



РАССМОТРЕНО:  
на заседании цикловой методической  
комиссии промышленного и  
гражданского строительства  
Протокол № 1/03 от 23.03.2022 г.

Разработана на основе ФГОС СПО (утвержден Приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10 января 2018 г. № 2, примерной основной образовательной программы части совокупности обязательных требований к результатам освоения программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» среднего профессионального образования в очной форме обучения, действующим учебным планом.

Методические указания к практическим занятиям учебной дисциплины ОП.04 «Основы геодезии» – Новоуральск: Изд-во колледжа НТИ НИЯУ МИФИ, 2022

#### АННОТАЦИЯ

Методические указания к лабораторным работам по учебной дисциплине ОП.04 «Основы геодезии» предназначены для реализации государственных требований к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по специальности 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» среднего профессионального образования, обучающихся на базе основного общего образования и содержит разделы:

Разработчик: Беглик Н.Е., преподаватель ЦМК ПГС НТИ НИЯУ МИФИ

Рецензент:

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.04 «Основы геодезии»</b>	<b>3</b>
<b>2 ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ</b>	<b>4</b>
<b>3 Лабораторная работа №1 Выполнение и обработка линейных измерений</b>	<b>5</b>
<b>4 Лабораторная работа №2 Работа с теодолитом. Выполнение проверок теодолита</b>	<b>12</b>
<b>5 Лабораторная работа №3 Измерения углов теодолитом</b>	<b>23</b>
<b>6 Лабораторная работа № 4 Работа с нивелиром. Выполнение проверок нивелира. Обработка результатов нивелирования</b>	<b>30</b>
<b>7 Лабораторная работа №5 Работа с тахеометром. Ввод данных о станции. Координатные измерения</b>	<b>40</b>
<b>8 Лабораторная работа №6 Обратная засечка (координатная и высотная). Вынос в натуру тахеометром (расстояния и координат)</b>	<b>47</b>

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

## УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ ОП.04 «Основы геодезии»

### 1.1. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы:

Учебная дисциплина «Основы геодезии» является обязательной частью общепрофессионального цикла примерной основной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений.

Учебная дисциплина «Основы геодезии» обеспечивает формирование профессиональных и общих компетенций по всем видам деятельности ФГОС по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений. Особое значение дисциплина имеет при формировании и развитии

### 1.2. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины:

В рамках программы учебной дисциплины обучающимися осваиваются умения и знания

Код ПК, ОК	Умения	Знания
ОК 1-ОК09, ПК 1.3-ПК 1.4; ПК 2.1-ПК 2.2; ПК 2.4	<ul style="list-style-type: none"><li>- читать ситуации на планах и картах;</li><li>- решать задачи на масштабы;</li><li>- решать прямую и обратную геодезическую задачу;</li><li>- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;</li><li>- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;</li><li>- проводить камеральные работы по окончании теодолитной съемки и геометрического нивелирования.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- основные понятия и термины, используемые в геодезии;</li><li>- назначение опорных геодезических сетей;</li><li>- масштабы, условные топографические знаки, точность масштаба;</li><li>- систему плоских прямоугольных координат;</li><li>- приборы и инструменты для измерений: линий, углов и определения превышений;</li><li>- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;</li><li>- виды геодезических измерений.</li></ul>

### 3 Перечень лабораторных работ

№ занятия	Наименование тем по тематическому плану УД	Тема лабораторных работ
<b>Раздел 2. Геодезические измерения</b>		
1	Тема 2.1 Сущность измерений. Линейные измерения.	Выполнение и обработка линейных измерений
2	Тема 2.2 Угловые измерения.	Работа с теодолитом. Выполнение проверок теодолита.
3		Измерение углов теодолитом.
4	Тема 3.3 Геометрическое нивелирование	Работа с нивелиром. Выполнение проверок нивелира. Обработка результатов нивелирования.
5	Тема 3.4 Тахеометрическая съемка.	Работа с тахеометром. Ввод данных о станции. Координатные измерения.
6		Обратная засечка (координатная и высотная). Вынос в натуру тахеометром (расстояния и координат)

# **Лабораторная работа №1 Выполнение и обработка линейных измерений**

## **Раздел 2. Геодезические измерения**

### **Тема 2.1 Сущность измерений. Линейные измерения.**

1 Объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу– 2 часа

2 Основные цели лабораторной работы:

2.1 Изучение устройства, назначения и параметры средств линейных измерений в геодезии.

3 Требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- 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 съёмки и геометрического нивелирования.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

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

4 Оборудование и материалы:

- 4.1 Мерные ленты ЛЗ-20;
- 4.2 Рулетки РК, РВ, или РЗ;
- 4.3 Компаратор;
- 4.4 Вешки, шпильки;
- 4.5 Весы технические;
- 4.6 Термометр, линейки, карандаш;
- 4.7 Штангенциркуль;
- 4.8 Калькулятор;

5 План проведения лабораторной работы:

- 5.1 .Получить измерительные приборы;
- 5.2 Изучить устройство и определить параметры измерительных средств: мерных лент, рулеток, компаратора, динамометра.
- 5.3 Зарисовать измерительные приборы.
- 5.4 Измерить температуру окружающей среды.
- 5.5 Провести компарирование мерной ленты и вычислить их действительную длину.
- 5.6 Выполнить измерения дальномером
- 5.7 Защитить отчёт по лабораторной работе.

6 Содержание работы

6.1 Теоретические сведения

При геодезических работах расстояние измеряют прямым или косвенным измерением.

В первом случае пользуются мерными приборами, такими как: ленты, рулетки, троса, проволоки, а во втором - геодезическими приборами, такими как: дальномеры или светодальномеры.

#### 6.1.1 Приборы, применяемые для непосредственного измерения расстояний

##### - Ленты

На рисунке 1а показана штриховая лента с расстоянием между штрихами  $p$  и  $q$  20 м и наименьшим делением 10 см. на шкаловых лентах (рисунок 1 в) расстояние между нулевыми штрихами равно 20 или 24 м, а наименьшее деление шкалы 1 мм; такие деления нанесены только у концов ленты.

##### - Рулетки

Они (рисунок 1д) бывают тесьмяные, предназначенные для измерения коротких расстояний, металлические длиной 20, 50, или 100 м.

Технические данные мерных лент и рулеток приведены в таблице 1.

Таблица 1 Технические данные средств линейных измерений

Параметры	Лента землемерная ЛЗ-20	Рулетки металлические		
		PЗ-10	PЗ-20	PЗ-50
Длина, м	20	10	20	50
Цена деления, мм	100	1 или 10	1 или 10	1 или 10
Ширина ленты, мм	15	10	10	10
Толщина ленты, мм	0,5	0,22	0,22	0,25
Материал	Сталь 65 Г	Сталь 65 Г	Сталь 65 Г	Сталь 65 Г
Тип корпуса	Кольцо	Круглый футляр	Круглый футляр	Круглый футляр
Масса, кг	2,2	0,235	0,410	1,3

##### - Прибор А.А. Лукерина

Этот прибор представляет собой трос, изготовленный из стального телефонного кабеля длиной 50 или 100 м с кольцами на концах и размеченный на метры. При перевозке его наматывают на катушку.

##### - Проволоки

Являясь подвесными мерными приборами, проволоки бывают стальные и инварные. На концах укреплены шкалы (рисунок 1з) с миллиметровыми делениями, в строительной практике чаще применяют стальные проволоки.

#### 6.1.1 Компарирование рулеток и мерных лент.

Мерные приборы меняют свою длину с изменением температуры, и даже при нормальной температуре ( $t_n = 20^0$  С) фактическая длина лент и рулеток может не совпадать с номинальной. Их настоящую длину определяют, пользуясь уравнением изменения длины ленты (рулетки) от температуры, и затем сравнивают с эталонной длиной на компараторе (рисунок 2); сам процесс сравнения называют компарированием мерного прибора. Компарирование выполняется при

рабочем натяжении прибора 10 кг, контролируемом, динамометром и выполняют в следующем порядке:

- вычисляют действительную длину компаратора с учетом поправки на температуру, если установка компаратора и его тарирование производилось при температуре  $t_0 = 16 \text{ }^\circ\text{C}$ , вычисления производят по формуле:

$$l_k = l_0 + (l_0 + \alpha (t - t_0)) = l_0 (1 + \alpha (t - t_0)) \quad (1)$$

где  $l_k$  – действительная длина компаратора, м;  $l_0$  – длина компаратора при его тарировании, м;  $\alpha$  – коэффициент линейного расширения;  $t$  – температура компарирования мерной ленты;

- для компарирования, мерную ленту натягивают на компараторе при помощи динамометра с усилием 10 кг и определяют по шкале компаратора отклонения  $\Delta l_k$ .

При этом считается, что  $\Delta l_k$  имеет положительное значение, если рабочая лента длиннее компаратора, и отрицательное, если она короче компаратора.

Фактическая длина рабочей ленты определяется по формуле:

$$l = l_k \pm \Delta l_k \quad (2)$$

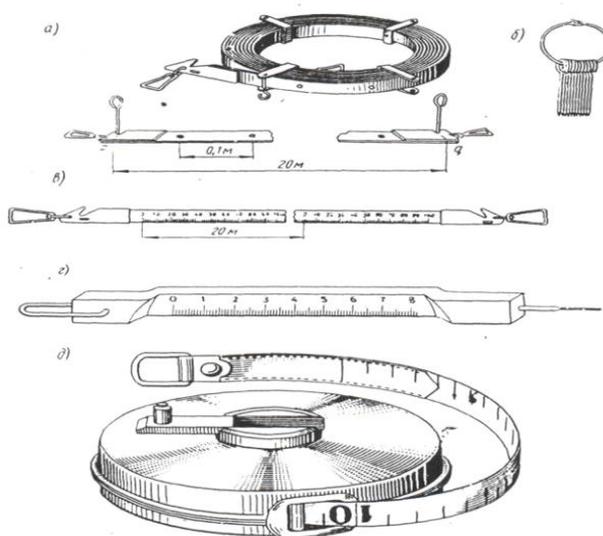


Рисунок 1 Приборы для линейных измерений

а - штриховая лента; б- шпильки; в- шкальная лента; г- шкала мерных проволок; д-рулетка

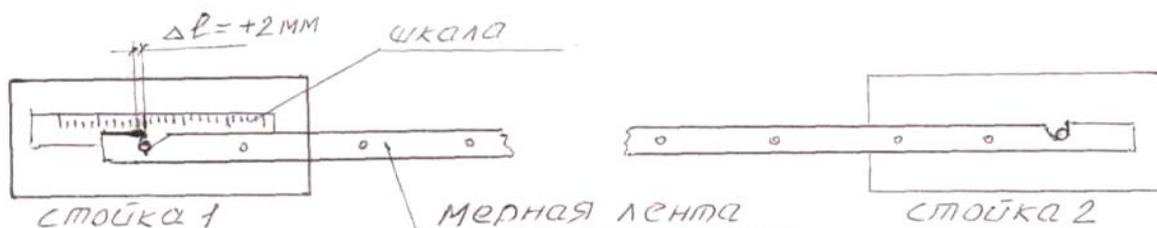


Рисунок 2 Устройство компаратора

## 6.2 Определение расстояния при помощи дальномера

Оптические геодезические приборы теодолиты и нивелиры могут быть использованы, как дальномеры для измерения расстояний до недоступных точек.

Для выполнения задачи:

- устанавливают теодолит (нивелир) над точкой «А», от которой необходимо измерить расстояние до заданного предмета (точка «В») (рисунок 2);

- приводят прибор в рабочее положение;

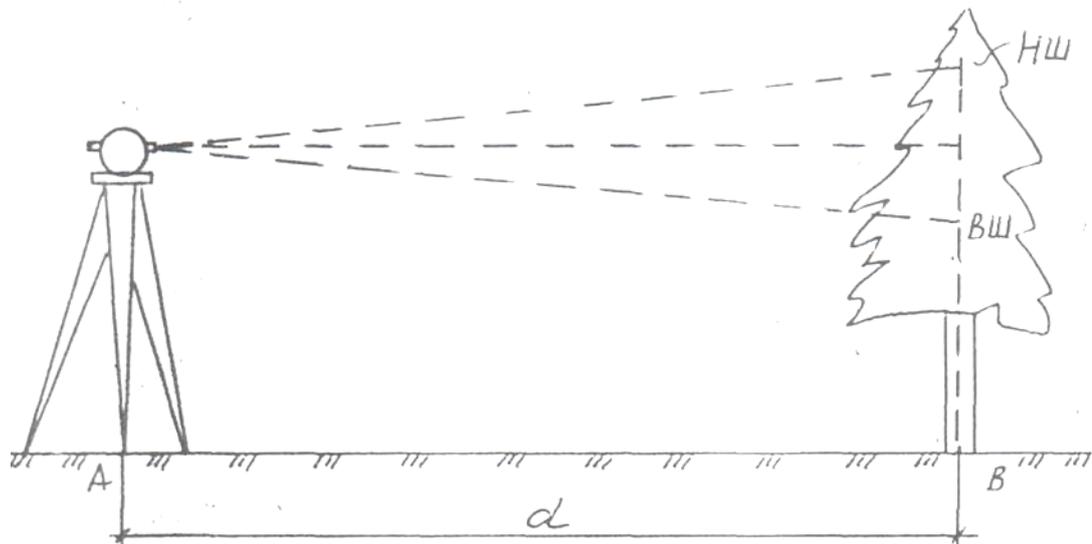


Рисунок 2 Схема измерения расстояний дальномером

-устанавливают зрительную трубу в горизонтальное положение и совмещают с нулевым штрихом вертикального круга;

-устанавливают на точку В нивелирную рейку и, берут по ней отсчеты ВШ и НШ по дальномерным штрихам зрительной трубы (рисунок 3), где: ВШ - верхний штрих зрительной трубы, (отсчет) НШ - нижний штрих зрительной трубы.

Расчет расстояния производим в следующем порядке:

- определяют разность отсчетов,  $n = \text{НШ} - \text{ВШ} = 1.438 - 1.400 = 0,038 \text{ м}$

-определяют расстояние между точками «А» и «В» по формуле:

$$d = Cn \quad (3)$$

### 6.3 Рекомендации (инструкции, методика работы) по выполнению заданий

- внимательно изучить теоретическую часть лабораторной работы;
- изучить устройство, назначение, принцип действия оборудования и измерительных приборов.

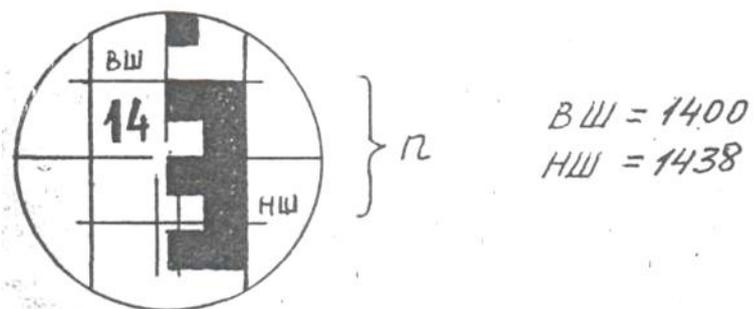


Рисунок 3 Схема снятия отсчетов дальномером на нивелирной рейке

где С - коэффициент дальномера,  $C = 100$

- для нашего примера  $d = 100 \times 0,038 = 3,8 \text{ м}$   $d_{AB} = 3,8 \text{ м}$ .

### 6.4 Тренировочное (учебное) задание

6.3.1 Установить принадлежность предложенных средств линейных измерений.

6.3.2 Начертить (таблицу 2) с указанием средств измерений.

6.3.3 Определить длину и цену деления каждого измерительного прибора и занести в (таблицу 2).

Таблица 2 Средства линейных измерений

Параметры	Лента землемерная ЛЗ-20	Рулетки металлические		
		РЗ-10	РЗ-20	РЗ-50
Длина, м				
Цена деления, мм				

6.3.4 Начертить схему компаратора.

6.5 Задания для самостоятельного выполнения

6.5.1 Изучить устройство мерных лент, рулеток, вешек, шпилек непосредственно на инструментах и по описаниям зарисовать их в тетради.

6.5.2 Измерить ширину, толщину мерного прибора, взвесить приборы.

6.5.3 Начертить (таблицу 3), занести в таблицу необходимые параметры.

Таблица 3 Параметры средств измерений

Параметры	Лента землемерная ЛЗ-20	Рулетки металлические		
		РЗ-10	РЗ-20	РЗ-50
Ширина ленты, мм				
Толщина ленты, мм				
Материал				
Тип корпуса				
Масса, кг				

6.4.4 Измерить температуру компарирования и ввести поправку на температуру.

6.4.5 Определить действительную длину компаратора и мерной ленты или металлической рулетки. Заполнить ведомость вычисления поправки на компарирование (см. пример), (таблица 4).

Таблица 4 Пример заполнения ведомости поправки на компарирование

№ измерения	Температура, °С	Отклонения, $\Delta l_k$ , мм	Вычисленная длина мерной ленты (компаратора), м
0	20		$l_k = l_0 + (l_0 \cdot \alpha \cdot (t - t_0)) = l_0 \cdot (1 + \alpha \cdot (t - t_0)) = 20,005(1 + 12,5 \cdot 10^{-6} (20 - 16)) = 20,006$
1	20	+6	$l_1 = l_k \pm \Delta l_k = 20,006 + 0,006 = 20,012$
2	20	+3	$l_2 = 20,006 + 0,003 = 20,009$
3	20	+1	$l_3 = 20,006 + 0,001 = 20,007$
среднее		$\Delta l_k = (6 + 3 + 1) / 3 = 3,3$	$l = (l_1 + l_2 + l_3) / 3 = (20,012 + 20,009 + 20,007) / 3 = 20,0093$
Лента ЛЗ №147, $\Delta l_k = + 3,3$ мм при $t = 20^0$ С			

6.4.6 Измерить расстояние (указанное преподавателем) с помощью дальномера (нивелира).

6.4.7 Начертить схему снятия отсчетов дальномером на нивелирной реке с указанием отсчетов.

6.4.8 Рассчитать измеренную длину и сравнить полученный результат с измеренным этого же расстояния 50 –метровой рулеткой

7 Контрольные вопросы для отчета

7.1 Привести классификацию приборов применяемые для прямых линейных измерений.

7.2 Объяснить назначение оптических дальномеров.

7.3 Разъяснить единицу измерения при измерениях нивелирной рейкой

8 Требования к структуре и содержанию отчёта по практическому занятию

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам». Образец оформления титульного листа отчета приведён в Приложении А.

В отчёте необходимо указать:

- объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу;
- основные цели практического занятия;
- требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе;
- оборудование;
- план проведения занятия;
- выполнение вычислений, расчётов, работа с измерительными приборами, оборудованием, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической документации и др.);
- перечень контрольных заданий для отчёта;
- ответы на контрольные задания для отчета;
- вывод, сформулированный по полученным результатам.

9 Формы и методы контроля и критерии оценки результатов обучения

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Методы оценки</b>
<b>Умения</b>		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;	-производит измерения по выносу расстояния и координат	Оценка практических и лабораторных работ

Для проведения оценки результатов обучения установлены следующие критерии:

- оценка «5» (отлично). Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, в полной мере владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Не допускает ошибок в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «4» (хорошо) Обучающийся выполняет профессиональные действия и

демонстрирует практические умения без ошибок, владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Допускает неточности в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «3» (удовлетворительно) Обучающийся выполняет профессиональные действия с затруднением и практические умения демонстрирует, допуская ошибки, учебным материалом владеет не полно, интерпретирует полученные результаты не точно, не в полной мере формулирует выводы. Допускает ошибки в процессе защиты отчёта. Отчёт не совсем соответствует с установленным требованиям;

- оценка «2» (неудовлетворительно) Обучающийся не выполняет профессиональные действия и не демонстрирует практические умения, не владеет учебным материалом, технически без грамотен. Отчёт оформлен не в соответствии с установленными требованиями.

## **Лабораторная работа №2 Работа с теодолитом. Выполнение поверок теодолита**

### **Раздел 2. Геодезические измерения**

#### **Тема 2.2 Угловые измерения**

1 Объем учебного времени, отведенного на лабораторную работу– 2 часа

2 Основные цели лабораторной работы:

2.1 Изучение устройства, назначения приборов и инструмента для измерений: линий, углов и определения превышений;

3 Требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- 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.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

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

- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;

- виды геодезических измерений.

4 Оборудование и материалы:

4.1 Теодолит 2Т-30;

4.2 Штатив;

4.3 Буссоль;

4.4 Тренажер

4.5 Калькулятор;

5 План проведения лабораторной работы

5.1 Внимательно изучить теоретические сведения;

5.2 Выполнить поверку теодолита;

5.3 Составить акт поверки теодолита.

5.4 Сформулировать вывод по результатам измерений и указать его в отчете.

6 Содержание работы

6.1 Краткие теоретические сведения

6.2 Устройство теодолита 2Т-30

Теодолит 2Т-30 предназначен для измерения углов в теодолитных и тахеометрических ходах, при разбивке плановых и высотных съемочных сетей, для измерения расстояний с использованием нитяного дальномера зрительной трубы. Определения магнитных азимутов по ориентир - буссоли, а также для нивелирования горизонтальным лучом с помощью уровня при трубе. На рисунках 3 и 4 представлен внешний вид и устройство теодолита 2Т 30.

Зрительная труба обоими концами переводится через зенит. Фокусирование ее на цель осуществляется вращением кремальеры 1 (рисунок 3). Вращение диоптрийного кольца (рисунок 4) окуляр устанавливают по глазу до резкой видимости изображения сетки нитей (рисунок 5). Два

горизонтальных коротких штриха сетки нитей выше и ниже перекрестия относятся к нитяному дальномеру. Корпус зрительной трубы представляет единое целое с горизонтальной осью, установленной в лагерах колонки 4 (см. рисунок 3).

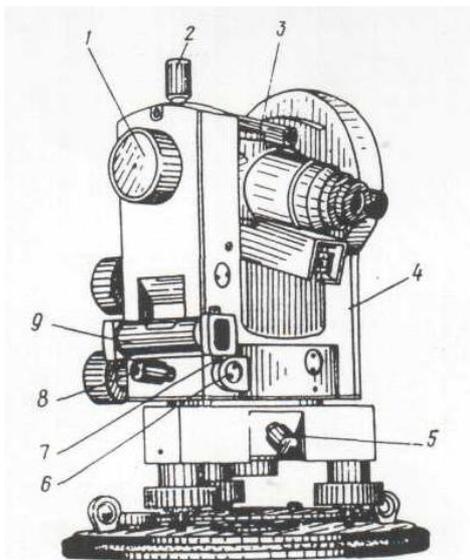


Рисунок 3 - Теодолит 2Т 30

1 - кремальера; 2 - закрепительный винт трубы; 3 - визир; 4 - колонка; 5 - закрепительный винт горизонтального круга; 6 - гильза; 7 - юстировочный винт; 8 - закрепительный винт алидады; 9 - уровень при алидаде.

Коллиматорный визир 3 предназначен для грубой наводки на цель. При пользовании визиром глаз должен быть на расстоянии 25 - 30 см от него. Точное наведение зрительной трубы на предмет горизонтальной плоскости осуществляется наводящим винтом 11 (рисунок 5), в вертикальной плоскости - наводящим винтом 10 (рисунок 3), после закрепления винтом 2

Вращение теодолита вместе с горизонтальным кругом производят винтом 1 (рисунок 4). Для поворота алидады с кругом винт 5 (рисунок 3) открепляют, а винт 8 закрепляют.

Горизонтальный и вертикальный круги разделены через  $1^0$ . Горизонтальный круг имеет круговую оцифровку от 0 до 359, а вертикальный - секторную от 0 до  $75^0$  и от 0 до минус  $75^0$

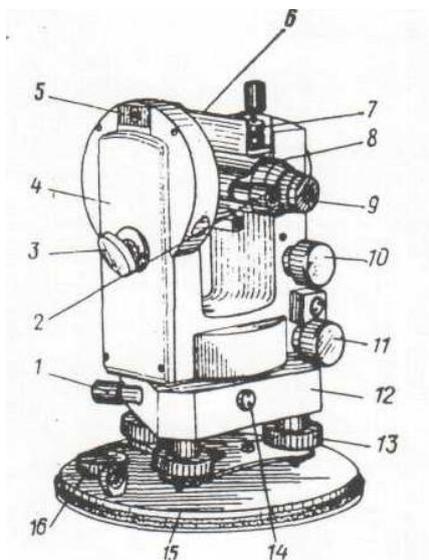


Рисунок 4 - Общий вид теодолита 2Т 30

1 - наводящий винт горизонтального круга; 2 - окуляр микроскопа; 3 - зеркало подсветки; 4 – боковая крышка; 5 - посадочный для буссоли; 6 - уровень при трубе; 7 - юстировочная гайка; 8 - колпачок; 9 - диоптрийное кольцо; 10 - наводящий винт трубы; 11 - наводящий винт алидады; 12 - подставка; 13 - подъемные винты; 14 - втулка; 15 - основание; 16 - крышка.

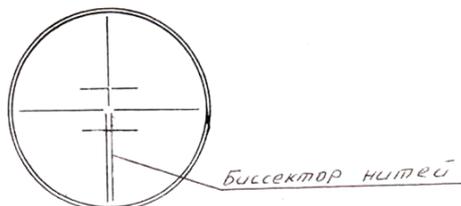


Рисунок 5 - Сетка нитей зрительной трубы теодолита 2Т 30

Изображение штрихов и цифр обоих кругов передаются в поле зрения микроскопа, окуляр 2 которого устанавливают по глазу до появления четкого изображения шкал вращением диоптрийного кольца (рисунок 4). Отсчет по кругам производят по соответствующим шкалам микроскопа. Поворотом и наклоном зеркала 3 достигают оптимального освещения поля зрения.

Теодолит устанавливают по уровню 9 (рисунок 3) вращением подъемных винтов 13 (рисунок 4) подставки 12. Резьбовая часть винта защищена втулкой. Подставка соединена с основанием с помощью трех винтов.

Вертикальная ось теодолита полая, а основание в центре имеет отверстие, что позволяет центрировать теодолит над точкой местности с помощью зрительной трубы, установленной в надир. Уровень 6 при трубе служит для установки визирной оси зрительной трубы горизонтально при выполнении нивелирования.

Ориентир - буссоль служит для измерения магнитных азимутов. При работе ее устанавливают в паз 5 (рисунок 4) и закрепляют винтом 1 (рисунок 4).

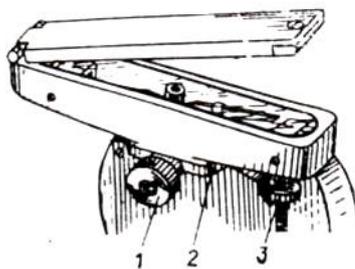


Рисунок 6 Ориентир-буссоль

1 - закрепительный винт; 2 - кронштейн; 3 - винт арретира.

Положение магнитной стрелки наблюдают в зеркале, которому придают нужный наклон. Магнитную стрелку арретируют вращением винта 3 арретира. Северный конец стрелки окрашен в синий цвет. Для уравновешивания стрелки на южном конце устанавливается передвижной грузик.

Снятие показаний с лимбов, в верхней части поля зрения отчетного микроскопа, обозначенной буквой В (рисунок 7), видны штрихи лимба вертикального круга; в нижней части, обозначенной буквой Г, штрихи лимба горизонтального круга.

Отсчет производят по шкалам, цена деления которых соответствует  $5'$ , с округлением до  $0,1$  деления (т.е. до  $30''$ ), индексом для отсчитывания служит штрих лимба. Шкала для вертикального круга имеет два ряда цифр. По нижнему ряду цифр со знаком «-» берут отсчет в том случае, когда в пределах шкалы находится штрих лимба с тем же знаком, и записывают показание также со знаком «-». На рисунке 7 показание горизонтального лимба равно  $125^{\circ}05,5'$ , вертикального -  $0^{\circ}26'$ .



Рисунок 7 - Показание лимба горизонтального круга  $125^{\circ}05,5'$   
Показание лимба вертикального круга минус  $-0^{\circ}26'$

7 Проверка теодолита:

**Первая** проверка: ЦЦ  $\perp$  VV (рисунок 6) (ось цилиндрического уровня горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения теодолита). Для этого установить уровень горизонтального круга параллельно двум подъемным винтам и привести уровень к середине, после чего повернуть алидаду на  $180^{\circ}$ . Если пузырек уровня останется на середине или отклонится на одно деление, проверка выполнена. В противном случае (только по указанию преподавателя) половину отклонения исправить подъемными винтами подставки, а вторую половину юстировочными винтами уровня.

**Вторая** проверка: ВВ ГГ (визирная ось зрительной трубы перпендикулярна горизонтальной оси вращения трубы).

Для выполнения проверки необходимо:

- открепить трубу и алидаду, навести визиром на предмет при «круге слева» (вертикальный круг слева от трубы);

- установить резкость изображения сетки нитей диоптрийным кольцом окуляра;
- установить резкость на цель кремальерой;
- наводящими винтами трубы и алидады сделать точную наводку;
- взять отчет по горизонтальному кругу ( $0_1$  кл);
- открепить трубу и алидаду, перевернуть трубу через зенит, навести на тот же предмет при «круге справа» (вертикальный круг справа от зрительной трубы), взять отчет по горизонтальному кругу ( $0_1$  кп);
- открепить зажимный винт лимба, повернуть теодолит на  $180^0$ , закрепить лимб;
- открепить алидаду, трубу и снова повторить измерения при «круге слева» ( $0_2$  кл) и «круге справа» ( $0_2$  кп);

- вычислить коллимационную погрешность по формуле:

$$C = 0,25 [(0_1 \text{ кл} - 0_1 \text{ кп} \pm 180^0) + (0_2 \text{ кл} - 0_2 \text{ кп} \pm 180^0)]$$

$$C \text{ доп} \leq 1'$$

- снять колпачок, закрывающий юстировочные винты сетки нитей;
- вычислить исправленный отчет по горизонтальному кругу при круге с права (или слева):  $0_2 \text{ кп испр.} = 0_2 \text{ кп} + C$  ;
- переместить юстировочными винтами сетку нитей до совмещения ее перекрытия с визирной целью.

**Третья** поверка.  $\Gamma\Gamma \perp VV$  (горизонтальная ось вращения трубы перпендикулярна вертикальной оси вращения теодолита), для выполнения поверки необходимо:

навести теодолит на какую-либо точку на стене на расстоянии 2 - 5 метров от теодолита под углом  $25^0 - 30^0$  к горизонту;

после этого опустить трубу до горизонтального положения и отметить проекцию;

открепить трубу, перевести ее через зенит, открепить алидаду и снова навести на точку; опустив трубу, отметить проекцию; если расстояние между проекциями превышает ширину биссектора сетки нитей (т.е.  $30''$ ), то исправления выполняют в мастерской

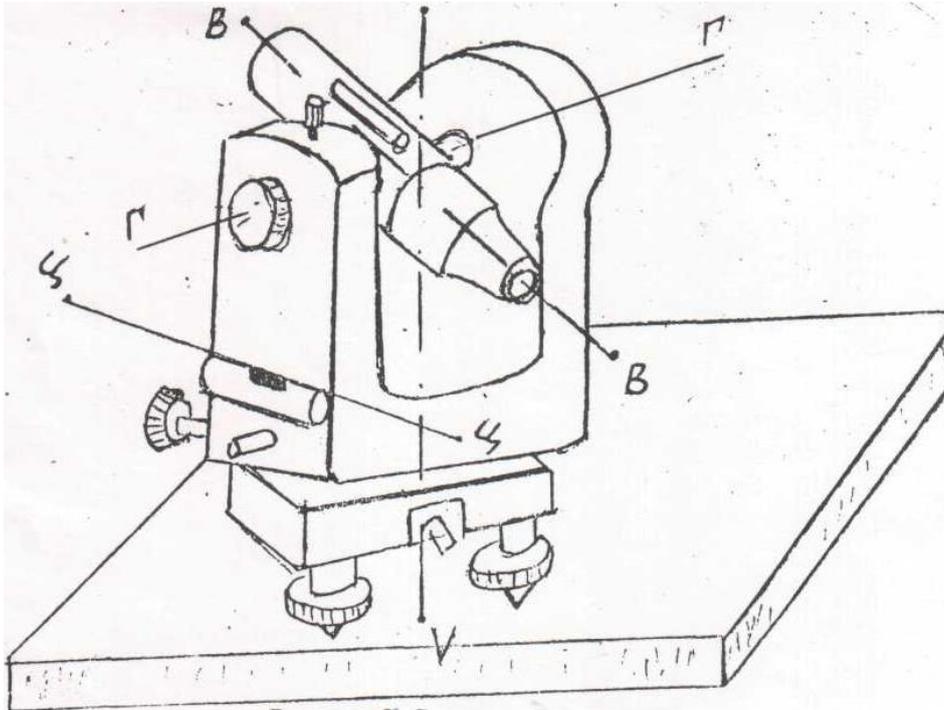


Рисунок 8 Основные оси теодолитов

ВВ- визирная ось зрительной трубы; ГГ- горизонтальная ось вращения трубы;

ЦЦ- ось цилиндрического уровня; VV- вертикальная ось вращения теодолита

#### 7.1 Рекомендации (инструкции, методика работы) по выполнению заданий

-внимательно изучить теоретическую часть лабораторной работы;

-изучить устройство, назначение, принцип действия оборудования и измерительных приборов (при фиксированном положении зрительной трубы, менять ее положение запрещается, необходимо отпустить зажимные винты).

#### 7.2 Тренировочное (учебное) задание

7.2.1 Зарисовать общий вид теодолита (рисунок 8), с обозначением его устройства, руководствуясь рисунками 3 и 4.

7.2.2. На тренажере установить отсчеты вертикального и горизонтального угла указанные в графике отсчетов (таблица 5) и показать преподавателю. Зарисовать график отсчетов.

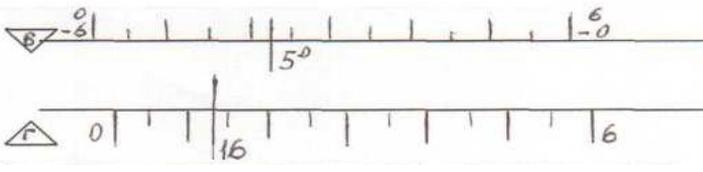
7.2.3 Зарисовать график отсчетов по варианту задания (таблица 5).

7.2.4 Установить штатив на специальные треугольные подставки, так чтобы столик штатива был горизонтален.

7.2.5 Установить теодолит на столик штатива и закрепить станковым винтом.

7.2.6 Настроить освещение зеркалом подсветки 3 (рисунок 4) и наблюдая в отсчетный микроскоп, зарисовать поле зрения отсчетного микроскопа, руководствуясь (рисунок 7)

Таблица 5 График отсчетов

Тип теодолита	Отсчет		График отсчета
	ВК	ГК	
2Т 30	5°22,5'	16°13'	

7.3 Задание для самостоятельного выполнения

7.3.1 Выполнить поверку теодолита и составить АКТ поверки

7.3.2 На тренажере установить отсчеты вертикального и горизонтального угла по варианту задания (таблица 6)

7.3.3 Построить графики отсчетов (см. таблица 5)

Таблица 6 Варианты задания исходных данных для построения графика отсчетов

№ варианта	2Т -30			
	круг			
	В		Г	
	градусы	минуты	градусы	минуты
1	3	12	27	35
2	12	44,5	26	21
3	- 13	45	28	14,5
4	14	46	29	32
5	15	47,5	30	43
6	16	48	31	57,5
7	- 17	49	32	11
8	18	50	33	06
9	19	51	34	10,5
10	2	07,5	65	14
11	4	08	66	15
12	- 6	09	67	16,5
13	8	10,5	68	17
14	10	11	69	18
15	12	12	70	19,5
16	- 14	13	71	20
17	16	14,5	72	21
18	18	15	73	22,5
19	20	16	74	23
20	44	17	75	24
21	- 1	18	76	25,5
22	29	19	77	26

**АКТ**

**поверки теодолита**

Мы студенты группы \_\_\_\_\_, бригада \_\_\_\_\_ в период геодезической учебной практики произвели поверки теодолита № \_\_\_\_\_ и убедились в его исправности, в чем, подписываемся:

Подписи \_\_\_\_\_ Н. С.Иванова

\_\_\_\_\_ С. М. Петров

Дата поверки «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

#### 7.4 Контрольные вопросы для отчета

7.4.1 Перечислить основные узлы теодолита 2Т 30.

7.4.2 Перечислить оси теодолита.

7.4.3 Объяснить правила отсчетов по вертикальному кругу теодолита 2Т-30.

7.4.4 Объяснить правила отсчетов по горизонтальному кругу теодолита 2Т-30.

#### 8 Требования к структуре и содержанию отчёта по практическому занятию

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам». Образец оформления титульного листа отчета приведён в Приложении А.

В отчёте необходимо указать:

- объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу;
- основные цели практического занятия;
- требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе;
- оборудование;
- план проведения занятия;
- выполнение вычислений, расчётов, работа с измерительными приборами, оборудованием, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической документации и др.);
- перечень контрольных заданий для отчёта;
- ответы на контрольные задания для отчета;
- вывод, сформулированный по полученным результатам.

#### 9 Формы и методы контроля и критерии оценки результатов обучения

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Методы оценки</b>
<b>Умения</b>		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;	- производит измерения по выносу расстояния и координат	Оценка практических и лабораторных работ

Для проведения оценки результатов обучения установлены следующие критерии:

- оценка «5» (отлично). Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, в полной мере владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Не допускает ошибок в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «4» (хорошо) Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Допускает неточности в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными

требованиями;

- оценка «3» (удовлетворительно) Обучающийся выполняет профессиональные действия с затруднением и практические умения демонстрирует, допуская ошибки, учебным материалом владеет не полно, интерпретирует полученные результаты не точно, не в полной мере формулирует выводы. Допускает ошибки в процессе защиты отчёта. Отчёт не совсем соответствует с установленным требованиям;

- оценка «2» (неудовлетворительно) Обучающийся не выполняет профессиональные действия и не демонстрирует практические умения, не владеет учебным материалом, технически без грамотен. Отчёт оформлен не в соответствии с установленными требованиями.

## Лабораторная работа №3 Измерения углов теодолитом

### Раздел 2. Геодезические измерения

#### Тема 2.2 Угловые измерения

приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек; 1  
Объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу– 2 часа

2 Основные цели лабораторной работы:

2.1 Укрепить навыки измерений вертикальных и горизонтальных углов;

2.2 Усвоить оформление журналов теодолитного хода;

2.3 Закрепить навыки расчета координат и невязок при обработке экспериментальных измерений.

2.4 Закрепить навыки построения плана строительного участка полигонометрией.

3 Требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- пользоваться

- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;

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

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

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

- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;

- виды геодезических измерений.

4 Оборудование и материалы:

4.1 Теодолит 2Т-30;

4.2 Штатив;

4.3 Буссоль;

4.4 Тренажер;

4.5 Вешка;

4.6 Калькулятор;

5 План проведения лабораторной работы

5.1 Внимательно изучить теоретические сведения;

5.2 Выполнить измерения горизонтального и вертикального углов;

5.3 Сформулировать вывод по результатам измерений и указать его в отчете.

6 Содержание работы

6.1 Краткие теоретические сведения

6.1.1 Порядок установки теодолита 2Т-30 на станции

Для того чтобы уменьшить погрешности измерений горизонтальных и вертикальных углов, необходимо обеспечивать высокую точность установки теодолита на каждой станции.

Установку выполняют в следующем порядке:

- в вершине измеряемого угла устанавливают теодолит (рисунок 9).

- головку штатива с помощью отвеса располагают примерно над центром кольшка (точка 1);

- верхнюю площадку штатива приводят в горизонтальное положение.

- наконечники ножек штатива вдавливают в грунт.
- теодолит центрируют над точкой 1;
- по уровню на алидаде горизонтального круга приводят с помощью подъемных винтов ось вращения теодолита в вертикальное положение;
- на точках 2 и 4, фиксирующих направления, между которыми измеряется угол, устанавливают визирные цели: марки, вехи, шпильки и т. подобное;
- сетку нитей трубы устанавливают в соответствии со зрением наблюдателя;
- трубу наводят на светлый фон (небо, белую стену) и, вращая окулярное кольцо в поле зрения трубы, добиваются четкого изображения сетки нитей;
- глядя вверх трубы, совмещают крест визира с визирной целью (визирная цель должна появиться в поле зрения трубы);
- после попадания в поле зрения трубы визирной цели (вехи) фиксируют направление, зажимая закрепительные винты алидады и трубы.
- вращением фокусирующей кремальеры добиваются резкого изображения визирной цели.
- наводящими винтами алидады и трубы совмещают центр сетки с изображением визирной цели.

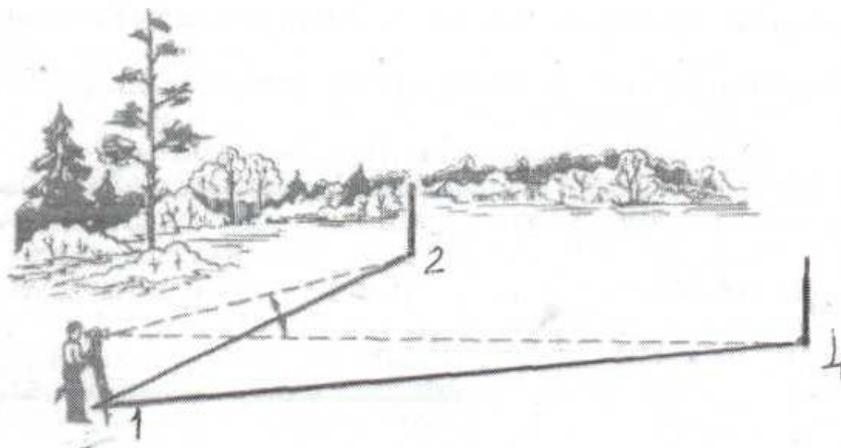


Рисунок 9 Установка теодолита при измерении горизонтальных и вертикальных углов

## 6.2 Измерение магнитных азимутов

Магнитным азимутом называется угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления меридиана до искомого направления. Магнитный азимут определяем при помощи буссоли в следующем порядке:

- приводят теодолит в рабочее положение (например, над вершиной полигона 1);
- устанавливают буссоль на теодолит, и снимают стрелку с предохранителя;
- совмещают отсчетный штрих алидады с нулем лимба (винтами алидады) после чего алидаду закрепляют;
- освобождают лимб и поворачивают его до тех пор, пока северный конец стрелки несовместится с нулевым штрихом, более точное наведение осуществляется наводящими микровинтами;
- после этого освобождают алидаду и наводят центр сетки нитей зрительной трубы на вершину 2 полигона и берут отсчет по горизонтальному кругу, этот отсчет и будет являться

магнитным азимутом  $A_m$ .

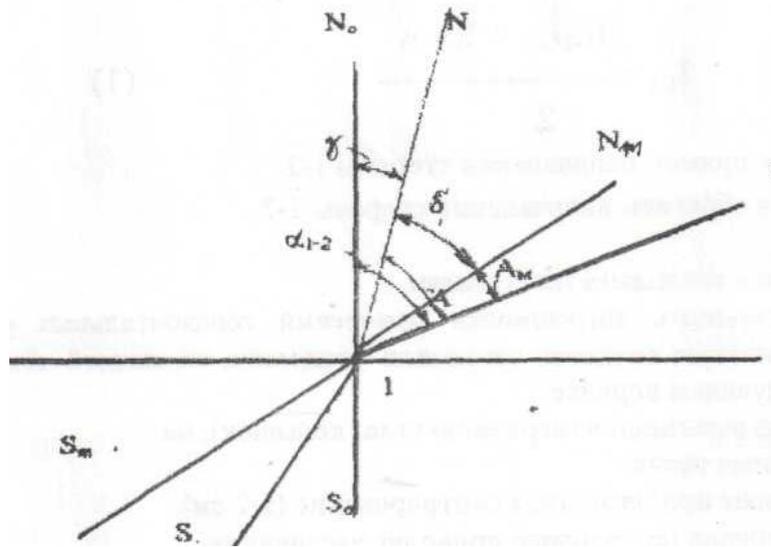
Для построения плана участка необходимо знать дирекционный углы, поэтому, зная магнитный азимут, определяют дирекционный угол стороны 1-2 по формуле:

$$\alpha_{1,2} = A_m + \delta + \gamma \quad (4)$$

где  $\gamma$  - сближение меридианов (для г. Новоуральска)  $\gamma = 2^\circ 30'$ ,

$\delta$  - склонение магнитной стрелки (для г. Новоуральска  $\delta = 12^\circ 00'$ . Расположение углов (см. рисунок 10).

Рисунок 10 Схема вычисления дирекционного угла



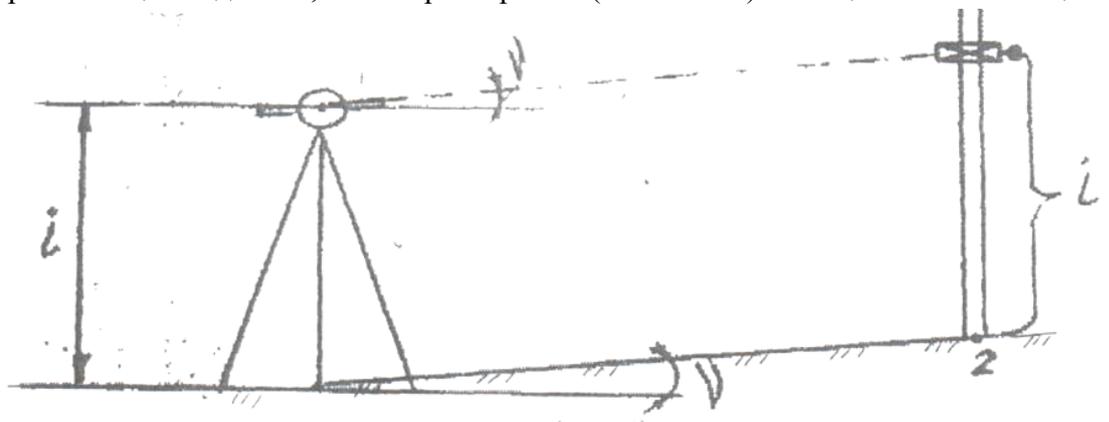
$N$  - северное направление истинного меридиана,  $N_m$  - северное направление магнитного меридиана,  $N_o$  - северное направление осевого меридиана

Сближение меридианов  $\gamma$  считается положительным, если осевой меридиан расположен восточнее истинного и отрицательным, если осевой меридиан расположен западнее истинного меридиана.

Склонение магнитной стрелки  $\delta$  отсчитывают от истинного меридиана к магнитному меридиану. При этом восточное склонение положительно, западное - отрицательно.

### 6.3 Измерение вертикальных углов

Для того чтобы, определить горизонтальное проложение сторон теодолитного хода (сторон полигона) необходимо знать наклон этих сторон к горизонту, т.е. вертикальный угол. Измерение производят при помощи теодолита, нивелирной рейки (или вешки) и специального кольца



(рисунок 11)

## Рисунок 11 Схема измерения вертикальных углов

Измерение вертикальных углов производят в следующем порядке:

- теодолит устанавливают над начальной точкой и приводят его в рабочее положение;
- устанавливают зрительную трубу горизонтально и приставляют к ней вешку или нивелирную рейку;
- фиксируют высоту инструмента (середина объектива зрительной трубы инструмента) при помощи специального кольца;
- вешку (рейку) переносят и устанавливают над заданной точкой (2 или 3 ...),
- при круге право (КП) визируют инструмент на вешку (рейку), совмещая горизонтальную нить диафрагмы с риской кольца;
- снимают отсчет по вертикальному кругу при круге право (КП) и заносят его в журнал (таблица 7);
- переводят трубу через зенит, при круге лево (КЛ), снова визируют инструмент на ту же риску и снимают отсчет, заносят его в журнал;
- производят вычисления вертикального угла (для теодолита Т-30) по соответствующим формулам.

Таблица 7 Журнал измерения вертикальных углов

№ станции	№ точек	Положение круга	Отсчет по микроскопу ВК	М0	Вертикальный угол
1	2	КП	-0°42′	0	+0°42′
	2	КЛ	+0°42′	0	
2	3	КП	-0°14′	0	+0°14′
	3	КЛ	+0°14′	0	

### 6.4 Измерение горизонтальных углов

Измерение горизонтальных углов необходимо производить полным приемом при двух положениях круга, круга право (КП) и круга лево (КЛ).

Измерения внутренних, правых по ходу углов полигона производят в следующем порядке:

- теодолит устанавливают в вершине измеряемого угла и приводят его в рабочее положение при положении круга право (КП);
- открепляют винт алидады и винт трубы;
- при помощи оптической визирки, производят грубое наведение зрительной трубы на заднюю точку, чтобы горизонтальная ось визирки пересекла вешку на середине, а вертикальная нить была совмещена с ней;
- закрепляют винты;
- фокусируют винтом кремальеры изображение вешки;
- наводящими винтами зрительной трубы и алидады выполняют точное наведение сетки нитей на вешку (шпильку);
- горизонтальная нить должна быть у самого основания шпильки, установленной в центре кольшкы;

- по шкале микроскопа горизонтального круга снимают отсчет и заносят его в журнал (таблица 8);
- освобождают закрепленные винты зрительной трубы и алидады и наводят трубу на переднюю вешку;
- снова производят отсчет по горизонтальному кругу, и записывают отсчет в журнал;
- после этого выполняют второй полу прием, при круге лево (КЛ);
- переводят трубу через зенит, при закрепленной алидаде, освобождают лимб и поворачивают его на угол близкий к  $90^\circ$ ;
- закрепив лимб, освобождают алидаду и наводят зрительную трубу на заднюю точку;
- остальные операции выполняют также как и при круге право (КП).

Таблица 8 Журнал измерения горизонтальных углов

№ станции	№ точек	Положение круга	Отсчет по микроскопу ГК	Среднее значение угла
1	4	КП	$306^040'$	$91^021,5'$
	2	КЛ	$215^019'$	
	4	КП	$43^018'$	
	2	КЛ	$311^056'$	

#### 6.5 Тренировочное (учебное) задание

- получить необходимое оборудование и инструмент;
- по заданию преподавателя выполнить установку теодолита в рабочее положение, руководствуясь пунктом 6.1.1.

#### 7 Задание для самостоятельного выполнения

- измерить магнитный азимут  $A_m$ , (направление стороны 1-2 полигона выдаёт преподаватель);
- по формуле (4) рассчитать дирекционный угол стороны 1-2;
- измерить горизонтальный угол при круге право (КП) и круге лево (КЛ), результат измерений свести в таблицу 9.

Таблица 9 Журнал измерения горизонтальных углов

№ станции	№ точек	Положение круга	Отсчет по микроскопу ГК	Среднее значение угла
1	4	КП		
	2	КЛ		
	4	КП		
	2	КЛ		

- измерить вертикальный угол при круге право (КП) и круге лево (КЛ), результат измерений свести в таблицу 10.

Таблица 10 Журнал измерения вертикальных углов

№ станции	№ точек	Положение круга	Отсчет по микроскопу ВК	МО	Вертикальный угол
1	2	КП			
	2	КЛ			
2	3	КП			
	3	КЛ			

7.1 Контрольные вопросы для отчета

7.1.1 Перечислить углы, с помощью которых определяются направления линий.

7.1.2 Объяснить, в каких пределах измеряется дирекционный угол и почему.

7.1. 2 Объяснить, в каких пределах измеряется румб и почему.

8 Требования к структуре и содержанию отчёта по практическому занятию

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам». Образец оформления титульного листа отчета приведён в Приложении А.

В отчёте необходимо указать:

- объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу;
- основные цели практического занятия;
- требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе;
- оборудование;
- план проведения занятия;
- выполнение вычислений, расчётов, работа с измерительными приборами, оборудованием, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической документации и др.);
- перечень контрольных заданий для отчёта;
- ответы на контрольные задания для отчета;
- вывод, сформулированный по полученным результатам.

9 Формы и методы контроля и критерии оценки результатов обучения

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<b>Умения</b>		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;	-производит измерения по выносу расстояния и координат	Оценка практических и лабораторных работ

Для проведения оценки результатов обучения установлены следующие критерии:

- оценка «5» (отлично). Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, в полной мере владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Не допускает ошибок в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «4» (хорошо) Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Допускает неточности в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «3» (удовлетворительно) Обучающийся выполняет профессиональные действия с затруднением и практические умения демонстрирует, допуская ошибки, учебным материалом владеет не полно, интерпретирует полученные результаты не точно, не в полной мере формулирует выводы. Допускает ошибки в процессе защиты отчёта. Отчёт не совсем соответствует с установленным требованиям;

- оценка «2» (неудовлетворительно) Обучающийся не выполняет профессиональные действия и не демонстрирует практические умения, не владеет учебным материалом, технически без грамотен. Отчёт оформлен не в соответствии с установленными требованиями.

## Лабораторная работа № 4 Работа с нивелиром. Выполнение поверок нивелира. Обработка результатов нивелирования.

### Раздел 2. Геодезические измерения

#### Тема 3.3 Геометрическое нивелирование

1 Объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу– 2 часа

2 Основные цели лабораторной работы:

2.1 Установить возможность построения высотных ходов с учетом местных особенностей;

2.2 Усвоить высотную съемку рельефа теодолитного хода.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- 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.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

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

- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;

- виды геодезических измерений.

4 Оборудование и материалы:

4.1 Нивелир НЛ-3,

4.2 Рейка нивелирная РН-3000С,

4.3 Принадлежности к нивелиру НЛ-3:

-штатив;

-подставки под штатив;

-отвес;

-тренажер;

-репер с известной абсолютной отметкой.

4.4 Калькулятор;

5 План проведения лабораторной работы

5.1 Внимательно изучить теоретические сведения;

5.2 Выполнить поверку нивелира.

5.3 выполнить нивелирование полигона.

5.4 Сформулировать вывод по результатам измерений и указать его в отчете.

6 Содержание работы

6.1 Краткие теоретические сведения

6.1.1 Устройство нивелиров

Рассмотрим устройство и основные части нивелиров, которые являются и основными частями других геодезических приборов.

Зрительная труба (рисунок, а) представляет собой оптическую систему (рисунок 1,б), помещенную в металлический корпус (трубу). С одного края трубы находится объектив 1, с другого - окуляр 5. Между ними находится двояковогнутая линза 2. В окулярной части трубы, есть стеклянная пластина 4 с нанесенной на ней сеткой нитей (рисунок 1, в).

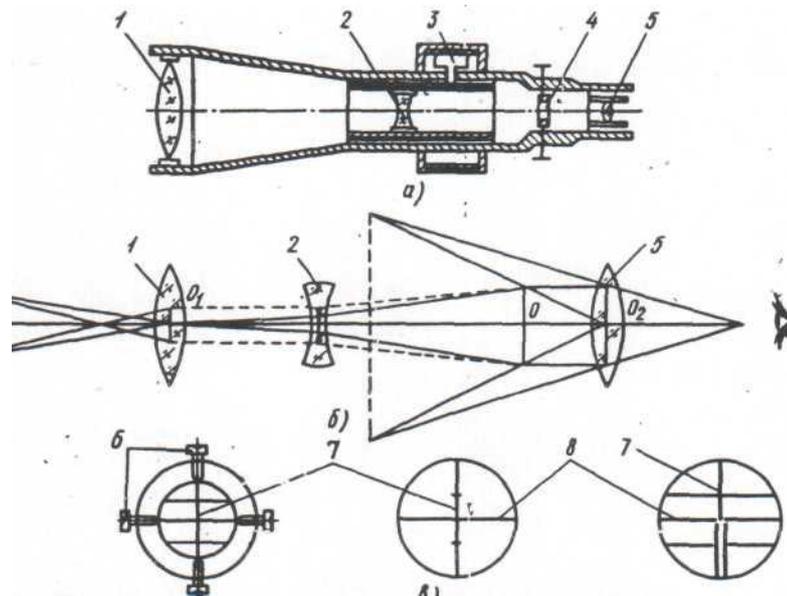


Рисунок 12 - Зрительная труба (разрез а), оптическая схема (б) и поле зрения и сетки нитей в различных приборах (в); 1- объектив, 2- линза, 3-трибка, 4- стеклянная пластинка, 5- окуляр, 6- регулировочные винты, 7,8- вертикальные и горизонтальные нити.

При работе со зрительной трубой наблюдатель совмещает перекрестие сетки нитей с наблюдаемым предметом. Линия, соединяющая оптический центр объектива и перекрестие сетки нитей, называется визирной осью трубы. Процесс наведения зрительной трубы на точку наблюдения называют визированием. В момент совмещения перекрестия сетки нитей, с какой либо точкой визирная ось трубы проходит через эту точку. Вращением фокусирующего кольца, или кремальеры 3, перемещают фокусирующую линзу 2, добиваясь четкого изображения наблюдаемого предмета. Такое действие называется фокусированием. Перемещением окуляра 5 относительно сетки нитей фокусируют изображение сетки. Окуляр перемещают вращением окулярного кольца. Геодезические приборы оборудуют уровнями.

Уровни геодезических приборов бывают цилиндрические и круглые. Цилиндрический уровень (рисунок 13) представляет собой стеклянную ампулу 1, заполненную жидкостью 2 (спирт, эфир). Часть пространства, заполненную парами этой жидкости, называют пузырьком 3 уровня. Внутренняя (верхняя) поверхность ампулы отшлифована по дуге определенного радиуса. На верхней наружной ее поверхности нанесены 2-миллиметровые деления. Среднюю точку шкалы называют нуль - пунктом Касательную линию  $uu$  в нуль - пункте к дуге внутренней поверхности уровня называют осью цилиндрического уровня.

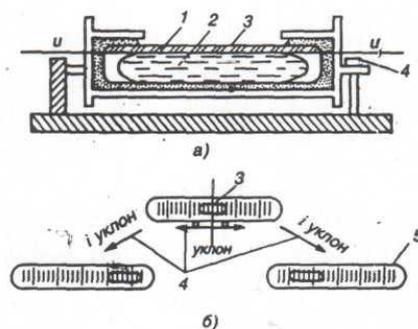


Рисунок 13. Цилиндрический уровень и уклоны при положении пузырька. а) вид с боку, б) вид сверху; 1- ампула; 2- жидкость; 3- пузырек; 4- исправительный винт; 5- уклон ампулы.

Круглый уровень (рисунок 14), отличается от цилиндрического тем, что его верхняя часть отшлифована по сферической поверхности. Деления на внешней стороне представляют собой концентрические окружности, а осью уровня является радиус сферы, проходящей через нуль - пункт. Цена деления круглых уровней от нескольких минут до нескольких десятков минут.

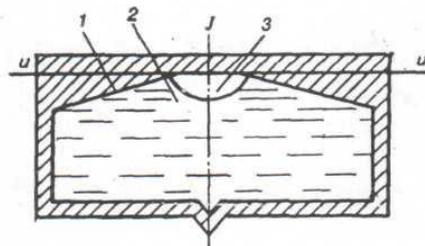


Рисунок 14 - круглый уровень 1-ампула, 2- жидкость, 3- пузырек.

### 6.1.2 Типы нивелиров

В зависимости от устройств, применяемых для приведения визирной оси трубы в горизонтальное положение, нивелиры выпускают двух типов: с компенсатором углов наклона зрительной трубы и с уровнем при ней. У нивелиров, выпускаемых промышленностью, наличие в марке буквы К означает, что труба нивелира снабжена компенсатором, а буква П - прямое изображение, например, нивелиры Н-05К, Н-ЗКП.

Нивелиры с компенсатором, угла наклона зрительной трубы называются самоустанавливающимися (Компенсация угла наклона визирной оси или автоматическое приведение ее в горизонтальное положение у этих нивелиров, происходит за счет автоматического поворота компенсационного элемента (компенсатора) оптической системы.

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

Зрительная труба представляет собой телескопическую систему (рисунок 15), состоящую из объектива 12, фокусирующей линзы 13, сетки нитей 14 и окуляра 15. Контактный уровень представляет собой оптическую систему, при которой лучи, идущие от концов пузырька уровня 22, отражаются от скошенных граней призм 21, направляются в расположенную сбоку прямоугольную призму 19, идут в призму 18, затем через линзу 17 и призму 16 попадают в окуляр зрительной трубы нивелира. Пузырек уровня освещается светом, передаваемым в трубу зеркалом 20. Пузырек цилиндрического уровня приводится в нулевое положение элевационным винтом 4.

Контактный цилиндрический уровень 7, расположенный в корпусе слева от зрительной трубы, служит для точного приведения визирной оси прибора в горизонтальное положение. Для грубого приведения вертикальной оси прибора в отвесное положение, служит круглый уровень 3. Пузырек круглого уровня приводится в нулевое положение подъемными винтами 1 подставки 2. Зрительную трубу 6 наводят на рейку винтами 1 подставки 2, далее зрительную трубу 6 наводят на рейку по визиру 8 винтом 10 при закрепленном винте. 9. Резкость изображения нивелирной рейки достигается вращением винтами 5 фокусирующей линзы.

Нивелир крепится к штативу прижимной пластинкой 11, которая в своей центральной части имеет втулку с резьбой под становой винт штатива.

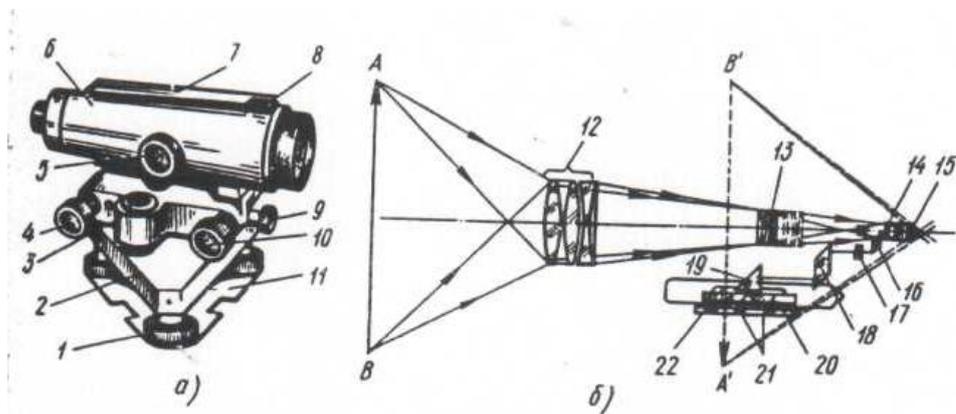


Рисунок 15 - Нивелир Н-3 (а) и его оптическая схема (б)

1, 4, 5, 9, 10- винты, 2- подставка, 3,7- уровень, 6- зрительная труба, 8- визир, 11-установочная прижимная пластина, 12- объектив, 13- фокусирующая линза, 14- сетка нитей, 15- окуляр, 16-19, 21- призмы и линзы, 20- зеркало, 22- уровень.

### 6.1.3 Нивелирные рейки

Нивелирная рейка (рисунок 8) состоит из двух брусков двутаврового сечения, соединенных между собой металлической фурнитурой. Это позволяет складывать рейку при транспортировании.

Рейка имеет градуировку на обеих сторонах. Сантиметровые шашки наносят по всей длине рейки с погрешностью 0,5 мм, оцифрованной стороне рейки шашки черные на белом фоне, а на другой (контрольно) - красные на белом фоне. На каждой стороне рейки три цветные шашки каждого дециметрового интервала, соответствующие участку в 5 см соединяются вертикальной полосой. Для контроля при отсчетах по двум сторонам рейки начало первого оцифрованного дециметрового интервала контрольной стороны смещено по отношению, к началу первого оцифрованного дециметрового интервала основной стороны.

Для удобства и быстроты установки нивелирные рейки иногда снабжают круглыми уровнями и ручками. На торцах нивелирной рейки укрепляют пятки в виде металлических полос толщиной 2 мм.

Рейки маркируют так: например тип РН-10П-3000С означает, что эта рейка нивелирная, со шкалой деления (разграфкой - 10 мм, надписью цифр «прямо», длиной 3000 мм, складная). Для точных технических работ выпускают рейки длиной 3 и 4 м.

Нивелирные рейки могут применять в разное время года при различных метеорологических условиях. Температурный диапазон работы реек - 40 + 50° С

Во время работы рейки устанавливают на деревянные колья, костыли или башмаки.

Нивелирные рейки РН-3 и РН-10 должны отвечать следующим условиям:

Деления и цифры рейки должны быть одинаковыми и хорошо видны в зрительную трубу.

Правильность делений рейки проверяют точной стальной рулеткой с миллиметровыми делениями или специальной линейкой длиной 1 м с делениями 0,02 мм. Случайные ошибки дециметровых делений (отмеченных на рейке цифрами) не должны превышать ±0,5 мм (для реек РН-3) и ±1 мм (для реек РН-10), рейка не должна быть погнута. Разность между черной и красной сторонами реек должна быть постоянной и равна разности отсчетов по рейке в одной и той же точке

Отсчет по красной стороне рейки  $a_k = 5807$ ; отсчет по черной стороне рейки  $a_q = 1120$

Разность высот нулей рейки  $a_k - a_{ч} = 5807 - 1120 = 4687$  мм

Для выполнения этой поверки устанавливают нивелир на площадку и приводят его в рабочее положение. Устанавливают рейку на расстоянии 10-15 м и берут отсчеты вначале по черной стороне  $a_{ч}$  а затем по красной стороне  $a_k$ . подсчитывают и определяют разность нулей рейки.

Правило отсчета по рейке.

Отсчет по нивелирной рейке берут по средней нити и отсчитывают четырехзначное число в последовательности:

- дециметры (обозначены на нивелирной рейке цифрами);
- сантиметры (шкала в виде шашек);
- миллиметры на глаз с точностью  $\pm 1$  мм.

Отсчет записывается всегда четырехзначным числом, например:

0472; 0034; 1472; 5949 и т.д.

по разности отсчетов определяют превышения  $h$  (рисунок 16).

Например:

$$h_1 = a_{ч1} - b_{ч1} = 1528 - 0645 = 0883 \text{ мм.}$$

$$h_2 = a_{ч2} - b_{ч2} = 1528 - 1102 = 0426 \text{ мм.}$$

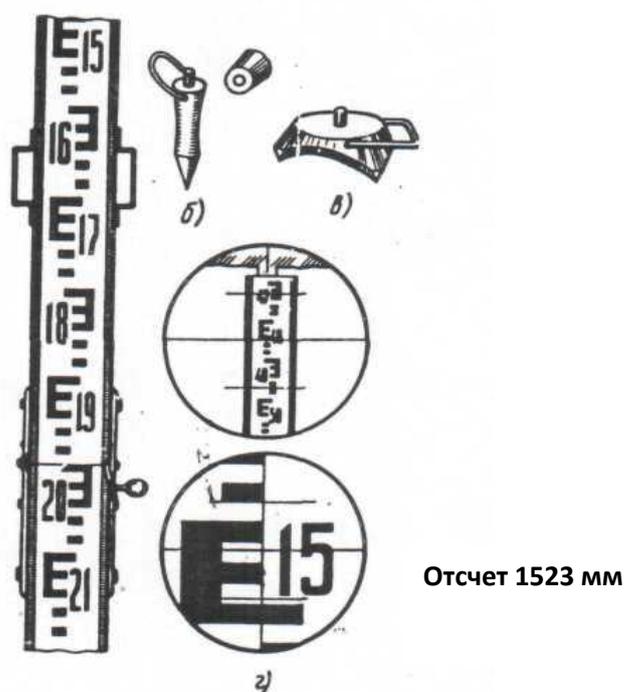


Рисунок 16 - Нивелирные рейки

## 6.2 Поверка нивелира

### 6.2.1- Первая поверка

Повернуть трубу на  $180^0$ , если пузырек круглого уровня останется в нуль-пункте, поверка выполнена. В противном случае половину отклонения перемещают подъемным винтом, а вторую половину юстировочным винтом круглого уровня.

### 6.2.2 Вторая поверка - сетка нитей зрительной трубы должна быть установлена правильно:

- на расстоянии 10-15 м от нивелира установить рейку, закрепить трубу;
- элевационным винтом вывести пузырек цилиндрического уровня на середину и взять отсчет по рейке;

- медленно смещать трубу наводящим винтом влево - вправо, если отсчет не меняется или изменился в пределах 1 мм, то условие выполнено;
- в противном случае ослабляют винты, соединяющие окуляр с трубой и поворотом сетки нитей, устанавливают средний штрих сетки на средний отсчет полученных максимального и минимального при повороте влево - вправо.

### 6.2.3 Третья поверка

Визирная ось трубы должна быть параллельна оси цилиндрического уровня ( $BB \parallel ЦЦ$ ) - главное условие (см. рисунок 17).

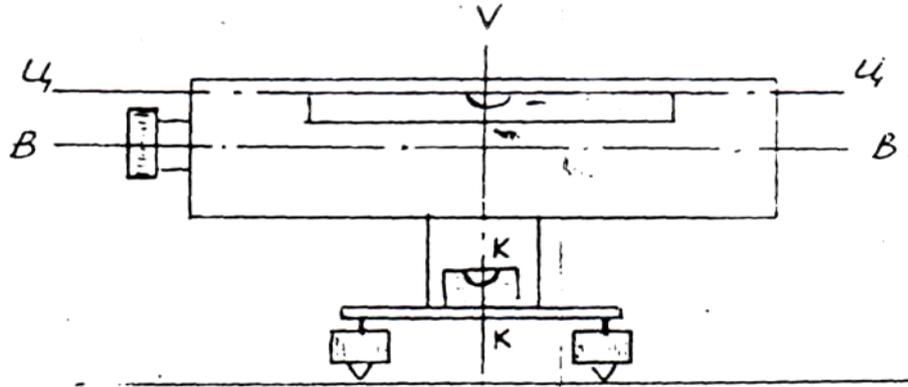
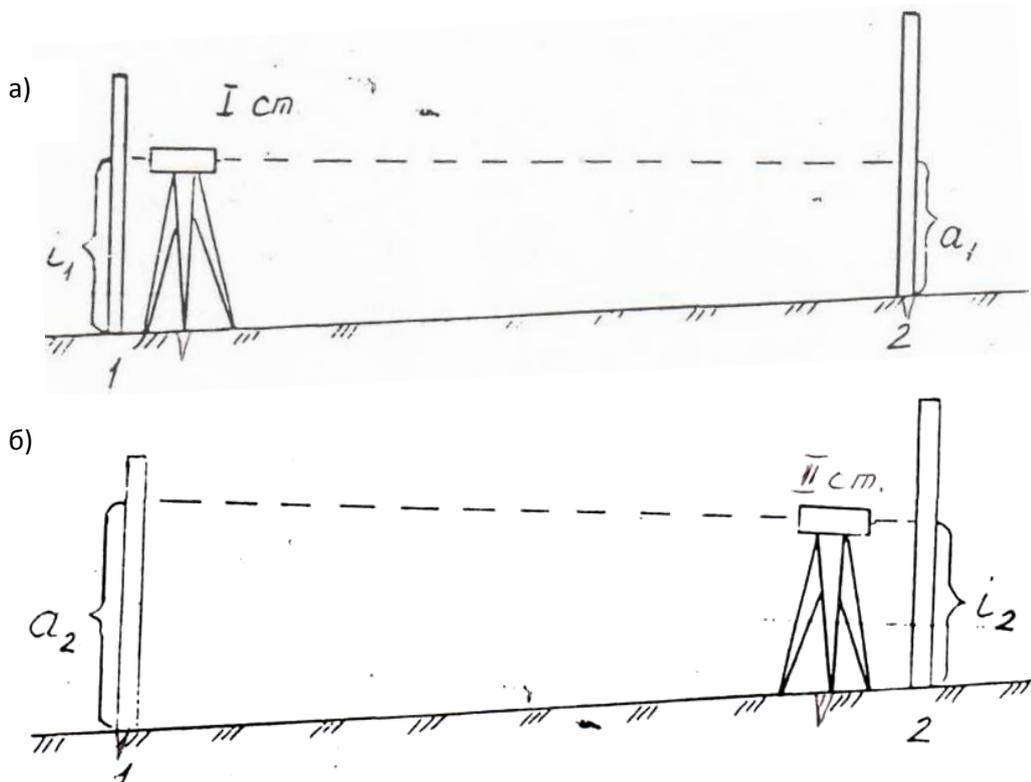


Рисунок 17 - Расположение главных осей нивелира

$BB$  - визирная ось трубы,  $ЦЦ$  - ось цилиндрического уровня;  $КК$  - ось круглого уровня;  $VV$  - вертикальная ось вращения нивелира

Поверку выполняют с двух станций:

- на расстоянии 10 м выбрать точки 1 и 2, установить нивелир к точке 1 и определить высоту инструмента  $i$  (расстояние от точки 1 до центра окуляра);
- далее рейку поставить в точку 2 и взять отсчет  $a_1$  предварительно установить круглый и цилиндрические уровни в нуль - пункт (см. рисунок 10 а, б).



### Рисунок 18 а, б. Схема третьей поверки нивелира

Затем перенести нивелир в точку 2 и определить высоту инструмента  $i_2$ , а в точку 1 установить нивелирную рейку и взять по ней отсчет  $a_2$  (см. рисунок 18 б). Величина не параллельности осей ВВ и ЦЦ определяется по формуле:

$$X = (i_1 + i_2) / 2 - (a_1 + a_2) / 2$$

$$X_{\text{доп}} \leq \pm 4 \text{ мм};$$

Если разница превышений больше 4 мм, вычисляют правильный отсчет по рейке  $a_2 = a_1 + X$ , элевационным винтом устанавливают визирную ось на этот отсчет, смещенный пузырек цилиндрического уровня необходимо вернуть в нуль-пункт, действуя вертикальными исправительными винтами уровня, находящимися в углублении слева от окуляра.

*Примечание.* До окончания подсчета ошибки  $X$  и сравнения ее с допустимой, положения нивелира на этой станции и рейки на точке 1 не менять.

**АКТ**

**поверки нивелира**

Мы студенты группы \_\_\_\_\_, бригада \_\_\_\_\_ в момент выполнения лабораторной работы произвели поверки нивелира № \_\_\_ и убедились в его исправности, в

чем, подписываемся:

Подписи \_\_\_\_\_ Н. С.Иванова

\_\_\_\_\_ С. М. Петров

Дата поверки « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

### 6.3 Рекомендации (инструкции, методика работы) по выполнению заданий

- внимательно изучить теоретическую часть лабораторной работы;
- изучить устройство, назначение, принцип действия оборудования и измерительных приборов (при фиксированном положении зрительной трубы, менять ее положение запрещается, необходимо отпустить зажимные винты).

### 6.4 Тренировочное (учебное) задание

6.4.1 Зарисовать схему устройства нивелира НЛ-3 с обозначением его устройства.

6.4.2 Зарисовать схему устройства нивелирной рейки РН/3 - 3000С с указанием отсчета по заданию преподавателя.

6.4.3 Выполнить поверку нивелира (см. пункт 6.2), составить акт поверки нивелира..

### 6.5 Задания для самостоятельного выполнения

6.5.1 Установить на подставку штатив и закрепить на нём нивелир.

6.5.2 Привести нивелир в рабочее положение, вращая подъемные винты так, чтобы пузырек круглого уровня стал на середину, для этого:

- открепить зажимной винт трубы и установить ее параллельно двум любым подъемным винтам;

- вращая винты в противоположные стороны, вывести пузырек круглого уровня в плоскость третьего подъемного винта, затем третьим винтом вывести уровень в нуль-пункт.

- 6.5.3 Установить реку на расстоянии 10 м от нивелира и снять отсчеты по черной  $a_c$  и красной  $a_k$  сторонам рейки.

- 6.5.4 Установить рейку в этой же точке на стул и снять отсчеты  $b_c$  по черной и красной  $b_k$  сторонам рейки.

- 6.5.5 Рассчитать высоту стула по формуле:

$$a_c - b_c = a_k - b_k$$

6.5.6 Измерить высоту стула рулеткой и сравнить полученные результаты. Если результаты измерений нивелиром не равны измерениям высоты стула рулеткой, измерения нивелиром повторить.

### 7 Контрольные вопросы для отчета

7.1 Перечислить основные узлы нивелира НЛ-3

7.2 Перечислить оси нивелира.

7.3 Объяснить правила отсчетов по нивелирной рейке.

7.4 Разъяснить порядок поверки нивелиров.

### 8 Требования к структуре и содержанию отчёта по практическому занятию

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам». Образец оформления титульного листа отчета приведён в Приложении А.

В отчёте необходимо указать:

- объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу;
- основные цели практического занятия;
- требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе;
- оборудование;
- план проведения занятия;

-выполнение вычислений, расчётов, работа с измерительными приборами, оборудованием, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической документации и др.);

-перечень контрольных заданий для отчёта;

-ответы на контрольные задания для отчета;

-вывод, сформулированный по полученным результатам.

#### 9 Формы и методы контроля и критерии оценки результатов обучения

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценки</b>	<b>Методы оценки</b>
<b>Умения</b>		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;	-производит измерения по выносу расстояния и координат	Оценка практических и лабораторных работ

Для проведения оценки результатов обучения установлены следующие критерии:

- оценка «5» (отлично). Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, в полной мере владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Не допускает ошибок в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «4» (хорошо) Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Допускает неточности в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «3» (удовлетворительно) Обучающийся выполняет профессиональные действия с затруднением и практические умения демонстрирует, допуская ошибки, учебным материалом владеет не полно, интерпретирует полученные результаты не точно, не в полной мере формулирует выводы. Допускает ошибки в процессе защиты отчёта. Отчёт не совсем соответствует с установленным требованиям;

- оценка «2» (неудовлетворительно) Обучающийся, не выполняет профессиональные действия и не демонстрирует практические умения, не владеет учебным материалом, технически без грамотен. Отчёт оформлен не в соответствии с установленными требованиями.

## Лабораторная работа №5 Работа с тахеометром. Ввод данных о станции. Координатные измерения.

### Раздел 2. Геодезические измерения

#### Тема 3.4 Тахеометрическая съёмка.

1 Объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу – 2 часа

2 Основные цели лабораторной работы:

2.1 Установить возможность построения высотных ходов с учетом местных особенностей;

2.2 Усвоить высотную съёмку рельефа теодолитного хода.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- 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 съёмки и геометрического нивелирования.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

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

- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;

- виды геодезических измерений.

4 Оборудование и материалы:

4.1 Теодолит 2Т- 30

4.2 Рейка нивелирная РН-3000С,

4.3 Принадлежности к теодолиту:

-штатив;

-подставки под штатив;

-отвес;

-репер с известной абсолютной отметкой.

4.4 Калькулятор;

5 План проведения лабораторной работы

5.1 Внимательно изучить теоретические сведения;

5.2 Выполнить тригонометрическое нивелирование строительной площадки (координатные измерения).

5.3 Сформулировать вывод по результатам измерений и указать его в отчете.

6 Содержание работы

6.1 Краткие теоретические сведения

6.1.1 Тахеометры

Для автоматизации полевых измерений<sup>[1]</sup> при производстве топографической съёмки других видов инженерно-геодезических<sup>[2]</sup> работ созданы высокоточные электронные<sup>[3]</sup> тахеометры. Электронный тахеометр содержит угломерную часть, сконструированную на базе кодового теодолита, светодальномера<sup>[4]</sup> встроенную ЭВМ. С

Помощью угломерной <sup>1</sup>угломерной части определяются горизонтальные и вертикальные углы, дальномера - расстояния, а ЭВМ решает различные геодезические задачи, обеспечивает <sup>1</sup>управление прибором, контроль результатов измерений и их хранение!

Отечественная промышленность выпускает электронный тахеометр <sup>1</sup>Та3М (рисунок 19), с помощью которого можно определить: горизонтальные углы с погрешностью 4"; зенитные расстояния с погрешностью 5"; наклонные дальности с погрешностью 10 мм; горизонтальные <sup>1</sup>проложения; превышения или высоты точек визирования; приращения координат или координаты точек визирования.

Прибор может работать в четырех режимах: разделенном, **полуавтоматическом**, автоматическом и режиме слежения.

Геодезические <sup>1</sup>задачи решаются с учетом поправок на кривизну Земли, рефракцию <sup>1</sup>атмосферы, температуру и давление, разность высот штативов прибора и отражателя.

Информация об угловых значениях выдается в гонах или в градусах. Датчик углов прибора - кодовый, накопительного типа. В комплект <sup>1</sup>тахеометра входят отражатели, штативы, источники питания <sup>1</sup>разрядно-зарядное устройство, принадлежности для юстировки прибора и ухода за ним.

Тахеометр Та3М снабжен электрооборудованием для работы ночью. Выдаваемая на цифровое табло оперативная информация может <sup>1</sup>быть выведена в память тахеометра или внешний накопитель.

Выпускаемый отечественной промышленностью электронный тахеометр 2Та5 решает те же задачи, что и Та3М, но имеет иные технические характеристики: погрешность измерения горизонтального угла 5", зенитного расстояния 7", погрешность <sup>1</sup>измерения наклонной дальности (5 + 3D км) мм.

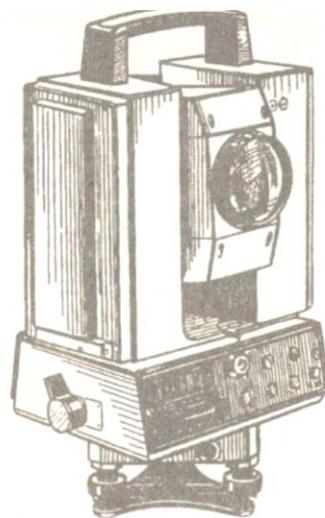


Рисунок 19 Электронный тахеометр Та-3М

### 6.1.2 Тахеометрическая съёмка

Тахеометрическая съёмка является одним из видов топографической съёмки местности, в результате которой получают топографический план участка. Съёмочным обоснованием тахеометрической съёмки могут быть теодолитно-нивелирные, теодолитно-высотные и тахеометрические ходы. Съёмку предметов контуров и рельефа местности проводят полярным способом, а отметки точек определяют тригонометрическим нивелированием. тахеометрическую съёмку можно производить с помощью теодолита и нивелирной рейки выполняют тахеометрами или теодолитами, при отсутствии тахеометра. В этом случае каждую пикетную (реечную) точку измеряют наклонные расстояния по нитяному дальномеру, теодолитом измеряют вертикальные и горизонтальные углы. Превышения определяют по формуле  $h = dtg\alpha$  (рисунок 20).

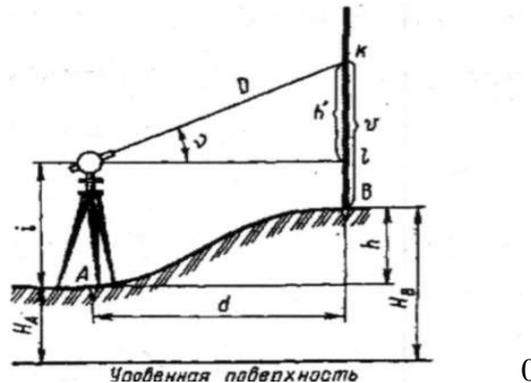


Рисунок 20 Тригонометрическое нивелирование

Пикетные точки выбирают на всех характерных точках местности так, чтобы по ним можно было изобразить на плане рельеф, предметы и контуры местности. Расстояния до этих точек и между ними зависят от масштаба съёмки и устанавливаются техническими инструкциями.

В процессе съёмки на каждой станции составляют абрис (рисунок 21 и 23) — схематический чертёж в произвольном масштабе. На нем изображают станцию, предыдущую и последующую линии хода, расположение всех пикетных точек, снимаемые предметы и контуры местности, а также стрелками показывают направление скатов. При сложном рельефе на абрисе схематически показывают его горизонтали.

Камеральные работы при тахеометрической съёмке состоят из проверки записей в полевых журналах и абриса, вычисления отметок пикетных точек, составления и оформления плана. Составление плана тахеометрической съёмки начинают с накладки точек съёмочного обоснования, после чего наносят все пикетные точки. Техника нанесения на план пикетных точек такая же, как при составлении плана теодолитной съёмки способом полярных координат. Возле пикетных точек на плане подписывают карандашом их отметки.

### 6.1.3 Ввод данных о станции

Результаты измерений записывают в журнал тахеометрической съёмки таблица 11.

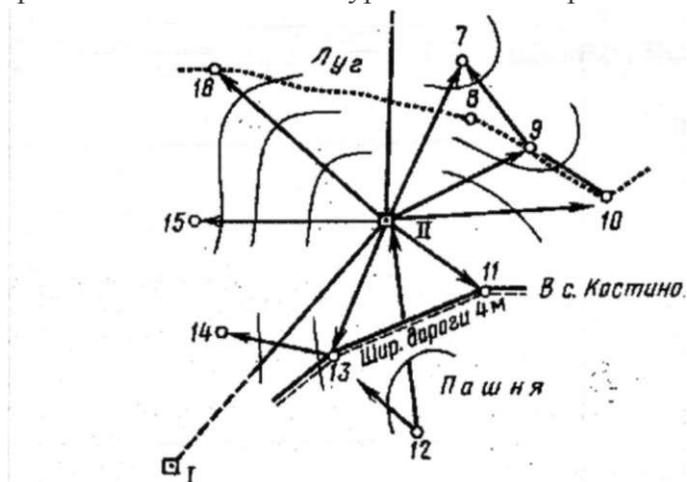


Рисунок 21 Абрис тахеометрической съёмки

После того как снятые с данной станции пикеты нанесены на план, по ним вычерчивают предметы и контуры местности, а так же изображают рельеф горизонталями при этом руководствуются данными абриса. Горизонтالي наносят с помощью палетки.

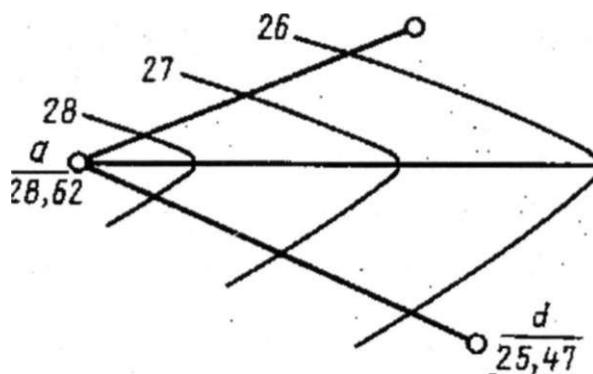


Рисунок 22 Горизонтали

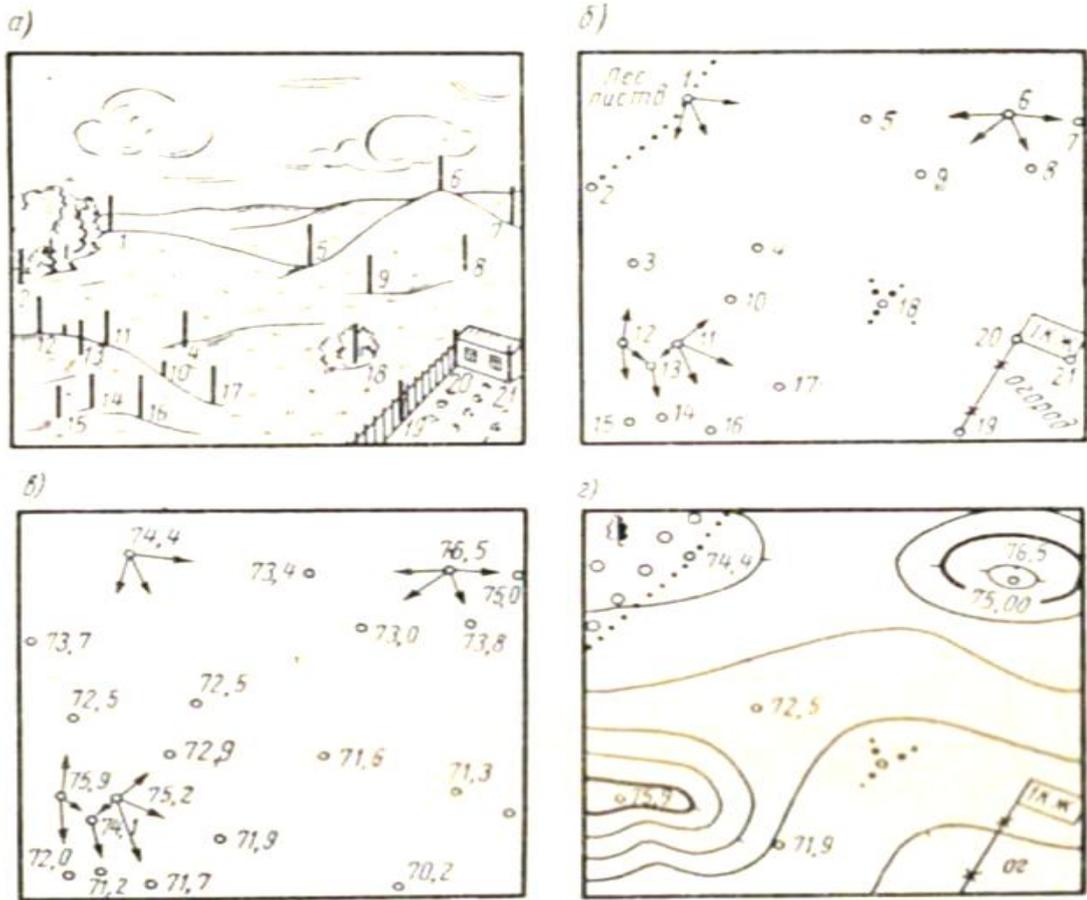


Рисунок 23 а)- расположение речных точек; б)- кроки; в) план в отметках; г)- в горизонталях

Таблица 11 Журнал тахеометрической съёмки к рисунку 23

$I=1,38$  м;  $H=73,25$  м;  $M_0=359^{\circ}59'$

№ точек визирования	Высота наведения на рейку $v$	Отсчеты по дальномеру $S$ , м	Горизонтальный круг	Вертикальный круг	Угол наклона $\nu$	Горизонтальное проложение $d$	$h' = S/\sin 2\nu$	Превышения $h$ , м	Отметка $H$ , м
СТ. 1			$0''-00'$	КЛ $358^{\circ}15'$ КП $1^{\circ}42'$					
1	1,38	127	3 38	0 29	$+0^{\circ}30'$	127,	+1,11	+1,11	74,36
2	1,38	122	350 12	0 11	$+0^{\circ}12'$	122,0	+0,42	=0,42	73,67
3	3,00	103	146 24	0 29	$+0^{\circ}30'$	103,0	+0,90	-0,72	72,53
4	1,38	89	357 32	359 30	$-0^{\circ}29'$	89,0	-0,76	0,76	72,49
5	1,38	107	17 51	0 03	$=0^{\circ}04'$	107,0	+0,12	=0,12	73,37
6	1,38	103	33 26	1 47	$+1^{\circ}48'$	102,9	=3,23	+3,23	76,48
7	1,38	101	44 13	0 53	$+0^{\circ}59'$	101,0	+1,75	1,75	75,00
8	1,38	90	36 02	0 21	$+0^{\circ}22'$	90,0	+0,57	+0,57	73,82
9	1,38	92	21 54	0 09	$+0^{\circ}10'$	92,0	-0,25	-0,25	73,00
10	2,00	83	350 00	0 09	$+0^{\circ}10'$	83,0	-0,39	-0,39	82,86
11	1,38	85	330 02	1 17	$+1^{\circ}18'$	85,0	+1,94	+1,94	75,19
12	1,38	94	335 25	1 37	$+1^{\circ}38'$	93,9	+2,68	+2,58	75,93
13	3,00	86	334 30	0 33	$+0^{\circ}34'$	86,0	+0,85	+0,85	74,10
14	1,38	79	326 48	358 31	$-1^{\circ}28'$	78,9	-2,03	-2,03	71,22
15	1,38	84	324 04	359 08	$-0^{\circ}51'$	84,00	-1,25	-1,25	72,00
16	1,38	69	326 54	358 43	$-1^{\circ}16'$	69,0	-1,52	-1,52	71,73
17	1,38	61	340 50	358 45	$-1^{\circ}14'$	61,0	-1,32	-1,32	71,93
18	1,38	64	8 36	369 04	$-0^{\circ}55'$	64,0	-1,02	-1,64	71,61
19	1,38	28	2 12	353 41	$-6^{\circ}18'$	27,7	-3,05	-3,05	70,20
20	1,38	48	31 49	357 40	$-2^{\circ}19'$	47,9	-1,94	-1,94	71,31
21	-	43	45 37						
СТ.1			0 01						

6.4 Тренировочное (учебное) задание

6.4.1 Построить абрис (рисунок 23) в масштабе  $M=1:1000$ .

6.4.2 Начертить план в отметках в масштабе  $M=1:1000$ , длина стороны хода 250 м, длина хода между опорными точками (см. таблицу 12, рисунок 24).

Таблица 12 К заданию 6.4.2

№ точки	Длина хода между опорными точками. м	Дирекционный угол $\alpha$ , градус	Отметки, Н м
1	100	90	74,36
5			73,37
5	75	140	73,00
9			

9 18	99	195	71,61
18 4	79	248	72,49
4 3	60	350	72,53
3 2	580	145	73,67
2 1	90	30	74,36

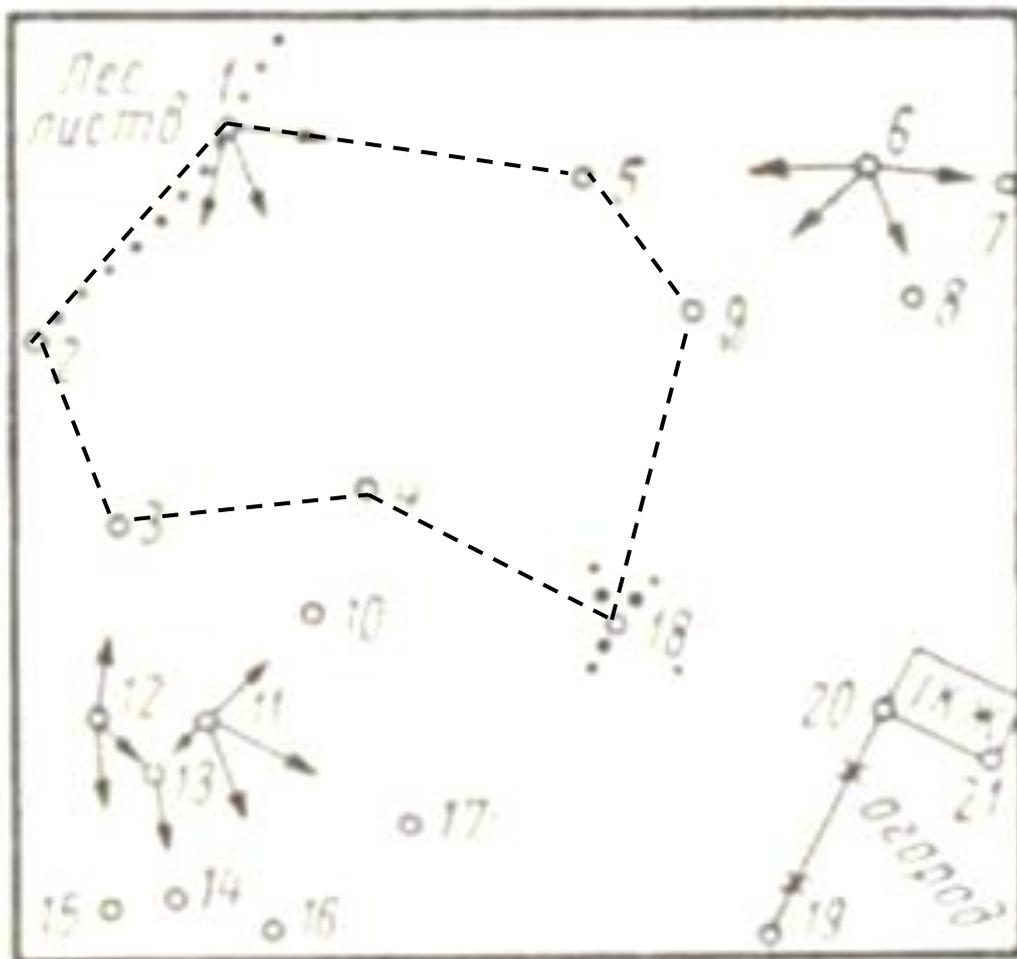


Рисунок 24 План в отметках

### 6.5 Задания для самостоятельного выполнения

6.5.1 Построить палетку (при масштабе  $M 1:1000$ , расстояние между параллельными линиями  $0,50$  мм).

6.5.2 Построить план в горизонталях, длина хода между опорными точками (таблица 12), высотные точки (таблица 12) Нанесение на план речных точек. Построение координатной сетки и нанесение точек планово-высотного обоснования производят так же, как и при теодолитной съемке.

6.5.3 На план нанести ситуацию.

6.5.4 По отметкам горизонталей построить продольный профиль М<sub>Г</sub> 1:500; М<sub>В</sub> 1:100.

## 7 Контрольные вопросы для отчета

7.1 Разъяснить, с помощью каких приборов измеряют расстояния между точками?

7.2 Объяснить физический принцип измерения расстояний с помощью световых и радиодальномеров?

7.3 Привести классификацию приборов используемых для проектирования точек по вертикали?

7.4 Привести классификацию приборов и инструментов используемых при выполнении геодезических работ в строительстве?

## 8 Требования к структуре и содержанию отчёта по практическому занятию

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам». Образец оформления титульного листа отчета приведён в Приложении А.

В отчёте необходимо указать:

- объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу;
- основные цели практического занятия;
- требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе;
- оборудование;
- план проведения занятия;
- выполнение вычислений, расчётов, работа с измерительными приборами, оборудованием, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической документации и др.);
- перечень контрольных заданий для отчёта;
- ответы на контрольные задания для отчета;
- вывод, сформулированный по полученным результатам.

## 9 Формы и методы контроля и критерии оценки результатов обучения

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<b>Умения</b>		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;	- производит измерения по выносу расстояния и координат	Оценка практических и лабораторных работ

Для проведения оценки результатов обучения установлены следующие критерии:

- оценка «5» (отлично). Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, в полной мере владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Не допускает ошибок в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «4» (хорошо) Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Допускает неточности в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «3» (удовлетворительно) Обучающийся выполняет профессиональные действия с затруднением и практические умения демонстрирует, допуская ошибки, учебным материалом владеет не полно, интерпретирует полученные результаты не точно, не в полной мере формулирует выводы. Допускает ошибки в процессе защиты отчёта. Отчёт не совсем соответствует с установленным требованиям;

- оценка «2» (неудовлетворительно) Обучающийся, не выполняет профессиональные действия и не демонстрирует практические умения, не владеет учебным материалом, технически безграмотен. Отчёт оформлен не в соответствии с установленными требованиями.

## **Лабораторная работа №6 Обратная засечка (координатная и высотная). Вынос в натуру тахеометром (расстояния и координат)**

### **Раздел 2. Геодезические измерения**

#### **Тема 3.3 Геометрическое нивелирование**

1 Объем учебного времени, отведенного на лабораторную работу– 2 часа

2 Основные цели лабораторной работы:

2.1 Установить возможность построения высотных ходов с учетом местных особенностей;

2.2 Усвоить высотную съемку рельефа тахеометрического хода.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен уметь:

- 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.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен знать:

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

- приборы и инструменты для вынесения расстояния и координат;

- виды геодезических измерений.

4 Оборудование и материалы:

4.1 Теодолит 2Т-30,

4.2 Рейка нивелирная РН-3000С,

4.3 Принадлежности к нивелиру НЛ-3:

-штатив;

-подставки под штатив;

-отвес;

-тренажер;

-репер с известной абсолютной отметкой.

4.4 Калькулятор;

4.5 Циркуль измеритель;

4.6 Транспортёр.

5.1 Внимательно изучить теоретические сведения;

5.2 Выполнить тригонометрическое нивелирование строительной площадки (координатные измерения).

5.3 Сформулировать вывод по результатам измерений и указать его в отчете.

6 Содержание работы

6.1 Краткие теоретические сведения

6.1.1 Работы по проложению тахеометрического хода

Работы по проложению тахеометрического хода рассмотрим на примере, (рисунок 25):

-устанавливают над точкой хода теодолит в рабочее положение (центрируют и нивелируют) и измеряют его высоту при помощи нивелирной рейки, установленной на точках V и 2 (рисунок 25 б);

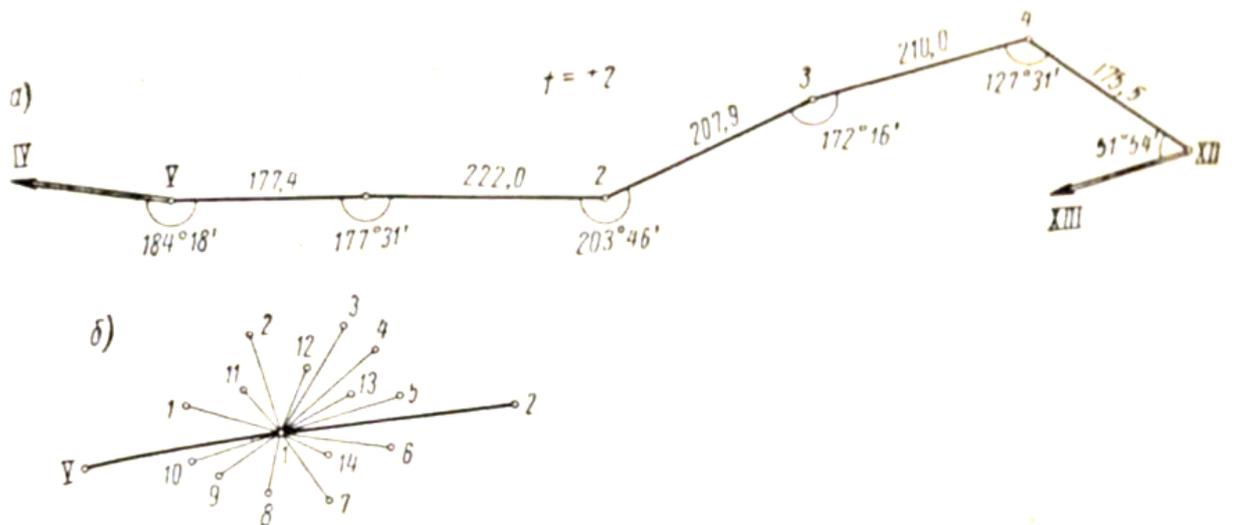


Рисунок 25 а)- тахеометрический ход; б)-съемка с пункта тахеометрического хода.

- визируют на рейку, установленную в точке V (заднюю) по возможности ближе к земле и делают отсчет по горизонтальному кругу;

-наводят среднюю нить сетки на отсчет рейки, равный высоте инструмента (визирование в точке V выполнено на высоту 2,5 м в точке 2 на высоту инструмента 1,46 м.

Отсчитывают расстояние по нитяному дальномеру

-приводят пузырек уровня при вертикальном круге на середину и берут отсчет по вертикальному кругу;

-открепив алидаду, визируют на переднюю рейку (точка 2) и повторяют действия, на этом заканчивается первый полуприем (при круге право КЛ);

- переводят трубу через зенит и повторяют измерения при круге лево КП);

- вычисляют значения горизонтального угла из первого и второго полуприемов (столбец 4) и если они не различаются между собой более чем на  $\pm 1'$ , определяют среднее значение угла.

Прямые и обратные углы наклона, определенные с соседних станций (при визировании на точку рейки, отстоящую от земли на расстоянии, равном высоте инструмента), не должны различаться более чем на  $\pm 1'$ , а расхождения в длинах сторон, измеренных прямо и обратно, не должны превышать 1:250 их величины (40 см на 100 м).

Если одновременно с построением хода выполняют тахеометрическую съемку (см. рисунок .25 б), то рекомендуется, во-первых, выполнять первый полуприем при круге лево, тогда после второго полуприема не нужно переводить трубу через зенит (реечные точки обычно определяют при круге право).

### 6.1.2 Съёмка ситуации и рельефа.

При съемке следует стремиться, при наименьшем количестве реечных точек наилучшим образом изобразить ситуацию и рельеф.

При выборе реечных точек для съемки необходимо помнить, что обязательной съемке подлежат все постоянные предметы местности, к которым относятся:

- здания, постройки, различные наземные сооружения;
- линии связи, железные и автомобильные дороги, коммуникации;

- реки, озера, болота, колодцы, родники;
- отдельно стоящие деревья, кусты, группы деревьев, которые могут служить ориентиром;
- массивы леса и кустарника;
- земельные угодья (пашни, огороды, луга и т. п.).

При выборе высотных реечных точек необходимо выявить

основные перегибы рельефа для того, чтобы выбранные реечные точки дали возможность наиболее правильно зарисовать его на плане. При этом обязательно должны быть сняты следующие характерные элементы:

- вершины холмов и наинизшие точки котловин;
- линии водоразделов и тальвегов с обязательным показом их изгибов и разветвлений;
- урезы воды в реках и водоемах;
- бровки оврагов, лощин и котловин, берега рек и ручьев;
- подошвы холмов и хребтов;
- границы перегибов скатов;
- устья лощин и оврагов, точки их разветвления;
- места перегиба седловин.

Поскольку при тахеометрической съемке план составляют в камеральных условиях, то одновременно с производством измерений выполняют схематическую (на глаз) зарисовку ситуации и рельефа, снимаемых с данной станции. Такие зарисовки, называемые кроки, позволяют составлять план более правильно и даже обнаруживать ошибки измерений.

## 6.2 Камеральные работы при тахеометрической съемке

### 6.2.1 Обработка полевых материалов теодолитно-тахеометрического хода.

Обработку хода начинают с проверки полевых вычислений (столбцы 4, 5, 9 и 10 таблица 13).

Вычисление горизонтальных проложений и отметок выполняют в том же порядке, что и в высотном-теодолитном ходе, но, поскольку расстояния определяют индустриальным дальномером, для вычислений используют формулы:

$$d = S \cos^2 v, \quad (5)$$

$$h = S/2 \sin 2v + I - v \quad (6)$$

где  $d$  — горизонтальное проложение;  $h$  — превышение;  $v$  — угол наклона;  $I$  — высота инструмента,  $v$  — высота наведения на рейку/

Координаты пунктов тахеометрического хода вычисляют по той же схеме, что и теодолитного (таблица 13), но с некоторыми упрощениями. Так, углы округляют до целых минут.

Допустимое значение линейной невязки хода определяют из выражения

$$f_{\text{доп}} = \sum P / 400 \sqrt{n} \quad (7)$$

где —  $\Sigma P$  длина хода, а  $n$  — число сторон хода.

## 6.2.2 Расчет координат тахеометрического хода

### 6.2.3 Тренировочное учебное задание

На рисунке 25 приведена схема тахеометрического хода, для которого необходимо вычислить координаты точек 1-2-3-4 по известным координатам пункта V, измеренным правым углам в направлении хода и дирекционным углам пункта IV и точек 1-2-3-4 .

#### 6.2.3 Порядок расчета

- рассчитать сумму измеренных углов  $\Sigma\beta_{изм}$ ;

-рассчитать теоретическую сумму измеренных углов по формуле:

$$\Sigma\beta_T = \alpha_v - \alpha_{viii} + (180 \times 6);$$

- рассчитать разность  $f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_T$ ;

- рассчитать допустимую невязку  $f_{\beta доп} = \pm 1'\sqrt{5}$

-распределить полученную невязку  $f_\beta$ , при условии  $f_\beta < f_{\beta доп}$ ;

-рассчитать приращения координат  $\Delta X$  и  $\Delta Y$ ;

-рассчитать сумму горизонтальных проложений  $\Sigma d$ ;

-рассчитать суммы приращений координат  $\Sigma\Delta X$  и  $\Sigma\Delta Y$ ;

-рассчитать допустимое значение линейной невязки хода  $f_{с доп} = \Sigma P/400\sqrt{n}$ ;

-распределить допустимую линейную невязку по приращениям координат с обратным знаком;

- рассчитать координаты тахеометрического хода опирающегося на точки V и VII;

-занести расчетные данные в таблицу 13.

## 6.5 Задания для самостоятельного выполнения

Горизонтальным проложениям и дирекционным углам построить тахеометрический ход (рисунок 25 а) в масштабе 1:10000. Построение направлений тахеометрического хода строить с помощью геодезического транспортира.

## 7 Контрольные вопросы для отчета

7.1 Разъяснить, в каких случаях необходим абрис.

7.2 Дать понятие – кроки.

7.3 Разъяснить какие данные необходимы при расчете координат тахеометрического хода.

## 8 Требования к структуре и содержанию отчёта по практическому занятию

Отчет должен быть оформлен в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам». Образец оформления титульного листа отчета приведён в Приложении А.

В отчёте необходимо указать:

- объём учебного времени, отведённого на лабораторную работу;
- основные цели практического занятия;
- требования ФГОС СПО к результатам освоения учебной дисциплины, реализуемые на лабораторной работе;
- оборудование;
- план проведения занятия;
- выполнение вычислений, расчётов, работа с измерительными приборами, оборудованием, работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками, составление проектной, плановой и другой технической документации и др.);
- перечень контрольных заданий для отчёта;
- ответы на контрольные задания для отчета;
- вывод, сформулированный по полученным результатам.

## 9 Формы и методы контроля и критерии оценки результатов обучения

Результаты обучения	Критерии оценки	Методы оценки
<b>Умения</b>		
- пользоваться приборами и инструментами, используемыми при вынесении расстояния и координат;	-производит измерения по выносу расстояния и координат	Оценка практических и лабораторных работ

Для проведения оценки результатов обучения установлены следующие критерии:

- оценка «5» (отлично). Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, в полной мере владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Не допускает ошибок в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «4» (хорошо) Обучающийся выполняет профессиональные действия и демонстрирует практические умения без ошибок, владеет учебным материалом, самостоятельно интерпретирует полученные результаты, технически грамотно формулирует выводы. Допускает неточности в процессе защиты отчёта. Отчёт оформлен в соответствии с установленными требованиями;

- оценка «3» (удовлетворительно) Обучающийся выполняет профессиональные действия с затруднением и практические умения демонстрирует, допуская ошибки, учебным материалом владеет не полно, интерпретирует полученные результаты не точно, не в полной мере формулирует выводы. Допускает ошибки в процессе защиты отчёта. Отчёт не совсем соответствует с установленным требованиям;

- оценка «2» (неудовлетворительно) Обучающийся, не выполняет профессиональные действия и не демонстрирует практические умения, не владеет учебным материалом, технически без грамотен. Отчёт оформлен не в соответствии с установленными требованиями.

Таблица 13 Ведомость вычисления координат тахеометрического хода опирающегося на точки V и VII.

№точек	Измеренные углы (правые)		Поправки	Исправленные углы		Дирекционные углы		Горизонтальное проложение	Вычисленные приращения		Исправленные приращения		Координаты	
				<sup>0</sup>	/	<sup>0</sup>	/		$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y
	0	/												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
IV						63	18							
V 1	184	18				59 61	00 30							
	177	31							177,4					
2	203	46							222,0					
3	172	16				37	45							
						45	29		207,9 210,0					
4	127	31												
XII	51	54				97	58		175,5					
XIII						226	04							

## **10. Информационное обеспечение реализации программы**

Для реализации программы библиотечный фонд образовательной организации должен иметь печатные и/или электронные образовательные и информационные ресурсы, рекомендуемых для использования в образовательном процессе

### **10.1. Печатные издания**

1. Киселев М.И. Геодезия: учебник / М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев. - 6-е изд., стер. - М.: Академия, 2015. - 384 с.

### **10.2. Электронные издания (электронные ресурсы)**

1 Публичная электронная библиотека [Электронный портал]. - Режим доступа: <http://lib.chistopol.net/library/book/14741.html>

2 Журнал "Геодезия и картография" [Электронный портал]. - Режим доступа: <http://geocartography.ru>

### **10.3. Дополнительные источники**

1.Нестеренок М.С. Геодезия : учеб. пособие для вузов / М. С. Нестеренок. - Минск :Высш. шк., 2015. - 272 с.:

2. Федотов Г.А. Инженерная геодезия : учебник. — 6-е изд., перераб. и доп. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 479 с. — (Высшее образование: Специалитет). [Электронный портал]. - Режим доступа: — [www.dx.doi.org/ 10.12737/13161](http://www.dx.doi.org/10.12737/13161).

**Приложение А**  
**Образец оформления титульного листа отчёта по внеаудиторной самостоятельной работе**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Новоуральский технологический институт  
(колледж НТИ НИЯУ МИФИ)

---

Цикловая методическая комиссия  
промышленного и гражданского строительства

ОТЧЁТ

ПО ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ НА ТЕМУ

Обратная засечка (координатная и высотная).

Вынос в натуру тахеометром (расстояния и координат)

Учебная дисциплина  
ОП.04 «Основы геодезии»

Специальность СПО 08.02.01

«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

очная форма обучения

на базе основного общего образования

Выполнил

студент группы КСТ–28 Д

Иванов И.И.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

дата

подпись

Проверил

преподаватель

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

дата

подпись

Новоуральск 2022