

Министерство образования и науки Челябинской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
**«Южно-Уральский государственный технический колледж»**

**Методические рекомендации к выполнению  
практических и лабораторных работ  
по дисциплине  
«ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ»**

специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»  
ФП «Профессионалитет», строительная отрасль

Челябинск 2023

## **АКТ СОГЛАСОВАНИЯ**

**на методические рекомендации  
к выполнению практических и лабораторных работ  
по учебной дисциплине «Основы геодезии»  
разработанные преподавателями  
ГБПОУ «Южно-Уральский государственный технический колледж».  
Халиловой И.В., Халиковой М.В.**

Представленные автором методические рекомендации к выполнению практических и лабораторных работ, которые включены в учебную дисциплину «Основы геодезии» рассчитаны на 42 аудиторных часа, что в соответствии с утвержденным учебным планом и утвержденной рабочей программой. Определены знания, умения студента по каждой теме. Приведена учебная литература в необходимом объеме.

Методические рекомендации к выполнению практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Основы геодезии» могут быть использованы в образовательных учреждениях СПО для специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений».

Генеральный директор ООО «РДМ-групп»

И.С. Должко

## I. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Для закрепления теоретических знаний и приобретения необходимых практических умений программой предусматриваются лабораторные и практические работы, которые проводятся после изучения соответствующего учебного материала. Отчетом о выполнении работ является заполнение рабочей тетради по учебной дисциплине «Основы геодезии».

Лабораторные работы проводятся с использованием приборов: оптические нивелиры VEGA L30, LEICA NA332; цифровые нивелиры LEICA Sprinter 150; нивелирных реек: PH – 3000, VEGA TS 3M; оптических теодолитов 4Т30П, VEGA TEO – 20; лазерного дальномера Leica Disto <sup>TM</sup> A3., электронного тахеометра – LEICA TS 6 plus, вехи, отражателя; роботизированного тахеометра LEICA TS 16 A R500.

Для более эффективного использования времени, отводимого для проведения практических и лабораторных занятий, необходимо, чтобы студенты подготовились к работе заранее. Они должны отчетливо представлять себе цель каждого занятия, ее теоретические основы, устройство геодезических приборов, применяемых в работе. Подготовленность учащихся к проведению занятий должна контролироваться.

*- В результате освоения учебной дисциплины «Основы геодезии» обучающийся должен*

*знать:*

- основные понятия и термины, используемые в геодезии;
- назначение опорных геодезических сетей;
- масштабы, условные топографические знаки, точность масштаба;
- систему плоских прямоугольных координат;
- приборы и инструменты для измерений: линий, углов и определения превышений;
- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;
- виды геодезических измерений.

*уметь:*

- читать ситуации на планах и картах;
- решать задачи на масштабы;
- решать прямую и обратную геодезическую задачу;
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;
- проводить камеральные работы по окончании теодолитной съемки и геометрического нивелирования.

Указанные знания и умения являются элементами общих и профессиональный компетенций учебной дисциплины «Основы геодезии»:

ПК 1.3. Разрабатывать архитектурно-строительные чертежи с использованием средств автоматизированного проектирования

ПК 1.4. Участвовать в разработке проекта производства работ с применением информационных технологий.

ПК 2.1. Выполнять подготовительные работы на строительной площадке

ПК 2.2. Выполнять строительно-монтажные, в том числе отделочные работы на объекте капитального строительства

ПК 2.4. Осуществлять мероприятия по контролю качества выполняемых работ и расходов материальных ресурсов

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 2. 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 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК 08. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

ОК 09. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

ОК 10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ п/п	Наименование практических работ	Количество часов на выполнение работы
1	Решение задач на масштабы.	2
2	Изображение ситуации на плане.	2
3	Решение задач по карте (плану) с горизонталями.	2
4	Определение ориентирных углов направлений по карте.	2
5	Определение координат точек по карте.	2
6	Вычислительная обработка теодолитного хода.	2
7	Нанесение точек теодолитного хода на план.	2
8	Геодезическая подготовка для переноса проекта в натуру	2
	<b>Итого</b>	<b>16</b>

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Количество часов на выполнение работы
1	Выполнение и обработка линейных измерений.	4
2	Работа с теодолитом.	2
3	Выполнение поверок теодолита.	2
4	Измерение углов оптическим теодолитом.	2
5	Измерение углов электронным теодолитом.	2
6	Работа с оптическим нивелиром. Выполнение поверок нивелира.	2
7	Выполнение технического нивелирования. Обработка результатов нивелирования.	2
8	Работа с цифровым нивелиром.	2
9	Работа с тахеометром.	2
10	Координатные измерения тахеометром. Вынос в натуру точек.	2
11	Работа с роботизированным тахеометром. Топографическая съемка участка.	2
12	Вынос проекта в натуру роботизированным тахеометром.	2
	<b>Итого</b>	<b>26</b>

# **ИНСТРУКЦИЯ**

## **по технике безопасности при выполнении лабораторных и практических работ**

При выполнении практических и лабораторных работ студенты должны соблюдать следующие правила техники безопасности:

1. Студент, находясь в лаборатории, должен быть предельно дисциплинированным и внимательным, беспрекословно выполнять все указания преподавателя.

2. Перед началом работы с инструментами и приборами внимательно изучите их устройство и инструкции по их пользованию.

3. Не разрешается разбирать приборы и инструменты.

4. Не допускается безответственного обращения с приборами.

5. Не разрешается прямое наведение лазерных приборов на солнце, намеренное ослепление третьих лиц.

6. Не используйте лазерные приборы вблизи от самих себя в течение длительных периодов времени.

7. Нацеливание телескопического визира лазерного прибора непосредственно на солнце или на отраженный лазерный луч (отраженный от металлических или зеркальных поверхностей и т.п.) может повредить Ваши глаза.

8. О всех замеченных случаях неисправности в работе приборов и нарушения правил техники безопасности студент должен немедленно сообщить преподавателю.

9. Если произошел несчастный случай, то следует немедленно сообщить об этом преподавателю.

## ***Практическая работа: Решение задач на масштабы.***

### ***Цель работы:***

- 1. Научиться определять длины отрезков на плане в мерах длины на местности и откладывать заданные длины на плане.*
- 2. Развить навыки выполнения метрических измерений на топографическом плане (карте).*
- 3. Научиться рассчитывать точность масштаба.*

### ***Обеспечение:***

- письменно - чертежные принадлежности;*
- рабочая тетрадь.*

### **В результате выполнения практической работы студент должен:**

**знать:** суть геодезических понятий: масштаб, точность масштаба, карта, план, горизонтальное проложение.

**уметь:** определять длины отрезков на плане в мерах длины на местности и откладывать заданные длины на плане, выполнять метрические измерения.

### **Методика выполнения работы.**

Размеры участков земной поверхности и предметов, на них расположенных, так велики, что они не могут быть изображены на бумаге без соответствующего уменьшения. Чтобы изображение местности на плане было подобно самой местности, все горизонтальные проекции линий местности изображают на плане уменьшенными в одинаковое число раз. Степень такого уменьшения называется масштабом плана.

1. Определить по диаграмме поперечного масштаба длину отрезка на плане в мерах длины на местности в масштабе 1:500.



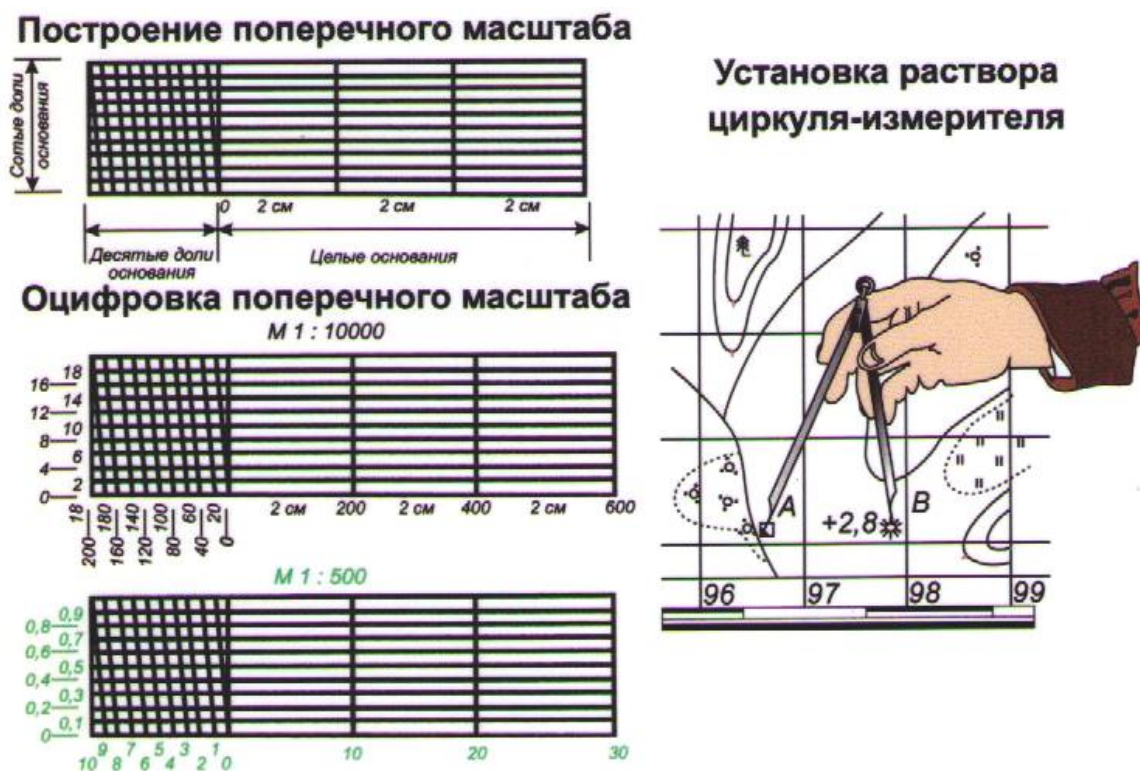


Рис. 1

Поперечный масштаб применяют для измерений и построений повышенной точности. Обычно поперечный масштаб гравировуют на металлических пластинах, линейках, или на транспортирах, а также он может быть построен на чертеже для заданного числового масштаба.

Поперечный масштаб строят следующим образом. На прямой линии откладывают несколько раз основание масштаба равное 2см, называемое основанием масштаба. Первое основание делят на 10 равных частей и на правом конце его пишут нуль, а на левом – то число метров или километров, которому на местности соответствует в данном масштабе основание. Вправо от нуля над каждым делением надписывают значения соответствующих расстояний на местности (см. рис. 1). Из каждой точки подписанного деления восставляют перпендикуляры, на которых откладывают десять отрезков, равных десятой доли основания. Через точки, полученные на перпендикулярах, проводят прямые линии, параллельные основанию. Верхнюю линию над первым основанием делят также на десять равных частей. Полученные точки верхних и нижних делений на первом отрезке соединяют, как показано на рисунке 1.

Полученные линии называются трансверсалиями. Расстояние между смежными трансверсалиями составляют десятую долю основания, а между нулевой вертикальной линией и смежной с ней трансверсалью – от одной сотой доли до десятой.

Длину линии на плане берут в раствор циркуля и переносят его на нижнюю линию масштаба. Если иглы ножек циркуля точно совпадают с делениями масштаба, делают отсчет расстояния.

Если ножки циркуля не точно совпадают с делением масштаба, его перемещают вверх от одной параллели к другой, пока игла левой ножки будет точно лежать на наклонной прямой, а игла правой ножки – на вертикали справа от нуля или на нуле.

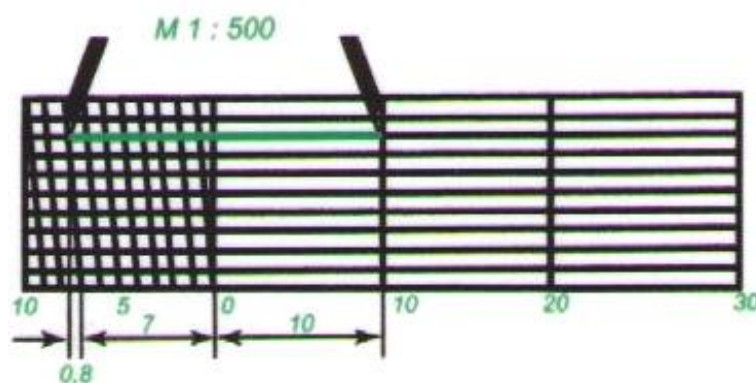


Рис. 2

Длина отрезка на плане в мерах длины на местности (см. рис. 2) в масштабе 1: 500 составляет 17,8 м.

2. Отложить заданную длину на диаграмме поперечного масштаба.

Требуется на план масштаба 1: 2000 наложить линию местности, равную 110,8 м (см. рис. 3). Рассуждаем так. Вправо от нуля до второй вертикали имеем 80 м, семь делений слева от нуля дают  $(7 \cdot 4) 28$  м; 2,8 м получим, поднимаясь вверх по наклонной прямой до седьмой горизонтали  $(7 \cdot 0,4)$ . Поставим на этой горизонтали иглы ножек циркуля, получим в растворе циркуля отрезок на плане, равный 110,8 м на местности. Не меняя раствора циркуля, этот отрезок и накладываем на план.

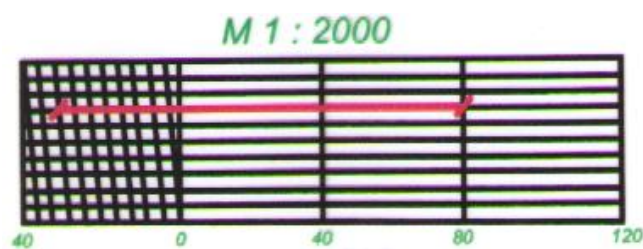


Рис. 3

3. Определить длину отрезка по диаграмме линейного масштаба в мерах длины на местности, в масштабе 1: 500, 1: 10000.

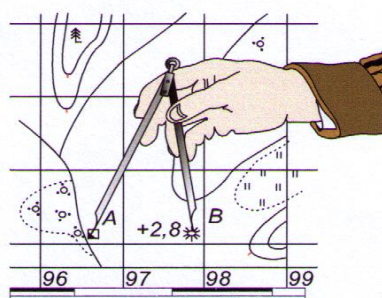
Линейный масштаб представляет собой прямую линию, на которой отложен ряд равных отрезков, называемых основанием масштаба. Чаще всего основание масштаба принимают равным 2 см.

Масштаб строят так. Проводят прямую, на ней откладывают несколько отрезков, равных 2 см. Первый отрезок делят на 10 частей. В конце каждого основания справа и слева от нуля подписывают длину линии соответственно численному масштабу (рис. 4).

#### Построение линейного масштаба



#### Установка раствора циркуля-измерителя



#### Отсчеты по диаграмме масштаба

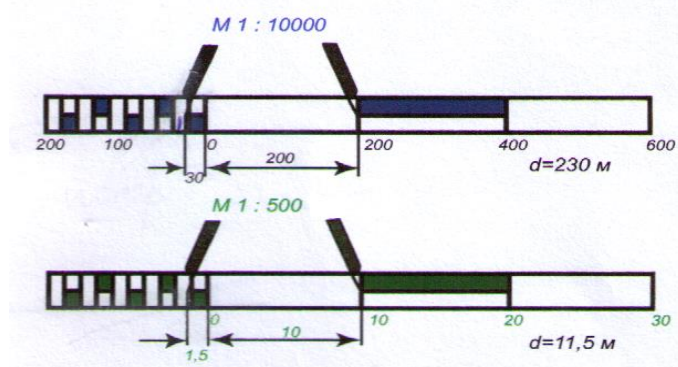


Рис. 4. Линейный масштаб

Пусть требуется по карте определить расстояние между точками А и В. Устанавливают циркуль на карте так, чтобы игла одной его ножки была в точке А, второй – в точке В. Затем раствор циркуля прикладывают к линейному масштабу так, чтобы правая ножка совпала с делением основания, а левая ножка попала на левое основание, по которому и делают отчет расстояния. Отрезки на плане, которые больше длины линейного масштаба, измеряют по частям.

Длина отрезка на плане в мерах длины на местности (см. рис. 4) в масштабе 1: 500 составляет 11,5 м; в масштабе 1:10000 составляет 230 м.

4. Определить размеры спортивной площадки, расположенной на топографическом плане № 1. Масштаб плана 1: 2000

ДАНО: РЕШЕНИЕ:

$$Sp_1 = 19 \text{ мм.} \quad S_{m1} = Sp_1 \cdot m$$

$$Sp_2 = 11 \text{ мм.} \quad S_{m2} = Sp_2 \cdot m$$

М 1 : 2000

НАЙТИ:

$$S_{M1} = ? \quad S_{m1} = 19 \cdot 2000 = 38000 \text{ мм} = 38 \text{ м}$$

$$S_{M2} = ? \quad S_{m2} = 11 \cdot 2000 = 22000 \text{ мм} = 22 \text{ м}$$

ОТВЕТ: Спортивная площадка имеет размеры  
на местности 38; 22 м.

5. Вычертить в отведенном месте в масштабе 1: 2000 здание с размерами на местности 20х20 м:

Ширина и длина здания на местности составляет 20 м. Найти величину изображения этого здания на чертеже масштаба 1: 2000.

$$S_p = 20 \text{ м} / 2000 = 0,01 \text{ м} = 10 \text{ мм.}$$

6. Определите точность масштабов:

Точность масштаба имеет большое практическое значение.

По точности масштаба устанавливают, при изображении каких объектов на плане можно сохранить подобие, какие объекты в данном масштабе не изображаются.



В 0,1 мм – 2,5 м или  $t_m = 0,1 \text{ мм} * 25000 = 2,5 \text{ м}$ .

## ***Практическая работа: Изображение ситуации на плане.***

### ***Цель работы:***

- 1. Развить навыки чтения карт и планов.*
- 2. Научиться применять условные знаки при изображении ситуации.*

### ***Обеспечение:***

- письменно - чертежные принадлежности;*
- рабочая тетрадь.*

### **В результате выполнения практической работы студент должен:**

**знать:** условные знаки, принятые для данного масштаба топографических (тематических) карт и планов.

**уметь:** читать топографические и тематические карты и планы в соответствии с условными знаками и условными обозначениями; изображать ситуацию на топографических и тематических картах и планах; составлять картографические материалы (топографические и тематические карты и планы).

### **Методика выполнения работы.**

1. Изображение ситуации выполняется с применением учебного пособия «Условные знаки». Пример изображения части поселка сельского типа (районный центр), выполненный в масштабе 1:1000 приведен на стр. 16.



## ***Практическая работа: Решение задач по карте (плану) с горизонталями.***

### ***Цель работы:***

- 1. Развить навыки чтения рельефа.*
- 2. Научиться определять высоту сечения рельефа; высоты точек, лежащих между горизонталями; уклоны линий.*
- 3. Развить навыки построения продольного профиля по линии, заданной на учебном плане.*

### ***Обеспечение:***

- письменно - чертежные принадлежности;*
- рабочая тетрадь.*

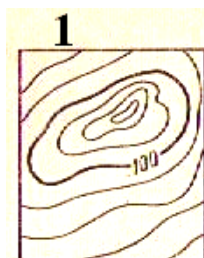
### **В результате выполнения практической работы студент должен:**

**знать:** суть геодезических понятий: высота точки, высота сечения рельефа, профиль, горизонталь, уклон; изображение основных форм рельефа горизонталями.

**уметь:** определять: высоты точек, лежащих между горизонталями; высоту сечения рельефа; вычислять уклон линии; строить продольный профиль по заданному на плане направлению.

### **Методика выполнения работы.**

1. Подпишите название формы рельефа:



1 - гора

Изображение основных форм рельефа представлено на рисунке 5.



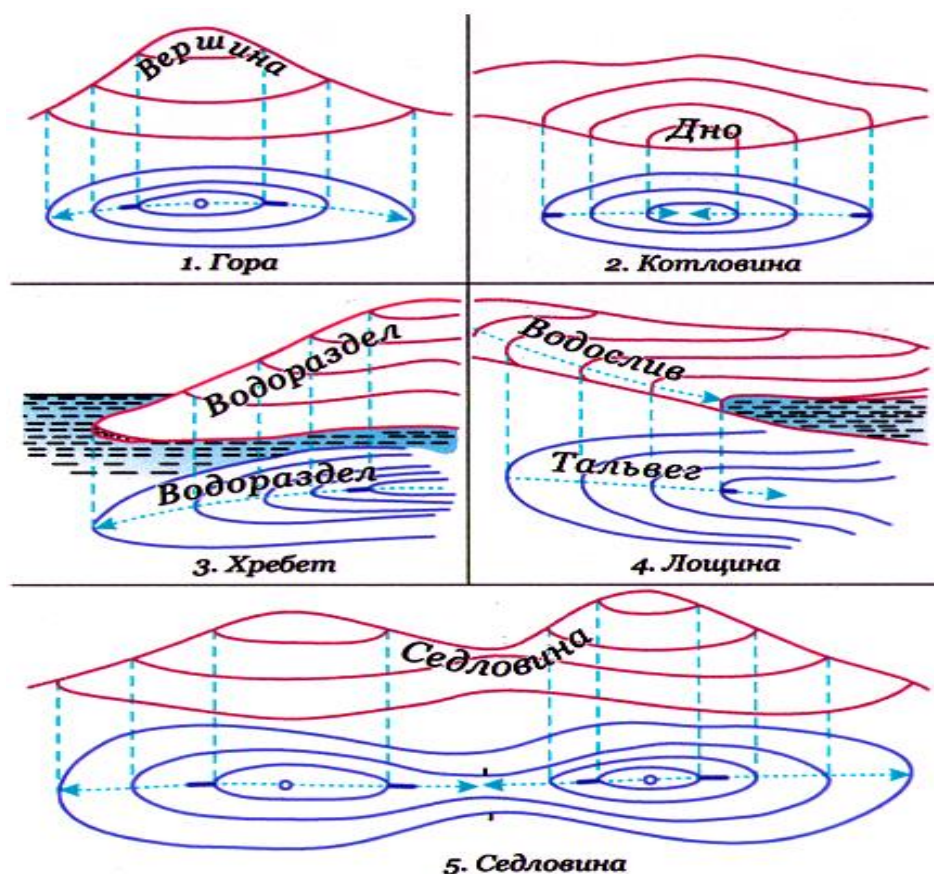
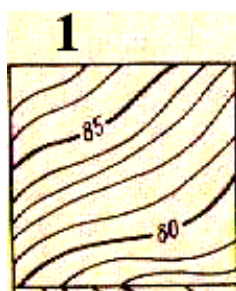


Рис. 5. Изображение основных форм рельефа горизонталями

2. Дан план с горизонталями. Определите высоту сечения рельефа:



1 – 1 м.

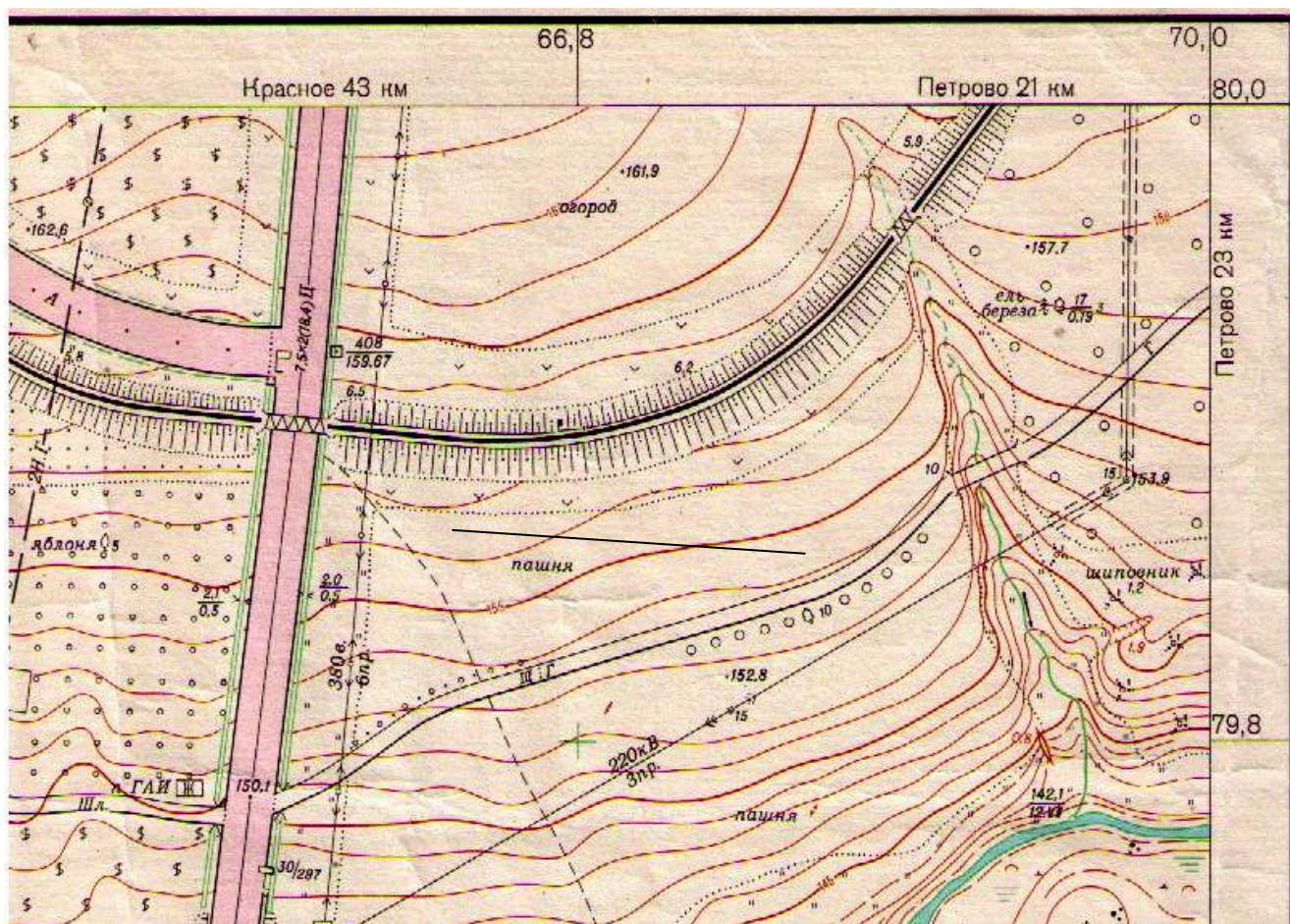
При высоте сечения 0,5 и 1 м утолщают каждую горизонталь, кратную 5 м (5, 10 ..., 115, 120 м и т.д.), при сечении рельефа через 2,5 м – горизонтали, кратные 10 м (10, 20, ..., 100 м и т. д.), при сечении 5 м утолщают горизонтали, кратные 25 м.

Для определения высоты рельефа в разрывах утолщенных и некоторых других горизонталей подписывают их отметки. При этом основания цифр отметок горизонталей ставят в сторону понижения ската.

3. Определить на топографическом плане № 2 отметки т.1 и т.2.

Если точка расположена на горизонтали, то ее отметка равна отметке горизонтали. Когда точка находится между горизонталями с разными высотами, ее отметка определяется интерполированием (нахождением промежуточных значений величин). Т.1 и т.2 расположены между горизонталями. Поэтому чтобы определить отметки этих точек необходимо через т.1 и т.2 провести прямую линию от наименьшей горизонтали данной точки до наибольшей.

Топографический план № 2



- отметка т. 1 определяется по формуле:

$$H_1 = H_{\text{мг.}} + h \cdot (c / d),$$

где  $H_{\text{мг.}}$  – отметка малой горизонтали;

$h$  - высота сечения рельефа;

$c$  - расстояние от т. 1 до малой горизонтали;

$d$  - расстояние между горизонталями.

Исходные данные т. 1:

$$H_{\text{мг.}} = 156 \text{ м};$$

$$h = 1 \text{ м};$$

$$c = 3 \text{ мм на плане};$$

$$d = 7 \text{ мм на плане.}$$

Если  $M 1 : 2000$ , то  $c = 3 \text{ мм на плане} = 6 \text{ м на местности}$

$$d = 7 \text{ мм на плане} = 14 \text{ м на местности}$$

$$H_1 = 156 + 1 \cdot (6 / 14) = 156,43 \text{ м}$$

- отметку т. 2 определяем аналогично определению отметки т. 1

Исходные данные т. 2:

$$H_{\text{мг.}} = 154 \text{ м};$$

$$h = 1 \text{ м};$$

$$c = 2 \text{ мм на плане};$$

$$d = 6 \text{ мм на плане.}$$

Если  $M 1 : 2000$ , то  $c = 2 \text{ мм на плане} = 4 \text{ м на местности}$

$$d = 6 \text{ мм на плане} = 12 \text{ м на местности}$$

$$H_2 = 154 + 1 \cdot (4 / 12) = 154,33 \text{ м.}$$

4. Определяем уклон линии по формуле:

$$i_{12} = (H_2 - H_1) / d \cdot 100\%,$$

где  $d$  – заложение, которое на плане равно 38 мм, на местности 76 м.

$$i_{21} = (H_1 - H_2) / d \cdot 100\%$$

$$i_{12} = (154,33 - 156,43) / 76 \cdot 100 \% = - 2,76 \% = - 27,6 \text{ ‰}$$

$$i_{21} = (156,43 - 154,33) / 76 \cdot 100 \% = 2,76 \% = 27,6 \text{ ‰}$$

5. Построить профиль местности по заданному на карте направлению. Профилем называется чертеж, изображающий вертикальный разрез местности в уменьшенном виде. Физическая поверхность Земли в большинстве случаев имеет плавное, криволинейное очертание. Профиль вычерчивается в виде ломаных линий по отметкам характерных точек местности. Рассмотрим построение профиля на конкретном примере. Пусть требуется построить профиль местности по линии АВ. Для этого линию АВ переносят в масштабе карты на бумагу и отмечают на ней точки 1, 2, 4, 5, 7, 9, в которых она пересекает горизонтали, а также характерные точки рельефа (3, 6, 8). Линия АВ служит основанием профиля. Взятые с карты отметки точек откладывают на перпендикулярах (ординатах) к основанию профиля в масштабе, в 10 раз превышающем горизонтальный масштаб. Полученные точки соединяют плавной линией. Обычно ординаты профиля уменьшают на одну и ту же величину, т.е. строят профиль не от нуля высот, а от условного горизонта УГ (на рис. 6 за условный горизонт принята высота, равная 100 м)

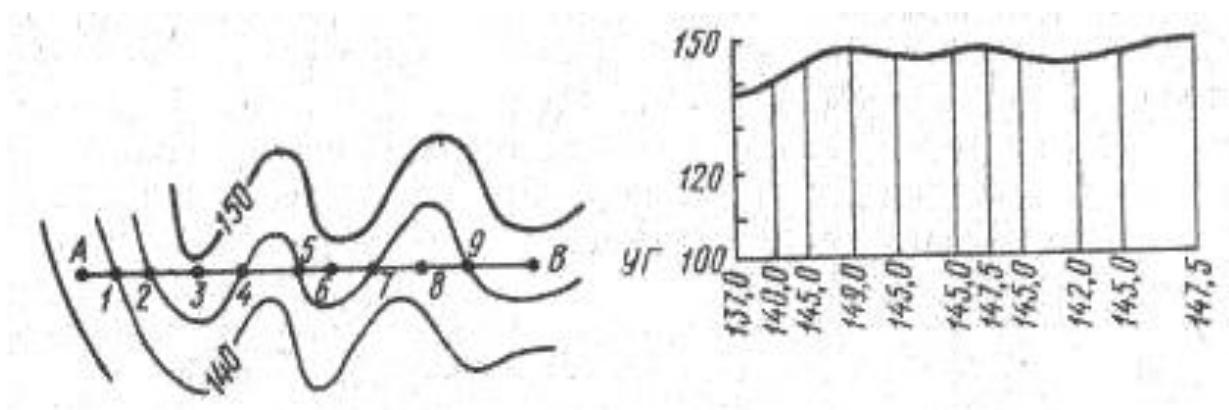


Рис. 6

***Практическая работа: Определение ориентирных углов направлений по карте.***

***Цель работы:***

- 1. Научиться определять ориентированные углы линий по планам и картам.*
- 2. Развить навыки вычисления румба, сближения меридианов.*
- 3. Научиться применять формулы связи между румбами и дирекционными углами.*

***Обеспечение:***

- письменно - чертежные принадлежности;*
- рабочая тетрадь.*

**В результате выполнения практической работы студент должен:**

**знать:** суть геодезических понятий: азимут, румб, дирекционный угол, склонение магнитной стрелки, сближение меридианов.

**уметь:** измерять ориентирные углы направлений, вычислять румб, сближение меридианов, имея значение угла в минутах выражать его в градусах с точностью  $0^{\circ} 01'$ .

**Методика выполнения задания.**

1. Угол  $\alpha$  дан в минутах, выразить его в градусах с точностью  $0^{\circ} 01'$

$$\alpha = 3467'$$

$$1) 3467' : 60' = 57^{\circ}$$

$$2) 57^{\circ} \cdot 60' = 3420'$$

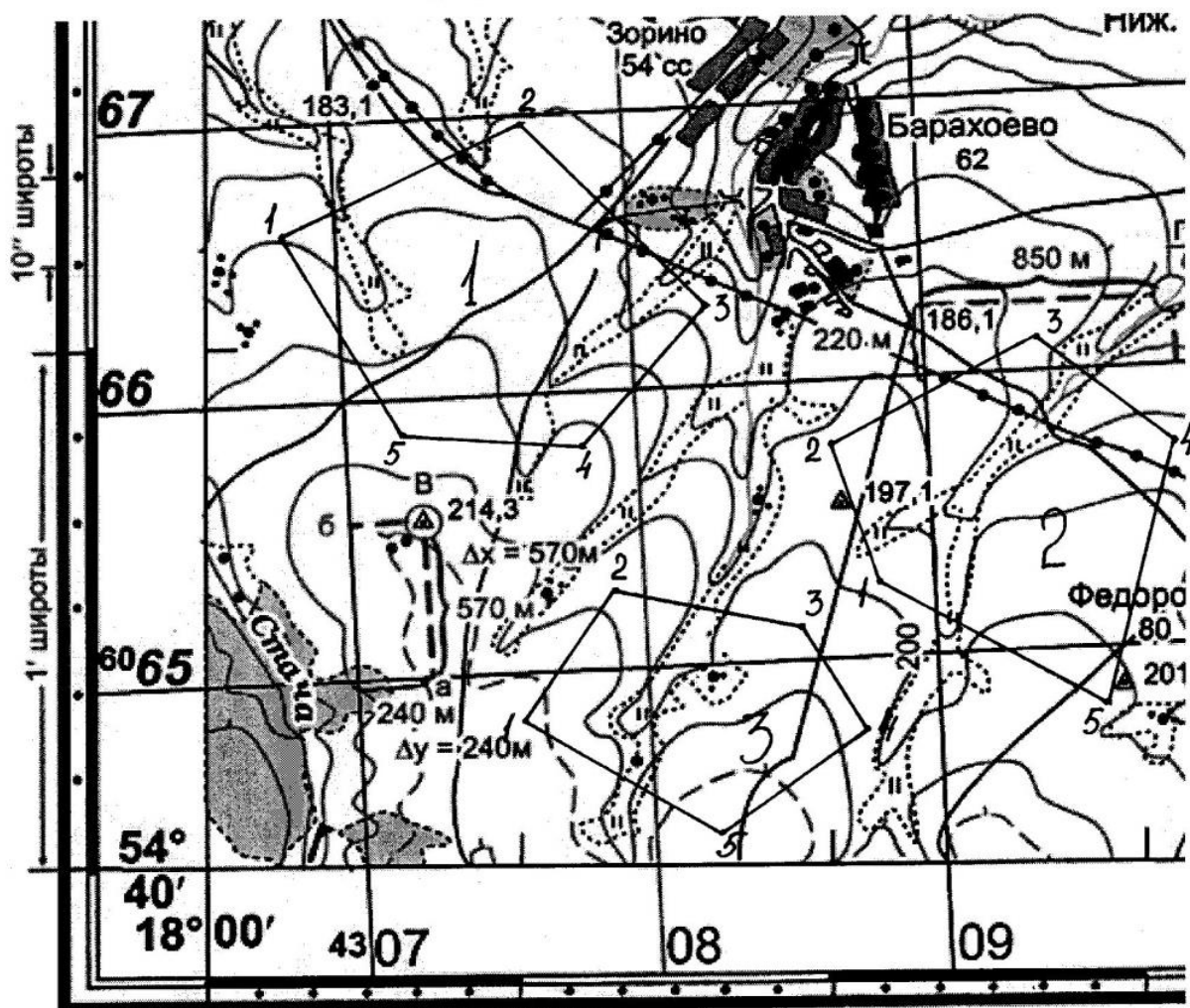
$$3) 3467' - 3420' = 47'$$

Ответ:  $57^{\circ} 47'$

2. На предоставленной топографической карте измерить при помощи транспорта внутренние углы полигона.



## Топографическая карта



$$\beta_1 = 83^\circ; \quad \beta_2 = 110^\circ; \quad \beta_3 = 93^\circ; \quad \beta_4 = 128^\circ; \quad \beta_5 = 126^\circ;$$

теоретическая сумма углов вычисляется по формуле:

$$\Sigma\beta_{\text{теор.}} = 180^\circ \cdot (n-2),$$

где  $n$  – число углов в полигоне

$$\Sigma\beta_{\text{теор.}} = 180^\circ \cdot (5-2) = 540^\circ$$

3. На топографической карте при помощи транспортира измерить дирекционный угол и азимут линии 1-2

Для измерения дирекционного угла линии через начальную ее точку проводят линию, параллельную оси абсцисс, и непосредственно при этой точке измеряют дирекционный угол.

Для непосредственного измерения истинного азимута линии через ее начальную точку проводят меридиан (параллельно восточной или западной рамке трапеции) и относительно него измерить азимут.

$$\alpha_{1-2} = 67^\circ$$

$$A_{1-2} = 65^\circ$$

4. Вычислить дирекционные углы линий по формуле:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2, \text{ где}$$

$\alpha_{1-2}$  - дирекционный угол линии 1-2

$\beta_2$  - внутренний угол полигона

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^\circ - \beta_3$$

$$\alpha_{4-5} = \alpha_{3-4} + 180^\circ - \beta_4$$

$$\alpha_{5-1} = \alpha_{4-5} + 180^\circ - \beta_5$$

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{5-1} + 180^\circ - \beta_1$$

Значение исходного дирекционного угла  $\alpha_{1-2}$  принять из исходных данных.

Контролем вычислений дирекционных углов служит получение в конце вычислений начального дирекционного угла  $\alpha_{1-2}$

$$\alpha_{2-3} = 67^\circ + 180^\circ - 110^\circ = 137^\circ$$

$$\alpha_{3-4} = 137^\circ + 180^\circ - 93^\circ = 224^\circ$$

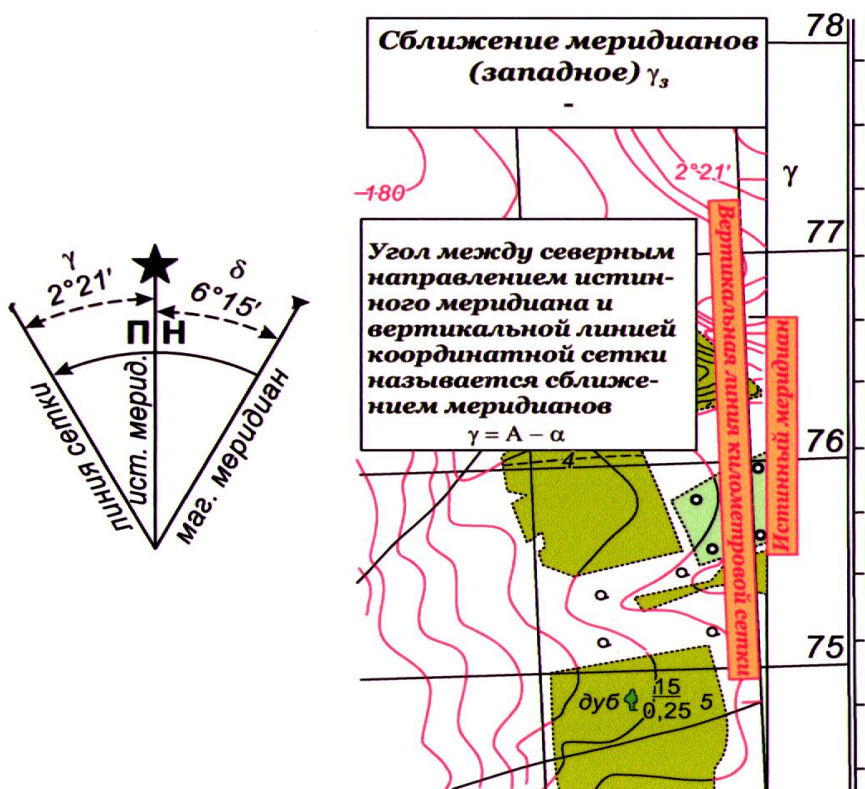
$$\alpha_{4-5} = 224^\circ + 180^\circ - 128^\circ = 276^\circ$$

$$\alpha_{5-1} = 276^\circ + 180^\circ - 126^\circ = 330^\circ$$

$$\alpha_{1-2} = 330^\circ + 180^\circ - 83^\circ = 427^\circ - 360^\circ = 67^\circ$$

5. Вычислить значение сближения меридианов.  $\Upsilon = 65^\circ - 67^\circ = -2^\circ$  (западное)

Для листов, расположенных к востоку от осевого меридиана, сближение меридианов  $\gamma_B$  положительное, к западу  $\gamma_3$  – отрицательное



6. Полученные данные занести в таблицу, выразить румб.

№ точек	$\alpha$	r	
		Формула, расчет	
1			
	$67^\circ$	СВ	$67^\circ$
2			
	$137^\circ$	ЮВ	$180^\circ - 137^\circ = 43^\circ$
3			
	$224^\circ$	ЮЗ	$224^\circ - 180^\circ = 44^\circ$
4			
	$276^\circ$	ЮЗ	$276^\circ - 180^\circ = 96^\circ$
5			
	$330^\circ$	СЗ	$360^\circ - 330^\circ = 30^\circ$
1			



## ***Практическая работа: Определение координат точек по карте.***

### ***Цель работы:***

1. Научиться определять прямоугольные и географические координаты точек, заданных на топографической карте.

### ***Обеспечение:***

- письменно - чертежные принадлежности;
- рабочая тетрадь.

## **Методика выполнения работы**

### ***Определение географических координат точек***

Географические координаты точки А широту  $\varphi$  и долготу  $\lambda$  определяют на плане или карте, пользуясь минутными шкалами рамок трапеции. Для определения широты через точку А проводят линию параллельно рамкам трапеций и берут отчеты в местах пересечения со шкалой западной или восточной рамок (рис. 35). Аналогично для определения долготы через точку А проводят меридиан и берут отсчеты по шкалам северной или южной рамок.

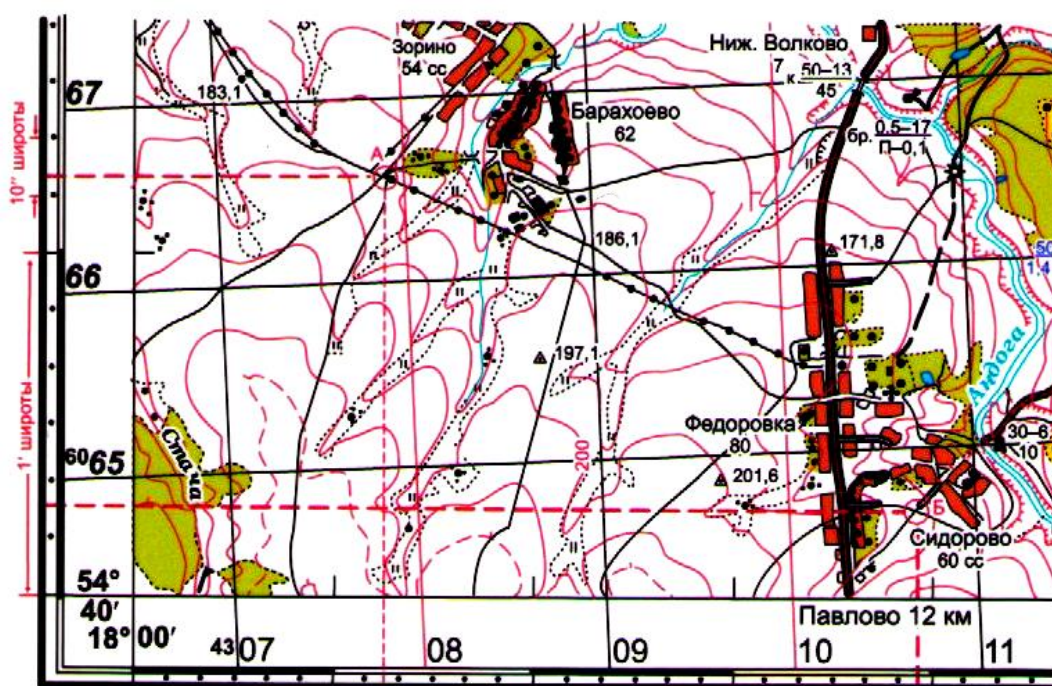


Рис. 35. Топографическая карта

$54^{\circ} 40'$  – северная широта  
 $18^{\circ} 00'$  – восточная долгота
 } Географические координаты юго-западного угла карты

### **I. Определение широты и долготы точки А**

$\lambda_A = 18^{\circ} 01' 15''$  восточной долготы

$\varphi_A = 54^{\circ} 41' 13''$  северной широты

### **II. Определение положения любой точки на карте, зная географические координаты**

Точка Б имеет широты  $54^{\circ} 40' 15''$  и долготу  $18^{\circ} 03' 56''$

### **Определение прямоугольных координат точек**

Прямоугольные координаты точки В  $X_B$  и  $Y_B$  определяют относительно километровых линий сетки (рис. 36).

Для этого измеряют расстояние  $\Delta X$  и  $\Delta Y$  по перпендикулярам до ближайших километровых линий с координатами  $X_0$  и  $Y_0$ . Расстояния между точками на планах и картах определяют с помощью линейного или поперечного масштабов.

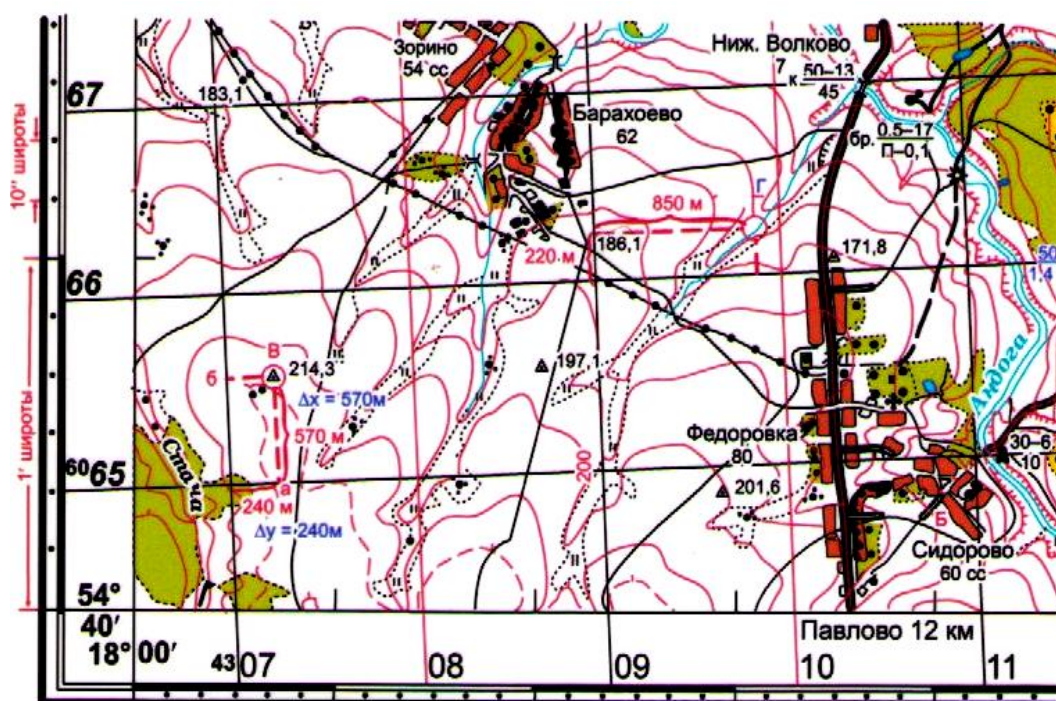


Рис. 36. Топографическая карта

$\left. \begin{array}{l} 6066 \text{ км} - x \\ 4307 \text{ км} - y \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{прямоугольные координаты} \\ \text{цифра 4 в числе 4307 - номер шестиградусной зоны} \end{array}$

**I. Определение прямоугольных координат точки В**

$$x_B = x_0 + \Delta x$$

$$y_B = y_0 + \Delta y$$

где  $x_0$  – абсцисса нижней километровой линии квадрата

$y_0$  – ордината левой стороны квадрата

$\Delta x$  – расстояние в масштабе от точки В до абсциссы нижней километровой линии квадрата

$\Delta y$  – расстояние в масштабе от точки В до ординаты левой стороны квадрата

$$x_B = 6065000 \text{ м} + 570 \text{ м} = 6065570 \text{ м}$$

$$y_B = 4307000 \text{ м} + 240 \text{ м} = 4307240 \text{ м}$$

**II. Нанесение точки на карту, зная прямоугольные координаты**

Координаты точки Г:  $x_G = 6066220 \text{ м}$  и  $y_G = 4309850 \text{ м}$

$$x_0 = 6066000 \text{ м} \quad \Delta x = 220 \text{ м}$$

$$y_0 = 4309000 \text{ м} \quad \Delta y = 850 \text{ м}$$

## ***Лабораторная работа: Выполнение и обработка линейных измерений.***

### ***Цель работы:***

- 1. Научиться выполнять линейные измерения при помощи рулетки и лазерного дальномера.*
- 2. Развить навыки вычерчивания плана помещения.*

### ***Обеспечение:***

- рулетки;*
- лазерный дальномер Leica Disto<sup>TM</sup> A3;*
- письменные - чертежные принадлежности;*
- рабочая тетрадь.*

### **В результате выполнения лабораторной работы студент должен:**

**знать:** устройство рулетки, лазерного дальномера; **порядок** измерений длин линий рулеткой, лазерным дальномером.

**уметь:** использовать рулетку и лазерный дальномер для выполнения линейных измерений.

### **Методика выполнения работы.**

Измерение линий на местности – один из самых распространенных видов геодезических измерений. Без измерения линий не обходится ни одна геодезическая работа. Целью производства линейных измерений является получение горизонтальных проекций линий между заданными точками.

Разновидности рулеток представлены на рисунке 7.



**Рулетка стальная  
на крестовине**

**Рулетка тесьмаяная  
на крестовине**

**Рулетка в футляре**



Рис. 7

На полотне стальной рулетки наносят штрихи – деления через 1 мм по всей длине или только на первом дециметре. Цифры подписывают у каждого дециметрового деления. Чтобы измерить расстояние между двумя точками, штрих с подписью 0 (нуль) прикладывают к одной точке и смотрят, какой штрих совпадает со второй точкой. Если вторая точка не совмещается со штрихом на рулетке, а попадает между ними, то расстояние между штрихами визуально делят на 10 частей и на глаз оценивают отставание ее от ближайшего штриха. У рулеток с сантиметровыми делениями (см. рис. 8 б) отсчет берут до 0,1 деления или до 1 мм, у рулеток с миллиметровыми делениями (см. рис. 8 а) - до 0,1 мм. Цифры у метровых делений даны с размерностью метров – буквой М.

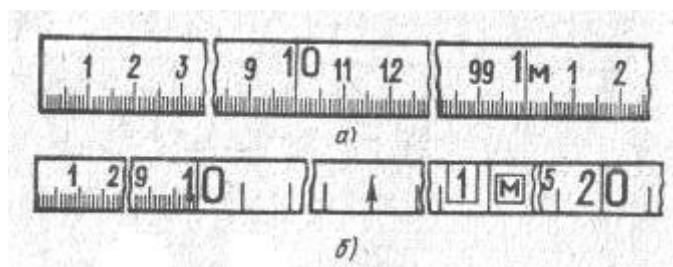


Рис. 8

Полотно тесьмянной рулетки покрыто краской и имеет деления через 1 см. Пользуются тесьмянными рулетками, когда не требуется высокая точность измерений.

1. Выполнить измерения рулеткой и лазерным дальномером, необходимые для вычерчивания плана помещения.

Порядок измерения расстояний. Процесс измерения расстояний состоит в последовательном откладывании мерного прибора по измеряемому направлению. Концы мерного прибора фиксируются на измеряемой поверхности штрихами, отмеченными, например, на покрытии. Измерение производится тремя студентами. Студент, находящийся сзади, держит ленту за заднюю ручку, направляет ее по створу, удерживает нулевой штрих ленты у начальной точки линии. Студент, находящийся впереди, укладывает ленту по измеряемому отрезку и фиксирует передний конец ленты. Третий студент наблюдает за аккуратностью измерений, подсчитывает, сколько раз в отрезке уложилась лента, и измеряет остаток, образующийся между концом последней уложенной ленты и конечной точкой отрезка. Результат измерения обязательно проверяют вторичным измерением отрезка в обратном направлении. При сходимости результатов двойных измерений в пределах установленного допуска (например, при относительной ошибке, не превышающей 1: 2000) за окончательный результат принимают среднее арифметическое из двойных измерений.

Клавиатура и дисплей лазерного дальномера Leica Disto™ A3 представлена на рисунке 9.

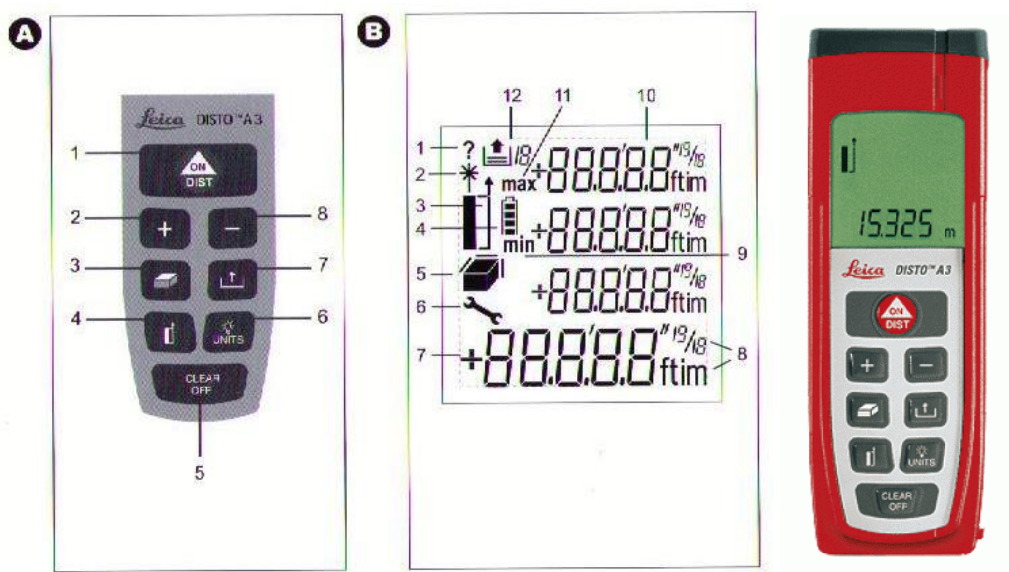


Рис. 9

*Клавиатура представлена рис. 9 А*

- 1- ON/DIST (включить/измерить) клавиша
- 2- PLUS (плюс +) клавиша
- 3- AREA/VOLUME (площадь/объем) клавиша
- 4- REFERENKE (точка отсчета) клавиша
- 5- CLEAR/OFF (очистить/выключить) клавиша
- 6- UNITS/ILLUMINATION (ед. изм./подсветка) клавиша
- 7- STORAGE (память) клавиша
- 8- MINUS (минус - ) клавиша

*Дисплей представлен на рис. 9 В*

- 1- Информация об ошибочном измерении
- 2- Лазер «включен»
- 3- Точка отсчета (от верхней панели/ от нижней панели прибора)
- 4- Состояние элементов питания
- 5- Площадь/объем
- 6- Состояние об ошибке
- 7- Основное показание
- 8- Ед.изм. с указ. степени (  $^{2/3}$  )
- 9- Минимальное значение непрерывного измерения
- 10- Три вспомогательных значения (например, предыдущие значения)
- 11- Максимальное значение непрерывного измерения
- 12- Обращение к памяти прибора

2. Вычертить в масштабе план помещения по данным полученным при выполнении линейных измерений (см. рис. 10).

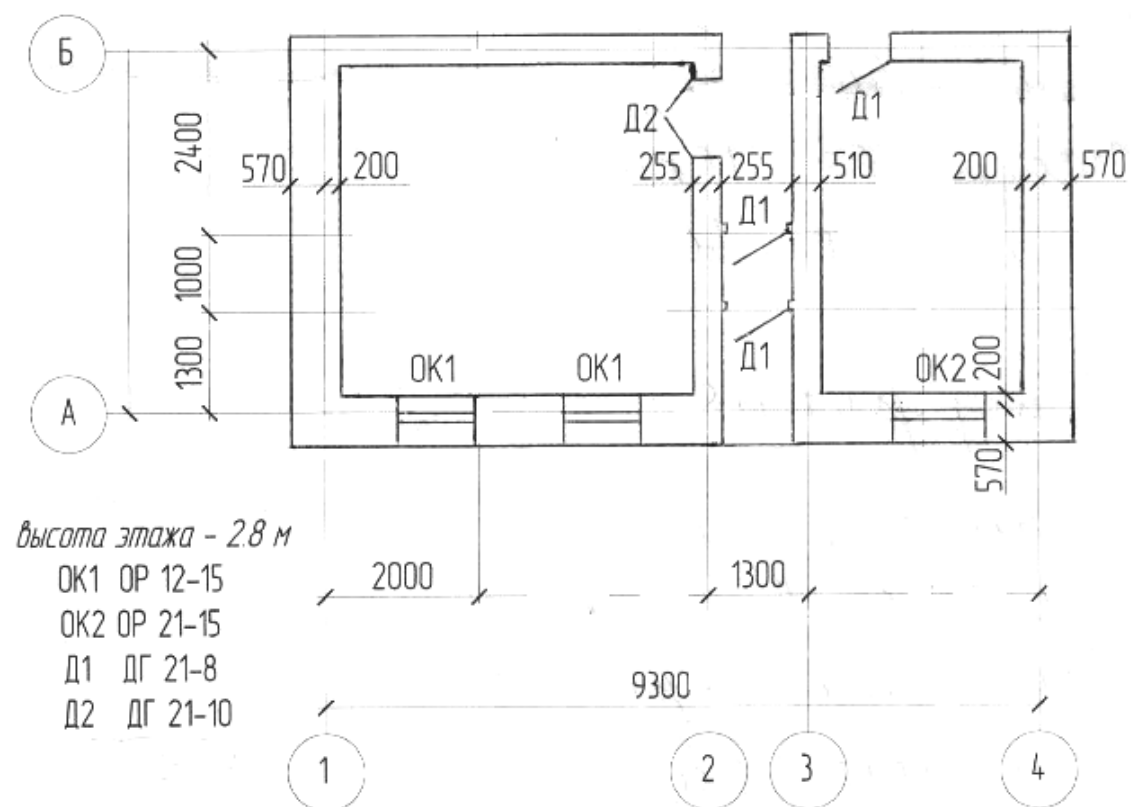


Рис. 10



## ***Лабораторная работа: Работа с теодолитом. Выполнение поверок и юстировок теодолита.***

### ***Цель работы:***

- 1. Изучить теодолит.*
- 2. Развить навыки обращения с теодолитом: технику наведения, взятия отсчетов.*
- 3. Научиться выполнять поверки и юстировки теодолита.*

### ***Обеспечение:***

- теодолиты, 4Т30П;*
- рабочая тетрадь;*
- штатив;*
- визирные цели;*
- письменно - чертежные принадлежности.*

### **В результате выполнения лабораторной работы студент должен:**

**знать:** устройство теодолита, методику наведения теодолита на визирную цель и взятие отсчетов.

**уметь:** обращаться с теодолитом, снимать показания лимба горизонтального и вертикального круга, выполнять поверки и юстировки теодолита.

### **Методика выполнения работы.**

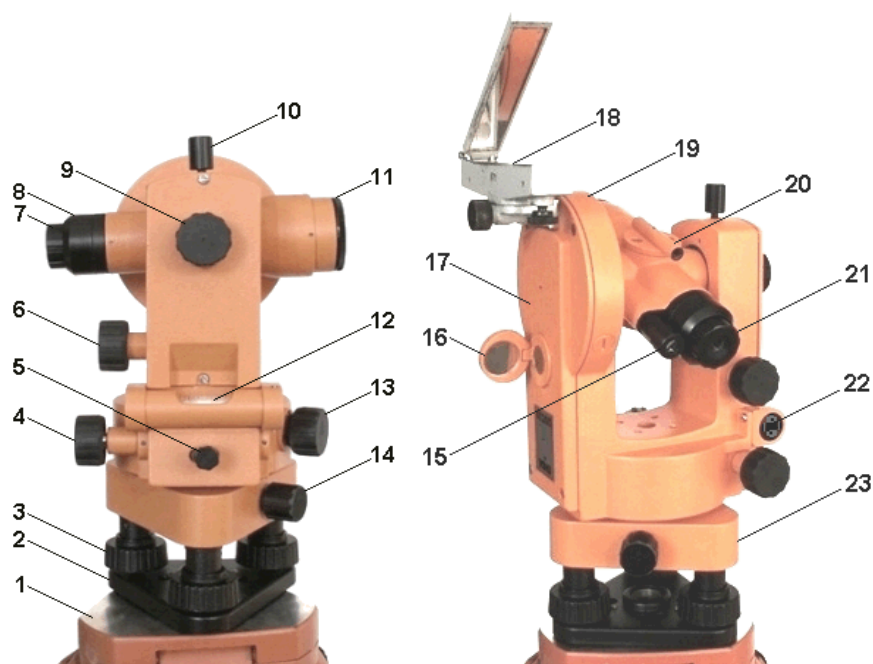
1. Подготовить теодолит к работе (см. рис. 11).

До начала работы с теодолитом внешним осмотром проверяют его устойчивость на штативе, плавность хода подъемных и наводящих винтов, прочность фиксации вращающихся частей закрепительными винтами.



Рис. 11

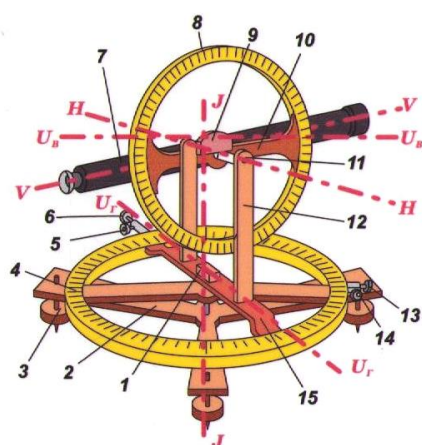
## Устройство теодолита 4Т30



1 – головка штатива; 2 – основание; 3 – подъемный винт; 4 – наводящий винт алидады; 5 – закрепительный винт алидады; 6 – наводящий винт зрительной трубы; 7 – окуляр зрительной трубы; 8 – предохранительный колпачок сетки нитей зрительной трубы; 9 – кремальера; 10 – закрепительный винт зрительной трубы; 11 – объектив зрительной трубы; 12 – цилиндрический уровень; 13 – винт поворота лимба; 14 – закрепительный винт горизонтального круга; 15 – окуляр отсчетного микроскопа с диоптрийным кольцом; 16 – зеркальце для подсветки штрихов отсчетного микроскопа; 17 – колонка; 18 – ориентир-буссоль; 19 – вертикальный круг; 20 – визир; 21 – диоптрийное кольцо окуляра зрительной трубы; 22 – исправительные винты цилиндрического уровня; 23 – подставка

2. Перед началом измерений теодолитом выполняют проверки с целью выявления постоянства геометрических условий, и если обнаруживается, что то или иное геометрическое условие не выполняется, производят юстировку (регулировку) прибора.

Если теодолит получен с завода, после ремонта, от другого специалиста, до ввода теодолита в эксплуатацию выполняют проверки. В процессе проверок удостоверяются в правильном взаимном положении осей прибора (оси представлены на рис. 12).



Основные оси теодолита

**JJ** – ось вращения прибора (вертикальная ось); **HH** – ось вращения трубы (горизонтальная ось);  
**VV** – визирная ось зрительной трубы;  
 **$U_r, U_i, U_n, U_n$**  – оси уровней при горизонтальном и вертикальном кругах прибора

Рис. 12

Последовательность поверок теодолита, следующая:

*1. Ось цилиндрического уровня  $U_ГU_Г$  при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения прибора JJ.*

Поверните алидаду так, чтобы ось уровня расположилась параллельно прямой, соединяющей два подъемных винта подставки, и вращением этих винтов в противоположных направлениях выведите пузырек уровня на середину. Поверните алидаду на  $90^0$  и третьим подъемным винтом установите пузырек уровня на середину. Затем поверните алидаду на  $180^0$  и оцените смещение пузырька от среднего положения. Если отклонение больше одного деления, выполните юстировку (половину смещения исправьте подъемным винтом подставки, вторую половину юстировочными винтами).

*2. Вертикальная нить сетки должна быть установлена отвесно.*

Зрительную трубу наводят на отвес, находящийся на расстоянии 2-10 м от теодолита. При несовпадении вертикальной нити сетки с нитью отвеса снимают с окуляра колпачек, ослабляют винты корпуса сетки и разворачивают окулярную часть до совпадения вертикальной линии сетки с отвесом. Закрепляют винты и повторяют поверку.

*3. Визирная ось зрительной трубы VV должна быть перпендикулярна к ее горизонтальной оси вращения HH (коллимационная ошибка).*

Уклонение визирной оси от перпендикулярного ее положения к оси вращения трубы называется коллимационной ошибкой.

Для выявления коллимационной ошибки необходимо:

а) навести зрительную трубу при положении теодолита «круг слева» на визирную цель, удаленную не менее чем на 50 м, направление на которую горизонтально (отклонение не более  $2^0$ ) и снимите показание  $КЛ_1$  с горизонтального лимба;

б) повторить наведение при положении теодолита «круг справа» и снять показание  $КП_1$ ;

в) освободить закрепительный винт горизонтального круга, поверните теодолит на  $180^0$  и снова закрепите;

г) навести зрительную трубу на ту же цель при двух положениях теодолита и снять показания  $КЛ_2$  и  $КП_2$

Величину коллимационной ошибки вычислить по формуле:

$$C = 0,25 [(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^0) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180^0)]$$

$$C = 0,25 [(242^{\circ}14' - 62^{\circ}15' - 180^0) + (60^{\circ}35' - 240^{\circ}35' + 180^0)] = - 0'25''$$

Если среднее арифметическое значение коллимационной погрешности превышает  $1'$

Для исправления коллимационной ошибки необходимо:

а) снять колпачек, закрывающий доступ к юстировочным винтам сетки нитей, навести зрительную трубу на удаленную визирную цель и снимите показания  $КЛ$  (или  $КП$ ) по горизонтальному кругу;

б) вычислить исправленные показания для горизонтального круга по формуле:

$$КЛ_{исп} = КЛ - C \text{ или}$$

$$КП_{исп} = КП + C$$

и установите его на горизонтальном круге;

в) переместить юстировочными винтами сетку нитей до совмещения ее перекрестия с изображением наблюдаемой точки.

#### 4. Определение места нуля вертикального круга.

Условие в данной поверке состоит в том, чтобы добиться отсчета по вертикальному лимбу, равного нулю, если пузырек уровня будет на середине, а визирная ось зрительной трубы - совпадать с горизонтальной плоскостью.

Практически визирная ось зрительной трубы, как правило, не совпадает с горизонтальной плоскостью теодолита при установке нулевого отсчета по вертикальному лимбу, и этот угол несовпадения называют *местом нуля* (МО)

Место нуля вертикального круга (лимба) определяется визированием на одну и ту же точку при двух положениях круга и вычисляется по формуле

$$МО = 0,5 (КЛ + КП)$$

$$МО = 0,5 \times (- 3^{\circ} 10' + 3^{\circ} 12') = + 0^{\circ} 01'$$

Для исправления места нуля вертикального круга необходимо:

а) снять колпачек, закрывающий доступ к юстировочным винтам сетки нитей, навести зрительную трубу на удаленную визирную цель и снимите показания КЛ (или КП) по вертикальному кругу;

б) вычислить исправленные показания для горизонтального круга по формуле:

$$КЛ_{исп} = КЛ - МО \text{ или}$$

$$КП_{исп} = КП - МО$$

и установите его на вертикальном круге;

в) переместить юстировочными винтами сетку нитей до совмещения ее перекрестия с изображением наблюдаемой точки.

При юстировке места нуля необходимо следить за положением пузырька уровня и в случае смещения выведите его в среднее положение подъемными винтами подставки.

*5. Горизонтальная ось вращения трубы НН должна быть перпендикулярна к вертикальной оси теодолита JJ.*

При этом трубу наводят на предмет, расположенный под углом 30-50° над горизонтом; переводят трубу вниз на поверхность стены, фанеры или доски, и помощник карандашом отмечает проекцию точкой. Затем переводят трубу через зенит, поворачивают теодолит на 180°, наводят перекрестие сетки снова на ту же верхнюю точку. Визируют трубу вниз. Если ранее отмеченная точка не выходит за пределы биссектора (два параллельных штриха для наведения на тонкие или удаленные предметы) сетки, то наклон горизонтальной оси допустим. В противном случае теодолит необходимо отправить на завод для юстировки.

3. Установить визирную цель и навести на нее зрительную трубу.

Так как непосредственное визирование на точку, закрепленную в грунте знаком, бывает затруднено из-за неровностей местности и растительности, над знаком устанавливают визирные цели – марки, вехи, шпильки.

Поле зрения трубы при наведении на веху (изображение перевернуто) и установка визирной цели представлено на рисунке 13.

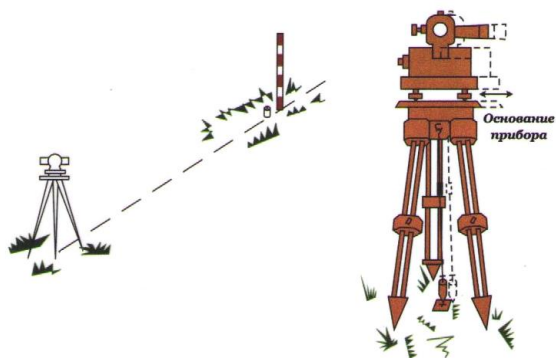


Рис. 13

4. Снять показания лимба горизонтального и вертикального круга (см. рис. 14).

Показания лимба горизонтального круга  $125^{\circ} 06'$ , лимба вертикального круга -  $0^{\circ} 26'$  (см. рис. 14А для теодолита 2Т30, 4Т30).

Показания лимба горизонтального круга  $70^{\circ} 05'$ , лимба вертикального круга -  $358^{\circ} 48'$  (см. рис. 14Б для теодолита Т30).

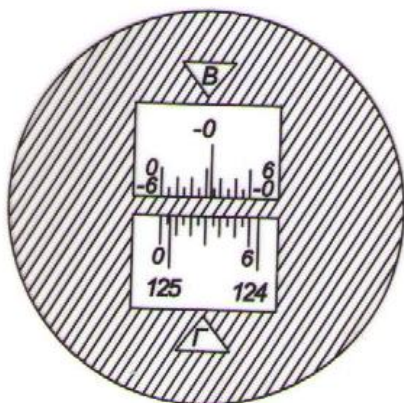


Рис. 14 А

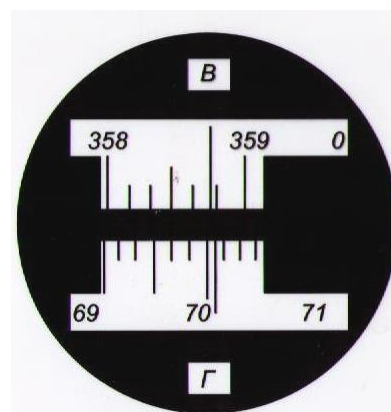


Рис. 14 Б

## ***Лабораторная работа: Измерение углов оптическим теодолитом.***

### ***Цель работы:***

- 1. Развить навыки измерения горизонтального угла.*
- 2. Научиться вести полевой журнал и выполнять контроль измерений.*

### ***Обеспечение:***

- теодолиты, 4Т30П;*
- штатив;*
- отвес;*
- визирные цели;*
- рабочая тетрадь;*
- письменно - чертежные принадлежности.*

### **В результате выполнения лабораторной работы студент должен:**

**знать:** порядок измерений горизонтального угла, алгоритмы вычислительной обработки измерений.

**уметь:** использовать теодолит для измерения горизонтального угла.

### **Методика выполнения работы**

Горизонтальный угол – это ортогональная проекция пространственного угла на горизонтальную плоскость.

1. Подготовить теодолит к работе и привести его в рабочее положение. Это складывается из установки теодолита на штатив, центрирования теодолита (при помощи нитяного отвеса), нивелирования теодолита (приведение его вертикальной оси в отвесное положение) и установки зрительной трубы для наблюдения.
2. Над наблюдаемыми точками устанавливают визирные цели – вешки, мерные шпильки или специальные визирные марки (см. рис.15).



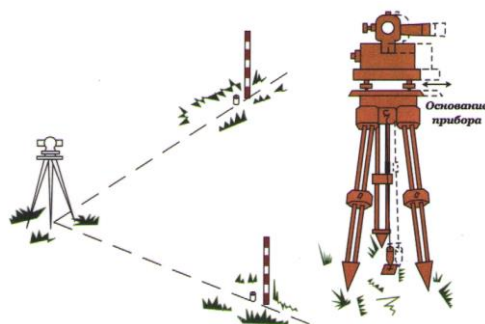


Рис. 15

3. Для измерения горизонтальных углов применить способ приемов.

Теодолит установить в рабочее положение в вершине А угла и, закрепив лимб, навести трубу на «заднюю» точку С (см. рис. 16). Пользуясь микрометрическими винтами алидады горизонтального круга и зрительной трубы, совмещают перекрестие сетки нитей с наблюдаемой целью и берут отсчеты по горизонтальному кругу. Далее открепляют алидаду, визируют на «переднюю» точку В и, проделав аналогичные операции, получают новые отсчеты.

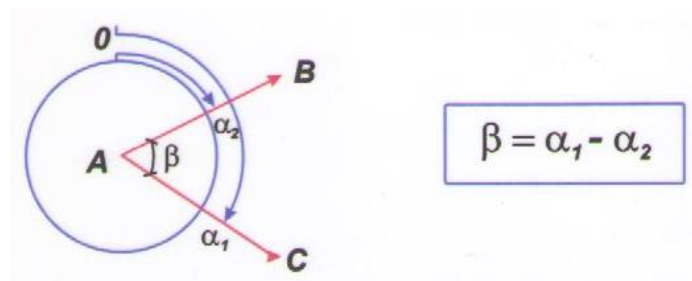


Рис. 16

Величина измеряемого угла  $\beta$  будет  $\beta = \alpha_1 - \alpha_2$ .

Следует помнить, что, вычитая из отсчета  $\alpha_1$  на «заднюю» по ходу точку отсчет  $\alpha_2$  на «переднюю» по ходу точку, получают значение угла  $\beta$  вправо по ходу лежащего.

Такое измерение угла называется *полуприемом*. Для ослабления влияния инструментальных погрешностей угол  $\beta$  измеряют и при другом положении вертикального круга (переводят трубу через зенит), предварительно сместив

лимб на угол, близкий к  $90^0$ . Два полуприема (КП и КЛ) измерения угла составляют один полный прием.

Расхождение результатов измерения между первым и вторым полуприемами не должно превышать двойной точности прибора.

4. Данные по измерению горизонтального угла занести в таблицу.

№ станции	Положение круга	№ точки	Отсчеты по горизонтальному кругу	Угол $\beta$	$\beta_{\text{ср}}$
I	КЛ	С	313°31'	64°45'	64°44'30"
		В	248°46'		
	КП	С	133°30'	64°44'	
		В	68°46'		

$$\beta_{\text{КЛ}} = \alpha_{1\text{КЛ}} - \alpha_{2\text{КЛ}} = 313^{\circ}31' - 248^{\circ}46' = 64^{\circ}45'$$

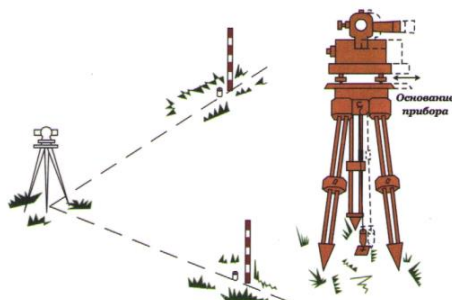
$$\beta_{\text{КП}} = \alpha_{1\text{КП}} - \alpha_{2\text{КП}} = 133^{\circ}30' - 68^{\circ}46' = 64^{\circ}44'$$

$$\beta_{\text{ср}} = (\beta_{\text{КЛ}} + \beta_{\text{КП}}) / 2 = (64^{\circ}45' + 64^{\circ}44') / 2 = 64^{\circ}44'30''$$

Вертикальным углом, или углом наклона, называется угол, составленный воображаемой линией горизонта и линией визирования на данный предмет. Если направление на предмет лежит выше линии горизонта, угол наклона считается положительным, если ниже – отрицательным.

1. Подготовить теодолит к работе и привести его в рабочее положение. Это складывается из установки теодолита на штатив, центрирования теодолита (при помощи нитяного отвеса), нивелирования теодолита (приведение его вертикальной оси в отвесное положение) и установки зрительной трубы для наблюдения.

2. Над наблюдаемыми точками устанавливают визирные цели – вешки, мерные шпильки или специальные визирные марки.



3. Навести зрительную трубу на визирную цель и снять отсчеты по вертикальному кругу при КП и КЛ. По снятым отсчетам определить угол наклона и «место нуля» (см. рис. 17).

Поскольку горизонтальному положению визирной оси, как правило, соответствует отсчет по вертикальному кругу, не равный «нулю», то и приходится определять «место нуля», т.е. тот отсчет, который соответствует горизонтальному положению визирной оси.

*Местом нуля* называется отсчет по вертикальному кругу, соответствующий горизонтальному положению визирной оси при нахождении пузырька цилиндрического уровня вертикального круга на середине.

### Измерение вертикального угла

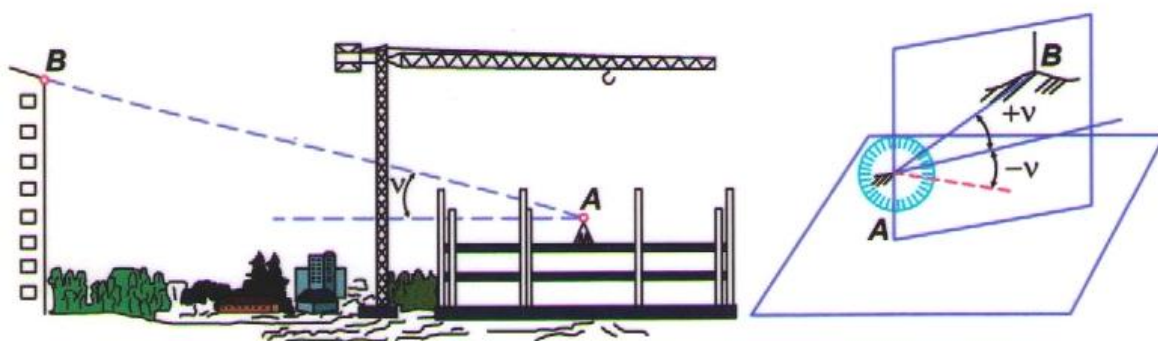


Рис. 17 Измерение вертикального угла

4. Данные по измерению вертикального угла занести в таблицу.

Точки наблюдения	Положение круга	Отсчеты по вертикальному кругу	МО	$v_{\text{ср}}$
В	КЛ	+ 7° 15'	+0° 00'30"	+7°14'30"
	КП	- 7° 14'		

В теодолитах 4ТЗ0П градусные деления вертикального круга разделены на четыре сектора, каждый оцифрован от 0° до 90° с указанием знака «минус» для отрицательных углов наклона, а формулы для вычисления значений МО и  $v$  имеет вид

$$\text{МО} = (\text{КЛ} + \text{КП}) / 2;$$

$$v = \text{КЛ} - \text{МО};$$

$$v = \text{МО} - \text{КП};$$

$$v = (\text{КЛ} - \text{КП}) / 2.$$

*Пример.* При визировании на точку М теодолитом 2ТЗ0П, 4ТЗ0П получены отсчеты по вертикальному кругу Л = - 3° 10', П = +3° 12'. Вычислить угол наклона.

*Решение.*  $\text{МО} = (\text{Л} + \text{П}) / 2 = (- 3^\circ 10' + 3^\circ 12') / 2 = +0^\circ 01'$ ;  $v = \text{Л} - \text{МО} = - 3^\circ 10' - 0^\circ 01' = - 3^\circ 11'$ .

Контроль  $v = \text{МО} - \text{П} = -3^\circ 11'$ .

При измерении вертикальных углов колебания величины МО не должны превышать 2t – двойной точности отсчетного устройства (1' в теодолитах ТЗ0). из полученных величин МО используется среднее.

5. Измерить расстояние при помощи нитяного дальномера теодолита (см. рис. 17, 18).

5. Дальномеры служат для определения расстояний без непосредственного измерения их мерными приборами (лентой, рулеткой).

## Схема определения расстояния

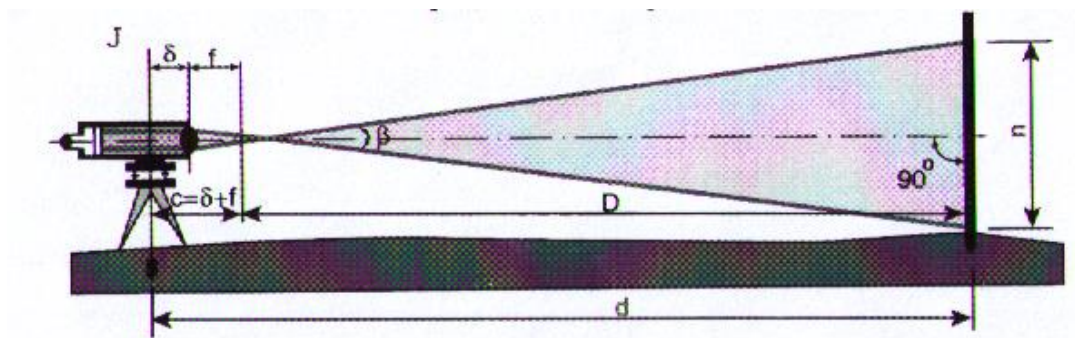


Рис. 18

## Поле зрения трубы

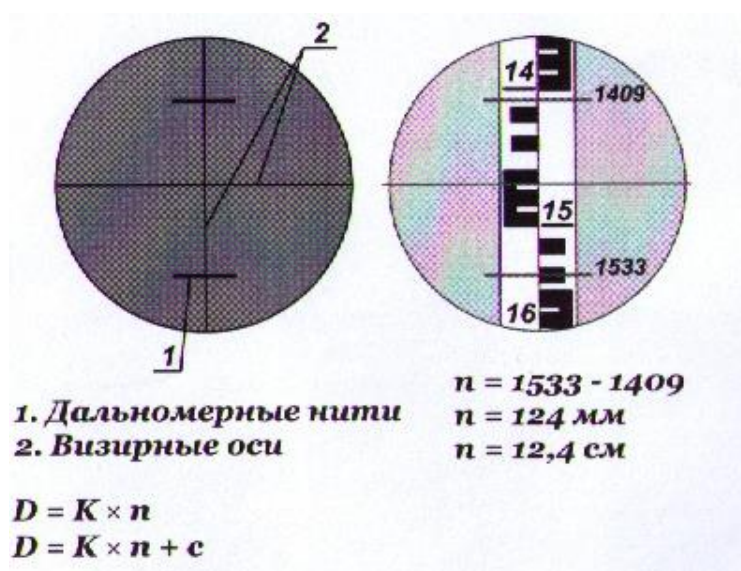


Рис. 19

где  $K$ - коэффициент дальномера равный 100

$c$ - близка к нулю

$n$  – отсчет по рейке выраженный в см.

$$D = 100 \cdot 12,4 = 1240 \text{ см.} = 12,4 \text{ м}$$

## ***Лабораторная работа: Измерение углов электронным теодолитом.***

### ***Цель работы:***

- 1. Изучить электронный теодолит.*
- 2. Развить навыки обращения с теодолитом: технику наведения.*
- 3. Научиться выполнять поверки и юстировки теодолита.*
- 4. Развить навыки измерения горизонтального и вертикального углов.*

### ***Обеспечение:***

- электронный теодолит VEGA TEO – 20;*
- штатив S6;*
- отвес;*
- визирные цели;*
- рабочая тетрадь;*
- письменно - чертежные принадлежности.*

### **В результате выполнения лабораторной работы студент должен:**

**знать:** устройство электронного теодолита, порядок выполнения поверок и юстировок теодолита, порядок измерений горизонтального и вертикального углов.

**уметь:** использовать теодолит для измерения горизонтальных и вертикальных углов.



### **Методика выполнения работы**

*Устройство электронного теодолита VEGA TEO – 20*





## Дисплей

Обозначение на дисплее	Функция
V	<p>Символ вертикального угла SEG указывается на месте вертикального отсчета, пока зрительная труба не пройдет через место нуля горизонтальной оси. Эта процедура устанавливает место нуля.</p>  <p>(См. часть 1.2.3, "Настройки измерения")</p>
H <sub>R</sub>	Символ горизонтального угла, измеренного по часовой стрелке.
H <sub>L</sub>	Символ горизонтального угла, измеренного против часовой стрелки.
	Символ, указывающий уровень заряда батареи. (См. часть 4, Источник питания)
G	Угловые измерения в гонах.
%	Уклон. (См. часть 1.2.3, Настройки измерения)

## Функциональные клавиши

Клавиша	Функция	Операция
R/L	Установка направления отсчета горизонтального угла.	Изменение направления измерения горизонтального угла по часовой стрелке на направление измерения против часовой стрелки. Направление меняется при каждом нажатии клавиши.
HOLD	Удержание отсчета горизонтального угла.	Удержание текущего значения горизонтального угла на дисплее. Когда нажата эта клавиша, отсчет горизонтального угла мигает. Теодолит можно повернуть без изменения отсчета горизонтального угла. Повторное нажатие клавиши разблокирует отсчет горизонтального угла.
	Подсветка дисплея и сетки нитей.	Для включения подсветки дисплея и сетки нитей нажмите эту клавишу, повторное нажатие данной клавиши отключает подсветку.
V%	Уклон.	Переход от градусов/гонов к уклону в % для вертикального угла. Символ "%" появляется на дисплее, когда активизирован режим уклона.
OSET	Обнуление отсчета горизонтального круга.	Обнуление отсчета горизонтального круга на дисплее. Нажатие этой клавиши устанавливает отсчет 0°00'00" на любое направление.
	Включение/выключение.	Включает/выключает теодолит.

## Подготовка к измерению

*Установка и горизонтирование:*

1. Установите штатив над точкой и закрепите ножки.
2. Установите теодолит на штатив и закрутите становой винт.
3. Приблизительно приведите инструмент к горизонту по круглому уровню.

А) Используя подъемные винты А и В переместите пузырек круглого уровня, чтобы он оказался посередине от левого и правого края (рис. 20 а).

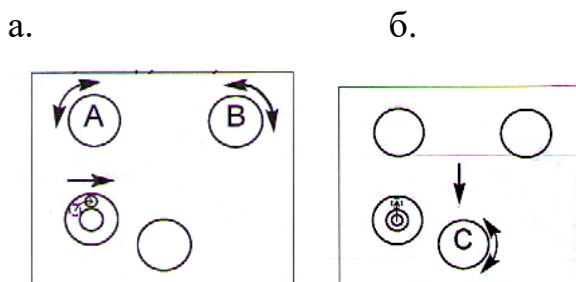


Рис. 20 Приведение инструмента к горизонту по круглому уровню

В) Используя подъемный винт С, переместите пузырек в центр круглого уровня (рис. 20 б).

4. Для точного горизонтирования инструмента используйте цилиндрический уровень:

А) Проверните инструмент таким образом, чтобы пузырек цилиндрического уровня оказался в одном из следующих положений. Затем используя подъемные винты А и В, переместите пузырек в центр уровня.

В) Поверните инструмент на  $90^\circ$  и переместите пузырек в центр уровня с помощью винта С (рис. 21).

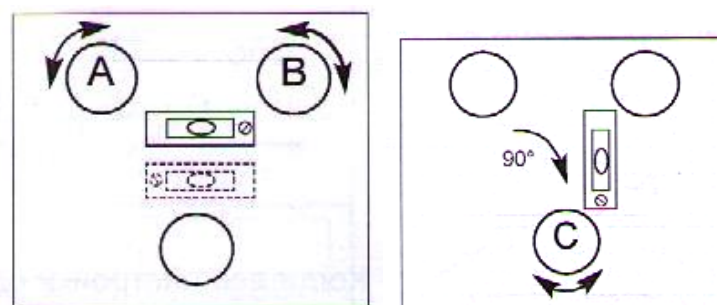


Рис. 21 Точное горизонтирование инструмента используя цилиндрический уровень

С) Повторите пункты А и В, пока пузырек не будет в центре цилиндрического уровня при повороте инструмента. Если этого не удастся сделать, см. проверки теодолита– «Юстировка цилиндрического уровня».

5. Выполните центрирование инструмента с помощью оптического центрира.

А) Поворачивая кольцо окуляра оптического центрира, добейтесь четкого изображения сетки нитей.

В) Поворачивая фокусирующее кольцо оптического центрира, добейтесь четкого изображения точки, по которой выполняют центрирование.

С) Закрепите становой винт и проверьте (пункты 3 и 4), чтобы пузырьки круглого и цилиндрического уровня оставались в середине этих уровней.

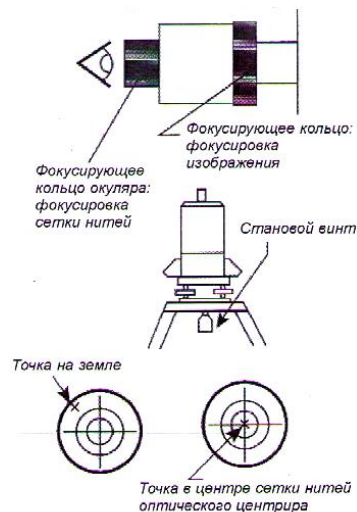


Рис. 22 Центрирование инструмента с помощью оптического центрира

Фокусирование зрительной трубы: наведите зрительную трубу на яркую поверхность и поверните окуляр зрительной трубы до тех пор, пока сетка нитей не станет четкой. Следите, чтобы не было параллакса, видимого смещения между точкой визирования и сеткой нитей при перемещении глаза. Параллакс снижает точность измерений.

Чтобы установить наличие параллакса, выполните следующие действия:

1) Наведите зрительную трубу на точку визирования и приведите ее в фокус.

2) Перемещайте глаз вверх и вниз или вправо и влево и следите за смещением точки визирования относительно перекрестия сетки нитей.

3) Если параллакс есть, подрегулируйте окуляр.

Всегда устраняйте параллакс перед началом работы, чтобы гарантировать точность измерений.

Ослабьте фиксирующие винты и наведите зрительную трубу на цель, используя визиры, расположенные над и под зрительной трубой.

Следите, чтобы между глазом и визиром было небольшое расстояние.

### ***Измерение горизонтальных углов:***

1. Наведите зрительную трубу на точку А.
2. Нажмите «0SET», чтобы обнулить отсчет горизонтального круга.
3. Наведите зрительную трубу на вторую точку В. На экране появится значение угла между точками А и В (рис. 23).

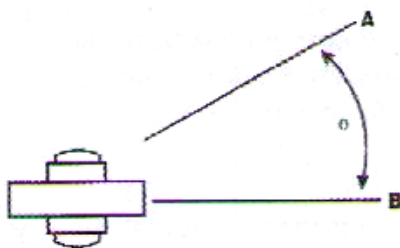


Рис. 23 Определение горизонтального угла

Символ «HR» на дисплее означает, что измерение угла выполнено по часовой стрелке.

Символ «HL» на дисплее означает, что измерение угла выполнено против часовой стрелки.

### ***Установка горизонтальных углов:***

1. Поворачивайте теодолит до тех пор, пока на дисплее не появится необходимый отсчет.
2. Нажмите клавишу «HOLD». Выбранный отсчет будет мигать некоторое время.
3. Наведите зрительную трубу на точку и нажмите кнопку «HOLD». Горизонтальный угол будет отсчитываться от установленного значения.

### *Измерение вертикальных углов:*

Для измерения вертикальных углов в теодолите реализованы три системы отсчета. Подробнее см. в пункте настройки измерений. Выберите необходимую Вам систему отсчета.

### *Измерение уклона:*

Нажатием клавиши «V%», можно переключать значения вертикальных углов на значения уклонов в диапазоне от 0% до 100%. Режим измерения уклона отмечен на дисплее символом «%» (рис. 24).

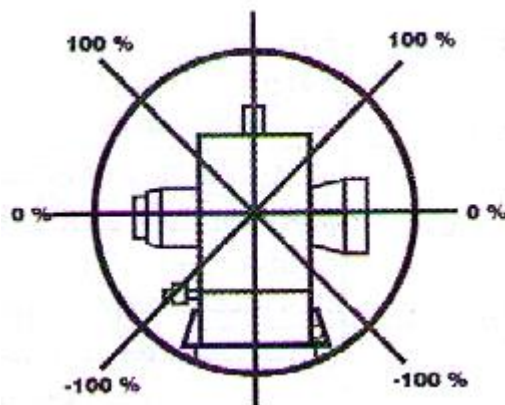


Рис. 24 Измерение уклона

## ***Поверки и юстировки***

### *Предупреждения:*

Поверки и юстировки теодолита необходимо проводить в определенном порядке:

1. Поверка и юстировка цилиндрического уровня.
2. Поверка и юстировка круглого уровня.
3. Поверка и юстировка оптического центрира.

Всегда проверяйте результаты юстировок.

### *Поверка и юстировка цилиндрического уровня:*

А) Расположите теодолит так, чтобы цилиндрический уровень был параллелен линии, соединяющей два подъемных винта А и В. Приведите пузырек в середину уровня этими винтами.

В) Поверните теодолит на  $90^\circ$  и приведите пузырек в середину уровня подъемным винтом С.

С) Вернитесь в первоначальное положение (пункт А). Проверьте еще раз пузырек и, если необходимо, повторите операцию. Поверните теодолит на  $180^\circ$ . Пузырек не должен смещаться из центра уровня. Если он смещается, перейдите к пункту D.

D) С помощью юстировочной шпильки поверните винт, пока пузырек не сместится на половину расстояния до серединного положения пузырька.

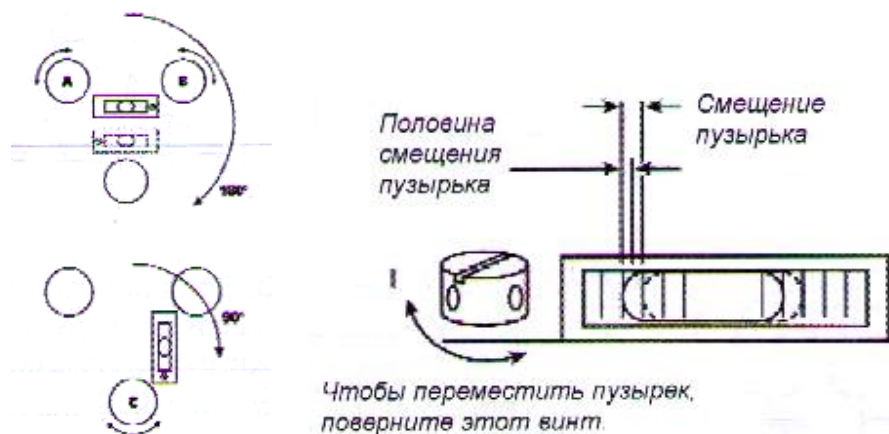


Рис. 25 Поверка и юстировка цилиндрического уровня

Е) Вернитесь в первоначальное положение (пункт А) и повторите пункты А-С до тех пор, пока пузырек не будет находиться в центре уровня.

#### *Поверка круглого уровня:*

Если пузырек круглого уровня находится в центре после приведения в центр пузырька цилиндрического уровня, то дальнейшая юстировка не нужна. В противном случае необходимо сделать следующее.

Используя юстировочную шпильку, поверните юстировочные винты, пока пузырек круглого уровня не переместится в центр.



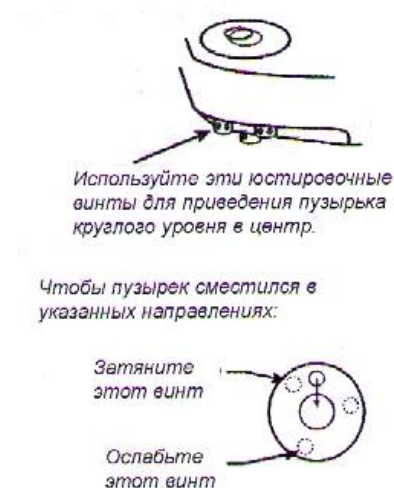


Рис. 26 Поверка и юстировка круглого уровня

Не перетягивайте юстировочные винты. Ослабьте один винт на  $\frac{1}{4}$  оборота винта, затем затяните другой винт также на  $\frac{1}{4}$  оборота.

#### *Поверка и юстировка оптического центрира:*

Данная юстировка необходима, чтобы линия визирования оптического центрира совпадала с вертикальной осью.

А) Наведите оптический центрир на точку с помощью подъемных винтов или, ослабив становой винт и передвинув инструмент к точке.

В) Поверните теодолит на  $180^\circ$  и повторите визирование через оптический центрир. Если точка находится в центре круга поля зрения оптического центрира, юстировка не нужна. Если же нет, то необходимо перейти к пункту С.

С) Снимите крышку юстировочных винтов оптического центрира. Поверните ее против часовой стрелки. Вы увидите четыре юстировочных винта.

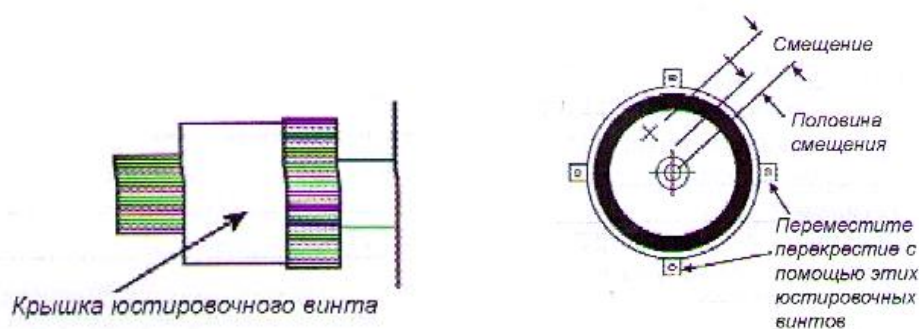






Рис. 27 Поверка и юстировка оптического центрира



Д) Используя юстировочную шпильку, поверните юстировочные винты наполовину смещения перекрестия сетки нитей центра от точки. Ослабьте один винт на  $\frac{1}{4}$  оборота, затем затяните противоположный винт на  $\frac{1}{4}$  оборота.

Е) Повторяйте пункты А-Д, пока при повороте вокруг вертикальной оси инструмента смещение не пропадет.

*Установка места нуля вертикального круга:*

Операция	Клавиша	Дисплей
Точное горизонтирование теодолита	нет	
Нажмите клавишу V% и удерживайте ее пока нажимаете клавишу питания. На дисплее теодолита появится режим установки места нуля вертикального круга.	V% ⓪	V 0 SEG 
Поверните зрительную трубу, чтобы установить место нуля. На дисплее появится "STEP--1".		V 95°10'20" H <sub>R</sub> STEP---1 
Наведите зрительную трубу на цель, расположенную близко к горизонту на расстоянии примерно 100 м. Нажмите "V%". Данные для первой точки будут сохранены. На дисплее появится "STEP--2".	V%	V 95°10'20" H <sub>R</sub> STEP---2 
Переверните зрительную трубу и снова визируйте ее на начальную точку. Нажмите "V%". Данные для второй точки будут сохранены, и место нуля вертикального круга будет установлено. После нажатия клавиши инструмент подаст звуковой сигнал и вернется в режим обычных измерений.	V%	V 261°12'43" H <sub>R</sub> 180°00'00" 

1. Измерить горизонтальный и вертикальный углы при помощи электронного теодолита. Данные занести в таблицы.

№ станции	Положение круга	№ точки	Угол $\beta$	$\beta_{\text{ср}}$
А	КЛ	7	13°45'20"	13°45'25"
		8		
	КП	7	13°45'30"	
		8		

Точка наблюдения	Положение круга	$\nu$	$\nu_{\text{ср}}$
5	КЛ	6°30'10"	6°30'10"
	КП	6°30'10"	

## ***Практическая работа: Вычислительная обработка теодолитного хода.***

### ***Цель работы:***

*1. Научиться вычислять координаты точек замкнутого теодолитного хода.*

### ***Обеспечение:***

- письменно - чертежные принадлежности;*
- рабочая тетрадь.*

### **В результате выполнения практической работы студент должен:**

**знать:** последовательность измерений при проложении теодолитного хода, суть контроля угловых и линейных измерений в теодолитных ходах, алгоритмы вычислительной обработки.

**уметь:** выполнить вычисления для получения координат точек теодолитного хода.

## **Методика выполнения работы**

Теодолитным ходом называют систему закрепленных в натуре точек, координаты которых определены из измерения углов и расстояний. Теодолитные ходы, как правило, прокладывают между точками государственной геодезической сети.

*Теодолитные ходы* - геодезические построения в виде ломанных линий, в которых углы измеряют полным приемом теодолита, а длины сторон лентами, рулетками или дальномерами.

*Замкнутый ход.* Прокладывается по границам участка, подлежащего съемке, в виде замкнутого многоугольника (полигона).

### **1. Выбрать исходные данные:**

-данные полевых измерений углов поворота и длин линий взять в таблице

№ угла поворота	Измеряемые углы (правые по ходу)	Длины линий, м
1	110° 01'	
		20,583
2	114° 46'	
		19,925
3	100° 17'	
		17,378
4	120° 06'	
		23,479
5	94° 52'	
		19,345
1	110° 01'	

- значение дирекционного угла  $\alpha_{1-2} = 24^\circ 55'$

- координаты  $X_1$  и  $Y_1$  начальной точки 1 (0, 0)

2. Вписать в бланк ведомости вычисления координат (см. стр. 70) данные полевых измерений углов поворота (графа 2) и длин линий (графа 7), которые берутся в исходных данных:

3. Подсчитать сумму практических правых по ходу углов  $\Sigma\beta_{\text{пр.}}$  по формуле:

$$\Sigma\beta_{\text{пр.}} = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5,$$

Подсчитать сумму теоретических углов,  $\Sigma\beta_{\text{теор.}}$  которая определится по формуле:

$$\Sigma\beta_{\text{теор.}} = 180^\circ (n - 2),$$

где  $n$  - число углов в замкнутом полигоне.

4. Определить величину невязки  $f_{\beta\text{практ.}}$ , суммы  $\Sigma\beta_{\text{практ.}}$  углов замкнутого полигона по формуле:

$$f_{\beta\text{пр}} = \Sigma\beta_{\text{пр.}} - \Sigma\beta_{\text{теор.}},$$

где  $\Sigma\beta_{\text{практ.}}$  – сумма практических правых по ходу углов

$\Sigma\beta_{\text{теор.}}$  – сумма теоретических углов.

Сравнить полученный результат с допустимой невязкой  $f_{\text{доп.}}$ , определяемой по формуле:

$$f_{\text{доп.}} = 2 t \sqrt{n},$$

где  $n$  - число измеренных углов в полигоне

$t$  – точность прибора  $0^{\circ} 00'30''$

Если невязка  $f_{\text{доп.}} \geq f_{\text{пр.}}$ , то её необходимо распределить на измеренные углы, образованные наиболее короткими сторонами. При наличии примерного равенства сторон поправка  $V_{\beta}$  в измеренный угол вычисляется по формуле:

$$V_{\beta} = f_{\text{пр.}} / n,$$

Полученные поправки  $V_{\beta}$  записывают в графу 3 напротив соответствующего измеренного угла.

Исправленные значения углов поворота теодолитного хода записываются в графу 4.

После введения поправок сумма исправленных углов полигона должна быть равна теоретической сумме углов.

5. Вычислить дирекционные углы всех линий полигона по формуле:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^{\circ} - \beta_2$$

$$\alpha_{3-4} = \alpha_{2-3} + 180^{\circ} - \beta_3 \text{ и т.д.}$$

Значение исходного дирекционного угла  $\alpha_{1-2}$  принять из исходных данных.

Контролем вычислений дирекционных углов служит получение в конце вычислений начального дирекционного угла  $\alpha_{1-2}$ .

6. По вычисленным значениям дирекционных углов определить румбы  $r$ , и записывать в графу 6 и сокращённо четверть, где расположен румб каждого угла.

При вычислении румбов использовать таблицу.

Четверть	$\alpha$	$r$
I СВ	$0 \dots 90^\circ$	$\alpha$
II ЮВ	$90^\circ \dots 180^\circ$	$180^\circ - \alpha_2$
III ЮЗ	$180^\circ \dots 270^\circ$	$\alpha_3 - 180^\circ$
IV СЗ	$270^\circ \dots 360^\circ$	$360^\circ - \alpha_4$

7. В графу 7 записать длины линий и определить длину хода  $D$  (сумма длин линий).

8. Вычислить приращение координат по румбам  $r$  и длинам линий  $d$  по формулам:

$$\Delta X_i = d \cdot \cos r_i$$

$$\Delta Y_i = d \cdot \sin r_i$$

Приращения координат при записи в ведомость можно округлять до 0,001м.

Знаки приращений будут зависеть от того, в какой координационной четверти находится та или другая сторона полигона. При определении знака приращения использовать таблицу.

Название румбов	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Знаки $\Delta X$	+	-	-	+
$\Delta Y$	+	+	-	-

9. Подсчитать невязки  $f_x$  и  $f_y$  в приращениях координат по формулам:

$$f_{\Delta x} = \sum \Delta X_i ;$$

$$f_{\Delta y} = \sum \Delta Y_i.$$

10. Определить допустимость полученных невязок, вычислить для этого абсолютную невязку  $f_{\text{абс}}$  по формуле:

$$f_{\text{абс}} = \pm \sqrt{(f_{\Delta x})^2 + (f_{\Delta y})^2},$$

и допустимость относительной невязки:

$$f_{\text{отн}} = f_{\text{абс}} / \sum D = \dots < \text{или} = 1 / 2000,$$

где  $D$  – длина хода, м

11. Если полученная относительная невязка меньше или равна предельной, то необходимо проверить, чтобы суммы приращений равнялись нулю, т.е.  $\sum \Delta X_i = 0$ ;  $\sum \Delta Y_i = 0$ , если условие не выполнено, вводятся поправки в графы 10 и 11.

Увязка приращений производится отдельно по абсциссам и ординатам. Поправки распределяются на вычисленные приращения пропорционально длине сторон и вводятся со знаком, обратным знаку невязки.

12. После введения поправок в графы 12 и 13 записать исправленные приращения.

13. По исправленным значениям приращений координат вычислить координаты вершин полигона, для чего в графах 14 и 15 записать исходные координаты  $X_1$  и  $Y_1$  начальной точки 1. Вычисление координат остальных точек полигона проводится по формулам:

$$X_{\text{послед}} = X_{\text{пред}} \pm \Delta X_i;$$

$$Y_{\text{послед}} = Y_{\text{пред}} \pm \Delta Y_i$$

Контролем правильности вычисления координат вершин углов поворота в случае замкнутого полигона служит получение координат  $X_1$  и  $Y_1$ .



# **Ведомость вычисления координат**

N точек	$\beta_{изм.}$	Поп- равки	$\beta_{исправ.}$	$\alpha$ Дирекц. угол	r румб	Длина линий	Вычисленные приращения		Поправки		Исправленные приращения		Координаты	
							$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
1	110°01'		110°01'										0	0
				24°55'	СВ 24°55'	20,583	+18,667	+8,672	-0,002	-0,005	+18,665	+8,667		
2	114°47'		114°46'										+18,665	+8,667
				90°09'	ЮВ 89°51'	19,925	-0,052	+19,925	-0,002	-0,005	-0,054	+19,92		
3	100°17'	-0°01'	100°16'										+18,611	+28,587
				169°53'	ЮВ 10°07'	17,378	-17,108	+3,052	0,002	-0,005	-17,11	+3,047		
4	120°06'		120°06'										+1,501	+31,634
				229°47'	ЮЗ 49°47'	23,479	-15,16	-17,929	-0,002	-0,005	-15,162	-17,934		
5	94°52'	-0°01'	94°51'										-13,661	+13,7
				314°56'	СЗ 45°04'	19,345	+13,663	-13,695	-0,002	-0,005	+13,661	-13,7		
1														

$\Sigma \beta_{теор} = 180^\circ (n - 2) = 540^\circ 00'$  Длина хода  $\Sigma D = 100,71$   $+32,33$   $+31,649$   $+32,326 + 31,634$   $x_z = x_i + \Delta X$   
 Угловая невязка  $-32,32$   $-31,624$   $-32,326 - 31,634$   $y_z = y_i + \Delta Y$   
 $f_{\beta_{теор}} = \Sigma \beta_{теор} - \Sigma \beta_{теор} =$  Невязки приращений  $f_{\Delta X} = 0,01$   $f_{\Delta Y} = 0,025$   $f_{\Delta X} = 0$   $f_{\Delta Y} = 0$   
 $= 540^\circ 02' - 540^\circ 00' = 0^\circ 02'$

Абсолютная невязка хода  $f_{абс} = \sqrt{(f_{\Delta X})^2 + (f_{\Delta Y})^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,025^2} = 0,026926$  м  
 Допустимость относительной невязки  $f_{отн} = f_{абс} / \Sigma D \leq 1 / 2000$   
 $f_{отн} = 0,026926$  м /  $100,71 = 0,000267 \leq 1 / 2000 = 0,0005$   
 Угловая невязка  $f_{углов} = 2t \sqrt{n} =$   
 $= 2 * 0^\circ 00' 30'' \sqrt{5} = 0^\circ 02' 14''$   
 $t = 0^\circ 00' 30''$  n – число углов

***Практическая работа: Нанесение точек замкнутого теодолитного хода на план. Вычисление площади участка.***

***Цель работы:***

- 1. Развить навыки построения координатной сетки.*
- 2. Научиться наносить точки теодолитного хода по координатам на план.*
- 3. Научиться вычислять площадь участка.*

***Обеспечение:***

- письменно - чертежные принадлежности;*
- рабочая тетрадь.*

**В результате выполнения практической работы студент должен:**

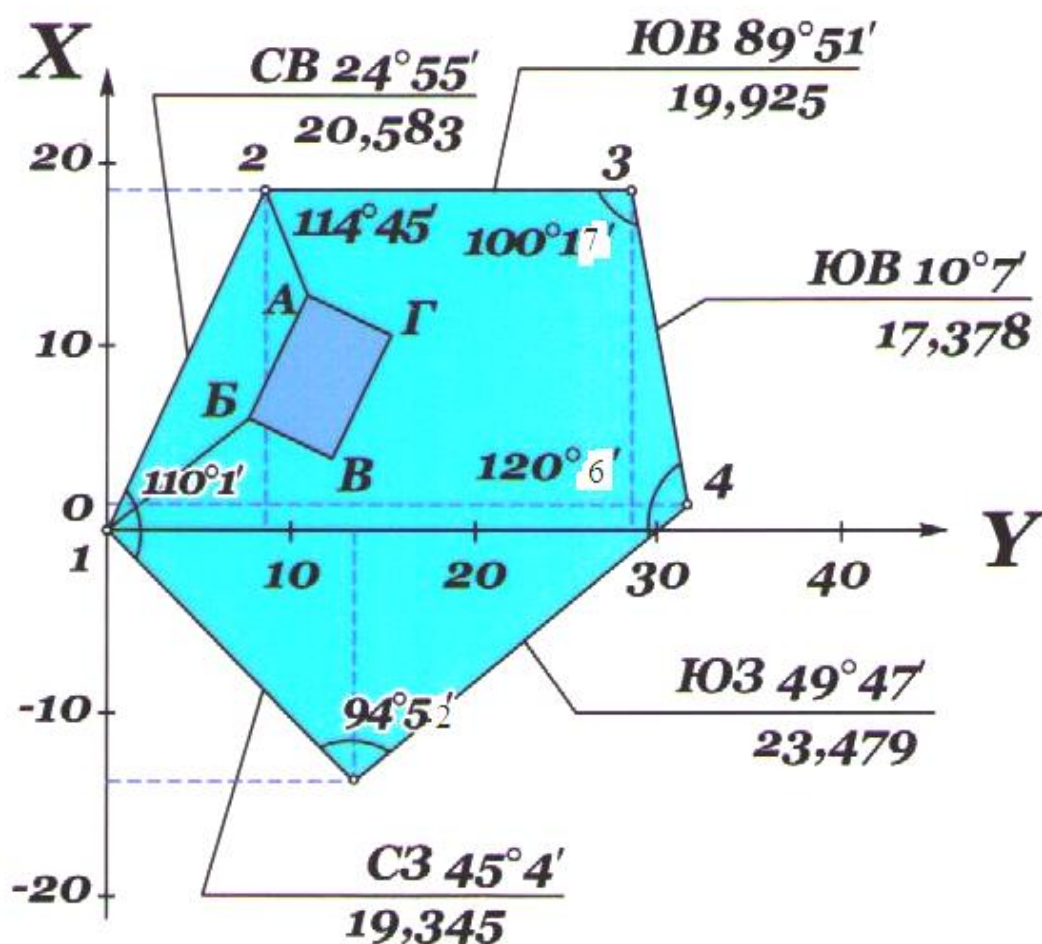
**знать:** методику нанесения точек теодолитного хода на план и вычисления площади участка.

**уметь:** нанести точки теодолитного хода по координатам на план, вычислить площадь участка.

**Методика выполнения работы.**

1. Построить на чертежной бумаге координатную сетку в М 1: 500 (см. рис. 33). Также на этом листе вычертить таблицу и внести в неё координаты  $X_i$  и  $Y_i$  всех точек.
2. По координатам вершин теодолитного хода наносят все точки, проверяя расстояние между ними по масштабу и горизонтальные углы, сравнивая их с длинами сторон, записанными в графе 7 и горизонтальными углами, записанными в графе 4 (см. таб. стр. 70).

Схема теодолитного хода



NT	1	2	3	4	5
X	0	18,665	18,611	1,501	-13,661
Y	0	8,667	28,587	31,634	13,700

NT	A	Б	В	Г
X	12,8	6,0	3,7	10,6
Y	10,9	7,8	12,5	15,5

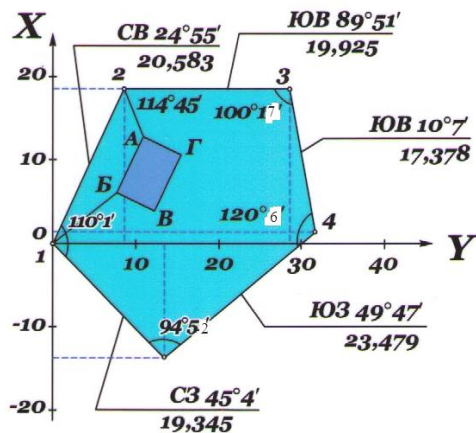
Рис. 33

3. Выполнить расчет площади участка:

Фигура № 1 – трапеция: площадь трапеции определяется по формуле

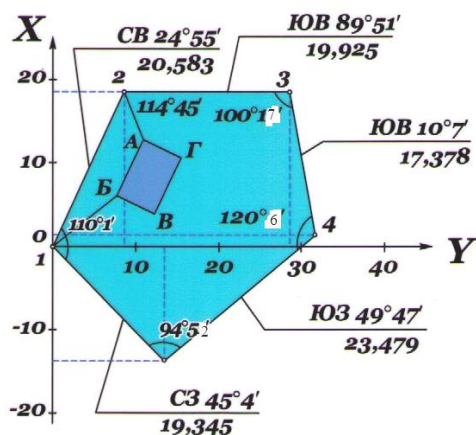
$$S_1 = \{[a + b] / 2\} \cdot h$$

$$S_1 = \{[13,661 + (18,665 + 13,661)] / 2\} \cdot 8,667 = 199,2847 \text{ м}^2$$



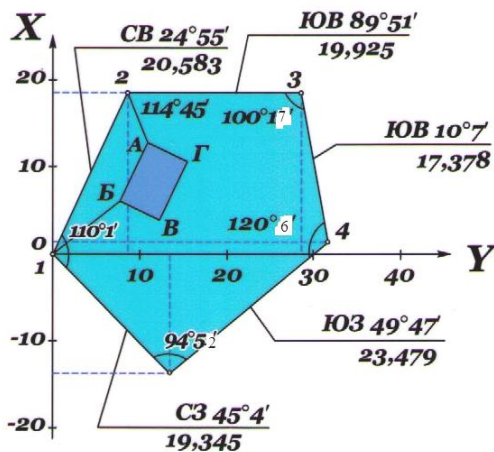
Фигура № 2 – трапеция: площадь трапеции определяется по формуле

$$S_2 = \{[(18,665 + 13,661) + (18,611 + 13,661)] / 2\} \cdot (28,587 - 8,667) = 643,3961 \text{ м}^2$$



Фигура № 3 – трапеция: площадь трапеции определяется по формуле

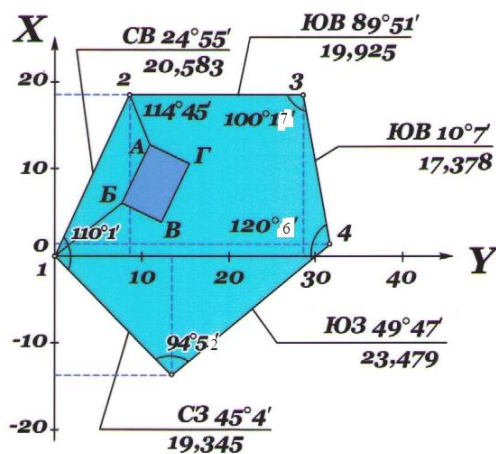
$$S_3 = \{[(18,611 + 13,661) + (1,501 + 13,661)] / 2\} \cdot (31,634 - 28,587) = 72,2657 \text{ м}^2$$



Фигура № 4 – треугольник: площадь треугольника определяется по формуле:

$$S_4 = [a \cdot b] / 2$$

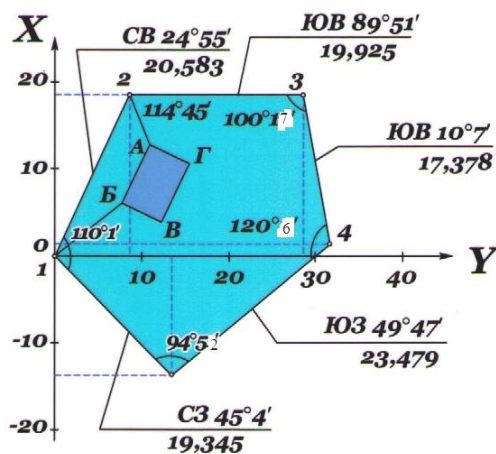
$$S_4 = [13,7 \cdot 13,661] / 2 = 93,5779 \text{ м}^2$$



Фигура № 5 – треугольник: площадь треугольника определяется по формуле:

$$S_5 = [a \cdot b] / 2$$

$$S_5 = [(1,501 + 13,661) \cdot (31,634 - 13,7)] / 2 = 135,9577 \text{ м}^2$$



Площадь замкнутого теодолитного хода определяется по формуле:

$$S_{\text{общ}} = (S_1 + S_2 + S_3) - (S_4 + S_5)$$

$$S_{\text{общ}} = (199,2847 + 643,3961 + 72,2657) - (93,5779 + 135,9577) = 685,411 \text{ м}^2$$

***Лабораторная работа: Работа с оптическим нивелиром. Выполнение поверок нивелира.***

***Цель работы:***

- 1. Изучить нивелир и нивелирные рейки.*
- 2. Развить навыки выполнения поверок и юстировок нивелира.*

***Обеспечение:***

- нивелиры SETL AT – 20D, VEGA L30;*
- штатив;*
- нивелирная рейка PH – 3000, VEGA TS 3M;*
- визирные цели.*

***В результате выполнения лабораторной работы студент должен:***

**знать:** устройство нивелира и нивелирных реек, порядок выполнения поверок и юстировок нивелира.

**уметь:** обращаться с нивелиром, выполнять поверки и юстировки нивелира, снимать отсчеты по нивелирной рейке.

**Методика выполнения работы.**

Нивелирование – вид геодезических измерений, в результате которых определяют превышения точек, а также их высоты над принятой уровенной поверхностью. Нивелирование производят для изучения форм рельефа: определения высот точек при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и инженерных сооружений. Нивелиром называют геодезический инструмент, визирная ось трубы которого в рабочем положении горизонтальна.



## Устройство VEGA L30



### Внешний вид VEGA L30



Нивелиры VEGA L30 (1); SETL AT – 20D (2); SOKKIA B1 (3)

1)



2)



3)



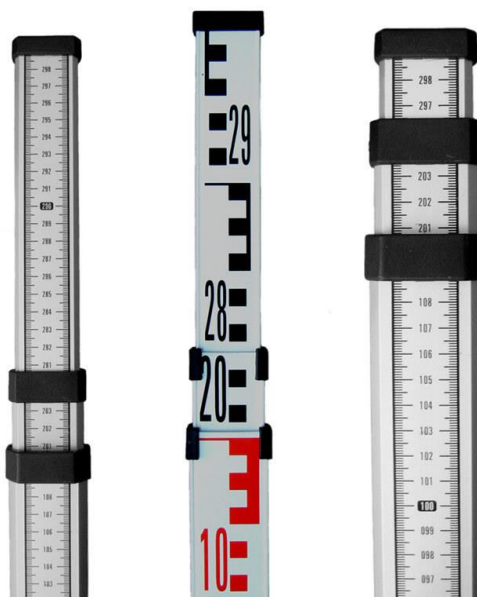


## Штатив S6 (4), нивелирная рейка VEGA TS 3M (5)

4)



5)



### 1. Установить нивелир на штатив.

До начала работ нивелир вынимают из укладочного ящика и укрепляют на штативе становым винтом. Выдвигая и убирая ножки штатива, устанавливают его головку «на глаз» в горизонтальное положение.

### 2. Выполнить поверки и юстировки нивелира.

Перед началом измерений нивелиром выполняют поверки с целью выявления постоянства геометрических условий, и если обнаруживается, что то или иное геометрическое условие не выполняется, производят юстировку (регулировку) прибора.

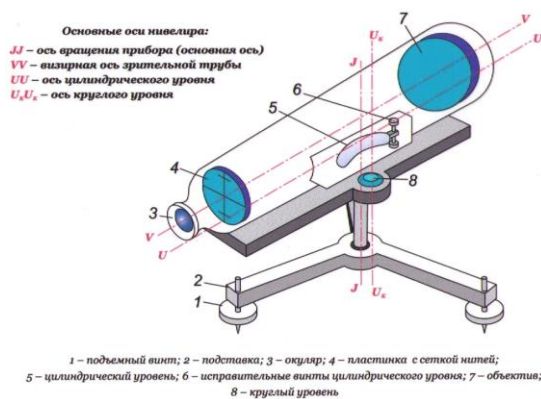
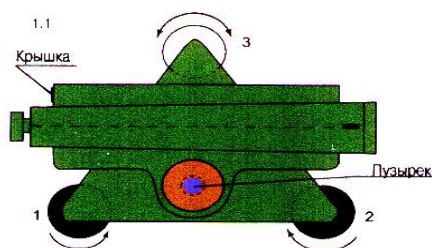
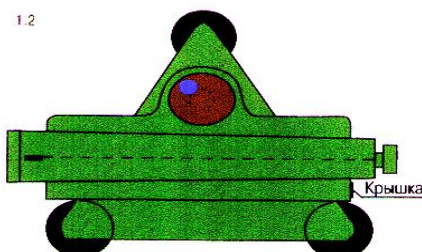


Рис. 28

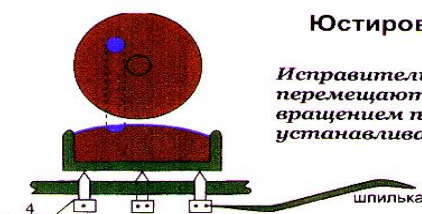
1. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения прибора



Пузырек круглого уровня приводится в нуль-пункт одновременным вращением подъемных винтов 1 и 2 в разных направлениях и винта 3.



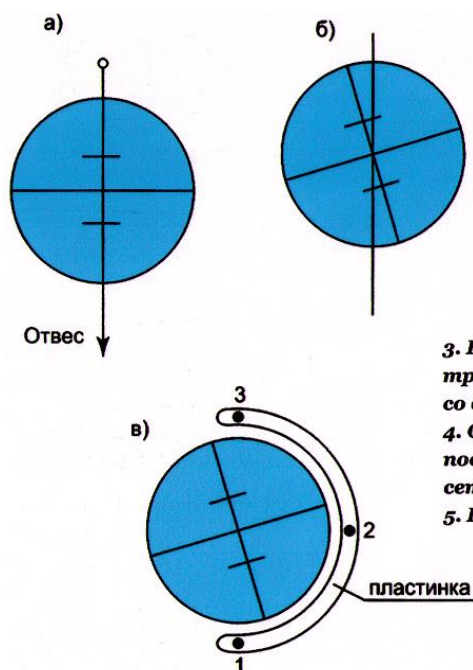
Верхнюю часть нивелира поворачивают на 180°. При смещении пузырька с центра выполняют юстировку.



#### Юстировка

Исправительными винтами (4) пузырек перемещают на половину отклонения; вращением подъемных винтов пузырек устанавливают в нуль-пункт.

2. Вертикальная нить сетки нитей должна быть параллельна оси вращения нивелира



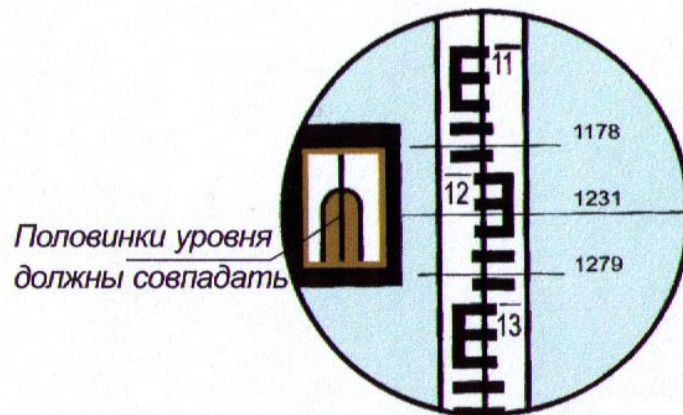
#### Юстировка

1. Установить нивелир в рабочее положение по круглому уровню
2. Навести зрительную трубу на отвес, находящийся примерно в 30 метрах. Если сетка нитей совпала с отвесом, то условие выполнено (рис. а)

3. Если нити не совпали (рис. б), то открепляют три закрепительных винта, снимают колпачок со стороны окуляра
4. Ослабляют крепежные винты (1, 2, 3), поворачивают пластинку до совпадения сетки нитей с отвесом (см. рис. в)
5. Винты 1, 2, 3 закрепляют

3. Призмы, передающие изображение пузырька, должны быть установлены правильно

Для проверки условия подъемными винтами приводят пузырек уровня в нуль-пункт, наблюдая в окно защитной коробки уровня. Если одновременно с этим придут в контакт концы пузырька и будут располагаться в середине прямоугольника, то условие выполнено. В противном случае прибор направляется в мастерскую для исправления положения призм.

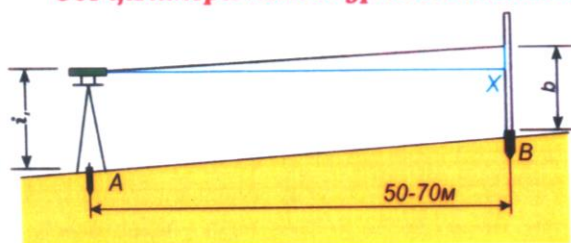


4. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы – главное условие нивелира

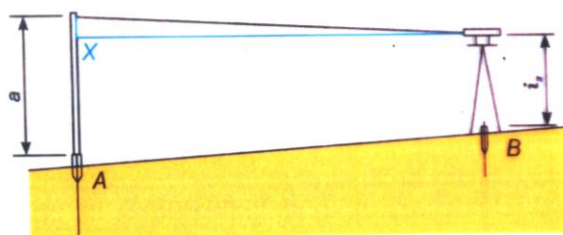
### Проверки нивелиров с цилиндрическим уровнем III

#### Проверка цилиндрического уровня

Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы



1. На местности с небольшим уклоном забивают 2 колышка на расстоянии 50-70м



2. Устанавливают нивелир в рабочее положение над точкой А. Рейкой измеряют высоту инструмента  $i_1$  и берут отсчет по рейке, стоящей в т. В.  
3. Нивелир переставляют в т. В, измеряют высоту  $i_2$  и берут отсчет а.

4. Если условие проверки не соблюдено, то в оба отсчета вошла одинаковая ошибка "х", которая определяется по формуле:  $x = (i_1 + i_2)/2 - (a + b)/2$   
Если  $x \leq \pm 4$  мм, то условие выполнено. В противном случае выполняют юстировку.

#### Юстировка

1. Верный отсчет по рейкам  $a_1 = a + x$

2. Элевационным винтом устанавливают среднюю нить сетки на отсчет а,



3. Пузырек цилиндрического уровня ушел с нуль-пункта

4. Снимают крышку в торцевой части коробки цилиндрического уровня

5. Слегка отпускают винты 3, 4; действуя винтами 1 и 2, совмещают изображение половинок концов пузырька уровня

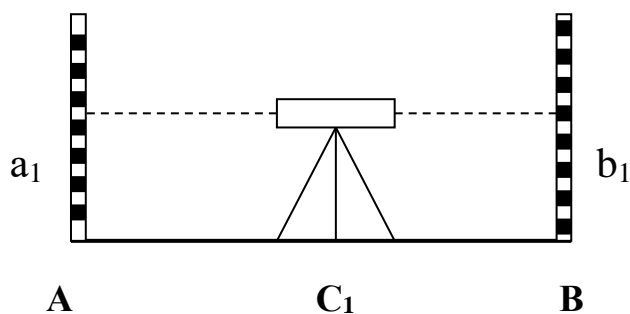
6. Проверку повторяют

$$x = (1395 + 1385) : 2 - (1382 + 1390) : 2 = 4 \text{ мм}$$

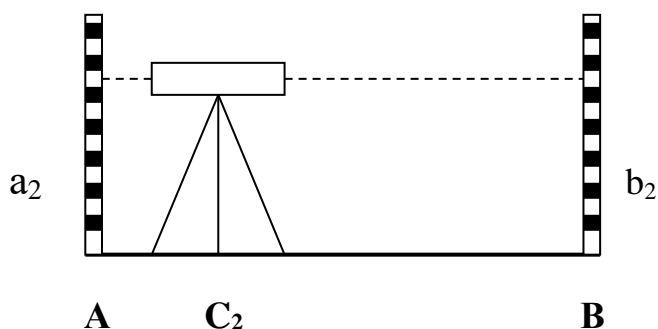
5. Проверка положения визирной оси (для самоустанавливающихся нивелиров).

Последовательность выполнения проверки: выбирают на местности две точки А и В с расстоянием между ними 30-50 м; точки закрепляют кольями, устанавливают нивелир посередине в точке  $C_1$  и берут отсчеты  $a_1$  и  $b_1$  по рейкам. Вычисляют превышение  $h_1 = a_1 - b_1$ . Устанавливают нивелир в точке  $C_2$  на расстоянии 1 - 2 м от рейки А, берут по рейкам отсчеты  $a_2$ ,  $b_2$  и вычисляют превышение  $h_2 = a_2 - b_2$ .

При равенстве превышений или разнице менее 3 мм нивелир пригоден к эксплуатации. В противном случае сделать нужно следующее: наведите прибор на рейку В и снимите защитный кожух окуляра. Используйте юстировочную шпильку, вращайте юстировочный винт пока отсчет по рейке В не станет равным  $a_2 - h$ . Повторите все действия с начала до конца пока  $(a_2 - b_2) - (a_1 - b_1) \leq 3 \text{ мм}$ .



$$h_1 = a_1 - b_1 = 1407 - 1392 = 15 \text{ мм}$$



$$h_2 = a_2 - b_2 = 1405 - 1390 = 15 \text{ мм}$$

## **Лабораторная работа: Выполнение технического нивелирования.**

### **Обработка результатов нивелирования.**

#### **Цель работы:**

1. Научиться определять превышения на станции и обрабатывать результаты технического нивелирования.

#### **Обеспечение:**

- нивелир НЗ, SETL AT – 20D, VEGA L30, SOKKIA B1;
- штатив S6;
- нивелирная рейка РН – 3000, VEGA TS 3М;
- визирные цели.

**В результате выполнения лабораторной работы студент должен:**

**знать:** устройство нивелира и нивелирных реек, способы геометрического нивелирования для определения превышения на станциях.

**уметь:** использовать нивелир для измерения превышений; обрабатывать результаты технического нивелирования, контролировать измерения.

#### **Методика выполнения работы.**

Отсчеты по рейкам производят по средней нити нивелира – по месту, где проекция средней нити пересекает рейку (см. рис. 29).

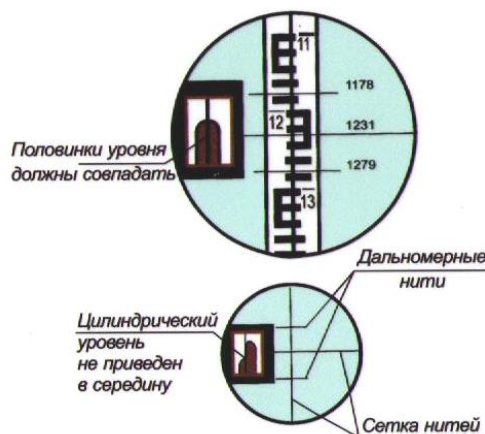
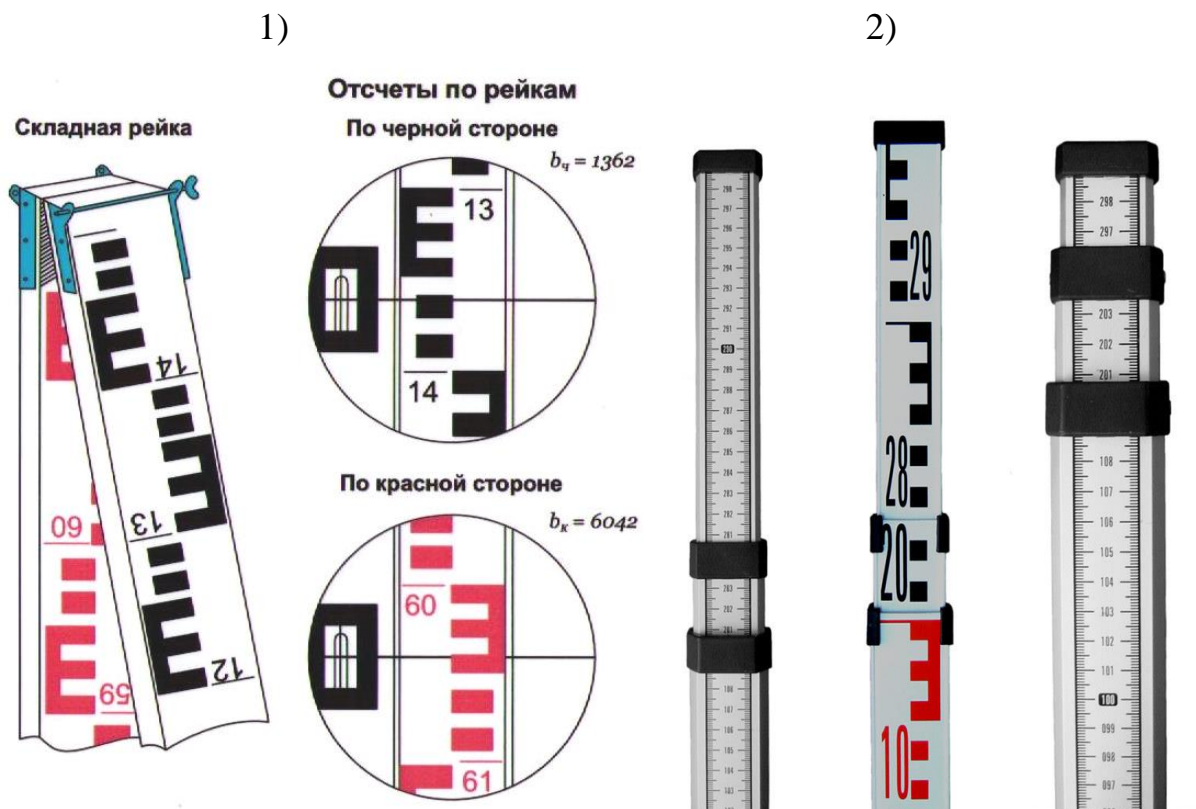


Рис. 29



Сделать отсчет по рейке – это значит определить высоту визирной оси нивелира над нулем (основанием) рейки (см. рис. 30).

Нивелирные рейки РН – 3000(1), VEGA TS 3М (2)



#### 1. Проложить ход технического нивелирования.

Техническое нивелирование создается как съемочная сеть для производства топографической съемки обычно с высотой сечения рельефа через 0,25; 0,5 и 1 м.

После установки прибора в рабочее положение нивелирование на станции производят в следующем порядке:

Отсчеты по черной и красной сторонам задней рейки;

Отсчеты по черной и красной сторонам передней рейки.

Расхождение превышений на станции, вычисленных по черной и красной сторонам реек, не должно превышать 3 мм. Отсчеты по рейкам записываются в журнал технического нивелирования, где вычисляются превышения, горизонт

инструмента необходимый для определения отметки промежуточной точки, а также отметки задней и передней точек.

При работе с двухсторонними рейками надежным контролем служит сходимость превышений, полученных по черным и красным сторонам реек.

Техническое нивелирование (см. рис. 32) производят по способу из середины в одном направлении (см. рис. 31), расстояние от прибора до реек измеряют по крайним дальномерным нитям зрительной трубы. Нормальная длина луча составляет 120 м, при хороших условиях видимости и четких изображениях она может быть увеличена до 200 м.

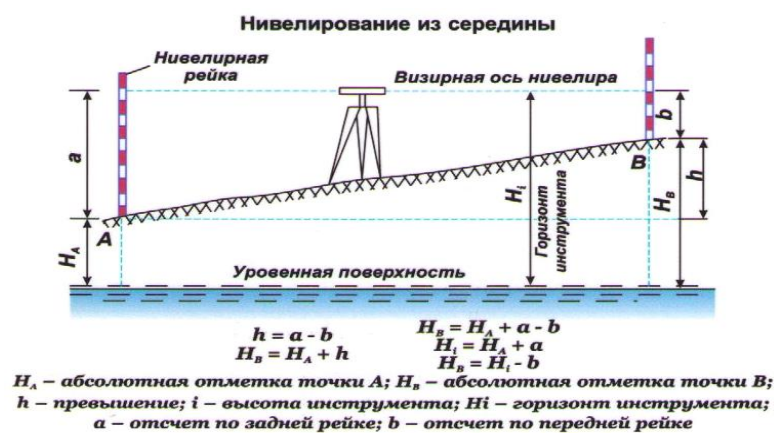


Рис. 31

### Техническое нивелирование

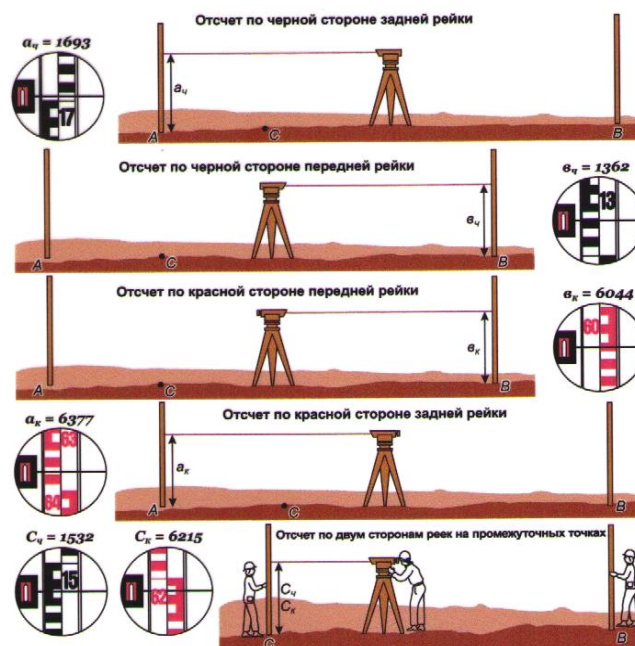


Рис. 32



2. Выполнить обработку полевого журнала технического нивелирования.

№ станции	№ точек	Отсчеты по рейке, мм			Превышение h, мм		Среднее превышение h <sub>ср</sub> , мм	Горизонт инструмента Н <sub>i</sub> , м	Отметки точек, м
		Задание	Передние	Промежуточные	+	-			
1	A	1693							128,552
	C	6377		1532	0331				
	B		1362	6215	0333		+0332	130,245	128,713
			6044						128,884

$$h_q = 1693 - 1362 = 0331 \text{ мм}$$

$$h_k = 6377 - 6044 = 0333 \text{ мм}$$

$$h_{cp} = (0331 + 0333) / 2 = 0332 \text{ мм}$$

$$H_B = 128,552 + 0,332 = 128,884 \text{ м}$$

$$H_i = 128,552 + 1,693 = 130,245 \text{ м}$$

$$H_C = 130,245 - 1,532 = 128,713 \text{ м}$$

## Критерии оценки выполнения студентами отчетных работ

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<b>Знания</b>		
- основные понятия и термины, используемые в геодезии;	<p><i>Тестирование и экзамен:</i>  «5» - 90 – 100%  правильных ответов,  «4» - 80-89%  правильных ответов,  «3» - 70-80%  правильных ответов,  «2» - 69% и менее  правильных ответов.</p> <p><i>Устный опрос:</i>  «5» - ответ полный, правильный, понимание материала глубокое;  «4» - материал усвоен хорошо, но изложение недостаточно систематизировано, отдельные умения недостаточно устойчивы, в терминологии, выводах и обобщениях имеются отдельные неточности;  «3» - ответ обнаруживает понимание основных положений темы, однако, наблюдается неполнота знаний; умения сформированы недостаточно, выводы и обобщения слабо аргументированы, в них допущены ошибки;  «2» - речь непонятная, скудная; ни один из вопросов не объяснен,</p>	<p><b>Промежуточный контроль:</b>  тестирование, оценивание практических и лабораторных работ</p> <p><b>Итоговый контроль:</b>  экзамен</p>
- назначение опорных геодезических сетей;		
- масштабы, условные топографические знаки, точность масштаба;		
- систему плоских прямоугольных координат;		
- приборы и инструменты для измерений: линий, углов и определения превышений;		
- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;		
- виды геодезических измерений.		

	навыки обобщения материала и аргументации отсутствуют.	
<b>Умения</b>	<i>Практические и лабораторные работы:</i> «5» - 90-100% правильно выполненного задания; «4» - 80-89% правильно выполненного задания; «3» - выполнение практически всей работы (не менее 70%) «2» - выполнение менее 70% всей работы.	
- читать ситуации на планах и картах;		
- решать задачи на масштабы;		
- решать прямую и обратную геодезическую задачу;		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;		
- проводить камеральные работы по окончании теодолитной съемки и геометрического нивелирования.		

## Информационное обеспечение реализации программы

Перечень учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

### **Основные источники:**

1. Киселев М.И. Геодезия: учебник / М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев. - 14-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2020. - 384 с.

### **Дополнительные источники:**

2. Учебное пособие по дисциплине "Основы геодезии". Ч.1 / И.В. Халилова; Юж.-Урал. гос. техн. колледж. - Челябинск, 2018. - 143 с.

3. Учебное пособие по дисциплине "Основы геодезии". Ч. 2 / сост. И.В. Халилова; Юж.-Урал. гос. техн. колледж. - Челябинск, 2018. - 135 с.

4. Халилова, И. В. Электронный учебник «Основы геодезии» [Электронный ресурс]: по спец. «Стр-во и эксплуатация зданий и сооружений» / И. В. Халилова; Челяб. ин-т развития проф. образования. – Режим доступа: <http://85.202.8.68/moodle/course/view.php?id=36>

5.СНиП 3.01.03.84. Геодезические работы в строительстве.

6.СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания в строительстве.

### **Интернет-ресурсы:**

<http://lib.chistopol.net/library/book/14741.html> -Публичная электронная библиотека

<http://libgost.ru/gost/> -Библиотека ГОСТов и нормативных документов