

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области
«Поволжский строительно-энергетический колледж им. П. Мачнева»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

дисциплины

Основы геодезии

для специальности

08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Самара
2017

ОДОБРЕНО

МК технологии строительства, электроэнергетики и прикладных искусств.

Протокол заседания МК № 1 от « 28 » августа 2017 г.

Председатель МК _____/Безбородова Е.А./

АВТОР-СОСТАВИТЕЛЬ

Погожина Тамара Ивановна, преподаватель ГАПОУ «ПСЭК им.П.Мачнева».

Методические указания по выполнению практических занятий дисциплины «Основы геодезии» предназначены для студентов специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. Методические указания являются частью основной профессиональной образовательной программы ГАПОУ «ПСЭК им.П.Мачнева» ППССЗ по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений в соответствии с требованиями ФГОС СПО и рабочей программы по дисциплине «Основы геодезии»

РЕКОМЕНДОВАНО

к использованию в образовательном процессе

на заседании методического совета

Протокол № ____ от « ____ » _____ 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

№ П.П.	НАЗВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	Кол-во часов	СТР.
1	Решение задач на масштабы: расчет точности масштаба. Определение длин отрезков на карте (плане) в метрах длины на местности и откладывание заданных длин на карте. Чтение ситуации на планах и картах: изучение картографических условных знаков соответствующих групп. Чтение рельефа по плану (карте)	6	5
2	Определение положения линии на местности. Решение задач на зависимость между ориентирными углами линий, по передаче дирекционного угла	4	19
3	Решение прямой и обратной геодезической задачи	4	26
4	Изучение мерных приборов. Решение задач на вычисление длины линии	6	29
5	Изучение теодолита: изучение теодолита типа 4Т30. Получение первичных навыков обращения с теодолитом: техника наведения, взятия отсчетов Получение первичных навыков угловых измерений. Измерение горизонтального угла .	14	30
6	Изучение нивелира: получение первичных навыков работы с нивелиром. Определение превышений на станции по программе технического нивелирования. Обработка результатов нивелирования. Выполнение обработки полевого журнала технического нивелирования. Вычисление высот точек хода.	18	38
7	Вычислительная обработка теодолитного хода	2	44
8	Геодезические расчеты при вертикальной планировке: проектирование горизонтальной площадки с соблюдением бланка земляных работ	8	50
9	Подготовка данных для выноса на строительную площадку проектных элементов стройгенплана. Подготовка разбивочного чертежа и выполнение расчетов для выноса в натуру проектного элемента стройгенплана	10	55

ВВЕДЕНИЕ

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Методические указания по практическим занятиям созданы Вам в помощь для закрепления знаний, полученных в процессе теоретического обучения, посредством практического их применения и формирования профессиональных компетенций (освоение приемов, способов выполнения операций в практической работе, характерных осваиваемой профессии, наработки навыков и умений) в рамках модуля ППССЗ по основному виду профессиональной деятельности.

Приступая к выполнению практического задания, Вы должны внимательно прочесть цели и задачи занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с ФГОС СПО или программой практики.

Все задания Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Наличие положительной оценки по практическим занятиям необходимо для получения зачета, поэтому в случае отсутствия на практическом занятии по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за практическое занятие Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

Тема: Решение задач на масштабы:

Расчет точности масштаба. Определение длин отрезков на карте (плане) в метрах длины на местности и откладывание заданных длин на карте

Чтение ситуации на планах и картах:

Изучение картографических условных знаков соответствующих групп. Чтение рельефа по плану (карте).

Цель работы: Изучить масштабы и их виды, научиться измерять и откладывать расстояния на картах и планах.

Изучить условные знаки и оформление топографических карт и планов, научиться читать карту и план.

Студент должен:

уметь:

- читать ситуацию на планах и картах
- решать задачи на масштабы

знать:

- основные понятие и термины, используемые в геодезии;
- масштабы, условные топографические знаки, точность масштаба;

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 1.2;

Применяемые принадлежности: миллиметровая линейка, циркуль-измеритель, лист чертежной бумаги;

комплект учебных карт, учебный план масштаба 1: 500, альбом учебных знаков.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия

Решение задач на масштабы:

Масштаб топографической карты или плана выражают отношением $M=1:N$. Это отношение записывают в виде дроби с числителем единица и называют численным масштабом. Так,

например, численный масштаб 1:10 000 означает, что отрезку на карте длиной в 1 см соответствует на местности линия (горизонтальное расстояние) в десять тысяч раз большая, т. е. 100 м.

Для удобства измерений расстояний на карте под ее южной рамкой помещают линейный масштаб. Он представляет собой шкалу, деления которой соответствуют определенному расстоянию на местности. Первое деление шкалы разбито на 10 разных частей.

Взятое раствором циркуля с карты расстояние переносят на линейный масштаб так, чтобы правая игла циркуля совпала с каким-либо штрихом правее нуля, а по левой отсчитывают дробные части основания масштаба.

При проектировании инженерных сооружений на крупномасштабных топографических планах требуется повышенная точность определения и отложения расстояний. В этих случаях пользуются нормальным поперечным масштабом, выгравированным на металлической пластине.

Каждому отрезку на диаграмме поперечного масштаба в заданном численном масштабе соответствует определенный отрезок на местности, исходя из этого и подписывают диаграмму.

Для построения поперечного масштаба на бумаге на прямой линии, длиной 10-12 см, откладывают несколько раз отрезок длиной 2 см и из полученных точек восстанавливают перпендикуляры. Через равные промежутки на перпендикулярах проводят прямые, параллельные основанию масштаба. Крайнее левое основание масштаба сверху и снизу делят на 10 равных частей и концы полученных отрезков соединяют наклонными прямыми.

Чтобы определить расстояние между заданными точками на плане с помощью поперечного масштаба, берут это расстояние в раствор циркуля-измерителя и устанавливают циркуль таким образом, чтобы его правая игла находилась на одном из перпендикуляров, а левая – на одной из наклонных линий крайнего левого основания масштаба, при этом обе иглы циркуля-измерителя должны находиться на одной горизонтальной линии.

Наименьшее деление поперечного масштаба можно на глаз разделить пополам, установив иглы циркуля посередине между горизонтальными линиями диаграммы. Полученный отрезок, равный 0,1 мм, соответствует расстоянию 0,05 м на местности и называется точностью масштаба 1:500.

Чтение ситуации на планах и картах:

1.1 Типы и формы рельефа местности

Уменьшенное изображение на бумаге горизонтальной проекции небольшого участка местности называется **планом**. На плане местность изображается без заметных искажений, так как небольшой участок поверхности можно принять за плоскость.

Картой называется уменьшенное изображение на бумаге горизонтальной проекции участка земной поверхности в принятой картографической проекции, то есть, с учетом

кривизны поверхности. В нашей стране топографические карты составляются в поперечно-цилиндрической равноугольной проекции Гаусса.

Неровности земной поверхности называются **рельефом местности**, а все расположенные на ней объекты, созданные природой или трудом человека (реки, населенные пункты, дороги и т. п.) - **местными предметами**.

Рельеф и местные предметы являются основными топографическими элементами местности.

Топографическая карта является точным отображением всех наиболее важных элементов местности, нанесенных во взаимно точном расположении относительно друг друга.

По характеру рельефа местность делится на **равнинную, холмистую и горную**.

Равнинная местность характеризуется небольшими (до 25 м) относительными превышениями и сравнительно малой (до 2°) крутизной скатов. Абсолютные высоты обычно небольшие (до 300 м) (рис.1).

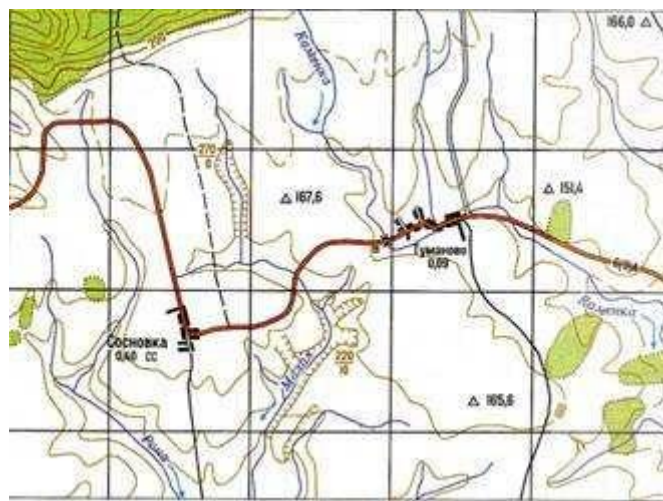


Рисунок 1 Равнинная открытая слабопересеченная местность

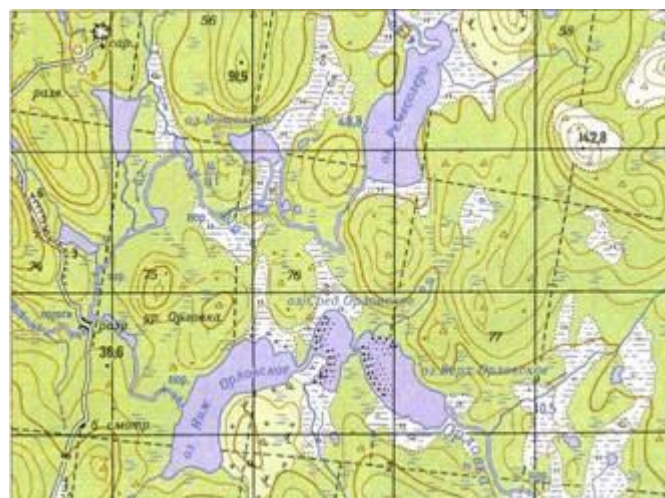


Рисунок 2 Равнинная озёрно - лесная закрытая сильнопересеченная местность

Холмистая местность характеризуется волнистым характером земной поверхности, образующей неровности (холмы) с абсолютными высотами до 500 м, относительными превышениями 25 - 200 м и преобладающей крутизной 2-3° (рис. 3, 4). Холмы обычно сложены твердыми породами, вершины и склоны их покрыты толстым слоем рыхлых пород. Понижения между холмами представляют собой широкие, ровные или замкнутые котловины.

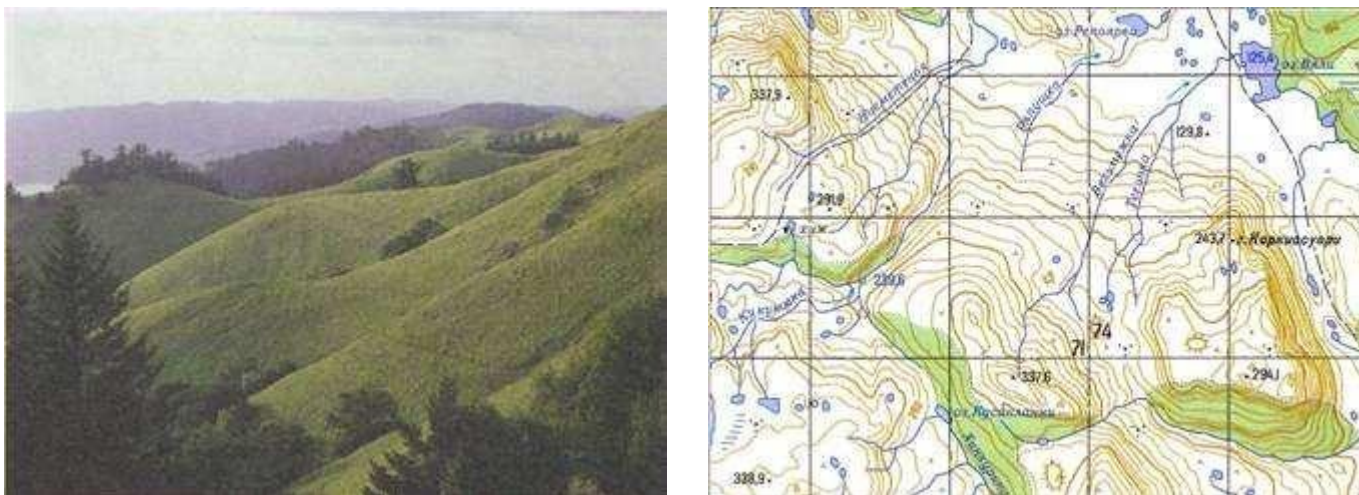


Рисунок 3 Холмистая полузакрытая пересечённая местность

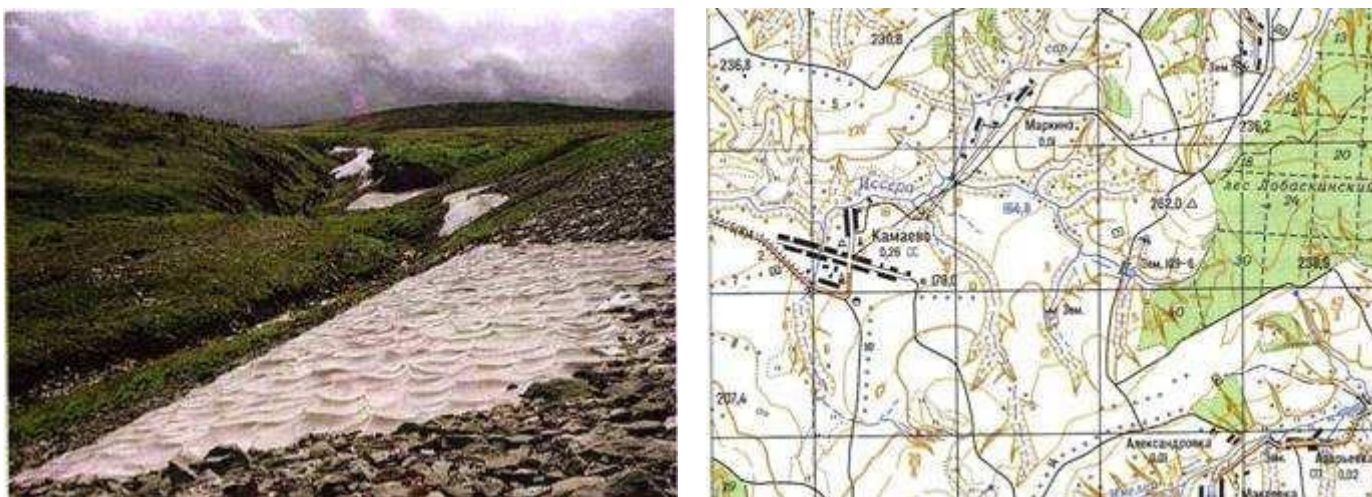


Рисунок 4 Холмистая овражно-балочная полузакрытая пересеченная местность

Горная местность представляет собой участки земной поверхности, значительно приподнятые над окружающей местностью (имеющей абсолютные высоты 500 м и более) (рис. 5). Она отличается сложным и разнообразным рельефом, специфическими природными условиями. Основные формы рельефа - горы и горные хребты с крутыми скатами, часто переходящими в скалы и скалистые обрывы, а также ложины и ущелья, расположенные

между горными хребтами. Горная местность характеризуется резкой пересеченностью рельефа, наличием труднодоступных участков, редкой сетью дорог, ограниченным количеством населенных пунктов, бурным течением рек с резкими колебаниями уровня воды, разнообразием климатических условий, преобладанием каменистых грунтов.

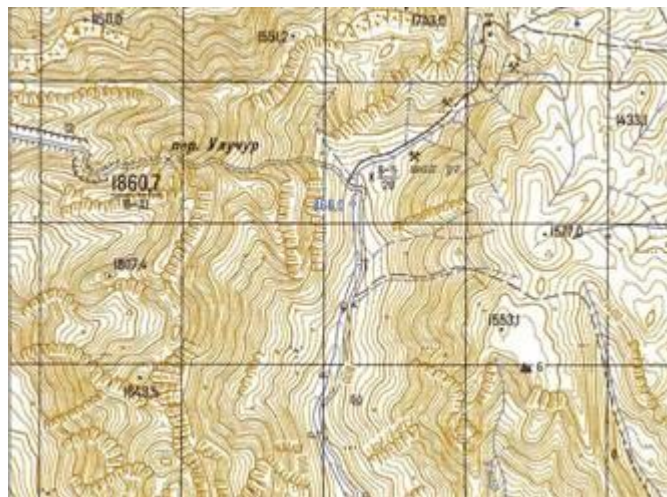
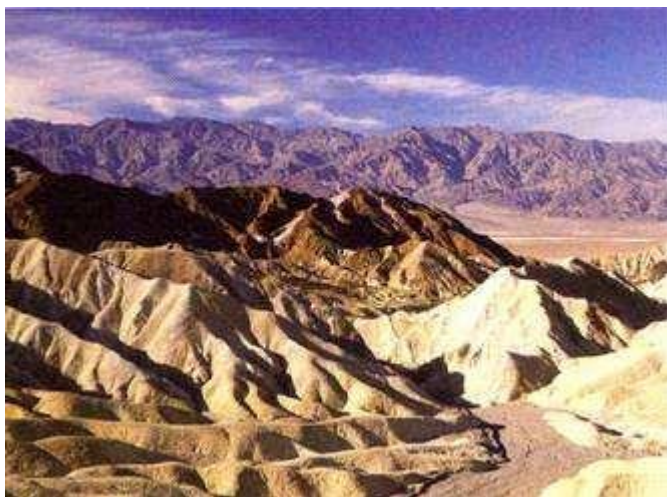


Рисунок 5 Горная сильнопересеченная местность

1.2 Изображение рельефа на картах горизонталями.

Рельеф является важнейшим элементом местности.

Изображение рельефа на топографических картах дает полное и достаточно подробное представление о неровностях земной поверхности, форме и взаимном расположении, превышениях и абсолютных высотах точек местности, преобладающей крутизне и протяженности скатов.



Рисунок 6 Изображение рельефа горизонталями

Рельеф на топографических картах изображается горизонталями в сочетании с условными знаками обрывов, скал, оврагов, промоин, каменных рек и т.п. Изображение рельефа дополняется отметками высот характерных точек местности, подписями горизонталей, относительных высот (глубин) и указателями направления скатов (бергштрихами). На всех топографических картах рельеф изображается в Балтийской системе высот, то есть в системе исчисления абсолютных высот, принятой на территории России.

1.3 Виды горизонталей

Горизонталь - замкнутая кривая линия на карте, которой соответствует на местности контур, все точки которого расположены на одной и той же высоте над уровнем моря.

Различают следующие горизонтали:

- **основные** (сплошные) - соответствующие высоте сечение рельефа;
- **утолщенные** - каждая пятая основная горизонталь; выделяется для удобства чтения рельефа;
- **дополнительные горизонтали** (полугоризонтали) - проводятся прерывистой линией при высоте сечения рельефа, равной половине основной;
- **вспомогательные** - изображаются короткими прерывистыми тонкими линиями, на произвольной высоте.

Расстояние между двумя смежными **основными** горизонталями по высоте называют высотой сечения рельефа. Высоту сечения рельефа подписывают на каждом листе карты под ее масштабом. Например: «Сплошные горизонтالي проведены через 10 метров».

Для облегчения счета горизонталей при определении высот точек по карте все сплошные горизонтали, соответствующие каждой пятой кратной высоте сечения, вычерчиваются утолщено, и на них ставится цифра, указывающая высоту над уровнем моря.

Для того чтобы при чтении карты можно было быстро определить характер неровностей поверхности на картах, применяются специальные указатели направления скатов – **бергштрихи** - в виде коротких черточек, расставленных на горизонталях (перпендикулярно им) по направлению покатостей. Они помещаются на изгибах горизонталей в наиболее характерных местах, преимущественно у вершин седловин или на дне котловин.

Дополнительные горизонтали (полугоризонтали) применяются для отображения характерных форм и деталей рельефа (перегибов склонов, вершин, седловин и т.п.), если они не выражаются основными горизонталями. Кроме того, применяют для изображения равнинных участков, когда заложения между основными горизонталями очень велики (более 3 - 4 см на карте).

Вспомогательные горизонтали применяют для изображения отдельных деталей рельефа (блюдца в степных районах, западин, отдельных бугров на плоскоравнинной местности), которые не передаются основными или дополнительными горизонталями.

1.4 Изображение горизонталями типовых форм рельефа

Рельеф на топографических картах изображается кривыми замкнутыми линиями, соединяющими точки местности, имеющие одинаковую высоту над уровнем поверхности, принятой за начало отсчета высот. Такие линии называются горизонталями. Изображение рельефа горизонталями дополняется подписями абсолютных высот, характерных точек местности, некоторых горизонталей, а также числовых характеристик деталей рельефа – высоты, глубины или ширины (рисунок 7).

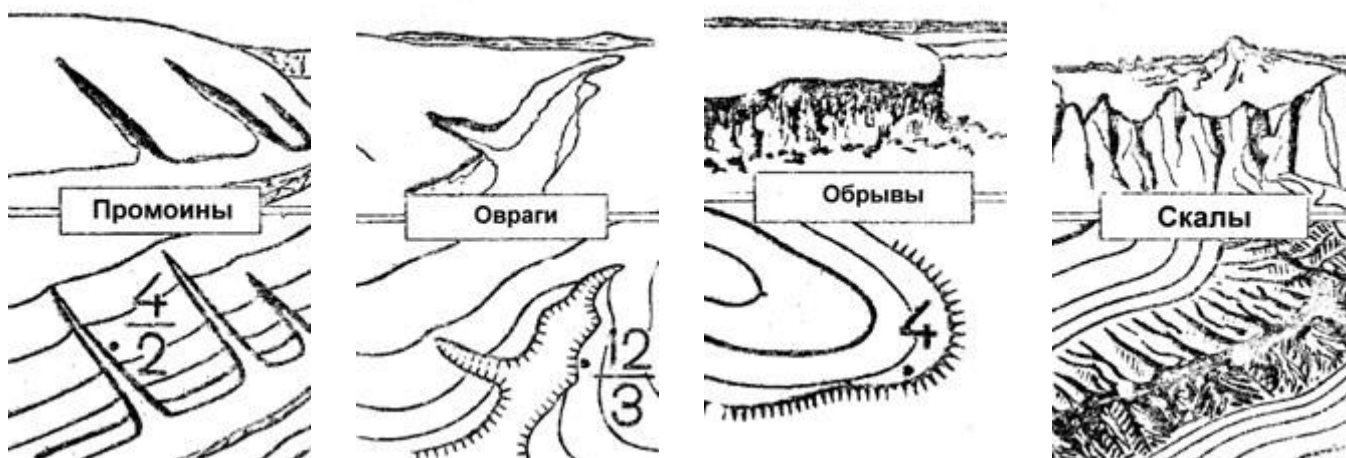


Рисунок 7 Изображение рельефа условными знаками

Некоторые типовые формы рельефа местности на картах отображаются не только основными, но и дополнительными и вспомогательными горизонталями (рис. 8).

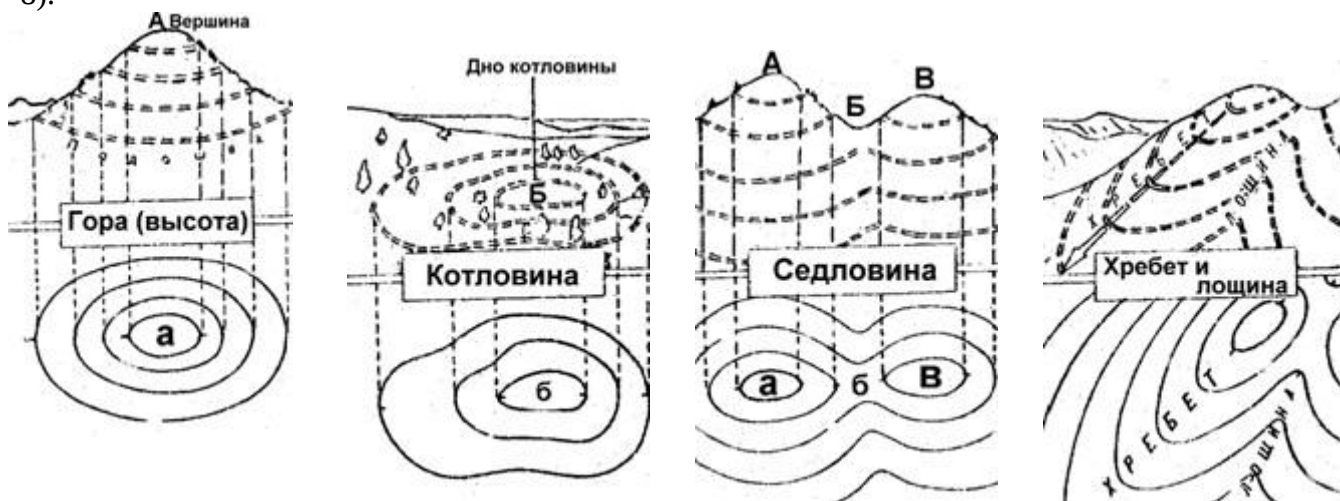
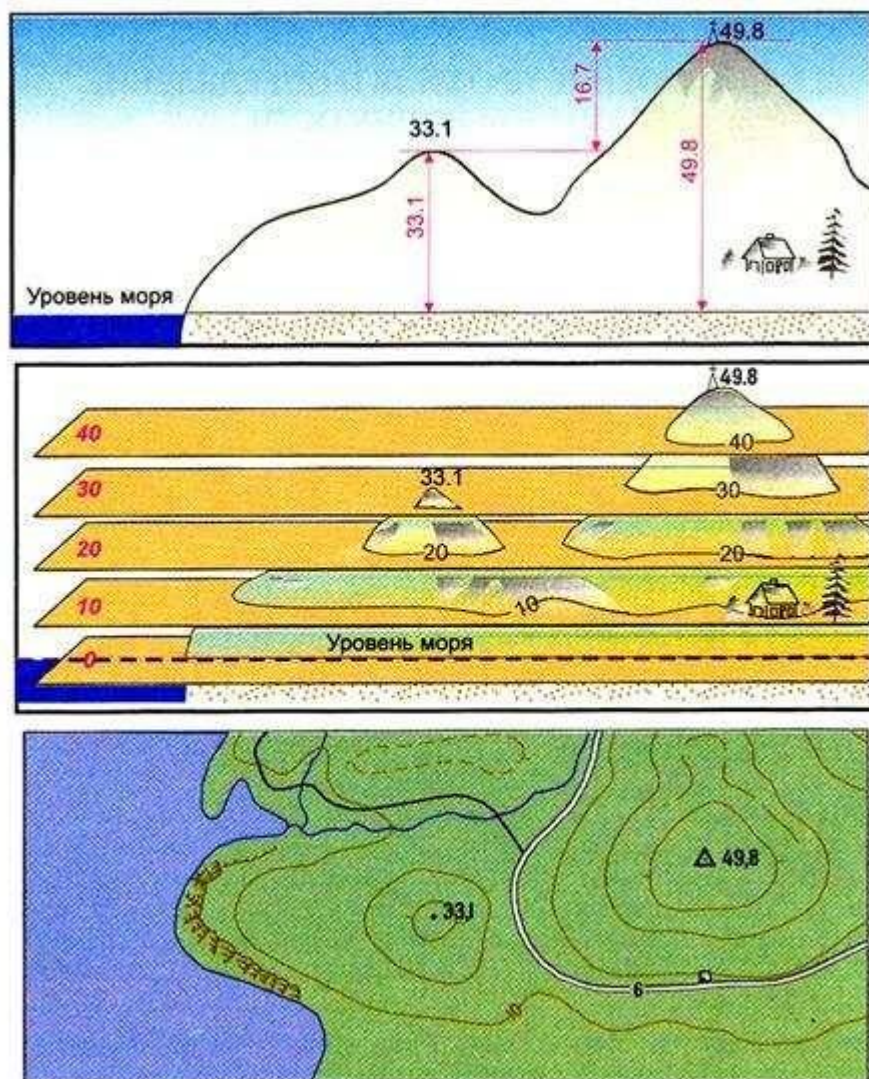


Рисунок 8 Изображение типовых форм рельефа

1.5 Определение на карте абсолютных высот и относительных превышений точек местности, подъемов и спусков, крутизны скатов



Определение на карте абсолютных высот и относительных превышений точек местности

Абсолютная высота - высота точки земной поверхности над уровнем моря; определяется по отметкам высот и горизонталей (на рис. 9 это высоты с отметками 33,1 и 49,8).

Высота сечения рельефа - расстояние по высоте

между двумя смежными секущими плоскостями.

Рис. 9. Определение на карте абсолютных высот
и относительных превышений точек местности

Относительная высота (взаимное превышение точек) - высота точки местности над другой, она определяется как разность абсолютных высот этих точек (на рис. 9 относительная высота равна 16,7 (49,8-33,1)).

Определение на карте подъемов и спусков

Профиль - чертеж, изображающий разрез местности вертикальной плоскостью.

Для большей выразительности рельефа местности вертикальный масштаб профиля принимается в 10 или более раз крупнее горизонтального.

В связи с этим профиль, передавая взаимное превышение точек, искажает (увеличивает) крутизну скатов.

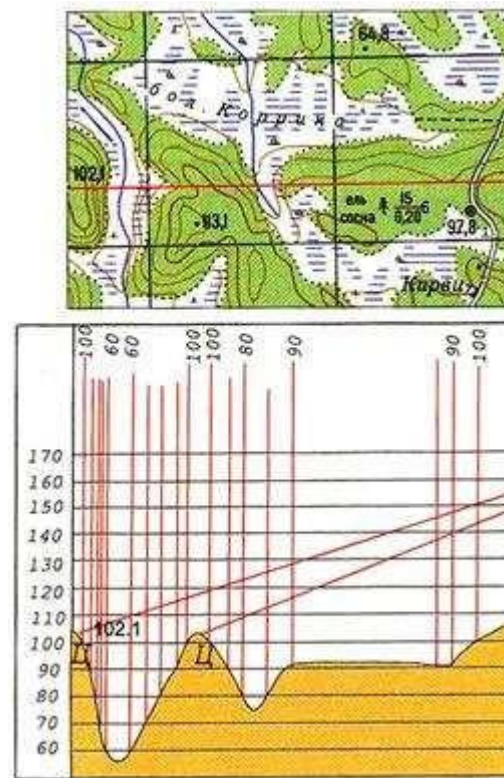


Рис. 10. *Определение на карте подъемов и спусков на маршруте движения (профиля маршрута).*

Для построения профиля нужно (рис. 10):

- прочертить на карте профильную линию (маршрут движения), приложить к ней лист разграфленной (миллиметровой) бумаги, перенести на ее край короткими черточками места горизонталей, точки перегиба скатов и местные предметы, которые сечет профильная линия, и подписать их высоты;
- подписать на листе разграфленной бумаги у горизонтальных линий высоты.



- от всех черточек, обозначающих места пересечения профильной линии с отметками высот горизонталей, точек перегиба скатов и местных предметов, опустить перпендикуляры до пересечения их с соответствующими по отметкам параллельными линиями и отметить полученные точки пересечения;
- соединить точки пересечения плавной кривой, которая и изобразит профиль местности

Рисунок 11 **Определение на карте крутизны скатов**

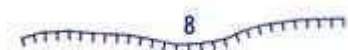
Определение на карте крутизны скатов

Крутизна ската на карте определяется по заложению - расстоянию между двумя смежными основными или утолщенными горизонталями; чем меньше заложение, тем круче скат.

Для определения крутизны ската надо измерить расстояние между горизонталями циркулем, найти соответствующий отрезок на графике заложений и прочесть число градусов (рис. 11).

На крутых скатах это расстояние измеряется между утолщенными горизонталями и крутизна ската определяется по графику, расположенному справа.

Условные знаки элементов рельефа, не выражающихся горизонталями



Ледяные обрывы (барьеры) и выходы ископаемых льдов (8 - высота обрыва в метрах)



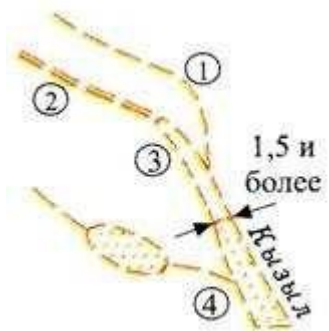
Наледи



Задернованные уступы (бровки), не выражающиеся горизонталями



Валы береговые, исторические и др., не выражающиеся горизонталями (3 - высота в метрах)



- 1) Сухие русла в одну линию (шириной менее 5 м);
- 2) Сухие русла в две линии шириной от 5 до 15 м (0.5 мм в масштабе карты);
- 3) Сухие русла шириной более 15 м (от 0.5 до 1.5 мм в масштабе карты);
- 4) Сухие русла шириной более 1.5 мм в масштабе карты и котловины высохших озер

.161,5

.347,1

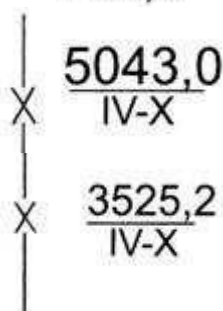
⌘ 15,2 140,6

Отметки высот

Отметки командных высот

- 90,8

Отметки высот у ориентиров

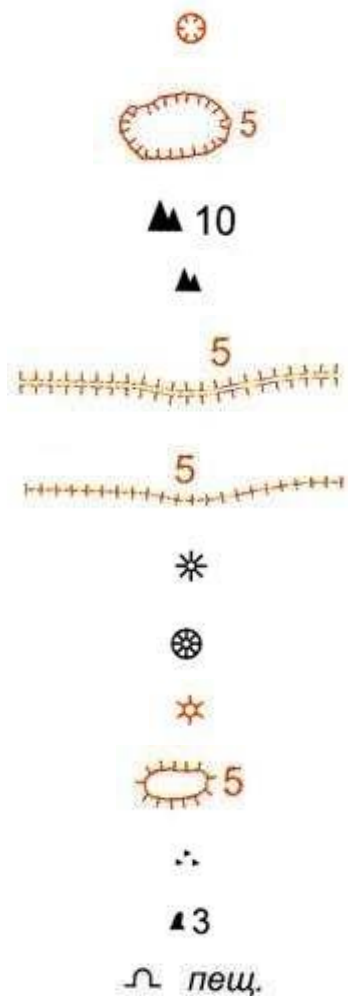


Перевалы главные, отметки их высот и время действия



Перевалы, отметки их высот и время действия

Карстовые и термокарстовые воронки, не выражающиеся в масштабе карты



Ямы, не выражающиеся в масштабе карты

Ямы, выражающиеся в масштабе карты

Скалы-останцы, имеющие значение ориентира (10-высота в метрах)

Скалы-останцы, не имеющие значения ориентира

Дайки и другие узкие круто стенные гряды из твердых пород (5 - высота гряды в метрах)

Кратеры грязевых вулканов

Кратеры вулканов, не выражающиеся в масштабе карты

Курганы и бугры, не выражающиеся в масштабе карты

Курганы и бугры, выражающиеся в масштабе карты (5 - высота в метрах)

Скопления камней

Отдельно лежащие камни (3 - высота в метрах)

Входы в пещеры и гроты

Порядок работы

Масштаб - это отношение длины линии на карте, плане (чертеже) S_p к длине горизонтального приложения соответствующей линии в натуре (на местности) S_m .

Задание 1. 1). Построить диаграмму поперечного масштаба с основанием 2 см, подписать ее для масштабов 1:500, 1:10 000 и 1:25 000.

2). Отложить на диаграмме отрезки 38,15 м (1:500), 87,5 м (1:10 000) и 1:25 000.

3). Определить точности перечисленных выше масштабов.

Пояснения к выполнению задания. Построение поперечного масштаба выполняют на листе плотной бумаги, аккуратно, тонкими линиями. Подписи и расстояния в разных масштабах обозначают разными цветами.

Для деления основания масштаба под углом 45° проводят линию, откладывают на ней 10 равных отрезков, близких по длине к 2 мм. Конец последнего отрезка соединяют с концом основания и проводят параллельные ей линии из концов всех отрезков. Эти линии делят основание на 10 равных частей.

Численный масштаб - $1/M$, правильная дробь, у которой числитель равен 1, а знаменатель M показывает во сколько раз уменьшены линии местности по сравнению с планом.

Например, масштаб 1:10000 означает, что все линии местности уменьшены в 10000 раз, т.е. 1 см плана соответствует 10000 см на местности

или 1 см плана = 100 м на местности,

или 1 мм плана = 10 м на местности.

Следовательно, зная длину отрезка S_p плана по формуле $S_m = S_p \cdot M$ можно вычислить длину линии на местности или по формуле $S_p = S_m : M$ определить длину отрезка на плане.

Например, длина линии на местности 252 м; масштаб плана 1:10000. Тогда длина линии на плане $B_p = 252 \text{ м} : 10000 = 0,0252 \text{ м} = 25,2 \text{ мм}$.

И обратно, длина отрезка на плане равна 8,5 мм; масштаб плана 1:5000. Требуется определить длину линии местности. Она будет $8,5 \text{ мм} \cdot 5000 = 42,5 \text{ м}$.

Задача №2 Вычислите длину линии на местности S_m , для данных, приведенных в таблице 1. Результаты запишите в соответствующую графу таблицы 1.

Масштаб карты	Длина отрезка на	Длина линии на местности	Масштаб карты	Длина отрезка на	Длина линии на
1:10000	62,5		1:1000		
1:25000	20,2		1:500		
1:5000	12,5		1:2000		
1:50000	6,2		1:5000		

Задача №3 Вычислите длину линии на карте, для данных, приведенных в таблице 2. Результаты запишите в соответствующую графу таблицы 2.

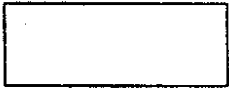
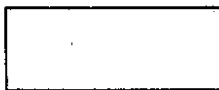
Масштаб карты	Длина отрезка на	Длина линии на местности	Масштаб карты	Длина отрезка на	Длина линии на
1:2000		80,4	1:50000		
1:5000		380,5	1:1000		
1:10000		536	1:500		
1:25000		625	1:2000		

Задача №4 Изучите условные знаки, имеющиеся на выданной Вам топографической карте, пользуясь таблицей условных знаков, в соответствии с их подразделением на 4-е группы: 1-я – контурные условные знаки;

2-я - немасштабные условные знаки;

3-я - линейные условные знаки;

4-я - поясняющие условные знаки и надписи.

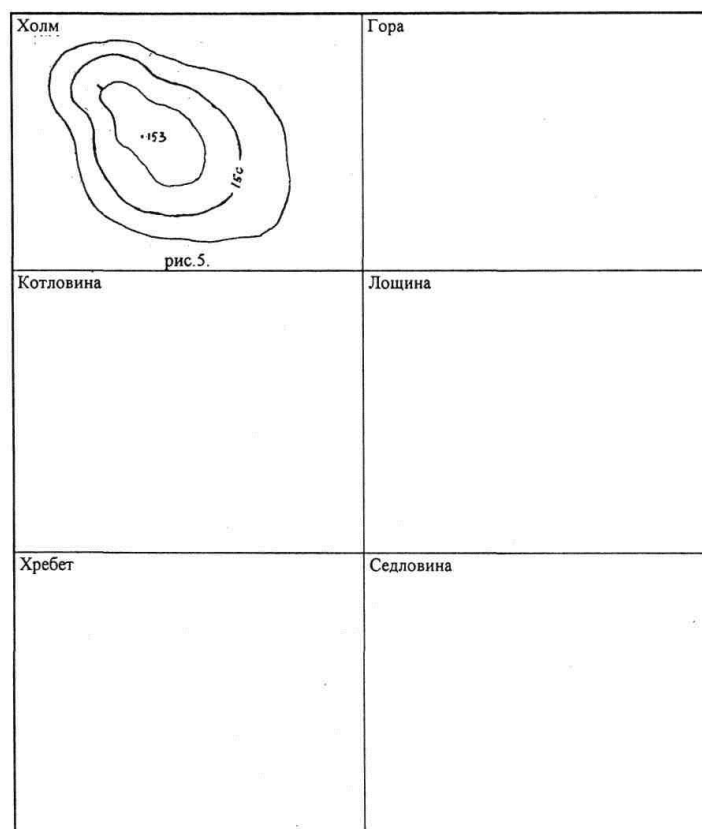
1-я группа	3-я группа
	
	
	
2-я группа	4-я группа
	
	
	

Выберите по 3 условных знака из каждой группы, скопируйте их, в отведенных для этого прямоугольниках, и подпишите рядом с прямоугольником названного условного знака.

Задача №5 Изучите рельеф, представленный на Вашей карте горизонталями.

Найдите на карте пять основных форм рельефа. Скопируйте по каждой форме одну наиболее характерную. Подпишите в соответствии с правилами высоты горизонталей, поставьте скат штрихи. Проведите характерные линии рельефа (линии водотока и водораздела).

Основные формы рельефа.



Вопросы для самоконтроля:

1. Что называют масштабом?
2. Что представляет собой численный, линейный и поперечные масштабы?
3. Что такое точность масштаба и как она определяется?
4. Поясните понятие: немасштабные и масштабные условные знаки. Что называют рельефом местности?
5. Какие основные типовые формы рельефа вы знаете?
6. Что такое высота сечения рельефа?
7. Что называют заложением?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2

Тема: Определение положения линии на местности. Решение задач на зависимость между ориентирными углами линий, по передаче дирекционного угла.

Цель работы: Изучить ориентирование на местности с помощью карты. Уклон линии. Координаты точки.

Студент должен:

уметь:

- читать ситуацию на планах и картах

знать:

- основные понятие и термины, используемые в геодезии;

- систему плоских прямоугольных координат;

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 1.2;

Применяемые принадлежности: миллиметровая линейка, циркуль-измеритель; комплект учебных карт, учебный план масштаба 1: 500, альбом учебных знаков.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия **Определение прямоугольных координат точки**

Прямоугольные координаты точки определяют с помощью координатной (километровой) сетки карты, представляющей собой линии, параллельные осевому меридиану зоны (ось **Ox**) и изображению экватора на плоскости проекции (ось **Oy**). Подписи горизонтальных линий показывают расстояние в километрах от экватора (60 65 000), а вертикальных – их приведённые ординаты (первая цифра обозначает номер зоны (43), а последующие – истинную ординату плюс 500км).

Для определения прямоугольных координат заданной точки сначала находят координаты x_0 ; y_0 одного из углов квадрата километровой сетки, в котором находится эта точка. Из заданной точки опускают перпендикуляры на стороны квадрата и циркулем-измерителем измеряют длину, используя линейный масштаб, размещенный за рамкой в южной части листа карты, определяют приращения координат Δx и Δy . Координаты определяемой точки:

$$\begin{aligned}x_A &= x + \Delta x = 66\,000\text{м} + 560\text{м} = \\66\,560\text{м} \quad y_A &= y + \Delta y = 12\,000\text{м} + \\&\quad 380\text{м} = 12\,380\text{м}\end{aligned}$$

Нанести точку по известным координатам – это значит выполнить обратные действия: - отложить приращения координат перпендикулярно километровой сетке, и в пересечении перпендикуляров получить искомую точку (см.рис.2).

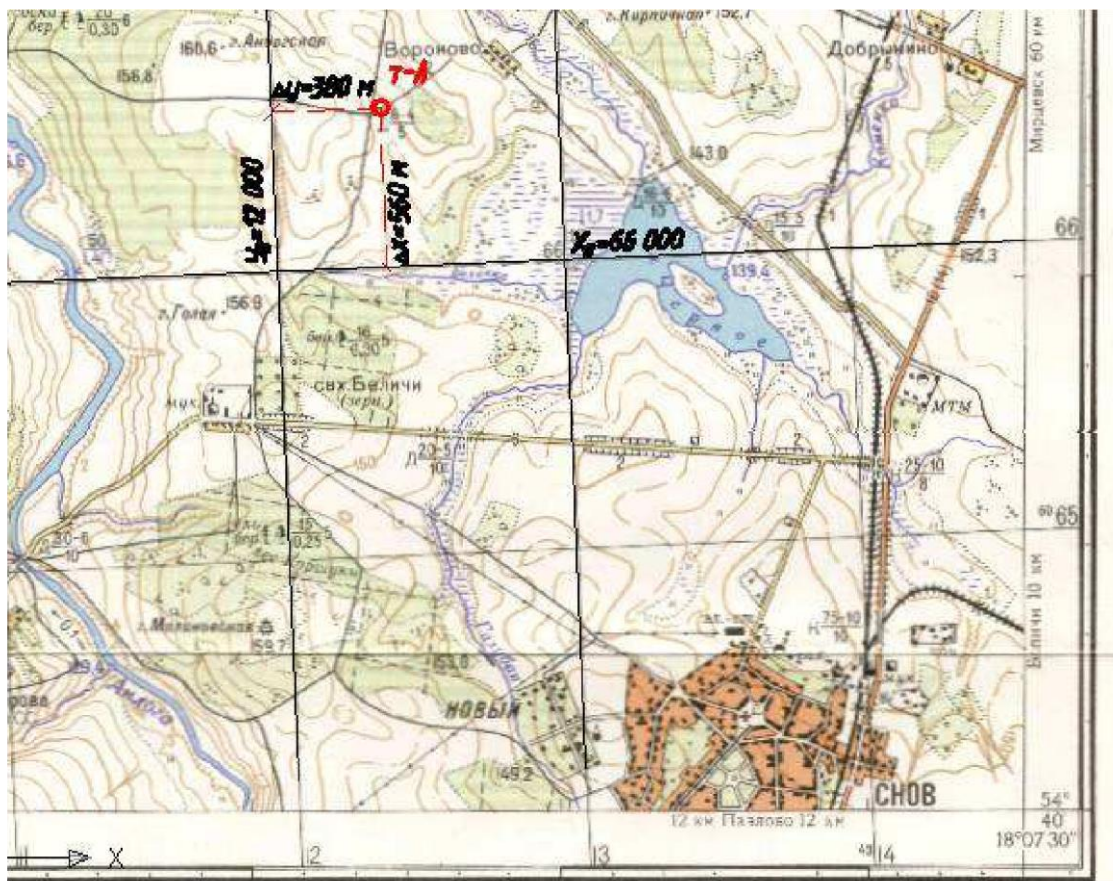


Рисунок 2 Определение прямоугольных координат точки А

I	Плоские прямоугольные координаты						Н точки, м
	x_0	Δx	x	y_0	Δy	y	
А	66 000	560	66 560	12 000	380	12 380	142,8
В							
С							

Определение геодезических координат точки

Крупномасштабные и мелкомасштабные карты издаются отдельными листами, ограниченными в зависимости от масштаба определёнными размерами по широте и долготы. Северная и южная линии **внутренней рамки** листа карты - параллели, западная и восточная – меридианы. В углах внутренней рамки листа карты указывают их широты и долготы (см.рис.3).

Между внутренней и внешней (оформительской) рамками помещена градусная рамка в виде двойной линии, разделенной по широте и долготы на интервалы, кратные 1'. Минутные интервалы выделяются попеременно чёрным и белым цветом. Каждый минутный интервал по широте и долготы разбит точками на 10-секундные интервалы.

Геодезическая широта точки В - это угол, образованный нормалью к поверхности эллипсоида в данной точке и плоскостью экватора. Широта измеряется дугой меридиана от экватора до данной точки.

Геодезическая долгота точки L - это двугранный угол, образованный плоскостями начального (Гринвичского) меридиана и меридиана данной точки. Долгота измеряется дугой экватора (или параллели) от Гринвичского меридиана до меридиана данной точки.

Широту и долготу выражают в градусной мере и определяют относительно ближайших меридианов и параллелей. Из заданной точки опускают перпендикуляры на ближайшие линии меридиана с долготой L_0 и параллели с широтой B_0 и с учётом их масштабов определяют приращения ΔB и ΔL .

Для определения $\Delta B''$ и $\Delta L''$ измеряют линейные отрезки Δb и Δl (с точностью до десятых долей миллиметра), а по градусной рамке – длины 10-секундных (или минутных) интервалов b и l . Тогда приращения геодезических координат в градусной мере:

$$\Delta B'' = \frac{\Delta b * 10}{b} ; \quad \Delta L'' = \frac{\Delta l * 10}{l}$$

Геодезические координаты точки А

$$B_A = B_0 + \Delta B'' ; \quad L_A = L_0 + \Delta L''$$

Пример. Ближайшая к точке А южная параллель и восточный меридиан имеют координаты

$$B_0 = 54^\circ 41' 10'' \text{ и } L_0 = 18^\circ 05' 20''$$

Длины 10-секундных интервалов по широте $b = 12.3 \text{ мм}$ и долготе $l = 7.1 \text{ мм}$; измеренные в линейной мере приращения координат $\Delta b = 10.8 \text{ мм}$ и $\Delta l = 3.6 \text{ мм}$, тогда

$$\Delta B = \frac{10.8 \text{ мм} * 10''}{12.3 \text{ мм}} = 8.8 ; \quad \Delta L = \frac{3.6 \text{ мм} * 10''}{7.1 \text{ мм}} = 5.1$$

$$B_A = 54^\circ 41' 10'' + 8.8'' = 54^\circ 41' 18.8'' ; \quad L_A = 18^\circ 05' 20'' + 5.1'' = 18^\circ 05' 25.1''$$

Для контроля повторно определяют приращения координат относительно северной параллели и западного меридиана. Расхождения между результатами двух определений координат не должны превышать 0.2''.

№ точки	Геодезические координаты, град., мин., сек					
	B_0	ΔB	B_A	L_0	ΔL	L_A
A	$54^{\circ}41'10''$	$8,8''$	$54^{\circ}41'18,8''$	$18^{\circ}05'20''$	$5,1''$	$18^{\circ}05'25,1''$
B						
C						

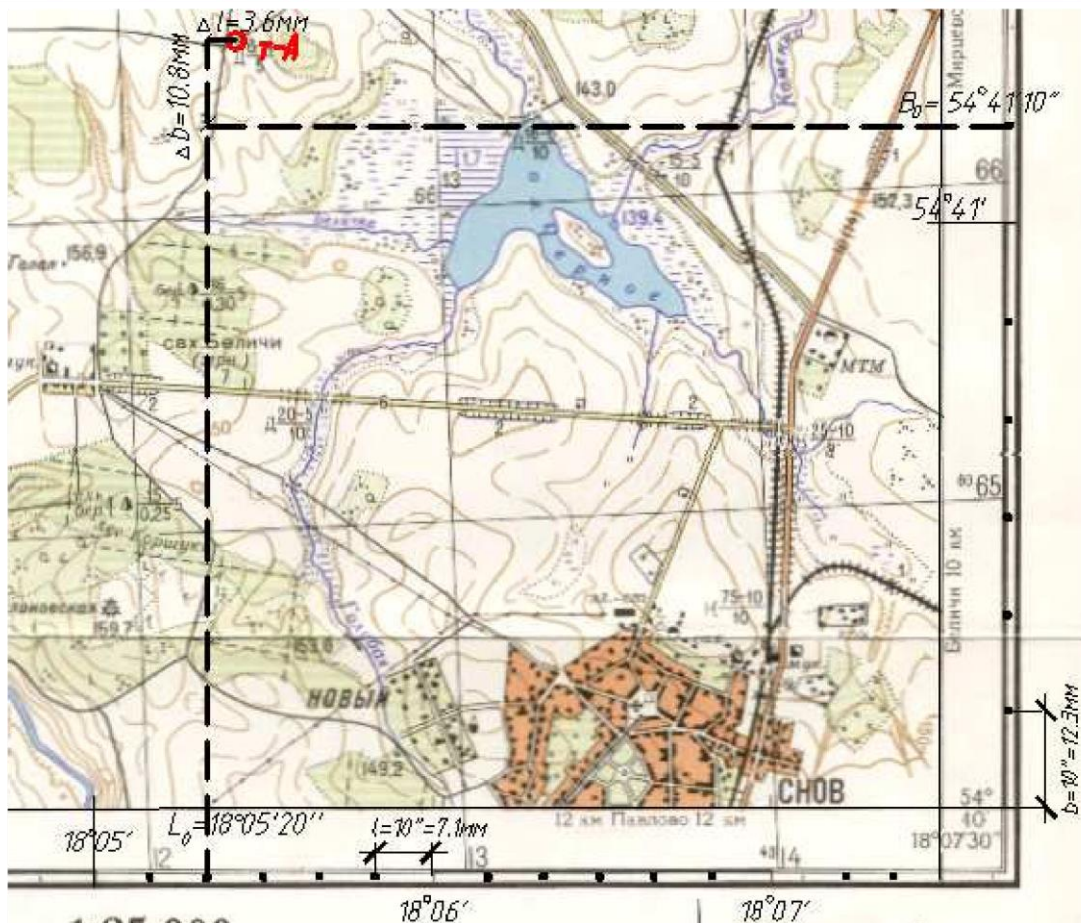


Рисунок 3 Определение геодезических координат точек
Определение высот (отметок) точек H_A , H_B , H_C .

При определении отметки точки по карте следует руководствоваться следующими правилами:

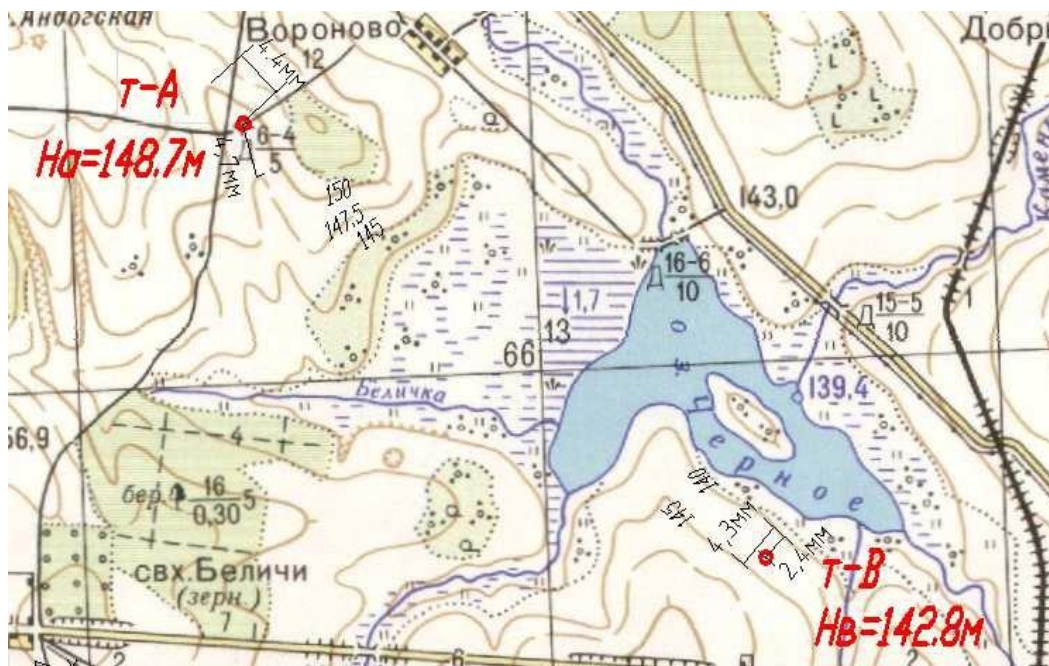
1. Отметка точки, расположенной на горизонтали, равна отметке этой горизонтали.
2. Отметку точки, расположенной между горизонталями, определяют из выражения:

$$H_A = H_{мл} + \Delta h_A = H_{мл} + h$$

где $H_{мл}$ – отметка младшей горизонтали; Δh_A – превышение точки A над младшей горизонталью; d – заложение ската (расстояние между горизонталями); l_A – расстояние в плане от младшей горизонтали до точки; h – сечение рельефа, м. Значение d и l_A определяют с помощью измерителя с точностью 0.2мм.

На приведённом примере (см.рис.4):

$$H_A = 147.5 + \frac{4.4}{9.1} \times 2.5 = 148.7 \text{ м} ; H_B = 140 + \frac{2.4}{4.3} \times 5.0 = 142.8 \text{ м}$$



Полярные координаты

По известным полярным координатам (см. таблицу 1 колонки 4, 5) нанести точку В на карту, определить:

- её прямоугольные координаты;
- отметку;
- значение истинного и магнитного азимутов линии АВ на год решения контрольной работы; - среднюю величину уклона линии АВ.

Для нанесения точки В на карту по заданным полярным координатам необходимо произвести следующие построения (см.рис.5).

Через точку А, являющуюся полюсом для системы полярных координат, проводят линию, параллельно координатной сетке карты, с помощью транспортира откладывают заданный горизонтальный угол и проводят линию, направление которой соответствует дирекционному углу, например,

$\alpha_{AB} = 131^\circ 55'$. Выбранное из таблицы расстояние, например, 1 475 метров, переводят в масштаб карты, используя линейный или числовой масштабы.

Например, длина линии $D_{AB} = 1\,475 \text{ м}$, масштаб карты – в 1 сантиметре 250 метров, тогда $D_{AB} = 1\,475 : 250 = 5.9 \text{ см} = 59 \text{ мм}$. С помощью измерителя (линейки) полученную величину откладывают по линии построенного направления и отмечают точку В.

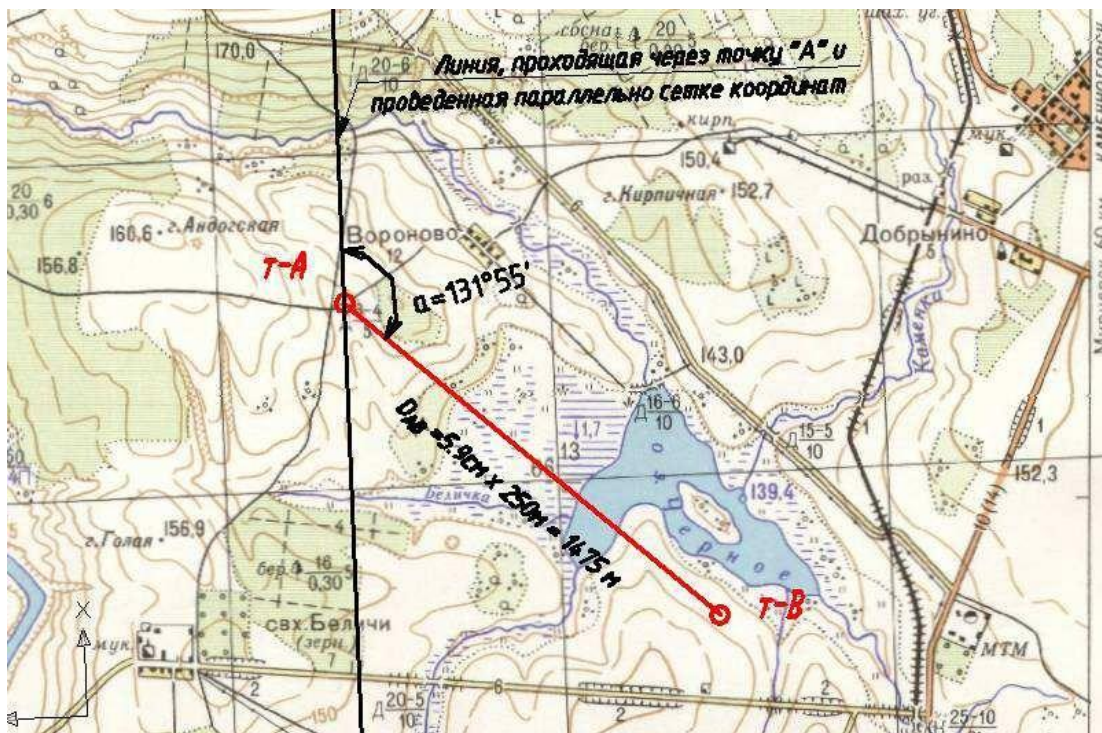
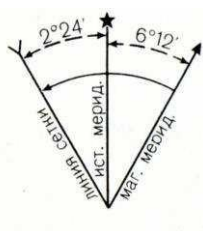


Рисунок 5 Нанесение точки на карту по полярным координатам

Методика расчёта истинного и магнитного азимутов

Ориентировать линию – значит найти ее направление относительно другого направления, принимаемого за исходное. Горизонтальный угол между исходным направлением и ориентируемой линией называется *ориентирным углом*.



В качестве исходных принимают направления истинного (географического) меридиана, магнитного меридиана, осевого меридиана (т.е. оси Ox зональной системы прямоугольных координат, либо линии, параллельной ей и проходящей через заданную точку). В зависимости от выбранного исходного направления ориентирным углом может быть *истинный азимут A* , *магнитный азимут A_m* , дирекционный угол α (или румб r) (рисунок 6).

Рисунок 6

Истинный азимут A данного направления - это горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления истинного меридиана до направления на заданную точку. *Магнитный азимут A_m* данного направления – это горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления магнитного меридиана до направления на заданную точку.

Дирекционный угол α данного направления - это горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления линии, параллельной осевому меридиану до направления на заданную точку. Азимуты и дирекционные углы могут изменяться от 0° до 360° .

В основу вычислений положены формулы перехода от одной угловой величины к другой: $\alpha = A_E - (\pm\gamma)$,

$$\begin{aligned} \tilde{I} &= (\pm\delta) - (\pm\gamma) \\ \alpha &= A_I + (\pm\tilde{I}) \end{aligned}$$

Из схемы расположения основных линий (вертикальной линии координатной сетки, магнитного и истинного меридианов) относительно друг друга, приведенного под южной стороной рамки карты видно, что сближение меридианов западное, т.е. $\gamma = -2^\circ 24'$, а магнитное склонение восточное, т.е.

$$\delta_{1973} = +6^\circ 12'.$$

Используя зависимость $\alpha = A_E - (\pm\gamma)$, рассчитываем значение истинного меридиана: $A_E = 131^\circ 35' + (-2^\circ 24') = 129^\circ 11'$.

Магнитный азимут вычисляем, используя зависимости $\alpha = A_I + (\pm\tilde{I})$ и $\tilde{I} = (\pm\delta) - (\pm\gamma)$. Сначала определяем значение магнитного склонения на год решения контрольной работы (к примеру, на 2011 год).

1. Вычисляем количество лет, прошедшее с года создания карты $n = \tilde{O}\tilde{A} - \tilde{A}\tilde{N}\tilde{E}$:

$$n = 2011 - 1973 = 38.$$

2. Вычисляем, на какую величину изменилось магнитное склонение за прошедшие 38 лет. Для этого число лет умножаем на годовое изменение магнитного склонения, равное $\Delta\delta_{1\tilde{a}\tilde{i}\tilde{a}} = +0^\circ 02'$:

$$\Delta\delta = n * \Delta\delta_{1\tilde{a}\tilde{i}\tilde{a}}; \Delta\delta = 38 * (0^\circ 02') = 1^\circ 16'.$$

3. Рассчитываем магнитное склонение на 2011 год: $\delta_{2011} = \delta_{1973} + \Delta\delta$; $\delta_{2011} = +6^\circ 12' + 1^\circ 16' = 7^\circ 28'$.

Используя зависимость $\tilde{I} = (\pm\delta) - (\pm\gamma)$ определяем значение поправки в направление – П:

$$\tilde{I} = (\pm\delta) - (\pm\gamma) = +7^\circ 28' - (-2^\circ 24') = +9^\circ 52'.$$

Зная значение поправки в направление и дирекционный угол α , магнитный азимут рассчитаем по формуле:

$$A_I = \alpha - (\pm\tilde{I}); A_I = 131^\circ 35' - (+9^\circ 52') = 121^\circ 43'.$$

Вопросы для самоконтроля:

1. Что называют ориентированием линии на местности?
2. Что называют дирекционным углом и в каких пределах он изменяется?
3. Как перейти от дирекционных углов к румбам и обратно?
4. Что называют высотой сечения рельефа?
5. Как по топографической карте определить крутизну ската?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

Тема: Решение прямой и обратной геодезической задачи.

Цель работы: Изучить координаты точки. Решать прямую и обратную геодезическую задачи на плоскости.

Студент должен:
уметь:

- решать прямую и обратную геодезическую задачу;

знать:

- основные понятие и термины, используемые в геодезии;

- систему плоских прямоугольных координат;

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 1.2;

Применяемые принадлежности: миллиметровая линейка, циркуль-измеритель; комплект учебных карт, учебный план масштаба 1: 500, альбом учебных знаков.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия

Понятие о прямой и обратной геодезической задаче

Прямая задача:

По координатам «Х» у одной точки по дирекционному углу и длине стороны вычисляют координаты второй точки.

Дано: $X_A, Y_A,$

$\square_{A-B}, D_{A-B}.$

Найти: $X_B, Y_B.$

Решение:

$$X_B = X_A + D_{A-B} \cos \square_{A-B};$$

$$Y_B = Y_A + D_{A-B} \sin \square_{A-B};$$

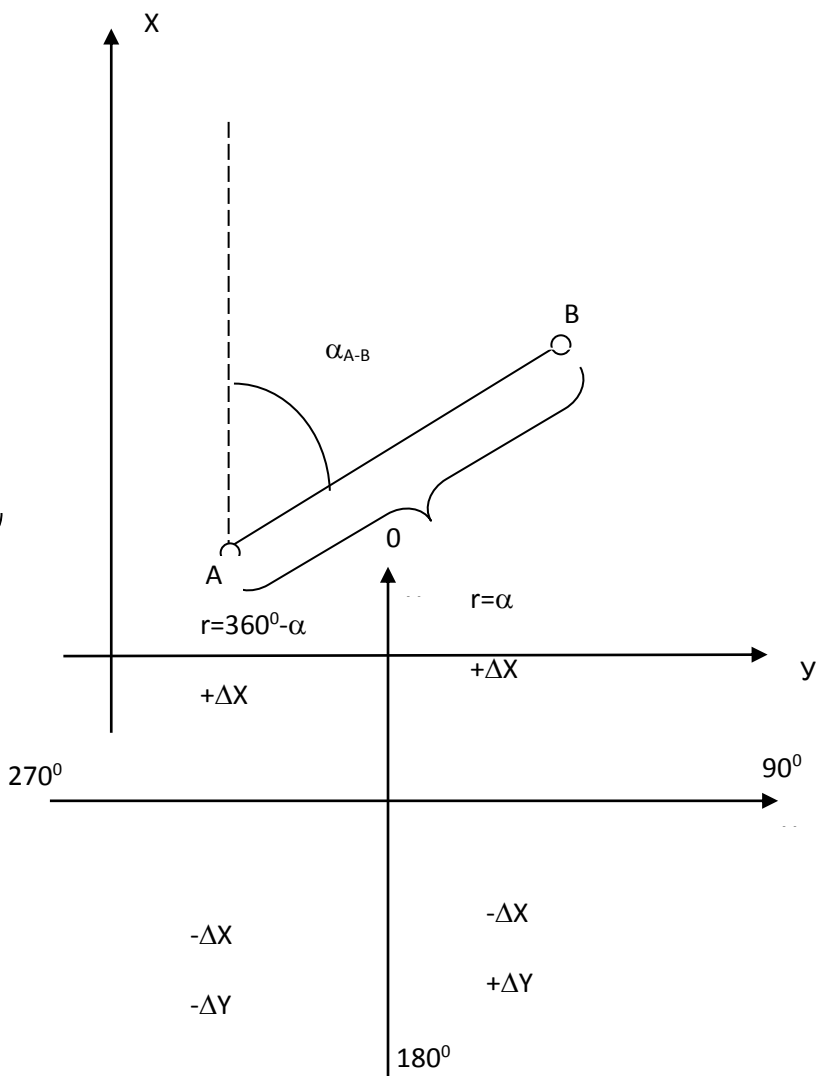
$$X_B = X_A + D_{A-B} \cos r_{A-B}$$

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\square X}$$

$$Y_B = Y_A + D_{A-B} \sin r_{A-B}.$$

$$\underbrace{\hspace{10em}}_{\square Y}$$

Если используют r , то знаки приращения



координат (ΔX и ΔY) определяют по схеме в зависимости от величины дирекционного угла.

Обратная задача:

По известным координатам двух точек вычисляют дирекционный угол точек и длину линий.

Дано: $X_A, Y_A,$

$X_B, Y_B.$

Найти: $\Delta X_{A-B}, \Delta Y_{A-B}, D_{A-B}.$

Решение:

$$D_{A-B} = \frac{\Delta X_{A-B}}{\cos \alpha_{A-B}} = \frac{\Delta X_{A-B}}{\cos r_{A-B}} = \frac{\Delta Y}{\sin \alpha_{A-B}} = \frac{\Delta Y_{A-B}}{\sin r_{A-B}} = \sqrt{\Delta X_{A-B}^2 + \Delta Y_{A-B}^2} ;$$

где $\Delta X_{A-B} = X_B - X_A$

$\Delta Y_{A-B} = Y_B - Y_A$

- Знаки не учитываются.

Для того, чтобы вычислить значение дирекционного угла вычисляют значение румба:

$$r_{A-B} = \arctg \frac{\Delta Y_{A-B}}{\Delta X_{A-B}} ;$$

Затем по знакам ΔX и ΔY определяют номер четверти и затем по соответствующей формуле вычисляют значение Δ , после чего находят разбивочные углы как разницу дирекционных углов, образующих его сторон.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие системы координат применяют в геодезии?
2. Что называют абсолютной. Условной и относительной высотой точки на земной поверхности?
3. Что такое отметка точки на земной поверхности?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4

Тема: Изучение мерных приборов. Решение задач на вычисление длины линии.

Цель работы: целью линейных измерений является определение горизонтальных расстояний (проложений) между точками местности; научиться пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий

Студент должен:

уметь:

- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий

знать:

- приборы и инструменты для измерений линий.

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 2.1-2.2; 2.4

Применяемые принадлежности: мерная лента, рулетка, проволока.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия

Поверки и исследования мерной ленты (рулетки)

1. *Внешний осмотр* - убедиться в отсутствии поломок в разных местах ленты, особенно в начале и в конце, и в отсутствии сильных перегибов; в случае наличия заклёпок проверить непрерывность шкалы ленты.

2. *Определение постоянной поправки* 1

$$l = L_{\Phi} - L_0 ,$$

где L_{Φ} - фактическая длина ленты; L_0 - проектная длина ленты (подписана на корпусе ленты).

Поправка l определяется путём измерения базиса с известной длиной D_0

где n - количество целых уложений ленты в длине базиса; r - домер (остаток); $D_1 = n \cdot L_0 + r$.

Пример 1: $L_0=20,00$ м; $D_0=19,941$ м; $n=0$; $r=D_1=19,92$ м.

$$l=+0,021 \text{ м; } L_{\Phi}=20,021 \text{ м.}$$

Пример 2: $L_0=20,00$ м; $D_0=74,473$ м; $n=3$; $r=14,51$ м.

$D_1=74,51$ м; $l=-0,010$ м; $L_{\phi}=19,990$ м.

Значения L_{ϕ} и l следует округлять до 0.001 м (до миллиметров).

Иногда поправку l и фактическую длину L_{ϕ} рабочей ленты определяют, сравнивая её длину с длиной другой мерной ленты или рулетки, длина которой известна; то есть функцию базиса выполняет мерная лента (рулетка) с известной длиной.

Определение поправки l называется компарированием ленты (рулетки), а место фиксации базиса D_0 - компаратором. Фактическая длина ленты L_{ϕ} принимается равной $L_{\phi} =$

$L_0 + l$.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как закрепляют отрезки линий на местности?
2. Что называют вешением линии на местности?
3. Что называют створом?
4. Из каких действий состоит подготовка линии для измерения?
5. Назовите приборы, которые применяют для непосредственного измерения расстояний?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5

Тема: Изучение теодолита: изучение теодолита типа 4Т30. получение первичных навыков обращения с теодолитом: техника наведения, взятия отсчета.

Получение первичных навыков угловых измерений. Измерение горизонтального угла.

Цель работы: изучение теодолита для проведения учебных работ студентов и приобретения навыков в работе с прибором.

Студент должен:

уметь:

- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении углов.

знать:

- приборы и инструменты для измерений углов.

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 2.1-2.2; 2.4

Применяемые принадлежности: комплект теодолита, нивелирная рейка. микрокалькулятор.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия

При составлении карт, планов и профилей на местности приходится измерять горизонтальные и вертикальные углы, расстояния и превышения между точками. При выносе запроектированных сооружений на местность и при строительстве их нужно уметь построить на местности заданные горизонтальные и вертикальные углы, расстояния и превышения. Горизонтальные и вертикальные углы можно построить и измерить при помощи теодолита. Теодолитом можно также измерять расстояния, используя нитяной дальномер, и превышения, если на трубе теодолита имеется высокоточный цилиндрический уровень. Но все-таки главное назначение теодолита – измерение и построение на местности горизонтальных и вертикальных углов. Устройство теодолита и работу с ним необходимо знать строителю. Поэтому ниже в указаниях приводятся сведения об устройстве теодолита (например, 4Т30П), его поверках и юстировках, и методике измерения горизонтальных и вертикальных углов.

Устройство теодолита

Теодолиты бывают: высокоточные – Т1; точные – Т2 и Т5; технической точности – Т15 и Т30. Т обозначает теодолит, а цифра – точность измерения углов, выраженную в секундах. Мы будем изучать теодолит технической точности 4Т30П. Здесь 4 – модификация теодолита, П – обозначает, что труба теодолита дает прямое изображение. Теодолит 4Т30 конструктивно не отличается от теодолитов 2Т30 (но является более современным), из которых в основном состоит парк теодолитов на кафедре геодезии. Поэтому, изучив 4Т30, Вы сможете работать и с теодолитом 2Т30, а в принципе и с теодолитами других марок технической точности.

Теодолит 4Т30 – это сложный и дорогой прибор. Он состоит из следующих частей (см. рис. 1): горизонтального (21) и вертикального (5) стеклянных кругов с градусными делениями (под кожухом), по которым и измеряются углы; зрительной трубы (8), вращающейся вокруг горизонтальной оси, укрепленной на колонках (10) алидады горизонтального круга; подставки (2) с тремя подъемными винтами (1, 17), при помощи которых ось вращения теодолита приводится в отвесное положение. Для этого же используется цилиндрический уровень (14) на алидаде горизонтального круга. Для предварительного наведения зрительной трубы на цель на трубе закреплен визир (17); с другой стороны зрительной трубы находится высокоточный цилиндрический уровень (20), позволяющий использовать теодолит 4Т30 в качестве нивелира. Рядом со зрительной трубой находится отсчетный микроскоп (4), в который передаются изображения отсчетов по вертикальному (В) и горизонтальному (Г) кругам. Для получения этих отсчетов нужно при помощи зеркала подсветки, находящегося на одной из колонок, запустить свет в оптическую систему теодолита.

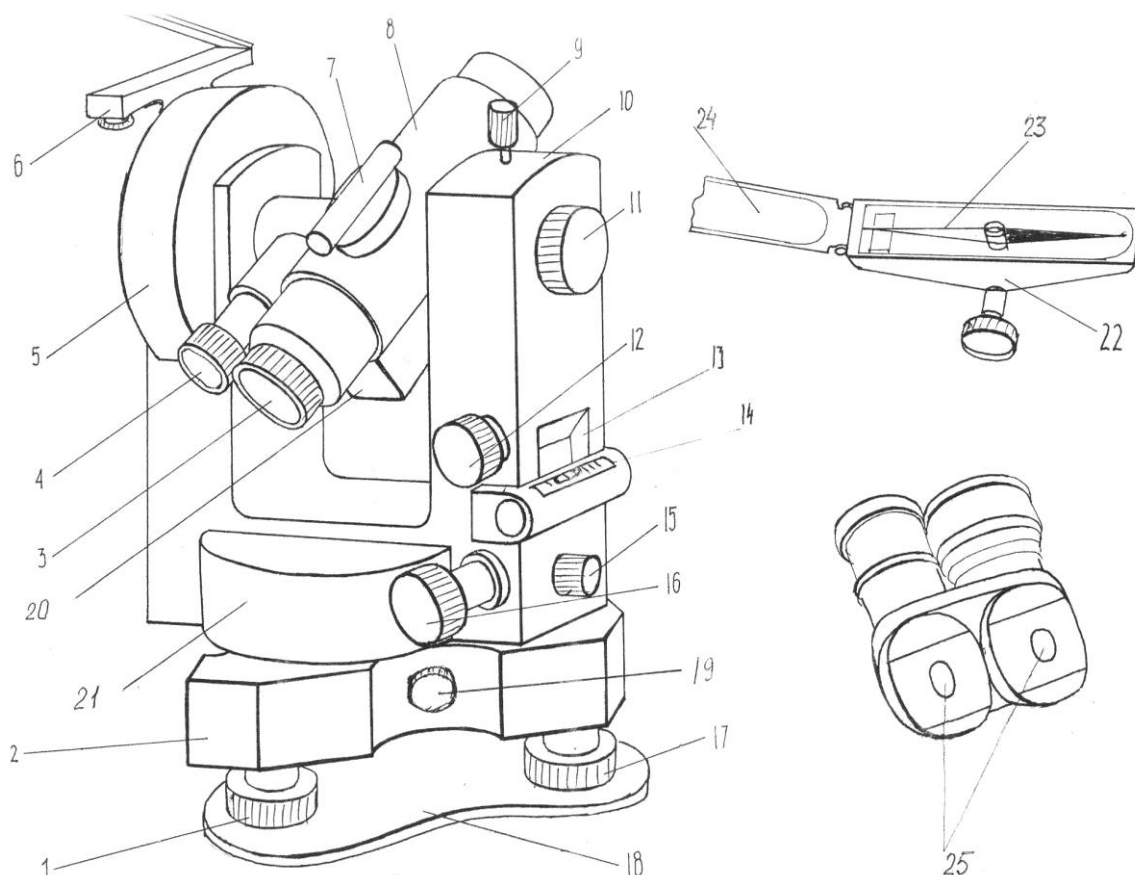


Рис.1 Теодолит 4Т30

В комплекте с теодолитом имеются: штатив, ориентир-буссоль (6, 22), окулярные насадки (25). Штатив нужен для установки теодолита над вершиной измеряемого угла. Ориентир-буссоль позволяет на местности измерять магнитные азимуты линий. Окулярные насадки, надеваемые на окуляры зрительной трубы и отсчетного микроскопа, позволяют наблюдать предметы, расположенные под углом более 45° к горизонту, и выполнять измерения на эти предметы.

Зрительная труба теодолита может переводиться через зенит и окуляром, и объективом. Ее фокусирование на цель осуществляется вращением кремальеры (11). Вращением диоптрийного кольца (3) добиваются резкой видимости сетки

нитей (рис. 2). Два горизонтальных коротких штриха сетки нитей выше и ниже перекрестия горизонтальной и вертикальной нитей представляют собой нитяной дальномер. Корпус зрительной трубы составляет единое целое с горизонтальной осью, установленной в лагерах колонок (10).

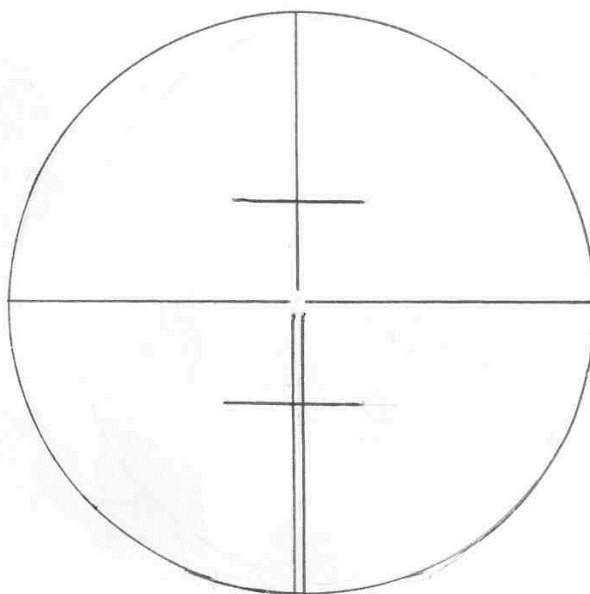


Рис.2

Коллиматорный визир (7) предназначен для грубой наводки трубы на цель. При пользовании визиром глаз должен быть на расстоянии 25-30 см от него. Точное наведение зрительной трубы на предмет в горизонтальной плоскости осуществляется наводящим винтом (16) после закрепления алидады винтом (15), а в вертикальной плоскости – наводящим винтом (12) после закрепления трубы винтом (9).

Для того чтобы теодолит плавно поворачивался вместе с горизонтальным кругом (лимбом), необходимо вращать наводящий винт лимба на подставке. При этом закрепительный винт лимба (19) должен быть зажат.

Горизонтальный и вертикальный круги разделены через 1° . Горизонтальный круг (лимб) имеет круговую оцифровку от 0° до 359° по направлению часовой стрелки, а вертикальный – секторную, от 0° до 75° и от -0° до -75° .

Изображение штрихов и цифр обоих кругов передаются в поле зрения отсчетного микроскопа, окуляр (4) которого устанавливается по глазу до появления четкого изображения шкал вращением диоптрийного кольца микроскопа. Отсчет по кругам производится по соответствующим шкалам микроскопа (В – вертикальная, Г – горизонтальная). Пример отсчета по шкале горизонтального круга (лимба) приводится на рис.3. Отсчет берется

следующим образом. Количество градусов соответствует надписи штриха

лимба, который проектируется на шкалу. А количество минут определяется как

дуга от нулевого деления шкалы до градусного штриха лимба. При этом нужно помнить, что цена деления шкалы равна 5 минутам. На рис. 3 отсчет равен $124^\circ 37'$.

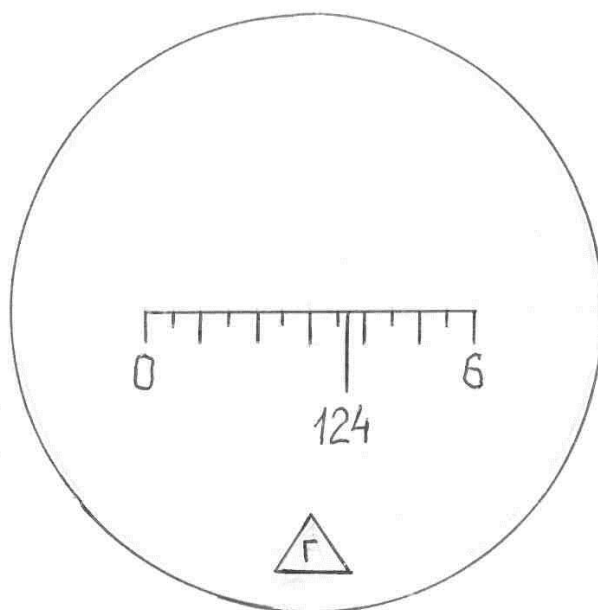


Рис.3

Установке теодолита в рабочее положение (нивелирование), когда ось вращения теодолита становится отвесной, производится вращением подъемных винтов подставки (1, 17) с использованием цилиндрического уровня на алидаде (14).

1. Поверки и юстировка теодолита 2Т30

Поверки теодолита заключаются в установлении правильности выполнения ряда геометрических условий, предъявляемых к прибору.

В случае несоблюдения каких-либо геометрических условий производится юстировка (исправление).

Теодолит должен удовлетворять следующим геометрическим условиям:

1. **ОСЬ ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО УРОВНЯ ДОЛЖНА БЫТЬ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНА К ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ ВРАЩЕНИЯ ПРИБОРА.** Устанавливают уровень параллельно двум подъемным винтам. Одновременно вращая их в разные стороны, приводят пузырек уровня на середину трубки. Затем поворачивают алидаду на 180°. Если пузырек уровня отклонится от середины более чем на одно деление, то исправительными винтами уровня пузырек перемещают к середине ампулы на половину дуги отклонения; на вторую половину пузырек уровня перемещают при помощи тех же подъемных винтов. Для контроля поверку повторяют.

Прежде, чем делать другие поверки, приводят ось вращения теодолита в отвесное положение. Для этого устанавливают уровень параллельно двум подъемным винтам и с их помощью приводят пузырек уровня на середину. Поворачивают алидаду на 90° и третьим подъемным винтом приводят пузырек уровня в нуль-пункт.

2. **ОДНА ИЗ НИТЕЙ СЕТКИ ДОЛЖНА БЫТЬ ГОРИЗОНТАЛЬНА, А ДРУГАЯ - ВЕРТИКАЛЬНА.**

Вертикальную нить сетки наводят на нить отвеса. Если вертикальная нить сетки будет совпадать с нитью отвеса, условие выполнено. В противном случае отверткой ослабляют 4 крепежных винта окуляра, расположенных под колпачком 3 (рис.9), и поворачивают окулярную часть трубы до совмещения вертикальной нити сетки с нитью отвеса, после чего винты вновь закрепляют.

2. ВИЗИРНАЯ ОСЬ ЗРИТЕЛЬНОЙ ТРУБЫ ДОЛЖНА БЫТЬ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНА К ОСИ ВРАЩЕНИЯ ТРУБЫ.

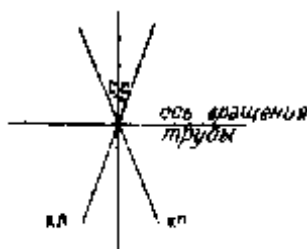


Рис. 11

Угол C отклонения визирной оси от перпендикуляра к оси вращения трубы (рис.11) называется **коллимационной ошибкой**. Для выявления коллимационной ошибки выбирают удаленную, четко видимую точку, расположенную так, чтобы линия визирования была примерно горизонтальна. Наводят центр сетки нитей на эту точку и производят отсчет по горизонтальному кругу. Например, при круге лево отсчет равен $18^{\circ}34'$ ($КЛ = 18\ 34$). Переводят трубу через зенит, открепляют алидаду, наводят центр сетки нитей на ту же точку при круге право и производят отсчет. Например, $КП = 198^{\circ}32'$.

Величину коллимационной ошибки C вычисляют по формуле

$$C = \frac{(K_{л} - КП \pm 180^{\circ})}{2}$$

В примере

$$C = \frac{(18^{\circ}34' - 198^{\circ}32' + 180^{\circ})}{2} = 0^{\circ}01'$$

Если C превышает двойную точность прибора, нужно произвести исправление визирной оси. Для этого наводящим винтом алидады устанавливают отсчет по горизонтальному кругу, исправленный за величину ошибки, т.е. $КП + C$. Центр сетки нитей сойдет с точки, после чего следует переместить сетку нитей так, чтобы перекрестие нитей вновь установилось на точке. Для этого используют исправительные винты сетки нитей с отверстиями для шпильки, расположенные под колпачком 3 (рис.9). Шпилькой боковыми винтами перемещают сетку нитей до тех пор, пока перекрестие не будет на точке. По окончании юстировки поверку повторяют.

4 . ОСЬ ВРАЩЕНИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ ТРУБЫ ДОЛЖНА БЫТЬ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНА К ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ ВРАЩЕНИЯ ТЕОДОЛИТА.

Выбирают на стене точку, расположенную под углом $40^{\circ} - 50^{\circ}$ к горизонту, наводят на нее центр сетки нитей. Опускают зрительную трубу до горизонтального положения и отмечают на стене проекцию точки. Поворачивают теодолит на 180° , переводят трубу через зенит, снова наводят центр сетки нитей на верхнюю точку и опускают трубу до горизонтального положения. Снова отмечают на стене проекцию точки. Если проекции

совпали, условие выполнено. В противном случае исправление производится в мастерской.

2. Установка прибора в рабочее положение

Перед измерением углов теодолит устанавливают в рабочее положение. Установка теодолита в рабочее положение складывается из следующих действий:

а) центрирование теодолита, заключающееся в установке центра

лимба над вершиной измеряемого угла с помощью отвеса;

б) приведение плоскости лимба в горизонтальное положение с

помощью уровня при алидаде горизонтального круга и подъемных

винтов:

в) установка трубы по глазу и по предмету.

Установка по глазу производится вращением диоптрийного кольца до наилучшей видимости сетки нитей. При этом трубу наводят на светлый фон.

Установка трубы по предмету производится винтом кремальеры, вращая который добиваются четкого изображения предмета.

3. Измерение горизонтального угла

Измерение горизонтального угла выполняется способом приемов. При закрепленном лимбе, вращением алидады, наводят зрительную трубу на правую точку 1 (рис. 12). Зажимают закрепительные винты алидады и трубы: окончательное наведение на цель выполняют с помощью наводящих винтов. Наведение производится на основании вехи.

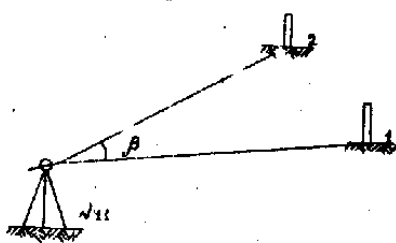


Рис.12

После этого производят отсчет по горизонтальному кругу и записывают его в журнал (табл.3).

Открыв алидаду, наводят зрительную трубу на левую точку 2 и также производят отсчет, записывая его в журнал. Значение угла равно разности отсчетов на правую и левую точки. Если отсчет на правую точку окажется меньше отсчета на левую точку, то к нему прибавляют 360° . Таким образом, получают значение угла первого полуприема.

Далее переводят трубу через зенит и смещают лимб примерно

на $1^\circ - 2^\circ$, для чего делают 2-3 оборота наводящим винтом лимба,

и аналогично выполняют измерение угла вторым полуприемом, записывая отсчеты в журнал.

Таблица 3

Страница журнала измерения горизонтальных углов

№ точек состояния	№ визируемых предметов	Отсчеты по горизонт. кругу		Угол		Среднее из углов	
		°	'	°	'	°	'
11	1	192	43	18	09	18	09.5
	2	174	34				
	1	14	11.5	18	10		
	2	356	01.5				

Если расхождение значений угла в полуприемах более двойной точности отсчитывания, запись в журнале зачеркивается, отсчет на лимбе сбивается и измерения повторяются. За окончательное значение угла берут среднее арифметическое, полученное из двух полуприемов. Окончательное значение округляется до 0,1'.

4. Измерение угла наклона

Углом наклона называется угол, составленный линией визирования с горизонтальной плоскостью, проходящей через ось вращения трубы (рис.13). Перед измерением угла наклона устанавливают прибор в рабочее положение и наводят среднюю нить сетки нитей на наблюдаемую точку, например при КП.

Если пузырек уровня отойдет от середины, то его необходимо установить на середину подъемным винтом, расположенным в направлении линии визирования, и проверить наведение горизонтальной нити на наблюдаемую точку, после чего производят отсчет по вертикальному кругу и записывают его в журнал (табл.4).

Переводят трубу через зенит и аналогичные действия выполняют при другом положении вертикального круга (КЛ). Отсчет записывают в журнал. Затем вычисляют место нуля (МО) вертикального круга.

Местом нуля (МО) называется отсчет по вертикальному кругу, когда визирная ось зрительной трубы горизонтальна, а пузырек уровня находится в нуль-пункте. Место нуля (МО) и угол-наклона (ν) вычисляется по следующим формулам:

$$MO = \frac{KP + KL}{2}; \quad \nu = KL - MO; \quad \nu = MO - KP.$$

Контролем правильности измерения углов наклона служит постоянство МО, колебание которого не должно превышать двойной точности отсчитывания, т.е. рис.13.

Схема измерения угла наклона

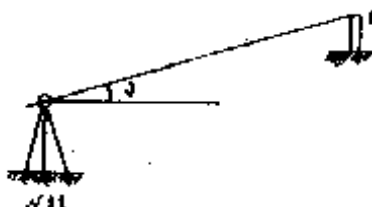


Рис.13

Таблица 4

Журнал измерения углов наклона

№ точек наблю- дения	Отсчеты по вертик.углу				М О		Угол наклона	
	К Л		К П					
	0	1	0	1	0	1	0	1
1	+6	28	-6	26	+0	01	+6	27
2	-1	15	+1	15	0	00	-1	15

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные части теодолита Т30.
2. Дайте определение оси цилиндрического уровня и цены его деления.
3. Как осуществляется фокусировка прибора при наблюдении на предмет?
4. Опишите порядок установки теодолита в рабочее положение.
5. Сформулируйте геометрические условия, которым должно отвечать взаимное расположение осей теодолита.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6

Тема: Изучение нивелира: получение первичных навыков работы с нивелиром.

Определение превышений на станции по программе технического нивелирования. Обработка результатов нивелирования. Выполнение полевого журнала технического нивелирования. Вычисление высоты точек хода.

Цель работы: изучить устройство нивелира, освоить взаимодействие его основных частей и научиться производить отсчеты по рейке. Изучить методику и приобрести навыки определения превышений; освоить запись результатов измерений в журнале и их вычислительную обработку.

Студент должен:

уметь:

- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении отметок точек;

знать:

- пользоваться приборами и инструментами для определений превышений.

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 2.1-2.2; 2.4

Применяемые принадлежности: комплект нивелира, нивелирные рейки, микрокалькулятор.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия

Геометрическое нивелирование - это метод определения превышений между точками с помощью горизонтального визирного луча нивелира и отвесно поставленных в этих точках нивелирных реек.

При выполнении инженерно-геодезических работ в строительстве, в основном, применяют нивелиры НЗ.

1. Устройство нивелира НЗ

Нивелир НЗ (рис.1) имеет следующие основные части:

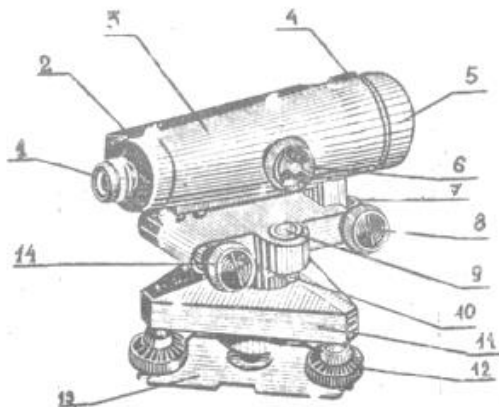


Рис.1

1 - окуляр; 2 - коробка цилиндрического уровня; 3 - корпус зрительной трубы; 4- мушка для приближенного наведения на рейку; 5 - объектив; 6 - винт кремальеры; 7 - закрепительный винт трубы; 8 - наводящий винт трубы; 9 - круглый уровень для приближенной установки оси вращения нивелира в отвесное положение; 10 - исправительные винты круглого уровня; 11 - подставка; 12 -подъемные винты; 13 - пружинящая пластина; 14 - элевационный винт для точной установки оси цилиндрического уровня нивелира в горизонтальное положение.

В коробке цилиндрического уровня расположена система призм, передающая изображение концов пузырька уровня в поле зрения трубы. Горизонтальному положению оси цилиндрического уровня соответствует оптический контакт концов его половинок, когда пузырек уровня находится не в нуль-пункте, контакт нарушается. Совмещение изображений концов половинок пузырька уровня достигается вращением элевационного винта.

Увеличение трубы нивелира НЗ равно 30', цена деления цилиндрического уровня - 15".

Оси нивелира:

а) вертикальная ось прибора - ось вращения нивелира;

б) ось круглого уровня - прямая, проходящая через нуль-пункт

перпендикулярно плоскости, касательной к внутренней поверхности

ампулы уровня в его нуль - пункте;

в) ось цилиндрического уровня - касательная к внутренней

поверхности ампулы уровня в его нуль-пункте;

г) визирная ось зрительной трубы нивелира - воображаемая

прямая, проходящая через центр сетки нитей и оптический центр

объектива

2. Поверки и юстировки нивелира

Поверка круглого уровня

Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения нивелира.

Зрительную трубу нивелира устанавливают параллельно двум подъемным винтам. Действуя сначала этими двумя винтами, а потом третьим, приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт. Поворачивают верхнюю часть нивелира на 180°. Если пузырек круглого уровня остался в нуль-пункте, условие выполнено. В противном случае исправительными винтами круглого уровня перемещают пузырек в направлении нуль-пункта на половину дуги отклонения. Окончательно в центр пузырек приводят подъемными винтами.

После исправления необходимо повторить поверку.

Поверка правильности установления сетки нитей.

Горизонтальная нить сетки должна быть перпендикулярна к оси вращения нивелира.

Подъемными винтами по круглому уровню приводят ось вращения нивелира в отвесное положение. Среднюю нить сетки наводят на ясно видимую точку и наводящим винтом трубы плавно вращают ее в горизонтальной плоскости. Нить сетки не должна сходить с выбранной точки. Выполнение этого условия гарантируется заводом.

При несоблюдении условия поворачивают сетку нитей, ослабив винты, скрепляющие сетку с корпусом трубы. Поворот сетки осуществляется за счет люфта в отверстиях для этих винтов

Поверка главного геометрического условия нивелира.

Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна оси зрительной трубы нивелира.

Проверка производится двойным нивелированием одной и той же линии. На местности с небольшим уклоном в точках А и В, отстоящих одна от другой на расстоянии примерно 50 м, забивают колья (рис.2) .

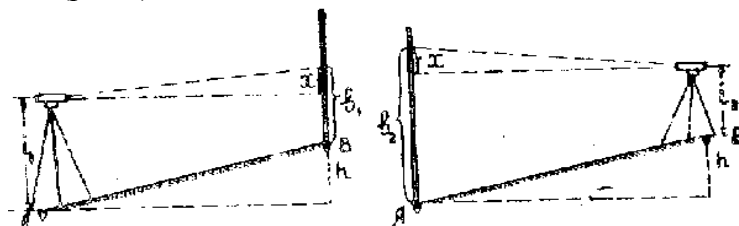


Рис.2

Установив нивелир так, чтобы окуляр находился над колышком в точке А, приводят ось вращения нивелира в отвесное положение и намеряют высоту прибора i_1 . В точку В ставят рейку и берут по ней отсчет b_1 . В случае не параллельности осей отсчет по рейке будет отличаться от правильного отсчета на величину x . Согласно рис.2 превышение точки В над точкой А будет

$$h = i_1 - (b_1 - x).$$

Меняют местами нивелир и рейку: нивелир устанавливают аналогично в точке В, а в точке А ставят рейку. Приводят ось вращения нивелира в отвесное положение, измеряют высоту прибора i_2 и берут отсчет по рейке b_2 . Так как расстояние АВ постоянно, то отсчет по рейке b_2 будет ошибочен на ту же величину x . Превышение точки В над А в этом случа

$$h = (b_2 - x) - i_2.$$

Решив два уравнения относительно x , получим

$$x = (b_1 + b_2)/2 - (i_1 + i_2)/2.$$

Ошибка x при техническом нивелировании не должна превышать 4 мм. В противном случае элевационным винтом наводят среднюю нить сетки на правильный отсчет $b_0 = b_2 - x$ и вертикальными исправительными винтами цилиндрического уровня совмещают изображения концов пузырька уровня. Для контроля проверку повторяют.

3. Определение превышений

При техническом нивелировании превышения между точками определяются, как правило, методом нивелирования из середины.

Нивелир устанавливают примерно посередине между точками, подъемными винтами приводят пузырек круглого уровня в нуль-пункт. Зрительную трубу наводят на рейку и вращением диоптрийного кольца окуляра добиваются четкого изображения сетки нитей, вращением винта кремальеры - резкого изображения делений рейки. Отсчеты по рейкам на станции выполняются в следующем порядке:

- 1) отсчет на заднюю рейку по черной стороне ($a_ч$);
- 2) отсчет на переднюю рейку по черной стороне ($b_ч$);
- 3) отсчет на переднюю рейку по красной стороне ($b_{кр}$);
- 4) отсчет на заднюю рейку по красной стороне ($a_{кр}$);

Перед каждым отсчетом по рейке вращением элевационного винта совмещают изображения концов пузырька уровня. Отсчет на рейке делается по средней нити сетки нитей (рис.3).

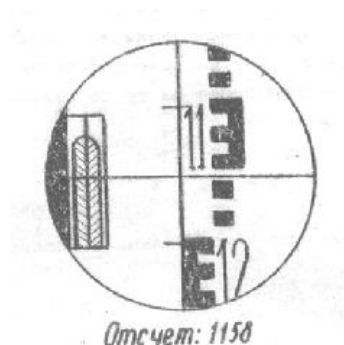


Рис.3

Отсчеты по рейкам записывают в журналах технического нивелирования .

№ ста нци й	№ пике тов	Отсчеты по рейке			Превышения		
		задние	передн.	проме ж.	по черной стороне	по красной стороне	средн ие
1	7	1) 1345					
	8	4) 6043	2) 1211 3) 5912		+134	+131	+132

Сразу же после снятия отсчетов на станции вычисляются превышения по черной и красной сторонам реек по правилу - отсчет на заднюю рейку минус отсчет на переднюю рейку:

$$h_{\text{ч}} = a_{\text{ч}} - b_{\text{ч}}, \quad h_{\text{кр}} = a_{\text{кр}} - b_{\text{кр}}$$

Расхождение в превышениях, полученных по черной и красной сторонам реек, при техническом нивелировании не должно быть более 5 мм. В противном случае работа на станции повторяется.

За окончательный результат принимается среднее из двух превышений

$$h_{\text{ср}} = \frac{h_{\text{ч}} + h_{\text{кр}}}{2}$$

с округлением до целого миллиметра.

4. Обработка журнала нивелирования поверхности

Для составления плана местности в горизонталях, а также для вертикальной планировки строительных площадок производится нивелирование поверхности.

При небольших размерах площадки и отсутствии больших превышений нивелирование может быть выполнено с одной постановки нивелира. В этом случае нивелир располагается в середине площадки, приводится в рабочее положение, и с этой станции берутся отсчеты по черной стороне рейки, устанавливаемой во всех вершинах квадратов, и записываются в нивелирный журнал в графу "промежуточные отсчеты".

№ станции	№ пикетов	Отсчет по рейке			Превышения				Горизонт прибора	Отметка
		задние	передние	промежуточные						
	1а			1709					137.151	135.442
	1б			1651						135.500
	1в			1903						135.248
	1г			2554						134.597
	2г			2152						134.999
	3г			2355						134.796
	4г			2906						134.245
	4в			2707						134.444
	4а			2802						134.349
	3а			1881						135.270
	2а			1183						135.968
	2б			0331						136.820
	2в			1188						135.963
	3в			1865						135.286
	3б			1632						135.518

В задании отметка вершины квадрата 1а известна (задается преподавателем). В примере (табл.6) $H_{1a} = 135.444$ м. По отметке этой точки и отсчету по рейке, стоящей на ней, вычисляется горизонт прибора:

$$ГП = 135,442 \text{ м} + 1,709 \text{ м} = 137,151 \text{ м} .$$

Горизонтом прибора называется расстояние по отвесной линии от горизонтального визирного луча нивелира до уровенной поверхности, принятой за начало счета высот (рис.4)

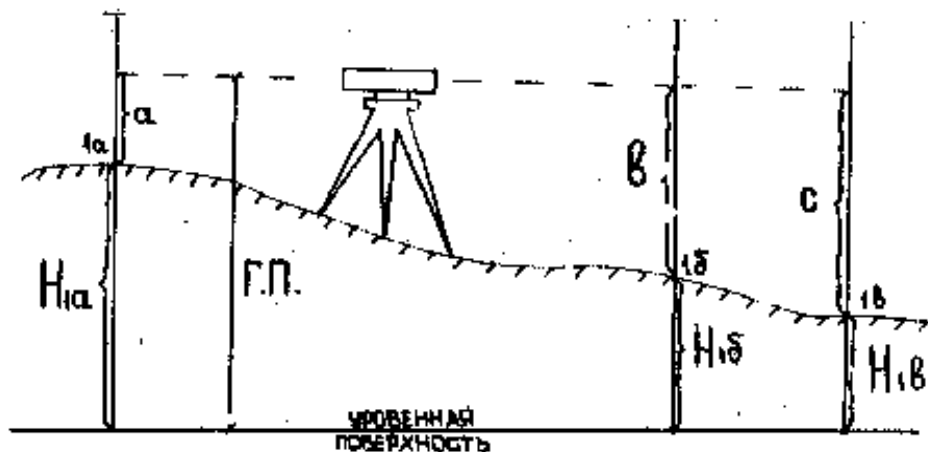


Рис.4

Отметки остальных вершин квадратов вычисляются через горизонт прибора

$$H_{1б} = 137,151 \text{ м} - 1,651 \text{ м} = 135,500 \text{ м};$$

$$H_{2в} = 137,151 \text{ м} - 1,903 \text{ м} = 135,248 \text{ м}; \text{ и т.д.}$$

Вопросы для самоконтроля:

- 1.Объясните устройство нивелира и взаимодействие их частей.
- 2.Назовите типы реек и поясните их устройство.
- 3.Изложите порядок проверок и юстировок нивелира.
- 4.Каков порядок действий при установке нивелиров в рабочее положение?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7

Тема: Вычислительная обработка теодолитного хода.

Цель работы: освоить чтение и использование полевой документации, обработку результатов измерений при вычислении координат вершин теодолитного хода.

Студент должен:

уметь:

- проводить камеральные работы по окончании теодолитной съемки и геометрического нивелирования.

знать:

- виды геодезических измерений.

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 2.1-2.2; 2.4

Применяемые принадлежности: комплект нивелира, нивелирные рейки, микрокалькулятор, бланк ведомостей вычисления координат.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия ***Теодолитная съемка***

Теодолитная съемка является горизонтальной, то есть продуктом ее является контурный план местности. Данный вид съемки целесообразно использовать для съемки четких контуров местности (угол зданий, линейных сооружений и т.д.).

Основные способы теодолитных съемок:

- ✓ Угловая засечка;
- ✓ Полярный способ;
- ✓ Линейная засечка;
- ✓ Способ перпендикуляров (способ прямоугольных координат);

Порядок работы

Вычисление координат точек теодолитного хода.

Вначале проверяют все вычисления в полевом журнале. Затем строят схему теодолитного хода, на которую выписывают номера точек теодолитного хода, средние значения измеренных горизонтальных и примычных углов и средние значения измеренных длин сторон. Вычисление координат точек теодолитного хода выполняется в специальной ведомости в следующем порядке.

1. В ведомость выписывают результаты полевых измерений:

- ✓ Средние значения измеренных горизонтальных и примычных углов;
- ✓ Средние значения измеренных длин сторон;
- ✓ Средние значения измеренных вертикальных углов.

Средние значения длины стороны находят как полусумму ее измерений в прямом и обратном ходе. Средние значения вертикального угла – как полусумму абсолютных его значений в прямом и обратном ходе.

2. Определяют угловую невязку замкнутого хода с измеренными внутренними углами по формуле:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \beta - 180^0 (n - 2)$$

Если в замкнутом ходе измерены внешние углы, то:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \beta - 180^0 (n + 2)$$

В разомкнутом ходе:

$$f_{\beta} = \sum_1^n \beta - 180^0 n - (\alpha_K - \alpha_H)$$

где α_K и α_H - дирекционные углы начального и конечного направлений;

3. Вычисляют допустимую угловую невязку

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1' \sqrt{n} \text{ - для замкнутого хода,}$$

$$f_{\beta \text{ доп}} = \pm 1.5' \sqrt{n} \text{ - для разомкнутого хода.}$$

Сравнивают полученную невязку с допустимой. Если $f_{\beta} \leq f_{\beta \text{ доп}}$, то полученную угловую невязку распределяют на все измеренные углы поровну с противоположным знаком, то есть поправки по формуле:

$$V_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n},$$

где V_{β} - поправка в измеренные углы.

Поправки округляют до 30^{||}, причем сумма округленных поправок должна давать угловую невязку с обратным знаком.

Затем вычисляют исправленные углы:

$$\beta_{\text{испр.}} = \beta_{\text{измер.}} + V_{\beta}$$

Сумма исправленных углов должна быть равна теоретической сумме: в замкнутом полигоне с внутренними углами:

$$\sum_1^n \beta = 180^{\circ}(n-2),$$

В замкнутом полигоне с внешними углами:

$$\sum_1^n \beta = 180^{\circ}(n+2),$$

В разомкнутом полигоне:

$$\sum_1^n \beta = 180^{\circ}n - (\alpha_K - \alpha_H).$$

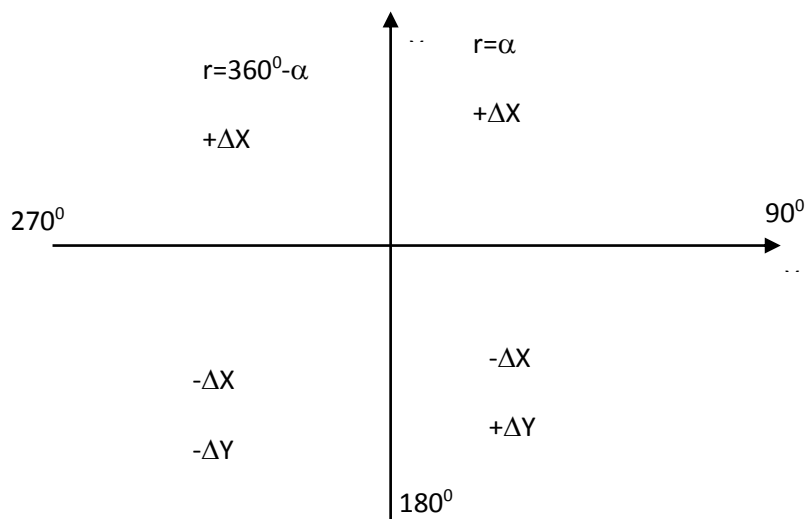
4. Дирекционные углы сторон хода вычисляют по формуле:

$$\alpha_{\text{посл.}} = \alpha_{\text{пред.}} + \beta_{\text{испр.}} + 180^{\circ} \text{ - для левых горизонтальных углов,}$$

$$\alpha_{\text{посл.}} = \alpha_{\text{пред.}} - \beta_{\text{испр.}} + 180^{\circ} \text{ - для правых горизонтальных углов,}$$

где $\alpha_{\text{посл.}}$, $\alpha_{\text{пред.}}$ - дирекционные углы последующей и предыдущей сторон хода. Если $\alpha_{\text{посл.}}$ получается больше 360⁰, то из значения $\alpha_{\text{посл.}}$ вычитают 360⁰.

Вычисляют значение румбов согласно схеме, приведенной на следующем рисунке.



Значение румбов записывают над значениями дирекционных углов.

5. Вычисляют горизонтальные проложения: $d = l \cdot \cos \nu$,
где d - горизонтальное проложение (округляют до 0,01 м),
 l – измеренная длина,
 ν - вертикальный угол.

6. Вычисляют приращения координат:

$$\Delta X = d \cdot \cos \alpha, \quad \Delta X = d \cdot \cos r$$

$$\Delta Y = d \cdot \sin \alpha, \quad \text{или} \quad \Delta Y = d \cdot \sin r,$$

где при вычислении через румбы значения $\cos r$ и $\sin r$ определяют по шестизначным таблицам тригонометрических функций, а знаки ΔX и ΔY - по схеме. Полученные ΔX и ΔY округляют до 0,01 м.

7. Вычисляют линейные невязки:

$$f_x = \sum \Delta X, \quad f_y = \sum \Delta Y \quad - \text{ для замкнутого хода,}$$

$$f_x = \sum \Delta X - (X_K - X_H), \quad f_y = \sum \Delta Y - (Y_K - Y_H) \quad - \text{ для разомкнутого хода.}$$

8. Вычисляют абсолютную невязку:

$$f_{абс.} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

И относительную невязку:

$$f_{отн.} = \frac{f_{абс.}}{P},$$

где $P = \sum_1^n d$, то есть периметр хода.

Относительная невязка не должна превышать 1:1500 для замкнутого хода и 1:1000 для разомкнутого хода.

Если относительная невязка больше допустимой, то сначала проверяют все вычисления. При отсутствии ошибок в вычислениях перемеряют длины линий.

9. Вычисляют поправки:

$$V_{xi} = -\frac{f_x}{P} \cdot d_i \quad V_{yi} = -\frac{f_y}{P} \cdot d_i$$

Поправки округляют до 0,01 м с таким расчетом, чтобы сумма поправок равнялась невязке с обратным знаком, то есть:

$$\sum_1^n V_{xi} = -f_x, \quad \sum_1^n V_{yi} = -f_y$$

10. вычисляют исправленные значения приращений координат:

$$\Delta X_{Испр.} = \Delta X + V_x, \quad \Delta Y_{Испр.} = \Delta Y + V_y.$$

11. Вычисляют координаты точек теодолитного хода:

$$X_{K+1} = X_K + \Delta X_{Испр.},$$

$$Y_{K+1} = Y_K + \Delta Y_{Испр.},$$

где $\Delta X_{Испр.}$ и $\Delta Y_{Испр.}$ -исправленные приращения координат стороны $K = K + 1$.

Контроль вычислений: получение точного значения координат конечного пункта.

6 Техническое нивелирование точек теодолитного хода.

Техническое нивелирование выполняют с целью получения высот точек съемочного обоснования.

Начальные и конечные точки хода должны быть привязаны к реперам, планово-высотным пунктам или к условным реперам.

Нивелирование пунктов съемочной основы производят методом из середины. Неравенство расстояний от нивелира до реек не должно превышать 5 метров.

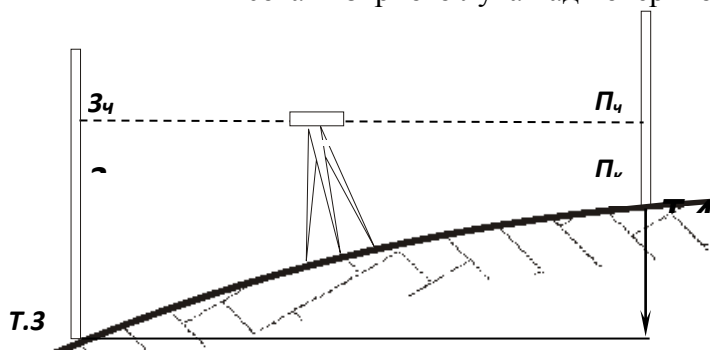
Нивелирование на станции производят следующим образом:

1. Устанавливают нивелир на штативе и приводят его в рабочее положение;
2. Совместив концы пузырька контактного уровня, снимают отчеты по рейкам в следующем порядке:

- ✓ Отсчет по рабочей (черной) стороне задней рейки ($З_ч$);
- ✓ Отсчет по рабочей стороне передней рейки ($П_ч$);
- ✓ Отсчет по контрольной (красной) стороне передней рейки ($П_к$);
- ✓ Отсчет по контрольной стороне задней рейки ($З_к$);

Отсчеты беру с точностью до 1 мм

Высота визирного луча над поверхностью земли не должна быть менее 0,2 м.



Т.3
Схема работы на станции при нивелировании теодолитного хода

Результаты измерения заносим в журнал нивелирования.

После снятия отсчетов, не уходя со станции, производят следующие вычисления:

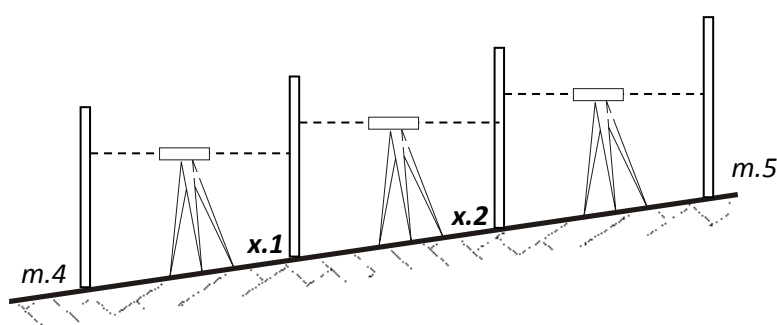
$$h_ч = З_ч - П_ч$$

$$h_к = З_к - П_к,$$

где $h_ч$, $h_к$ – превышения по рабочей и контрольной сторонам реек. Расхождение между ними не должно быть более 5 мм. Затем вычисляют среднее превышение $h_{ср}$:

$$h_{ср} = \frac{h_ч + h_{\text{к}}}{2}$$

$h_{ср}$ округляют до целых миллиметров, причем 0,5 мм округляют до четного числа. Таким образом нивелируют весь ход. Когда нет возможности изменить превышение между точками хода с одной станции, применяют сложное нивелирование. Между точками хода закрепляют иксовые (X1, X2, ...) точки и нивелируют эту сторону по частям. Нумерация иксовых точек единая по всему нивелирному ходу.



Сложное нивелирование

7 Вычисление высот пунктов съемочной основы.

Высоты пунктов съемочной основы вычисляют в следующем порядке:

- а) в полевом журнале нивелирования делают постраничный контроль:

$$\frac{\sum З - \sum П}{2} = \frac{\sum h}{2} = \sum h_{ср};$$

где $\sum З$ - сумма задних отсчетов

по черным и красным сторонам реек;

$\sum П$ - сумма передних отсчетов по черным и красным сторонам реек;

$\sum h$ - сумма превышений, вычисляемых по черным и красным сторонам реек;

$\sum h_{ср}$ - сумма средних превышений.

Расхождения в постраничном контроле допускаются не более 1 мм за счет округления при вычислении;

б) вычисляют допустимую невязку хода:

$$f_{h \text{ доп.}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}$$

или $f_{h \text{ доп.}} = \pm 10 \text{ мм} \sqrt{n}$ по указанию преподавателя, где L – длина нивелирного хода в километрах, n – число измеренных превышений;

в) вычисляют фактическую невязку:

$$f_h = \sum h_{\text{сп.}} - \text{для замкнутого хода,}$$

$$f_h = \sum h_{\text{сп.}} - (H_K - H_H) - \text{для разомкнутого хода,}$$

где H_K, H_H – высоты конечного и начального пунктов.

Фактическая невязка f_h не должна быть меньше или равна допустимой $f_{h \text{ доп.}}$. Если $f_h > f_{h \text{ доп.}}$. Сначала проверяют все вычисления. При отсутствии ошибок в вычислениях нивелирование хода проверяют;

г) полученную невязку поровну распределяют во все превышения с обратным знаком:

$$V_h = -\frac{f_h}{n},$$

где V_h – поправка в превышениях, n – число превышений.

Поправки округляют до целых миллиметров с таким расчетом, чтобы сумма всех поправок была равна невязке с обратным знаком:

$$\sum_1^n V_h = -f_h$$

где $\sum_1^n V_h$ – алгебраическая сумма поправок;

д) вычисляют исправленные превышения $h_{\text{испр.}}$

$$h_{\text{испр.}} = h_{\text{испр.}} + V_h$$

е) вычисляют высоты пунктов съёмочной основы Н:

$$H_{K+1} = H_K + h_{\text{испр.к,к+1}}$$

где $h_{\text{испр.кк+1}}$ – исправленное превышение к, к+1^{ой} линии.

Контроль вычислений: получение точного значения высоты конечного пункта.

Вопросы для самоконтроля:

1. Как различают съёмки местности по наименованию основного инструмента. Которым ведут полевые работы?
2. Каковы основные способы съёмки ситуации и рельефа?
3. В чем заключаются камеральные работы при теодолитной съёмке местности?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 8

Тема: Геодезические расчеты при вертикальной планировке: проектирование горизонтальной площадки с соблюдением баланса земляных работ

Цель работы: освоить геодезические расчеты при проектировании горизонтальной площадки

Студент должен:

уметь:

-проводить камеральные работы по окончанию теодолитной съемки и геометрического нивелирования, необходимые для расчета вертикальной планировки территории.

знать:

- виды геометрических измерений и расчетов

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 2.1-2.2;

Применяемые принадлежности: микрокалькулятор, бланк ведомостей вычисления рабочих отметок площадки

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия

Преобразование существующей топографической поверхности в проектную осуществляется при помощи плоскостей. В зависимости от конкретных условий проектирование вертикальной планировки может осуществляться одним из методов: по квадратам, проектным горизонталям, по профилям. В результате проектирования находят отметки проектной поверхности, определяют рабочие отметки, показывающие высоту насыпи и или глубину выемки в каждой точке проекта. В завершении вычисляют объемы земляных работи составляют картограмму перемещения земляных масс.

Проектирование горизонтальной площадки

Проектирование горизонтальной площадки - под условием нулевого баланса земляных работ выполняется по отметкам вершин квадратов. Отметки вершин квадратов следует записать их при соответствующих вершинах (рис.1).

Проектная откатка горизонтальной площадки с условием нулевого баланса земляных работ вычисляется по формуле:

$$H_0 = (\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4) / 4n;$$

где ΣH_1 - сумма фактических отметок вершин, входящих только в один квадрат;

$2\Sigma H_2$ - удвоенная сумма фактических отметок вершин, входящих в два квадрата;

$4\Sigma H_4$ - учетверенная сумма фактических отметок вершин, входящих в четыре квадрата;

n – число квадратов сетки.

В соответствии с рис.2:

$$\Sigma H_1 = H_{1a} + H_{1г} + H_{4г} + 4H_{4a};$$

$$2\Sigma H_2 = 2(H_{1б} + H_{1в} + H_{2г} + H_{3г} + H_{4в} + H_{4б} + H_{3а} + H_{2а});$$

$$4\Sigma H_4 = 4(H_{2б} + H_{2в} + H_{3в} + H_{3б});$$

Вычисления выполняют в таблице:

ΣH_1	$2\Sigma H_2$	$4\Sigma H_4$	$\Sigma H_1 + 2\Sigma H_2 + 4\Sigma H_4$	$4n$	H_0
652.92	2618.74	2632.44	6904.10	36	164.00

Для данных, приведенных на рис. 1:

$$H_0 = 6904.10/36 = 164.00.$$

Далее вычисляют рабочие отметки Δh для каждой вершины квадрата, представляющие собой разность проектной и фактической отметок вершины квадрата сетки, т.е.:

$$\Delta h_{1a} = H_0 - H_{1a},$$

$$\Delta h_{2a} = H_0 - H_{2a}, \text{ и т. д.}$$

$$\text{Например: } \Delta h_{1a} = 164.00 - 164.01 = -0.01;$$

$$\Delta h_{2a} = 164.00 - 164.07 = -0.07 \text{ и т. д.}$$

Рабочие отметки с соответствующими знаками подписывают красным цветом над фактическими отметками вершин квадратов.

Контроль вычисления проектной и рабочих отметок выполняют по формуле:

$$\Delta h_0 = (\Sigma \Delta h_1 + 2\Sigma \Delta h_2 + 4\Sigma \Delta h_4) / 4n \approx 0,$$

в которой индексы рабочих отметок соответствуют индексам фактических отметок вершин квадратов при вычислении H_0 . Рабочие отметки суммируются алгебраически. Например:

$$\Delta h_0 = (+ 3.08 + 2(+ 2.63) + 4(- 2.11)) / 36 = -0.10 / 36 = -0.003$$

На сторонах квадратов, вершины которых имеют рабочие отметки противоположных знаков, находят положение точек нулевых работ, рассчитывая расстояние до них от соответствующий вершин квадратов.

Например, расстояние $X_{1б}$ от вершины 1б:

$$X_{1б} = |\Delta h_{1б}| \cdot l / (|\Delta h_{1б}| + |\Delta h_{1а}|),$$

расстояние X_{1B} вершины 1в:

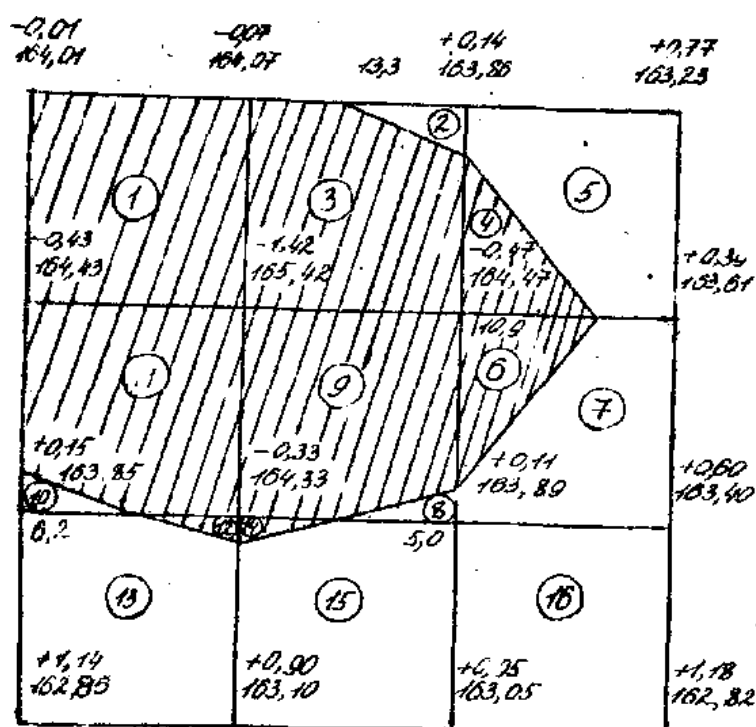
$$X_{1B} = |\Delta h_{1B}| \cdot l / (|\Delta h_{16}| + |\Delta h_{1B}|)$$

где l длина стороны квадрата в метрах

В рассмотренном примере

$$X_{16}=0, \quad 20/(0,14+0,07)=6,7 \text{ м.}$$

$$X_{1B}=0,14 \quad 20/(0,1+0,07)=13,3 \text{ м.}$$



Сторона квадрата 20 м

Масштаб 1:1000

Рис. 1

Так вычисляют все расстояния от вершин квадратов до точек нулевых работ, и откладывают их в масштабе плана на соответствующих сторонах квадратов, эти расстояния следует записать на картограмме, так как они потребуются для вычисления объёмов земляных работ. Точки нулевых работ соединяют прямыми, получают линии нулевых работ.

На картограмме (рис. 1) нумеруют фигуры, образовавшиеся в результате построения линии нулевых работ.

Объём земляной призмы, опирающейся на основание площади S , вычисляют по формуле $V = (\Sigma \Delta h/k) \cdot S$,

где $\Sigma\Delta h$ - сумма рабочих отметок вершин фигур;

k - число вершин фигуры ($k = 3$ для треугольника и $k = 4$ для четырехугольника).
Знак V зависит от знака $\Sigma\Delta h$.

Объём пятиугольной призмы вычисляют по формуле

$$V = V_{\Pi} - V_{\text{ТР}},$$

где V_{Π} - суммарный объём четырехгранной призмы переходного квадрата (квадрат, в которой насыпь переходит в выемку);

$V_{\text{ТР}}$ - объём трехгранной призмы в переходном квадрате.

$\Sigma\Delta h$ в переходном квадрате подсчитывается алгебраически, с учётом знака. Вычитание в формуле $V = V_{\Pi} - V_{\text{ТР}}$, выполняется алгебраически.

Объемы земляных работ вычисляют до $0,1 \text{ м}^3$ и располагают в таблице (табл. 5).

Согласно картограмме (рис. 2) для фигуры N1 (табл. 5) имеем:

$$\Sigma\Delta h = (-0,01) + (-0,07) + (-1,42) + (-0,43) = -1,93 \text{ м.}$$

$$S = 20 * 20 = 400 \text{ м}^2.$$

$$V_1 = -1,93 * 400,0 / 4 = -193,0 \text{ м}^3.$$

Для фигуры (2+3):

$$\Sigma\Delta h = (-0,01) + (+0,14) + (-0,47) + (-1,42) = -1,82 \text{ м.}$$

$$V_{(2+3)} = -1,82 * 400,0 / 4 = -182,0 \text{ м}^3.$$

Для фигуры 2:

$$\Sigma\Delta h = +0,14 \text{ м, } \Sigma\Delta h/3 = +0,05 \text{ м, } S = 13,3 * 4,6 / 2 = 30,6 \text{ м}^2,$$

$$V_2 = 0,05 * 30,6 = +1,5 \text{ м}^3.$$

Объём фигуры 3:

$$V_3 = V_{(2+3)} - V_2 = -182,0 \text{ м}^3 - (+1,5 \text{ м}^3) = -183,5 \text{ м}^3.$$

Аналогично вычисляют объёмы остальных фигур. Контролем правильности вычислений объемов является равенство объемов насыпи и выемки. Вследствие приближенности расчётных формул допускается расхождение объемов не превышающее 3% суммарного объема земляных работ. Для вычислений выполненных в табл. , расхождение составит:

$$\Delta V\% = (817,8 - 827,8) / (817,8 + 827,8) * 100\% = 10,0 * 100\% / 1645,6 = 0,6\%.$$

№ фигур	$\Sigma\Delta h$, м	$\Sigma\Delta h/k$	S, м ³	V _п , м ³	V, м ³	
					+	-
1	-1,93		400			193,0
2+3	-1,82		400	-182,0		
2	+0,14	+0,05	30,6		1,5	
3						183,5
4+5	+0,83		400	+83,0		
4	-0,47	-0,16	83,9			13,4
5					96,4	
6+7	+0,63		400	63,0		
6	-0,47	-0,16	88,3			14,1
7					77,1	
8+9	-2,11		400	-211,0		
8	0,11	+0,04	9,5		0,4	
9						211,4
10+11	-2,03		400	-203,0		
10	+0,15	+0,05	16,1		0,8	
11						203,8
12+13	1,86		400	-186,0		
12	-0,33	-0,11	37,3			4,1
13					190,1	
14+15	+1,63		400	-163,0		
14	-0,33	-0,11	40,5			4,5
15					167,5	
16	+2,84		400		284,0	

Вопросы для самоконтроля:

1. Для какой цели производят вертикальную планировку?
2. Как вычисляют проектную отметку горизонтальной площадки?
3. Каков порядок определения положения линии нулевых работ на плане?
4. Как вычислить рабочие отметки в вершинах квадратов?

5. Как вычислить объемы земляных работ в границах целых квадратов и в квадратах, расчлененных линиями нулевых работ?

6. Что такое картограмма земляных работ?

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 9

Тема: подготовка данных для выноса на строительную площадку проектных элементов стройгенплана.

Цель работы: освоить студентами методы подготовки разбивочных данных и составление технической документации для переноса в натуру проектов зданий и сооружений

Студент должен:

уметь:

- выносить на строительную площадку элементы стройгенплана
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;

знать:

- приборы и инструменты для измерений: линий, углов и определения превышений;
- виды геодезических измерений.

В результате освоения учебной дисциплины формируются следующие общие и профессиональные компетенции:

ОК1-9;

ПК 2.1-2.2;

Применяемые принадлежности:

- комплекты теодолитов: 4Т30 (комплектация: штативы, отвесы, вехи, рейки), 4Т15 (комплектация: штативы, отвесы, вехи, рейки);
- комплекты нивелиров: НЗ (комплектация: штативы, нивелирные рейки), 4НЗК (комплектация: штативы, нивелирные рейки);
- мерный комплект (рулетки)
- геодезические транспортиры, масштабные линейки, измерители;
- калькулятор.

Краткие теоретические, справочно-информационные и т.п. материалы по теме занятия
Разбивка сооружения, или перенесение проекта в натуру, называют геодезические работы, выполняемые на местности для определения планового и высотного положения характерных точек строящегося сооружения согласно его проекту. Геометрической основой проекта для перенесения его в натуру являются разбивочные оси, относительно которых в рабочих чертежах даются размеры всех деталей сооружения. Главные, или исходные, оси привязывают к пунктам геодезической основы.

Отметки точек сооружения даются в проектах от условий плоскости-уровня чистого пола первого этажа и обозначаются: вверх со знаком плюс, вниз со знаком минус.
Разбивку сооружений производят на основании рабочих чертежей проекта (генерального плана).

Геодезическая подготовка данных для перенесения проекта сооружения в натуру.

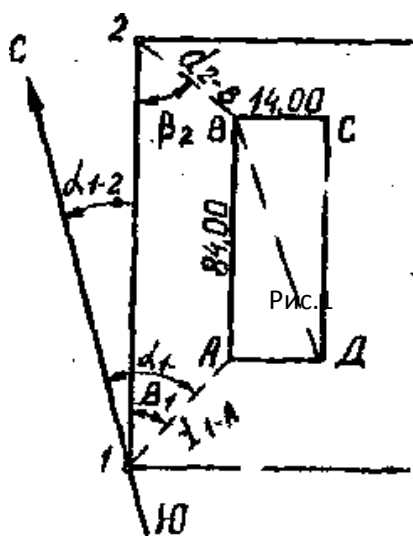
Перенесение проекта сооружения в натуру заключается в обозначении и закреплении на местности точек, определяющих положение и размеры сооружения.

Для перенесения в натуру отдельных точек сооружения применяют способы: прямоугольных координат, полярный способ, угловых и линейных засечек, способ створок.

Перенесению проекта сооружения на местность предшествует соответствующая геодезическая подготовка, заключающаяся в составлении разбивочных чертежей и вычислении числовых данных (углов, расстояний, отметок), определяющих положение

1. ПОДГОТОВКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗБИВКИ ЗДАНИЙ

На плане строительной площадки (рис-1.) запроектировано здание размером 84.00×14.00 м. По данным привязки проекта $\beta_1 = 4^\circ 18.0'$, $d_{1-A} = 38,63$ м. Основная ось здания АВ параллельна линии 1-2 опорной сети, ее



целесообразно выносить в натуру полярным способом от точек 1 и 2 опорной сети. Задача по подготовке данных решается с помощью калькуляторов без тригонометрических функций, значение последних выбирают и пятизначных таблиц натуральных значений тригонометрических функций.

Для разбивки полярным способом необходимо иметь углы β_1 , β_2 и расстояния d_{1-A} , d_{2-B} . Угол β_1 и расстояние d_{1-A} заданы проектом. Угол β_2 и расстояние d_{2-B} вычисляют при геодезической подготовке проекта.

Порядок работы

1. Выписывают координаты точек опорной сети и дирекционный угол α_{1-2} .

Например: $X_1 = + 400.00$; $Y_1 = + 400.00$; $\alpha_{1-2} = 10^\circ 15'$; $X_2 = +547.68$;
 $Y_2 = + 426.67$.

2. Вычисляют дирекционный угол линии 1-A:

$$\alpha_{1-A} = \alpha_{1-2} + \beta_1$$

В нашем примере $\alpha_{1-A} = 10^\circ 15.0' + 43^\circ 18.0' = 53^\circ 33.0'$.

3. Вычисляют координаты точек А и В по формулам прямой геодезической задачи:

$$X_A = X_1 + \Delta x_{1-A}; \Delta x_{1-A} = d_{1-A} \times \cos r_{1-A};$$

$$Y_A = Y_1 + \Delta y_{1-A}; \Delta y_{1-A} = d_{1-A} \times \sin r_{1-A};$$

$$X_B = X_A + \Delta x_{A-B}; \Delta x_{A-B} = d_{A-B} \times \cos r_{A-B};$$

$$Y_B = Y_A + \Delta y_{A-B}; \Delta y_{A-B} = d_{A-B} \times \sin r_{A-B}.$$

Вычисления располагают в таблице (табл.1). При вычислении приращений координат Δx и Δy их знаки определяют по названиям румбов r_{1-A} и r_{A-B} {табл.2).

Таблица 2

Из таблиц
натуральных
значений
тригонометр
ических
функций
получено:
 $\cos 53^\circ 33.0' =$
 0.59412 ; $\sin$
 $53^\circ 3.0' =$

Назва- ние румба	Знак приращения	
	Δx	Δy
св	+	+
юв	-	+
юз	-	-
сз	+	-

0.80438 умножив эти значения на $d_{1-a} =$
 38.63 , получим $\Delta x_{1-A} = 38.63 \times 0.59412 = +$
 22.95 ;

$$\Delta y_{1-A} = 38.63 \times 0.80438 = + 31.07 \text{ По}$$

полученным Δx_{1-A} и Δy_{1-A} и X_1 и Y_1 вычисляют координаты точки А.

Аналогично вычисляют координаты точки В.

4. Вычисляют дирекционный угол и длину линии 2-В, решая обратную геодезическую задачу:

Таблица 1

	1-А		А-В
α	$53^\circ 33.0'$	α	$10^\circ 15.0'$
румб r	св : $53^\circ 33.0'$	румб r	св : $10^\circ 15.0'$
d	38.63	d	84.00
x_1	$+400.00$	x_A	$+422.95$
Δx	$+22.95$	Δx	$+82.66$
x_A	$+422.95$	x_B	$+505.61$
Y_1	$+400.00$	Y_A	$+431.07$
Δy	$+31.07$	Δy	$+14.95$
Y_A	$+431.07$	Y_B	$+446.02$

$$\operatorname{tg} r_{2-B} = (y_B - y_2) / (x_B - x_2) = \Delta y_{2-B} / \Delta x_{2-B} ;$$

$$d_{2-B} = \sqrt{(\Delta x_{2-B})^2 + (\Delta y_{2-B})^2} ;$$

$$d_{2-B} = \Delta x_{2-B} / \cos r_{2-B} = \Delta y_{2-B} / \sin r_{2-B}$$

Вычисления располагают в таблице:

Таблица 3

	2 - В
X_2	+547.68
X_B	+505.61
$X_B - X_2$	-42.07
Y_2	+426.67
Y_B	+446.02
$Y_B - Y_2$	+19.35
$\operatorname{tg} r$	0.45995
румб r	юв: $24^\circ 42.0'$
α	$155^\circ 18.0'$
$d = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}$	46.31
$d = \Delta y / \sin r = \Delta x / \cos r$	46.31

Значение тангенса $\operatorname{tg} r_{2-B} = +19.35/(-42.07) = - 0.45995$ определяют с пятью знаками после запятой. По таблицам натуральных значений тригонометрических функций или с помощью калькулятора находят величину румба. Название румба определяют по знакам Δx_{2-B} и Δy_{2-B} (табл.2), $r_{2-B} = \text{юв: } 24^\circ 42.0'$. Вычисляют дирекционный угол

$\alpha_{2-B} = 180^\circ - 24^\circ 42.0' = 155^\circ 18.0'$ и длину линии 2-В:

$$d_{2-B} = \sqrt{(19.35)^2 + (42.07)^2} = 46.31$$

Контролируют правильность вычисления длины линии:

$$d_{2-B} = \Delta x_{2-B} / \cos r_{2-B} = 42.07/0.90851 = 46.31$$

$$d_{2-B} = \Delta y_{2-B} / \sin r_{2-B} = 19.35/0.41787 = 46.31$$

Значения $\cos \gamma_{2-B} = 0.90851$ и $\sin \gamma_{2-B} = 0.41787$ взяты из пятизначных таблиц натуральных значений тригонометрических функций.

5. Угол β_2 , необходимый для выноса в натуру точки В, вычисляют как разность дирекционных углов линий 2-1 и 2-В:

$$\beta_2 = \alpha_{2-1} - \alpha_{2-B},$$

$$\text{где } \alpha_{2-1} = \alpha_{1-2} + 180^\circ.$$

В нашем примере $\beta_2 = 190^\circ 5.0' - 155^\circ 18.0' = 34^\circ 57.0'$.

2. ЗАДАЧИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ ТЕОДОЛИТА

Перенесение на местность проектных углов

На местности требуется построить проектный угол β в точке 1 вправо от заданного направления линии 1-2 (рис. 4).

Устанавливают теодолит, а рабочее положение в точке 1. Ориентируют лимб по линии 1-2. Ориентирование лимба выполняется так: совмещают нуль лимба с нулём отсчётного устройства, алидаду закрепляют, затем с помощью винтов лимба зрительную трубу наводят на вежу, установленную в точке 2. Открепив алидаду, устанавливают отсчёт по горизонтальному кругу, равный β . По полученному направлению визирной оси на нужном расстоянии отмечают точку A_1 затем переводят трубу через зенит и, повторив все действия при другой положении вертикального круга, получают точку A_2 . Отрезок A_1-A_2 делят пополам и получают точку А. Линия 1-А - сторона проектного угла β . Построение угла β_1 в точке 1 влево от заданного направления линии 1-2 (рис. 5) отличается от построения правого угла тем, что при ориентировании лимба по линии 1-2 устанавливают отсчет по горизонтальному кругу, равный проектному углу.

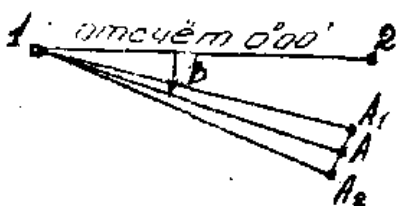


Рис. 4

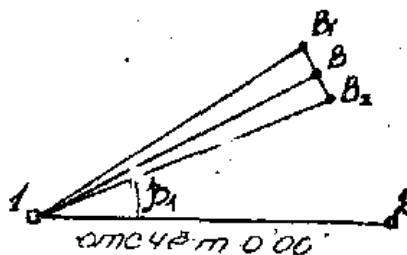


Рис. 5

Открепляют алидаду и совместив нули лимба и алидады закрепляют точку B_1 . Далее при другой положении вертикального круга, намечают точку B_2 . Точку В фиксируют посередине между точками B_1 и B_2 .

Построенный угол для контроля измеряют полным приёмом, записывая результаты в журнал (табл. 6). Расхождение значений построенного угла и проектного не должно превышать двойной точности отсчитывания. Для повышения точности фиксации точек, особенно при коротких расстояниях, используют не вешки, а шпильки мерной ленты или штыри.

Таблица 6

N точек стоянки	NN визируемых предметов	Отсчеты по горизонтальному кругу		Угол		Среднее из углов		Проектный угол
		Град.	Мин.	Град.	Мин.	Град.	Мин.	
I	A	140	17					Угол правый 23°15'
	2	117	03	23	14			
	A	322	36			23	14,5	
	2	299	21	23	15			
I	2	281	43					Угол левый 5°21'
	B	251	21	30	22			
	2	98	39			30	22,0	
	B	68	17	30	22			

Перенесение на местность проектной линии

Линию d откладывают на местности мерной лентой в заданном направлении от известной, зафиксированной точки. Для того чтобы линия, отложенная на местности, соответствовала проектному расстоянию d , необходимо учесть поправки за наклон линии к горизонту $\Delta d_v = 2d \cdot \sin^2(\nu/2)$, за компарирование мерной ленты

$\Delta d_k = d(1-20)/20$, за температуру $\Delta d_t = 2 \cdot 10^{-6} \cdot d(t-t_0)$, где ν угол наклона линии к горизонту, l - длина рабочей ленты, t температура измерения, t_0 - температура компарирования. Поправки Δd_v вводится со знаком "плюс". При поправка не вводится.

Поправки Δd_k и Δd_t вводят с обратным знаком, а если $t - t_0 < 8^\circ$ и $l-20 < 3$ мм, то их не вводят. На местности откладывают расстояние

$$D = d + \Delta d_v + \Delta d_k + \Delta d_t.$$

При откладывании проектной линии ленту следует укладывать в створ при помощи теодолита. Для контроля отложенную на местности линию измеряют. Расхождение отложенного значения линии и измеренного не должно превышать 1:2000.

Пример: Проектное расстояние $d = 87.34$ м, длина мерной ленты $l = 19.99$ м, $t_0 = +20^\circ\text{C}$, $t = +2^\circ\text{C}$, $\nu = 3^\circ 30'$.

Находим величины поправок. Поправку Δd_v выбираем из таблицы поправок за наклон линий к горизонту:

$$\Delta d_v = 0.16 \text{ м}; \quad \Delta d_k = 87.34 \cdot (19.995 - 20.000) / 20 = -0.02 \text{ м};$$

$$\Delta d_t = 12 \cdot 10^{-6} \cdot 87.34 \cdot (2^0 - 20^0) = -0.02 \text{ м}.$$

Расстояние, которое нужно отложить на местности:

$$D = 87.34 + 0.16 + 0.02 + 0.02 = 87.54.$$

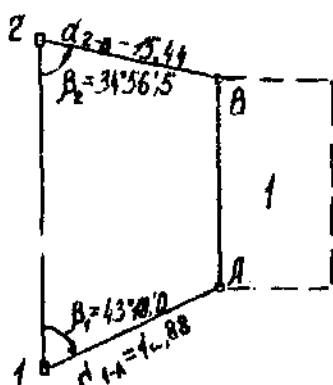
Перенесение на местность проектных точек

а) Полярный способ.

На местности закреплены точки опорной сети 1 и 2. Требуется вынести на местность полярным способом точки А и В основной оси здания 1.

На разбивочном чертеже (рис. 6) указаны разбивочные углы β_1 , β_2 и расстояния d_{1-A} и d_{2-B} .

Устанавливают в рабочее положение теодолит в точке 1 опорной сети. Ориентируют лимб по линии 2. Строят правый угол $\beta_1 = 43^\circ 18.0'$. По полученному направлению откладывают проектное расстояние, получают точку А, которую фиксируют колышком.



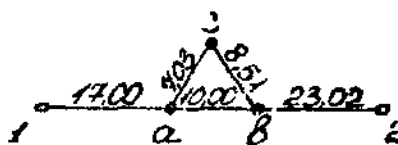
Затем теодолит устанавливается в точке 2 опорной сети. Лимб ориентируют по направлению 2-1 и от стороны 2-1 строят левый угол $\beta_2 = 34^\circ 56.5'$

Отложим по полученному направлению проектное расстояние, закрепляют точку В.

Для контроля измеряют расстояние АВ и сравнивают его с проектным. Расхождение не должно превышать 1:2000

б) Способ линейной засечки.

От линии опорной сети 1-2 вынести на местность точку с линейной засечкой по данным разбивочного чертежа (рис. 7).



расстояния 17.00 и 10.00 м, и в, в которых забивают измеряют расстояние d_{B-2} = выполняют двумя мерными Начала лент закрепляют в точках а и в шпильками. В пересечении лент, когда на одной из них отсчет 7.03 м, а на ругой - 8.51 м, будет находиться точка С которую надлежит закрепить колышком.

На линии 1-2, отложив намечают створные точки а колышки. Для контроля 23.02 м. Разбивку точки С лентами (рулетками).

Определение высоты сооружения

Задачу решают с помощью теодолита и мерной ленты. Теодолит устанавливают в точке А на расстоянии, равной примерно 1,5 определяемой высоты сооружения (рис. 8).

Дважды измеряют расстояние d от теодолита до сооружения и вертикальные углы v_1 и v_2 , на низ и вверх сооружения. Контролем правильности измерений v_1 и v_2 служит постоянство МО в пределах двойной точности отсчитывания.

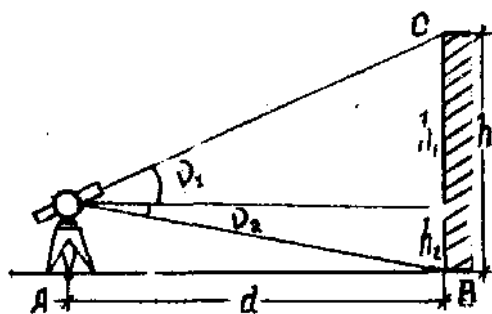


Рис. 8

Определяемая высота сооружения $h = h_1 + h_2$

Так как $h_1 = d \cdot \operatorname{tg} v_1$, $h_2 = d \cdot \operatorname{tg} v_2$; v_1 - положительная величина, а v_2 - отрицательная, то:

$$h = d(\operatorname{tg} v_1 - \operatorname{tg} v_2).$$

Для контроля высоту сооружения определяют второй раз, изменив точку стояния теодолита. Расхождение двух значений не должно превышать 1/200 высоты сооружения. За окончательную высоту сооружения принимают среднее из двух определений. Результаты измерений и вычислений помещают в таблицу:

Таблица 7

Точ ки стоян .	То ч ки на бл.	Отсчеты по микроскоп у		МО	ν	$tg \nu$	d, м	h, м	h _{ср} , м		
		КП	КЛ								
А	С	-	-	-03.5'	+21 ⁰ 1	0,3883	20, 00	9,25	9,24		
	В	21 ⁰ 1 7"	21 ⁰ 1 0'	-04.0"	3.5'	8					
А ₁	С В	+4 ⁰ 1 1"	-4 ⁰ 1"		-4 ⁰ 15"	- 0,0743 1				17, 00	9,22
				03.5"		0,46269					
		- 24 ⁰ 1 1"	+24 ⁰ 04"	- 03.50"	+24 ⁰ 7.5"	0,44784					
		+5 ⁰ 2 1"	- 5 ⁰ 28"		- 5 ⁰ 24.5"	- 0,09467					
						0,54251					

3. ЗАДАЧИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ НИВЕЛИРА

Вынос в натуру проектной отметки

При вынесении проектной отметки на местность забивают кол так, чтобы его верхний срез имел проектную отметку.

Для этого между репером А с его исходной отметкой H_A и точкой В, проектная отметка которой равна H_B , устанавливают нивелир, приводят его в рабочее положение и берут отсчет а по рейке, находящейся на репере (рис. 1).

Вычисляют горизонт прибора $ГП = H_A + a$ и проектный отсчет b , который должен быть получен на рейке, установленной в точке В, чтобы отметка ее равнялась проектной, $b = ГП - H_B$.

В точке В забивают кол так, чтобы отсчет по рейке, установленной на нем, был равен проектному отсчету b .

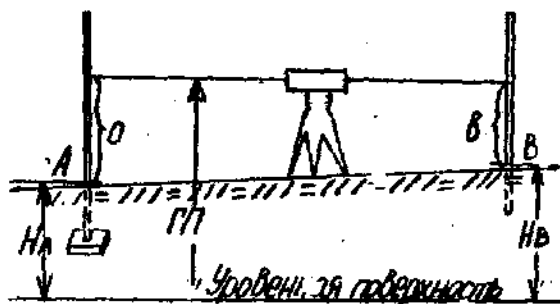


Рис. 1

Если проектную отметку выносят на стену здания или колонну, то, вычислив проектный отсчет, перемещают рейку вверх или вниз до получения отсчета, равного проектному. Затем проводят карандашом черту под пяткой рейки. Эта линия будет иметь проектную отметку.

Пример. Требуется забить кол на проектную отметку $H_B = 131.280$ ст. репера А с отметкой $H_A = 131.753$. Отсчет по рейке, установленной на репере, равен $a = 1422$. Вычисляют проектный отсчет b :

$$B = 131.753 + 1.422 - 131.280 = 1.895 \text{ м} = 1.895 \text{ мм.}$$

В точке В забивают кол, устанавливают на нем рейку и берут отсчет. Допустим, отсчет оказался 1860, следовательно, кол необходимо забить еще на $1895 - 1860 = 35$ мм. После дополнительной забивки кола отсчет по рейке проверяется.

Разбивка линии заданного уклона

На местности от точки А с известной отметкой I_A требуется разбить линию АВ длиной d с уклоном i (рис. 2) и закрепить её через равные интервалы.

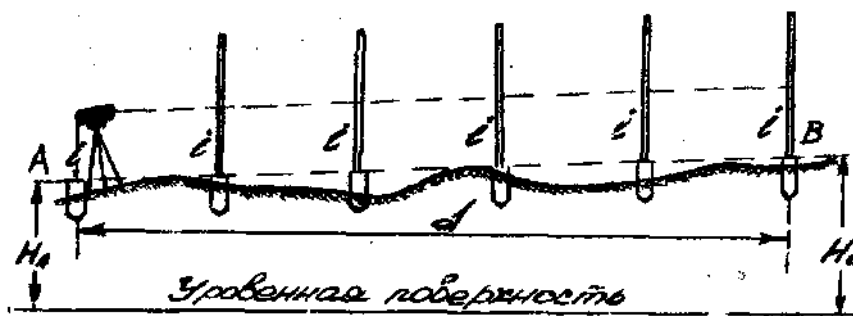


Рис. 2

От точки А откладывают мерной лентой расстояние d и отмечают кольями точку В и промежуточные точки.

Вычисляют отметку конца линии $H_B = H_A + ud$.

Установив нивелир между точками А и В посередине, выносят на местность отметку H_B способом, изложенным выше. После этого устанавливают нивелир в точке А так, чтобы окуляр был над точкой А и чтобы один из подъёмных винтов был расположен вдоль линии АВ, а два других - перпендикулярно к этой линии. Приводят ось вращения нивелира в отвесное положение, и измеряют высоту прибора i .

Действуя элевационным или подъёмным винтом нивелира, наклоняют визирную ось трубы до получения отсчета по рейке, установленной в точке В, равного i . В этом случае визирный луч будет параллелен линии с заданным уклоном.

После этого устанавливают рейку последовательно на все промежуточные точки и забивают в них колья до получения отсчета, равного i .

Пример. Требуется разбить линию АВ длиной $d = 50$ м с уклоном $u = +0.003$ и закрепить промежуточные точки через 10 м. Отметка исходной точки $H_A = 130,275$ м. Вычисляют отметку точки В по формуле $H_B = H_A + ud$:

$$H_B = 130.275 + 0.003 \cdot 50 = 130.290 \text{ м.}$$

Полученную отметку выносят на местность от исходной точки А, расположив нивелир между точками А и В. После этого устанавливают нивелир между точкой А и, измерив его высоту i , которая равна $i = 1347$, наклоняют визирную ось трубы нивелира до тех пор, пока отсчет по рейке в точке В не будет равным 1347. Не меняя положения визирной оси зрительной трубы нивелира, забивают колья в промежуточных точках до получения отсчета по рейке, установленной на них, равного 1347.

Вопросы для самоконтроля:

- 1..В чем сущность геодезических разбивочных работ?
- 2..Каким способом и в какой последовательности производят подготовку разбивочных данных?
- 3.Как, используя разбивочные данные, перенести в натуру ось сооружения?

Критерии оценки выполнения ПЗ

Оценивая итоговое задание, преподаватель ставит отметку:

«5» – работа соответствует всем критериям, студенты демонстрируют творческий подход, самостоятельно находят дополнительный материал;

«4» – работа не соответствует 1-2 критериям;

«3» – работа не соответствует более чем 2-м критериям;

«2» – работа не соответствует ни одному из критериев.

Критерии для оценки самостоятельной деятельности студента:

Практические занятия оцениваются преподавателем, исходя из следующих критериев успешности итоговых работ:

- 1) соответствие содержания работы заявленной теме и оформление в соответствии с существующими требованиями;
- 2) логика изложения, взаимосвязь структурных элементов работы;
- 3) объем, характер и качество использованных источников;
- 4) обоснованность выводов, их глубина, оригинальность;
- 5) теоретическая и методическая достаточность, стиль и качество оформления.

Перечень основной и дополнительной литературы

1) 1. Геодезия, (под ред. Михеева Д.Ш.) Изд. 5-е , испр. 9-е, Изд. Академия , 2012г.

2. Киселев М.И.; Михелев Д.М. Геодезия – М. Академия, 2012г.

3. Интернет ресурсы/текстовые: www.geo66.ru; www.geodigital.ru

2) Материалы следующих сайтов:

- <http://www.academia.ru> – сайт Российской Академии Интернет
- <http://www.communiware.ru.internetacadetay/> - Всероссийская Интернет академия
- <http://www.mto.ru> - Республиканский центр мультимедиа и телекоммуникаций в образовании, где размещается информация по разработке и внедрению новых информационных технологий в дошкольное, общее и дополнительное образование
- www.geodigital.ru-Интернет ресурсы/геодезические, картографические инструкции, нормы и правила.