

М. А. Знаменский

**Землеизмерительные
инструменты и работа с ними
в средней школе**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 55
ББК 26
М11

М11 **М. А. Знаменский**
Землеизмерительные инструменты и работа с ними в средней школе / М. А. Знаменский – М.: Книга по Требованию, 2016. – 40 с.

ISBN 978-5-458-27450-0

Книга представляет собой методическое пособие по геодезии.

ISBN 978-5-458-27450-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2016

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2016

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 первозданном 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

равно 2 м. При измерении полевым циркулем линии, не отмеченной на поверхности земли какой-либо резко заметной чертой, невозможно получить удовлетворительные результаты, так как концы циркуля при перестановке ножек будут давать ломаную зигзагообразную линию.

Так как рулетка и мерный шнур вытягиваются, их длина перед употреблением должна быть сверена с длиной стальной ленты. При ее отсутствии готовят два бруска точно по 1 м длиной, сравнивая их с надежным метром. Растянув рулетку или мерный шнур на ровном месте, лучше на полу в закрытом помещении, прикладывают к началу рулетки или шнура первый брусок, а по продолжению его второй. Затем снимают первый и

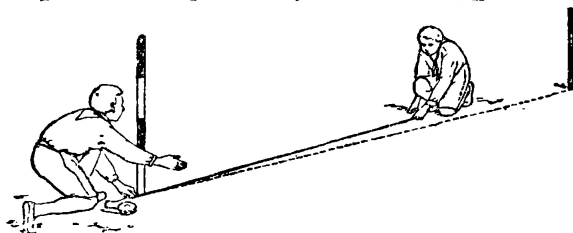


Черт. 4



Черт. 5

кладут его за вторым и т. д. до конца. Если в результате окажется, что рулетка или шнур, короче или длиннее 20 м, эту разность измеряют и принимают в расчет при измерении длины измеренной неверной лентой или шнуром.



Черт. 6

Кроме стальной ленты, рулетки или мерного шнура, для измерения провешенных линий необходимо иметь 10 железных шпильек (одевающих на проволочное кольцо (черт. 5)). Шпильки сгибаются из проволоки толщиной 4-5 мм и могут быть изготовлены на месте. В крайнем случае, шпильки могут быть заменены бирками — деревянными колышками длиной 25—30 см с веревочной петлей для одевания на кольцо (черт. 5). Проволочных колец необходимо иметь два для обоих мерщиков, измеряющих длину провешенной линии.

Процесс измерения длины провешенной линии заключается в следующем. Задний мерщик с концом ленты в руке останавливается у начальной вехи и прикладывает начальную метку ленты к начальной точке измеряемой линии. Передний мер-

щик, взяв с собою кольцо с десятью шпильками, вытягивает ленту по направлению измеряемой линии. Чтобы не мешать заднему смотреть по линии на следующую вежу, передний сам становится несколько в стороне измеряемой линии, а конец ленты держит на линии в вытянутой руке. (черт. 6). Задний мерщик голосом или сигналом ружьей выравливает положение переднего конца ленты, после чего передний вытягивает в конечный вырез ленты шпильку и тянет ленту дальше. Задний мерщик подходит к шпильке, оставленной передним, и от нее вновь, выравливает положение переднего конца ленты. Таким образом, работа продолжается до конца измеряемой линии. При этом задний мерщик, переходя на новую точку, забирает на свое проволочное кольцо шпильки, оставленные на предыдущей точке. По использовании всех шпилек они вновь передаются переднему мерщику, и эта передача записывается. Длина измеряемой линии вычисляется по числу передач, числу шпилек у заднего мерщика и длине, полученной при последнем наложении ленты по формуле

$$D = 200a + 20b + c,$$

где a — число передач шпилек, b — число шпилек у заднего мерщика и c — длина при последнем измерении.

При измерении лента должна быть натянута в горизонтальном положении, не следуя неровностям местности. При измерении по склонам длина в горизонтальном направлении должна быть вычислена по измеренной длине по наклону и углу наклона (см. дальше эклиметр).

Б. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПРОСТЕЙШЕЙ СЪЕМКИ

ЭККЕР

Эккер является простейшим инструментом для съемки плана местности, при помощи которого на поверхности земли могут быть проведены линии под прямым углом. Обычно применяемый в школьной практике эккер состоит из квадратной доски со стороною 25—30 см, закрепленной в горизонтальном положении на штативе. На доске имеются две взаимно-перпендикулярные линии, на концах которых на равных расстояниях от точки пересечения вбиты тонкие металлические штифтики. Иногда эккера изготовляются в форме крестовины. Такая конструкция ясна из чертежа 7.

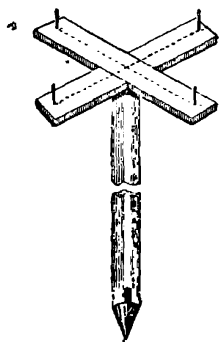
Эккер крестообразный или в форме квадратной доски может быть легко изготовлен в школьной мастерской. Для прикрепления доски к колышку лучше всего с нижней стороны по середине приклеить или привернуть винтами брусок толщиной около 3 см с высверленным цилиндрическим отверстием для одевания на колышек. Отверстие полезно слегка расширить книзу (на конус), чтобы колышек входил с трением. Если для крестообразного эккера взять планки пстолице, отверстие для одевания на колышек может быть сделано в самих планках. Колышек выбирается по росту учащихся.

Для втыкания такого эккера в землю необходимо предварительно пробивать в земле дырку железным стержнем, как это

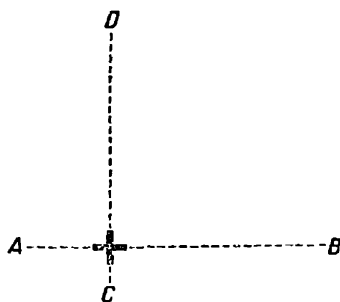
было указано при описании вех, и затем вставлять колышек в эту дырку нажимом рук. Ни в каком случае не следует забивать экер в землю, ударяя по доске или крестовине молотком.

Наиболее удобным способом закрепления экера является применение штатива фотографического типа. При этом гад-близости в коленчатых удлиняющихся ножках не имеется. Такой фотографического типа штатив может быть использован для ряда других землеизмерительных инструментов.

При проверке экера необходимо убедиться, действительно ли линии штифтов взаимно-перпендикулярны. Для этого на ровной открытой местности устанавливают экер и по направлениям обеих пар штифтов на расстояниях в несколько десятков метров ставят по вехе. Если экер сделан правильно, угол



Черт. 7



Черт. 8

между направлениями на обе вехи должен быть прямой, но тогда и смежный ему угол будет также прямой. Поэтому поворачивают верхнюю доску экера на прямой угол и совмещают направление на один из штифтов с направлением на одну из вех. Если при этом направление на другую веху совпадет с направлением на другой штифт, экер дает правильный результат. В противном случае положение штифтов должно быть исправлено и произведена новая проверка.

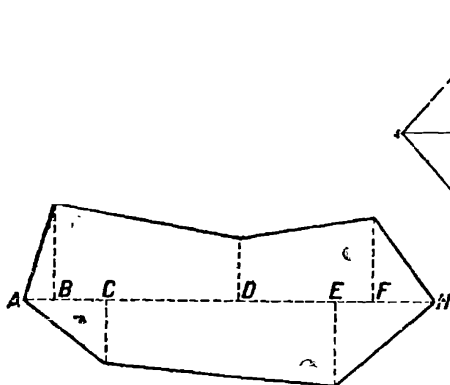
Во время работы с экером приходится решать две задачи.

1. Из данной точки, имеющейся на провешенной линии, восстановить к этой линии перпендикуляр.
2. Из данной точки, расположенной вне провешенной линии, ставить к этой линии перпендикуляр.

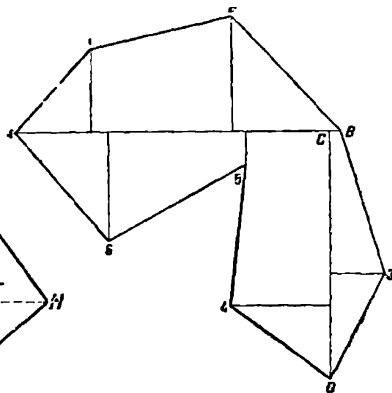
Для решения первой задачи устанавливают экер в данной точке таким образом, чтобы направление провешенной линии совпадало с направлением одной пары штифтов экера. Затем по направлению другой пары штифтов на некотором расстоянии ставится вторая веха. Направление на эту вторую веху будет перпендикулярно направлению провешенной линии. На чертеже 8 пунктирная линия АВ представляет провешенную линию с вехами в точках А и В. Крестом в точке С показано направление взаимно-перпендикулярных линий экера и пунктирной

линией CD — направление восстановленного перпендикуляра на веку в точке D.

Для того, чтобы опустить перпендикуляр из данной точки на проведенную прямую, необходимо отыскать на проведенной линии основание искомого перпендикуляра. Для этого идут по проведенной линии и выбирают основание перпендикуляра сначала на-глаз. Затем, установив в выбранной точке эккер, как указано на предыдущем чертеже, проверяют, действительно ли точка является основанием перпендикуляра, и в случае надобности передвигают положение эккера назад и вперед по проведенной линии до тех пор, пока направление перпендикулярной пары штифтов не совпадает с вехой, обозначающей точку, из которой опускается перпендикуляр.



Черт. 9



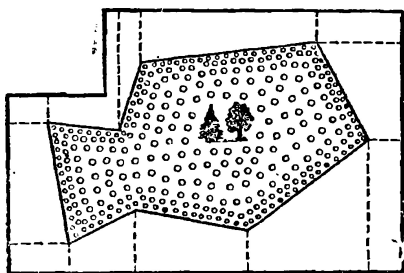
Черт. 10

Если штифты эккера расположены на равном расстоянии от точки пересечения направлений обеих пар штифтов, при помощи эккера можно строить углы в 45° .

Работа по разбивке участков на местности и по съемке планов при помощи эккера сводится к решению упомянутых задач по восстановлению и опусканию перпендикуляров. Положим, требуется отрезать на месте участок в форме прямоугольника определенной длины и ширины. Выбрав направление одной стороны, проведишают и отмеряют линию заданной длины. Установив в обоих концах проведенной линии эккер, восстанавливают перпендикуляры заданной длины. Отметив концы перпендикуляров вежами получают положение четырех вершин искомого прямоугольника заданных размеров.

При съемке плана эккером в зависимости от характера участка работу ведут по линиям внутри участка или обходят его снаружи. При первом способе, применяемом на открытых доступных участках, выбирают внутри участка основную линию, называемую магистралью, идя по которой можно видеть вправо или влево все вершины участка. Магистраль проведишают. Затем, идя по магистрали с эккером (черт. 9), определяют последовательно положение оснований всех перпендикуляров, опу-

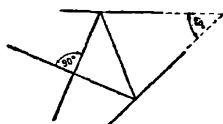
щенных из вершин участка на магистраль. При этом в каждой точке установки эккера (на чертеже точки В, С, D, Е), измеряют расстояние, пройденное по магистральной, и расстояние в сторону от магистрали до ближайшей вершины. Полученные данные записываются и на основании их дома вычерчивается план в определенном масштабе. Порядок вычерчивания соответствует порядку производства работы. На листе бумаги вычерчивают магистраль, и на ней по журнальным записям откладываются расстояния до точек стояния эккера. Затем при помощи чертежного угольника восстанавливают из отмеченных точек перпендикуляры и на них откладывают отрезки, соответствующие расстояниям до вершин участка. Полученные вершины соединяются линиями, а вспомогательные линии магистрали и перпендикуляров удаляются резинкой.



Чер. 11



Черт. 12



Черт. 13

Если от одной магистрали нельзя получить направление на все вершины участка, можно, восстановив из какой-либо точки первой магистрали перпендикуляр, принять его за новую магистраль, и положение следующих точек определять по отношению к этой новой магистрали (черт. 10).

Магистрали могут проводиться также вне участка. Этот способ применяется в том случае, когда участок непроходим внутри (кустарник, болото, озерко). В этом случае магистрали проводятся вне участка. Схема работы видна из чертежа 11.

В производстве применяется зеркальный эккер, состоящий из двух небольших зеркал, закрепленных в оправе под углом в 45° (черт. 12). Держа такой эккер в руке на уровне глаза и смотря в одно из зеркал, можно видеть отображение предметов, отраженных в другом зеркале. При этом луч падающий на плоскость одного зеркала и отраженный от другого зеркала, как видно из чертежа 13, взаимно-перпендикулярны.

Для того, чтобы при помощи зеркального эккера восстановить перпендикуляр из какой-либо точки данной линии, поступают следующим образом. Встав с эккером в этой точке, поворачивают его до тех пор, пока изображение конечной вехи проведенной линии после отражения в ближнем к глазу наблюдателя зеркале (черт. 13) не будет видно во втором зеркале. Тогда помощник наблюдателя выставляет в направлении изображения вехи в зеркале новую веху. Направление на новую веху,

будет составлять в этом случае прямой угол с направлением провешенной линии. Глядя в зеркало, надо добиться того, чтобы изображение вехи провешенной линии, наблюдаемое в зеркале, покрывало новую веху, видимую выше и ниже зеркала. Зеркальный эккер также должен быть проверен. Для этого провешивают при помощи зеркального эккера две линии под прямым углом, одну из этих линий продолжают за точку пересечения и тем же эккером проверяют величину образовавшегося смежного угла. Если он не равен прямому, эккер нуждается в исправлении, так как угол между плоскостями зеркал больше или меньше 45° . Для исправления такого эккера нужно пользоваться винтами, имеющимися на оправе эккера. Эти винты позволяют в небольших пределах изменять угол наклона между плоскостями зеркал.

Кроме зеркального, в продаже имеются призматические эккеры в виде восьмигранной полый металлической призмы с поллой трубкой внизу для одевания на колышек. В каждой грани призмы имеется вертикальная щель для наводки (визирования) на веху. При помощи восьмигранного эккера можно провешивать линии под углами в 90° , 45° и 130° .

В. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ЗЕМЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Уровень, ватерпас и компас

Уровень. Уровень состоит из стеклянного закрытого сосуда, чаще всего цилиндрической трубки, продольный разрез которой имеет незначительную кривизну, направленную своей выпуклостью вверх. Трубка уровня наполнена спиртом или серным эфиром таким образом, что оставшееся небольшое пространство занято парами жидкости. При горизонтальном положении трубки уровня пары жидкости находятся сверху, и пространство, ими занимаемое, называется пузырьком уровня. На верхней части трубки на стекле нанесены деления в правую и левую стороны от середины на равных расстояниях. Стеклянная трубка уровня заключена в металлическую или деревянную оправу с прорезом, через который можно видеть положение пузырька (черт. 14). Уровень служит для установления какой-либо плоскости в горизонтальном положении и необходим в ряде землеизмерительных работ (см. мензулу и работы с ней, определение превышения одной точки на поверхности земли над другой).

Оправа уровня защищает трубку от неосторожного обращения. Тем не менее уровень или комплект их надо хранить в особой коробке и после всякой работы на воздухе вытирать насухо.

Для пользования данной конструкцией уровня его надо провернуть. Проверка уровня заключается в том, что его кладут на плоскость, приведенную на-глаз в горизонтальное положение, и если пузырек уровня не находится посередине, изменением положения плоскости приводят его к середине. Проведя вдоль края оправы уровня черту карандашом, отмечают на полученной линии положение пузырька. Затем поворачивают уровень на 180° и прикладывают его к той же линии. Если при этом пу-

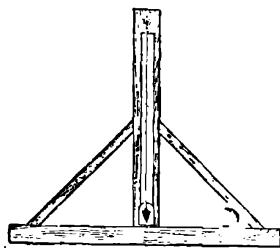
зырек будет занимать верхнее положение или будет отклоняться от него не больше, чем на одно деление, уровнем можно пользоваться для работы. В противном случае уровень нуждается в исправлении, что достигается в некоторых конструкциях уровнем исправительными винтами, позволяющими несколько изменить положение цилиндрической трубки уровня относительно его оправы.

Для установления какой-либо плоскости в горизонтальном положении при помощи уровня надо иметь в виду, что проверка горизонтальности плоскости должна делаться в двух приблизительно взаимно-перпендикулярных направлениях.

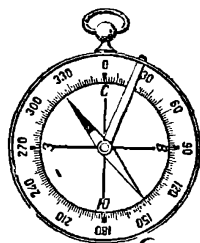
В некоторых грубых работах (см. превышение одной точки над другой на поверхности земли) уровень может быть заменен плотничьим ватерпасом.



Черт. 14



Черт. 15



Черт. 16

Ватерпас состоит из двух деревянных плапок, скрепленных под прямым углом. У основания вертикальной планки имеется прорез для отвеса, который закрепляется на нити вверху. Для сохранения постоянства прямого угла вертикальная планка обычно имеет подкосы (черт. 15). Иногда ватерпас изготовляется в форме равнобедренного треугольника, к вершине которого подвешен отвес. Положение отвеса при горизонтальности нижней планки отмечается зарубкой или пометкой в середине основания равнобедренного треугольника.

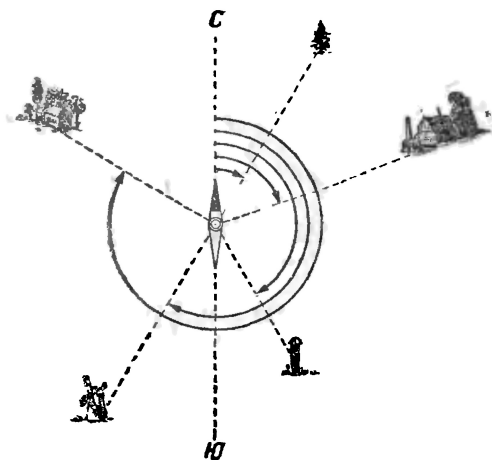
Компас. Компасом является прибор, служащий для определения направления севера. Он состоит из цилиндрической коробки, в центре которой на острее свободно вращается магнитная стрелка (черт. 16). Обычно конец магнитной стрелки, указывающий направление севера зачернен. Крышка коробки закрыта стеклом. На дне коробки или на особом кольцевом ободке нанесены градусные деления и указаны направления стран света. При употреблении различных конструкций компасов надо внимательно рассмотреть, где начинается нулевое деление (иногда от точки юга), в каком направлении эти деления возрастают (по часовой стрелке или против) и до какого предела (до 360° , до 180° или до 90°).

В компасах с иностранными надписями на других европейских языках север обозначается буквой N (Nord) и юг буквой S (Süd). Обозначения востока и запада на разных европейских языках различно. Так по-немецки восток обозначается O (Ost) и запад W (West), по-французски восток E (Est) и запад O (Ouest), по-

английски восток E (East) и запад W (West). Магнитная стрелка компаса надегается медной шляпкой на острее, находящееся на дне компасной коробки. Медная шляпка имеет коническое углубление. В хороших компасах в головке шляпки вставлен кусочек агата, чтобы острее меньше тупилось.

Кроме того, этой же цели служит так называемый арретир — особый рычажок, при помощи которого стрелка компаса приподнимается и прижимается к стеклу крышки. При хранении компаса необходимо, чтобы стрелка компаса всегда была поднята арретиром и чтобы вблизи компаса не было железных вещей.

При помощи компаса можно определить направление севера на местности и ориентировать план, т. е. повернуть его таким



Черт. 17

образом, чтобы направление на север по плану (обычно вверх) совпадало с направлением на север по компасу.

Кроме того, при помощи компаса можно определить угол, который данное на местности направление составляет с постоянным направлением магнитного меридиана. При этом применяют два вида углов, называемых азимутами и румбами.

Азимутом какого-либо направления называется угол, который данное направление составляет с направлением севера магнитной стрелки. Азимут отсчитывается от северного конца магнитной стрелки до данного направления по часовой стрелке и изменяется от 0 до 360°. Так на чертеже 17 показаны из точки стояния наблюдателя азимуты на отдельно стоящую ель, фабричную трубу, километровый столб, ветряную мельницу и дом. Они составляют в указанном порядке 30°, 70°, 150°, 210°, 30°.

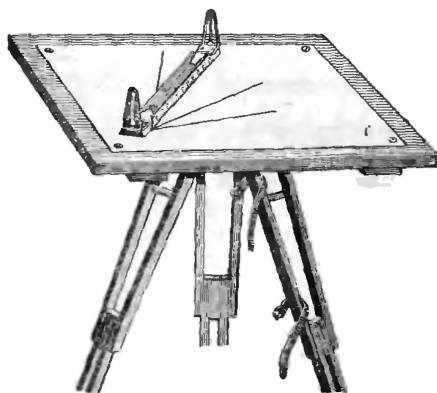
Румбы отсчитываются и от северного и от южного концов магнитной стрелки (от ближайшего) и изменяются от 0 до

90° к востоку или западу. Так, на предыдущем чертеже румбы направления на ель и фабричную трубу совпадают с азимутами: на ель северо-восток 30° и на фабричную трубу северо-восток 70°. Румб направления на километровый стол рассчитывается от южного конца магнитной стрелки и составляет юго-восток 30°. Румб ветряной мельницы составляет юго-запад 30° и румб дома северо-запад 60°. В усовершенствованных компасах, называемых буссолями, имеются приспособления для более точного установления направления на предметы на местности. Они будут описаны дальше в связи с угломерными инструментами (см. астролябия).

Г. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ СЪЕМКИ БЕЗ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ

Мензула. Планшет для шагомерной съемки.

Мензула относится к типу углоначертательных инструментов, т. е. таких, при помощи которых углы местности не измеряются в градусной мере, а заносятся графически. Поэтому в результате работы с мензулой план местности получается непосредственно в поле и нуждается только в отделке.



Черт. 18

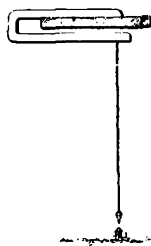
Мензула (название происходит от латинского слова *стол*) представляет собою квадратную деревянную доску, закрепленную в горизонтальном положении на штатив. Тип мензулы для школьного употребления изображен на чертеже 18. Доска мензулы, называемая планшетом, имеет сторону 40—45 см и должна быть сделана из хорошо просушенного дерева. Для того, чтобы верхняя сторона мензульной доски представляла плоскую поверхность и не коробилась, она склеивается из нескольких слоев дерева или снабжается врезанными с нижней стороны планками. В центре доски с нижней стороны прикреплен деревянный брус с отверстием, которое одевается на штырь штатива. Штативом может служить общий штатив фотографического типа, пригодный для других инструментов.

Для работы с мензулой нужны следующие принадлежности: уровень, алидада с диоптрами, компас. Горизонтальность планшета мензулы проверяется уровнем (черт. 14), который для этой цели кладется на планшет в двух взаимно-перпендикулярных направлениях. Направление любой линии, проведенной на местности, определяется при помощи алидады. Алидада представляет металлическую линейку (изображена на черт. 18 на мензуле) с вертикальными пластинками на концах, снабженными узкою щелью с одной стороны и широкою щелью с волоском с другой. Указанные пластинки называются диоптрами. Диоптр с узкою щелью во время работы обращен к глазу наблюдателя и называется глазным диоптром. Диоптр с волоском обращен к наблюдаемому на местности предмету и называется предметным диоптром. Алидада с диоптрами представляет визирное приспособление для мензулы, так как наблюдатель во время работы наводит алидаду на какой-либо предмет, направление на который необходимо определить, или, как говорят, визирует на этот предмет.

Для грубых работ вместо алидады пользуются линейкой трехгранного сечения, визируя по ее верхнему острому ребру (черт. 19)



Черт. 19



Черт. 20

или обычной масштабной линейкой, вкалывая вместо диоптров в концах линейки булавки.

Для ориентировки мензулы относительно стран света пользуются компасом.

Чертеж плана местности во время работы с мензулой делается на листе чертежной бумаги, прикрепляем к мензуальной доске кнопками или приклеиваем по краям клеем.

Во время работы с мензулой для достижения большей точности расстояния до визируемых точек измеряются не от центра инструмента, а от точки на поверхности земли, находящейся как раз под точкой плана, отмечающей место расположения инструмента. Для того, чтобы найти эту точку, пользуются особой вилкой с отвесом (черт. 20). Вилка состоит из двух планок, скрепленных между собой. Верхняя планка имеет носик, прикладываемый к точке, выбранной на чертеже. К нижней планке на одной вертикали с носиком верхней планки прикреплен отвес. В точке, указываемой отвесом, вбивается маленький колышек и от него производится измерение длины визируемых линий.