго моря. На практикѣ высоты относятъ обыкновенно къ нулевой точкѣ небольшой шкалы, вдѣланной въ одинъ изъ столбовъ Берлинской обсерваторіи. Согласно тщательнымъ нивелировкамъ ея высота составляетъ ровно 37 метровъ надъ нулемъ Амстердамскаго футштока; этой величиной и пользуются при вычисленіяхъ. Относительно опредѣленныхъ такимъ образомъ высотъ говорятъ, что онѣ отнесены къ N. N., т. е. къ нормальному нулю (Normal-null) ¹⁾.

Теперь вамъ ясно, что въ принципѣ мы имѣемъ вообще дѣло съ высотами надъ поверхностью геоида или съ высотами надъ уровнемъ моря. Однако, неточность опредѣленія средняго уровня моря въ сравненіи съ точностью нивелировокъ заставляетъ прибѣгать къ помощи искусственныхъ опорныхъ точекъ. Съ другой же

¹⁾ Высоты точекъ въ Россіи считаются отъ нуля Кронштадтскаго футштока.

стороны, ошибки нивелировокъ при большихъ разстояніяхъ настолько велики, что въ настоящее время еще нѣтъ возможности принять общую опорную точку для всей Европы.

Я хочу еще замѣтить, что измѣнчивость разстоянія поверхностей уровня другъ отъ друга не играетъ большой роли при нивелировкахъ; однако, соотвѣтственныя поправки непосредственныхъ результатовъ наблюдений, такъ называемыя «ортометрическія поправки», могутъ достигать при очень длинныхъ линіяхъ по меридіану (напримѣръ, отъ Сѣвернаго до Средиземнаго моря) величины нѣсколькихъ дециметровъ и потому онѣ должны быть принимаемы въ расчетъ.

§ 14. *Замѣчанія относительно измѣренія высотъ.*

Теперь мы нѣсколько ближе рассмотримъ измѣрительныя приемы при опредѣленіи высотъ. При этомъ намъ надобно имѣть въ виду только нивелированіе и опредѣленіе высотъ помощью наблюдений вертикальныхъ угловъ при довольно длинныхъ визирныхъ линіяхъ. Визирныя линіи идутъ тогда либо совершенно горизонтально, либо же подъ небольшимъ наклономъ. При этомъ нужно прежде всего помнить, что горизонтально идущая прямая уже по причинѣ кривизны земли, точнѣе говоря, по причинѣ кривизны поверхностей уровня очень скоро приводитъ къ замѣтно отличающимся высотамъ. Мы можемъ здѣсь считать землю шаромъ съ радіусомъ въ 6370 километровъ и тогда простое вычисленіе, въ которое мнѣ

незачѣмъ вдаваться, дасть для отклоненія a горизонтально идущей прямой отъ поверхности уровня на разстояніи e отъ начальнаго пункта формулу

$$1000a = 78,5 \cdot \left(\frac{e}{1000} \right)^2;$$

e и a должны быть выражены здѣсь въ метрахъ. 1000 a обозначаетъ отклоненіе въ миллиметрахъ, $e:1000$ — разстояніе въ километрахъ. Это уклоненіе растеть пропорціонально квадрату разстоянія; на разстояніи 36 метровъ оно достигаетъ уже 0,1 миллиметра, на разстояніи 113 метровъ 1 миллиметра, на разстояніи 1 километра оно составляетъ 78,5 миллиметровъ, на разстояніи 10 километровъ 7,85 метровъ, а на разстояніи 100 километровъ уже даже 785 метровъ. Отсюда ясно, что при точныхъ нивелированіяхъ, равно какъ и при тригонометрическихъ опредѣленіяхъ высотъ, необходимо принимать въ расчетъ кривизну поверхностей уровня. При нивелировкахъ вліяніе этого уклоненія исключается, если нивелировка производится изъ середины.

Можетъ быть, вы замѣтили, что я только что говорилъ не о «линіяхъ визированія», а о «прямыхъ линіяхъ». Я поступилъ такъ намѣренно, такъ какъ при нашей теперешней точкѣ зрѣнія мы не должны упускать изъ вида, что, по причинѣ атмосферной рефракціи, свѣтъ распространяется не прямолинейно. Такъ какъ плотность воздуха убываетъ по направленію къ верху, то обыкновенно лучъ свѣта описываетъ криволинейный путь, обра-

щенный вогнутостью къ землѣ; этотъ путь можно считать большей частью дугой круга. Радиусъ кривизны этой дуги мѣняется въ зависимости отъ состоянія атмосферы. Въ среднемъ его можно считать приблизительно въ 7 разъ больше радіуса земли; но иногда онъ превышаетъ радіусъ земли только въ 5 разъ, а иногда въ бесконечное число разъ; иногда путь луча бываетъ даже обращенъ къ землѣ своей выпуклостью; въ послѣднемъ случаѣ лучъ загибается къ верху и мы иногда наблюдаемъ «миражъ». Вслѣдствіе атмосферной рефракціи, поправки высотъ для визирныхъ линій нѣсколько отличаются отъ тѣхъ, которыя мы нашли для прямыхъ линій. Если мы примемъ радиусъ кривизны равнымъ n радіусамъ земли, то указанное уклоненіе нужно уменьшить въ отношеніи $n : (n - 1)$.

Итакъ, мы знаемъ теперь, что простыя представленія низшей геодезіи о вертикальныхъ прямыхъ и о горизонтальныхъ плоскостяхъ, которыя казались, однако на первый взглядъ, такими понятными, оказываются несостоятельными при расширеніи нашего кругозора. Все дѣлается сложнѣе; но мы знаемъ также теперь, что «верхъ» и «низъ» не представляютъ собою чего-то само собою понятнаго, а видимъ на нихъ власть силы природы, тяготѣнія, которая господствуетъ надъ нашимъ міромъ. Совершенно такъ же при актѣ зрѣнія мы бываемъ вынуждены обращать вниманіе на объективную природу явленія. И здѣсь, какъ вездѣ, наши чувственные впечатлѣнія не есть сама дѣйствительность, а толь-

ко одностороннія и несовершенныя отображенія ея, возникающія въ насъ.

§ 15. Съёмки государствъ и измѣненіе земли.

Время, предоставленное для моихъ лекцій, близится къ концу и я теперь долженъ закончить свое изложеніе.

Въ большинствѣ культурныхъ государствъ въ настоящее время надо различать два рода съемокъ всей страны: съемки генеральнаго межеванія и топографическія. Основой служатъ триангуляція и нивелировка государствъ, дающія систему постоянныхъ точекъ, къ которымъ примыкаютъ дальнѣйшія съемки.

Весьма большихъ работъ и издержекъ стоятъ работы генеральнаго межеванія, карты которыхъ въ масштабѣ отъ 1 : 5000 до 1 : 500 и даже больше должны представлять самымъ точнымъ образомъ все то, что можетъ затронуть правовыя отношенія.

Тогда какъ при межевыхъ съемкахъ высоты не принимаются въ расчетъ, на топографическихъ картахъ онѣ играютъ существенную роль.—Масштабъ топографическихъ картъ гораздо мельче, чѣмъ межевыхъ, 1 : 25000 и меньше.

Въ Пруссіи межевыя съемки производятся отчасти самими межевыми учрежденіями, отчасти «Генеральной Коммиссіей». Задачей этихъ учреждений является прежде всего перераспредѣленіе земли, гдѣ соотношенія владѣльцевъ такъ усложнились, что отъ этого страдаетъ

хозяйственная сторона. Съ этимъ обыкновенно связывается новая съемка.

Триангуляція и нивелировка страны и топографическія съемки во многихъ странахъ, въ томъ числѣ и въ Германіи, производятся Генеральными Штабами. Въ Пруссіи соотвѣтственный отдѣлъ штаба по своей дѣятельности носитъ названіе государственной съемки (Landesaufnahme) ¹⁾.

Для основной сѣти треугольниковъ государственной триангуляціи, сѣти «перваго порядка», стороны треугольниковъ берутся, какъ можно длиннѣе, до 100 километровъ и даже больше. Для того, чтобы при вычисленіи сторонъ треугольниковъ ошибки наблюденій не накапливались въ слишкомъ большой мѣрѣ, въ различныхъ мѣстахъ сѣти дѣлается нѣсколько измѣреній базисовъ. Въ Пруссіи въ общемъ было измѣрено 8 базисовъ длиною отъ 1,8 до 7 километровъ (возлѣ Кенигсберга въ Пруссіи, Берлина, Геттингена, Бонна); благодаря этому ошибка длинъ сторонъ треугольниковъ не превышаетъ 1/100000.

Въ прусскую сѣть треугольниковъ «перваго порядка» затѣмъ включается сѣть «второго порядка» со сторонами отъ 10 до 20 километровъ и, наконецъ, сѣть «третьяго порядка» со сторонами отъ 3 до 10 километровъ. Сигналами служатъ пирамиды, о которыхъ я упомянулъ въ началѣ моихъ лекцій, и шпицы церквей.

¹⁾ Въ Россіи Военно-Топографическій Отдѣлъ Главнаго Штаба.

(Прим. перев.).

Тѣ пункты, на которыхъ не производились собственно угловыя измѣренія, но которые были только «примкнуты», называются пунктами «четвертаго порядка»; ими бываютъ фабричныя трубы, отдѣльно стоящіе дома и тому подобные предметы. Государственная съемка вводитъ также пункты «пятаго порядка», которые предназначаются исключительно для удобства примыканія топографическихъ работъ. Въ среднемъ, на каждые $5\frac{1}{2}$ квадратныхъ километровъ приходится одинъ тригонометрической пунктъ отъ 1 до 4 порядка.

Обработка съѣти треугольниковъ составляетъ задачу высшей геодезіи; здѣсь недостаточно принимать землю за шаръ, а приходится нерѣдко принимать во вниманіе даже отклоненія ея отъ эллипсоида. Я уже упоминалъ, что Гауссу принадлежитъ огромная заслуга выработки способа вычисленія, особенно способъ выравниванія ошибокъ и что онъ самъ производилъ въ Ганноверѣ обширныя съемки. Съ этимъ онъ связалъ глубокія изслѣдованія о геометріи кривыхъ поверхностей; и при промѣркѣ наибольшаго изъ своихъ треугольниковъ (Hoher Hagen возлѣ Геттингена, Брокенъ и Инзельсбергъ) онъ тщательно опредѣлялъ, дѣйствительно ли сумму его угловъ можно принять, согласно евклидовой геометріи, равной двумъ прямымъ. Такъ онъ всегда связывалъ даже самыя простыя работы съ экскурсіями на самыя большія высоты наукъ.

Для практическаго использованія триангуляцій, для всѣхъ ея пунктовъ вычисляются координаты и

притомъ не только географическія, долгота и широта, но также и сферически-прямоугольныя. Въ послѣднемъ случаѣ — это ввелъ Зольднеръ въ началѣ 19 вѣка въ южногерманскихъ съемкахъ — опредѣляютъ положенія не углами, а длинами, теперь, слѣдовательно, и метрами. Осью абсциссъ служитъ меридіанъ, а ординаты отсчитываются на большихъ кругахъ (точнѣе геодезическихъ линіяхъ) перпендикулярно къ первому. Большая выгода этихъ координатъ заключается въ томъ, что при не очень большихъ разстояніяхъ ихъ можно разсматривать, какъ плоскія прямоугольныя координаты. Вы сможете сами составить себѣ представленіе о ихъ ошибкахъ при помощи совершенно простыхъ вычисленій. Для одной такой системы Пруссія была бы слишкомъ велика и потому было выбрано 40 начальныхъ пунктовъ, такъ что на каждую изъ этихъ 40 координатныхъ системъ приходится круглымъ числомъ 9000 квадратныхъ километровъ. — Если, напримѣръ, межевой чиновникъ связываетъ свои съемки съ тригонометрическими пунктами государственной съемки, то, пользуясь соотвѣтственной системой координатъ, онъ можетъ самымъ удобнымъ образомъ использовать результаты государственной съемки и въ то же время включить собственныя съемки въ общую систему.

Линіи государственной нивелировки, которыя проходятъ, многократно пересѣкаясь, по главнымъ дорогамъ страны, имѣютъ въ Пруссіи въ общемъ длину свыше 16000 километровъ. Для опредѣленія вы-

сотъ служатъ 10000 (приблизительно) нивеллирныхъ ма-
рокъ частью въ камняхъ у дорогъ, частью въ стѣнахъ
зданій и т. п.

Топографическая съемка страны въ Прус-
сіи производится, какъ я уже говорилъ, при помощи
мензулы. Всего должно быть изготовлено около 5000
листовъ, большая часть которыхъ уже готова. Предъ
началомъ работы въ полѣ на нихъ заносятся тригоно-
метрическіе пункты и всѣ особенности, какія указыва-
ются межевыми, лѣсническими и другими заслуживаю-
щими довѣрія картами. Высоты даются, какъ я также
уже сообщалъ, изогипсами; въ ихъ основѣ лежатъ из-
мѣренія при помощи кипрегеля и барометра.

Сопоставленіе мензульных съемокъ даетъ «Кар-
ту Германіи въ масштабѣ 1:1 000 000», которая
предназначена непосредственно для военныхъ нуждъ и
вамъ, конечно, извѣстна. Высоты представлены на ней
отчасти числами, отчасти штрихами (гашюрами) по си-
стемѣ Лемана-Мюфлинга. Вся Германія будетъ предста-
влена приблизительно на 700 листахъ, которые будутъ
готовы лѣтъ черезъ 10.

Всѣ эти съемки почти цѣликомъ составляютъ за-
воеваніе 19-го вѣка. Прусскій Генеральный Штабъ на-
чалъ свою работу тотчасъ послѣ освободительныхъ войнъ
въ 1816 году. Генеральная коммиссія была основана въ
1811 году.

Не менѣе важными, чѣмъ эти государственныя
съемки, являются съемки для научныхъ цѣлей. Въ

этомъ отношеніи, культурныя государства соединились въ «Международное измѣреніе земли». «Центральное Бюро» ея «Постоянной Коммиссіи» находится въ Потсдамскомъ Геодезическомъ Институтѣ (директоръ Гельмертъ). — Нерѣдко также научныя работы возлагаются на военные штабы. Въ Пруссіи этого нѣтъ, здѣсь мы имѣемъ только что упомянутый самостоятельный институтъ; конечно, государственными съемками здѣсь пользуются широко.

Изъ очень разнообразныхъ работъ по измѣренію земли для насъ интереснѣе всего триангуляціи, которыя, въ соединеніи съ астрономическими опредѣленіями географическихъ координатъ, даютъ возможность опредѣлять форму земли. Объ этомъ вамъ, конечно, извѣстно много, особенно о градусныхъ измѣреніяхъ по долготѣ и широтѣ. Я могъ бы еще прибавить только, что здѣсь дѣло идетъ не только объ опредѣленіи размѣровъ и сжатія земли, но также о болѣе тонкихъ изслѣдованіяхъ формы геоида, именно о тѣхъ неправильностяхъ, которыя производятся неравномѣрнымъ распредѣленіемъ массъ въ горахъ и долинахъ, на сушѣ и на морѣ и которыя выражаются въ «уклоненіяхъ отвѣса». Всѣ эти изслѣдованія о сжатіи земли и о аномаліяхъ силы тяжести, ведущія вглубь физики земли, въ послѣднее время находятъ превосходную поддержку въ прямыхъ измѣреніяхъ напряженія тяжести посредствомъ маятника.

При измѣреніи земли предпринимаются также самыя обширныя нивелировки. Съ ихъ помощью равнили, напримѣръ, уровни Сѣвернаго и Средиземнаго морей, причемъ оказалось, что разность ихъ высотъ не превосходить во всякомъ случаѣ одного-двухъ дециметровъ и лежитъ въ предѣлахъ нынѣшнихъ ошибокъ.

Литература ¹⁾.

Слѣдующія небольшія книги дадутъ вамъ хорошій общій обзоръ:

C. Reinhertz, Geodäsie, Leipzig 1899, Sammlung Göschen.

T. Kahle, Landesaufnahme und Generalstabskarten, Berlin 1893, Mittler und Sohn.

Подробное изложенеіе геодезіи дають:

H. Gross, Die einfacheren Operationen der praktischen Geometrie, Stuttgart 1894.

F. Zajicek, Lehrbuch der praktischen Feldmesskunst, Berlin 1882.

A. Baule, Lehrbuch der Vermessungskunde, Leipzig 1891.

F. Baur. Lehrbuch der niederen Geodäsie, 5. Auflage, Berlin 1890.

¹⁾ На русскомъ языкѣ можно рекомендовать:

В. Витковскій. Топографія. С-П-Б. 1904.

В. Витковскій. Практическая геодезія. С-П-Б. 1898.

Н. Цингеръ. Курсъ высшей геодезіи. С-П-Б. 1898.

Прим. перев.

- F. Hartner, Handbuch der niederen Geodäsie, 8. Auflage, bearbeitet von I. Wastler, Wien 1898.
- C. M. Bauernfeind, Elemente der Vermessungskunde, 4. Auflage, 2 Bände, Stuttgart 1873.
- W. Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, 4. u 5. Auflage, 3 Bände, I. Ausgleichungsrechnung, II. Feld- und Landmessung, III. Erdmessung, Stuttgart 1895—1897.
- R. Helmert, Mathematische und physikalische Theorien der höheren Geodäsie, 2 Bände, Leipzig 1880 und 1884.

Особенный интересъ для васъ представить планъ приложений геодезии въ школѣ, данный у

Degenhardt, Praktische Geometrie auf dem Gymnasium, Programmschrift des Kaiser-Friedrichs-Gymnasium zu Frankfurt a. M., 1896.

Приборы.

На первомъ мѣстѣ для школьнаго преподаванія нужно поставить:

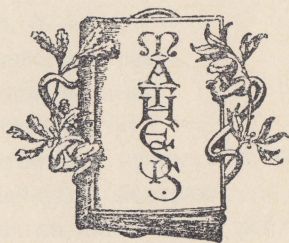
нѣсколько вѣхъ (6—12),
пару самыхъ простыхъ реекъ,
отвѣсъ, накладной уровень,
мѣрную цѣпь (или ленту),
приборъ для отбиванія прямыхъ угловъ,
мензулу и линейку съ діоптрами,
водяной уровень съ нивеллирной рейкой.

Все это можно достать за 100 марокъ, а въ крайнемъ случаѣ и за половину того.

Было бы весьма желательно присоединить сюда инструменты для измѣренія горизонтальныхъ и вертикальныхъ угловъ, а также тахиметръ и нивеллиръ съ зрительной трубой. Въ высшей степени хорошо было бы дополнить все это теодолитомъ съ кругомъ высотъ, дальномѣрными нитями и нивеллирнымъ уровнемъ, который стоитъ около 245 марокъ.

Кромѣ того нужно замѣтить, что нивеллирная рейка можетъ служить въ то же самое время и рейкой для дальномѣра.

Еще разъ рекомендовалъ бы здѣсь маленькій удобный приборъ для измѣренія высотъ. Дегенгартъ въ своей статьѣ приводитъ и болѣе дешевые приборы.



<http://mathesis.ru>



Книгоиздательство научных и
популярно-научных сочинений
из области физико-математи-
ческих наук.

Одесса, Новосельская, 66.

ЧИСТАЯ и ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

АДЛЕРЪ, А. ТЕОРИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХЪ ПОСТРОЕНИЙ.

Перев. съ нѣмецкаго подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*.
XXIV+325 стр. 8°. Съ 177 рис. 1910. Ц. 2 р. 25 к.

Это качество... дѣлаетъ книгу единственной на русскомъ языкѣ въ
данной отрасли геометріи. *Современный міръ.*

АППЕЛЬ, П. проф. и **ДОТЕВИЛЛЬ, С.** проф. КУРСЪ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. Введеніе въ изученіе физики и прикладной механики. Пер. съ фр. *И. Левинтова* подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*.

Вып. I (механика точки и геометрія массъ). XV+385 стр. 8°.
Съ 136 черт. 1912. Ц. 2 р. 50 к.

Вып. II (механика системы) печатается и выйдетъ въ свѣтъ
весною 1912 г.

Книга по содержащемуся въ ней матеріалу соотвѣтствуетъ университетскому курсу теоретической механики и представляетъ собой сокращенную переработку обширнаго трехтомнаго трактата *П. Аппеля* по теоретической механикѣ.

АРХИМЕДЪ, ГЮЙГЕНСЪ, ЛЕЖАНДРЪ, ЛАМБЕРТЪ. О КВАДРАТУРѢ КРУГА. Съ приложеніемъ исторіи вопроса, составл. проф. **Ф. Рудіо**. (*Библ. класс.*). Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *С. Бернштейна*. VIII+155 стр. 8°. Съ 21 черт. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

БОЛЬЦАНО, Б. ПАРАДОКСЫ БЕЗКОНЕЧНАГО. (*Библ. класс.*). Перев. съ нѣм. подъ ред. проф. *И. В. Слейтинскаго*. VII+120 стр. 8°. Съ 12 черт. 1911. Ц. 80 к.

БОРЕЛЬ, Э. проф. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ МАТЕМАТИКА. Въ обработкѣ проф. *В. Штёккеля*. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ дополненіями прив.-доц. *В. Ф. Кагана*.

Ч. I. Ариѳметика и Алгебра. LXIV+334 стр. 8°. 1911. Ц. 3 р.

Ч. II. Геометрія. VIII+332 стр. 8°. Съ 403 черт. 1912. Ц. 2 р.

WEBER H., проф. и **WELLSTEIN J.**, проф. ЭНЦИКЛОПЕДИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ. Руководство для преподающих и изучающих элементарную математику. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *В. Кагана*.

Томъ I. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ АЛГЕБРА и АНАЛИЗЪ, * обраб. проф. *Веберомъ*. XXIV+666 стр. 8^о. Съ 38 черт 2-е изд. 1911 г. Ц. 4 р.

Вы все время видите передъ собой мастера своего дѣла, который съ любовью показываетъ великія творенія человѣческой мысли, извѣстные ему до тончайшихъ подробностей. *Педагогическій Сборникъ*.

Томъ II. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ГЕОМЕТРИЯ, составленная *Веберомъ*, *Вельштейномъ* и *Якобсталемъ*.

Книга I. ОСНОВАНІЯ ГЕОМЕТРИИ. * Состав. *I. Вельштейнъ*. XII+362 стр., больш. 8^о. Съ 142 черт. и 5 рис. 1909. Ц. 3 р.

Особый интересъ представляетъ въ книгѣ г. Вельштейна своеобразное изложеніе не-евклидовой геометріи, а также изложеніе проективной геометріи. *Жур. Мин. Н. Пр.*

Книга II и III. ТРИГОНОМЕТРИЯ, АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ и СТЕРЕОМЕТРИЯ. Составили *Г. Веберъ* и *В. Якобсталь*. VIII+321 стр. больш. 8^о. Съ 109 черт. 1910. Ц. 2 р. 50 к.

ГЕЙБЕРГЪ, I. проф. НОВОЕ СОЧИНЕНІЕ АРХИМЕДА*. Посланіе Архимеда къ Эратосѣену о нѣкоторыхъ вопросахъ механики. (*Библ. класс.*). Перев. съ нѣм. подъ ред. и съ предисл. прив.-доц. *И. Ю. Тимченко*. XV+27 стр. 8^о. Съ 15 рис. 1909. Ц. 40 к.

Математикамъ... будетъ весьма интересно познакомиться съ новой драгоцѣнной научной находкой... *Образованіе*.

ДЕДЕКИНДЪ, Р. проф. НЕПРЕРЫВНОСТЬ и ИРРАЦИОНАЛЬНЫЯ ЧИСЛА. * (*Библ. класс.*). Пер. съ нѣм. прив.-доц. *С. О. Шапуновскаго*, съ присоед. его статьи: „Доказательство существованія трансцендентныхъ чиселъ“. 2-е изд. 40 стр. 8^о 1909. Ц. 40 к.

Небольшой по объему, но, такъ сказать, законодательный по содержанию трудъ.. *Русская Школа*.

ДЗЮБЕКЪ, О. проф. КУРСЪ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ примѣч. проф. *СПБ.* высш. женск. курсовъ *Веры Шиффъ*.

Часть I. Аналитическая геометрія на плоскости. 390 стр. 8^о. Съ 87 черт. 1912. Ц. 2 р. 50 к.

Часть II. Аналитическая геометрія въ пространствѣ. Печатается.

* Изданія, отмѣченные звѣздочкой, признаны Учен. Ком. Мин. Нар. Просв. подлежащими введенію въ списокъ книгъ, заслуживающихъ вниманія при пополненіи учен. библиотекъ средн. учебн. заведеній.

КАГАНЪ, В. прив.-доц. ЗАДАЧА ОБОСНОВАНИЯ ГЕОМЕТРИИ ВЪ СОВРЕМЕННОЙ ПОСТАНОВКѢ. Рѣчь, произнесенная при защитѣ диссертациі на степень магистра чистой математики. 35 стр. 8°. 11 черт. 1908. Ц. 35 к.

КАГАНЪ, В. прив.-доц. ЧТО ТАКОЕ АЛГЕБРА? * 72 стр. 16°. 1910. Ц. 40 к.

Книжка написана яснымъ простымъ языкомъ и, несомнѣнно, вызоветъ къ себѣ интересъ. *Русская Мысль.*

КЛЕЙНЪ, Ф. проф. ВОПРОСЫ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ и ВЫСШЕЙ МАТЕМАТИКИ. Лекціи, читанныя для учителей. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ дополн. прив.-доц. *В. Ф. Кагана* VIII+480 стр. 8°. 1912. Ц. 3 р.

КОВАЛЕВСКІЙ, Г. проф. ВВЕДЕНИЕ ВЪ ИСЧИСЛЕНИЕ БЕЗКОНЕЧНО-МАЛЫХЪ. * Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*. VIII+140 стр. 8°. Съ 18 черт. 1909. Ц. 1 р.

Книга проф. Ковалевскаго, несомнѣнно, прекрасное введение въ высшій анализъ. *Русская Школа.*

КОВАЛЕВСКІЙ, Г. проф. ОСНОВЫ ДИФФЕРЕНЦІАЛЬНАГО и ИНТЕГРАЛЬНАГО ИСЧИСЛЕНІЙ. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*. VIII+496 стр. 8°. 1911. Ц. 3 р. 50 к.

Курсъ профессора бонскаго университета, несомнѣнно, является однимъ изъ лучшихъ по ясности и чрезвычайной строгости обоснованія одного изъ могущественныхъ методовъ современнаго анализа. *Совр. Міръ.*

КУТЮРА, Л. АЛГЕБРА ЛОГИКИ. Пер. съ фр. съ прибавленіями проф. *И. Слешинскаго*. IV+107+XIII стр. 8°. 1909. Ц. 90 к.

КЭДЖОРИ, Ф. проф. ИСТОРИЯ ЭЛЕМЕНТАРНОЙ МАТЕМАТИКИ (съ указаніями на методы преподаванія) *. Пер. съ англ. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *И. Ю. Тимченко*. VIII+368 стр. 8°. Съ рис. 1910. Ц. 2 р. 50 к.

Книга читается съ большимъ интересомъ и весьма полезна... Мы настоятельно рекомендуемъ „Исторію элем. мат.“ Кеджори. *Вѣсти. Восп.*

МАРКОВЪ, А. акад. ИСЧИСЛЕНИЕ КОНЕЧНЫХЪ РАЗНОСТЕЙ. Въ 2 частяхъ. Изданіе 2-е, исправленное и дополненное. VIII+274 стр. 8°. 1911. Ц. 2 р. 25 к.

НЕТТО, Е. проф. НАЧАЛА ТЕОРИИ ОПРЕДѢЛИТЕЛЕЙ. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*. VIII+156 стр. 8°. 1912. Ц. 1 р. 20 к.

ПУАНКАРЕ, Г. проф. НАУКА и МЕТОДЪ. Пер. съ франц. *И. Брусиловскаго* подъ ред. прив.-доц. *В. Кагана*. VIII+384 стр. 16°. 1910. Ц. 1 р. 50 к.

... книгу Пуанкаре можно рекомендовать особому вниманію преподавателей математики и естествознанія. *Вѣстникъ Воспитанія.*

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО „МАТЕЗИСЪ“.

РОУ, С. ГЕОМЕТРИЧЕСКІЯ УПРАЖНЕНІЯ СЪ КУСКОМЪ БУМАГИ. Пер. съ англ. XVI+173 стр. 16^о. Съ 87 рис. 1910. Ц. 90 к.

Производитъ впечатлѣніе гармоничнаго цѣлаго и читается съ большимъ интересомъ.
Русская Школа.

РУССКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИБЛИОГРАФІЯ. Вып. I. Списокъ сочин. по чистой и прикл. математикѣ, напечат. въ Россіи въ 1908 г. Подъ ред. проф. *Д. М. Синцова.* 76 стр. 8^о. 1911. Ц. 60 к.

ЦИММЕРМАНЪ, Б. проф. **ОБЪЕМЪ ШАРА, ШАРОВОГО СЕГМЕНТА и ШАРОВОГО СЛОЯ.** 34 стр. 16^о. Съ 6 черт. 1908. Ц. 25 к.

Распространеніе подобнаго рода элементарныхъ монографій среди учащихся весьма желательно.
Русская Школа.

ШУБЕРТЪ, Г. проф. **МАТЕМАТИЧЕСКІЯ РАЗВЛЕЧЕНІЯ и ИГРЫ.** Пер. съ нѣм. *И. Левинтова,* подъ ред. съ прим. и доб. *В. О. Ф. и Эл. Мат.* * XIV+358 стр. 16^о. Со мног. табл. 1911. Ц. 1 р. 40 к.

Ф И З И К А

АБРАГАМЪ, Г. проф. **СБОРНИКЪ ЭЛЕМЕНТАРНЫХЪ ОПЫТОВЪ ПО ФИЗИКѢ.** * Пер. съ франц. подъ ред. проф. *Б. П. Вейнберга.*

Часть I: XVI+272 стр. 8^о. Свыше 300 рис. *2-е изд.* 1909. Ц. 1 р. 50 к.

Систематически составленный сводъ наиболѣе удачныхъ, типичныхъ и поучительныхъ опытовъ *Вѣстникъ и Библиотека Самообразованія.*

Часть II: 434+LXXV стр. 8^о. Свыше 400 рис. *2-е изд.* 1910 г. Ц. 2 р. 75 к.

Мы надѣемся, что разбираемый трудъ станетъ настольной книгой каждой физической лаборатории въ Россіи.
Русская Мысль.

АУЭРБАХЪ, Ф. проф. **ЦАРИЦА МІРА и ЕЯ ТѢНЬ.** * Общедоступное изложеніе основаній ученія объ энергіи и энтропії. Пер. съ нѣм. VIII+50 стр. 8^о. *5-е изданіе* 1911. Ц. 40 к.

Слѣдуетъ признать брошюру Ауэрбаха чрезвычайно интересной
Ж. М. Н. Пр.

БРАУНЪ, Ф. проф. **МОИ РАБОТЫ ПО БЕЗПРОВОЛОЧНОЙ ТЕЛЕГРАФІИ и ПО ЭЛЕКТРООПТИКѢ.** Рѣчь, произн. по случаю полученія Нобелевской преміи, съ дополн. автора. Пер. съ рукописи *Л. Мандельштама* и *Н. Папалекси,* со вступит. статьей переводчик. XIV+92 стр. 16^о. Съ 25 рис. и портр. авт. 1911. Ц. 70 к.

БРУНИ, К. проф. **ТВЕРДЫЕ РАСТВОРЫ *** Пер. съ итал. подъ ред. *„Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.“* 37 стр. 16^о. 1909. Ц. 25 к.

ВЕТГЭМЪ, В. проф. СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ ФИЗИКИ *. Пер. съ англ. подъ ред. проф. *Б. П. Вейнберга* и прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. Съ Прилож. рѣчи *А. Бальфура*. НѢСКОЛЬКО МЫСЛЕЙ О НОВОЙ ТЕОРИИ ВЕЩЕСТВА. VIII+277 стр. 8°. Съ 5 порт. и 39 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 2 р.

...рисуетъ читателю дѣйствительно захватывающую картину грандіозныхъ завоеваній человѣческаго гения. *Современный Миръ.*

ВЕЙНБЕРГЪ, Б. П. проф. СНѢГЪ, ИНЕЙ, ГРАДЪ, ЛЕДЪ и ЛЕДНИКИ *. IV+127 стр. 8°. Съ 137 рис. и 2 фототип. табл. 1909. Ц. 1 р.

„Mathesis“ можетъ гордиться этимъ изданіемъ. *Ж. М. Н. Пр.*

ВИНЕРЪ, О. проф. О ЦВѢТНОЙ ФОТОГРАФІИ и РОДСТВЕННЫХЪ ЕЙ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫХЪ ВОПРОСАХЪ *. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Н. П. Кастерина*. VI+69 стр. 8°. Съ 3 цвѣт. табл. 1911. Ц. 60 к.

ГЕРНЕТЪ, В. А. ОБЪ ЕДИНСТВѢ ВЕЩЕСТВА. 46 стр. 16°. Ц. 25 к.

ЗЕЕМАНЪ, П. проф. ПРОИСХОЖДЕНІЕ ЦВѢТОВЪ СПЕКТРА. Съ прил. статьи *В. Ритца* „Линейные спектры и строеніе атомовъ“. Пер. съ нѣм. 50 стр. 16°. Ц. 30 к.

КАЙЗЕРЪ, Г. проф. РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ. * Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣст. Оп. Ф. и Эл. М.*“ 45 стр. 16°. 1910. Ц. 25 к.

Одинъ изъ лучшихъ обзоровъ... Онъ содержитъ, въ сжатомъ видѣ, исторію открытія спектральнаго анализа и дальнѣйшаго ея развитія до нашихъ дней. *Журн. Мин. Н. Пр.*

КЛОСОВСКИЙ, А. проф. ОСНОВЫ МЕТЕОРОЛОГИИ. * XVI+527 стр. больш. 8°. Съ 199 рис., 2 цвѣтн. и 3 черн. табл. 1910. Ц. 4 р.

Честь и слава „Mathesis“ за изданіе этой прекрасной книги, которую можетъ гордиться русская наука. *Ж. М. Н. Пр.*

КЛОССОВСКИЙ, А. проф. ФИЗИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ НА ОСНОВАНІИ СОВРЕМЕННЫХЪ ВОЗЗРѢНІЙ. * 46 стр. 8°. 2-е изданіе, испр. и дополн. 1908. Ц. 40 к.

Рѣдко можно встрѣтить изложеніе, въ которомъ въ такой степени соединялась бы высокая научная эрудиція съ картинностью и увлекательностью рѣчи. *Педагогическій Сборникъ.*

КОНЪ, Э. проф. и **ПУАНКАРЕ Г.**, акад. ПРОСТРАНСТВО и ВРЕМЯ СЪ ТОЧКИ ЗРѢНІЯ ФИЗИКИ. Пер. подъ ред. „*Вѣстн. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“. 81 стр. 16°. Съ 11 рис. 1912. Ц. 40 к.

ЛАКУРЪ П. и АППЕЛЬ Я. ИСТОРИЧЕСКАЯ ФИЗИКА. *
Пер. съ нѣм. подъ ред. *Вьстн. Оп. Физики и Эл. Мат.*. Въ
2-хъ томахъ больш. формата 892 стр. Съ 799 рисун. и 6 отд.
цвѣтн. табл. 1908. Ц. 7 р. 50 к.

Нельзя не привѣтствовать этого интереснаго изданія... Книга чи-
тается легко; содержитъ весьма удачно подобранный матеріалъ и обильно
снабжена хорошо выполненными рисунками. Переводъ никакихъ замѣчаній
не вызываетъ. *Ж. М. Н. Пр.*

ЛЕМАНЪ, О. проф. ЖИДКІЕ КРИСТАЛЛЫ и ТЕОРИИ ЖИЗНИ.
Пер. съ нѣм. *П. В. Казанецкаго*. VIII+43 стр. 8°. Съ 30 рис. 1908.
Ц. 40 к.

... весьма кстати является краткая сводка главныхъ фактовъ, съ-
ланная проф. Леманомъ. *Педагогическій Сборникъ.*

ЛИНДЕМАНЪ, Ф. проф. СПЕКТРЪ и ФОРМА АТОМОВЪ.
Рѣчь ректора Мюнхенскаго универс. 23 стр. 16°. 2-е изд. Ц. 15 к.

ЛОДЖЪ, О. проф. МИРОВОЙ ЭѦИРЪ. Пер. съ англ. подъ
ред. прив.-доц. *Д. Д. Хмырова*. VI+216 стр. 16°. Съ 19 рис. 1911.
Ц. 80 к.

ЛОРЕНЦЪ, Г. проф. КУРСЪ ФИЗИКИ. * Пер. съ нѣм. подъ
ред. проф. *Н. П. Кастерина*. Съ добавленіями автора къ русскому
изданію.

Т. I. VIII+356 стр. бол. 8°. Съ 236 рис. 2-изд. 1912. Ц. 2 р. 75 к.

Т. II VIII+466 стр. больш. 8°. Съ 257 рис. 1910. Ц. 3 р. 75 к.

Съ появленіемъ этого перевода русская литература обогатилась
превосходнымъ курсомъ физики. *Ж. М. Н. Пр.*

МАЙКЕЛЬСОНЪ, А. проф. СВѢТОВЫЯ ВОЛНЫ и ИХЪ
ПРИМѢНЕНІЯ. Перевела съ англ. *В. О. Хвольсонъ* подъ ред. за-
служ. проф. *О. Д. Хвольсона* съ дополн. статьями и примѣч. ре-
дактора. VIII+192 стр. Съ 108 рис. и 3 цвѣтн. табл. 1912. Ц. 1 р. 50 к.

МОРЕНЪ, Ш. ФИЗИЧЕСКІЯ СОСТОЯНІЯ ВЕЩЕСТВА. Пер.
съ франц. подъ ред. проф. *Л. В. Писаржевскаго*. VIII+224 стр.
8°. Съ 21 рис. 1912. Ц. 1 р. 40 к.

ПЕРРИ, ДЖ. проф. ВРАЩАЮЩИЙСЯ ВОЛЧОКЪ. * Публ.
лекція. Съ добавл. статьи проф. *Б. Доната*. „Волчокъ и его бу-
дущее въ технику“. Пер. съ англ. и фр. VIII+116 стр. 8°. Съ 73
рис. 3-е изданіе. 1912. Ц. 60 к.

Книжка, воочію показывающая, какъ люди истиннаго знанія, не
цеховой только науки, умѣютъ распоряжаться научнымъ матеріаломъ при
ея популяризаци. *Русская Школа.*

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО „МАТЕЗИСЪ“.

ПЛАНКЪ, М. проф. ОТНОШЕНИЕ НОВѢЙШЕЙ ФИЗИКИ КЪ МЕХАНИСТИЧЕСКОМУ МИРОВОЗРѢНІЮ. Пер. съ нѣм. *Г. Левинтова*, подъ ред. „*Вѣст. Оп. Ф. и Эл. М.*“ 42 стр. 16⁰. 1911. Ц. 25 к.

РАМЗАЙ, В. проф. БЛАГОРОДНЫЕ и РАДИОАКТИВНЫЕ ГАЗЫ. Пер. подъ ред. „*Вѣстн. О. Ф. и Э. М.*“ 37 стр. 16⁰. Съ 16 рис. 1909. Ц. 25 к.

РИГИ, А. проф. СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРІЯ ФИЗИЧЕСКИХЪ ЯВЛЕНІЙ. * (Іоны, электроны, радиоактивность). Пер. съ 3 итальян. изданія. VIII+145 стр. 8⁰. Съ 21 рис. 1910. 2-е изд. Ц. 90 к.

Книгу Риги можно смѣло рекомендовать образованному человѣку, какъ лучшее имѣющееся у насъ изложеніе новѣйшихъ взглядовъ на обширную область физическихъ явленій.

Педагогическій Сборникъ.

РИГИ, А. проф. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРИРОДА МАТЕРІИ. * Естутительная лекція. Пер. съ итальян. подъ ред. „*Вѣст. Оп. Ф. и Эл. Мат.*“ 28 стр. 8⁰. 2-е изд. 1911. Ц. 30 к.

Эта прекрасная рѣчь обладаетъ всѣми преимуществами многочисленныхъ популярныхъ сочиненій знаменитаго профессора Болоньскаго университета.

Ж. М. Н. Пр.

СЛАБИ, А. проф. БЕЗПРОВОЛОЧНЫЙ ТЕЛЕФОНЪ. Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣст. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ 28 стр. 8⁰. Съ 23 рис. 1909. Ц. 30 к.

СЛАБИ, А. проф. РЕЗОНАНСЪ и ЗАТУХАНІЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХЪ ВОЛНЪ. Пер. съ нѣм. подъ ред. „*Вѣст. Оп. Физ. и Эл. Мат.*“ 41 стр. 8⁰. Съ 36 рис. Ц. 40 к.

Обѣ брошюры принадлежатъ перу большого знатока предмета и выдающагося самостоятельнаго работника въ области практическаго при-
мѣненія электрическихъ волнъ.

Педагогическій Сборникъ.

СОДДИ, Ф. проф. РАДІЙ и ЕГО РАЗГАДКА. * Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. *Д. Хмырова*. VII+190 стр. 8⁰. Съ 31 рис. 1910. Ц. 1 р. 25 к.

... авторъ въ увлекательномъ изложеніи вводитъ читателя въ необыкновенно заманчивую область...

Педагогическій Сборникъ.

ТОМСОНЪ Дж. Дж. проф. КОРПУСКУЛЯРНАЯ ТЕОРІЯ ВЕЩЕСТВА. Пер. съ англ. *Г. Левинтова*, подъ ред. „*Вѣст. О. Ф. и Э. М.*“ VIII+162 стр. 8⁰. Съ 29 рис. 1910. Ц. 1 р. 20 к.

ТОМПСОНЪ, СИЛЬВАНУСЪ, проф. ДОБЫВАНІЕ СВѢТА * Общедост. лекція для рабочихъ, прочит. на собраніи Брит. Ассоціаціи 1906. Пер. съ англ. VIII+88 стр. 16⁰. Съ 28 рис. 1909. Ц. 50 к.

Въ этой весьма интересно составленной рѣчи собранъ богатый матеріалъ по вопросу добыванія свѣта.

Ж. М. Н. Пр.

КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВО „МАТЕЗИСЪ“.

УСПѢХИ ФИЗИКИ. Сборникъ статей подъ ред. „Вѣстника Опытной Физики и Элементарной Математики“.

Выпускъ I. * VIII+148 стр. 8°. Съ 41 рис. и 2 табл. изд. 3-е. 1909. Ц. 75 к.

Изячно изданный и недорогой сборникъ прочтется каждымъ интересующимся съ большимъ интересомъ, *Вѣстникъ Знанія.*

Выпускъ II. IV+204 стр. съ 50 рис. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

Х И М И Я.

МАМЛОКЪ, Л. д-ръ. СТЕРЕОХИМИЯ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. П. Г. Меликова. VIII+164 стр. 8°. Съ 58 рис. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

РАМЗАЙ, В. проф. ВВЕДЕНИЕ ВЪ ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ. Пер. съ англ. подъ ред. проф. П. Г. Меликова. VIII+76 стр 16°. 1910. Ц. 40 к.

Главный интересъ обзора конечно въ томъ, что онъ сдѣланъ крупнымъ самостоятельнымъ изслѣдователемъ въ этой области. *Педагог. Сборн.*

СМИТЬ, А. проф. ВВЕДЕНИЕ ВЪ НЕОРГАНИЧЕСКУЮ ХИМИЮ. Пер. англ. подъ ред. П. Г. Меликова. XVI+840 стр. 8°. Съ 107 рис. 1911. Ц. 3 р. 50 к.

Такіе первоклассные ученые, какъ Лёбъ, Оствальдъ и др. признали что „Введение въ неорганическую химию“ Смита обогащаетъ учебную литературу и въ ряду многочисленныхъ руководствъ по химіи должно занять особое, значительное мѣсто. *Речь.*

ШЕЙДЪ, К. ХИМИЧЕСКІЕ ОПЫТЫ ДЛЯ ЮНОШЕСТВА. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. Е. С. Ельчанинова. IV+192 стр. 8°. Съ 79 рис. 1907. Ц. 1 р. 20 к.

ШТОКЪ, А. проф. и ШТЕЛЛЕРЪ, прив.-доц. ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО КОЛИЧЕСТВЕННОМУ АНАЛИЗУ. Пер. съ нѣм. лабор. Новор. Унив. А. И. Коншина подъ ред. проф. П. Г. Меликова. Пер. съ нѣм. VIII+172 стр. 8°. Съ 37 рис. 1911. Ц. 1 р. 20 к.

А С Т Р О Н О М И Я.

АРРЕНИУСЪ, Св. проф. ОБРАЗОВАНИЕ МИРОВЪ *. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. К. Д. Покровскаго. VIII+200 стр. 8°. Съ 60 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 1 р. 75 к.

Книга чрезвычайно интересна и богата содержаніемъ. *Педагог. Сборн.*

АРРЕНИУСЪ, Св. проф. ФИЗИКА НЕБА *. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. VIII+250 стр. 8° Съ 68 рис. Черн. и спектр. таблицы. 1905. Изданіе распродано.

Научность содержанія, ясность и простота изложенія и превосходный переводъ соперничаютъ другъ съ другомъ *Русская Мысль.*

БОЛЛЪ, Р. С. проф. ВѢКА и ПРИЛИВЫ. Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. 104 стр. 8°. Съ 4 рис. и 1 табл. Ц. 75 к.

.....настоящее изданіе „Mathesis“ слѣдуетъ привѣтствовать наравнѣ съ прочими, какъ почтенный, заслуживающій распространенія и серьезнаго вниманія, вкладъ въ русскую науку. *Русская Школа.*

ВИХЕРТЪ, Э. проф. ВВЕДЕНІЕ ВЪ ГЕОДЕЗИЮ *. Пер. съ нѣм. IV+95 стр. 16°. Съ 14 рис. 2-е изд. 1912. Ц. 35 к.

Излагаетъ основы низшей геодезіи, имѣя въ виду пользованіе ею въ школахъ въ качествѣ практическаго пособія.... Изложеніе очень сжато, но полно и послѣдовательно. *Вопросы Физики.*

ГРАФФЪ, К. КОМЕТА ГАЛЛЕЯ *. Пер. съ нѣм. VIII+71 стр. 16°. Съ 13 рис. и 2 отд. табл. Изд. второе испр. и доп. 1910. Ц. 30 к.

Брошюра Граффа хорошо выполняетъ свое назначеніе. *Педаг. Сбор.*

ГАЛЕЕВА КОМЕТА ВЪ 1910 ГОДУ. *Общедоступное изданіе.* Содержаніе: О вселенной—О кометахъ—О кометѣ Галлея. 32 стр. 8°. Съ 12 иллюстраціями. 1910. Ц. 12 к.

ЛОВЕЛЛЪ, П. проф. МАРСЪ и ЖИЗНЬ НА НЕМЪ. Пер. съ англ. подъ ред. и съ предисл. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. XXI+272 стр. 8°. Со многими рис. и 1 цвѣтн. табл. 1912. Ц. 2 р.

НЬЮКОМЪ, С. проф. АСТРОНОМІЯ ДЛЯ ВСѢХЪ *. Пер. съ англ. подъ ред. и съ предисл. прив.-доц. *А. Р. Орбинскаго*. XX+288 стр. 8°. Съ порт. автора, 64 рис. и 1 табл. 2-е изд. 1911. Ц. 1 р. 50 к.

Вполнѣ научно, и совершенно доступно, и изящно написанная книга... переведена и издана очень хорошо. *Вѣстникъ Воспитател.*

НЬЮКОМЪ, С. проф. ТЕОРІЯ ДВИЖЕНІЯ ЛУНЫ. (Исторія и современное состояніе этого вопроса). 26 стр. 16°. Ц. 20 к.

ФУРНЬЕ ДАЛЬБЪ. ДВА НОВЫХЪ МІРА. 1. Инфра міръ. 2. Супра-міръ. Пер. съ англ. VIII+119 стр. 8°. Съ 1 рис. и 1 табл. 1911. Ц. 80 к.

БІОЛОГІЯ

ВЕРИГО, Б. проф. ЕДИНСТВО ЖИЗНЕННЫХЪ ЯВЛЕНІЙ. (*Основы общей біологіи. I.*) VIII+276 стр. Съ 81 рис. 1912. Ц. 2 р.

ЛЁБЪ, Ж. проф. ДИНАМИКА ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *В. В. Завьялова*. VIII+352 стр. 8°. Съ 64 рис. 1910. Ц. 2 р. 50 к.

Классическая книга Лёба, отъ чтенія которой трудно оторваться, устанавливаетъ вѣхи достигнутаго въ познаніи динамики живого вещества.
Русское Богатство.

УШИНСКИЙ, Н. проф. ЛЕКЦИИ ПО БАКТЕРІОЛОГИИ VIII+135 стр. 8°. Съ 34 черн и цвѣтн. рис. на отдѣльн. табл. 1908. Ц. 1 р. 50 к.

V A R I A.

ГАМПСОМЪ-ШЕФЕРЪ. ПАРАДОКСЫ ПРИРОДЫ. *. Книга для юношества, объясняющая явленія, которыя находятся въ противорѣчій съ повседневымъ опытомъ. Пер. съ нѣм VIII+193 стр. 8°. Съ 67 рис. Ц. 1 р. 20 к.

Материалъ подобранъ интересный.

Журн. М. Н. Пр.

ГАССЕРТЪ, К. проф. ИЗСЛѢДОВАНИЕ ПОЛЯРНЫХЪ СТРАНЪ. Исторія путешествій къ сѣверному и южному полюсамъ съ древнѣйшихъ временъ до настоящаго времени. Пер. съ нѣм. подъ ред. и съ дополн. проф. *Г. И. Танфильева*. XII+216 стр. 8°. Съ двумя цвѣтн. картами. 1912. Ц. 1 р. 50 к.

ГРОТЪ, П. проф. ВВЕДЕНИЕ ВЪ ХИМИЧЕСКУЮ КРИСТАЛЛОГРАФИЮ. Пер. съ нѣм. *Л. Левинтова* подъ ред. проф. *М. Д. Сидоренко*. VIII+112 стр. 8°. Съ 6 черт. 1912. Ц. 80 к.

НИМФЮРЪ, Р. ВОЗДУХОПЛАВАНІЕ. * Научныя основы и техническое развитіе. Пер. съ нѣм. VIII+161 стр. 8°. Съ 52 рис. 1910. Ц. 90 к.

Въ книгѣ собранъ весьма обширный описательный матеріалъ.

Ж. М. Н. Пр.

СНАЙДЕРЪ, К. проф. КАРТИНА МІРА ВЪ СВѢТѢ СОВРЕМЕННАГО ЕСТЕСТВОЗНАНІЯ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *В. В. Завьялова*. VIII+193 стр. 8°. Съ 16 отд. порт. 1909. Ц. 1 р. 50 к.

Книга касается интереснѣйшихъ вопросовъ о природѣ. *Пед. Сборн.*

ТРОМГОЛЬТЪ, С. ИГРЫ СО СПИЧКАМИ. Задачи и развлеченія. Пер. съ нѣм. 146 стр. 16°. Свыше 250 рис. и черт. 2-е изд. 1912. Ц. 50 к.

ШМИДЪ, Б. проф. ФИЛОСОФСКАЯ ХРЕСТОМАТІЯ. Пер. съ нѣм. *Ю. А. Говснѣва*, подъ ред. и съ пред. проф. *Н. Н. Ланге*. VIII+172 стр. 8°. 1907. Ц. 1 р.

...Для человѣка, занятаго самообразованіемъ и немного знакомаго съ философіей и наукой, она (книга) даетъ разнообразный и интересный матеріалъ.

Вопросы философіи и психологіи.

Имѣются на складѣ:

МУЛЬТОНЪ, Ф., проф. ЭВОЛЮЦИЯ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ. Пер. съ англійск. IV+82 стр. 16°. Съ 12 рис. 1908. Ц. 50 к

Изложеніе гипотезы образованія солнечной системы изъ спиральной туманности съ попутной критикой космогонической теории Лапласа.

ВИЛЬТЦЪ, Г. и В. УПРАЖНЕНІЯ ПО НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ. Пер. съ нѣм. *А. С. Комаровскаго*, съ предисл. проф. *И. В. Писаржевскаго*. XVI+272 стр. 8°. Съ 24 рис. Ц. 1 р. 60 к.

Печатаются и готовятся къ печати:

АППЕЛЬ П. и ДОТЕВИЛЛЬ С. КУРСЪ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ. *Второй выпускъ* (механика точки и геометрія массъ). Пер. подъ ред. и съ прим. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*.

БАХМАНЪ, проф. ОСНОВЫ НОВѢЙШЕЙ ТЕОРИИ ЧИСЕЛЪ. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *С. О. Шатуновскаго*.

АНДУАЙЕ, проф. КУРСЪ АСТРОНОМИИ. Пер. съ франц.

ДЗЮБЕКЪ, проф. КУРСЪ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ГЕОМЕТРИИ. *Часть 2-я.* Аналитическая геометрія въ пространствѣ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *С.-П.-Б. высш. жен. курсовъ В. Г. Шиффъ*.

КЛАРКЪ, А. ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ XIX СТОЛѢТІЯ. Пер. съ англ. подъ ред. прив.-доц. *С.-П.-Б. универ. В. Серафимова*.

ВЕРИГО, Б. Ф. проф. ОСНОВЫ ОБЩЕЙ БІОЛОГИИ. II. „Біологія клѣтки и ея значеніе для общей біологіи“

ЛАГРАНЖЪ, Ж. ДОПОЛНЕНИЕ КЪ „ЭЛЕМЕНТАМЪ АЛГЕБРЫ“ ЭЙЛЕРА. Неопредѣленный анализъ. Пер. съ франц. подъ ред. прив.-доц. *С. Шатуновскаго*.

ЧЕЗАРО, Э. проф. ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ УЧЕБНИКЪ АЛГЕБРИЧЕСКАГО АНАЛИЗА и ИСЧИСЛЕНІЯ БЕЗКОНЕЧНОМАЛЫХЪ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *С.-П.-Б. унив. К. Поссе*.

МИ, Г. проф. КУРСЪ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА и МАГНЕТИЗМА. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *О. Д. Хвольсона*.

ЛАДЕНБУРГЪ, А. проф. ЛЕКЦІИ ПО ИСТОРИИ ХИМИИ ОТЪ ЛАВУАЗЬЕ ДО НАШИХЪ ДНЕЙ. Пер. съ нѣм. подъ ред. прив.-доц. *Е. С. Ельчанинова*.

ЦЕНТНЕРШВЕРЪ, М. ОЧЕРКИ ИСТОРИИ ХИМИИ.

МОРГАНЪ, проф. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ. Пер. съ нѣм.

ШУЛЬЦЕ, д-ръ ВЕЛИКІЕ ФИЗИКИ и ИХЪ ТВОРЕНІЯ. Пер. съ нѣмецкаго.

УСПѢХИ ХИМИИ. СБОРНИКЪ СТАТЕЙ. Вып. I.

УСПѢХИ БІОЛОГИИ. СБОРНИКЪ СТАТЕЙ. Вып. I. Подъ ред. проф. *В. В. Завьялова.*

ДАНЕМАНЪ, проф. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНІЯ. Пер. съ нѣм.

ШТОЛЬЦЪ и ГНЕЙНЕРЪ. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ АРИѦМЕТИКА. Пер. съ нѣм.

КОЛЬРАУШЪ, Ф. проф. КРАТКОЕ РУКОВОДСТВО КЪ ПРАКТИЧЕСКИМЪ ЗАНЯТІЯМЪ ПО ФИЗИКѢ. Пер. съ нѣм. подъ ред. проф. *Н. П. Кастерина.*

ФИЛИППОВЪ, А. ЧЕТЫРЕ АРИѦМЕТИЧЕСКІЯ ДѢЙСТВІЯ.

ЩУКАРЕВЪ, А. проф. ПРОБЛЕМЫ ТЕОРИИ ПОЗНАНІЯ ВЪ ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВОЗНАНІЯ.

РУССКАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ БИБЛИОГРАФІЯ. Вып. II. За 1909 годъ. Подъ ред. проф. *Д. М. Синцова.*

САКСЛЬ и РУДИНГЕРЪ. БІОЛОГІЯ ЧЕЛОВѢКА. Пер. съ нѣм.

КОРБИНЪ. УСПѢХИ ТЕХНИКИ. Пер. съ англійскаго.

Подробный каталогъ изданій высылается по требованію бесплатно.

Выписывающіе изъ главнаго склада „МАТЕЗИСЪ“ (Одесса, Новосельская, 66) на сумму 5 руб. и болѣе за пересылку не платятъ.



4/6
<http://mathesis.ru>

Ц. 35 к.