

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области  
Государственное автономное профессиональное образовательное  
учреждение  
Свердловской области  
**«Екатеринбургский монтажный колледж»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ И ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

*дисциплина «Основы геодезии»*

Специальность  
**08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения**

Екатеринбург

2024 г.

Одобрено:  
Методическим объединением  
строительных дисциплин № 3 от 14.10.2024

Руководитель МО- Т.Б. Казачинская

**СОСТАВЛЕНО**

**в соответствии** программой дисциплины «Основы геодезии», требованиями  
ФГОС

Авторы: Хоринова Л.С., преподаватель ГАПОУ СО «ЕМК»  
Лыжина Ю.С., преподаватель ГАПОУ СО «ЕМК»

Рецензенты: Большаков Н.С. – преподаватель ГАПОУ СО «ЕМК»

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка	4
2. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 1 Решение задач на масштабы.	7
3. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 2 Чтение рельефа по плану (карте) и решение задач. Построение профиля.	14
4. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 3 Ориентирование. Переход из одной системы координат в другую. Решение задач.	20
5. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 4 Ориентирование. Определение координат. Определение ориентирных углов линий по планам и картам. Решение задач по карте.	25
6. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 5 Ориентирование. Решение прямой и обратной геодезической задачи	29
7. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 6 Введение поправок в измеренную линию. Вычисление горизонтального проложения	39
8. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 7 Изучение устройства теодолита, выполнение проверок теодолита	45
9. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 8 Измерение горизонтальных углов, ведение журнала	48
10. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 9 Измерение вертикального угла и магнитного азимута	52
11. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 12 Практическое изучение нивелира. Наведение на точки. Взятие отсчетов по рейке. Измерение превышений и расстояний	54
12. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 13 Обработка результатов технического нивелирования по оси трассы	58
13. Методические рекомендации к выполнению практической работы № 14 Построение профиля. Проектирование надземного трубопровода	66



## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина ОП.07 «Основы геодезии» является обязательной частью общепрофессионального цикла основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения.

Учебная дисциплина ОП.07 «Основы геодезии» обеспечивает формирование профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности ФГОС по специальности 08.02.08 Монтаж и эксплуатация оборудования и систем газоснабжения. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии компетенций

ОК 01. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 02. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности;

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие;

ОК 04. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами;

ОК 05. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста;

ОК 06. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей;

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности;

ПК 1.1. Конструировать элементы систем газораспределения и газопотребления;

ПК 1.2. Выполнять расчет систем газораспределения и газопотребления;

ПК 1.3. Составлять спецификацию материалов и оборудования на системы газораспределения и газопотребления;

ПК 2.1. Организовывать и выполнять подготовку систем и объектов к строительству и монтажу;

ПК 2.2. Организовывать и выполнять работы по строительству и монтажу систем газораспределения и газопотребления в соответствии с правилами и нормами по охране труда, требованиями пожарной безопасности и охраны окружающей среды;

ПК 2.3. Организовывать и выполнять производственный контроль качества строительно-монтажных работ;

ПК 2.4. Выполнять пусконаладочные работы систем газораспределения и газопотребления;

ПК 2.5. Руководство другими работниками в рамках подразделения при выполнении работ по строительству и монтажу систем газораспределения и газопотребления;

ПК 3.1. Осуществлять контроль и диагностику параметров эксплуатационной пригодности систем газораспределения и газопотребления;

ПК 3.2. Осуществлять планирование работ, связанных с эксплуатацией и ремонтом систем газораспределения и газопотребления;

ПК 3.3. Организовывать производство работ по эксплуатации и ремонту систем газораспределения и газопотребления;

ПК 3.4. Осуществлять надзор и контроль за ремонтом и его качеством;

ПК 4.1. Повышение эффективности производственно-хозяйственной деятельности при строительстве систем газораспределения и газопотребления;

ПК 4.2. Контроль за соблюдением работниками правил и норм по охране труда, требований пожарной безопасности и охраны окружающей среды при производстве строительных работ;

ПК 4.3. Руководство другими работниками в рамках подразделения и взаимодействие с сотрудниками смежных подразделений при производстве строительных работ систем газораспределения и газопотребления;

ПК 4.4. Подготовка результатов строительных работ к сдаче заказчику

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Умения	Знания
читать разбивочные чертежи; использовать мерный комплект для измерения длин линий; использовать нивелир для измерения превышений; использовать теодолит для измерения углов; решать простейшие задачи детальных разбивочных работ.	основные геодезические определения; типы и устройства основных геодезических приборов; методику выполнения разбивочных работ.

Дисциплина Основы геодезии предполагает выполнение большого количества практических и лабораторных работ. Как правило, эти работы выполняются по индивидуальному заданию. Методические рекомендации помогут студенту качественно выполнить задания, более глубоко усвоить теоретический материал. Помогут студентам самостоятельно выполнить задания.

Каждая практическая работа включает в себя цель, которую надо освоить в результате выполнения работы, описывает материалы и принадлежности для выполнения конкретной работы, краткий теоретический материал, примеры решения заданий, сами задания и вопросы для повторения.

## Методические рекомендации к выполнению практической работы № 1

### Практическое занятие 1. Решение задач на масштабы.

**Цель работы:** изучить масштаб и формы его выражения, научиться измерять и откладывать длинны отрезков на планах и картах.

**Пособия и принадлежности:** комплект учебных топографических карт различных масштабов, линейка с миллиметровыми делениями, циркуль-измеритель, чертежная бумага, карандаш 2Т, 3Т.

*Масштаб* – отношение длины линии на плане или карте к длине горизонтального проложения соответствующей линии на местности.

*Горизонтальное проложение* – это проекция линии местности на горизонтальную плоскость.

Масштабы  $M$  записываются в виде дроби  $M = \frac{1}{N}$  Например, 1:500, 1:1 000, 1: 100 000 и т.п. Такой масштаб называют *численным*.

*Численный масштаб* – дробь с числителем и знаменателем, показывающим степень уменьшения горизонтального проложения при изображении его на карте или плане.

Для упрощения расчетов численный масштаб записывают в следующем виде: в 1см  $L$  м. Вычислим значение  $L$  для масштаба 1:500. Т.к.  $N = 500$  показывает степень увеличения отрезка на местности по сравнению с планом, то  $L=1\text{см} * 500=500\text{ см}=5\text{м}$ .

На плане невооруженным глазом можно различить две точки, если они расположены на расстоянии 0,1 мм и более. Поэтому величину  $t= 0,1\text{ мм} * N$  называют *точностью масштаба* плана или карты. Она показывает расстояние на местности, соответствующее отрезку длиной 0,1 мм на плане. Так, для масштаба 1:250 точность  $t=0,1\text{ мм} * 250=25\text{мм}=2,5\text{см}$ .

**Задание 1:** Вычислить точность масштаба плана или карты и значение  $L$  (табл.1), результаты вычислений записать в таблицу в тетради для практических и лабораторных работ.

Таблица 1.1

$M$	$L$ , см	$L$ в 1см плана, м	$M$	$L$ , см	$L$ в 1см плана, м
1:200	2	2	1:10 000		
1:500			1:25 000		
1:1000			1:50 000		
1:2000			1:250 000		
1:5000			1:1 250 000		

Чтобы упростить получение расстояний по плану и карте, используют линейный масштаб (рис.1.1). Для построения линейного масштаба на прямой

несколько раз друг за другом откладывают отрезок, называемый *основанием* масштаба. Чаще всего основание масштаба принимают равным 1 см.

Для увеличения точности крайнее левое основание делят на несколько одинаковых частей, называемых *делениями основного масштаба*. Обычно основание делят на 10 частей.

Линейный масштаб подписывают в соответствии с численным масштабом плана или карты. Для масштаба 1:50 000 (рис. 1.1) длина основания 1 см соответствует расстоянию  $1\text{ см} \cdot 50\,000 = 50\,000\text{ см}$  или 500 м на местности. Цена деления основного масштаба равна  $500\text{ м} : 10 = 50\text{ м}$ .

На топографических картах линейный масштаб вычерчивают под южной рамкой трапеции.

Для измерения расстояний по плану или карте ножки измерителя устанавливают в точки, для которых определяют расстояние на карте. Не изменяя раствора, прикладывают измеритель к линейному масштабу так, чтобы правая игла была на целом делении, а левая попала на самое крайнее основание. Расстояние определяется так: определяем сколько целых оснований попало в измеренную линию: одно основание содержит 500 м, три основания масштаба  $3 \cdot 500 = 1500\text{ м}$ , четыре основания  $4 \cdot 500 = 2000$  т. д. и сколько делений основания попало в измеряемую линию: одно деление основания равно 50 м, два деления основания  $2 \cdot 50 = 100\text{ м}$ , три деления основания,  $3 \cdot 50 = 150\text{ м}$  и т. д. и часть деления, которое определяется "на глаз". Так, измеренное расстояние содержит 2 целых основания, 3 деления основания:  $L = 2 \cdot 500\text{ м} + 3 \cdot 50\text{ м} = 1150\text{ м}$

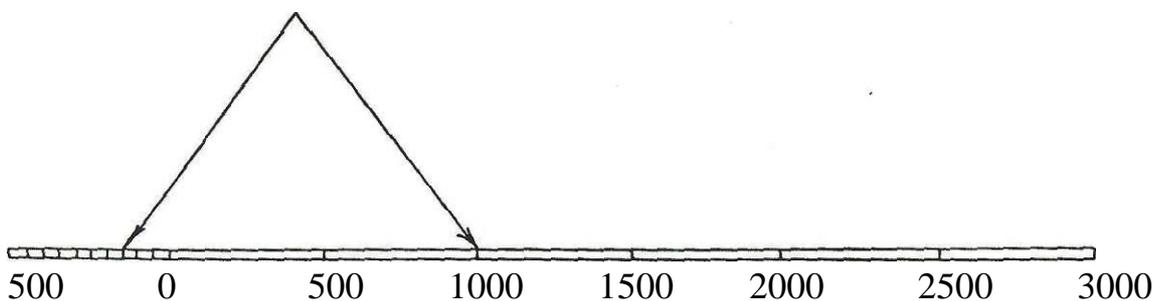


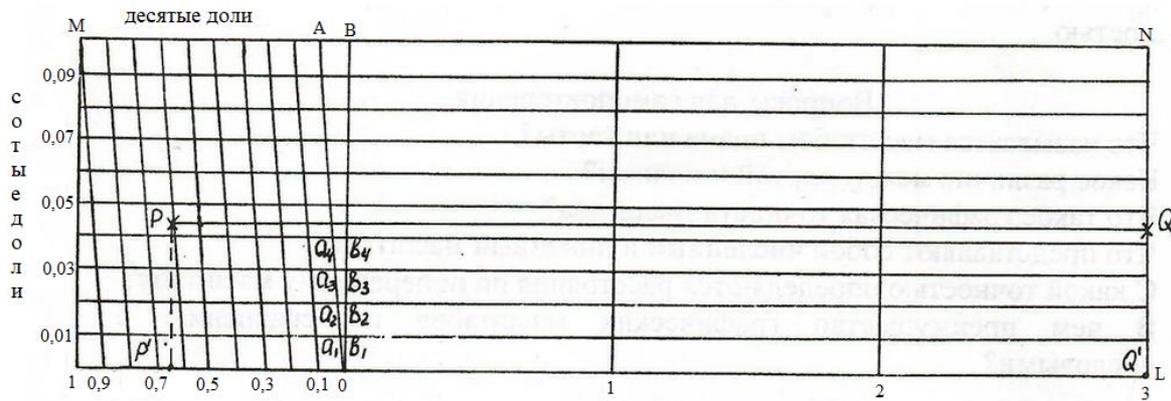
Рис.1.1 Линейный масштаб

**Задание 2:** на учебной карте измерить расстояние с помощью линейного масштаба. Точки задаются преподавателем. Линейный масштаб расположен под южной рамкой трапеции карты.

При работе с линейным масштабом доли делений оценивают «на глаз». Чтобы повысить точность получаемых с плана отрезков используют поперечный масштаб (рис. 1.2).

**Поперечный масштаб** – это графический масштаб в виде номограммы, применяется для измерений и построений повышенной точности. Как правило, поперечный масштаб гравировают на металлических пластинах, линейках и транспортирах.

Для построения поперечного масштаба на прямой KL несколько раз откладывают основания масштаба равные 2 см и в полученных точках восстанавливают перпендикуляры. На перпендикулярах KM и LN измерителем откладывают десять равных отрезков и соединяют их концы параллельными линиями. Отрезки KO и MB делят на десять равных частей (по 2мм). Затем точку A соединяют с точкой O, а через остальные точки проводят линии, параллельные AO. Полученные линии называют *трансверсалями*. При таком построении наименьшим делением поперечного масштаба является отрезок  $a_1 b_1$ , равный 0,1 деления АВ или 0,01 основания масштаба MB. Отрезки  $a_2 b_2$ ,  $a_3 b_3$ ,  $a_4 b_4$  и т.д, равны соответственно 0,02; 0,03; 0,04 и т.д, частями основания масштаба. Поэтому при измерении расстояний по карте деления отрезка АВ служат для отсчитывания сотых долей основания масштаба.



К

Рис.1.2 Поперечный масштаб

При измерении расстояний раствор измерителя прикладывают к линии KL (рис.2). Если иглы измерителя попали в точки P' и Q', то измеряемое расстояние содержит 3,6 основания масштаба и еще отрезок от деления 6 до точки P'. Чтобы определить длину этого отрезка, иглы измерителя перемещают параллельно основанию до положения PQ. В нашем случае число сотых долей основания находится между 4 и 5. Оценивая доли сотых делений «на глаз», получим приблизительно 4,4. Все измеренное расстояние равно  $d=3,6+0,044=3,644$  основания масштаба.

Для упрощения измерений поперечный масштаб подписывают не в делениях основания, а в длинах расстояний на местности. На рис.1.3 деления подписаны для масштабов 1:500, 1:1 000, 1: 2 000. При этом целые основания соответствуют 10,20,40 м, десятые доли основания – 1,2,4 м, сотые доли основания – 0,1; 0,2; 0,4 м.

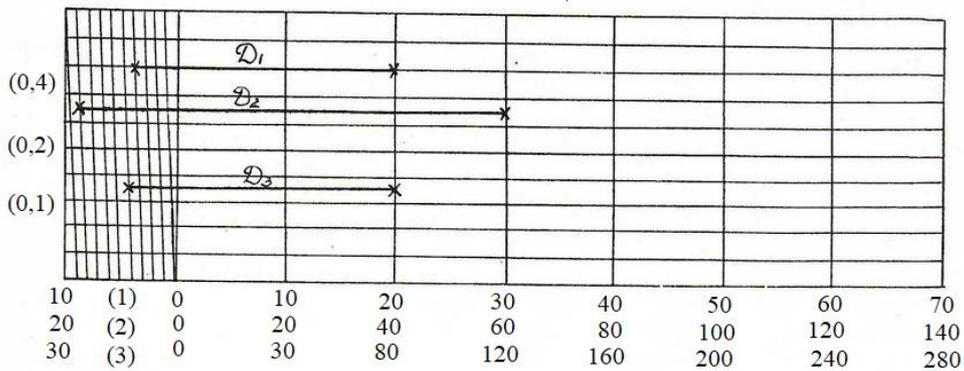


Рис.1.3 Поперечный масштаб

С учетом этих соотношений на поперечном масштабе отложены расстояния  $D_1 = 23,8$  м в М 1:500,  $D_2 = 77,3$  м в М 1:1 000,  $D_3 = 97,4$  м в М 1:2 000.

Чтобы определить чему соответствует измеренное расстояние на местности в определенном масштабе, решаем задачу. Например, на местности измерили расстояние:  $AB = 23,8$  м, надо определить: чему соответствует это расстояние в масштабе 1:500. Решаем задачу по алгоритму:

- в 1 см – 5 м - определяем именной масштаб:
- в 2 см – 10 м
- $23,8:10=2,38$
- Т.е. целых делений 2, откладываем от 0 вправо 2 целых деления, ставим точку
- Десятых делений 3, откладываем от 0 влево 3 деления, попадаем на 3 трансверсаль, ставим точку
- По 3 трансверсале поднимаемся вверх на 8 делений
- Справа по 2 основанию тоже поднимаемся вверх на 8 делений
- Получаем отрезок  $D_1$ . Измеритель прикладываем к полученному отрезку и по масштабной линейке определяем отрезок  $D_1$  в см.  $av=2,6$ см
- Ответ  $AB = 23,8$ м, что соответствует 2,6 см в масштабе 1:500

**Практические задания.**

**Задание 1.**

Вычислить точность масштаба плана и значение L.

Таблица 1.1

Масштаб	В 1см-м	В 0,1 мм плана, м	Масштаб	В 1см-м	В 0,1 мм плана, м
1:200	2	0,02	1:10 000		
1:500			1:25 000		
1:1000			1:50 000		
1:2000			1:250 000		
1:5000			1:1 250 000		

**Задание 2.**

Определить расстояние на местности, если расстояние между точками на карте равно:

$ab=2,8$  см     $kl=3,4$  см     $mn= 4,1$  см

Таблица 1.2

1 вариант	2 вариант	3 вариант
1:200	1:250	1:500
1:5 000	1:2 000	1:2 500

**Задание 3.**

Построить поперечный масштаб с основанием 2 см, подписать его и отложить расстояния, в соответствии с данными таблицы, определить длину отрезка в сантиметрах:

Таблица 1.3

№ п/п	Масштабы	Расстояния, м	№ п/п	Масштабы	Расстояния, м
1	1:100 1:2000 1:25000	AB=11,85 MN=98,6 KL=2870	16	1:100 1:500 1:10000	11,83 28,12 1180
2	1:200 1:5000 1:25000	AB=21,84 MN=381,5 KL =1875	17	1:250 1:5400 1:10000	29,60 580,5 895
3	1:250 1:1000 1:50000	28,85 64,82 1620	18	1:500 1:10000 1:25000	18,05 984 1990
4	1:500 1:1000 1:25000	38,15 87,5 1880	19	1:250 1:5000 1:10000	9,80 493,0 818
5	1:250 1:2000 1:10000	18,95 61,8 685	20	1:100 1:5000 1:35000	9,93 381,0 885
6	1:100 1:500 1:25000	10,87 48,22 1880	21	1:200 1:500 1:2000	21,88 28,15 118,1
7	1:200 1:1000 1:25000	21,82 118,3 925	22	1:250 1:500 1:10000	18,84 28,09 385
8	1:250 1:2000 1:5000	19,45 118,3 280,8	23	1:500 1:1000 1:25000	8,11 59,8 2945
9	1:500 1:10000 1:25000	58,08 787 935	24	1:100 1:250 1:2000	3,83 16,77 118,7
10	1:100 1:250 1:5000	8,95 29,13 181,3	25	1:200 1:500 1:25000	21,88 38,19 895
11	1:200 1:500 1:25000	11,89 48,04 1994	26	1:250 1:500 1:1000	28,88 38,16 59,30
12	1:250 1:1000 1:5000	19,93 109,4 380,9	27	1:500 1:10000 1:25000	48,04 68,40 897
13	1:500 1:2000 1:10000	38,17 218,8 995	28	1:1000 1:25000 1:50000	119,9 1893 2817
14	1:1000 1:5000 1:25000	68,0 581,7 895	29	1:100 1:500 1:2000	2,86 28,06 218,7
15	1:1000 1:5000 1:25000	21,88 38,19 895	30	1:200 1:500 1:10000	11,86 48,10 381

### **Вопросы для повторения.**

1. Что называется масштабом плана или карты?
2. Какое различие между планом и картой?
3. Что такое графическая точность масштаба?
4. Что представляют собой численный и линейных масштабы?
5. С какой точностью определяются расстояния по поперечному масштабу?
6. В чем преимущество графических масштабов по сравнению с числовыми?

## Методические рекомендации к выполнению практической работы № 2

по теме «Чтение рельефа по плану (карте) и решение задач. Построение профиля.».

**Цель работы:** научиться читать карту и план, решать задачи по топографической карте.

**Пособия и принадлежности:** комплект учебных карт и планов с индивидуальными заданиями, рабочая тетрадь, методические указания, калькулятор, линейка.

**Рельефом** называется совокупность неровностей суши, дна океанов и морей, разнообразных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития.

В зависимости от абсолютного значения высот местности различают равнинную, холмистую и горную местности.

**Горная местность** представляет собой систему прямолинейных или дугообразных горных цепей высотой 500 м и выше над уровнем моря.

**Холмистая местность** представляет собой резко выраженное чередование возвышенностей и понижений с разностью высот до 200 м.

**Равнинная местность** представляет собой горизонтальную или с небольшим наклоном плоскую поверхность Земли, имеет слабовыраженные формы рельефа.

Рельеф местности на планах и картах изображают различными способами (штриховкой, пунктиром, цветной пластикой), но чаще всего с помощью горизонталей (изогипс), числовых отметок и условных знаков.

Горизонталь – это линия, соединяющая точки с одинаковыми высотами.

Горизонталь на местности можно представить как след, образованный пересечением уровня поверхности с физической поверхностью Земли.

На рис.2.1 показаны профили основных форм рельефа и их горизонтали.

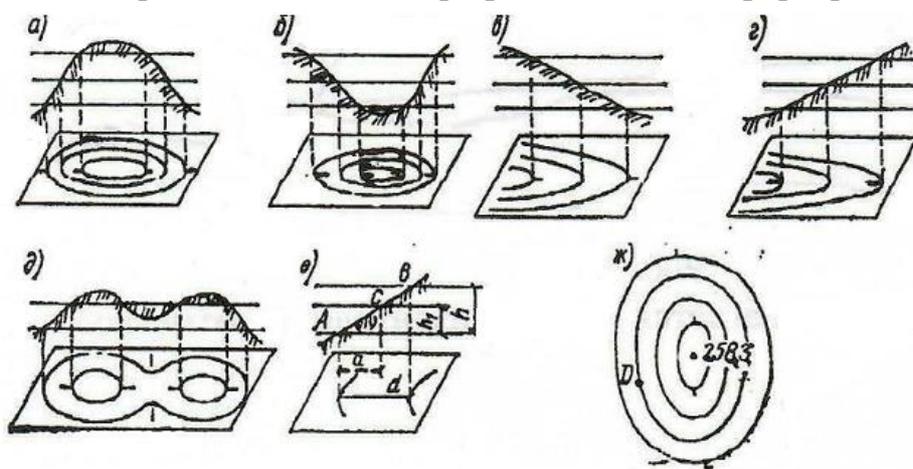


Рис. 2.1 Изображение рельефа горизонталями.

а- гора, б- котловина, в-хребет, г-лощина, д- седловина, е- сечение рельефа, ж- схема определения отметки горизонтали.

К основным формам рельефа относятся:

**Гора** – это возвышающаяся над окружающей местностью конусообразная форма рельефа. Наивысшая точка её называется вершиной. Вершина может быть острой – пик, или в виде площадки – плато. Боковая поверхность состоит из скатов. Линия слияния скатов с окружающей местностью называется подошвой или основанием горы.

**Котловина** – форма рельефа, противоположная горе, представляющая собой замкнутое углубление. Самая низкая точка её – дно. Боковая поверхность состоит из скатов; линия их слияния с окружающей местностью называется бровкой.

**Хребет** – это возвышенность, вытянутая и постоянно понижающаяся в каком – либо направлении. У хребта два склона; в верхней части хребта они сливаются, образуя водораздельную линию, или [водораздел](#).

**Лощина** – форма рельефа, противоположная хребту и представляющая вытянутое в каком – либо направлении и открытое с одного конца постоянно понижающееся углубление. Два ската лощины; сливаясь между собой в самой низкой части её образуют водосливную линию или [тальвег](#), по которой стекает вода, попадающая на скаты. Разновидностями лощины являются долина и овраг: первая является широкой лощиной с пологими задернованными скатами, вторая – узкая лощина с крутыми обнаженными скатами. Долина часто бывает ложем реки или ручья.

**Седловина** – это место, которое образуется при слиянии скатов двух соседних гор. Иногда седловина является местом слияния водоразделов двух хребтов. От седловины берут начало две лощины, распространяющиеся в противоположных направлениях. В горной местности через седловины обычно пролегают дороги или пешеходные тропы; поэтому седловины в горах называют перевалами.

При решении ряда инженерных задач необходимо знать свойства горизонталей:

1. Все точки местности, лежащие на горизонтали, имеют равные отметки.
2. Горизонталю не могут пересекаться на плане, поскольку они лежат на разных высотах. Исключения возможны в горных районах, когда горизонталями изображают нависший утес.
3. Горизонталю являются непрерывными линиями. Горизонталю, прерванные у рамки плана, замыкаются за пределами плана.
4. Разность высот смежных горизонталей называется **высотой сечения рельефа** и обозначается буквой **h**.

**Заложение** – кратчайшее расстояние между горизонталями на плане или карте. Обозначается **d**.

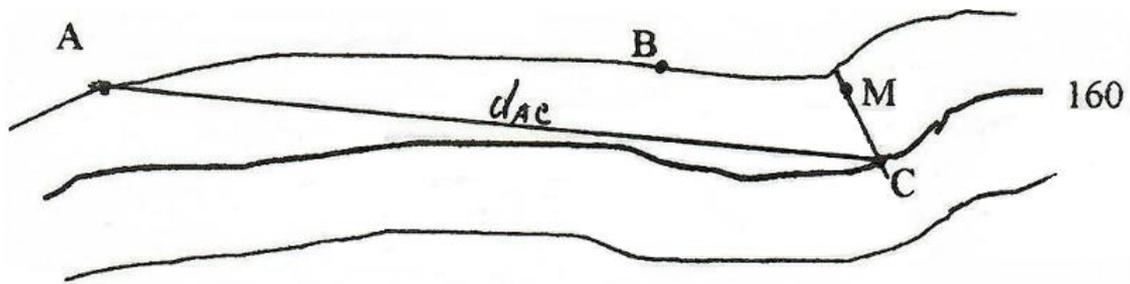
Там, где заложения большие, наносят штриховые линии (**полугоризонталю**). Иногда, чтобы сделать чертеж более наглядным,

горизонталы сопровождаются небольшими черточками, которые ставятся перпендикулярно горизонталям, по направлению ската (в сторону стока воды). Эти черточки называются **бергштрихи**.

Отметки горизонталей подписываются в разрыве горизонталей. Отметки горизонталей всегда кратны высоте сечения рельефа. Например, при высоте сечения рельефа 5 м не может быть горизонталей с отметкой 258 м, а могут быть 250, 255, 260, 265 и т.д.

Высоты наиболее характерных точек местности (вершины горы, перевалов, дна котловин, урезов воды и т.д.) подписывают на картах и планах цифрами.

Если точка расположена на горизонтали, то ее отметка совпадает с отметкой горизонтали. Отметки горизонталей определяют, сообразуясь с их подписями или высотами характерных точек рельефа, подписанными на карте и высотой сечения рельефа.



Масштаб 1:5000

Рис. 2.2 Отметки точек

Например, точка А располагается на горизонтали с отметкой 165,  $h$  – сечение горизонталей 5 м.

$$H_A = 165 \text{ м}$$

$$H_B = 165 \text{ м}$$

$$H_C = 165 \text{ м}$$

В нашем случае подписана и утолщена горизонталь с отметкой 160 м. Бергштрих показывает на понижение местности,  $h = 5$  м, следовательно, верхняя горизонталь имеет значение 165 м, нижняя – 155 м, если точка М располагается между горизонталями на расстоянии  $m$  от точки С, то ее отметку определяют по формуле:

$$H_M = H_C + h_m,$$

Величину  $h_m$  находим интерполированием

$$h_m = mh/d$$

При этом величины  $m$  и  $d$  определяют по карте, проведя через точку М прямую, являющуюся кратчайшим расстоянием между горизонталями. Длину этого отрезка условно примем за единицу. В нашем случае:

$$H_M = [(0,8 * 5) / 1] + 160 = 164 \text{ м}.$$

*Отметка точки* – это численное значение абсолютной высоты.

*Абсолютная высота (H)* – это расстояние от уровня моря до данной точки по отвесной линии.

Точки с известной абсолютной высотой закрепляются на местности реперами стенными и грунтовыми.

*Превышение* (относительная высота) определяется как разница между абсолютными высотами:

$$h_{A-M} = H_M - H_A$$

$$h_{A-M} = 164 - 165 = -1 \text{ м.}$$

Уклоном  $i$  линии AC (рис.2.2) называют отношение превышения  $h$  к ее горизонтальному проложению (заложению)  $d$ . Если линия наклонена к горизонту под углом  $\nu$ , то

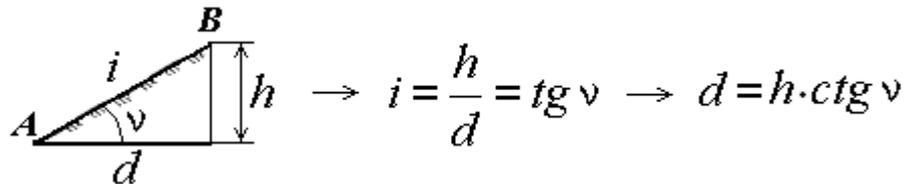


Рис. 2.3. Определение уклона и угла наклона ската

уклон может быть положительным или отрицательным. Его обычно выражают в тысячных долях; процентах %; промилях ‰; градусах, минутах, секундах.

Для определения уклона на карте измеряют горизонтальное проложение  $d$  линейкой в см и переводят в метры в соответствии с масштабом. Например, длина линии AC = 8,8 см, тогда  $d = 8,8 * 50 = 440$  м, М 1:5000, следовательно, в 1 см плана содержится 50 м местности.

$$i = \frac{H_C - H_A}{d}$$

$$i = \frac{160 - 165}{440} = -0,011 = -0,011 * 100 = -1,1\% = -0,011 * 1000 = -11\text{‰}$$

$$\text{tg } \nu = \frac{h}{d}, \text{ тогда}$$

$$\nu = \arctg \frac{h}{d} = \arctg \frac{5}{440} = 0^\circ 39' 04''$$

### ***Построение профиля местности по заданному направлению.***

Пусть линия BD (рис 2.4) задана на карте.

Для построения профиля точки пересечения линии BD с горизонталями и характерными линиями рельефа (водоразделы и водосливы) нумеруются.

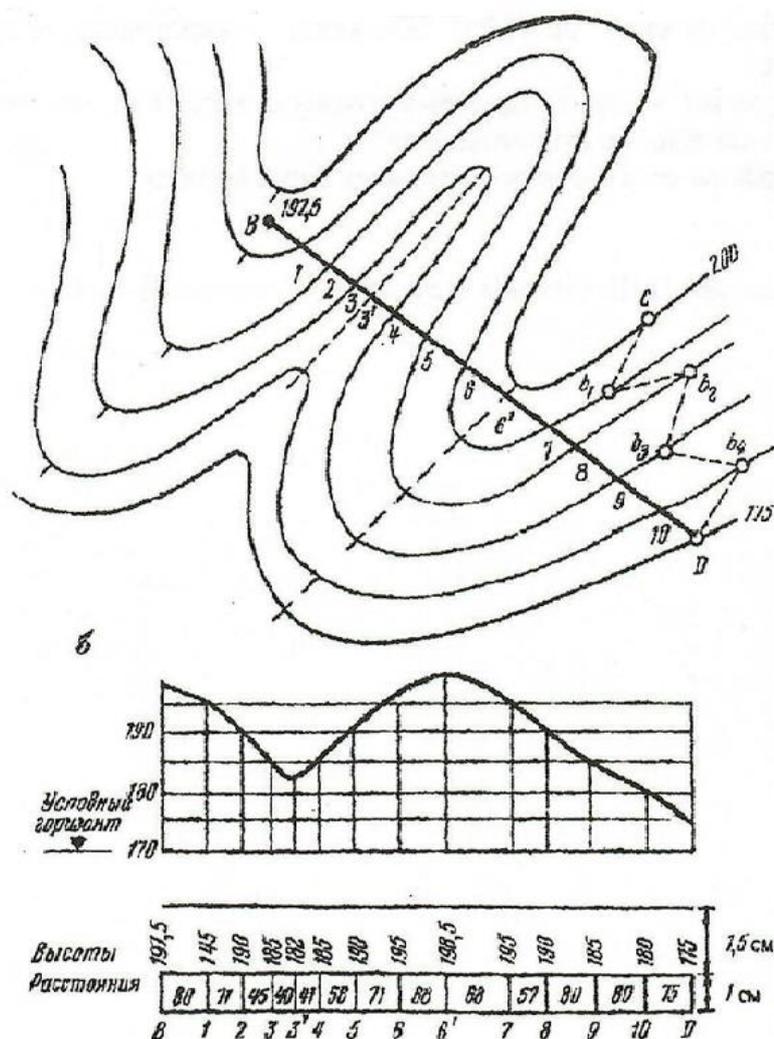


Рис. 2.4 Построение профиля местности

На миллиметровой бумаге строят графы профиля, в которые заносят расстояния и отчетки точек (рис 2.4, б). На карте измеряют расстояние между точками, переведенные в метры и записывают в графу «расстояния». В графу «отметки точек» записывают отметки горизонталей и точек пересечения с характерными линиями рельефа, отметки последних определяют интерполированием, например, 3' и 6', точка В (рис 2.4, а).

Чтобы чертеж был компактным и удобным к работе, выбирают условный горизонт и проводят его линию. Отметка линии условного горизонта должна быть меньше, чем отметка самой низкой точки профиля. Так, на рис 2.4, б самая низкая точка профиля имеет отметку 175,0 м, а линия условного горизонта – 170,0 м. От линии условного горизонта над всеми точками проводят вертикальные линии и на них в масштабе в 10 раз крупнее горизонтального откладывают высоты соответствующих точек. Для удобства построений строят шкалу высот. Так при горизонтальном масштабе 1: 10000, вертикальный

масштаб должен быть 1:1000. При пользовании шкалой высот положение точки получают пересечением соответствующих горизонтальных и вертикальных линий. Полученные точки соединяют плавной линией.

### ***Практические задания.***

#### ***Задание 1.***

На учебной карте масштаба 1:25 000 найти и записать местоположение (квадрат) пяти основных форм рельефа.

#### ***Задание 2.***

На учебном плане масштаба 1:2 000 определить абсолютные высоты точек 1 и 2, превышение между точками 1-2. (Приложение 1)

#### ***Задание 3.***

Определить по учебному плану по своему варианту уклон линии 1-2, определить горизонтальное проложение.

#### ***Задание 4.***

Построить профиль местности по линии 1-2, заданной на учебном плане.

### **Вопросы для повторения.**

1. Что называется рельефом местности и каковы его основные формы?
2. Какие основные положительные формы рельефа вы знаете, - отрицательные?
3. Что такое высота сечения рельефа, заложение горизонталей, горизонтальное проложение линии?
4. Как по топографической карте определить крутизну ската в углах наклона и уклонах?
5. Что такое абсолютная высота, относительная?
6. Как построить профиль местности по заданному направлению?

## Методические рекомендации к выполнению практической работы № 3

### по теме Ориентирование.

#### Переход из одной системы координат в другую. Решение задач

**Цель работы:** научиться вычислять дирекционный угол, географический и магнитный азимуты, румбы направлений линий.

**Ориентировать линию** – значит определить ее направление относительно другого, принятого за начальное. В геодезии за начальное направление принимают:

- северное направление истинного (географического) меридиана;
- северное направление осевого меридиана зоны;
- северное направление магнитного меридиана.

**Ориентирный угол** – угол между начальным направлением и направлением данной линии, отсчитанный по ходу часовой стрелки.

**Магнитный меридиан** – проекция оси свободно подвешенной стрелки на ровную поверхность.

**Осевой меридиан** – средний меридиан зоны в проекции Гаусса.

**Истинный (географический) азимут** – горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления географического (истинного) меридиана, проходящего через данную точку, до направления данной линии по ходу часовой стрелки. Обозначается  $A$ , изменяется от 0 до  $360^\circ$ .

**Магнитный азимут** – горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления магнитного меридиана, проходящего через данную точку, до направления данной линии по ходу часовой стрелки. Обозначается  $A_M$ , изменяется от 0 до  $360^\circ$ .

**Дирекционный угол** – горизонтальный угол, отсчитываемый от северного направления осевого меридиана зоны или линии, параллельной ему, до направления данной линии по ходу часовой стрелки. Обозначается  $\alpha$ , изменяется от 0 до  $360^\circ$  (рис.3.1).

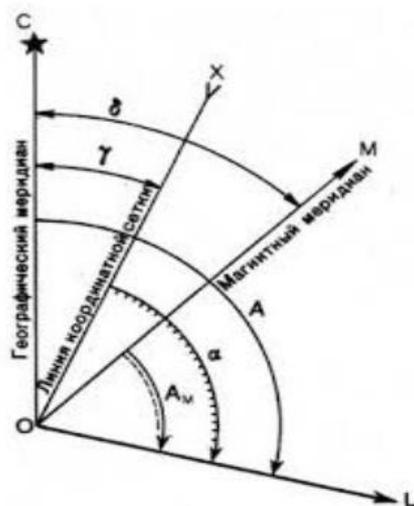


Рис.3.1 Исходные направления и ориентирные углы

**Сближение меридианов** – горизонтальный угол между касательными к двум меридианам, проходящим через две данные точки, лежащие на одной параллели, называется сближением меридианов, обозначается  $\gamma$ .

Значение  $\gamma$  положительное для всех точек зоны к востоку от осевого меридиана (восточное сближение) и отрицательное для всех точек, расположенных к западу (западное сближение).

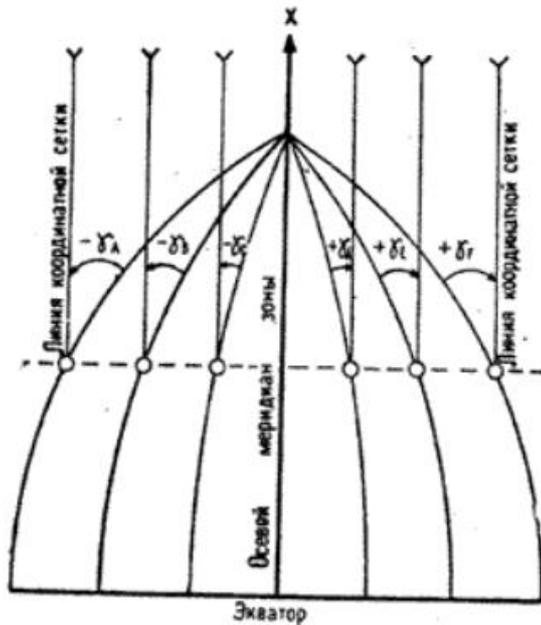


Рис.3.2 Сближение меридианов

**Склонение магнитной стрелки** – горизонтальный угол, на который магнитный меридиан отклоняется от истинного в данной точке, обозначается  $\delta$ .

Если северный конец магнитной стрелки отклоняется к востоку географического меридиана, то склонение считается восточным и положительным, если к западу, то западным и отрицательным.



Рис.3.3 Склонение магнитной стрелки

Зависимость между магнитным и географическим азимутами, дирекционным углом определяется по формулам:

$$A = A_m + \delta \quad (1)$$

$$A = \alpha + \gamma \quad (2)$$

$$A_m = \alpha - (\delta - \gamma) \quad (3)$$

Зависимость между горизонтальным углом и дирекционными углами его сторон, называемая передачей дирекционного угла на последующие стороны, имеет вид:

- дирекционный угол следующего направления равен дирекционному углу предыдущего плюс  $180^\circ$  и минус правый по ходу угол ( $\beta_{пр}$ ) между этими направлениями (рис. 4):

$$\alpha_{2,3} = \alpha_{1,2} + 180^\circ - \beta_{пр};$$

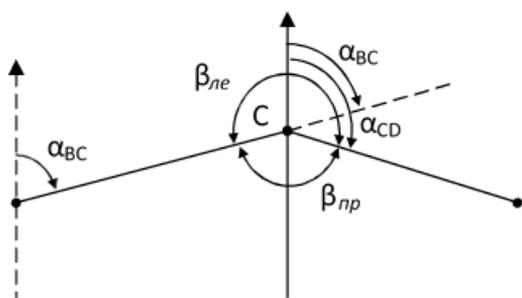
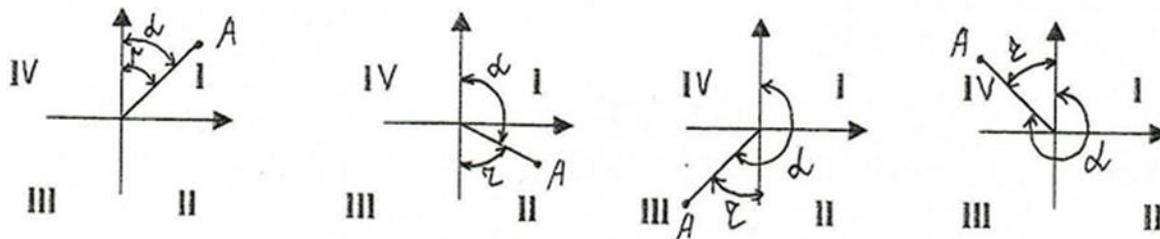


Рис. 3.4 Зависимость между горизонтальным углом и дирекционными углами его сторон

**Румб** – острый угол, отсчитываемый либо от северного, либо от южного направления меридиана до направления данной линии. Обозначается  $r$ , изменяется от  $0$  до  $90^\circ$  (рис. 4).



	I СВ	II ЮВ	III ЮЗ	IV СЗ
$\Delta x$	+	-	-	+
$\Delta y$	+	+	-	-
$A, \alpha$	$\alpha = r$	$\alpha = 180^\circ - r$	$\alpha = 180^\circ + r$	$\alpha = 360^\circ - r$

Рис. 3.5 Связь румбов и дирекционных углов (географических азимутов)

**Практические задания.**

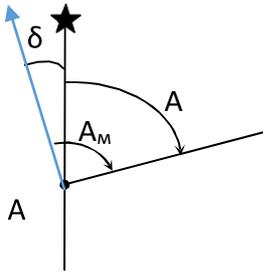
**Решить задачи, сделать чертеж.**

**Пример 1:**

$$\begin{aligned} A_M &= 75^\circ \\ \delta_3 &= 8^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= A_M + \delta = 75^\circ + (-8^\circ) = 67^\circ, \text{ I СВ, следовательно} \\ r_{св} &= A = 67^\circ \end{aligned}$$

$A, r - ?$



**Пример 2:**

$$\begin{aligned} A &= 318^\circ \\ A_M &= 322^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta &= A - A_M = 318^\circ - 322^\circ = -4^\circ - \text{западное склонение,} \\ \text{IV СЗ, следовательно } r_{сз} &= 360^\circ - A = 360^\circ - 318^\circ = 42^\circ \end{aligned}$$

$r, \delta - ?$

**Пример 3:**

$$\begin{aligned} A_M &= 38^\circ \\ \delta_3 &= 5^\circ \\ \gamma_B &= 4^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= A_M + \delta = 38^\circ + (-5^\circ) = 33^\circ, \\ \text{I СВ, следовательно } r_{св} &= A = 33^\circ \\ \alpha &= A - \gamma = 33^\circ - 4^\circ = 29^\circ \end{aligned}$$

$A, r, \alpha - ?$

**Пример 4:**

$$\begin{aligned} \alpha_{1,2} &= 58^\circ \\ \beta_2 &= 27^\circ \\ \beta_3 &= 64^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_{2,3} &= 58^\circ + 180^\circ - 27^\circ = 211^\circ \\ \alpha_{3,4} &= 211^\circ + 180^\circ - 64^\circ = 327^\circ \end{aligned}$$

$\alpha_{2,3}, \alpha_{3,4} - ?$

**Пример 5:**

$$\begin{aligned} r_{юв} &= 58^\circ \\ \delta_B &= 7^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{III ЮЗ, следовательно } A &= 180^\circ + 58^\circ = 238^\circ \\ A_M &= A - \delta = 238^\circ - 7^\circ = 231^\circ \end{aligned}$$

$A, A_M - ?$

**Билет № 6**

- Дано:  $A_n = 45^\circ$ ,  $b_n = 6^\circ$ .  
Найти:  $A = ?$   $ч = ?$  Показать на схеме.
- Дано:  $A = 216^\circ$ ,  $A_n = 220^\circ$ .  
Найти:  $ч = ?$   $б = ?$  Показать на схеме.
- Дано:  $A_n = 125^\circ$ ,  $b_n = 8^\circ$ ,  $\delta_n = 3^\circ$ .  
Найти:  $A = ?$   $ч = ?$   $a = ?$
- Дано:  $a_n = 66^\circ$ ,  $\beta_n = 45^\circ$ ,  $\beta_n = 24^\circ$ .  
Найти:  $a_n = ?$   $a_n = ?$
- Дано:  $ч_n = 90^\circ$ ,  $b_n = 7^\circ$ .  
Найти:  $A_n = ?$   $A = ?$

**Билет № 15**

- Дано:  $A_n = 86^\circ$ ,  $b_n = 8^\circ$ .  
Найти:  $A = ?$   $ч = ?$  Показать на схеме.
- Дано:  $A_n = 45^\circ$ ,  $A = 50^\circ$ .  
Найти:  $ч = ?$   $б = ?$  Показать на схеме.
- Дано:  $A_n = 122^\circ$ ,  $b_n = 7^\circ$ ,  $\delta_n = 2^\circ$ .  
Найти:  $A = ?$   $ч = ?$   $a = ?$
- Дано:  $a_n = 222^\circ$ ,  $\beta_n = 75^\circ$ ,  $\beta_n = 105^\circ$ .  
Найти:  $a_n = ?$   $a_n = ?$
- Дано:  $ч_n = 88^\circ$ ,  $b_n = 3^\circ$ .  
Найти:  $A_n = ?$   $A = ?$

**БИЛЕТ № 7**

- ДАНО :  $A_n = 126^\circ$ ,  $b_n = 10^\circ$   
НАЙТИ :  $A = ?$   $Ч = ?$  ПОКАЗАТЬ НА СХЕМЕ
- ДАНО :  $A_n = 288^\circ$ ,  $A = 280^\circ$   
НАЙТИ :  $Ч = ?$   $\theta = ?$  ПОКАЗАТЬ НА СХЕМЕ
- ДАНО :  $A_n = 198^\circ$ ,  $\delta_n = 12^\circ$ ,  $\delta_n = 2^\circ$   
НАЙТИ :  $A = ?$   $Ч = ?$   $\angle = ?$
- ДАНО :  $\angle_n = 122^\circ$ ,  $\beta_n = 45^\circ$ ,  $\beta_n = 24^\circ$   
НАЙТИ :  $\angle_n = ?$   $\angle_n = ?$
- ДАНО :  $\delta_n = 47^\circ$ ,  $\delta_n = 11^\circ$   
НАЙТИ :  $A_n = ?$   $A = ?$

**Билет № 4**

- Дано:  $A_n = 54^\circ$ ,  $b_n = 6^\circ$ .  
Найти:  $A = ?$   $ч = ?$  Показать на схеме.
- Дано:  $A = 116^\circ$ ,  $A_n = 125^\circ$ .  
Найти:  $ч = ?$   $б = ?$  Показать на схеме.
- Дано:  $A_n = 220^\circ$ ,  $b_n = 3^\circ$ ,  $\delta_n = 3^\circ$ .  
Найти:  $A = ?$   $ч = ?$   $a = ?$
- Дано:  $a_n = 46^\circ$ ,  $\beta_n = 45^\circ$ ,  $\beta_n = 24^\circ$ .  
Найти:  $a_n = ?$   $a_n = ?$
- Дано:  $ч_n = 67^\circ$ ,  $b_n = 4^\circ$ .  
Найти:  $A_n = ?$   $A = ?$

**Вопросы для повторения.**

1. Что называется ориентированием на местности?
2. Что называется дирекционным углом линии, и в каких пределах он измеряется?
3. Что такое румб линии, и в каких пределах он измеряется?
4. Что называется истинным и магнитным азимутами?
5. Какова зависимость между дирекционным углом и истинным азимутом и между истинным азимутом и магнитным азимутом?
6. Что называется сближением меридианов?
7. Что называется склонением магнитной стрелки?

## Методические рекомендации к выполнению практической работы № 4 по теме Ориентирование.

**Определение координат. Определение ориентирных углов линий по планам и картам. Решение задач по карте.**

**Цель работы:** научиться определять прямоугольные координаты точек, измерять прямой и обратный дирекционный угол, вычислять географический и магнитный азимуты, румбы направлений линий.

**Прямоугольные координаты точек** определяют на основе линий километровой сетки (рис. 4.1). Километровая сетка представляет собой вертикальные и горизонтальные линии, проведенные через один километр параллельно осевому меридиану и экватору соответственно, т.е. параллельно координатным осям данной зоны. На рис.4.1 показан фрагмент карты с пересечением линий координатной сетки. Горизонтальная линия проведена на расстоянии 6065000 м от экватора (абсцисса  $X=6065000$ м). Вертикальная линия проведена на расстоянии 307000м от начала координат зоны (ордината  $Y=307000$ м). Цифра 4 перед координатой  $Y$  показывает номер зоны (четвертая зона). Номер зоны в вычислениях не используется. Чтобы определить координаты точки необходимо:

\* опустить перпендикуляры из заданной точки на ближайšie стороны координатной сетки.

\*измерить их длину в сантиметрах и перевести в масштаб карты или плана, получая таким образом значения приращений координат  $\Delta x$  и  $\Delta y$ .

\*прямоугольные координаты вычисляют по формулам:

$$X = X_{\text{юж}} + \Delta x,$$

$$Y = Y_{\text{зап}} + \Delta y.$$

Например, для точки N:  $X_{\text{линии}}=6\ 066\ 000$  и  $Y_{\text{линии}}=4\ 308\ 000$  м. Координаты точки будут равны:

$$X_N = 6\ 066\ 000 + 820 = 6\ 066\ 820\text{м}$$

$$Y_{\text{линии}}=4\ 308\ 000 + 850 = 308\ 850\text{м} - 4\ \text{зона}$$

Контроль осуществляют путем аналогичного измерения приращений от данной точки до северной и восточной сторон квадрата по формулам:

$$X = X_{\text{сев}} - \Delta x,$$

$$Y = Y_{\text{вост}} - \Delta y.$$

Если расхождение не превышает величины 10 точностей масштаба, то за окончательный результат принимают среднее арифметическое значение.

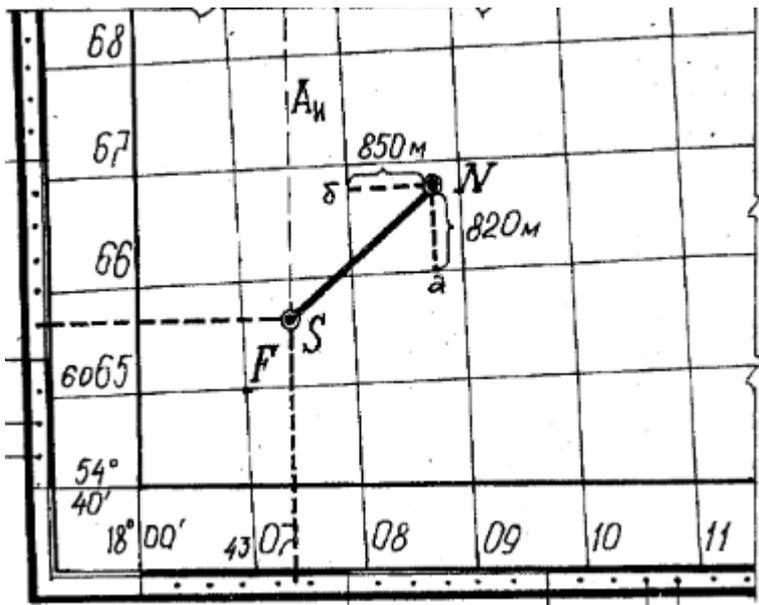


Рис.4.1 Определение прямоугольных координат

**Прямой и обратный дирекционный угол.** Прямой и обратный азимуты линии в одной точке различаются ровно на  $180^\circ$ , т.е.  $\alpha_{обр} = \alpha_{пр} \pm 180^\circ$  (рис. 4.2).

Дирекционный угол прямой линии АВ  $\alpha_{AB} = 315^\circ 20'$ , тогда обратный дирекционный угол линии ВА равен

$$\alpha_{обр} = \alpha_{пр} - 180^\circ = 315^\circ 20' - 180^\circ = 135^\circ 20'.$$

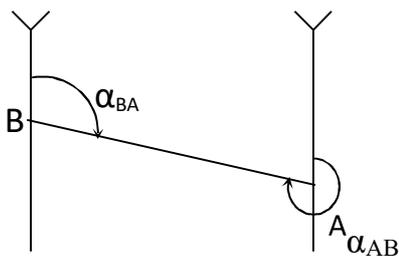


Рис. 4.2 Зависимость между прямым и обратным азимутом

Дирекционный угол  $\alpha$ , либо прямой, либо обратный измеряется транспортиром, относительно северного направления координатной сетки (рис.4.3).

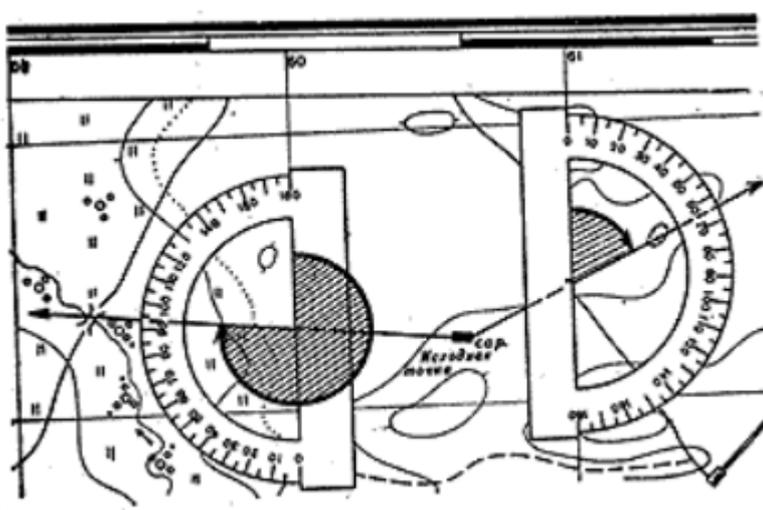


Рис.4.3 Измерение дирекционного угла

**Вычисление прямого и обратного румба.** По измеренным дирекционным углам вычисляют прямой и обратный румбы в соответствии с таблицей румбов.

Вычисляем прямой румб:

$\alpha_{пр} = 315^{\circ}20'$ , следовательно это IV четверть СЗ,  $r_{сз} = 360^{\circ} - \alpha = 360^{\circ} - 315^{\circ}20' = 44^{\circ}40'$ ,

Вычисляем обратный румб:

$\alpha_{обр} = 135^{\circ}20'$ , следовательно это II четверть ЮВ,  $r_{сз} = 180^{\circ} - \alpha = 180^{\circ} - 135^{\circ}20' = 44^{\circ}40'$

**Вычисление азимута истинного  $A$  и магнитного  $A_m$  при условии  $\delta_B = 12^{\circ}30'$ ,  $\gamma_3 = 4^{\circ}40'$ .**

Вычисляем азимут истинный, воспользовавшись формулой (2).

$A = \alpha + \gamma$  (2);  $A = 315^{\circ}20' + (-4^{\circ}40') = 310^{\circ}40'$ .

Вычисляем азимут магнитный, воспользовавшись формулой (1).

$A = A_m + \delta$  (1);  $A_m = A - \delta = 310^{\circ}40' - 12^{\circ}30' = 298^{\circ}10'$ .

## **Практические задания.**

### **Задание 1.**

Определить прямоугольные координаты т.1, т.2. на плане масштаба 1:2000 по индивидуальному заданию.

т.1	т.2
$X_1=$	$X_2=$
$Y_1=$	$Y_2=$

### **Задание 2.**

Измерить дирекционный угол линии 1-2  $\alpha_{1,2}$  вычислить обратный дирекционный угол на плане масштаба 1:2000.

$\alpha_{1,2} =$   
 $\alpha_{2,1} =$

### **Задание 3.**

Вычислить прямой и обратный румб, по измеренному прямому дирекционному углу в соответствии с таблицей румбов.

$r_{1,2} =$   
 $r_{2,1} =$

### **Задание 4.**

Вычислить истинный и магнитный азимуты по прямому дирекционному углу, при условии, что  $\delta_b = 12^\circ 30'$ ,  $\gamma_3 = 4^\circ 40'$ . Нарисовать схему.

$A_{1,2} =$   
 $A_m^{1,2} =$

## **Вопросы для повторения.**

1. Как называются координаты в разных системах координат?
2. Какая связь между прямым дирекционным углом линии и обратным?
3. Что такое румб линии, и в каких пределах он измеряется?

## Методические рекомендации к выполнению практической работы № 5 по теме «Решение прямой и обратной геодезической задачи».

**Цель работы:** изучить суть прямой и обратной задачи, формулы, их применение для решения конкретной задачи.

**Пособия и принадлежности:** рабочая тетрадь, бланки заданий, калькулятор

### Прямая геодезическая задача

Сущность прямой геодезической задачи состоит в следующем: зная координаты  $X_a, Y_a$  одной точки, горизонтальное проложение между точками А и В и дирекционный угол между ними, можно определить координаты точки В ( $X_b, Y_b$ ).

Дано:  $X_a, Y_a, d_{ав}, \alpha_{ав}$

Найти:  $X_b, Y_b$

Решение:  $X_b = X_a + \Delta X_{ав}$   
 $Y_b = Y_a + \Delta Y_{ав}$

Из рис. 4.1 видно, что  $\Delta X_{ав}$  и  $\Delta Y_{ав}$  представляющие собой проекции линий АВ на оси координат, называются приращением координат и обозначаются  $\Delta X_{ав}$  и  $\Delta Y_{ав}$

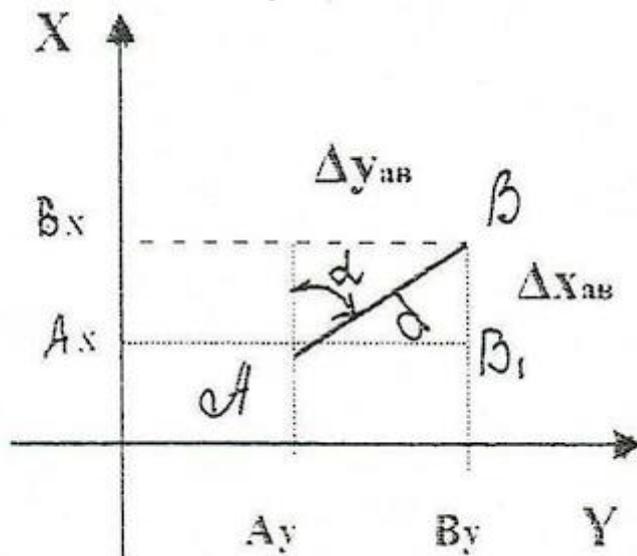


Рис. 5.1 Приращение координат

Тогда

$$X_b = X_a + \Delta X_{ав}$$

$$Y_b = Y_a + \Delta Y_{ав}$$

Из прямоугольного треугольника  $ABB_1$  следует, что

$$\Delta x_{ав} = d_{ав} * \cos \alpha$$

$$\Delta y_{ав} = d_{ав} * \sin \alpha$$

Т.е координаты последующей точки равны координатам предыдущей точки плюс соответствующее приращение координат между этими точками.

**Пример 1.** Определить координаты точки 2, если известны координаты точки 1, горизонтальное проложение между ними и дирекционный угол.

**Дано:**

$$X_a = 868,93 \text{ м}$$

$$Y_a = 497,11 \text{ м}$$

$$d_{ав} = 162,51 \text{ м}$$

$$\alpha_{ав} = 169^\circ 32' 03''$$

**Найти:**  $X_B$  - ?

$Y_B$  - ?

**Решение:**

$$\Delta x_{ав} = d_{ав} * \cos \alpha$$

$$\Delta x_{ав} = 162,51 * \cos 169^\circ 32' 03'' = -159,81 \text{ м}$$

$$\Delta y_{ав} = d_{ав} * \sin \alpha$$

$$\Delta y_{ав} = 162,51 * \sin 169^\circ 32' 03'' = 29,52 \text{ м}$$

$$X_B = X_a + \Delta x_{ав} = 868,93 + (-159,81) = 709,12 \text{ м}$$

$$Y_B = Y_a + \Delta y_{ав} = 497,11 + 29,52 = 526,63 \text{ м}$$

**Ответ:**  $X_B = 709,12 \text{ м}$

$Y_B = 526,63 \text{ м}$

### Обратная геодезическая задача

Сущность обратной геодезической задачи состоит в том, что, имея координаты двух точек можно узнать дирекционный угол и горизонтальное проложение между ними. Но прежде, чем решать эту задачу необходимо изучить румбы и их связь с дирекционными углами.

Румбом называют угол, не превышающий  $90^\circ$  и откладываемый от северного или южного конца координатной сетки.

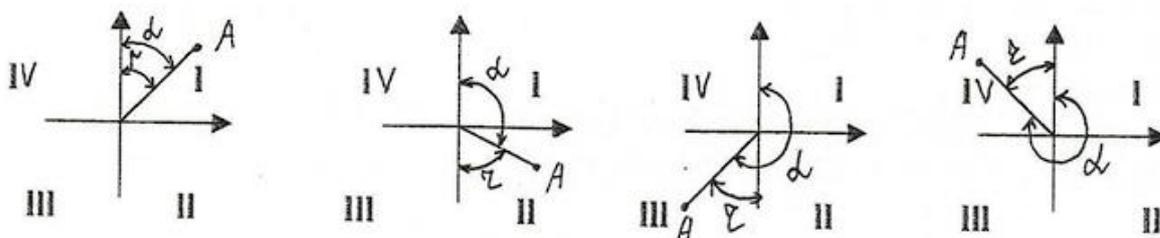


Рис. 5.2 Связь румбов и дирекционных углов

Таблица 5.1

	I	II	III	IV
$\Delta x$	+	-	-	+
$\Delta y$	+	+	-	-
$\alpha$	$\alpha = r$	$\alpha = 180^\circ - r$	$\alpha = 180^\circ + r$	$\alpha = 360^\circ - r$

Решаем обратную геодезическую задачу.

**Дано:**  $X_a, Y_a, X_b, Y_b$

**Найти:**  $\alpha_{ab}, d_{ab}$

**Решение:**

1. Находим приращение координат

$$\Delta X_{ab} = X_b - X_a$$

$$\Delta Y_{ab} = Y_b - Y_a$$

2. Определяем к какой четверти он относится и вычисляем румб (в соответствии с табл. 4.1)

3. Определяем численное значение румба по таблице или на калькуляторе

$$r = \arctg \frac{|\Delta Y_{ab}|}{|\Delta X_{ab}|}$$

4. Значение дирекционного угла вычисляют в зависимости от названия румба. Название румба определяют по знакам приращений координат, пользуясь табл. 4.1.

5. Определяем горизонтальное проложение

$$d_{ab} = \Delta X_{ab} / \cos \alpha = \Delta Y_{ab} / \sin \alpha$$

Значение  $d$  можно вычислить по теореме Пифагора

$$d = \sqrt{\Delta X_{ab}^2 + \Delta Y_{ab}^2}$$

Расстояние  $d$  вычисляют дважды для контроля.

**Пример 2.** Вычислить горизонтальное проложение  $d$  и дирекционный угол  $\alpha$  между двумя точками, у которых известны координаты  $X$  и  $Y$ .

$$\text{Дано: } X_a = 247,32 \quad Y_a = 870,54$$

$$X_b = 705,65 \quad Y_b = -567,83$$

**Найти:**  $\alpha_{ab}, d_{ab}$

**Решение:**

$$\Delta X_{ab} = X_b - X_a = 705,65 - 247,32 = 458,33$$

$$\Delta Y_{ab} = Y_b - Y_a = -567,83 - 870,54 = -1438,37$$

$$\text{atg } r = \frac{|\Delta Y_{ab}|}{|\Delta X_{ab}|} = \frac{1438,37}{458,33} = 72^\circ 19' 33''$$

**Числитель**  $\Delta Y$  имеет знак (-), а знаменатель  $\Delta X$  (+). Следовательно, румб имеет название СЗ, а дирекционный угол равен

$$\alpha = 360^\circ - r = 360^\circ - 72^\circ 19' 33'' = 287^\circ 40' 27''$$

на калькуляторе вычислим  $d$

$$d = X_b - X_a / \cos \alpha = 458,33 / \cos 287^\circ 40' 27'' = 1509,63 \text{ м}$$

$$d = Y_b - Y_a / \sin \alpha = 1438,37 / \sin 287^\circ 40' 27'' = 1509,63 \text{ м}$$

расхождений в длине линии, вычисленной дважды, нет.

**Практические задания.**

**Задание 1.**

По результатам измерений, приведенных в таблице 5.2, вычислить по своему варианту координаты точек 11,12.

Таблица 5.2

Вариант	Номер точек	Координаты пунктов, м		Дирекционные углы ° ' "	Горизонтальное проложение, м	Приращение координат, м	
		X	Y			X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	697,24	502,43	168°17'04" 85°40'07"	82,735 90,042		
	11						
	12						
2	10	500,00	610,00	349°20'00" 246°43'10"	82,735 90,042		
	11						
	12						
3	10	616,23	519,22	168°42'30" 86°05'40"	82,735 90,042		
	11						
	12						
4	10	539,31	589,10	350°47'08" 268°10'09"	82,735 90,042		
	11						
	12						
5	10	592,48	489,91	169°44'55" 87°07'06"	82,735 90,042		
	11						
	12						
6	10	603,15	523,42	168°04'07" 85°24'38"	82,735 90,042		
	11						
	12						
7	10	522,19	529,55	348°55'20" 266°18'30"	82,735 90,042		
	11						
	12						

1	2	3	4	5	6	7	8
8	10	644,03	512,79	169°07'08" 86°30'19"	82,735 90,042		
	11						
	12						
9	10	562,78	528,39	348°05'21" 265°28'33"	82,735 90,042		
	11						
	12						
10	10	562,78	562,78	170°34'55" 87°57'56"	82,735 90,042		
	11						
	12						
11	10	562,78	562,78	351°02'47" 268°25'28"	82,735 90,042		
	11						
	12						
12	10	551,0	628,89	170°49'16" 87°32'40"	82,735 90,042		
	11						
	12						
13	10	551,0	628,89	348°30'00" 265°53'05"	82,735 90,042		
	11						
	12						
14	10	551,0	628,89	170°59'33" 88°22'44"	82,735 90,042		
	11						
	12						
15	10	551,0	628,89	168°02'57" 85°25'48"	82,735 90,042		
	11						
	12						
16	10	845,14	838,45	350°34'21" 33°57'39"	82,735 90,042		
	11						
	12						
17	10	845,14	838,45	168°55'43" 86°18'11"	82,735 90,042		
	11						
	12						
18	10	845,14	838,45	350°08'37" 267°31'48"	82,735 90,042		
	11						
	12						

1	2	3	4	5	6	7	8
19	10	445,55	322,65	169°57'37" 87°20'43"	82,735 90,042		
	11						
	12						
20	10	445,55	322,65	168°05'27" 85°28'33"	82,735 90,042		
	11						
	12						
21	10	445,55	322,65	168°30'55" 83°54'12"	82,735 90,042		
	11						
	12						
22	10	445,55	322,65	168°50'15" 73°14'16"	82,735 90,042		
	11						
	12						
23	10	445,55	322,65	138°40'55" 89°24'52"	82,735 90,042		
	11						
	12						
24	10	445,55	322,65	162°30'35" 80°14'42"	82,735 90,042		
	11						
	12						
25	10	433,12	564,66	122°37'35" 80°14'42"	82,735 90,042		
	11						
	12						
26	10	433,12	564,66	155°10'37" 60°44'22"	82,735 90,042		
	11						
	12						
27	10	555,77	332,65	151°16'27" 65°14'52"	82,735 90,042		
	11						
	12						
28	10	555,77	332,65	125°40'57" 70°46'24"	82,735 90,042		
	11						
	12						
29	10	555,77	332,65	135°17'37" 61°14'12"	82,735 90,042		
	11						

	12						
--	----	--	--	--	--	--	--

1	2	3	4	5	6	7	8
30	10	555,77	332,65	154°14'34" 65°45'25"	82,735 90,042		
	11						
	12						

### Задание 2.

По результатам измерений, приведенных в таблице, вычислить по своему варианту горизонтальное проложение и дирекционный угол между точками 10-11, 11-12.

Таблица 5.3

Вариант	Номер точек	Координаты пунктов, м		Дирекционные углы ° ' "	Горизонтальное проложение, м	Приращение координат, м	
		X	Y			X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10	623,03	609,01				
	11	616,23	519,22				
	12	697,24	502,43				
2	10	581,17	594,69				
	11	500,00	610,00				
	12	576,16	504,80				
3	10	610,30	483,07				
	11	539,31	589,10				
	12	529,17	499,27				
4	10	563,63	640,01				
	11	686,56	511,22				
	12	637,66	499,27				
5	10	533,17	594,69				
	11	488,00	610,00				
	12	522,16	504,80				
6	10	599,63	483,07				
	11	684,56	589,10				
	12	617,66	499,27				
	10	533,17	433,07				

7	11	488,00	533,10				
	12	522,16	466,27				
1	2	3	4	5	6	7	8
	10	640,01	483,07				
8	11	511,22	589,10				
	12	543,43	499,27				
	10	593,17	491,83				
9	11	514,46	594,80				
	12	511,02	504,79				
	10	551,00	628,66				
10	11	631,26	632,77				
	12	704,44	722,55				
	10	541,17	632,65				
11	11	649,45	580,43				
	12	611,67	700,74				
	10	581,17	491,83				
12	11	514,65	574,80				
	12	541,56	509,79				
	10	523,48	628,93				
13	11	688,26	676,77				
	12	704,78	749,55				
	10	628,76	612,56				
14	11	528,45	622,45				
	12	541,89	721,93				
	10	845,69	835,49				
15	11	621,35	835,47				
	12	928,47	729,41				
	10	574,17	527,83				
16	11	517,45	583,80				
	12	928,47	547,73				
	10	647,76	646,56				
17	11	559,45	668,45				
	12	541,23	729,98				
	10	548,95	502,52				

18	11	461,74	532,74				
	12	489,32	611,48				

1	2	3	4	5	6	7	8
19	10	703,69	621,64				
	11	632,83	662,88				
	12	672,55	761,38				
20	10	621,99	511,01				
	11	523,30	582,71				
	12	593,31	671,39				
21	10	574,19	587,44				
	11	466,38	549,39				
	12	437,82	648,47				
22	10	584,21	643,21				
	11	692,18	612,21				
	12	672,61	513,11				
23	10	610,22	529,21				
	11	591,82	650,20				
	12	512,77	659,30				
24	10	555,01	651,00				
	11	437,97	666,03				
	12	487,39	765,02				
25	10	600,00	500,00				
	11	674,67	428,39				
	12	637,48	339,61				
26	10	705,06	621,96				
	11	686,98	642,59				
	12	617,44	741,69				
27	10	656,00	602,00				
	11	538,34	633,48				
	12	568,69	732,18				
28	10	545,02	537,18				
	11	653,33	575,16				

	12	692,02	476,87				
29	10	514,00	642,01				
	11	594,33	673,43				
	12	426,02	772,34				

1	2	3	4	5	6	7	8
30	10	620,00	511,78				
	11	638,14	469,63				
	12	687,98	445,43				

***Вопросы для повторения.***

1. Что такое румб и в каких пределах он меняется?
2. Как перейти от дирекционных углов к румбу и обратно?
3. Сформулируйте сущность прямой геодезической задачи?
4. Сформулируйте сущность обратной геодезической задачи?

## Методические указания к практической работе № 6

### по теме: «Введение поправок в измеренную линию. Вычисление горизонтального проложения».

**Цель работы:** изучить устройство мерных приборов и методы измерения расстояний землемерными лентами и стальными рулетками, научиться обрабатывать результаты измерений, вводить поправки в измеренную линию.

**Пособия и принадлежности:** 20-метровая землемерная лента штриховая лента с комплектом шпилек, стальная рулетка на крестовине, журнал для записи измерений, микрокалькулятор или таблицы поправок за наклон линий и рабочая тетрадь.

Расстояния на местности измеряют мерными лентами, стальными рулетками, инварными мерными проволоками. При измерении значительных расстояний измеряемую линию сначала вешат: т.е в створе линии на расстоянии 50-80 м устанавливают промежуточные вехи. Расстояние мерят дважды (вперед, назад) мерной лентой с комплектом шпилек. В комплект шпилек входят 11 шпилек. Измеренное расстояние вычисляют по формуле:

$D_{пр} = 200_a + 20_v + r_{пр}$  - измеренное расстояние в прямом направлении.

$D_{обр} = 200_a + 20_v + r_{обр}$  - измеренное расстояние в обратном направлении.

Где: а- число передач комплекта шпилек

в- число шпилек, имеющихся в руках первого исполнителя в конце измерений.

г- длина остатка.

Расхождение  $\Delta D$  между результатами измерений не должно превышать величины:

$$\Delta D_{доп} = \pm 0,014k\sqrt{D}$$

Где: k= 1 – коэффициент при измерениях в благоприятных условиях (дорога, ровная местность, скошенный луг и т.д)

k= 1,5 – при неблагоприятных условиях измерений (неровная поверхность, высокая трава и другие препятствия).

$$\Delta D = D_{пр} - D_{обр}$$

**Важно, чтобы выполнялось условие:**

$$\Delta D \leq \Delta D_{доп}$$

За окончательное значение принимают среднее арифметическое значение

$$D_{cp} = (D_{пр} + D_{обр})/2$$

**Задание 1.** В соответствии с номером варианта вычислить  $D_{пр}$ ,  $D_{обр}$ ,  $\Delta D_{доп}$ ,  $D$ , при благоприятных условиях измерений.

**Пример:**  $a_{пр} = 1$ ,  $b_{пр} = 2$ ,  $r_{пр} = 17,03$  м

$$a_{обр} = 1, b_{обр} = 2, r_{обр} = 17,15$$
 м

$$D_{пр} = 200a + 20b + r_{пр} = 200 \cdot 1 + 20 \cdot 2 + 17,03 = 257,03$$
 м

$$D_{обр} = 200a + 20b + r_{обр} = 200 \cdot 1 + 20 \cdot 2 + 17,15 = 257,15$$
 м

$$\Delta D_{доп} = \pm 0,014k = \pm 0,014 \cdot 1 \cdot \sqrt{257,03} = \pm 0,224$$
 м

$$\Delta D = 257,03 - 257,17 = -0,14$$
 м

$\Delta D < \Delta D_{доп}$ , из чего следует, что

$$D_{cp} = (D_{пр} + D_{обр})/2 = (257,03 + 257,17)/2 = 257,10$$
 м

В результате измерений вводятся поправки:

1. Поправка за компарирование ( $\Delta l_k$ ) – вводится в измеренную линию в том случае, если мерная лента отличается от эталонной. Знак поправки может быть как «-», так и «+», в зависимости от случая.

Случай 1. Мерная лента короче образца на величину  $\Delta l$ , тогда на всю измеряемую длину  $D$  поправка будет вычисляться по формуле:

$$\Delta l_k = -D_{cp} \cdot \Delta l / 20$$

Случай 2. Мерная лента длиннее образца на величину  $\Delta l$ , тогда на всю измеряемую длину  $D$  поправка будет вычисляться по формуле:

$$\Delta l_k = D_{cp} \cdot \Delta l / 20$$

**Задание 2.** Вычислить поправку за компарирование в полученном вами примере, если длина мерного прибора больше эталона на 7,5 мм.

**Пример:**  $D_{cp} = 257,10$  м,  $\Delta l = +7,5$  мм.

$$\Delta l_k = +D_{cp} \cdot \Delta l / 20 = +257,10 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} / 20 = +0,096$$
 м

2. Поправка за температуру ( $\Delta l_t$ ) – вводится в измеренную линию для повышения точности измерений. Мерная лента соответствует своей длине при температуре 20°. При других температурах мерная лента либо увеличивается, либо уменьшается. Необходимо учитывать возникшую ошибку.

$$\Delta l_t = \alpha_t \cdot D_{cp} \cdot (t - t_0)$$

Где:  $\alpha_t$  – коэффициент линейного расширения, для стали равен 0,0000125

$$\alpha_t = 0,0000125$$

$D_{cp}$ - средняя измеренная длина

$t$  – температура при которой производились измерения

$t_0$ - температура компарирования, равная  $20^\circ$ .

**Задание 3.** Определите поправку за температуру в предложенном вам варианте.

**Пример:**  $D_{cp} = 257,10\text{м}$ ,  $\alpha_t = 0,0000125$ ,  $t = +3^\circ$ ,  $t_0 = 20^\circ$

$$\Delta l_t = \alpha_t * D_{cp} * (t - t_0) = 0,0000125 * 257,10 * (+3^\circ - 20^\circ) = -0,055\text{м}$$

3. Поправка за рельеф ( $\Delta l_h$ ) – приведение измеренной линии к горизонту. При нанесении на план измеренной на местности линии, наносят не сами измеренные величины, а их горизонтальные проложения.

$$\Delta l_h = D_{cp} * (1 - \cos v) = 2 * D_{cp} * \sin v / 2$$

Где:  $D_{cp}$ - средняя измеренная длина

$v$  – угол наклона местности к горизонту.

Если известно превышение между начальной и конечной точкой, то поправку можно вычислить по формуле:

$$\Delta l_h = h^2 / 2 * D_{cp}$$

Где:

$$h = H_k - H_n$$

**Задание 4.** Вычислите в предложенном вам варианте поправку за рельеф.

**Пример:**  $D_{cp} = 257,10\text{м}$ ,  $v = -2^\circ 15'$

$$\Delta l_h = D_{cp} * (1 - \cos v) = 2 * D_{cp} * \sin v / 2 = 257,10 * (1 - \cos(-2^\circ 15')) = 0,198\text{м}.$$

После вычисления поправок их надо ввести в измеренную линию, т.е. вычислить горизонтальное проложение с учетом температуры и физической длины мерного прибора.

$$d = D_{cp} - \Delta l_h + \Delta l_t + \Delta l_k$$

**Задание 5.** Вычислите горизонтальное проложение в заданном вам варианте.

**Пример:**  $D_{cp} = 257,10\text{м}$ ,  $\Delta l_h = 0,198\text{м}$ ,  $\Delta l_t = -0,055\text{м}$ ,  $\Delta l_k = 0,096\text{м}$ .

$$d = D - \Delta l_h + \Delta l_t + \Delta l_k = 257,10 - 0,198 + (-0,055) + 0,096 = 256,943\text{м}$$

### Практические задания.

Для всех вариантов: Мерная лента длиннее эталона на 7,5мм.

Длина мерного прибора – 20м

Коэффициент местности- 1

№ варианта	Число передач шпилек (а)	Число шпилек (в)	Остаток (г)	Длина линии (D <sub>пр</sub> , D <sub>обр</sub> )	Средняя длина (D <sub>ср</sub> )	Температура (t°)	Угол наклона (v°)	Поправки			Горизонтальное проложение (d)
								$\Delta l_k$	$\Delta l_t$	$\Delta l_h$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	6	3,56	123,56	123,50	-12°	3°15'	0,045	-0,049	-0,200	123,30
	0	6	3,44	123,44							
1	1	5	11,48			-10°	-2°30'				
	1	5	11,61								
2	1	4	17,38			-8°	-3°30'				
	1	4	17,23								
3	1	3	9,78			-6°	2°00'				
	1	3	9,64								
4	1	2	12,28			-4°	-2°45'				
	1	2	12,39								
5	1	1	8,43			-2°	-3°30'				
	1	1	8,31								
6	1	0	13,21			0°	1°45'				
	1	0	13,34								
7	0	9	7,33			2°	-1°30'				
	0	9	7,33								
8	0	8	14,93			4°	2°00'				
	0	8	14,80								
9	0	7	6,48			6°	-2°45'				
	0	7	6,58								
10	0	8	15,11			8°	3°15'				
	0	8	15,25								
11	0	9	5,37			7°	-3°00'				
	0	9	5,49								

12	1	0	16,63								
	1	0	16,75			5°	2°30'				
13	1	1	4,93								
	1	1	4,81			3°	-2°15'				
14	1	2	17,03								
	1	2	17,15			3°	-2°15'				
15	1	3	3,18								
	1	3	3,06			-1°	-2°00'				
16	1	4	18,09								
	1	4	18,21			-3°	1°45'				
17	1	5	2,93								
	1	5	3,84			-5°	-1°30'				
18	1	4	19,78								
	1	4	19,89			-7°	1°45'				
19	1	3	1,55								
	1	3	1,48			-9°	-2°00'				
20	1	2	18,74								
	1	2	18,86			-11°	2°15'				
21	1	1	2,93								
	1	1	2,82			-13°	-2°30'				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	1	0	17,54								
	1	0	17,46			-10°	-2°45'				
23	0	9	3,83								
	0	9	3,89			-8°	3°00'				
24	0	8	16,38								
	0	8	16,46			-6°	3°15'				
25	0	7	4,21								
	0	7	4,33			-4°	-3°30'				
26	0	6	15,32								
	0	6	15,19			-2°	3°45'				
27	0	7	16,94								
	0	7	17,08			0°	4°00'				
28	0	8	7,39								
	0	8				2°	-1°15'				

	0	8	7,51								
29	0	9	14,91			4°	1°30′				
	0	9	14,80								
30	1	0	8,63			6°	-2°15′				
	1	0	8,75								

***Вопросы для повторения.***

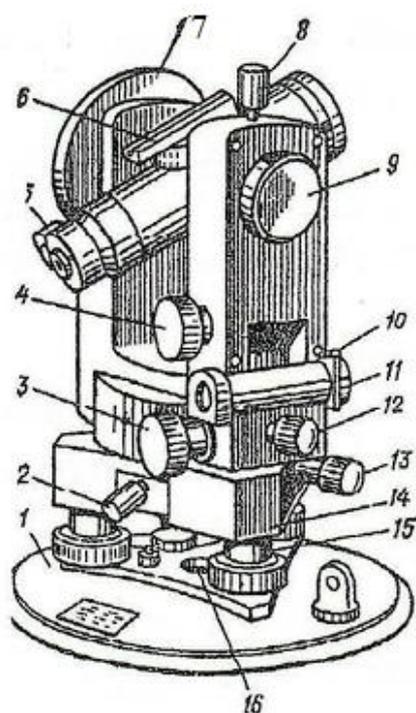
1. Какими приборами измеряют расстояния на местности?
2. Что такое компарирование мерного прибора?
3. Когда вводят поправку за температуру
4. Почему поправку за рельеф всегда вычитают?
5. Какое измерено расстояние, если у переднего мерщика в руках 8 шпилек?

**Методические рекомендации к выполнению практической работы № 7 по теме «Изучение устройства теодолита, выполнение поверок теодолита».**

**Цель работы:** изучить устройство прибора, требования к положению осей теодолита, освоить его поверки и юстировки, уметь привести прибор в рабочее положение, научиться брать отсчеты в микроскопе.

**Приборы и принадлежности:** теодолит, штатив, тетрадь для лабораторных работ, методические указания.

**Задание 1.** Пользуясь конспектом и рис.6.1 практически изучите устройство и составные части теодолита.



**Оптический теодолит Т-30**

1. – основание
2. – закрепительный винт лимба
3. – наводящий винт алидады
4. – наводящий винт трубы
5. – отсчетный микроскоп
6. оптический визир
7. – вертикальный круг
8. – закрепительный винт трубы
9. – кремальера
10. – юстировочный винт уровня
11. – цилиндрический уровень
12. – закрепительный винт алидады
13. – наводящий винт лимба
14. – трегер
15. – подъемный винт
16. – отверстие для станового винта

Рис.6.1 Устройство и составные части теодолита.

**Задание 2.** Назовите основные оси теодолита и, пользуясь конспектом, сформулируйте поверки теодолита, запишите их в тетрадь для лабораторных работ.

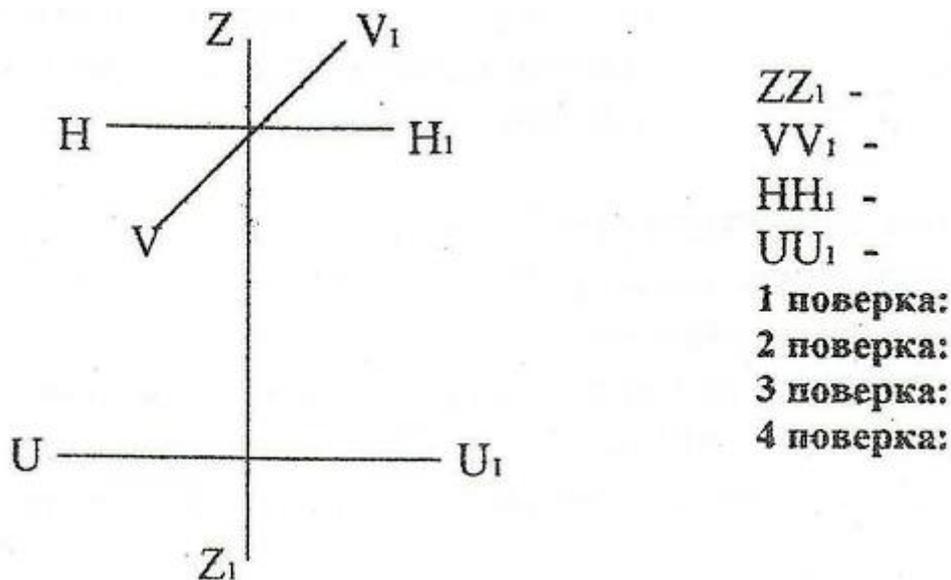


Рис. 6.2 Оси и поверки теодолита

**Задание 3.** Установить прибор в рабочее положение

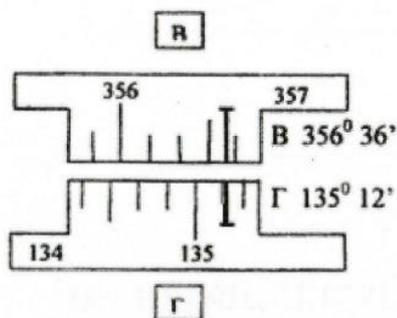
Последовательность работы.

1. Теодолит установить на штатив, закрепив его становым винтом.
2. Центрирование прибора. К крючку станового винта подвешивают на нить отвес, на полу мелом нарисовать точку. Штатив установить над точкой, как можно точнее, ориентируясь по отвесу. Головка штатива должна находиться в горизонтальном положении. Более точная установка достигается передвижением теодолита по головке штатива, при ослабленном становом винте. При совпадении отвеса с точкой прибор закрепляем.
3. Нивелирование (горизонтирование) теодолита. Открыть закрепительный винт алидады и провести первую поверку.
4. Подготовка зрительной трубы к работе.
  - Настроить трубу «на глаз»: направить трубу на светлый фон, вращая диоптрийное кольцо, должны четко и ясно увидеть сетку нитей.
  - Настроить трубу «на объект». Навести трубу на визирную цель и, вращая кремальеру, должны четко и ясно увидеть цель. Закрыв все закрепительные винты, наводящими винтами трубы и алидады точно совмещаем крест сетки нитей с предметом.

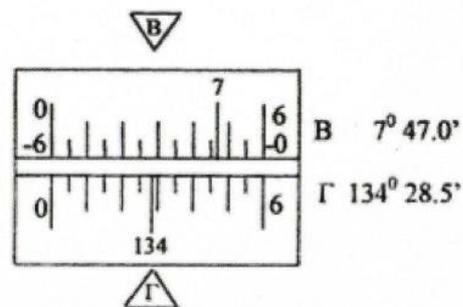
**Задание 4.** Взять отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругу

1. Навестись на заданную точку
2. Взять отсчет по горизонтальному кругу в микроскопе

3. Взять отсчет по вертикальному кругу в микроскопе
4. Пример взятия отсчетов: а) штриховой микроскоп (ТЗ0), б) шкаловый микроскоп (2ТЗ0п)



а



б

### *Вопросы для повторения.*

1. Пользуясь полученными знаниями назовите основные части и оси теодолита.
2. Что значит центрировать прибор?
3. Что значит горизонтировать прибор?
4. Для чего служит кремальера?
5. Теодолит – это?

## **Методические рекомендации к выполнению практической работы № 8 по теме «Измерение горизонтальных углов, ведение журнала».**

**Цель работы:** научиться измерять горизонтальные углы, вести журнал

**Приборы и принадлежности:** теодолит, штатив, журнал измерения горизонтальных углов, тетрадь для лабораторных работ, визирные цели 1,2,3,4, методические указания.

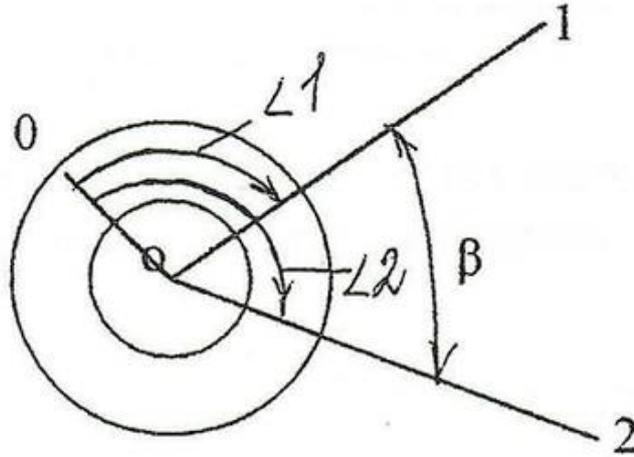
**Задание 1.** Установить прибор в рабочее положение и измерить горизонтальные углы, используя визирные цели 1,2,3,4.

Последовательность работы.

1. Теодолит установить на штатив, закрепив его становым винтом.
2. Центрирование прибора. К крючку станового винта подвешивают на нить отвес, по полу мелом нарисовать точку. Штатив установить над точкой, как можно точнее, ориентируясь по отвесу. Головка штатива должна находиться в горизонтальном положении. Более точная установка достигается передвижением теодолита по головке штатива, при ослабленном становом винте. При совпадении отвеса с точкой прибор закрепляем.
3. Нивелирование (горизонтирование) теодолита. Открыть закрепительный винт алидады и провести первую поверку.
4. Подготовка зрительной трубы к работе.
  - Настроить трубу «на глаз»: направить трубу на светлый фон, вращая диоптрийное кольцо, должны четко и ясно увидеть сетку нитей.
  - Настроить трубу «на объект». Навести трубу на визирную цель и, вращая кремальеру, должны четко и ясно увидеть цель. Закрыв все закрепительные винты, наводящими винтами трубы и алидады точно совмещаем крест сетки нитей с предметом.

5. Измерение горизонтальных углов способом приемов.

После выполнения подготовительных мероприятий закрепляют лимб, открепляют алидаду и при круге право (лево) наводят зрительную трубу на точку 2 (правую по ходу), точно в крест сетки нитей.



**Рис. 8.1. Измерение горизонтальных углов способом приемов.**

Берут отчет по микроскопу по горизонтальному кругу (Г) и записывают в журнал измерения горизонтальных углов (табл. 8.1). Открепляют алидаду трубу и наводят крест сетки нитей на точку 1 (левую по ходу) и берут отчет по горизонтальному кругу, записывают в журнал.

Величина измеренного угла вычисляется по формуле:

$$\beta_{\text{п}} = \angle 2 - \angle 1 \text{ (при круге право КП)}$$

Такое измерение называется полуприемом.

Аналогичные действия повторяют при круге лево (право): т.е наводят трубу на правую по ходу точку, берут отчет, записывают в журнал; наводят трубу на левую по ходу точку, берут отчет, записывают в журнал, вычисляют горизонтальный угол:

$$\beta_{\text{л}} = \angle 2 - \angle 1 \text{ (при круге лево КЛ)}$$

Расхождение между полученными значениями не должно превышать двойной точности прибора:

$$\beta_{\text{п}} - \beta_{\text{л}} \leq 2t$$

Для теодолита 2Т30П  $t = \pm 30''$ , следовательно  $\beta_{\text{п}} - \beta_{\text{л}} \leq \pm 60''$

Если это условие выполняется, тогда окончательное значение измеренного угла будет:

$$\beta_{\text{ср}} = \beta_{\text{п}} + \beta_{\text{л}} / 2$$

Если это условие не выполняется, то измерения необходимо повторить. Этот способ измерения горизонтального угла называется метод приемов.

6. Провести измерения горизонтальных углов 1-2, 2-3, 3-4, 1-4, заполнить таблицу, посчитать сумму  $\Sigma$  средних горизонтальных углов. Она должна составлять  $360^\circ \pm 90''$

Таблица 8.1

№ станции	Круг	Точки визирования	Горизонтальный круг (ГК <sup>о</sup> ''')		
			Отсчет	Измеренный угол	Средний угол
0	КП	2			
		1			
	КЛ	2			
		1			
0	КП	3			
		2			
	КЛ	3			
		2			
0	КП	4			
		3			
	КЛ	4			
		3			
0	КП	1			
		4			
	КЛ	1			
		4			

$\Sigma \beta_{cp} =$

***Вопросы для повторения.***

1. Что значит измерить горизонтальный угол?
2. Для чего надо измерять угол при двух положениях вертикального круга?
3. Что значит привести прибор в рабочее положение?

## Методические рекомендации к выполнению практической работы № 9 по теме «Измерение вертикального угла и магнитного азимута».

**Цель работы:** изучить устройство прибора, измерить и вычислить вертикальный угол, измерить магнитный азимут и вычисленный азимут истинный, устно побригадно ответить на вопросы преподавателя.

**Приборы и принадлежности:** теодолит, штатив, буссоль, журнал измерения вертикальных углов, тетрадь для лабораторных работ, визирные цели, методические указания.

Ход работы при измерении вертикального угла:

1. Установить теодолит в рабочее положение:
  - Центрирование
  - Горизонтирование
2. Навестись на точку 1 при круге право (КП)
3. Взять отчет по вертикальному кругу (ВК)
4. Навестись на точку 1 при круге лево (КЛ)
5. Взять отчет по вертикальному кругу (ВК)
6. Вычислить место нуля (M0) по формуле:

$$M0 = (KЛ + КП) / 2$$

7. Вычислить угол наклона по формуле:

$$\nu = KЛ - M0$$

8. Вычислить и оформить результаты в виде таблицы

Таблица 9.1

№ станции	№ точки визирования	Круг	Отчет по шкале ВК	M0 (не более 2')	Угол наклона
		КЛ			
		КП			
		КЛ			
		КП			
		КЛ			
		КП			

$$M0_{cp} =$$

Ход работы при измерении магнитного азимута. Работаем по принципу А-Л-А

*Магнитный азимут (Ам)* – угол отсчитываемый от северного направления полярный координат до направления на объект по часовой стрелке.

1. Прикрепить буссоль
2. Работаем при круге лево (КЛ)
3. Открыть алидаду (А), совместить нуль лимба с нулем алидады, закрыть алидаду
4. Открыть лимб (Л), сориентировать нуль лимба при помощи буссоли на магнитный плюс, закрыть лимб
5. Открыть алидаду (А), взять отчет на точку 1 по горизонтальному кругу (ГК) – это и есть азимут магнитный Ам
6. Вычислить азимут истинный (А) по формуле:

$$A = A_m + \delta_v$$

$\delta_v = 12^\circ 30'$  – склонение магнитной стрелки для г. Екатеринбурга

7. Отвечаем на поставленные преподавателем вопросы.
8. Формируем выводы проделанной работы.
9. Навестись на заданную точку по методу А-Л-А, взять значение по ГК, вычислить А

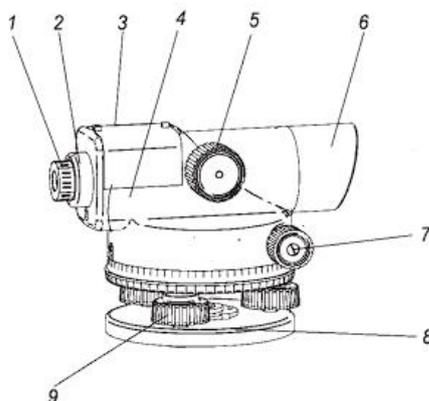
## Методические указания к практической работе № 12

по теме: «Практическое изучение нивелира. Наведение на точки. Взятие отсчетов по рейке. Измерение превышений и расстояний».

**Цель работы:** изучить устройство нивелира, выполнить поверки прибора, научиться измерять высоту прибора, брать отчеты по рейке, вести вычисления.

**Пособия и принадлежности:** рабочая тетрадь, нивелир, штатив, нивелирная рейка, визирные цели 1,2,3,4, методические указания, калькулятор.

**Задание 1.** Пользуясь конспектом и рис.12.1, изучите основные части нивелира типа 4Н-3КЛ.



1 - окуляр; 2 - колпачок ; 3 - крышка; 4 - корпус;  
5 - кремальера ; 6 - бленда ; 7 - наводящий винт ;  
8 - подставка ; 9 - подъемный винт

**Задание 2.** Назовите оси нивелира и пользуясь конспектом сформулируйте основные к ним требования (поверки), запишите их в рабочую тетрадь.

ZZ<sub>1</sub>-

VV<sub>1</sub>-

UU<sub>1</sub>-

U<sub>к</sub> U<sub>к1</sub>-

1 поверка:

2 поверка:

3 поверка:

4 поверка:

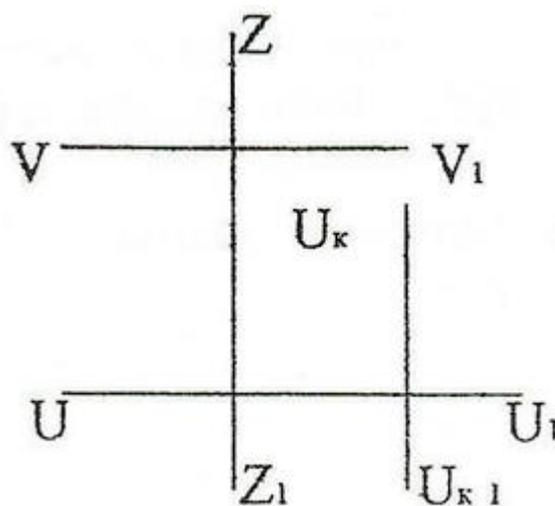


Рис. 12.2 Оси нивелира

**Задание 3.** Установить прибор в рабочее положение в точке 0 и измерить превышение и расстояние до точек 1,2,3,4 методом «нивелирование вперед».

Ход работы:

1. При нивелировании вперед, прибор устанавливаем в дальнем конце кабинета, прикрепив нивелир к штативу. Головку штатива установить горизонтально.
2. Выполнить поверку  $ZZ_1\Pi U_k U_{k1}$ 
  - Круглый уровень установить между двумя подъемными винтами, вращая винты 1 и 2 навстречу друг другу или друг от друга, привести пузырек на середину, затем вращаем винт 3 и приводим пузырек в центр.
  - Прибор поворачиваем на  $180^\circ$ , пузырек автоматически должен прийти на середину. Следовательно,  $ZZ_1\Pi U_k U_{k1}$ - поверка выполнена. В противном случае – круглый уровень надо юстировать.

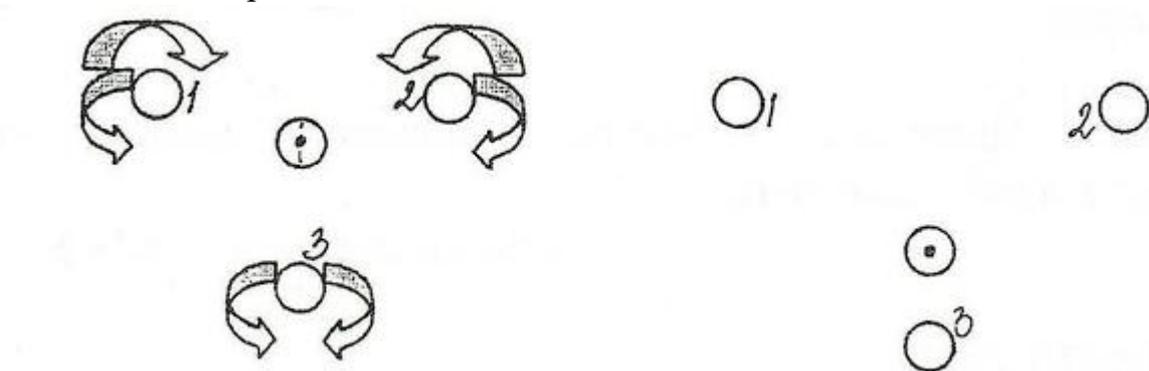


Рис. 12.3 Поверка  $ZZ_1\Pi U_k U_{k1}$

3. Измерить высоту прибора  $i$ . Для этого рейку приставляем к окуляру, заглядываем в объектив, на рейке отмечаем середину светлого пятна. Берем отсчет по рейке.

**Например:  $i = 1212$  мм.**

4. Нивелирную рейку ставим в точку 1, например, на стул в другом конце кабинета, причем расстояние должно быть максимальным. Рейка ставится пяткой (основанием) вниз. Зрительную трубу навести на рейку (сетка нитей должна быть видна четко и ясно). Взять отсчеты по рейке, по всем трем горизонтальным штрихам: верхнему (в), среднему (с), нижнему (н). Причем дальномерные отсчеты (в) и (н) берут в сантиметрах, а (с) в миллиметрах.

**Например:**

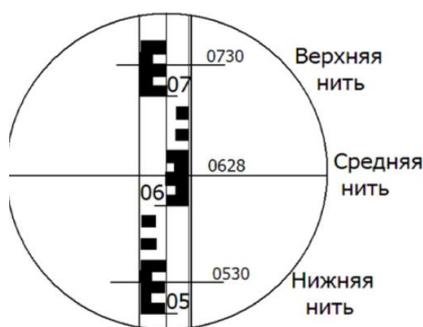


Рис 12.4 Нивелирная рейка

На рисунке 12.4 отсчеты равны:

$v_1 - 0730$  мм

$c_1 - 0628$  мм

$n_1 - 0530$  мм

Расстояние от прибора до рейки вычисляют как разницу между верхним и нижним отсчетом в сантиметрах:

$$d_1 = n_1 - v_1$$

$$d_1 = v_1 - n_1 = 073,0 - 053,0 = 20,0 \text{ см}$$

т.к коэффициент нитяного дальномера  $K=100$ , то,

$$d_1 = 20,0 \text{ см} * 100 = 20,0 \text{ м.}$$

Превышение между станцией и точкой 1 вычисляют по формуле:

$$h_1 = i - c_1$$

$$h_1 = i - c_1 = 1212 - 0628 = 0584 \text{ мм} = 0,584 \text{ м}$$

5. Рейку переставляем в точку 2, например, поставить на стол. Навести зрительную трубу на рейку, взять отсчеты по рейке  $v_2, c_2, n_2$ . Вычислить расстояние  $d_2$  и превышение  $h_2$ :

$$d_2 = v_2 - n_2$$

$$h_2 = i - c_2$$

6. Повторить тот же порядок действий на точках 3,4 (пол, парта, окно).

### ***Вопросы для повторения.***

1. Что значит привести прибор в рабочее положение?
2. Чем отличается нивелирование «вперед» от нивелирования «из середины»? Какой способ точнее?
3. Что такое абсолютная высота, превышение?

## Методические указания к практической работе № 13

### по теме: Камеральная обработка результатов полевых работ «Обработка результатов технического нивелирования по оси трассы».

**Цель работы:** усвоить порядок математической обработки результатов полевых наблюдений.

**Пособия и принадлежности:** бланк журнала нивелирования, калькулятор, методические указания с индивидуальными заданиями.

В ходе изысканий для линейных сооружений, в первую очередь, решают вопрос о плановом и высотном положении трассы.

*Трасса* – это линия, определяющая ось проектируемого линейного сооружения, обозначенная на местности и нанесенная на карту.

Обработка журнала нивелирования производится в несколько этапов:

1. Вычисление превышений.
2. Постраничный контроль.
3. Уравнивание превышений.
4. Вычисление отметок.

При техническом нивелировании ведут полевой журнал (табл. 13.1). В журнале в графе 1 записывают номера станций (установок нивелира), в графе 2 – номера связующих и промежуточных точек, нивелируемых на данной станции. Для записи отсчетов на связующей точке предусмотрено две строки, а на промежуточные – по одной. В графах 3,4,5 записывают отсчеты по рейкам. На задней и передней связующих точках берут отсчеты по рейке в 2 положениях нивелира; на промежуточных точках- только в одном положении нивелира. В скобках указан порядок действий на станции.

#### 1. Вычисление превышений.

Между связующими точками вычисляют превышение по формуле:

$$h=З-П,$$

где: З- отсчет по рейке, установленной на задней точке (графа 3);

П- отсчет по рейке, установленной на передней точке (графа 4).

Вычисление превышений производят в одном положении нивелира, затем меняют высоту прибора и снова выполняют измерения и вычисляют превышение. В зависимости от знаков превышений их записывают в графе 6 или 7. Превышения, полученные в положения нивелира, не должны отличаться друг от друга не более чем, на  $\pm 5$ мм. Среднее превышение записывают в соответствующую графу 8 или 9 с точностью до 1 мм.

Таблица 13.1

Журнал технического нивелирования								
Номер станции	Точки визирования	Отсчеты по рейке (мм)			Превышения		Средние превышения	
		задние	передние	промежут	+	-	+	-
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Рр1-ПК0	2609	538		2071			
		2411	340		2071		2071	
2	ПК0-ПК1	453	2647			-2194		
		348	2540			-2192		-2193
3	ПК1-ПК2	580	2525			-1945		
		428	2373			-1945		-1945
4	ПК2-ПК3	587	2820			-2233		
		472	2701			-2229		-2231
5	ПК3-ПК4	1852	1139		713			
		1742	1030		712		712	
	З+77			855				
	П+12			2102				
	П+20			428				
	Л+10			1746				
	Л+20			1476				
6	ПК4-ПК5	2359	954		1405			
		2240	835		1405		1405	
7	ПК5-ПК6	1558	1441		117			
		1339	1221		118		118	
		13958	22226		4470	-12738	2235	-6369
		-8268			-8268		-4134	
							(-4134)*2=-8268	

**Например:**

Для станции 1 получают:  $h=2609-0538= +2071$  мм,

$$h=2411-0340= +2071 \text{ мм,}$$

$$h_{cp}= +2071 \text{ мм.}$$

Эти результаты записывают в графы 6 и 8.

Для станции 4 получают:  $h=0587-2820= -2233$  мм,

$$h=0472-2701= -2229 \text{ мм,}$$

$$h_{cp}= -2231 \text{ мм.}$$

Значения превышений, полученных на станции 4 записаны в графах 7 и 9. Если, разница между значениями число нечетное (1,3,5), то среднее всегда округляют в четную сторону.

Например, для станции 5,  $h=1852-1139= +0713$  мм,

$$h=1742-1030= +0712 \text{ мм,}$$

$$h_{\text{ср}}= +0712 \text{ мм.}$$

**Задание 1.** Обработать журнал нивелирования, заполнить графы 6,7,8,9.

### 2. Постраничный контроль.

После вычисления превышений для каждой страницы полевого журнала производят постраничный контроль. Для этого в графах 3,4,6,7,8,9 находят суммы всех записанных в них величин и составляют следующее выражение:

$$\sum_3 - \sum_4 = \sum_6 - \sum_7 = (\sum_8 - \sum_9) * 2$$

Где:  $\sum_i$  - сумма величин, записанных в соответствующей графе журнала на данной таблице. Станция 1 в расчетах не участвует, т.к. данные измерения не относятся к нивелирному ходу, а являются привязкой к государственной геодезической сети (репер 1)

Так для табл. 13.1, получаем:

$$\sum_3 - \sum_4 = 13958 - 22226 = -8268$$

$$\sum_6 - \sum_7 = 4470 - 12738 = -8268$$

$$(\sum_8 - \sum_9) * 2 = 2235 - 6369 = (-4134) * 2 = -8268$$

**Задание 2.** Выполните постраничный контроль.

### 3. Уравнивание превышений.

После выполнения постраничного контроля определяют фактическую и допустимую невязки нивелирного хода по формулам:

$$f_h = \sum h_{\text{ср}} - (N_k - N_0),$$

$$\text{доп. } f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L},$$

где:  $f_h$  - фактическая невязка нивелирного хода,

$\sum h_{\text{ср}}$  - сумма всех средних превышений по всему нивелирному ходу,

$N_k, N_0$  - отметки конечного и начального пикетов хода,

доп.  $f_h$  - допустимая невязка хода,

L - длина нивелирного хода в км.

Вычислим отметку пикета 0.

$H_0 = H_{RP} + h_{cp} = 110,110 + 2,071 = 112,181\text{м}$ , где  $h_{cp}$  – это среднее превышение на станции 1, превышение между  $RP_1$  и  $ПК_0$ .

Вычисляем невязку по ходу.

Так, для таблицы 13.2 невязка по ходу:

$$f_h = -4,134 - (108,032 - 112,181) = +0,015 \text{ м}$$

$$\text{доп. } f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{0,600} = \pm 40 \text{ мм} = \pm 0,040 \text{ м}$$

Журнал технического нивелирования													
Номер станции	Точки визирования	Отсчеты по рейке (мм)			Превышения		Средние превышения		поправка	исправленные превыш	Горизонт инструмента (м)	Отметки точек (м)	Номера пикетов
		задние	передние	промежут	+	-	+	-					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Рр1-ПК0	2609	538		2071							110,11	Рр1
		2411	340		2071		2071						
2	ПК0-ПК1	453	2647			-2194						112,181	ПК0
		348	2540			-2192		-2193					
3	ПК1-ПК2	580	2525			-1945							ПК1
		428	2373			-1945		-1945					
4	ПК2-ПК3	587	2820			-2233							ПК2
		472	2701			-2229		-2231					
5	ПК3-ПК4	1852	1139		713								ПК3
		1742	1030		712		712						
	З+77			855									
	П+12			2102									
	Л+20			428									
	Л+10			1746									
	Л+20			1476									
6	ПК4-ПК5	2359	954		1405								ПК4
		2240	835		1405		1405						
7	ПК5-ПК6	1558	1441		117								ПК5
		1339	1221		118		118						
												108,032	ПК6
		13958	22226		4470	-12738	2235	-6369					
			-8268			-8268		-4134					
								(-4134)*2=-8268					

Сравниваем полученные невязки.

Так, в нашем примере  $f_h = +0,015\text{м}$ , а доп.  $f_h = \pm 0,040\text{м}$ , следовательно  $f_h < \text{доп } f_h$   
 $+0,015 < \pm 0,040$  - допускается

Если полученная невязка меньше допустимой, то ее разбрасывают поровну с обратным знаком на измеренные средние превышения, т.е определяют поправки по формуле:

$$\delta h = - f_h / n,$$

где  $n$  - число станций в ходе.

Поправки округляют до целых миллиметров с условием, что их сумма равнялась невязки с обратным знаком.

$$\delta h = -0,015/6 = -0,0025\text{м} = -2,5\text{мм}$$

Поправки записывают в таблицу в колонку 10 со своим знаком.

Например:

$$\text{Поправка } \delta_{0,1} = -2\text{мм}, \delta_{1,2} = -2\text{мм}, \delta_{2,3} = -2\text{мм}, \delta_{3,4} = -3\text{мм}, \delta_{4,5} = -3\text{мм}, \delta_{5,6} = -3\text{мм}$$

$$\sum \delta = -2-2-2-3-3-3 = -15\text{мм}; \sum \delta = f_h \text{ с обратным знаком}$$

Вычисляем исправленные превышения:

Вычисляют исправленные средние превышения по формуле:

$$h_{\text{исп}} = h_{\text{ср}} + \delta h$$

так, среднее превышение между точками 0-1:  $h_{0-1} = -2193$ ,  $\delta_{0,1} = -2\text{мм}$ , следовательно

$$h_{\text{исп}} = -2193 - 2 = -2195$$

Среднее превышение между точками 0-1:  $h_{1-2} = -1945$ ,  $\delta_{1,2} = -2\text{мм}$ ,

$$h_{\text{исп}} = -1945 - 2 = -1947$$

Для станции 5

Среднее превышение между точками 0-1:  $h_{3,4} = +0712$ ,  $\delta_{3,4} = -3\text{мм}$ ,

$$h_{\text{исп}} = +0712 - 3 = +0709$$

и так далее.

Полученные результаты записываем в 11 колонку.

После исправления осуществляют контроль:

$$\sum h_{\text{исп}} = H_K - H_0$$

**Задание 3.** Вычислите невязку по ходу. Индивидуальные задания дает преподаватель в зависимости от варианта. Полученную невязку сравните с допустимой, разбросайте ее. Вычислите исправленные превышения.

Журнал технического нивелирования													
Номер станции	Точки визирования	Отсчеты по рейке (мм)			Превышения		Средние превышения		поправка	исправленное превыш	Горизонт инструмента (м)	Отметки точек (м)	Номера пикетов
		задние	передние	промежут	+	-	+	-					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Rp1-ПК0	2609	538		2071							110,11	Rp1
		2411	340		2071		2071			+2071			
2	ПК0-ПК1	453	2647			-2194						112,181	ПК0
		348	2540			-2192		-2193	-2	-2195			
3	ПК1-ПК2	580	2525			-1945							ПК1
		428	2373			-1945		-1945	-2	-1947			
4	ПК2-ПК3	587	2820			-2233							ПК2
		472	2701			-2229		-2231	-2	-2233			
5	ПК3-ПК4	1852	1139		713								ПК3
		1742	1030		712		712		-3	+0709			
	З+77			855									
	П+12			2102									
	П+20			428									
	Л+10			1746									
	Л+20			1476									
6	ПК4-ПК5	2359	954		1405								ПК4
		2240	835		1405		1405		-3	+1402			
7	ПК5-ПК6	1558	1441		117								ПК5
		1339	1221		118		118		-3	+0115			
												108,032	ПК6
		13958	22226		4470	-12738	2235	-6369					
						-8268							
								-4134					
								(-4134)*2=-8268					

#### 4. Вычисление отметок связующих точек

Отметки пикетов вычисляют последовательно от 0 до N по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + h_{\text{исп}}$$

Где:  $H_{n+1}$ - отметка определяемого пикета,

$H_n$ - отметка предыдущего пикета,

$h_{\text{исп}}$ - исправленные превышения между этими пикетами в метрах.

Полученные отметки записывают в графу 13.

Например:

$$H_0 = 112,181 \text{ м}$$

$$H_1 = H_0 + h_{\text{исп}} = 112,181 + (-2,195) = 109,986 \text{ м},$$

$$H_2 = H_1 + h_{\text{исп}} = 109,986 + (-1,197) = 108,039 \text{ м и т.д.}$$

.....

$$H_6 = H_5 + h_{\text{исп}} = 107,917 + 0,015 = 108,032 \text{ м.}$$

Причем вычисленное значение точек  $pk_6$  и  $H_6$  должно совпасть с заданным.

Если этого не произошло, значит вы допустили ошибку в вычислениях.

Расчеты необходимо перепроверить.

**Задание 4.** Вычислите абсолютные высоты точек 1,2,3,4,5,6.

#### 4.1. Вычисление абсолютных высот промежуточных (плюсовых, исковых) точек.

Отметки промежуточных точек определяют через *горизонт инструмента (прибора)*.

*Горизонт инструмента (прибора) (ГИ)*- это расстояние от уровня моря до линии визирования по отвесу.

ГИ вычисляют по формуле:

$$ГИ = Н_3 + З_i$$

Где:  $Н_3$ - отметка заднего пикета на той станции, где вычисляется отметка промежуточной точки,

$З_i$  – взгляд назад по черной стороне рейки, установленной на этой же точке.

Полученное значение ГИ записывают в 12 графу. Т.к. все промежуточные точки, включая поперечник, относятся к ПКЗ, вычисляем ГИ для ПКЗ.

Так, ГИ для станции 5 равен:

$$ГИ_3 = Н_3 + З_3 = 105,806 + 1,852 = 107,658 \text{ м.}$$

Где:  $Н_3$ - отметка точки ПКЗ,

$З_3$  – отсчет по рейке, установленной на ПКЗ.

Отметка промежуточных точек вычисляют по формуле:

$Н_{\text{пром}} = ГИ - С$ , где  $С$  – отсчет по рейке, установленной в промежуточной точке.

Отметка промежуточной точки  $Н_{3+77}$  вычисляют так:

$$Н_{3+77} = ГИ_3 - С_{3+77} = 107,658 - 0,855 = 106,803 \text{ м,}$$

Где:  $С_{3+77}$  – отсчет по рейке, установленной на промежуточной точке ПК 3+77.

$$Н_{п+12} = ГИ_{3+77} - С_{п-12} = 107,658 - 2,102 = 105,556 \text{ м,}$$

Где:  $С_{п+12}$  – отсчет по рейке, установленной на промежуточной точке ПК п+12.

Аналогично вычисляют отметки промежуточных точек на остальных точках.

Отчет работы включает в себя заполненный и обработанный журнал нивелирования с постраничным контролем. В примечаниях должны быть показаны расчеты невязки, сравнения ее с допустимой, расчет поправки.

Индивидуальная работа заключается в обработке журнала с измененными значениями в графе 3 и значениями  $H_0$  и  $H_6$ , которые выдает преподаватель, в соответствии с вариантом.

Журнал технического нивелирования													
Номер станции	Точки визирования	Отсчеты по рейке (мм)			Превышения		Средние превышения		поправка	исправленное превыш	Горизонт инструмента (м)	Отметки точек (м)	Номера пикетов
		задние	передние	промежут	+	-	+	-					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Rp1-ПК0	2609	538		2071							110,11	Rp1
		2411	340		2071		2071						
2	ПК0-ПК1	453	2647			-2194						112,181	ПК0
		348	2540			-2192		-2193	-2	-2195			
3	ПК1-ПК2	580	2525			-1945						109,986	ПК1
		428	2373			-1945		-1945	-2	-1947			
4	ПК2-ПК3	587	2820			-2233						108,039	ПК2
		472	2701			-2229		-2231	-2	-2233			
5	ПК3-ПК4	1852	1139		713						107,658	105,806	ПК3
		1742	1030		712		712		-3	709			
	З+77			855								106,803	З+77
	П+12			2102								105,556	П+12
	П+20			428								107,23	П+20
	Л+10			1746								105,912	Л+10
	Л+20			1476								106,182	Л+20
6	ПК4-ПК5	2359	954		1405							106,515	ПК4
		2240	835		1405		1405		-3	1402			
7	ПК5-ПК6	1558	1441		117							107,917	ПК5
		1339	1221		118		118		-3	115			
												108,032	ПК6
		13958	22226		4470	-12738	2235	-6369					
		-8268			-8268		-4134			-8268			
$f_h = \sum h_{сп} - (H_k - H_0) = -4,134 - (108,032 - 112,181) = +0,015 \text{ м,}$ доп. $f_h = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{0,600} = \pm 40 \text{ мм} = \pm 0,040 \text{ м}$ $0,015 < \pm 0,040$ - допускается													

**Задание 5.** Вычислите абсолютные отметки связующих точек

**Вопросы для повторения.**

1. В чем сущность нивелирования?
2. В какой последовательности производится работа на станции?
3. В чем заключается постраничный контроль?
4. В каких случаях разбивают поперечник?
5. Чем превышение отличается от отметки?

**Методические указания к практической работе № 14**  
**по теме: «Построение профиля. Проектирование надземного**  
**трубопровода».**

**Цель работы:** усвоить порядок построения профиля местности, понять принцип проектирования линейных инженерных сооружений.

**Пособия и принадлежности:** бланк журнала нивелирования, калькулятор, методические указания с индивидуальными заданиями, миллиметровая бумага.

По результатам обработки полевого журнала нивелирования строят профиль местности. Профиль строят на листе миллиметровой бумаги. Размер листа (400x300мм).

Масштаб построений:

Профиля

- Горизонтальный 1:2000
- Вертикальный 1:200

Поперечника

- Горизонтальный 1:200
- Вертикальный 1:200

*Последовательность построения профиля*

Продольный профиль строят по данным журнала нивелирования. Профиль строят на листе миллиметровой бумаги размером 297x420мм. Сначала все построения выполняют в карандаше Н = Т = #3 (твёрдый) - тонкими линиями, закончив построения, профиль оформляют карандашом НВ = ТМ = #2 (средней жёсткости) - для готового **чертежа**.

Построения и расчеты выполняют в следующей последовательности.

1. В нижней части миллиметровой бумаги вычерчивают сетку профиля. Названия граф и их размеры показаны на рис. 14.1. Такой вид сетки является учебным и применяется для специальности 08.02.08 при проектировании наземного и подземного газопровода.

2. В графе «Расстояния» отмечают положения пикетов (через 5 см) и плюсовых точек. Расстояние между пикетами на местности 100м, масштаб построения 1:2000, т.е в 1см плана содержится 20м местности. Решаем пропорцию:

$$1\text{ см} - 20\text{ м}$$

$$X\text{ см} - 100\text{ м}$$

$$X=1*100/20$$

$$X=5\text{см},$$

То расстояние между пикетами на профиле 5см. пикеты необходимо располагать на утолщенных линиях миллиметровой сетки.

3. Между пикетами и плюсовыми точками записывают расстояния. Если между связующими точками нет плюсовых, то расстояние (100м) можно не указывать. Ниже этой графы подписывают номера пикетов.

4. В графе «Фактические отметки» записывают отметки пикетов и плюсовых точек с округлением до 0,01м. Эти величины берут из журнала нивелирования (см. предыдущую практическую работу);

5. Верхняя линия сетки называется линией условного горизонта. Выбирают и подписывают отметку условного горизонта профиля, которая должна быть меньше самой низкой отметки по трассе на 5-10 метров и быть кратной 10м. От линии условного горизонта по вертикали откладывают отметки пикетов и плюсовых точек. Эти построения производят пунктирными линиями, концы пунктирных линий соединяют последовательно прямыми линиями. В результате чего получают продольный профиль местности по оси трассы. Для удобства построений на профиле слева можно нанести вспомогательный вертикальный масштаб, подписав его через каждый сантиметр по вертикали значениями через 1 см, в соответствии с вертикальным масштабом 1:200, начиная от отметки условного горизонта.

6. Над точкой пересечения продольного профиля с поперечным, строят сетку для поперечного профиля. Записывают графы «расстояния» и «фактические отметки». Под сеткой подписывают пикетажные обозначения точек поперечного профиля. Выбрав условный горизонт, строят положение точек поперечного профиля и, соединив полученные точки, получают поперечный профиль местности.

#### Проектирование по профилю.

На продольном профиле проектируют вертикальное положение оси будущего инженерного сооружения. В данной работе, мы будем проектировать надземный газопровод.

1. На всех пикетах поставить опоры высотой 2,20м.
2. От полученной точки на пикете 0 проводят горизонтальную проектную линию до следующего пикета.
3. На пикете 1 делают вертикальную ступень и либо опускают, либо поднимают проектную линию до опоры высотой 2,20 м;
4. От полученной точки на пикете 1 проводят горизонтальную проектную линию до следующего пикета.
5. На пикете 2 делают вертикальную ступень и либо опускают, либо поднимают проектную линию до опоры высотой 2,20 м;

6. И так далее. Проектная линия надземного газопровода выглядит в виде ступенчатой линии с горизонтальными и вертикальными участками.

7. Промежуточная точка 3+77 пересекается с автомобильной дорогой. Газопровод должен быть поднят над дорогой на высоту 6 м. В т. 3+77 поднимаем газопровод на высоту 6м (3см в нашем масштабе), и откладываем влево и вправо по 10м (0,5см). Считаем, что ширина дороги с обочинами 10м. По краям дороги, ставим опоры, вычисляем их высоты.

8. Для окончательного расчета проектных элементов, необходимо вычислить количество погонных метров трубы, необходимых для данного газопровода.

9. На поперечнике строят газопровод, который будет выглядеть в виде точки, над пикетом 3+77. Трубопровод поднят над дорогой на 6м, следовательно, над точкой 3+77 на 3см вверх поставить точку.

***Вопросы для повторения.***

1. Как выбирают условный горизонт?
2. Что такое поперечник, в каких случаях он разбивается?
3. Что такое черные отметки?