

В. Ларионов

**Учебное пособие по предмету
низшей геодезии**

Отдел 2

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 93
ББК 63.3
В11

В. Ларионов
В11 Учебное пособие по предмету низшей геодезии: Отдел 2 / В. Ларионов – М.:
Книга по Требованию, 2012. – 208 с.

ISBN 978-5-458-14694-4

Учебное пособие по предмету низшей геодезии. Составленный, для воспитанников межевых учебных заведений, преподавателем геодезии в константиновском межевом институте.

ISBN 978-5-458-14694-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2012

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2012

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ОТДѢЛЪ II.

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЕМКА.

ГЛАВА XVIII.

§ 98. Предварительныя понятія.

Топографическая съемка имѣетъ цѣлю, кромѣ горизонтальнаго очертанія контуръ мѣстности, выражать на планахъ характеръ мѣстности, т. е. всѣ неровности снимаемой части твердой поверхности земнаго шара. Но такъ какъ этого можно достигнуть только черезъ опредѣленіе относительныхъ высотъ разныхъ точекъ снимаемой поверхности, то поэтому и рассмотримъ какими способами можно дѣлать таковыя опредѣленія.

Относительными высотами точекъ земной поверхности принято называть разность разстояній этихъ точекъ отъ центра земли.

Опредѣленіе относительныхъ высотъ точекъ можетъ быть произведено: или помощію особыхъ способовъ, называемыхъ нивелированіемъ, или помощію мензулы и кипрегеля; но прежде, нежели приступимъ къ изложенію пріемовъ для опредѣленія высотъ этихъ точекъ, рассмотримъ слѣдующее:

Пусть (чер. 252) А и В будутъ данныя точки земной поверхности, чрезъ которыя проведены сферы, имѣющія центръ въ центрѣ земли, т. е. въ точкѣ М, тогда всѣ точки лежащія на одной и той же сферѣ, называются точками одного уровня. Если чрезъ точки А, В и М вообразить плоскость, то сферы, пересѣкая эту плоскость, изобразятъ на ней дуги большихъ круговъ, которыя называются ~~линіями~~ ~~линіями~~ уровнями одного уровня.

Изъ чертежа видимъ, что линія AD, т. е. часть земнаго радіуса, измѣряетъ разстояніе между уровнями точекъ A и B; слѣдовательно длина AD равная BF выразитъ разность радіусовъ проведенныхъ въ данныя точки и стало быть она будетъ выражать вертикальную (или относительную) высоту точки A надъ B. И такъ цѣль нивелированія состоитъ въ опредѣленіи величины линіи BF, или въ опредѣленіи разности уровней данныхъ точекъ.

Для опредѣленія разности уровней данныхъ точекъ, помощію нивелированія имѣются три способа и потому нивелированіе подраздѣляютъ на слѣдующіе три отдѣла.

1) Нивелированіе топографическое.

Оно состоитъ въ томъ, что разность уровней данныхъ точекъ, или линія BF измѣряется непосредственно.

2) Нивелированіе геодезическое.

При этомъ нивелированіи разность уровней данныхъ точекъ опредѣляется черезъ вычисленіе по измѣренному зенитному разстоянію одной изъ данныхъ точекъ, или по зенитнымъ разстояніямъ обѣихъ данныхъ точекъ, и по найденной, чрезъ геодезическія дѣйствія, длинѣ дуги, проходящей черезъ нижнюю данную точку.

3) Нивелированіе барометрическое.

При этомъ способѣ нивелированія разность уровней данныхъ точекъ опредѣляется черезъ вычисленіе изъ наблюденій надъ высотами ртутныхъ столбовъ барометровъ помѣщенныхъ въ данныхъ точкахъ.

Примчаніе. Нивелированіе топографическое преимущественно употребляется при съемкахъ хозяйственныхъ. Нивелированіе геодезическое производится въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ нивелированіе растянута на большія разстоянія и гдѣ требуется слишкомъ строгая точность въ опредѣленіи разности уровней крайнихъ точекъ, такъ напримѣръ: при опредѣленіи разности уровней точекъ тригонометрической сѣти, морей, озеръ и т. п.; а также и при измѣреніи слишкомъ значитель-

ныхъ высотъ. Нивеллированіе барометрическое производится: или при опредѣленіи высотъ точекъ земной поверхности надъ уровнемъ моря; или при измѣреніи высотъ такихъ горъ, гдѣ не возможно произвести ни топографическое, ни геодезическое нивеллированіе и притомъ требуется ограничиться приближенными результатами.

§ 99. Опредѣленіе величины поправки отъ шарообразнаго вида земли и рефракціи.

Топографическое нивеллированіе имѣетъ цѣлю непосредственное измѣреніе той части земнаго радіуса, которая опредѣляетъ разность уровней данныхъ точекъ земной поверхности.

Часть земнаго радіуса, опредѣляющая разность уровней двухъ точекъ земной поверхности, заключена между двумя дугами большихъ круговъ, изъ которыхъ одна дуга проходитъ черезъ низшую данную точку В (чер. 232); стало бытъ задача состоятъ въ томъ, чтобы найдти способъ опредѣлить точку F, лежащую въ одномъ уровнѣ съ другою данною точкою А.

Въ природѣ нѣтъ возможности провести такую дугу, которая сливалась бы съ дугою большаго круга; поэтому геодезисты воспользовались линіею горизонтальною, руководствуясь слѣдующими соображеніями: такъ какъ горизонтальная линія перпендикулярна къ концу земнаго радіуса, то проведя ее изъ высшей точки А, она будетъ касательною линіею къ дугѣ AF и очевидно, что она поидетъ выше точки F. Если вообразимъ радіусъ MB продолженнымъ, что весьма легко сдѣлать, стоитъ только поставить въ точку В отвѣсно колъ, на которомъ мы и замѣтимъ точку К пересѣченіе кола съ горизонтальною линіею, стало бытъ величина кола BK не выразитъ разности уровней данныхъ точекъ; но если отъ длины KB отнять величину KF, называемую поправкою отъ сферическаго вида земли, то тогда получимъ длину BF, которая и будетъ разность уровней данныхъ точекъ. И такъ вся задача состоитъ теперь въ томъ, чтобы опредѣлить длину KF, а это весьма легко сдѣлать потому, что KF есть вышняя часть сѣкущей, а AF касательная; но мы знаемъ, что касательная линія есть средняя пропорціональная величина между всею сѣкущею и выш-

нею ея частію; стало быть можно составить такую пропорцію (2 FM+KF) : AK = AK : KF. Обозначивъ для краткости AK черезъ h, FM черезъ R и KF черезъ m, получимъ (2 R+m): h=h : m, откуда $2 R \cdot m+m^2=h^2$; а отсюда

$$m = \frac{h^2 - m^2}{2R} = \frac{h^2}{2R} - \frac{m^2}{2R}; \text{ или } m = \frac{h^2}{2R}.$$

Членъ же $\frac{m^2}{2R}$ по незначительной величинѣ уничтожится.

Величину касательной h безъ всякой погрѣшности можно приравнять длинѣ хорды AF или горизонтальному проложенію данной линіи AB, которое для краткости и обозначимъ черезъ D, и такъ величина $m = \frac{D^2}{2R} \dots (1)$.

Лучъ свѣта, проходя чрезъ различныя слои атмосферы, преломляется и вслѣдствіе этого лучъ отъ точки N пойдетъ по направленію NA, между тѣмъ глазъ увидитъ точку N по направленію касательной къ AN, т. е. въ K; слѣдовательно вычисленная нами поправка отъ сферическаго вида земли, т. е. длина FK должна быть уменьшена на величину NK, называемую поправкою отъ земной рефракціи; и такъ длина линіи FN будетъ общею поправкою: отъ сферическаго вида земли и отъ рефракціи, которую для краткости и обозначимъ черезъ f. Величина f равная FN опредѣлится, если изъ FK вычтемъ KN, $f=m-g \dots (2)$; гдѣ g есть поправка отъ рефракціи, т. е. линія KN. По опредѣленію многихъ ученыхъ найдено, что уголь рефракціи KAN составляетъ 0,08 уг. М, т. е. отъ угла при центрѣ земли, и это число 0,08 принято называть коэффициентомъ рефракціи. Разсматривая уголь FAK видимъ, что онъ составленъ касательною и хордою; стало быть уголь FAK = $\frac{1}{2}$ M; слѣдовательно можемъ написать FAK : KAN = 0,5 : 0,08, откуда уголь KAN = 0,16 угла FAK..... (3).

Чтобы опредѣлить величину g, то мы предполагаемъ во 1-хъ, что линія AN прямая и во 2-хъ, что AN=AF, тогда изъ тригольника KAF имѣемъ KF : AF = Sin KAF : Sin AKF или KF : Sin KAF = AF : Sin AKF..... (4). Изъ тригольника KAN имѣемъ, что KN : AN = Sin NAK : Sin AKN, или KN : Sin NAK =

AF : Sin AKF..... (5); сравнивъ пропорцію четвертую съ пятой получимъ $KN : \text{Sin NAK} = KF : \text{Sin KAF}$, или $KN : KF = \text{Sin NAK} : \text{Sin KAF}$, или $r : m = \text{NAK} : \text{FAK}$; но мы уже доказали, что уголъ KAN составляетъ 0,16 отъ угла FAK, слѣдовательно и r будетъ составлять 0,16 отъ m, т. е. $r = 0,16 m$. Вставляя эту величину во 2-е уравненіе получимъ $f = m - 0,16 m = 0,84 m$; замѣнивъ m изъ уравненія 1-го будемъ имѣть, что $f = \frac{0,84 D^2}{2R}$. Для полученія численной величины f должно замѣтить, что $\frac{0,84}{2R}$ остается величиною постоянною, а потому и опредѣлимъ ее, для чего должно вставить вмѣсто R среднюю величину земнаго радіуса, т. е. 2986500 сажень, и тогда f будетъ равняться $\frac{0,84}{5973000} \cdot D^2$ или $f = 0,0000001406 \cdot D^2$.

Изъ этой же формулы видно, что величина поправки f зависитъ только отъ разстоянія между данными точками, поэтому и разберемъ, при какихъ разстояніяхъ поправку эту можно принять равной нулю.

Предположимъ, что $D = 100$ сажень; слѣдовательно $D^2 = 10000$ и тогда f будетъ равно 0,001406 сажени, а помноживъ на 84 получимъ, $f = 0,118$ дюйма; а изъ этого уже легко убѣдиться, что при разстояніяхъ менѣе 100 сажень поправка f такъ будетъ мала, что ее можно принимать равною нулю.

Примѣчаніе 1. Хотя коэффициентъ рефракціи въ разныя времена года бываетъ и болѣе и менѣе 0,08 угла при центрѣ, но для топографическаго нивелированія, выведенная поправка при коэффициентѣ 0,08, будетъ совершенно удовлетворительна.

Примѣчаніе 2. При вычисленіи формулы $f = 0,0000001406 \cdot D^2$ логарифмами, будемъ имѣть $\log f = \bar{7},1479853 + 2 \log D$. въ саженьхъ, или $\log f = \bar{7},1479853 + 1,3242793 + 2 \log D$. въ дюймахъ.

З а д а ч а.

Если при разстояніи 100 сажень общая поправка f отъ сферическаго вида земли и рефракціи равна 0,118 дюйма, то спрашивается какъ будетъ велика поправка f для разстоянія въ 276 сажень? Мы видѣли,

что величина f зависит отъ квадрата разстоянія; слѣдовательно можемъ написать такую пропорцію $(276)^2 : (100)^2 = X : 0,118$, или $76176 : 10000 = X : 0,18$; откуда $X = 7,6176 \times 0,118$, а это $= 0,899$ дюйма. Въ концѣ книги чертежей прилагается таблица подъ № 1, гдѣ вычислена поправка f для разстояній отъ 30 до 500 сажень.

Примѣчаніе 5. При выводѣ 1-го уравненія, членъ $\frac{m^2}{2R}$ приравняли нулю, рассмотримъ теперь могли ли мы это сдѣлать. Самое наибольшее разстояніе, которое допускаютъ при топографическомъ нивелированіи есть двѣ версты или 1000 сажень. Вставивъ въ уравненіе 1, т. е. $m = \frac{D^2}{2R}$ получимъ $m = \frac{1000000}{5973000}$, т. е. m равно $\frac{1}{6}$ доли сажени, но мы предположимъ, что m равно цѣлой сажени (что будетъ соответствовать разстоянію въ 2444 сажени или почти въ 5 верстѣ), и тогда $\frac{m^2}{2R} = \frac{1^2}{5973000} = 0,000002$ сажени, или 0,0000168 дюйма. Величина $\frac{m^2}{2R}$ дѣйствительно такъ мала, что ее безъ погрѣшности можно признать равною нулю.

ГЛАВА XIX.

§ 100. Общія понятія о инструментахъ, употребляемыхъ при топографическомъ нивелированіи.

Изъ предыдущаго мы видѣли, что для опредѣленія разности уровней двухъ точекъ, должно въ одну поставить отвѣсно колъ, а изъ другой провести горизонтальную линію, или горизонтальный лучъ. По этому инструменты, употребляемые при топографическомъ нивелированіи можно подраздѣлить на два рода: I) рейки, замѣняющія колъ, и II) нивелиры, помощію которыхъ можно проводить горизонтальный лучъ зрѣнія, замѣняющій горизонтальную линію.

§ 101. Рейки.

а) Устройство (чер. 253).

Рейкою называютъ четырехгранный призматическій брусъ, длиною въ одну сажень, или въ 3 фута, шириною въ дюймъ, или въ полтора. Съ одной стороны брусъ раздѣляется: или на футы и дюймы, или на футы и сотыя доли фута. Дѣленія подписываютъ цифрами, а счетъ ведутъ отъ нижняго конца.

Иногда рейка составляется изъ двухъ и даже изъ трехъ брусковъ, которые дѣлаются выдвигаемыми или складными, каждый изъ такихъ брусковъ прикрѣпляется къ другому помощью винтовъ, устроенныхъ сзади.

По рейкѣ движется четырехугольная дощечка, называемая цѣлью, она устроивается такъ: прямою линією *ab* раздѣляютъ ее по поламъ и одну половину дѣлаютъ черною, а другую оставляютъ бѣлою; въ срединѣ сдѣланъ прорѣзъ *m*, черезъ который можно видѣть и сосчитывать дѣленія на рейкѣ. Съ боку входитъ винтъ *M*, которымъ цѣль закрѣпляется къ рейкѣ.

Въ послѣднее время стали употреблять цѣли круглыя (чер. 254); такая цѣль надѣвается на рейку мѣднымъ футляромъ *ab/h*, находящимся сзади; въ срединѣ этого футляра сдѣланъ прорѣзъ и назначена черта, соответствующая центру цѣли.

б) употреблеііе.

При употребленіи рейки непременно должно, чтобы она стояла вертикально, для этого употребляютъ или отдѣльный отвѣсъ, или въ самой рейкѣ дѣлается прорѣзъ, въ которомъ и помѣщаютъ на металлической нити отвѣсъ *n* (чер. 255), снизу отвѣса ставятъ остріе *h*. Когда отвѣсъ станетъ надъ остріемъ, тогда это будетъ значить, что рейка вертикальна. Поставя рейку подвигаютъ по ней цѣль до тѣхъ поръ, пока горизонтальный лучъ будетъ покрывать горизонтальную черту цѣли, и тогда сосчитываютъ число дѣленій рейки отъ нижняго конца до горизонтальной черты цѣли.

§ 102. Нивеллиръ съ діоптрами.

а) Устройство (чер. 256).

Къ мѣдной линейкѣ AA на подставкахъ BB прикрѣпленъ уровень DD , въ оправѣ котораго сдѣлано отверстіе EE для наблюденія надъ пузырькомъ уровня.

На концахъ линейки AA , въ положеніи къ ней перпендикулярномъ, прикрѣпляются винтами NN два діоптра aa' и bb' .

Въ діоптрѣ bb' (чер. 257) сдѣлано круглое отверстіе H , въ которомъ патагиваются крестообразно два волоска: одинъ изъ нихъ горизонтально, а другой вертикально. Близъ этого отверстія на штифтѣ движется круглая пластинка f и въ этой пластинкѣ сдѣлана небольшая скважина (пластинка эта служитъ для закрытія отверстія H).

Въ другомъ діоптрѣ aa' (чер. 258) сдѣланъ прорѣзь hh , въ которомъ помощію винта m движется пластинка M , съ отверстиемъ точно такимъ же, какъ и въ діоптрѣ bb' .

Съ линейкою AA (чер. 256) соединяется другая линейка FF такъ: одинъ конецъ ея посредствомъ винтовъ nn , а другой конецъ винтомъ R , помощію котораго линейка AA можетъ быть приближена или удалена отъ линейки FF . Линейка FF свободно вращается на оси P , прикрѣпленной къ яблоку P' . Яблоко P' входитъ въ баксу pp , внутренность которой имѣетъ видъ усѣченнаго конуса, которою инструментъ надѣвается на триножникъ и закрѣпляется винтомъ T . Къ наружной сторонѣ конуса S винтиками прикрѣпляется пластинка съ рычагомъ, къ которому винтомъ t привинчивается дугообразная пластинка ZZ и на ней назначена черта L .

Для опредѣленія румбовъ нивеллируемыхъ линий, на линейкѣ AA подъ уровнемъ придѣлывается компасъ KK . Дно компаса съ одной стороны выдается въ видѣ дуги LL и раздѣляется на градусы (чер. 259). Дуга эта служитъ для измѣренія угловъ наклоненія.

б) *Установка.*

Такъ какъ нивелиры служатъ для проведенія горизонтальной линіи, то понятно, что линія зрѣнія можетъ быть горизонтальна только тогда, когда она будетъ параллельна къ оси уровня, а эта послѣдняя горизонтальна. Въ нивелирѣ съ діоптрами линією зрѣнія называютъ прямую линію, соединяющую пересѣченіе волосковъ обоихъ діоптровъ. Для приведенія этой линіи въ параллельное положеніе съ осью уровня поступаютъ такъ: ставятъ инструментъ на штативъ и приводятъ на глазъ діоптры въ положеніе вертикальное, винтомъ R устанавливаютъ пузырекъ уровня на срединѣ трубки, закрывъ пластинкою отверстіе глазнаго діоптра и открывъ отверстіе въ предметномъ діоптрѣ, смотря черезъ скважину глазнаго діоптра, при этомъ замѣчаютъ ту точку (на колѣ или на рейкѣ), на которую упадетъ пересѣченіе волосковъ предметнаго діоптра, наприм. (чер. 260) А, повернувъ инструментъ около вертикальной оси R, снова приводятъ пузырекъ уровня на средину, закрываютъ отверстіе глазнаго діоптра, и открывъ отверстіе предметнаго, опять смотрятъ въ скважину глазнаго діоптра; если пересѣченіе волосковъ предметнаго діоптра покрываетъ прежде замѣченную точку, то линія зрѣнія параллельна къ оси уровня, въ противномъ случаѣ поступаютъ такъ: снова замѣчаютъ ту точку, на которую упадетъ пересѣченіе волосковъ предметнаго діоптра, напримѣръ пусть это будетъ В, винтомъ m подвигаютъ всю пластинку М до тѣхъ поръ, пока пересѣченіе волосковъ закроетъ среднюю точку, между прежде замѣченными точками, т. е. точку D.

Чтобы это доказать, рассмотримъ слѣдующее (чер. 260): пусть $aa'A$ первое направленіе, а $a'a_2B$ второе направленіе, тогда уголъ $AfB = 2fa_2$, но чтобы линія a_2a' стала параллельною къ bb , то она должна принять положеніе линія a_2a или уголъ fa_2a долженъ обратиться въ нуль; но уголъ fa_2a составляетъ половину угла AfB , стало быть точку a'' должно опустить на столько, чтобы линія a_2a'' покрывала среднюю точку D.

Повторивъ этотъ пріемъ еще раза два, условіе будетъ выполнено, т. е. линія зрѣнія будетъ параллельна къ оси уровня.

Выдающаяся часть дна компаса служитъ для измѣренія угловъ наклоненій, для чего должно предварительно установить черту показателя l такъ, что когда наклонимъ нивелиръ къ показателю и линія зрѣнія будетъ горизонтальна, то черта l должна совпасть съ дѣленіемъ дуги означеннымъ нулемъ, для этого ослабивъ винтъ T , наклоняють инструментъ въ ту сторону, гдѣ привинченъ показатель, потомъ приводятъ пузырекъ уровня на средину и ослабивъ винтъ t , подвигаютъ пластинку ZZ до тѣхъ поръ, пока черта l совпадетъ съ нулемъ дѣленія дуги, послѣ чего винтъ t закрѣпляютъ и показатель будетъ установленъ.

Опредѣленіе же градусной величины угла наклоненія дѣлается такъ: пусть на примѣръ требуется опредѣлить уголъ наклоненія линіи AB (чер. 261); поставивъ инструментъ въ точку A и приведя нуль дѣленія дуги въ совпаденіе съ чертою l на показателѣ, измѣряють высоту инструмента отъ земли до горизонтальнаго волоска. Установивъ на этой высотѣ цѣль, рейку ставятъ вертикально въ точку B и паводятъ на нее пересѣченіе волосковъ, тогда линія bb' будетъ параллельна къ AB , а число градусовъ, на которое нуль дѣленія дуги отойдетъ отъ показателя выразитъ градусную величину угла наклоненія линіи AB .

Нивелиръ съ діоптрами съ пользою можетъ быть употребленъ при хозяйственныхъ нивелировкахъ и при съемкѣ горъ.

§ 103. Нивелиръ съ зрительною трубою.

а) Устройство (чер. 262).

Труба нивелира составляется изъ четырехъ трубъ: труба A съ предметнымъ стекломъ входитъ въ трубу B и можетъ передвигаться помощію винта a , въ трубѣ B помѣщена сѣтка, имѣющая движеніе помощію винтовъ b, b, b, b ; въ эту же