

40 коп.

БИБЛИОТЕКА

ПО МЕТОДИКЕ ПОЛЬЗОВАНИЯ УЧЕБНЫМИ
ПОСОБИЯМИ В НАЧАЛЬНОЙ И СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

М. А. ЗНАМЕНСКИЙ

ЗЕМЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И РАБОТА С НИМИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ



НАРКОМПРОС РСФСР

О Г И З

ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧЕБНО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва

1933

Ленинград

ЗЕМЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ И РАБОТА С НИМИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

(Описание и способы пользования)

Для того, чтобы составить план и передать на нем все особенности, характеризующие данную местность, необходимо уметь намечать на поверхности земли прямые линии, измерять их длину и углы между направлениями на местности. Поэтому применяемые для землеизмерительных работ инструменты сводятся к инструментам для измерения длины прямых линий и к инструментам для измерения углов или их нанесения на поверхности земли.

А. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ПРОВЕШИВАНИЯ И ИЗМЕРЕНИЯ ДЛИНЫ ВЕХИ, РУЛЕТКА, СТАЛЬНАЯ ЛЕНТА

Вехи. Линии на поверхности земли отмечаются положением отдельных точек этих линий, которые обозначаются колышками, называемыми вехами (черт. 1). Вехи делаются обычно из дерева круглого сечения диаметром 3-4 см, длиной в 2 м. Для того, чтобы веха была видна на расстоянии на светлом фоне неба и темном фоне земли, ее раскрашивают в белый и красный цвета (или белый и черный) в шахматном порядке, как это изображено на чертеже. Для удобного втыкания вехи в землю ее нижний конец заостряется и снабжается железным или чугунным наконечником. При изготовлении вех в мастерской при школе заостренный конец вехи можно обить листовым железом. Во время работы на пересеченной местности приходится пользоваться вехами более значительной длины.

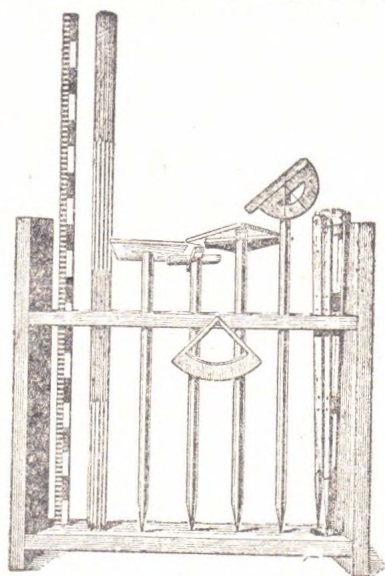
Для работы необходимо иметь несколько таких вех. Хранить вехи лучше всего, связывая их в пучок по 6 вех (черт. 1) и ставя этот пучок в деревянную стойку вместе со штативами и другими землеизмерительными инструментами (черт. 2).

Положение прямой линии определяется положением двух ее точек. Поэтому для обозначения на местности прямой линии в двух ее точках устанавливаются вехи. При значительной длине линии устанавливается несколько вех. Сама линия на поверхности земли не отмечается. В редких случаях, если это требует характер работы, на земле делаются бороздки или натягивается шнур (разбивка дорожек и гряд). Работа обозначения прямой линии вехами называется провешиванием или вешением линии от слова веха. Веха должна стоять вертикально. Проверяется

это при помощи отвеса следующим образом. Держа перед глазом нитку с отвесом, отходят от вехи на расстояние 5—8 шагов и смотрят совпадает ли направление вехи с вертикальным направлением отвеса. Затем заходят сбоку, примерно под углом



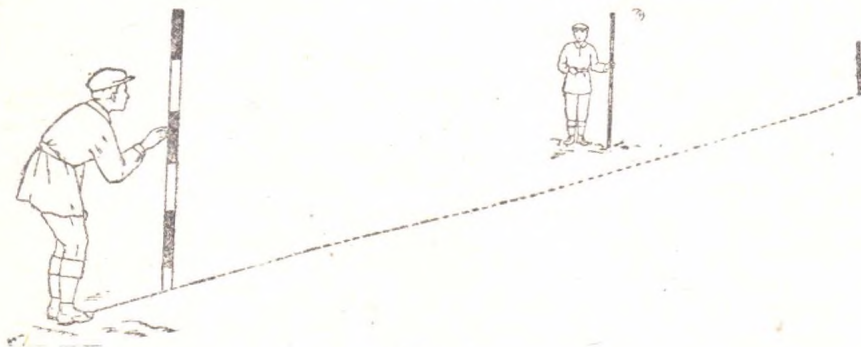
Черт. 1



Черт. 2

90° , на такое же расстояние и проверяют вновь вертикальность вехи. При неособенно точной работе проверка вертикальности вехи может быть произведена без отвеса, на-глаз, смотря на веху с двух точек на некотором расстоянии, как было только что указано.

При втыкании вехи в твердый грунт полезно иметь железный стержень подходящего диаметра длиной 30—40 см с мо-



Черт. 3

лотком для предварительного пробивания в грунте отверстий для вех. Если при провешивании линии необходимо по двум данным на поверхности земли точкам, отмеченным вехами, установить несколько промежуточных вех, работа ведется двумя

участниками. Один из них становится за крайней вехой на расстоянии 1-2 м, так чтобы быть на одной прямой с обеими вехами и иметь их прямо перед собой (черт. 3). Другой с вехой в руке встает в одной из точек провешиваемой линии. При этом, чтобы не мешать первому видеть все три вехи, удобнее встать вне провешиваемой линии, а веху держать отвесно на линии, вытянув руку. Стоящий за крайней вехой смотрит, стоит ли новая веха на одной линии с имеющимися, и в случае надобности голосом или знаками рукой указывает, в какую сторону надо передвинуть веху. Добившись правильного положения вехи, он дает знак для закрепления вехи. В случае, если бывает необходимо продолжить провешенную линию за один из ее концов, работа может быть выполнена одним человеком, который с вехой в руке отходит по направлению продолжения линии или, как говорят, провешивает на себя.

Для измерения провешенных на поверхности земли линий пользуются рулеткой, стальной лентой или мерным шнуром.

Рулетка представляет собою матерчатую тесьму с нанесенными делениями, заключенную в футляр. Рулетки обычно изготовляются в 5, 10 и 20 м с делениями на метры, дециметры и сантиметры. Рулетка очень удобна для всякого рода измерения внутри помещения. При измерениях на местности необходимо после работы тщательно вытирать рулетку сухой тряпкой. Иначе она быстро изнашивается и рвется. При пользовании рулеткой надо внимательно рассмотреть деления (на некоторых рулетках бывает несколько шкал) и заметить начальную точку отсчета. Иногда в продаже встречаются стальные рулетки. Они значительно удобнее для работы.

Стальная лента (черт. 4) обычно бывает 20 м длины. Длина каждого метра обозначается особыми бляшками с указанием расстояния на одной стороне ленты от ее конца и на другой от начала. Десятые доли метра отмечены пробитыми в ленте круглыми отверстиями. При переносе лента свертывается и скрепляется обоймами. Началом отсчета на ленте является вырез, в который входит железная шпилька, о которой будет сказано дальше. При натягивании стальной ленты во время измерения надо наблюдать за тем, чтобы лента не перекручивалась. Иначе она может лопнуть.

Мерный шнур может быть изготовлен самодельным образом. Для этого берут хорошую крученую веревку длиной в 20 с лишним метров и делают на концах петли таким образом, чтобы длина между петлями была в точности равна 20 м. Для обозначения каждого метра в соответствующих местах привязываются кусочки кожи. Мерный шнур можно изготовить из крепкой суровой тесьмы шириною около 2 см. Деления на такой тесьме наносятся тушью, отмечая цифрами целые метры и черточками дециметры.

Измерения при помощи мерного шнура могут быть применяемы только при работах, не требующих точности.

При очень грубых работах применяется полевой циркуль. Он состоит из двух планок, скрепленных поперечиной таким образом, чтобы расстояние между концами планок было

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

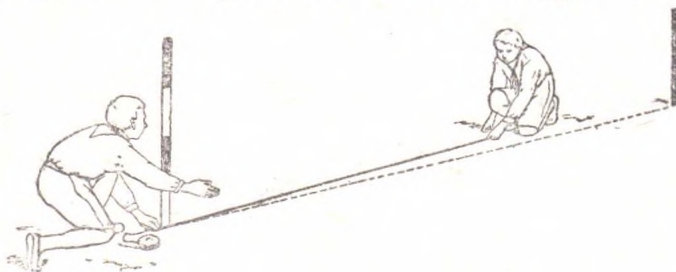


Черт. 4



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 (одевающихся 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 смогреть по линии на следующую веку, передний сам становится несколько в стороне измеряемой линии, а конец ленты держит на линии в вытянутой руке. (черт. 6). Задний мерщик голосом или сигналом рукой выравнивает положение переднего конца ленты, после чего передний втыкает в конечный вырез ленты шпильку и тянет ленту дальше. Задний мерщик подходит к шпильке, оставленной передним, и от нее вновь, выравнивает положение переднего конца ленты. Таким образом, работа продолжается до конца измеряемой линии. При этом задний мерщик, переходя на новую точку, забирает на свое проволоочное 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.

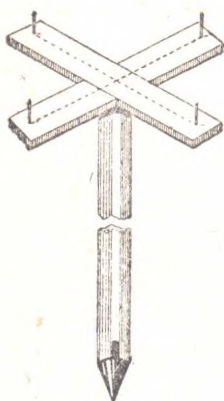
Эккер крестообразный или в форме квадратной доски может быть легко изготовлен в школьной мастерской. Для прикрепления доски к колышку лучше всего с нижней стороны по середине приклеить или привернуть винтами брусок толщиной около 3 см с высверленным цилиндрическим отверстием для одевания на колышек. Отверстие полезно слегка расширить книзу (на конус), чтобы колышек входил с трением. Если для крестообразного эккера взять планки потолще, 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 подробности в коленчатых удлиняющихся ножках не имеет. 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 поверка.

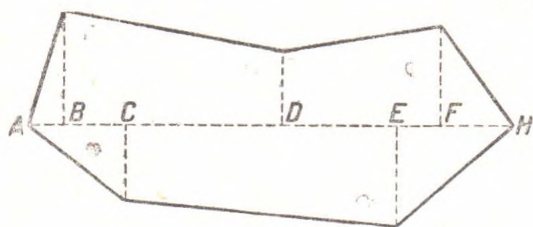
Во время работы с экером приходится решать две задачи.

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.

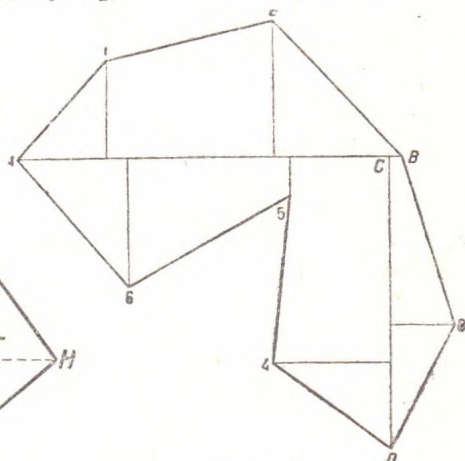
Для решения первой задачи устанавливают экер в данной точке таким образом, чтобы направление провешенной линии совпадало с направлением одной пары штифтов экера. Затем по направлению другой пары штифтов на некотором расстоянии ставится вторая веха. Направление на эту вторую веху будет перпендикулярно 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 веху 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 взад 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



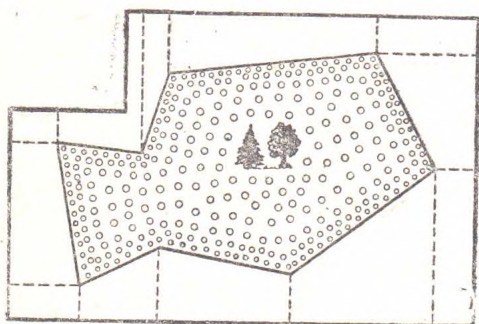
Черт. 10

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, провешивают и отмеряют линию заданной длины. Установив в обоих концах проведенной линии эккер, восстанавливают перпендикуляры заданной длины. Отметив концы перпендикуляров вехами 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 провешивают. Затем, идя по магистрали с эккером (черт. 9), определяют последовательно положение оснований всех перпендикуляров, опу-

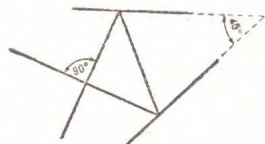
ценных из вершин участка на магистраль. При этом в каждой точке установки эккера (на чертеже точки В, С, D, Е), измеряют расстояние, пройденное по магистрали, и расстояние в сторону от магистрали до ближайшей вершины. Полученные данные записываются и на основании их дома вычерчивается план в определенном 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 прокладываются 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 веши 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 эккера в виде восьмигранной полый металлической призмы с полый 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 проверить. 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-

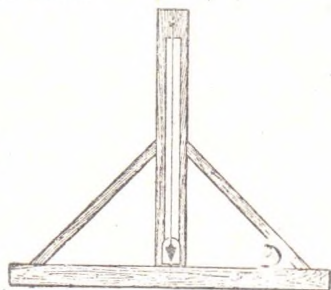
зырек будет занимать верхнее положение или будет отклоняться от него не больше, чем на одно деление, уровнем можно пользоваться для работы. В противном случае уровень нуждается в исправлении, что достигается в некоторых конструкциях уровней исправительными винтами, позволяющими несколько изменить положение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

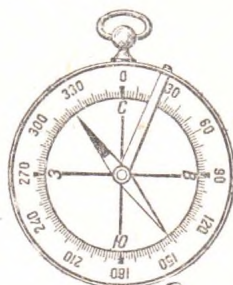
В некоторых грубых работах (см. превышение одной точки над другой на поверхности земли) уровень может быть заменен плотничьим ватерпасом.



Черт. 14



Черт. 15



Черт. 16

Ватерпас состоит из двух деревянных планок, 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 изготавливается в форме равнобедренного треугольника, к вершине которого подвешен отвес. Положение отвеса при горизонтальности нижней планки отмечается зарубкой или пометкой в середине основания равнобедренного треугольника.

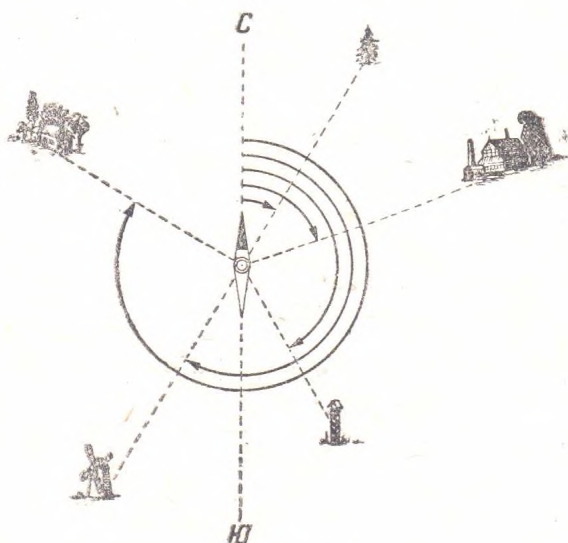
Компас. Компасом является прибор, служащий для определения направления севера. Он состоит из цилиндрической коробки, в центре которой на острие свободно вращается магнитная стрелка (черт. 16). Обычно конец магнитной стрелки, указывающий направление севера зачернен. Крышка коробки закрыта стеклом. На 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 записями 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 надевается медной шляпкой на острие, находящееся на дне компасной коробки. Медная шляпка имеет коническое углубление. В хороших компасах в головке шляпки вставлен кусочек агата, чтобы острие 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° .

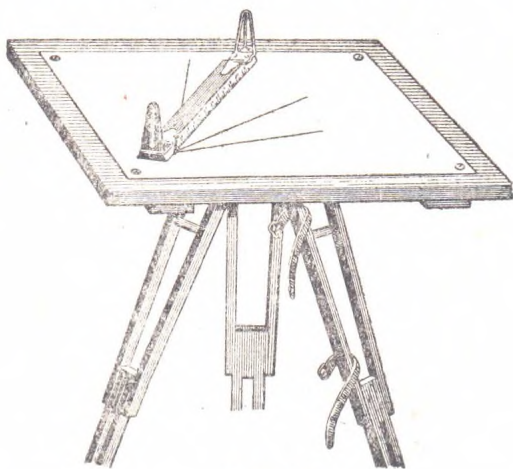
Румбы отсчитываются и от северного и от южного концов магнитной стрелки (от ближайшего) и изменяются от 0 до

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 записываются 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 *stolice*) 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 брусок 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: урсень, 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 широкой щелью с волоском с другой. Указанные пластинки называются диоптрами. Диоптр с узкой 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, прикрепляемом к мензуальной доске кнопками или приклеиваемом 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.

При хранении мензулы необходимо заботиться о предохранении доски мензулы от сырости и коробления. Для этого полезно иметь чехол, который бы мог прикрывать доску мензулы и чертеж, на ней выполненный, от дождя в поле. В этот же чехол мензула может укладываться во время переноски инструмента и во время его хранения. Другой ответственной частью мензулы является алидада с диоптрами. Необходимо, чтобы линия визирования, даваемая узкою щелью глазного диоптра и волоском предметного диоптра алидады, была строго параллельна краю линейки, по которому прочерчивается направление. В случае, если волосок порвется, его нужно аккуратно заменить новым, закрепляя волосок имеющимся винтиком или приклеивая кончик синдетиконом. При работе с алидадами, при помощи которых можно визировать в двух противоположных направлениях, параллельность направления визирования и края линейки проверяется тем, что, визировав какое-либо направление и прочертив соответствующую линию, поворачивают алидаду на 180° и, прикладывая край к начерченной линии, смотреть вновь через диоптры. Если линия визирования совпадает с направлением на прежний предмет, алидада не нуждается в исправлениях. В противном случае необходимо поправить положение волосков и поверить вновь.

Вилка с отвесом могут быть изготовлены в школе и приобретать их не следует.

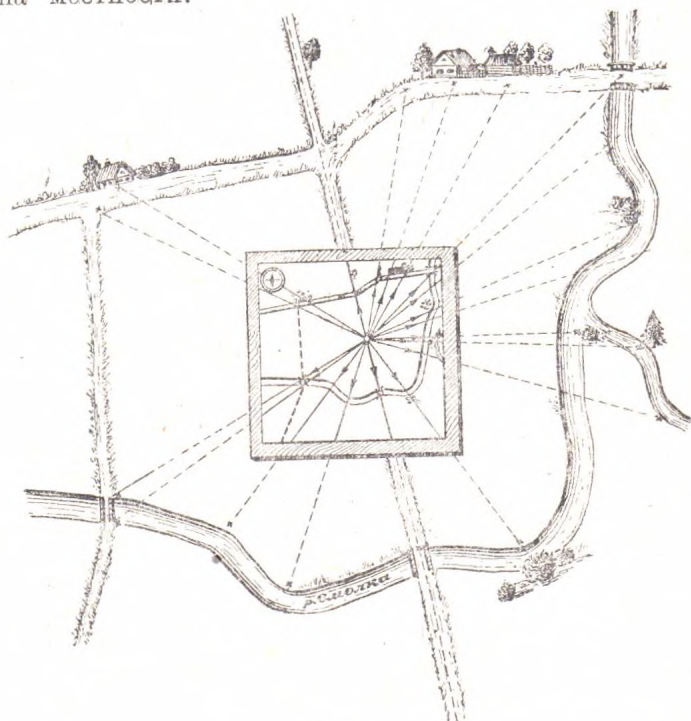
Приемы работы с мензулой следующие.

Если участок открытый и внутри его можно выбрать такую точку, с которой видны направления на все вершины участка, пользуются так называемым полярным способом. При работе по этому способу мензула устанавливается в выбранной точке внутри участка. Планшет мензулы, как было указано, должен быть расположен горизонтально. Для этого на планшет кладется уровень, и ножки инструмента передвигаются до тех пор, пока пузырек уровня не займет срединного положения. Проверив горизонтальность планшета в каком-либо направлении, необходимо положить уровень в направлении, перпендикулярном с прежним, и сделать новую поверку. Затем на мензулу кладется компас и посередине листа бумаги, прикрепленного к планшету, прочерчивается направление меридиана данного места, указываемое стрелкой компаса. Обычно планшет поворачивается таким образом, чтобы направление меридиана совпадало с правым и левым краями планшета и чтобы север находился вверх.

Положение точки стояния инструмента на плане выбирается таким образом, чтобы план всего участка поместился на данном листе. Так, например, если точка стояния выбрана в юго-восточной части участка, положение точки стояния на плане должно быть выбрано также в юго-восточной части планшета, ориентированного по компасу, внизу в правой части планшета. Чтобы алидада или визирная линейка при визировании не сдвигались с точки, в нее вкалывают булавку. Прикладывая линейку к булавке (черт. 18), визируют направление на каждую вершину участка. Не сдвигая положение линейки, прочерчивают полу-

ченное направление и отмечают в масштабе длину измеренной линии. Измерение длин линий начинают от колышка, забитого под точкой стояния, пользуясь вилкой с отвесом.

Схема работы с мензулой полярным способом видна из чертежа 21, на котором в середине участка показана мензула и пунктирными линиями намечены все характерные направления на отдельные пункты контура участка. План на планшете мензулы получается в виде фигуры, подобной соответствующей фигуре на местности.

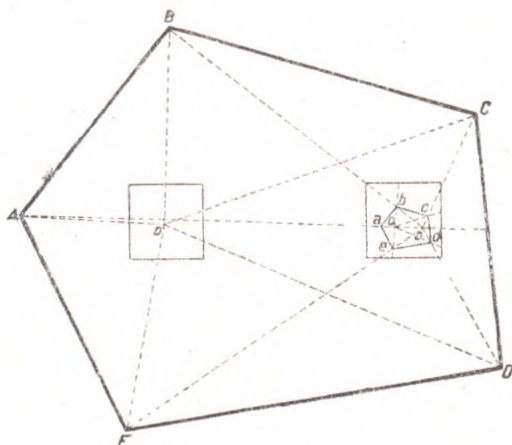


Черт. 21

Другой способ, называемый способом засечек, заключается в том, что мензула устанавливается внутри участка последовательно в двух пунктах, расстояние между которыми измеряется с возможно большей тщательностью. В каждом из пунктов визируются и прочерчиваются направления на все вершины и другие характерные пункты участка. Расстояние до этих пунктов не измеряется, а их положение определяется на планшете пересечением визированных направлений. Геометрически вопрос сводится в каждом случае к построению третьей вершины треугольника по одной стороне и двум прилежащим углам, причем величина угла не измеряется, а получается графически на планшете. При установке мензулы во второй точке прикладывают алидаду или визирную линейку к имеющемуся на плане направлению на старую точку стояния мензулы и поворачивают планшет мензулы таким образом, чтобы визирная линия алидады совпадала с направлением на старую точку. Получив за-

еетками положение всех вершин участка, соединяют последние линиями и получают план участка, который дома может быть тщательно обведен тушью. Схема работы видна из чертежа 22, на котором ABCDE — участок на местности. Слева показано первое положение мензулы в точке O, справа — второе положение в точке O' и abcde — план участка, полученный засечками с двух точек.

Третий способ работы с мензулой называется способом обхода по пограничной линии.



Черт. 22

В этом случае мензула устанавливается последовательно во всех вершинах участка. Установив мензулу к первой вершине, выбирают на плане точку стояния так, чтобы участок уместился на плане. Затем визируют направление на вторую вершину и прочерчивают по этому направлению линию.

Сняв мензулу с первой точки и заменив ее вехой, переходят на следующую вершину, измеряя по дороге расстояние до нее. Установив мензулу во второй точке, ориентируют ее положение по имеющемуся уже на плане направлению на первую вершину, как это было указано в предыдущем способе. Затем визируют и прочерчивают направление на третью вершину, получая на плане графически один из внутренних углов участка. Перенося мензулу в следующие вершины и откладывая в масштабе длины всех пограничных линий, получают план участка. В практике применяется комбинированный способ съемки. Например, контур участка снимается обходом по пограничным линиям, все детали внутри участка наносятся непосредственным визированием с отдельных вершин, как это было в полярном способе или определяются засечками с двух вершин.

Методом мензульной съемки выполняются съемки глазомерные и шагомерные. В этом случае мензула со штативом заменяется легким планшетом из дерева или картона (черт. 23). Для ориентировки направлений относительно стран света употребляется компас и для визирования направлений — масштабная трехгранная линейка (черт. 19). При изготовлении планшета

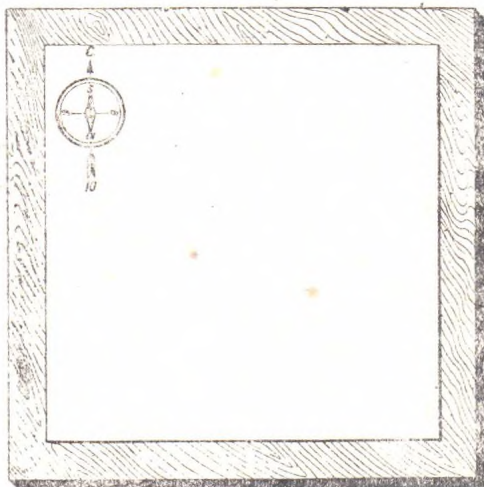
на месте можно взять фанерную доску размером 30×30 см. Лист бумаги подклеивается по краям.

Во время работы по этому способу съемщик держит планшет в руках, или кладет на какой-либо встретившийся на местности предмет (пень дерева, большой камень и т. д.) или прислоняет его для устойчивости к дереву.

Расстояния измеряются шагами или оцениваются на-глаз. Приемы работы соответствуют приемам работы с мензулой. Например, если съемщик, расположившись внутри какого-нибудь контура, провизирует направления на все его вершины или характерные точки и измеряет расстояния до этих точек шагами или оценивает их на-глаз получится полярный способ или способ кругового визирования.

Очень часто при шагомерной съемке нет надобности получать съемку замкнутого контура, а необходимо иметь план какого-либо маршрута с указанием всех характерных точек вправо и влево от маршрута в виде плана некоторой полосы. Такой тип шагомерной съемки называется маршрутной съемкой. Маршрут удобнее всего выбирать по дорогам, заснимая вправо и влево от нее наиболее существенные пункты местности.

В исходной точке, с которой начинается работа, планшет ориентируется таким образом, чтобы свободная для зачерчивания плана часть бумаги планшета лежала в одном направлении с той частью местности, которая назначена для съемки.

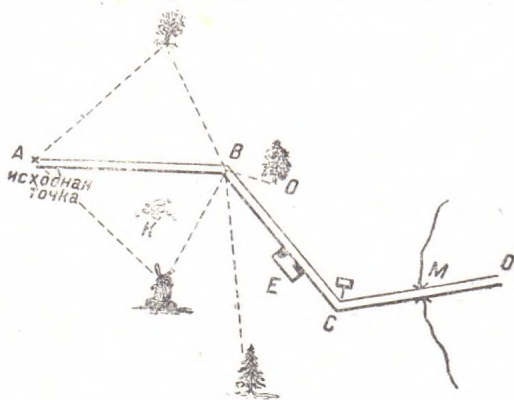


Черт. 23

Когда планшет установлен таким образом, против северного конца магнитной стрелки компаса, закрепленного на планшете, делается пометка, которая позволяет во время дальнейшей работы ориентировать планшет по этой заметке и держать его в каждой новой точке параллельно исходному положению. Не меняя положения планшета, прикладывают к выбранной на нем точке стояния визирную линейку, наводят ее вдоль выбранного маршрута до ближайшего изгиба и прочерчивают это направление карандашом. Перед тем, как провести это направление,

необходимо еще раз убедиться, что планшет не сдвинут относительно старого положения, и северный конец магнитной стрелки совпадает с нанесенной меткой. Для этого в случае возможности следует положить планшет на большой камень или пенек, прислонить к дереву или, опустившись на колено, положить на него планшет.

Кроме направления вдоль маршрута таким же образом намечают направления на ряд предметов вправо и влево от маршрута. Расстояния до них измеряются шагами или чаще оцениваются на-глаз. Затем, закончив работу в первой точке, идут по направлению маршрута до ближайшего изгиба, подсчитывая расстояние шагами. На следующем изгибе или, если расстояние до него велико, в какой-либо промежуточной точке делают остановку. В этой точке снова ориентируют положение планшета. Ориентировка может быть выполнена двумя способами, которые контролируют друг друга. При первом способе, пользуясь компасом, совмещают, как уже было указано, направление северного конца магнитной стрелки с меткой. Иначе ориентировку



Черт. 24

планшета производят прикладывая визирную линейку к имеющемуся на плане направлению на первую точку стояния и поворачивая планшет таким образом, чтобы направление на планке на первую точку совместились с направлением на эту же точку на местности. Нанеся со второй точки стояния направление маршрута дальше, съемщик получит на плане изгиб, имеющийся на местности. Визируя направления на те предметы в сторону от пути следования, которые были намечены с первой точки стояния, съемщик получит их положение засечками и выверит сделанную им оценку расстояний до этих предметов на-глаз.

В следующих точках стояния работа ведется в том же порядке. Общий вид результатов маршрутной съемки изображен на чертеже 24, на котором буквами А, В, С показаны последовательные точки стояния съемщика.

В случае надобности приемом шагомерной съемки получить план замкнутого контура работу ведут обходом по пограничным линиям. Основные правила шагомерной съемки сводятся к следующему:

1. Положения местных предметов, находящихся на пути следования съемщика, определяются измерением расстояний шагами.

2. Положение предметов, находящихся в стороне от пути следования съемщика, определяют визированием, оценивая расстояние на-глаз, или получая его засечкой с двух пунктов.

3. Для увеличения точности работы засечки на один и тот же предмет, находящийся в стороне от пути следования съемщика, делают с трех и более пунктов.

4. Если на своем пути съемщик оказывается на линии двух точек, уже имеющих на плане, съемщик пользуется этой точкой для выверки и исправления плана.

План, полученный в поле в результате работы приемом шагомерной съемки, дома обрабатывается. Вспомогательные линии, прочерченные для определения точек, стираются резинкой. Линии контура и другие линии обводят более аккуратным образом. План отделяется условными знаками и снабжается соответствующими надписями.

Д. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ УГЛОМЕРНОЙ СЪЕМКИ

АСТРОЛЯБИЯ, БУССОЛЬ, ГОНИОМЕТР, ТЕОДОЛИТ.

Астролябия является угломерным инструментом, при помощи которого измеряется угол в горизонтальной плоскости между двумя направлениями на местности. Общий вид астролябии изображен на чертеже 25. Главная часть астролябии состоит из круга, разделенного на 360° и называемого лимбом. В школьных астролябиях упрощенного типа лимб обыкновенно изготовляется из дерева, а градусные деления наносятся на бумаге, наклеенной на деревянный круг и покрытой белым лаком. Лимб закрепляется в горизонтальном положении на штативе того же типа, который применяется для эскера и мензулы (черт. 26).

В центре лимба на оси вращается визирная линейка — алидада с диоптрами (черт. 16), края алидады, обращенные к делениям лимба, скошены, и на скошенном крае имеется метка в одной плоскости с щелями глазного и предметного диоптров. В центре же лимба на алидаде закреплен компас.

При проверке астролябии необходимо:

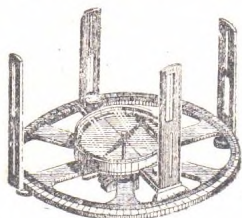
1. Убедиться в том, что лимб не покорежен и может быть закреплен на штативе в горизонтальном положении.

2. Проверить правильность делений лимба. Для этого берут мерительным циркулем определенное число градусов, например 7—9, и проверяют их в разных частях лимба, начиная с произвольного числа градусов и стараясь не выбирать за начало проверки пятков и десятков градусов.

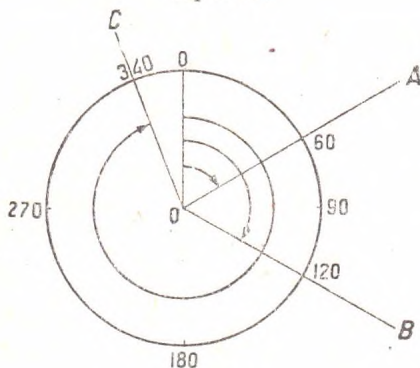
3. Проверить вертикальность плоскости щелей алидады. Для этого, укрепив лимб в горизонтальном положении на штативе, устанавливаются в расстоянии нескольких десятков шагов от астролябии вех, проверив ее вертикальность при помощи отвеса. Затем визируют эту веху через диоптры алидады. Эту проверку лучше сделать два раза, поворачивая алидаду на 180° . Если в обоих случаях незаметно расхождение волоска с направлением вехи диоптры установлены правильно.

4. Проверить правильность центрировки алидады. Установив алидаду в любом положении на лимбе, отсчитывают число градусов против меток на скошенных краях алидады. Разность между ними должна быть равна 180° . Если этого не имеется, закрепление алидады имеет эксцентриситет, который необходимо будет иметь в виду во время работы.

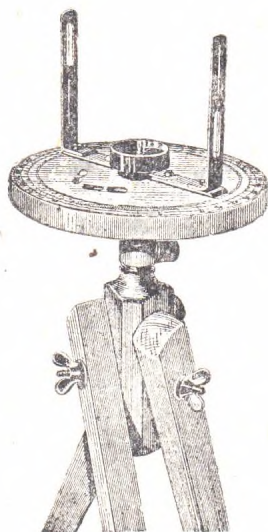
Определение угла между двумя направлениями на местности при помощи астролябии производится следующим образом. В вершине измеряемого угла устанавливается на штативе астролябия. Точность установки в вершине определяется тем, что отвес, подвешенный под центром лимба, совпадает с той меткой на земле, которая принимается за вершину. От этой метки измеряются



Черт. 25.



Черт. 27



Черт. 26

длины сторон и на нее во время съемки визируют с следующих вершин. Установив астролябию, добиваются горизонтального положения лимба. Затем, визируя алидадой по направлению одной стороны угла, записывают отсчет градусных делений против метки предметного диоптра алидады. Повернув алидаду в направлении второй вершины, записывают второй отсчет. Разность отсчетов дает величину внутреннего угла. Для удобства визирования направлений каждая сторона угла намечается вежами.

При вычислении внутреннего угла на основании двух отсчетов надо иметь в виду, что при некоторых положениях алидады иногда может получиться угол больше 180° , когда на самом деле этот угол меньше 180° . Например, если одно положение алидады по направлению ОА (черт. 27) показало отсчет 60° , а другое направление ОВ — отсчет 120° , угол АОВ равен $120^\circ - 60^\circ = 60^\circ$. Если же одно направление было ОА, а другое ОС с отсчетом 340° , разность отсчетов даст: $340^\circ - 60^\circ = 280^\circ$. Между

тем, совершенно очевидно, что и в этом случае угол $\angle COA'$ — острый, и он будет получен как дополнение вычисленной разности до 360° . Действительно, угол $\angle COA$ равняется $360^\circ - 280^\circ = 80^\circ$.

Если ось алидады расположена эксцентрически, отсчеты делают одновременно и против предметного диоптра и прогив глазного диоптра. Разность отсчетов предметного диоптра будет несколько отличаться от разности отсчетов глазного диоптра. За величину угла в этом случае принимают полусумму углов, полученных в результате отсчетов по предметным и глазным диоптрам.

Съемка участка местности при помощи астролябии может быть произведена, так же как и съемка мензулой, тремя способами:

1. Полярный способ. Астролябия устанавливается внутри участка и, визируя направления на все вершины, определяют углы между этими направлениями. Кроме того, для первого направления определяют его румб или азимут. Расстояния до всех вершин от точки стояния астролябии измеряются лентой или рулеткой. На основании полученных во время работы в поле данных, проведя на листе бумаги направление севера-юга, строят по данному румбу по транспортиру направление на первую вершину. Затем по измеренным углам строят направления на все следующие вершины. Соединяя линиями последовательно все вершины участка, получают его план.

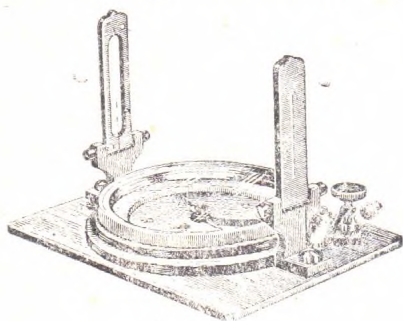
2. Способ измерения засечками с двух пунктов. Астролябия устанавливается в двух пунктах, с которых можно визировать направления на все вершины участка. Углы между этими направлениями измеряются при помощи астролябии. Кроме того, определяется румб или азимут направления на вторую точку стояния астролябии с первой и измеряется расстояние между обеими точками стояния инструмента. На основании полученных данных на плане выбирается одна из точек стояния. По румбу проводится направление на вторую точку стояния и по расстоянию до нее определяется ее положение. В полученных на плане точках стояния строят измеренные углы, пересечение сторон которых дает положение всех вершин участка.

3. Обходом по пограничным линиям. Астролябию устанавливают в первой точке участка. Визируя направление на вторую и последнюю точки, измеряют величину внутреннего угла в первой вершине участка. Кроме того, измеряют румб или азимут направления с первой вершины на вторую. То же самое проделывают во всех других вершинах участка, переходя от вершины к вершине и попутно измеряя расстояния между вершинами. Построение выполняется в том же порядке, как производилась работа. Направление с первой вершины на вторую строится по румбу, направления следующих сторон участка — по измеренным внутренним углам. Проверкой работы служит вычисление суммы внутренних углов, которая, как известно из геометрии, должна быть равна $2d(n-2)$, где n — число сторон участка.

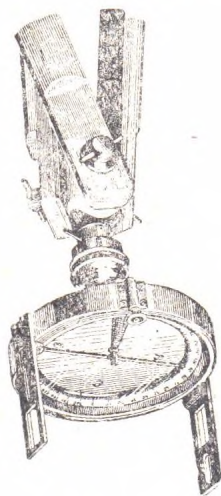
В практике чаще всего употребляется комбинированная съемка когда основной контур участка определяется

съемкой обходом, а все подробности внутри участка — полярным способом или засечками.

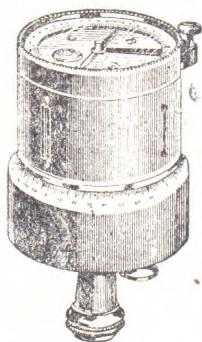
Кроме астролябии, горизонтальные углы между двумя направлениями на местности могут быть определены при помощи хорошего компаса, называемого буссолью. Буссоли бывают ручные и штативные (черт. 28 и 29). Конструкции бусселей могут быть довольно разнообразны. При пользовании ими необходимо тщательно рассмотреть, как идут надписи градусных делений на дне круглой коробки буссоли, так как в некоторых буссолях они расположены против хода часовой стрелки от 0 до 360° , а в других — в обе стороны от концов одного и того же диаметра от 0 до 90° . Коробка буссоли снабжена диоптрами, через которые производится визирование. При определении угла



Черт. 28



Черт. 29



Черт. 30

между двумя направлениями на местности при помощи буссоли последнюю устанавливают в вершине определяемого угла. Визируя оба направления, отсчитывают соответствующие азимуты. Разность азимутов дает величину внутреннего угла. В остальной работе ведется так же, как это имело место при работе с астролябией или мензулой, т. е. пользуются полярным способом, или способом засечек или способом обхода участка по пограничным линиям.

Угломерным инструментом производственного типа наиболее удобным для использования в школьной практике, является цилиндрический гониометр (черт. 30). Он состоит из двух полых металлических цилиндров — верхнего и нижнего. Полая

металлическая трубка под нижним цилиндром служит для надевания инструмента на кол или штырь штатива. Верхний цилиндр с помощью головки, видной на чертеже под нижним цилиндром справа, может вращаться около вертикальной оси. Вверху инструмент снабжен хорошей буссолью. В цилиндрах имеются вертикальные щели для визирования направлений на местности, углы между которыми должны быть определены. Угловые деления для отсчета нанесены на обдке нижнего цилиндра на его границе с верхним. При помощи кругового нониуса, описание которого имеется в любом курсе геодезии, точность отсчета может быть доведена до нескольких минут угла. Цилиндрический гониометр употребляется в производственной практике в работах, не требующих особенно большой точности и на участках, не имеющих больших протяжений.

Визирование на вехи, выставленные на расстояниях в несколько сот метров, при помощи визирных приспособлений, имеющих цель с волоском, затруднительно. В таких случаях в производственных работах пользуются универсальным угломерным инструментом, называемым теодолитом (черт. 31). При работе с теодолитом визирование производится при помощи зрительной трубы, дающей увеличение в несколько десятков раз. Для отсчета углов имеется два круга с делениями — горизонтальный и вертикальный. Таким образом, теодолит дает возможность измерять углы как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. Точность отсчета доводится обычно до одной минуты угла. Каждая конструкция теодолита до его применения должна быть тщательно изучена на основании описаний, которые имеются во всех учебниках геодезии.

Е. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ, НАСКОЛЬКО ТОЧКА НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НАХОДИТСЯ ВЫШЕ ИЛИ НИЖЕ ДРУГОЙ

Работа по определению, насколько одна точка на поверхности земли находится выше или ниже другой или, иначе говоря, определение превышения одной точки над другой производится при помощи отсчета от одной горизонтальной линии и называется нивелированием.

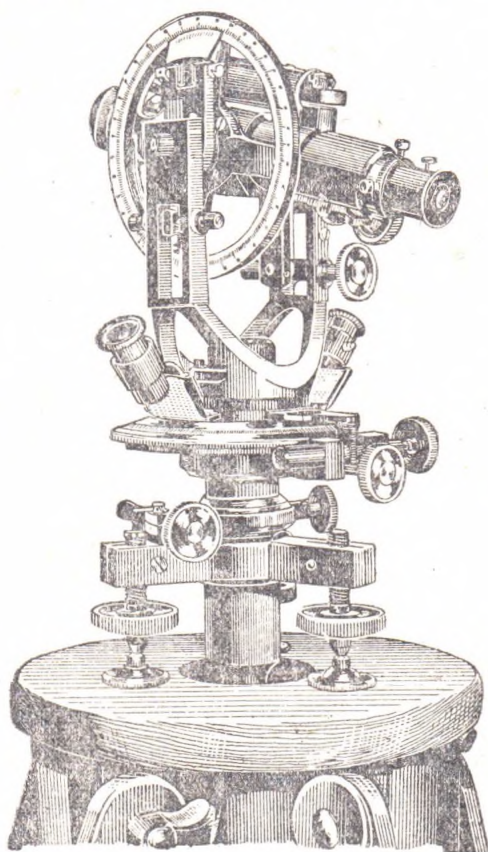
Для упрощенного нивелирования применяют следующие инструменты:

1. Планка — деревянная линейка длиною 2 м, шириною 4—5 см и толщиной около 1 см. На планке не наносится делений.
2. Рейка — деревянная линейка тех же размеров с делениями на дециметры и сантиметры в шахматном порядке (черт. 32).
3. Уровень, или ватерпас (черт. 14 и 15).

Планка и рейка могут быть изготовлены на месте. Для делений рейки удобно использовать бумажные метры с делениями, имеющиеся в листах с элементами измерительных приборов П. А. Карасева и П. И. Попова.

Работа по упрощенному нивелированию выполняется в следующем порядке. Несколькими вехами намечается прямая ли-

ния, для точек которой необходимо определить разности высот. В низшей точке этой линии ставится вертикально рейка с делениями, а планка укладывается горизонтально по выбранному направлению так, чтобы один конец ее лежал на поверхности земли, а другой приходился против рейки (черт. 33). Горизонтальность планки проверяется уровнем или ватерпасом, положенным на планку. Высота, на которую вторая точка оказалась выше первой, отсчитывается по делениям рейки и записывается. Та-



Черт. 31



Черт. 32

ким же образом определяется превышение третьей точки над второй, четвертой над третьей и т. д. Если местность идет перегибами, полезно записывать превышение последующей точки над предыдущей со знаком плюс и понижение со знаком минус. Алгебраическая сумма полученных отсчетов даст превышение последней точки над первой. Указанный способ упрощенного нивелирования может быть применен тогда, когда на небольшом горизонтальном протяжении имеются заметные уклоны, например при нивелировании склонов оврагов, крутых берегов рек, холмов и т. д.

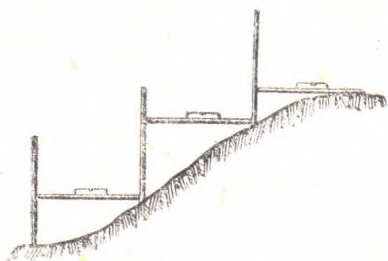
Нивелирование на более значительных горизонтальных протяжениях с небольшими уклонами производится при помощи ни-

велира или в школьной практике при помощи модели нивелира.

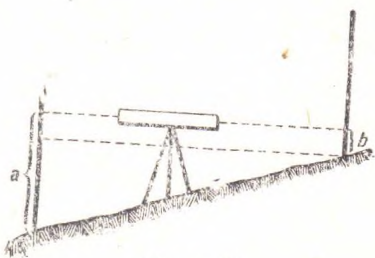
Наиболее часто встречающиеся в школьной практике модели нивелиров следующие.

Нивелир из двух сообщающихся сосудов. В стеклянный сосуд, имеющий форму двух сообщающихся сосудов и укрепленный на штативе в виде кола или треножника, налита подкрашенная вода. Уровень воды в обоих сосудах даст горизонтальную линию, визируя по которой можно определить разность высот двух точек.

Другой тип школьного нивелира представляет трубку (например картонную), укрепленную на штативе. Для удобства визирования через трубку один из ее концов, обращенный к наблюдателю, заделывается картонным кружком с маленьким



Черт. 33



Черт. 34

отверстием в центре, а другой конец оставляется открытым и в нем натягиваются две перекрестные нити, пересекающиеся в центре. Для того, чтобы труба и ее ось могли быть установлены горизонтально, к трубе прикрепляется уровень.

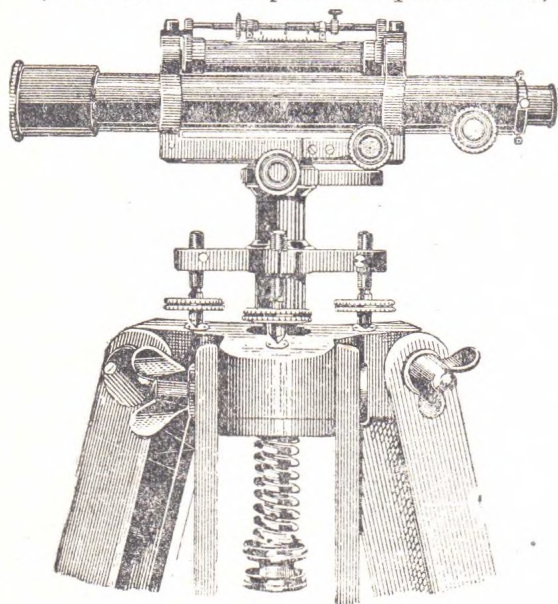
Порядок работы с моделями нивелиров обоих типов заключается в следующем:

Поместив нивелир между точками, разность высот которых надо определить (черт. 34), визируют на рейку, поставленную в нижней точке, и смотрят, против какого деления рейки приходится визируемая линия нивелира. Затем, поворачивая нивелир на 180° , визируют на рейку, поставленную в высшей точке, и также замечают деления против визирной линии. Разность отсчетов реек при визировании назад и вперед даст превышение второй точки над первой. Так на чертеже 34 отсчет рейки при визировании назад равен a , при визировании вперед — равен b . Следовательно, точка В выше точки А на $(a-b)$. Таким образом можно с одной точки стояния нивелира определить разность высот двух точек, находящихся на расстоянии нескольких десятков шагов.

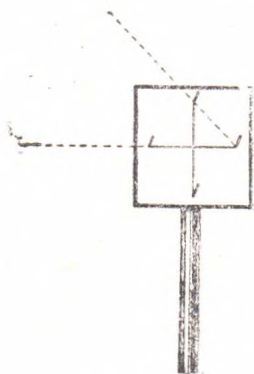
Нивелиры, употребляющиеся в производстве, сложны по своей конструкции, но идея работы с ними остается той же, что и при работе с моделями самодельных нивелиров. Наиболее существенными частями производственного нивелира (черт. 35) является зрительная труба для визирования и точный уровень для установки оптической оси трубы в горизонтальной плоскости.

Ж. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСОТ ПРЕДМЕТОВ

1. Высотомер, основанный на применении угла в 45° . Если верхнюю доску экера закрепить на штативе так, чтобы плоскость доски была в вертикальной плоскости, мы получим простейший высотомер (черт. 36). Три гвоздика доски высотомера образуют прямоугольный треугольник с острыми углами по 45° . Положим, при помощи этого высотомера требуется определить высоту дерева. Оценив определяемую высоту на глаз, отходят от дерева на расстояние, равное, приблизительно



Черт. 35



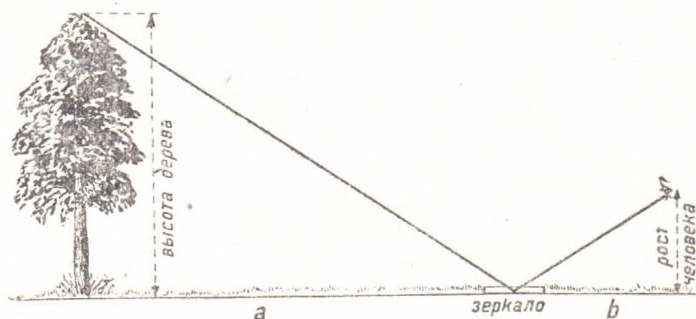
Черт. 36

оцененной высоте. Установив в этой точке высотомер и визируя по гипотенузе прямоугольного равнобедренного треугольника, смотрят, находится ли вершина измеряемого предмета против визируемой линии или нет. Если визируемая линия идет выше вершины, расстояние взято большее, чем нужно. Если визируемая линия идет ниже вершины, надо отойти немного дальше. Выбрав точку стояния высотомера, чтобы вершина была видна как раз по направлению визируемой линии, измеряют расстояние от точки установки высотомера до подножия дерева. Искомая высота дерева равна измеренному расстоянию, увеличенному на высоту инструмента от поверхности земли до катета прямоугольного треугольника высотомера.

2. Высотомер, основанный на подобии треугольников.

Таким высотомером может быть маленькое карманное зеркало. Положив его на некотором расстоянии от дерева, высоту которого желают определить, на землю горизонтально, отходят от дерева несколько дальше и выбирают такую точку, чтобы, глядя в зеркало с высоты своего роста, видеть в середине зеркала отражение верхушки дерева (черт. 37). Тогда высота де-

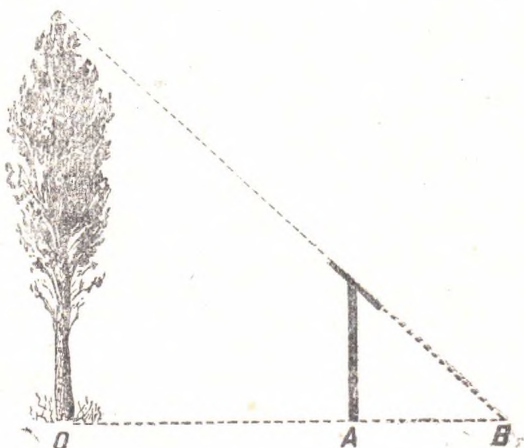
дерева будет во столько раз больше высоты наблюдателя до глаза, во сколько раз расстояние от зеркала до дерева больше расстояния от зеркала до наблюдателя. Искомая высота дерева равна $\frac{ас}{b}$ где c — рост наблюдателя.



Черт. 37

Во время экскурсии зеркало может быть заменено лужей, в которой рассматривается отражение дерева или другого предмета, высоту которого желают определить.

Другим высотомером, основанным на применении подобия является небольшой колышек высотой около полутора метра с закрепленной на винте подвижной планкой, вращающейся около горизонтальной оси (черт. 38). Установив этот высотомер в некотором расстоянии от дерева, визируют по верхнему ребру планки на вершину дерева. Затем, не меняя поворота планки, заходят с другой стороны и замечают на поверхности земли точку, лежащую на одной прямой с верхним ребром планки. Указанная точка (точка В на чертеже) отмечается маленьким



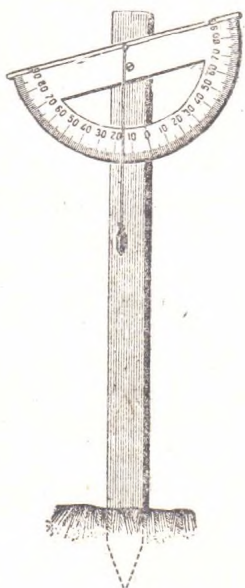
Черт. 38

колышком помощником визирующего по его указанию. Изменяя расстояние от основания дерева до высотомера и до най-

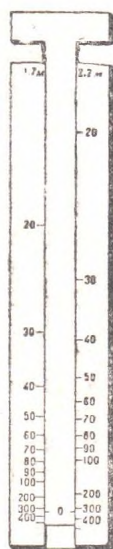
денной точки на поверхности земли и зная высоту кола, вычисляют высоту дерева на основании подобия треугольников.

3. Эклиметр.

Эклиметр представляет собой большой транспортир классного типа, закрепленный на вертикальной стойке и вращающийся около горизонтальной оси транспорта. Ось на которой транспортир вращается, имеет барашек, при помощи которого транспортир может быть закреплен в любом положении. В центре транспорта подвешен отвес, и направление нити отвеса показывает число градусных делений транспорта, приходящихся против вертикальной линии (черт. 39). При горизонтальном положении верхней планки эклиметра нитка отвеса показывает ноль градусов. При наклоне верхней планки нитка отвеса дает непосредственно величину угла отклонения. Для



Черт. 39



Черт. 40

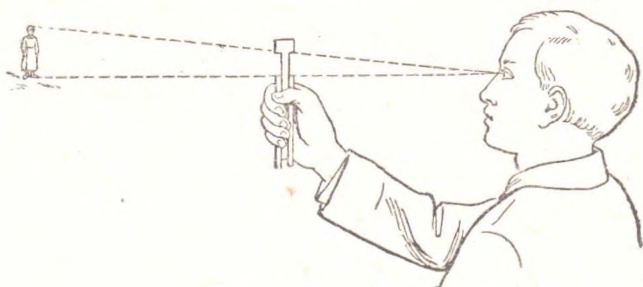
определения высоты какого-либо предмета при помощи эклиметра последний устанавливается на некотором расстоянии от этого предмета так, чтобы плоскость транспорта эклиметра совпала с верхушкой измеряемого предмета. Визируя по планке эклиметра на верхнюю точку измеряемого предмета, закрепляют его положение при помощи винта и отсчитывают по транспорту угол наклона. Зная, угол наклона и измерив расстояние от точки стояния эклиметра до основания измеряемого предмета, вычисляют искомую высоту по тангенсу угла наклона или получают результат графически.

4. Некоторые ручные компасы (так называемые горные компасы) имеют дополнительное приспособление для определения углов в вертикальной плоскости. В этих компасах на дне коробки компаса имеется подвижная медная стрелка, принимающая отвесное направление при вертикальном положении плос-

кости дна буссоли, кроме того на дне нанесены особые градусные деления для отсчета углов в вертикальной плоскости.

3. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕДОСТУПНЫХ РАССТОЯНИЙ (ДАЛЬНОМЕРЫ)

Более точно угол наклона на какой-либо предмет, высота которого должна быть определена, получается при помощи отсчетов на вертикальном круге теодолита.



Черт. 41

Дальномер в виде линейки, передвигающийся в пазах дощечки и имеющий форму латинской буквы Т (черт. 40). Держа этот дальномер на вытянутой руке, смотрят на какой-либо предмет, размеры которого известны и выдвигают линейку настолько, чтобы предмет помещался в образовавшейся щели (черт. 41). Расчет недоступного расстояния основан на применении подобных треугольников. Расстояние вытянутой руки принимается в этом случае за 0,6 м и надо приучить себя держать дальномер в вытянутой руке на этом именно расстоянии. Положим, сквозь щель дальномера смотрят на находящегося на неизвестном расстоянии человека, и ширина щели дальномера при этом оказалось равной a . Средний рост человека равен 1,7 м. Как видно из схематического чертежа, мы имеем в этом случае пропорцию (черт. 42):

$$\frac{x}{1,7} = \frac{0,6}{a}, \text{ откуда } x = \frac{1,7 \cdot 0,6}{a} = \frac{1,02}{a}$$

Пользуясь этой формулой можно вычислить неизвестное расстояние, зная ширину щели. Удобнее заранее произвести рас-



Черт. 42



Черт. 43

чет и составить таблицу для ширины щели при расстояниях:

20, 40, 50, 70, 100, 150, 200, 250, 300 и т. д. метров. Для составления такой таблицы лучше пользоваться формулой $a = \frac{1,02}{x}$

Так, например, при ширине щели в 5 мм человек среднего роста в этот дальномер будет виден на расстоянии 200 м. В имеющихся в продаже дальномерах такого типа (экскурсионный ящик Рогуленко) этого расчета производить не надо, так как на краях дощечки, в которой движется линейка дальномера, заранее нанесены деления для предметов различных размеров и против делений указаны недоступные расстояния в метрах. При этом обычно дается шкала для определения расстояния по росту человека (1,7 м), по высоте всадника, сидящего на лошади (2,2 м) и по другим предметам. При желании можно составить табличку ширины щели и расстояний для других предметов, например, ширина или длина аэроплана определенной конструкции, длина товарного или пассажирского вагона и т. д.

Применяя указанный прием, можно использовать в качестве дальномера обычную линейку с миллиметровыми или особо рассчитанными делениями, толщину нескольких спичек, наложенных одна на другую, края спичечной коробки и другие предметы.

2. Дальномер, основанный на определении угла зрения, под которым виден предмет определенных размеров (имеется в наборе Рогуленко). В дощечке размером 20 см × 10 см по середине узкого края (черт. 43) укреплена металлическая пластинка с визирным отверстием. У противоположного края воткнут ряд тонких булавок или закреплена рамка с проволочками, так что расстояния между смежными проволочками или булавками наблюдаются через визирное отверстие под углом в 1°.

Пользуясь таким дальномером, можно определить, под каким углом зрения виден тот или иной предмет на недоступном расстоянии. Зная этот угол, можно вычислить неизвестное расстояние, решая соответствующий треугольник. При грубых расчетах можно считать, что предмет, видный под углом в 1°, находится на расстоянии в 60 (точнее 57) раз больше его размеров. Так, например, кавалерист на лошади, наблюдаемый под углом в 1°, находится приблизительно на расстоянии 120 м. Если предмет виден под углом в несколько градусов, применяют формулу $x = \frac{60a}{n}$ где a — размеры недоступного предмета

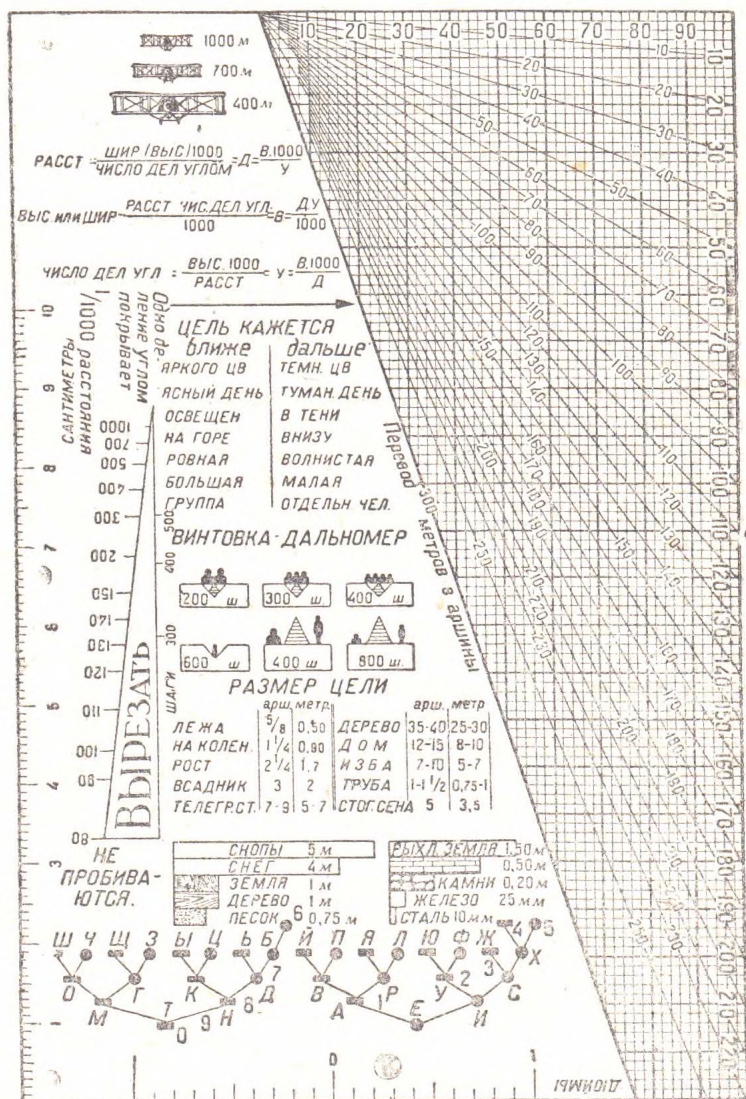
и n — число градусов, под которым данный предмет виден.

Расстояния между булавками или проволочками дальномера наносятся по расчету. В случае необходимости их проверить или поправить лучше всего поступить следующим образом. На стене наносят две метки на расстоянии одна от другой равно 1 м. Отойдя от стены на расстояние 57 м, смотрят на метки через визирное отверстие дальномера. В этом случае две соседние булавки или проволочки должны как раз покрывать метки.

3. Дальномер, основанный на делении окружности на 6000 частей. В панорамных прицелах, которыми снабжены артиллерийские орудия имеется угломер, позволяющий получить $\frac{1}{6000}$ часть окружности. Так как длина окружности приблизительно равна 6 радиусам (при $\pi = 3$), то каждое деление окружности в

этом случае соответствует 0,001 радиуса. Угломер, построенный на этом принципе, дан в приложении к брошюре «Стрелковая линейка» (Гиз., 1930 г.). Этот угломер, называемый Н. Филатовым стрелковой линейкой, состоит из прямоугольной картонки (черт. 44), на которой даны углы, выраженные в тысячных долях радиуса.

Стрелковой линейкой Н. Филатова можно пользоваться как дальномером. Для этого, приложив к глазу вершину углов на линейке, визируют предмет, расстояние до которого необходимо



Черт. 44

определить, и прочитывают число тысячных делений, под которым данный предмет виден. Умножая размеры предмета на тысячу и деля на число тысячных делений, мы получим неиз-

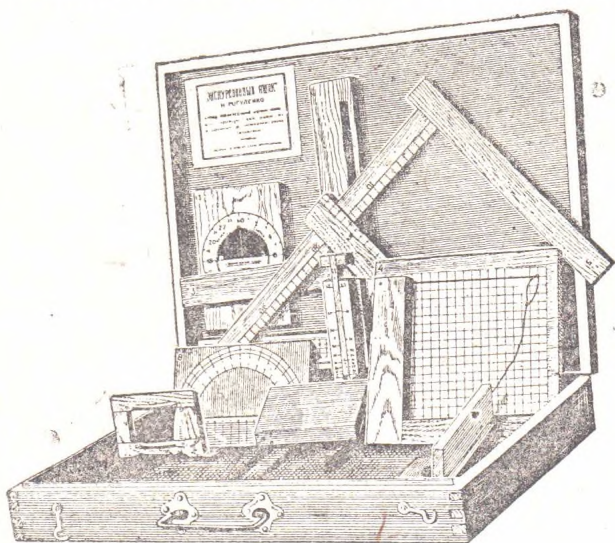
вестное расстояние. Так, например, если кавалерист виден на расстоянии под углом в 5 тысячных делений, то расстояние до него, принимая высоту кавалериста 2,2 м равно $\frac{2,2 \cdot 1000}{5} = 440$ м.

И. НАБОРЫ ЗЕМЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ЭКСКУРСИОННЫХ ЦЕЛЕЙ

Во время школьных экскурсий полезно иметь небольшой набор портативных инструментов для производства некоторых простейших измерительных работ. В продаже имеется два набора таких инструментов.

1. Экскурсионный ящик Рогуленко.

В наборе имеется мерный шнур, эккер, приборы для определения углов в горизонтальной и вертикальной плоскостях и ряд интересных конструкций для определения высот предметов и недоступных расстояний. Общий вид приборов, входящих в набор, изображен на фотографии (черт. 45). Штатива к инструмен-



Черт. 45

там не имеется. Работа производится с руки или инструменты устанавливаются на имеющиеся под рукой предметы. Оригинальным в наборе Рогуленко является приспособление для визирования в виде щелей в толщине досок или планок. Так, например, эккер в наборе Рогуленко представляет квадратную доску, в длину и ширину которой в двух взаимно-перпендикулярных направлениях имеются в толщине доски щели для визирования.

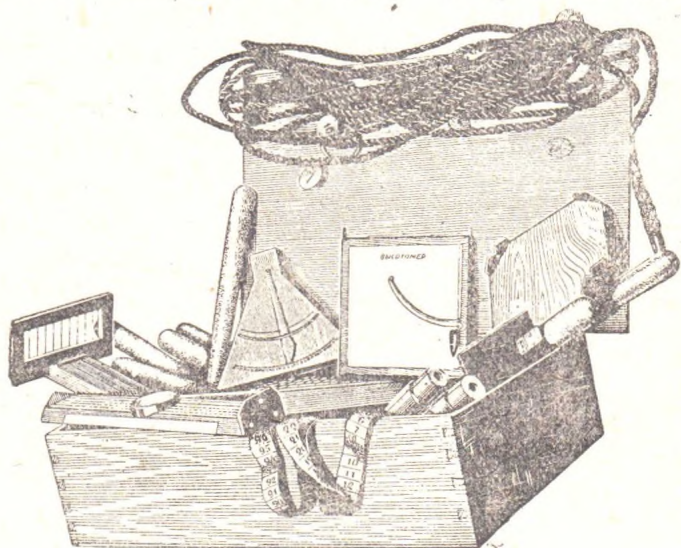
2. Набор Перельмана под названием «Математика на вольном воздухе».

В наборе имеется мерный шнур с бирками, эккер, буссоль, дальномер, измеритель углов зрения, высотмер, и ватерпас.

Общий вид набора изображен на фотографии (черт. 46). Приспособление для визирования в наборе Перельмана осуществлено при помощи принципа прицеливания из винтовки. Для этого на приборах имеется прорезь и мушка.

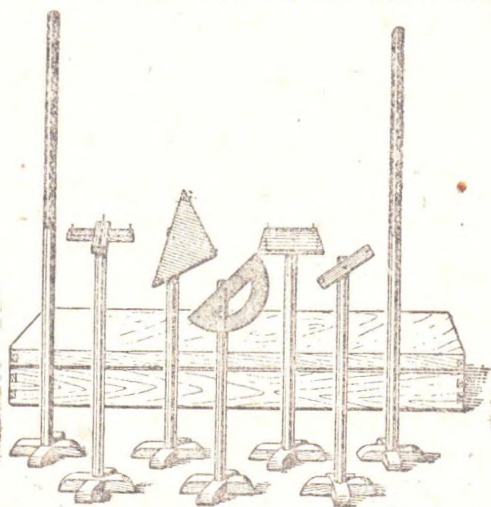
К. НАБОР ДЛЯ ОЗНАКОМЛЕНИЯ СО СХЕМОЙ РАБОТЫ С ЗЕМЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ ИНСТРУМЕНТАМИ В КЛАССНОЙ ОБСТАНОВКЕ

Прежде чем выходить с учащимися в поле для производства какой-либо землеизмерительной работы, необходимо в классной обстановке ознакомить их с основными приемами его приме-



Черт. 46

ния. Для этих целей полезно иметь набор вех высотой в 35—40 см и толщиной 0,5 см и модели основных инструментов, как



Черт. 47.

эккер, мензула, эклиметр, высотомер и т. д. высотой около 20 см. Инструменты устанавливаются на большом столе при помощи крестовин с отверстиями. Общий вид такого набора изображен на фотографии (черт. 47). Набор легко изготавливается в школьной столярной мастерской. Вместо крестовин, модели могут устанавливаться на столе при помощи подставки из свернутой спиралью проволоки (черт. 48).

Для проведения схемы работы с каким либо инструментом, например, с эккером на большом столе, на нем чертится мелом контур участка, подлежащего съемке, расставляются вехи, провешиваются магистраль и производится съемка со всеми необходимыми измерениями. Измерения делаются маленькой рулеткой или так называемым портновским сантиметром.

Параллельно с работой на столе результаты съемки вычерчиваются на классной доске и в ученических тетрадях. Черт. 48.



Кроме того, полезно иметь большие крестовины или обрубки дерева с отверстиями для закрепления на полу обычных вех и других инструментов на кольях.

Для инструментов, устанавливаемых на штативах в виде треноги, следует сделать из деревянных планок треугольник со сторонами около метра. Треугольник кладется на пол, и ножки штатива раздвигаются внутри треугольника, упираясь в его вершины. Таким образом треугольник не дает ножкам раздвигаться, и инструмент не может упасть.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЗЕМЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ В ШКОЛЕ

Практика землеизмерительных работ в школе, кроме своей практической ценности, имеет весьма существенное значение при преподавании математики, давая более глубокое понимание ряду теоретических вопросов.

В связи с программой по математике могут быть намечены следующие работы, связанные с производством измерений на земле. При этом надо иметь в виду, что эти работы только тогда будут иметь большое образовательное и воспитательное значение, когда они будут организованы так же, как организуются практические занятия по физике, химии и другим экспериментальным дисциплинам. Для этого работы после соответствующих объяснений и ознакомления с приборами должны вестись маленькими группами учащихся с представлением результатов работы в соответствующем графическом оформлении со всеми необходимыми расчетами.

Примерный список таких работ по годам обучения на основе программы может быть следующий.

Первый год обучения.

1. Измерение без предварительного провешивания длины ли-

ний, отмеченных на местности естественными границами, например, длины здания, забора, дорожки, грядки и т. д. Параллельно с измерением идут записи результатов в тетрадах.

2. Измерение небольших расстояний шагами.

3. Измерение каждым учащимся шагами расстояния в 10 м.

4. Оценка небольших расстояний на-глаз в шагах или метрах с последующим измерением и вычислением ошибки.

Второй год обучения.

1. Изображение измеренных на местности линий на бумаге, принимая за единицу длины клетку ученической тетради.

2. Провешивание линий до 100 м длины.

3. Построение на клетчатой бумаге плана прямоугольника по данным измерениям.

4. Упражнения в измерении расстояний шагами.

5. Упражнения в оценке расстояний на-глаз с последующей проверкой. Расстояния постепенно увеличиваются.

6. Провешивание и измерение одного километра (в конце года).

Третий год обучения.

1. Провешивание линий под прямым углом при помощи экера.

2. Построение на местности прямоугольника заданной длины и ширины при помощи экера.

3. Построение на местности ара и гектара.

4. Построение линий, измеренных на местности, на бумаге в масштабе, пользуясь сантиметровой линейкой с миллиметровыми делениями.

5. Построение плана прямоугольника по данным измерения при помощи линейки и угольника.

6. Вычисление площади прямоугольника по плану.

7. Построение на местности по заданным размерам участка, состоящего из комбинации прямоугольников (в форме букв г и п).

8. Построение по данным измерениям плана фигур, имеющих форму, указанную в предыдущем пункте.

9. Упражнения в глазомере.

Четвертый год обучения.

1. Построение на местности равностороннего треугольника, натягивая на кольца веревки равной длины с петлями.

2. Построение на местности равнобедренного треугольника, накидывая на два кола, воткнутых по концам одной стороны треугольника, веревку с петлями и оттягивая середину веревки третьим колом.

3. Построение при помощи экера прямоугольного треугольника с заданными длинами катетов. Вычисление площади полученного треугольника.

4. Разбивка на местности произвольного треугольника на два прямоугольных треугольника при помощи экера. Вычисление площади треугольника.

5. Построение на бумаге плана участка в форме треугольника по измерениям, указанным в предыдущем пункте.

6. Съёмка плана неправильного четырехугольника разбивкой его на два треугольника и применения в дальнейшем приемов, указанных в пунктах 4 и 5.

7. Съёмка плана участка с 6—7 сторонами при помощи эккера провешиванием магистрали и разбивкой участка на прямоугольные треугольники, трапеции. Составление плана на основе данных измерения. Вычисление площади участка по полученному плану, разбивая трапеции на прямоугольники и прямоугольные треугольники.

8. Упражнения в глазомере.

Пятый год обучения.

1. Провешивание линий и измерение длин.

2. Нахождение провешиванием точки пересечения двух непараллельных прямых.

3. Построение угла в 60° при помощи провешивания сторон равностороннего треугольника.

4. Построение прямого угла провешиванием медианы равнобедренного треугольника.

5. Провешивание параллельных линий.

6. Определение недоступных расстояний провешиванием, пользуясь построением равных треугольников.

7. Съёмка плана разбивкой участка на треугольники и измерением всех сторон полученных треугольников.

8. Восстановление и опускание перпендикуляров и проведение параллельных линий при помощи эккера.

9. Определение недоступных расстояний при помощи эккера.

10. Съёмка эккером участка, проходимого и непроходимого внутри контура.

11. Разбивка на местности участка, по данным разбивки, указанным на плане.

12. Шагомерная съёмка маршрутом.

13. Внесение деталей в маршрут, начерченный с карты местности.

Шестой год обучения.

1. Съёмка участка мензулой полярным способом.

2. Определение при помощи буссоли или компаса азимута направления на местности.

3. Определение азимута ряда направлений с одной точки стояния и составление отчетной карточки по образцу, указанному на чертеже 17, с оценкой расстояний на глаз.

4. Определение при помощи буссоли угла между двумя направлениями на местности.

5. Съёмка несложного участка при помощи буссоли или угломером.

6. Определение недоступных расстояний методом засечки на планшете мензулы.

Седьмой год обучения.

1. Более сложные случаи съемки при помощи мензулы или угломера.

2. Определение недоступных расстояний при помощи угломера с графическим оформлением результата.

3. Определение высот предметов разными способами.

4. Составление профилей направлений на местности приемами простейшего нивелирования.

5. Определение недоступных расстояний по принципу дальномера с последующей проверкой.

Восьмой год обучения.

1. Определение недоступных расстояний на основании измерений угломером и тригонометрических вычислений.

2. Определение высот по измеренному углу наклона.

3. Определение горизонтального проложения наклонной линии по измерению угла наклона эклиметром.

4. Более сложные случаи мензульной, угломерной и шагомерной съемок.

5. Работа с дальномерами, основанными на угле зрения.

6. Выделение на местности участков по определенным заданиям.

ЛИТЕРАТУРА ПО ВОПРОСУ О ЗЕМЛЕИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ РАБОТАХ И ИНСТРУМЕНТАХ

Описание землеизмерительных инструментов, их изготовления и приемов работы с ними в школьной практике можно почерпнуть в следующих литературных работах. Многие из них не имеются в продаже в настоящее время, но они издавались в достаточном количестве экземпляров и могут быть получены в библиотеках школ.

1. Орлов. Первые работы по измерению земли. Руководство для трудовой школы. Гиз. Имеется ряд изданий. Книга охватывает наиболее характерные работы, возможные в школьной практике с обстоятельным описанием изготовления соответствующих инструментов и способов работы с ними.

2. П. М. Орлов. Как мерить и делить землю. Пособие для учителей и крестьян, Гостехиздат, 1928. Работа несколько устарела в отношении землеустроительной части. Дано прекрасное описание простейших приемов съемки.

3. И. И. Козлов. Простейшее землемерие. Гиз, 1923. Кроме изложения простейших приемов съемки, даны указания по разбивке участков на части.

4. М. А. Знаменский. Беседа по геодезии с учителями. Учпедгиз. 1931. Описаны измерительные работы, возможные в средней школе, и даны указания для организации и проведения полевой и лабораторной работы.

5. П. А. Владимирский. Практические работы по геодезии для школы. Инструктивные карточки «Работник просвещения» 1930. Каждая из 40 инструктивных карточек дает для учащихся описание, как произвести какую-либо землеизмерительную работу. Карточки предназначены для самостоятельного про-

ведения работы группами учащихся по несколько человек после предварительного рассмотрения вопроса с преподавателем.

6. П. В. Албычев. Межевые приборы. «Работник просвещения» 1928, № 47—48, из серии «Сам себе мастер». В книжке описано, как изготовить мерную ленту, дальномер, эккер, астролябию, штатив, компас, мензулу, нивелир, эклиметр и пантограф.

В следующих работах преподаватель найдет изложение элементов топографии и указания по использованию топографического материала в работе школы.

7. Румянцев. Топография в пионеротряде. «Молодая гвардия», 1928.

8. Лостев. И. Математика и оборона страны, Гиз, 1930.

9. Шеллинен И. П. Элементы военного дела на уроках математики, Учпедгиз, 1931.

10. Свенцицкий Н. Военная топография в математике, Учпедгиз, 1932.

Полное описание землеизмерительных инструментов и приемов работы с ними можно найти в курсах геодезии и топографии. Из их числа следует указать на следующие:

11. Витковский Н. Н. Топография, изд. Военно-топографического управления ГУРККА, 1928.

12. Красовский Ф. Н. (редакция). Курс геодезии, 1930.

13. Орлов П. М. Курс геодезии, 1929.

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Землеизмерительные инструменты и работа с ними в средней школе	2
А. Инструменты для провешивания и измерения длины	—
Б. Инструменты для простейшей съемки	6
В. Вспомогательные инструменты для землеизмерительных работ	10
Г. Инструменты для съемки без измерения углов	13
Д. Инструменты для угломерной съемки	20
Е. Инструменты для определения на сколько точка на поверхности земли находится выше или ниже другой	24
Ж. Инструменты для определения высоты предметов	27
З. Инструменты для определения недоступных расстояний (дальномеры)	30
И. Наборы землеизмерительных инструментов для экскурсионных целей	33
К. Набор для ознакомления со схемой работы с землеизмерительными инструментами в классной обстановке	34
Приложение	35
Землеизмерительные работы в школе	—
Литература по вопросу о землеизмерительных работах и инструментах	38

Поступило в производстве 2 XI—33 г.

Подписано к печати 23/XII—33 г.

Ответственный редактор Н. А. Мальцев

Редактор Вводсентора Л. И. Генсировская

Техред С. Т. Тимохин

Изд. ч НКП № 218/2+23

Учпедгиз № 5090

Уполн. Главлита Б 74570

Форм. 62 × 94/16, 49 000 зн. в п. л.,

3 п. л.

Типо-литография им. Воровского, ул. Дзержинского, 18

Нар. 909. Тир. 10000