Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Комарова Светлана Юриевна
Должность: Проректор по образовательной деятельности
Дата подписания: 20.07.2023 11:26:00
Уникальный программный ключ:
43ba42f5d8a8a116dbf2b9ac98e3910903122 7ee81add207cbee4149f2098d7a

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»

Университетский колледж агробизнеса

21.02.19 Землеустройство

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по учебной дисциплине

ОП. 03 Основы геодезии и картографии, топографическая графика

Разработчик:		Е.М.Капранова
Ведущий преподаватель (руководитель) дисциплины		Е.М.Капранова

Омск

ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации разработаны в соответствии с рабочей программой по дисциплине ОП.03 Основы геодезии и картографии, топографическая графика для студентов обучающихся по очной форме обучения специальности **Землеустройство**.

Цель изучения дисциплины ОП.03 Основы геодезии и картографии, топографическая графика - приобретение студентами определенных знаний, умений и навыков, необходимых при выполнении картографо-геодезических работ.

Задачами дисциплины ОП.03 Основы геодезии и картографии, топографическая графика являются: приобретение навыков работы с геодезическими приборами; освоение комплекса полевых и камеральных работ: математическая обработка полевых результатов и составление планов различных видов съемки.

Методические рекомендации содержат перечень и краткое содержание основных, наиболее сложных тем для самостоятельного изучения по дисциплине ОП.03 Основы геодезии и картографии, топографическая графика.

Для успешного освоения темы следует вести краткие записи по формулировкам основных понятий, вычерчивать необходимые схемы и делать вычисления, записывая их в тетрадь.

В процессе изучения тем дисциплины студенты могут получать у ведущего преподавателя все необходимые консультации, пользоваться литературой имеющейся в библиотеке.

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Форма и размеры земли, системы координат……4

Тема 2. Масштабы топографических планов и карт……6

Тема 3. Условные знаки планов и карт……7

Тема 4. Изображение рельефа методом горизонталей……..8

Тема 5. Прямая геодезическая задача……9

Тема 6. Обратная геодезическая задача……10

Тема 7. Приборы для измерения длины линий……11

Тема 8. Устройство теодолита……..12

Тема 9. Устройство нивелира……13

Тема 10. Нивелирование «вперед»……..14

Тема 11. Нивелирование из середины……15

Тема 12. Сущность метода триангуляции……..16

Тема 13.Вынос в натуру проектных отметок……..17

Тема 14.Разбивка линий заданного уклона……18

Тема 1. Форма и размеры земли, системы координат

Физическая поверхность Земли, состоящая из суши и водной поверхности имеет сложную форму. Суша представляет сочетание низменностей и возвышений, высоты которых над уровнем моря достигают 8-9 км.За математическую поверхность Земли принимают уровенную поверхность, которая представляет поверхность воды океанов в ее спокойном состоянии, мысленно продолженную под материки. В общем уровенная поверхность Земли не совпадает с поверхностью ни одной математической фигуры и представляет собой неправильную форму, которая называется **геоидом**.

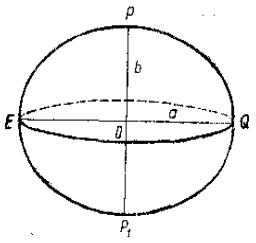


Рисунок 1.1 – Земной эллипсоид

Определение положения точек на земной поверхности

Положение точек на земной поверхности может быть определено в различных системах координат.

Системы географических и геодезических координат. Система географических координат является единой системой для всех точек Земли. При этом уровенная поверхность принимается за поверхность сферы. За начало отсчета в географической системе координат принимают начальный меридиан. Угол **φ,** называемый **географической широтой**, отсчитывается от плоскости экватора к северу и к югу от **0** до **90˚.** Широты точек, расположенных в северном полушарии, называют северными, а в южном – южными.

Угол **λ**, называемый **географической долготой**, отсчитывается от плоскости начального меридиана к востоку и западу от **0** до **180˚.** Точки, расположенные восточнее начального меридиана, имеют восточные долготы, а западнее – западные.

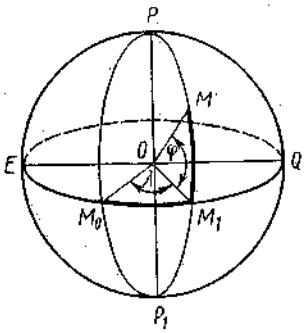


Рисунок 1.2 – Географическая система координат

Зональная система прямоугольных координат Гаусса. Чтобы установить связь между географическими координатами любой точки на плоскости, применяют способ проектирования поверхности земного шара на плоскость по частям, которые называются **зонами**.

В такой системе начало координат для всех зон принимается в точке пересечения осевого меридиана данной зоны с экватором. Координатными осями являются соответственно ось абсцисс и ось ординат (рисунок 1.3)

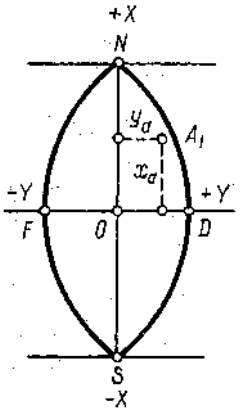


Рисунок 1.3 – Зональная система координат

Система прямоугольных координат. В геодезической практике часто положение точек определяют плоскими прямоугольными координатами. В этой системе плоскость координат совпадает с плоскостью горизонта в данной точке **О**, являющейся началом этих координат; ось **x** всегда направлена на север, а ось **y** – на восток. Северное направление оси абсцисс считается положительным (**+**), южное – отрицательным (**-**); направление оси ординат считается положительным на восток и отрицательным на запад.

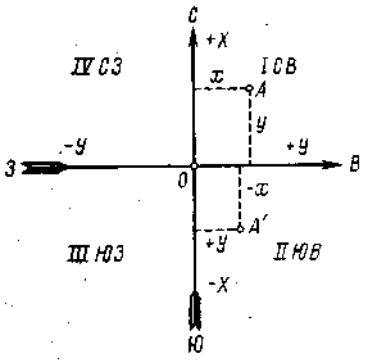


Рисунок 1.4 – Система прямоугольных координат.

Полярная система координат. В полярной системе координат (рисунок 1.5) положение любой точки **А** на плоскости определяется радусом-вектором **r**, исходящим из точки **О**, называемой **полюсом**, и углом **β**, отсчитываемым по ходу часовой стрелки от линии **ОХ** – полярной оси – до радиуса-вектора.

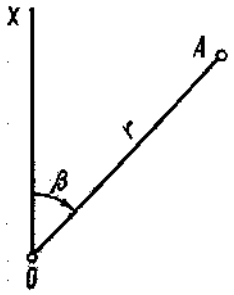


Рисунок 1.5 – Полярная система координат

Тема 2 Масштабы топографических планов и карт.

Масштабом называется отношение длин линии на плане (профиле) к соответствующей проекции этой линии на местности. Следовательно, масштаб есть число отвлеченное – правильная дробь. Для удобства пользования и сравнения все масштабы имеют однообразный вид: числителем дроби всегда является единица; при этом знаменатель непосредственно выражает степень уменьшения

Численный масштаб – масштаб, где числитель выражен единицей.

$$S_0 / S = 1 / S:S_0 = 1/M \quad (1)$$

В формуле (1) ***M*** – знаменатель численного масштаба, который показывает, во сколько раз были уменьшены проложения линий местности при изображении их на плане. Из численного масштаба следует, что определенной единице длины на плане соответствует 1000 или 2000 или 5000 и т.д. таких же единиц на местности. Например, 1см на разных планах или картах соответствует 1000, 2000, 50000, 10 000см на местности или в переводе на метры 10, 20, 50 и 100м.

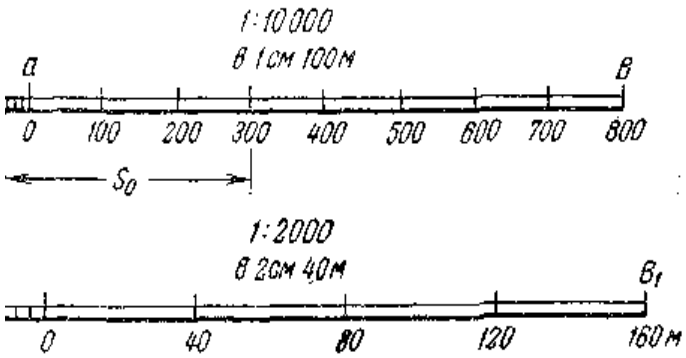


Рисунок 2.1 – Линейный масштаб

Для более точного построения плана или определения длин отрезков пользуются **поперечным масштабом** (рисунок 2.2).Цифры, написанные внизу масштаба, изображенного на рисунке 2.2,соответствуют численному масштабу 1:10 000. Тогда основание ***AB***для такого масштаба соответствует на местности 200м, а наименьшее деление будет ***t*= 200/10*10 = 2м.** Отрезки ***ab***и ***kl***для данного случая будут соответствовать **468** и **356м**.

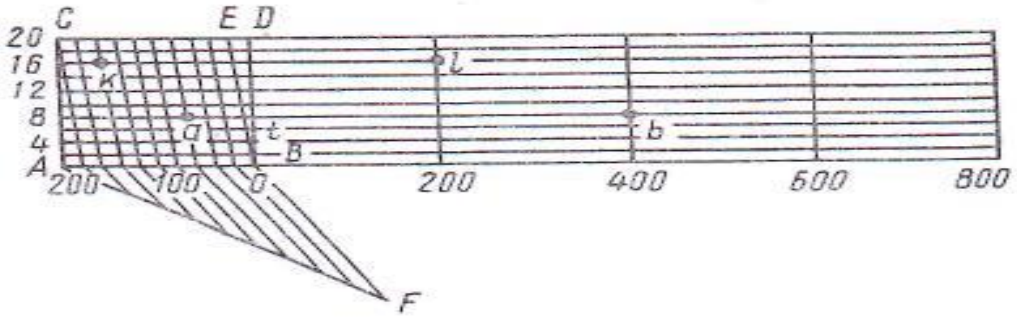
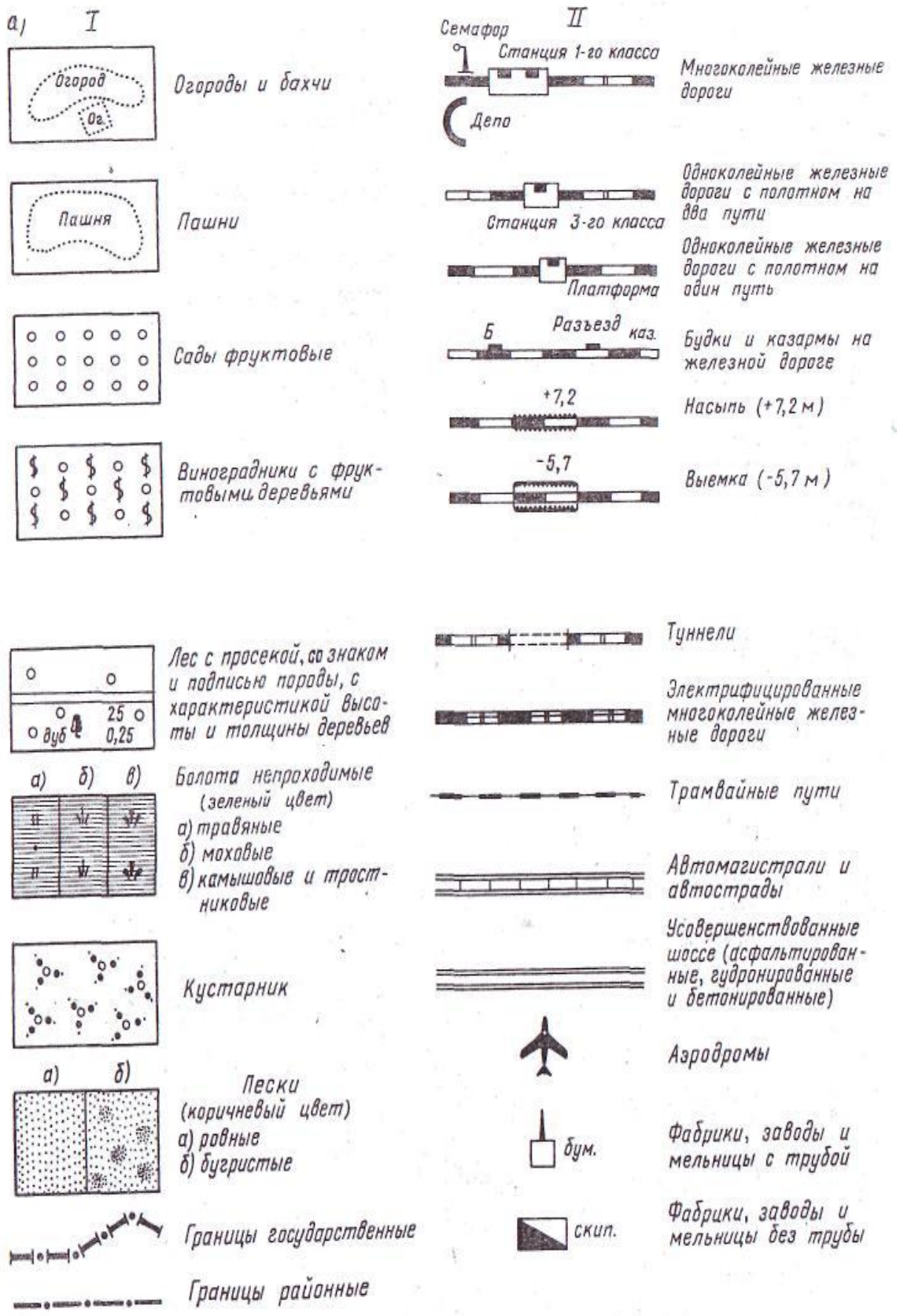


Рисунок 2.2 – Поперечный масштаб

Тема 3. Условные знаки планов и карт

Для обозначения на планах и картах различных предметов местности применяют специально разработанные условные знаки.



Тема 4. Изображение рельефа методом горизонталей.

Пусть некоторая возвышенность постепенно заливается водой. Представим, что в начальный момент вода находилась на уровне точек А. Проектируя эту береговую линию на плоскость Р, получим замкнутую кривую АА. Допустим теперь, что уровень воды поднялся на 1 м и образовал береговую линию в точках Б. Спроектировав ее на ту же плоскость Р, получим вторую замкнутую кривую линию ББ. Продолжая подъем воды в такой же последовательности выше, на плоскости Р получим изображение возвышенности с помощью горизонталей.

Для большей наглядности направление понижения скатов показывается черточками, называемыми *бергштрихами.* Для указания высот горизонталей их отметки подписывают в разрывах горизонталей, располагая верх цифр по направлению верха ската. Для большей выразительности рельефа, как правило, пятая, а иногда десятая горизонталь утолщаются.

Разность высот двух соседних горизонталей называется высотой сечения рельефа.

Расстояние между двумя смежными горизонталями на плоскости называется заложением.

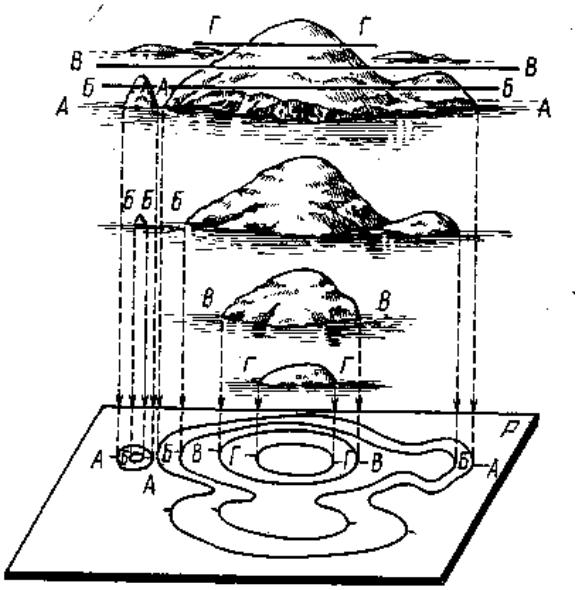


Рисунок 1 - Образование горизонталей

Часто для уточнения форм рельефа применяют дополнительные горизонтали, которые изображаются штрихпунктирными линиями и называются полугоризонталями. Обычно полугоризонтали принято проводить в тех случаях, когда расстояние между горизонталями на плане превышает 2 см.

Тема 5. Прямая геодезическая задача

В геодезии часто встречается задача, состоящая в том, что по прямоугольным координатам одной точки находят прямоугольные координаты другой точки, если известны расстояния между этими точками и дирекционный угол линии, их соединяющей.

Пусть даны прямоугольные координаты x_A и y_A точки ***A*** и полярные координаты ***s*** и α_{AB} точки ***B***

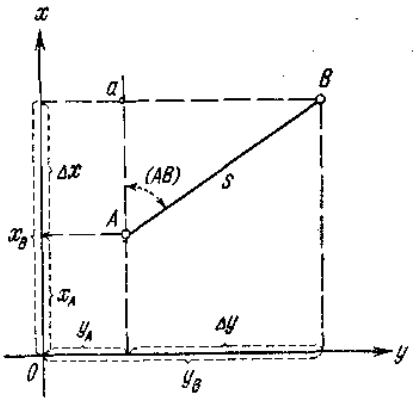


Рисунок 1 Прямая геодезическая задача

По этим данным надо найти прямоугольные координаты x_B и y_B точки ***B***.

Из чертежа мы имеем:

$x_B = x_A + \Delta x$

$y_B = y_B + \Delta y$

Следовательно, чтобы найти координаты x_B и y_B, нужно к известным координатам x_A и y_A прибавить приращение Δx и Δy

Из прямоугольного треугольника ***AaB*** имеем:

$\Delta x = s \cdot \cos\alpha_{AB}$

$\Delta y = s \cdot \sin\alpha_{AB}$

Так как линия может быть направлена под любым (0˚-360˚) углом ***α***, то в расчете угол ***α*** заменяют румбом ***r***, поэтому

$\Delta x = s \cdot \cos r_{AB}$

$\Delta y = s \cdot \sin r_{AB}$

Тема 6. Обратная геодезическая задача

Обратная геодезическая задача состоит в том, что по данным прямоугольным координатам начала и конца отрезка прямой определяют дирекционный угол и длину этого отрезка.

При решении обратной задачи для вычисления дирекционного угла пользуются формулой

$tg\alpha_{AB} = \frac{\Delta y}{\Delta x}$, причем в результате вычислений будет найден острый угол (румб). Чтобы по румбу определить величину дирекционного угла нужно сначала выяснить, к какой четверти относится этот угол, что зависит от знаков приращений Δx и Δy.

Значение длины отрезка ***AB*** может быть вычислено из прямоугольного треугольника ***AaB*** по теореме Пифагора

s = $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$

Таблица 1 – Зависимость знаков приращений от направления линий

Четверти	**Приращения**		**Угол *α(˚)***	**Румб r *(˚)***
	Δ ***x***	Δ ***y***		
I	**+**	**+**	0˚-90˚	0˚-90˚
II	**-**	**+**	90˚-180˚	180˚- ***α***
III	**-**	**-**	180˚-270˚	***α*** - 180˚
IV	**+**	**-**	270˚-360˚	360˚ - ***α***

Тема 7. Приборы для измерения длины линий

Для измерения длин линий на местности применяют различные мерные приборы: ленты, рулетки, проволоки, оптические дальномеры, светодальномеры, радиодальномеры и др. Наиболее употребительные мерные приборы —- стальные ленты, Различают ленты: штриховые (рисунок 1,*а),* шкаловые (рисунок 1, *б)* и концевые (рисунок 1, *в).*

Штриховые ленты имеют наибольшее распространение. На концах таких лент приклепываются крючки, которые карабином скрепляются с ручками, служащими для натягивания ленты. Ширина такой ленты 15—20мм, толщина 0,3—0,4мми длина 20м. За длину штриховых лент принимается расстояние между штрихами, нанесенными у крючков. Деления ленты отмечаются просверленными через каждый дециметр небольшими отверстиями. Метры обозначаются приклепанными к ленте

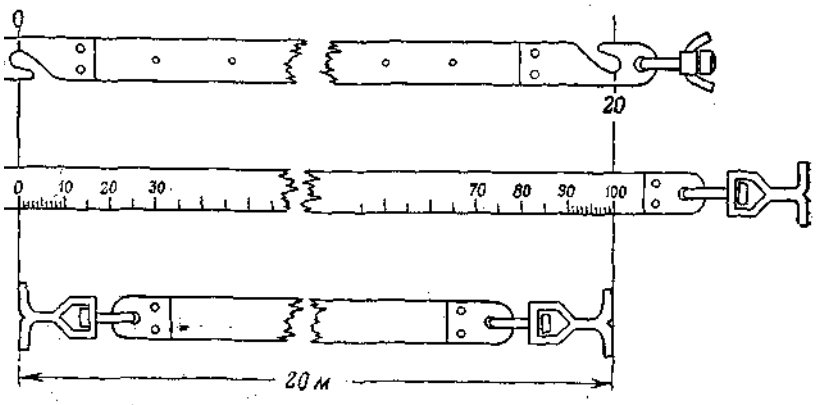


Рисунок 1

пластинками, на которых обозначены числа метров. Полуметровые деления отмечаются заклепками. Лента наматывается на специальное кольцо (рисунок 2). Для обозначения концов ленты при укладывании ее на местности служат стальные шпильки. Комплект шпилек в количестве 10—11 штук надевается на проволочные кольца.

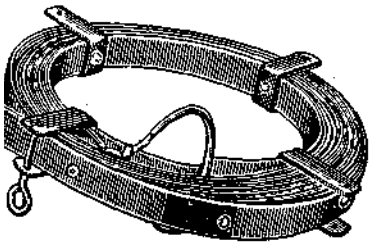
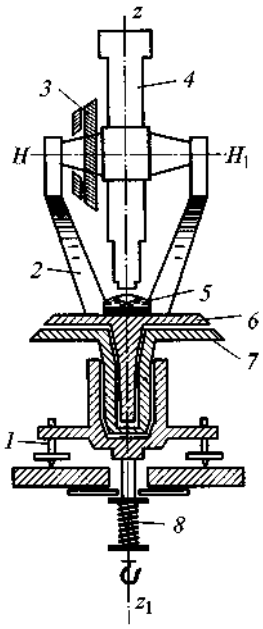


Рисунок 2

Тема 8. Устройство теодолита

Теодолит имеет металлический или стеклянный круг, называемый ***лимбом***, по скошенному краю которого нанесены деления от 0º до 360º.Счет делений идет по часовой стрелке. Центр лимба устанавливается на отвесной линии, проходящей через вершину измеряемого угла. На плоскость лимба проектируются стороны ВА и ВС измеряемого угла. При измерении угла лимб неподвижен и горизонтален.

Над лимбом помещена вращающаяся вокруг отвесной линии верхняя часть теодолита, содержащая ***алидаду*** и ***зрительную трубу***. Оси лимба и алидады совпадают и называются основной или вертикальной осью инструмента zz_1.



1-подъемный винт;

2-подставка;

3-вертикальный круг;

4-зрительная труба;

5-циллиндрический уровень;

6-алидада;

7-лимб;

8-становой винт

Плоскость лимба устанавливается в горизонтальное положение по ***цилиндрическому уровню*** с помощью трех ***подъемных винтов***. Зрительная труба может быть повернута 180º вокруг горизонтальной оси, то есть переведена через зенит. На одном из концов оси вращения трубы укреплен ***вертикальный круг***, который наглухо соединен с осью и вращается вместе с ней. вертикальный круг может располагаться справа или слева от зрительной трубы, если смотреть со стороны окуляра. Первое положение называется ***«круг право»*** (КП), второе ***«круг лево»*** (КЛ)

В комплект теодолита входят штатив и отвес.***Штатив*** представляет собой треногу с металлической головкой. Теодолит крепится к головке штатива с помощью ***станового винта***. ***Отвес*** служит для центрирования инструмента над точкой, то есть для установления центра лимба над вершиной измеряемого угла.Вращающиеся части теодолита снабжены зажимными винтами для закрепления их в неподвижное состояние.Для измерения горизонтального угла последовательно наводят зрительную трубу на точки ***А***.и ***С***. В обоих случаях с помощью отсчетного приспособления производится отсчет по лимбу. Разность отсчетов дает значение измеряемого угла.

Тема 9. Устройство нивелира

Нивелиры с компенсатором угла наклона зри тельной трубы называются самоустанавливающимися(рис. 1, а) Компенсация угла наклона визирной оси или автоматическое приведение ее в горизонтальное положение у этих нивелиров происходит за счёт автоматического поворота компенсирующего элемента (компенсатора) оптической системы (рис.1, б).

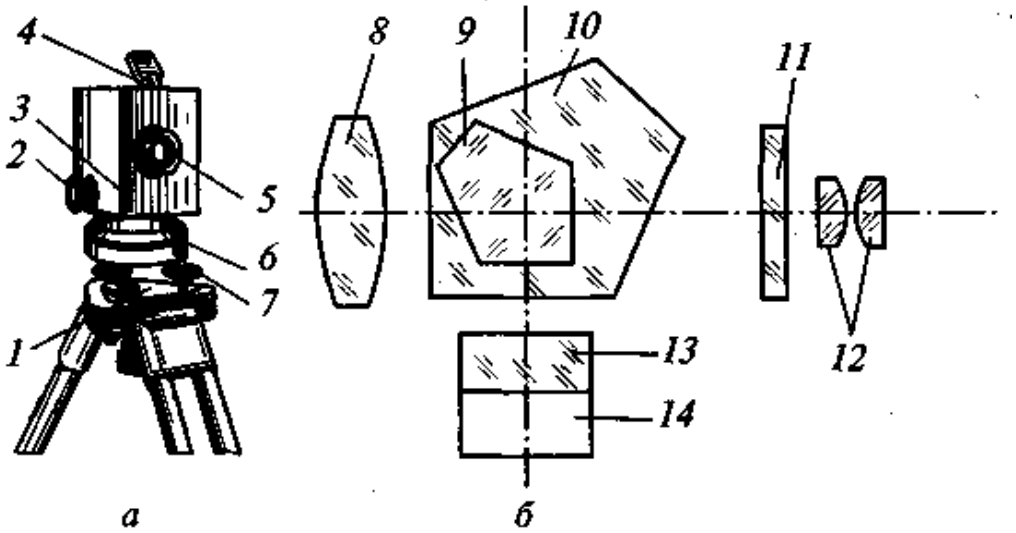
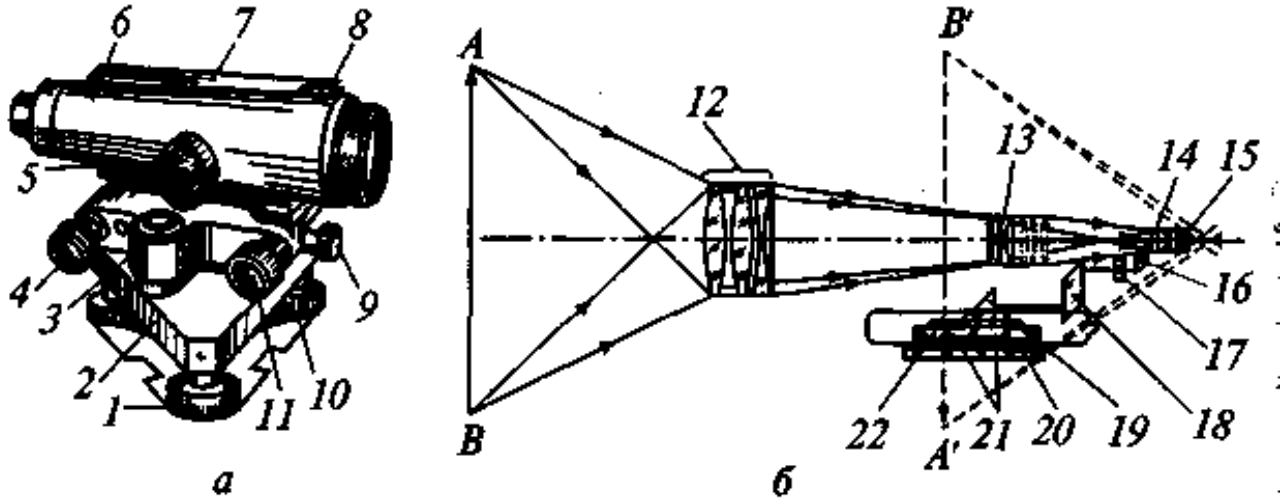


Рисунок 1 - Нивелир Н-10К:

а— внешний вид; *б* — оптическая схема; / — установочная прижимная пластина; *2* — маховичок; *3* — корпус; *4* — круглый уровень с зеркальцем; 5 — объектив; *6* — подставка; 7 — закрепительный винт; *8, 12* — линзы объектива и окуляр; 9, *10* — пентапризмы; *11* — сетка нитий; *13, 14* — призма и рамка

Так, компенсатор нивелира Н-10КП состоит из двух пентапризм *9* и *10* (пятиугольных призм), склеенных между собой и скрепленных с корпусом прибора коробчатой формы, а также подвижной прямоугольной призмы. Прямоугольная призма заключена в рамку, перемещаемую в вертикальной плоскости маховичком*2,* тленным в корпусе *3.* Ее перемещение обеспечивает фокусировку зрительной трубы по объекту наведения.

Нивелиры с цилиндрическим уровнем имеют зрительную трубу и цилиндрический уровень. Труба с уровнем укреплена на вертикальной вращающейся оси, входящей в подставку, более распространенные нивелиры этого типа: Н-3, Н-10.



Тема 10. Нивелирование «вперед»

Нивелирование вперед производится следующим образом. В одной из точек устанавливают нивелир, в другой – рейку (рисунок 1).

Высоту инструмента ***i*** измеряют рулеткой от точки А до центра окуляра горизонтально установленной зрительной трубы. При правильной установке инструмента визирная ось зрительной трубы займет горизонтальное положение НН. После этого, наблюдая в трубу, по средней горизонтальной нити сетки берут отсчет b по рейке, установленной в точке В. Тогда можно записать ***i = Δh + b,*** откуда ***Δh = i – b.***

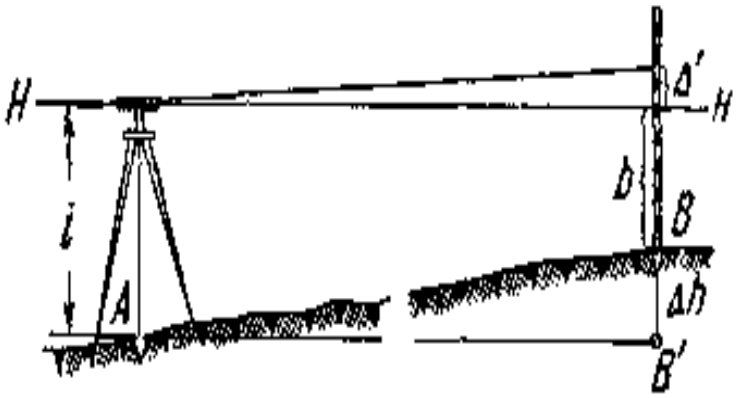


Рисунок 1.

Таким образом, чтобы определить (измерить) превышение последующей точки над предыдущей, нужно из величины ***i*** высоты инструмента, установленного в задней точке, вычесть отсчет по рейке, расположенной на последующей (передней) точке.

Тема 11. Нивелирование из середины

Превышение одной точки над другой можно определить также путем установки нивелира посередине между этими точками.

Такой способ называют нивелированием из середины. При этом способе на задней и передней точках устанавливают рейки, а нивелир располагают на середине между этими точками. После того, как визирная ось зрительной трубы нивелира будет приведена в горизонтальное положение, берут отсчеты по горизонтальной нити сетки поочередно по задней и передней рейкам. Отсчет по задней рейке обозначается буквой ***З*** (задний отсчет), а отсчет по передней рейке буквой ***П*** (передний отсчет).

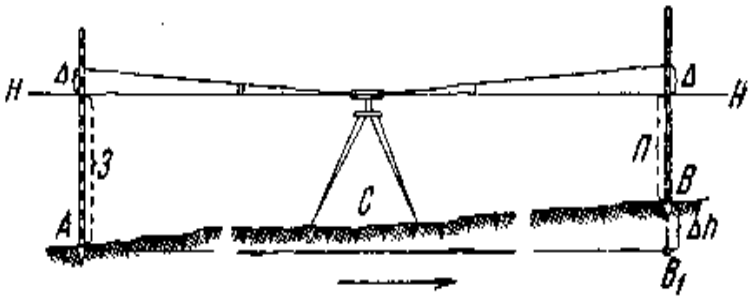


Рисунок 1.

Из рисунка 1 видно, что превышение ***Δh***определиться как разность отсчетов З и П по рейкам ***Δh = З – П.***

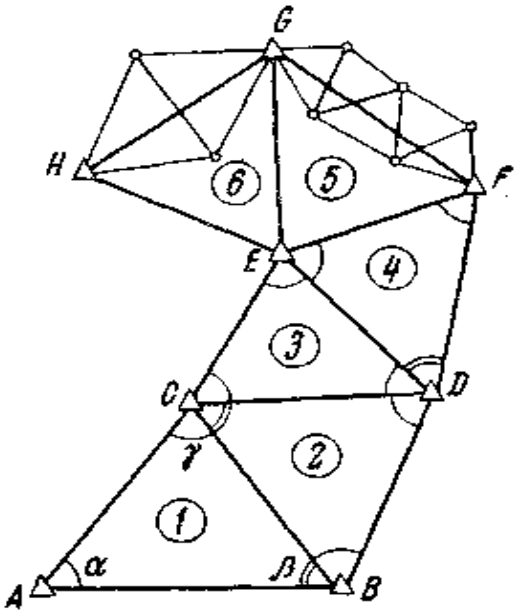
Следовательно, при нивелировании из середины превышение передней точки над задней определится как разность заднего и переднего отсчетов по рейкам; иногда говорят: «превышение – это взгляд назад минус взгляд вперед», подразумевая под «взглядами» отсчеты по рейкам.

При нивелировании из середины нивелир устанавливается необязательно в створе нивелируемых точек. Однако расстояния между рейками и нивелиром должны быть одинаковыми независимо от того, где стоит нивелир.

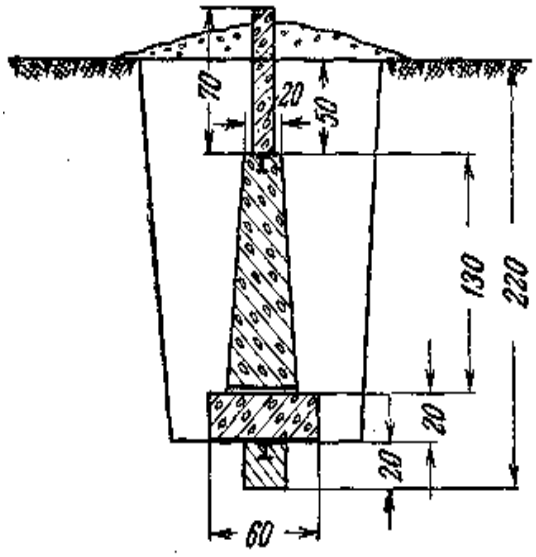
Способу нивелирования из середины обычно отдается предпочтение. Нивелирование вперед применяется на практике лишь в том случае, когда невозможно установить нивелир между точками.

Тема 12. Сущность метода триангуляции

Опорные пункты располагаются на местности так, чтобы линии их соединяющие, образовывали цепь примерно равносторонних треугольников и чтобы с каждого пункта было видно не менее трех соседних.



Каждый пункт триангуляции должен быть надежно закреплен. Для этого в котловане, вырытом ниже глубины промерзания грунта закладывают один над другим несколько центров.



Тема 13.Вынос в натуру проектных отметок

Все отметки, указанные в проекте сооружения, даются от какого-либо условного уровня. Поэтому предварительно их необходимо перевычислить в систему, в которой даны высоты исходных реперов.

Для выноса точки с проектной отметкой в натуру нивелир устанавливается на равных расстояниях от репера и точки, в которой предполагается вынесение отметки. Приведя прибор в рабочее положение, выполняют отсчеты по рейке, установленной на репере. Правильность их контролируют разностью отсчетов по красной и черной шкалам. Допустимое отклонение составляет ±3 мм.

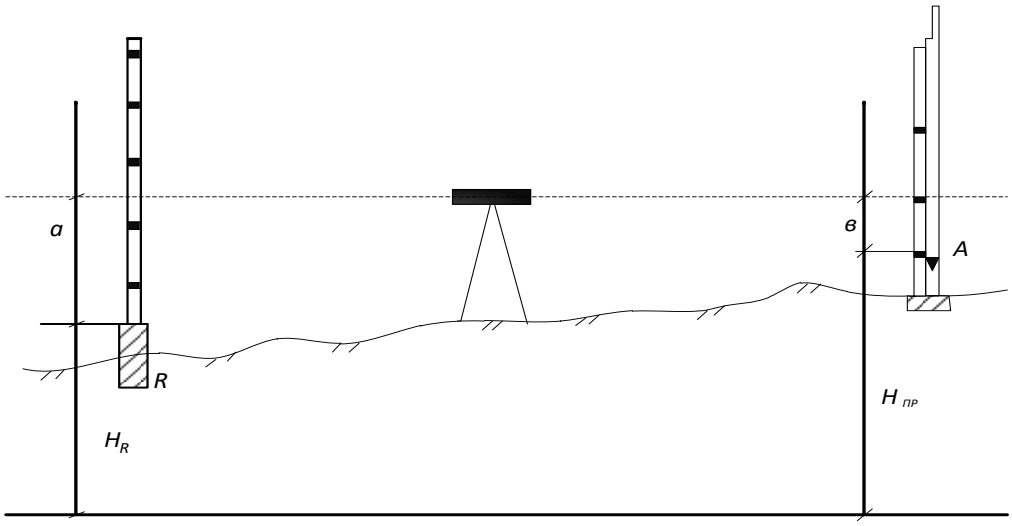


Рисунок 1 – Схема вынесения в натуру точки с проектной отметкой

Имея по рейке, установленной на репере, и отметку его H_R , вычисляют горизонт инструмента:

$$\textbf{ГИ}_{(крас)} = \textbf{H}_R + \textbf{a}_{(крас)};$$

$$\textbf{ГИ}_{(черн)} = \textbf{H}_R + \textbf{a}_{(черн)},$$

контролируя правильность вычислений по разности горизонтов. Как видно из рисунка

$$\textbf{b}_{(черн)} = \textbf{ГИ}_{(черн)} - \textbf{H}_{(пр)};$$

$$\textbf{b}_{(красн)} = \textbf{ГИ}_{(красн)} - \textbf{H}_{(пр)}.$$

Разность этих отсчетов по-прежнему должна быть равна разности отсчетов по рейке, установленной на репере. Затем рейку устанавливают в указанном месте и по сигналу наблюдателя у прибора перемещают ее вниз или вверх до получения проектного отсчета $\textbf{b}_{(черн)}$, положение низа рейки фиксируют риской.

Для контроля повторяют разбивку по красной шкале рейки и, если расстояние между рисками не будет превышать 3 мм, фиксируют высоту средней риской.

Тема 14.Разбивка линий заданного уклона

При оформлении различных поверхностей возникает необходимость закреплять ряд точек, образующих линию заданного уклона.

Вначале закрепляют точку с заданной отметкой $\mathbf{H_R}$, установив рейку, фиксируют отсчет по реперу **а** и определяют горизонт инструмента.

$$\mathbf{ГИ = H_R + a}\ ;$$

Наиболее точно задача решается геометрическим нивелированием. Далее горизонт инструмента фиксируют рисками на поверхности стоек, расположенных на расстоянии **d.**

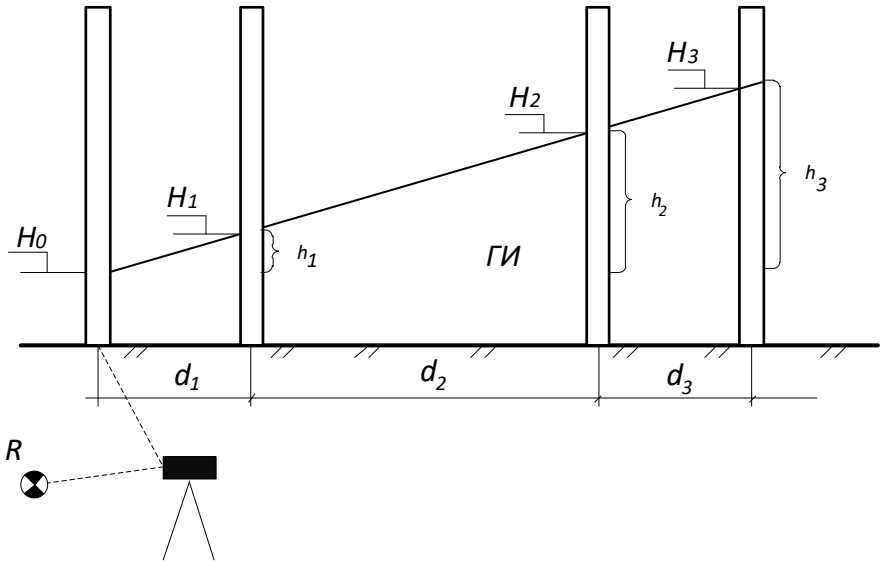


Рисунок 1 – Схема разбивки линии заданного уклона

При заданном уклоне $\mathbf{i_{пр}}$и горизонтальном проложении между стойками $\mathbf{d_1}$, $\mathbf{d_2}$, $\mathbf{d_3}$, Превышение последующей точки над предыдущей будет равно:

$$\mathbf{h_1 = i_{пр} \times d_1\ ;\quad h_2 = i_{пр} \times (d_1 + d_2)\ ;\quad h_3 = i_{пр} \times (d_1 + d_2 + d_3)\ .}$$

На эту величину отметки следующих точек будут отличаться от горизонта инструмента:

$$\mathbf{H_1 = ГИ \pm h_1\ ,\ H_2 = ГИ \pm h_2,\ H_3 = ГИ \pm h_3}$$

Отметки проектной линии фиксируют рисками. Правильность разбивки контролируют повторным нивелированием с новой установкой нивелира.