

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

ДИСЦИПЛИНЫ

ГЕОДЕЗИЯ

для специальности

08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Тихорецк

2016 г



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной работе

Н.Ю.Шитикова

2016 г.

Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Геодезия» разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 13 августа 2014 г. № 1002.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

Малыхина С. В, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС

Рецензенты:

Ляшенко Т. А. – преподаватель ТТЖТ – филиала РГУПС

Батраченко В.И., директор МУП ТГП ТР « Управление капитального строительства» г.Тихорецк

Рекомендована цикловой комиссией № 10 Специальности 08.02.01,08.02.10
Протокол заседания № 01 от 01. 09.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 ПАСПОРТ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	6
2 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	8
3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	9
4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	40
5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	42

1. ПАСПОРТ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ДИСЦИПЛИНЫ « ГЕОДЕЗИЯ »

1.1 Область применения методических указаний по выполнению практических работ

Методические указания по выполнению практических работ (далее методические указания) – является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 13 августа 2014 г. № 1002.

Методические указания по выполнению практических работ могут быть использованы для изучения основ геодезии в учреждениях начального и среднего профессионального образования, реализующих образовательную программу среднего (полного) общего образования, при подготовке квалифицированных рабочих и специалистов среднего звена.

1.2 Цели и задачи методических указаний – требования к результатам освоения практических занятий:

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения практических занятий должен:

уметь:

- производить геодезические измерения при строительстве и эксплуатации железнодорожного пути, зданий и сооружений;
- производить разбивку и закрепление трассы железной дороги;
- производить разбивку и закрепление на местности искусственных сооружений;

знать:

- основы геодезии;
- основные геодезические определения, методы и принципы выполнения топографо-геодезических работ;
- устройство геодезических приборов

1.3 Рекомендуемое количество часов на освоение практических и лабораторных занятий – 16 часа

лабораторные занятия	8
практические занятия	8

2 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<p>В результате выполнения практических и лабораторных работ обучающийся должен уметь:</p> <p>производить геодезические измерения в строительстве и эксплуатации железнодорожного пути, зданий и сооружений;</p> <p>разбивку и закрепление трассы железной;</p> <p>разбивку и закрепление на местности искусственных сооружений</p> <p>знать:</p> <p>основные геодезические определения, методы и принципы выполнения топографо-геодезических работ; устройства геодезических приборов.</p>	<p>Выполнение практических работ, обработка результатов съемок компьютерной программой</p> <p>зачет по практическим и лабораторным работам</p>

2.2 Тематический план практических занятий

Наименование разделов и тем дисциплины	Наименование практических занятий	Объем часов	Уровень освоения
Раздел 1. Основы геодезии		4	
Тема 1.1 Общие сведения по геодезии.			
Тема 1.2 Масштабы топографических планов и карт. Условные знаки	Практическое занятие 1 Построение линейного и поперечного масштабов	2	
Тема 1.3 Рельеф местности и его изображение на планах и картах	Практическое занятие 2 Решение задач по плану в горизонталях	2	
Тема 1.4 Ориентирование линий			
Раздел 2. Теодолитная съемка		8	
Тема 2.1 Линейные измерения			
Тема 2.2 Современные геодезические приборы			
Тема 2.3 Приборы для измерения горизонтальных и вертикальных углов	Лабораторные занятия 1 .Исследование конструкции теодолитов. Установка теодолита в рабочее положение, измерение углов теодолитом. Измерение расстояний нитяным дальномером Лабораторные занятия 2 .Выполнение поверок и юстировок теодолита.	2 2	
Тема 2.4 Производство теодолитной съемки			
Тема 2.5 Обработка полевых материалов теодолитной съемки	Практические занятия 3 Обработка ведомости вычисления координат теодолитного хода	2	
Тема 2.6 Составление планов теодолитных ходов и вычислений площадей	Практическое занятие 4 Построение плана теодолитной съемки.	2	
Раздел 3. Геометрическое		4	

нивелирование			
Тема 3.1 Общие сведения о нивелировании			
Тема 3.2. Прибора для геометрического нивелирования	Лабораторная работа 3 Исследование конструкции нивелиров и нивелирных реек. Снятие отсчетов по нивелирным рейкам. Установка нивелира в рабочее положение; определение превышений Лабораторная работа 4 Выполнение поверок и юстировок нивелиров	2 2	
Тема 3.3. Производство геометрического нивелирования трасы железной дороги. Обработка полевых материалов			

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическая работа № 1

Решение задач на масштабы. Построение линейного и поперечного масштабов

Цель работы: научиться строить линейный и поперечные масштабы, уметь ими пользоваться

Оборудование и раздаточный материал: методические указания к работе, миллиметровая бумага, чертежные принадлежности

Краткие теоретические сведения

1.1. Масштабы: численный, линейный и поперечный

Масштабом называется отношение длины линии на плане (карте) к длине горизонтального проложения соответствующей линии на местности.

В свою очередь, горизонтальным проложением линии называется проекция соответствующей наклонной линии на местности на горизонтальную плоскость. С помощью масштаба решаются две задачи:

- 1 - определение длины линии на топографическом плане (карте);
- 2 - построение заданной линии на топографическом плане (карте).

Применяется три типа масштаба: численный, линейный и поперечный.

Численным масштабом называется масштаб, который выражается дробью, числитель которой равен единице, а знаменатель показывает, во

сколько раз горизонтальное проложение линии местности уменьшено при изображении горизонтального проложения линии на плане или карте.

Численный масштаб – величина неименованная. Он записывается так: 1:1000, 1:2000, 1: 5000 и т.д., причём в такой записи 1000, 2000 и 5000 называется знаменателем масштаба М.

Численный масштаб говорит о том, что в одной единице длины линии на плане (карте) содержится точно столько же единиц длины на местности. Так, например, в одной единице длины линии на плане 1:5000 содержится точно 5000 таких же единиц длины на местности, а именно: один сантиметр длины линии на плане 1:5000 соответствует 5000 сантиметрам на местности (т.е. 50 метрам на местности); в одном миллиметре длины линии на плане 1:5000 содержится 5000 миллиметров на местности (т.е. в одном миллиметре длины линии на плане 1:5000 содержится 500 сантиметров или 5 метров на местности) и т.д.

При работе с планом в ряде случаев пользуются линейным масштабом.

Линейный масштаб - график, (рис. 1) который является изображением определенного численного масштаба.

Основанием линейного масштаба называется отрезок АВ линейного масштаба (основная доля масштаба), равный обычно 2 см. Он переводится в соответствующую длину на местности и подписывается. Крайнее левое основание масштаба делят на 10 равных частей.

Наименьшее деление основания линейного масштаба равно 1/10 основания масштаба.

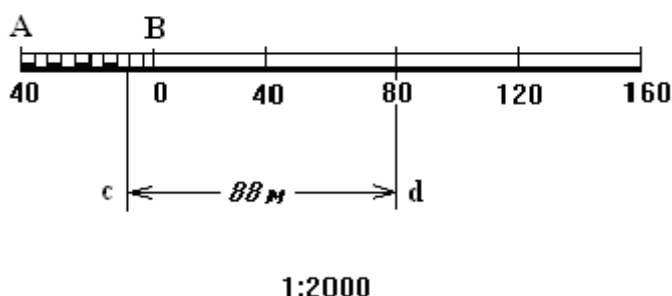


Рис. 1

Пример: для линейного масштаба (используемого при работе на топоплане масштаба 1:2000), показанного на рисунке 1, основание масштаба АВ равно 2 см (т.е. 40 метрам на местности), а наименьшее деление основания равно 2 мм, что в масштабе 1:2000 соответствует 4 м на местности.

Отрезок cd (рис. 1), взятый с топографического плана масштаба 1:2000, состоит из двух оснований масштаба и двух наименьших делений основания, что, в итоге, соответствует на местности $2 \times 40 \text{ м} + 2 \times 2 \text{ м} = 88 \text{ м}$.

Более точное графическое определение и построение длин линий можно сделать с помощью другого графика - поперечного масштаба (рис. 2).

Поперечный масштаб – график для максимально точного измерения и откладывания расстояний на топографическом плане (карте).

Основание АВ нормального поперечного масштаба равно, как и в линейном масштабе, также 2 см. Наименьшее деление основания равно $CD \equiv \frac{1}{10} AB = 2\text{мм}$. Наименьшее деление поперечного масштаба равно $cd = \frac{1}{10} CD = \frac{1}{100} AB = 0,2\text{мм}$ (что следует из подобия треугольника ВСД и треугольника Всд).

Таким образом, для численного масштаба 1:2000 основание поперечного масштаба будет соответствовать 40 м, наименьшее деление основания ($\frac{1}{10}$ основания) равно 4 м, а наименьшее деление масштаба $\frac{1}{100} AB$ равно 0,4 м.

Пример: отрезок ав (рис. 2), взятый с плана масштаба 1:2000, соответствует на местности 137,6 м (3 основания поперечного масштаба ($3 \times 40 = 120$ м), 4 наименьших деления основания ($4 \times 4 = 16$ м) и 4 наименьших деления масштаба ($0,4 \times 4 = 1,6$ м), т.е. $120 + 16 + 1,6 = 137,6$ м).

Остановимся на одной из важнейших характеристик понятия «масштаб».

Точностью масштаба называется горизонтальный отрезок на местности, который соответствует величине 0,1 мм на плане данного масштаба. Эта характеристика зависит от разрешающей способности невооруженного человеческого глаза, которая (разрешающая способность) позволяет рассмотреть минимальное расстояние на топографическом плане в 0,1 мм. На местности эта величина будет уже равна $0,1 \text{ мм} \times M$, где M – знаменатель масштаба.

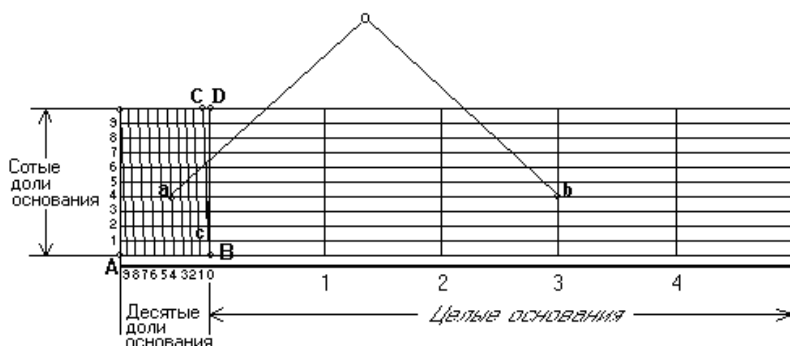
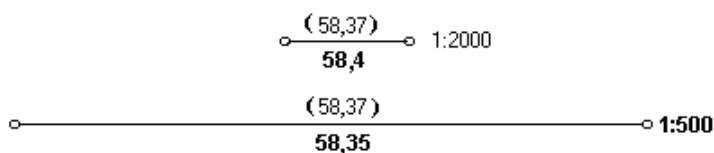


Рис. 2

Поперечный масштаб, в частности, позволяет измерить длину линии на плане (карте) масштаба 1:2000 именно с точностью данного масштаба.

Пример: в 1 мм плана 1:2000 содержится 2000 мм местности, а в 0,1 мм, соответственно, $0,1 \times M$ (мм) = $0,1 \times 2000$ мм = 200 мм = 20 см, т.е. 0,2 м.

Поэтому при измерении (построении) на плане длины линии ее значение следует округлить с точностью масштаба. Пример: при измерении (построении) линии длиной 58,37 м (рис. 3), ее значение в масштабе 1:2000 (с точностью масштаба 0,2 м) округляется до 58,4 м, а в масштабе 1:500 (точность масштаба 0,05 м) – длина линии округляется уже до 58,35 м.



Порядок выполнения работы

1. Ответить на вопросы:

а). Масштаб карты 1:25000. Определить, какой масштаб вдвое мельче данного, а какой в пятеро крупнее?

б). Каким значениям численных масштабов соответствует точность масштабов 0,05 м; 0,5 м; 5 м?

(0,05) соответствует

(0,5) соответствует

(5) соответствует

в). Можно ли дорогу шириной 4 м изобразить двумя линиями на картах масштабов 1:10000, 1:25000, 1:50000

2. Построить линейный и поперечный масштабы с основанием 2 см, подписать его для масштабов 1:500, 1:10000, 1:25000.

Отложить на диаграммах отрезки: а - в масштабе 1:500,

в - в масштабе 1:10000,

с - в масштабе 1:25000.

Варианты приведены в таблице №1.

таблица №1.

№№ задач	Численный масштаб	Размер прямых, измеренных на местности, м		Размер прямых на плане, мм
1	1:10000	1650,0	815,0	132 52
2	1:5000	671,50	295,0	120 65
3	1:2000	255,50	130,0	145 75
4	1:1000	144,30	82,85	125 58
5	1:500	78,71	41,15	115 65
6	1:10000	1370,0	615,0	92 65
7	1:5000	534,0	315,5	120 72
8	1:2000	205,60	82,80	134 63
9	1:1000	117,30	55,80	127 78
10	1:500	87,75	52,35	123 55

11	1:1000	134,40	47,45	136	45
12	1:2000	210,40	148,20	127	73
13	1:5000	498,50	211,50	108	59
14	1:10000	1440,0	832,0	133	77
15	1:5000	395,50	203,50	128	96
16	1:2000	188,60	98,20	96	45
17	1:1000	149,35	72,55	112	48
18	1:500	69,45	28,95	145	93
19	1:1000	156,25	77,58	136	55
20	1:2000	233,30	117,15	123	68
21	1:5000	408,50	215,25	115	45
22	1:10000	1412,0	681,0	127	72
23	1:500	62,75	38,45	118	63
24	1:1000	137,42	58,65	123	72
25	1:2000	218,50	112,50	108	88

Пояснения к заданию

Построение масштабов выполняют карандашом на листе миллиметровой бумаги четкими тонкими линиями. Подписи на диаграммах для разных масштабов обозначают разными цветами

Содержание отчета:

1. отчет по работе на листах формата А4
2. построения масштабов на миллиметровой бумаге

6. Выводы

Практическая работа № 2

Решение задач по плану в горизонталях: Определение высот точек.
Построение профиля

Цель работы: научиться решать задачи по плану в горизонталях

Оборудование и раздаточный материал: методические указания к работе, топографические планы

Краткие теоретические сведения

Высотой H точки местности называется расстояние по направлению отвесной линии от точки до уровенной поверхности.

Например, $H_A = Aa$ – высота точки A над уровенной поверхностью PQ , $H_B = Bb$ – высота точки B над уровенной поверхностью PQ (рис. 1).

Отметкой точки местности называется численное значение высоты точки. Например, $H_A = 150$ м, $H_B = 149$ м.

На топографическом плане рельеф изображается надписями отметок отдельных характерных точек, условными знаками (промоина, обрыв и т. п.) и горизонталями.

Горизонталями называются замкнутые кривые линии, соединяющие точки местности с одинаковыми отметками. Горизонтали образуются путём пересечения поверхности местности секущими горизонтальными плоскостями, проведенными через заданное расстояние, которое называется высотой сечения рельефа h .

Заложением называется расстояние d на плане между двумя соседними горизонталями (рис. 9 – 11).

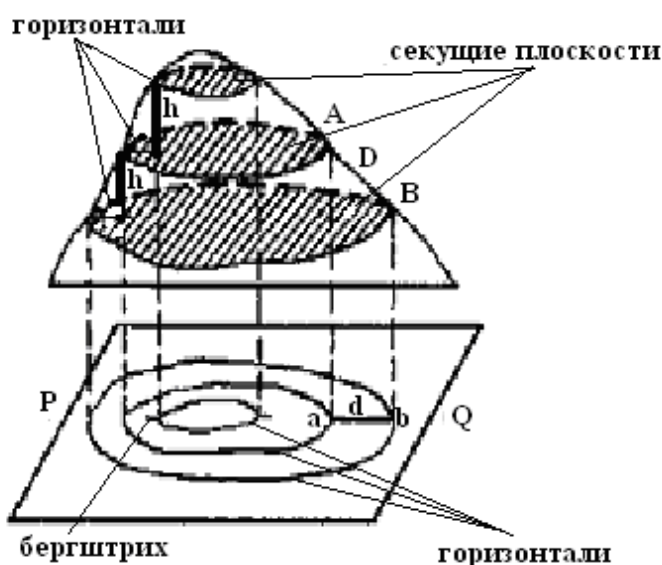


Рис. 1

По отметкам двух смежных (соседних) горизонталей можно определить отметку точки, лежащей между ними. Например: отметка первой точки В на нижней (рис. 10) горизонтали $H_1 = 161$ м, отметка второй точки А на верхней (рис. 10) горизонтали $H_2 = 162$ м (т.е. высота сечения рельефа $h = 1$ м), заложение $d = 16,8$ м, расстояние от первой горизонтали до точки С равно $c = 7,6$ м (рис. 2). Тогда (с требуемой точностью до 0,1 м) вычисляем отметку H_C точки С по формуле



Рис. 2

$$H_C = H_1 + \frac{c}{d} \cdot h = 161 + \frac{7,6}{16,8} \cdot 1 = 161,4 \text{ м.}$$

Крутизна ската - это угол, образуемый направлением ската с горизонтальной плоскостью в данной точке А. Уклон u линии местности – это тангенс угла наклона v линии местности (тангенс крутизны ската) к горизонтальной плоскости (рис. 3).

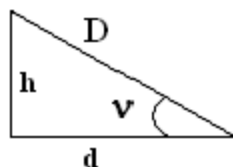


Рис. 3

$$u = \operatorname{tg} v = \frac{h}{d}.$$

Чем больше угол наклона, тем скат круче.

Для нашего примера уклон линии местности между горизонталями равен

$$u = \frac{1}{16,8} = 0,0595.$$

Порядок выполнения работы

1. Снять копию плана (вариант дает преподаватель)
2. Решить задачи:
3. а) определить отметки точек
б) построить профиль
в) определить средний естественный уклон местности по заданному профилю
д) построить линию заданным уклоном между двумя точками на плане

Содержание отчета:

1. Описание хода работы с решением задач на листах формата А
2. Построенный на миллиметровой бумаге профиль
3. Топографический план с выполненным индивидуальным заданием

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Что называется горизонталями?
2. Что называется высотой сечения рельефа?
3. Что называется отметкой точки местности?
4. Что называется заложением между двумя соседними горизонталями?
5. Что называется крутизной ската?
6. Что называется уклоном линии?

Практическая работа № 3

Обработка ведомости координат теодолитного хода

Цель работы: научиться производить вычислительную обработку теодолитного хода

Оборудование и раздаточный материал: методические указания к работе, ведомость для вычисления координат журнал измерений горизонтальных углов, абрис, ведомость, таблицы приращений, калькулятор.

Краткие теоретические сведения

Вычисление координат точек теодолитного хода производится в ведомости стандартной формы. Работа начинается с заполнения графы 1 «Ведомости вычисления координат вершины теодолитного хода». Номера вершин теодолитного хода удобно записывать через строчку, чтобы между ними заносить данные для сторон теодолитного хода. Через строчку после последней вершины проводится итоговая черта через всю ведомость, ниже которой записывают суммы величин по графам.

В графы 2 и 3 против номеров вершин вносят результаты измерения горизонтальных углов. Они суммируются, результат записывается ниже итоговой черты и уравниваются

Уравненные углы переписывают в графы 4 и 5 и суммируют, чтобы проверить отсутствие ошибок при распределении невязок и переписывании.

Далее, по исправленным горизонтальным углам и заданному дирекционному углу вычисляют дирекционные углы всех сторон теодолитного хода по формуле и записывают в графы 6 и 7. Правильность вычисления дирекционных углов должна быть проконтролирована вычислением дирекционного угла начальной стороны

За начальные направления принят дирекционный угол стороны 1-2, а за исходную вершину вершина №1 теодолитного хода.

В графу 11 переписывают горизонтальные положения сторон теодолитного хода. Значения горизонтальных проложений сторон записывают в той же строке, что и значение дирекционного угла соответствующей стороны теодолитного хода.

Для более четкого представления о знаках приращений координат, целесообразно перейти от дирекционных углов к румбам, по названиям которых легко установить знаки приращений координат, что и рекомендуется выполнить студенту.

Зависимость румбов от дирекционных углов и соответствующие им знаки приращений координат видны из рисунка

Рис. – Связь между дирекционными углами и дирекционными румбами

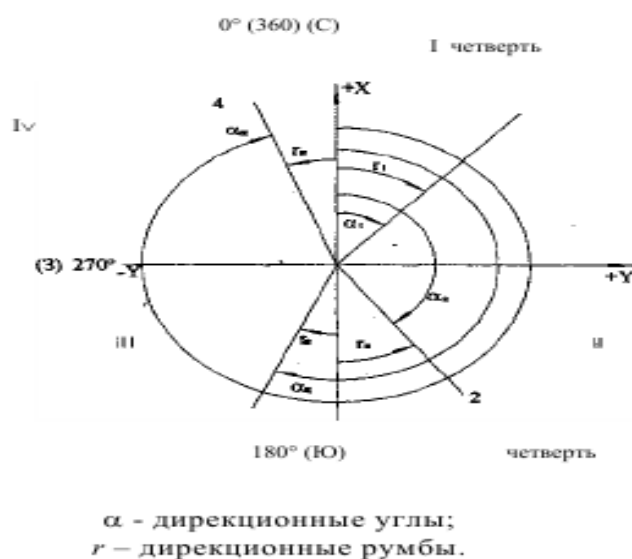


Таблица – Зависимость между дирекционными углами и румбами направлений

Четверть	Название румба	Формула перехода	Знаки приращений координат	
			ΔX	ΔY
1	2	3	4	5
I	СВ	$r_1 = \alpha_1$	+	+
II	ЮВ	$r_2 = 180 - \alpha_2$	-	+
III	ЮЗ	$r_3 = \alpha_3 - 180$	-	-
IV	СЗ	$r_4 = 360 - \alpha_4$	+	-

Так как результаты вычислений румбов не имеют общего контроля, рекомендуется для предотвращения ошибок пользоваться схемой на рисунке и проверять вычисления обратными арифметическими действиями. Вычисленные румбы записывают в графы 8, 9, 10 ведомости.

По вычисленным румбам и заданным горизонтальным проложениям сторон теодолитного хода подсчитывают приращения, заменив значения α на значения румбов r . Приращения координат записывают в графы 12, 13, 14, 15 – и суммируют по графам. Суммы по графам записывают под итоговой чертой. Эти суммы являются практическими суммами координат $\Sigma \Delta X_{пр}$, $\Sigma \Delta Y_{пр}$. Поскольку заданная схема теодолитного хода замкнутая, теоретические суммы приращений координат должны быть равны нулю, т.е.

Ввиду того, что при измерении сторон и определении горизонтальных проложений неизбежно возникают погрешности, которые вошли составной частью в приращение координат ΔX , ΔY , теодолитный ход

не замкнется. Вместо исходной точки 1 теодолитный ход закончится в случайной точке 1'. Значение отрезка 1-1' называется абсолютной линейной невязкой в периметре теодолитного хода.

Эту невязку непосредственно из результатов измерений сторон определить нельзя, т.к. для этого нет теоретических условий, но ее можно вычислить через приращения координат.

Однако, абсолютная невязка, еще не характеризует качество линейных измерений, значение этой невязки необходимо отнести к длине теодолитного хода (периметру Р). Такое отношение называют относительной невязкой. Допустимые значения относительных невязок устанавливаются на основании практических измерений для разных условий местности. В исходных данных погрешность измерения сторон теодолитного хода задана величиной 1:2000, т.е. на длину одной мерной ленты в 20 метров погрешность измерения расстояний не должна превышать 1 см.

$$\frac{f_d}{P} \leq \frac{1}{2000}$$

При условии невязка в горизонтальных проложениях распределяется пропорционально длинам сторон с обратным знаком на приращения координат. Исправленные значения приращений координат вычисляют алгебраическим сложением вычисленных приращений координат с поправками к ним и записывают в графы 16, 17, 18, 19 ведомости Алгебраическая сумма исправленных приращений координат по соответствующей оси координат должна быть равна нулю, т.е. $\Sigma \Delta X = 0$, $\Sigma \Delta Y = 0$, что должно быть подтверждено записью под итоговой чертой соотв. В последних графах ведомости вычисляют координаты каждой вершины и исправленным приращениям координат Контролем правильности вычислений является получение координат исходной точки в конце ведомости вычислений (для замкнутого хода).

Порядок выполнения работы

1. Необходимо по данным значениям углов найти.

а) теоретическую сумму углов: $\Sigma \beta_T = 180^\circ (n - 2)$

б) измеренную сумму углов: $\beta_1 = 96^\circ 53'$; $\beta_2 = 92^\circ 02'$; $\beta_3 = 89^\circ 44'$; $\beta_4 = 81^\circ 20,5'$

$\Sigma \beta_{из} =$

в) найти угловую невязку $f_\beta = \Sigma \beta_{из} - \Sigma_T$

2. Зная начальный дирекционный угол $\alpha_{1-2} = 323^\circ 07'$;

находим дирекционные углы всех сторон хода

начальный дирекционный угол по варианту находится по формуле

$\alpha_{1-2} = 323^\circ 07' + (n+2)$, где n порядковый номер студента по списку

$\alpha_{1-2} = 323^\circ 07'$

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

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

$\alpha_{4-1} = \alpha_{3-4} + 180^\circ - \beta_4$

для контроля измерений

$$\alpha_{1-2} = \alpha_{4-1} + 180^\circ - \beta_1 =$$

3. Зная значения дирекционных углов, находим значения их румбов.

4. Зная горизонтальные проложения сторон и их румбы находим приращения координат для каждой точки хода

$$\Delta X = d \cos r$$

$$\Delta Y = d \sin r$$

$$\Delta X_{\text{шт-26}} = 63,42 \times \cos 17^\circ 19' = +60,54$$

$$\Delta Y_{\text{шт-26}} = 63,42 \times \sin 17^\circ 19' = -18,87$$

+0,03

$$\Delta X_{1-2} = 161,66 \times \cos 36^\circ 53' = -129,30$$

-0,03

$$\Delta Y_{1-2} = 161,66 \times \sin 36^\circ 53' = -97,02$$

5. Зная значения углов горизонтальных проложений, дирекционные углы и румбы, вычисленные приращения координат и исправленные, невязку приращений, заполнить ведомость координат.

6. По известным координатам ПЦ 26 находим координаты всех точек хода по формулам:

$$X_1 = X_{\text{шт-26}} + \Delta X_{\text{шт-1}} \quad Y_1 = Y_{\text{шт-26}} + \Delta Y_{\text{шт-1}}$$

$$X_2 = X_1 + \Delta X_{1-2} \quad Y_2 = Y_1 + \Delta Y_{1-2}$$

$$X_3 = X_2 + \Delta X_{2-3} \quad Y_3 = Y_2 + \Delta Y_{2-3}$$

$$X_4 = X_3 + \Delta X_{3-4} \quad Y_4 = Y_3 + \Delta Y_{3-4}$$

Содержание отчета:

1. отчет по работе на листах формата А4

2. ведомость с вычисленными координатами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Какие исходные данные ложатся в основу расчета ведомости координат
2. Какова последовательность заполнения ведомости
3. Как вычислить угловую невязку
4. Как найти последующий дирекционный угол, если известен предыдущий
5. Что называют приращением координат
6. Как найти координаты точки

Практическая работа № 4

Построение плана теодолитной съемки

Цель работы: научиться выполнять графическую часть материалов теодолитной съемки

Оборудование и раздаточный материал: методические указания к работе, ведомость координат теодолитного хода, миллиметровая бумага, чертежные принадлежности

Краткие теоретические сведения (для замкнутого хода).

Контурный план составляют по данным полевых документов и результатам их обработки. Для обеспечения достаточной точности плана, графические построения на бумаге должны быть выполнены с предельно возможной точностью. Опытами установлено, что невооруженный человеческий глаз в состоянии различить на бумаге точки при расстоянии их друг от друга не менее 0,1 мм, следовательно, точность построений не должна превышать 0,2 мм. Для удобства и повышения точности построения наносят только ту часть координатной сетки, в пределах которой находится заданный участок местности.

Для этого на чистом листе бумаги строится сетка координат со стороной квадрата для крупных масштабов 10 см. Соблюдая принцип геодезических работ «от общего к частному», сначала строится общий квадрат. В качестве инструмента при построениях координатной сетки используют специальную линейку Дробышева, при ее отсутствии разбивку сетки квадратов можно выполнить следующим образом: на листе бумаги проводят две диагонали. Из точки их пересечения по каждой диагонали откладывают одинаковые отрезки с максимальным приближением к краям листа. Соединив концы отрезков, получают внешний квадрат со строго прямыми углами. Внутри внешнего квадрата строят координатную сетку. Количество квадратов по осям X и Y и их расположение в центре листа рассчитывают по значениям координат вершин теодолитного хода, взятым из ведомости.

Нанесение вершин теодолитного хода выполняют по их координатам с помощью масштабной линейки и циркуля-измерителя, откладывая расстояния на бумаге от ближайших линий сетки координат. Контроль правильности нанесения вершин теодолитного хода на план выполняется путем измерения длин сторон между вершинами на плане и сравнения их с соответствующими им горизонтальными проложениями, записанными в ведомости.

Расхождение между значениями не должны превышать двойной точности масштаба, т.е. 0,2 м на местности. Расхождение в углах между значениями, измеренными на плане и записанными в ведомости, не должны превышать точности транспортира.

Порядок выполнения работы

1. Строим координатную сетку в виде квадратов, закрепленных в вершинах крестиками размером 5 на 5 мм зеленого цвета. По периметру сетка закрепляется координатами так, чтобы все точки хода попали внутрь сетки.

2. Строим точки теодолитного хода по их координатам, взятым из ведомости вычислений координат теодолитной съемки.

Обозначение ПЦ№
точки 1,2,3,4-

3. Все стороны теодолитного хода на плане закрепляются по середине стороны дробным показателем:

в числителе направление и величина румбов,
в знаменателе горизонтальное проложение стороны.

4. Все линии построения, кроме вершины координатной сетки выполняются черным цветом.

Содержание отчета:

1. Отчет по работе на листах формата А 4

2. План теодолитной съемки

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Построение координатной сетки. Контроль ее построения.
2. Нанесение по координатам на план вершин теодолитных ходов. Как контролируется правильность их нанесения?
3. Нанесение на план точек, снятых способом обхода.
4. Нанесение на план точек, снятых способом перпендикуляров.
5. Нанесение на план точек, снятых полярным способом.
6. Нанесение на план точек, снятых способом угловой засечки.
7. Нанесение на план точек, снятых способом линейной засечки.

Лабораторное занятие № 1

Исследование конструкции теодолитов.

Установка теодолита в рабочее положение, измерение горизонтальных и вертикальных углов теодолитом

Цель: изучить устройство теодолитов ТТ-5, 2Т30 и научиться производить отсчеты по верньерам и отсчетным микроскопам. Приобрести навыки по приведению теодолита в рабочее положение, а также в измерении углов, научиться измерять расстояния с помощью дальномера теодолита.

Оборудование и принадлежности: теодолиты ТТ-5, 2Т30, штативы, нивелирные рейки, вехи, бланки угломерных журналов.

Порядок выполнения

- 1 Изучить теодолит и его основные части (рис.6)

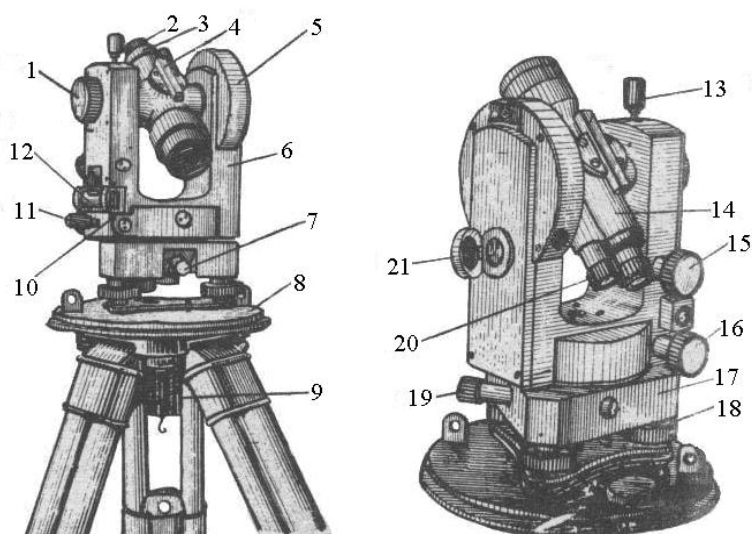


Рис. 6 Общий вид теодолита 2Т30

1. Кремальера. 2. Диоптрийное кольцо. 3. Колпачок, под которым расположены исправительные винты сетки нитей. 4. Оптический визир. 5. Вертикальный круг. 6. Подставка зрительной трубы. 7. Закрепительный винт лимба. 8. Основание футляра. 9. Становой винт. 10. Исправительный винт уровня. 11. Закрепительный винт алидады. 12. Цилиндрический уровень. 13. Закрепительный винт зрительной трубы. 14. Зрительная труба. 15. Наводящий винт зрительной трубы. 16. Наводящий винт алидады. 17. Подставка. 18. Подъемный винт. 19. Наводящий винт лимба. 20. Окуляр шкалового микроскопа. 21. Зеркало.

Определение цены деления лимба и точности отсчитывания.

Отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам

У теодолита 2Т30 отсчетный микроскоп шкаловой. В верхней части поля зрения микроскопа, обозначенного буквой В (рис. 7), видны штрихи лимба вертикального круга и штрихи отсчетной шкалы, а в нижней части поля зрения, обозначенной буквой Г, видны штрихи лимба горизонтального круга и штрихи отсчетной шкалы.

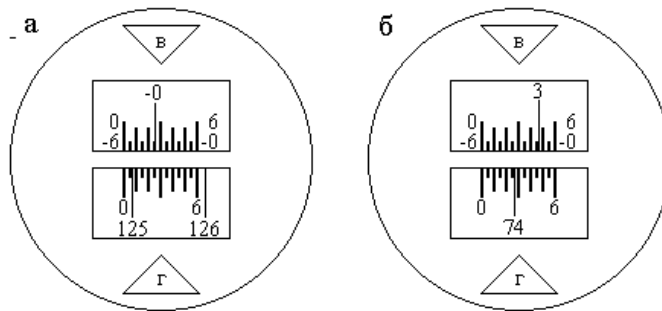


Рис. 7 Поле зрения отсчетного микроскопа теодолита 2Т30

а) Отсчет по вертикальному кругу – $0^{\circ} 35'$;

Отсчет по горизонтальному кругу $125^{\circ} 06'$.

б) Отсчет по вертикальному кругу $+3^{\circ} 45,5'$;

Отсчет по горизонтальному кругу $74^{\circ} 27,5'$.

На обоих кругах нанесены только градусные штрихи. Каждый градусный штрих подписан. Следовательно, цена деления лимбов составляет 1° . На алидады кругов нанесены отсчетные шкалы с ценой деления $5'$. Эти шкалы выведены в поле зрения микроскопа. Начальное деление шкалы горизонтального круга обозначено цифрой 0, а конечное – цифрой 6, что означает $60'$. Шкала вертикального круга имеет два ряда цифр. В верхнем ряду начальный штрих, обозначенный цифрой 0, расположен слева, а конечный, обозначенный цифрой 6, расположен справа. В нижнем ряду оцифровка выполнена наоборот и цифры имеют знак минус. Отсчет по горизонтальному кругу производится в следующем порядке. Сначала считывается с лимба число градусов (по штриху лимба, попадающему на отчетную шкалу), затем по отчетной шкале берется отсчет с точностью 0.1 деления, что соответствует $0.5'$. Индексом для отсчитывания минут служит штрих градусного деления лимба, находящийся на отчетной шкале. На рис. 7.3 а отсчет по горизонтальному кругу равен $125^{\circ}06'$.

При отсчитывании по вертикальному кругу число градусов считывается так же, как и по горизонтальному кругу. При этом градусные деления вертикального круга имеют знаки либо плюс, либо минус. Если в пределах шкалы находится штрих лимба без знака, то на шкале отсчет берется по верхнему ряду цифр (слева направо), и полный отсчет записывается со знаком плюс. По нижнему ряду цифр шкалы отсчет берется в том случае, когда в пределах шкалы находится штрих лимба со знаком “минус”. Отсчет записывается со знаком минус.

2 Привести теодолит в рабочее положение.

Центрирование теодолита ТТ-5 выполняют с помощью нитяного отвеса, укрепленного на крючке трегера теодолита. Острие отвеса совмещают с центром кола (вершиной угла) нажатием на упоры башмаков

штатива ногой и небольшим перемещением трегера на головке штатива. Центрирование оптического теодолита 2Т30 производят при помощи визирования сетки нитей трубы над вершиной угла, опуская трубу вертикально объективом вниз. Отпустив становой винт, трегер теодолита перемещают на головке штатива, пока центр сетки нитей не совпадет с центром кола (вершиной угла).

Горизонтирование теодолита выполняют при помощи уровня горизонтального круга. Управляя подъемными винтами, пузырек уровня устанавливают в среднее положение.

Установка трубы для наблюдения. Грубое наведение трубы теодолита ТТ-5 на веку производят по механическому визирю, а отчетливое изображение достигается вращением винта фокусировки (кремальеры). В теодолите 2Т30 грубое наведение на веку производят по оптическому визирю, укрепленному на зрительной трубе, в котором отчетливо проектируется белый крест на черном фоне. Наведение вертикальной сетки нитей производят на основание вехи, что уменьшает ошибку отклонения вехи от отвесного положения при ее установке. Четкого изображения сетки нитей достигают вращением винта окулярной трубы.

3 Измерить горизонтальный угол способом полных приемов.

Для измерения горизонтального угла теодолит устанавливают в вершине измеряемого угла, приводят его в рабочее положение, закрепляют лимб и, вращая алидаду, визируют трубу при положении вертикального круга КП сначала на правую или заднюю по ходу точку, а затем на левую или переднюю по ходу точку. Точного наведения вертикальной нити сетки на изображение вехи достигают вращением наводящего винта алидады. После визирования на каждую из точек производят отсчеты. Так выполняется полуприем.

Для измерения угла полным приемом зрительную трубу переводят через зенит (вертикальный круг при этом принимает положение круг лево – КЛ) и визируют сначала на заднюю точку, а затем на переднюю точку. производят отсчеты.

Данные измерений заносят в угломерный журнал.

Таблица 1 **Угломерный журнал**

Дата _____ Наблюдал _____
 Теодолит _____ Записал _____

№ станции	№ точек визирования	Положение вертикального круга	Отсчет по горизонтальному кругу	Угол из полуприема	Среднее из углов

Выполняют вычисление величины угла. Величина угла из каждого плуприема равна разности отсчетов: отсчет назад минус отсчет вперед.

Разности между значениями углов из полуприемов не должна превышать $\pm 2t'$. Для теодолита 2Т30: $\pm 2t' = \pm 2 \cdot 30'' = 1'$.

Если ошибка измерений в допустимых пределах, то рассчитывают среднее значение угла, т. е. величину угла, измеренную полным приемом:

$$\begin{aligned} \text{угол из 1-го полуприема } \beta_{2П} &= & ; \\ \text{угол из 2-го полуприема } \beta_{2Л} &= & ; \\ \text{разность между углами из полуприемов} \\ \beta_{2П} - \beta_{2Л} &= & ;(7) \end{aligned}$$

среднее значение измеренного угла

$$\beta = \frac{\beta_{2П} + \beta_{2Л}}{2} = \quad (8)$$

4 Измерить вертикальный угол.

Деления на лимбе вертикального круга теодолита 2Т30 оцифрованы по ходу часовой стрелки с минусом и от 0° против хода часовой стрелки – без знака, что означает положительный отсчет.

Вертикальный круг лимба наглухо закреплен на зрительной трубе теодолита и поворачивается вместе с ней вокруг горизонтальной оси трубы относительно нуль-штрихов алидады.

Для измерения углов наклона теодолит приводят в рабочее положение, затем центр сетки нитей зрительной трубы визируют на наблюдаемую точку (рис.8). При этом положительными считаются углы, когда наблюдаемая точка выше горизонта прибора, отрицательными – когда наблюдаемая точка ниже горизонта.

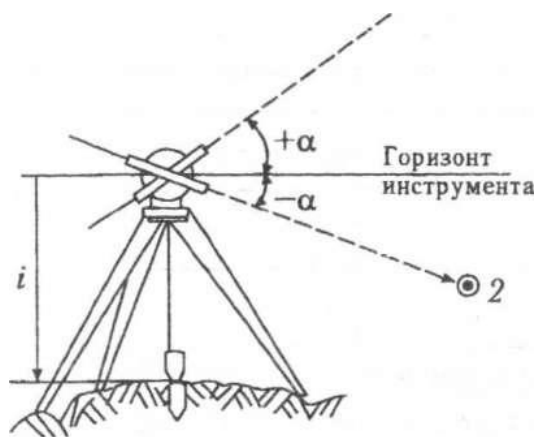


Рис. 8 Порядок измерения углов наклона

После наведения трубы на точку берется отсчет по вертикальному кругу (сначала при положении вертикального круга КП, а затем – КЛ). Величину вертикального угла определяют расчетом:

$$MO = \frac{КЛ + КП}{2}, \quad (9) \alpha = КЛ - MO, (10) \alpha = MO - КП, (11)$$

$$\alpha = \frac{КЛ - КП}{2}, \quad (12)$$

где MO – место нуля, α - вертикальный угол.

На одном конце измеряемой линии устанавливают теодолит, а на другом – дальномерную или нивелирную рейку. Приводят теодолит в рабочее положение, наводят зрительную трубу теодолита на рейку и берут отсчеты по верхней и нижней дальномерным нитям зрительной трубы. Разность отсчетов дает расстояние в сантиметрах по рейке. Для определения угла наклона измеряемого расстояния к горизонту производят отсчет по вертикальному кругу теодолита.

Расстояние, измеренное нитяным оптическим дальномером (наклонное), вычисляется по формуле:

$$S = K \cdot n + c, \quad (13)$$

где K – коэффициент дальномера (у современных теодолитов $K = 100$);

c – постоянная дальномера (в теодолитах, имеющих зрительную трубу с внутренней фокусировкой, $c = 0$);

n – разность отсчетов по рейке по дальномерным (крайним) нитям сетки зрительной трубы.

5 Сделать выводы.

Содержание отчета

1. Изобразить устройство теодолита 2Т30.
2. Выписать технические характеристики теодолитов.
3. Измерить вертикальный угол и заполнить угломерный журнал.
4. Вывод.

Контрольные вопросы и задания

1. Назначение теодолита и его основные части.
2. В чем заключается принцип измерения горизонтального угла?
3. Перечислите основные типы и марки теодолитов.
4. Что такое цена деления шкалы микроскопа оптического теодолита и как она определяется?
5. Как измеряется угол наклона линии местности к горизонту?
6. Выберите правильный вариант ответа:

В зрительных трубах геодезических приборов различают следующие оси:

- 1) прямую, соединяющую оптический центр объектива с центром сетки нитей;
- 2) прямую, перпендикулярную, криволинейную;
- 3) визирную, оптическую, геометрическую.

Лабораторное занятие № 2

Выполнение поверок и юстировок теодолита

Цель: научиться производить приемочные и полевые поверки теодолитов, их юстировки.

Оборудование и принадлежности: теодолиты ТТ-5, 2Т30, штативы к ним, отвесы, отвертки, ключи, шпильки.

Порядок выполнения

1. Выполнить приемочные поверки теодолита.

Поверка — это проверка технического состояния теодолитов перед началом полевых работ.

Юстировка — это исправление нарушенных геометрических и оптико-механических условий качественной работы прибора.

Поверки могут быть приемочными и полевыми.

Приемочные поверки производятся при получении теодолита со склада, при передаче его от материально ответственного лица, а также если теодолит подвергался механическим воздействиям, ударам.

При получении инструмента в первую очередь проверяется его комплектность и целостность. В комплект к теодолиту должны входить: чехол, штатив, отвес и ориентир — буссоль.

Закрепительные, наводящие и подъемные винты должны плавно вращаться. Это условие проверяется вращением закрепительных, наводящих и подъемных винтов.

Если резьба не сорвана, но винты работают не плавно или имеют тугий ход, нужно определить и устранить причины, вызывающие эти отклонения.

Изображение в поле зрения трубы должно быть четким. Чтобы проверить это условие, трубу наводят на белый лист бумаги, предварительно нарисован на нем прямые линии под разными углами друг к другу. Если изображение линий четкое, без искажений и радужных бликов, условие выполняется.

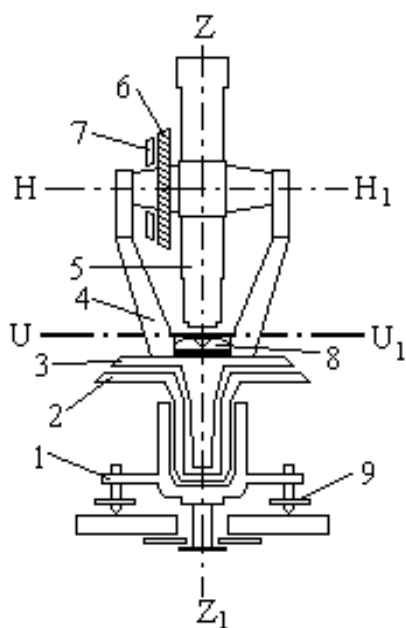


Рис. 9 Оси теодолита

Теодолит имеет следующие основные оси и плоскости:

Основная ось (ось вращения) теодолита ZZ_1 – линия, перпендикулярная к горизонтальному кругу и проходящая через его центр.

Визирная ось – воображаемая прямая, соединяющая пересечение нитей сетки и оптический центр объектива.

Ось цилиндрического уровня UU_1 – касательная к внутренней поверхности ампулы уровня в нульпункте (нульпункт уровня – наивысшая точка ампулы, середина делений на ампуле).

Ось вращения трубы HH_1 – линия, вокруг которой вращается зрительная труба в вертикальной плоскости.

Плоскость лимба – плоскость, проходящая через внутренние концы делений лимба.

Коллимационная (визирная) плоскость – плоскость, образованная визирной осью при вращении зрительной трубы вокруг ее оси HH_1 .

2. Выполнить полевые проверки теодолитов (рис. 10).

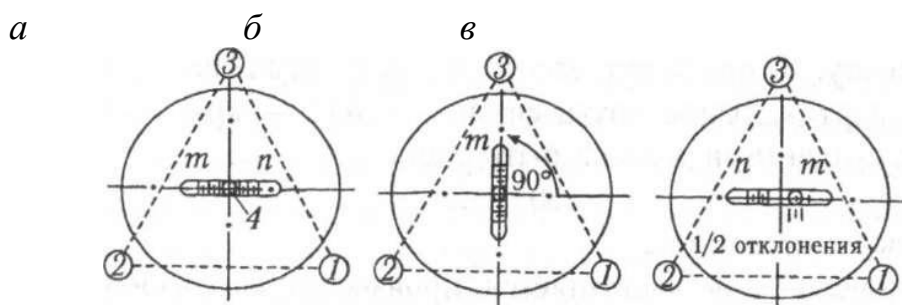


Рис. 10. Поверки цилиндрического уровня: *a* — установка по двум винтам; *б* — установка по третьему винту; *в* — проверка правильности установки уровня;

n — оцифрованный штрих лимба; *m* — число делений микроскопа; 1,2,3 — винты; 4 — пузырек ампулы

Поверка № 1. Поверка оси цилиндрического уровня.

Ось цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к основной оси вращения инструмента.

Для проверки этого условия уровень устанавливают по направлению двух подъемных винтов *й*, вращая их в противоположные стороны, приводят пузырек на середину ампулы (рис. 10, *a*). Затем уровень устанавливают по направлению на третий винт, поворачивая теодолит на 90° и, вращая его, приводят пузырек на середину ампулы (рис. 10, *б*). Теодолит возвращают в исходное положение, несколько корректируя положение уровня, так как при вращении винта возможно некоторое его смещение. Поворотом на 90° проверяют, нет ли отклонений пузырька, а затем поворачивают теодолит на 180° (рис. 10, *в*). Если пузырек воздуха остался в нулевом пункте уровня или отклонился на одно деление — условие выполнено. В противном случае исправительным винтом пузырек смещают на половину величины отклонения к центру ампулы и повторяют поверку.

Поверка № 2. Поверка визирной оси зрительной трубы.

Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения.

Для проверки этого условия теодолит устанавливают в рабочее положение, закрепляют круг лимба и наводят на четко видимую удаленную точку. Точку выбирают так, чтобы труба находилась в положении, близком к горизонтальному. После точного наведения центра сетки нитей на точку берут отсчет по горизонтальному кругу при положении вертикального круга слева от трубы — КЛ — круг лево. Далее теодолит разворачивают на 180° а трубу переводят через зенит и наводят на ту же точку. Затем берут отсчет по горизонтальному кругу при положении вертикального круга справа — КП — круг право. Разность между отсчетами должна быть равна

$$180^\circ \pm 2t', \quad (14)$$

где t' — точность теодолита.

Если это условие не выполняется, производят исправление. Угол между визирной осью и перпендикуляром к оси ее вращения называется *коллимационной погрешностью*. Для устранения этой погрешности вычисляют ее величину и определяют правильный отсчет (рис. 11).

а)

б)



28°24'28⁰18'

Рис. 11. Определение коллимационной погрешности
a — расчет коллимационной погрешности; *б* — исправление коллимационной ошибки с перемещением вертикальной нити

Отсчеты:

КЛ = ; КП = .

Коллимационная погрешность:

$$C = \text{КЛ} - 180^\circ - \text{КП}, \quad (15)$$

$$C =$$

Погрешность больше двойной точности теодолита, поэтому вычисляют верные отсчеты:

$$\text{КЛ} - \frac{C}{2} = (16)$$

$$\text{КП} + \frac{C}{2} = (17)$$

Затем наводящим винтом алидады горизонтального круга устанавливают правильный отсчет

После перемещения алидады центр сетки нитей сместится с точки. Для исправления ошибки отвинчивают колпачок диафрагмы, ослабляют исправительные вертикальные винты, а вертикальную нить перемещают до совпадения с точкой при помощи исправительных горизонтальных винтов, закрепляют их и повторяют поверку.

Если коллимационная погрешность в пределах допуска, винты окончательно закрепляют и навинчивают колпачок на трубу.

Поверка №3. Поверка горизонтальной оси зрительной трубы (рис. 12)

Горизонтальная ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна основной оси вращения теодолита.

Это условие проверяют в следующей последовательности. Теодолит устанавливают недалеко от какого-либо высокого предмета (стены здания). На нем выбирают точку так, чтобы при наведении на эту точку центра сетки

нитей зрительной трубы визирная ось составляла с горизонтом угол порядка $15\text{--}20^\circ$. Наблюдаемую точку проецируют дважды (при положении вертикального круга КП и КЛ), опуская трубу вниз, близко к горизонтальному положению визирной оси. При этом оба раза отмечают положение вертикального штриха сетки в точках a_1 и a_2 . Теоретически эти точки должны совпадать. Несовпадение означает наличие ошибки.

Поскольку перпендикулярность осей гарантируется заводом, устранение этого дефекта возможно только в оптико-механических мастерских или в заводских условиях.

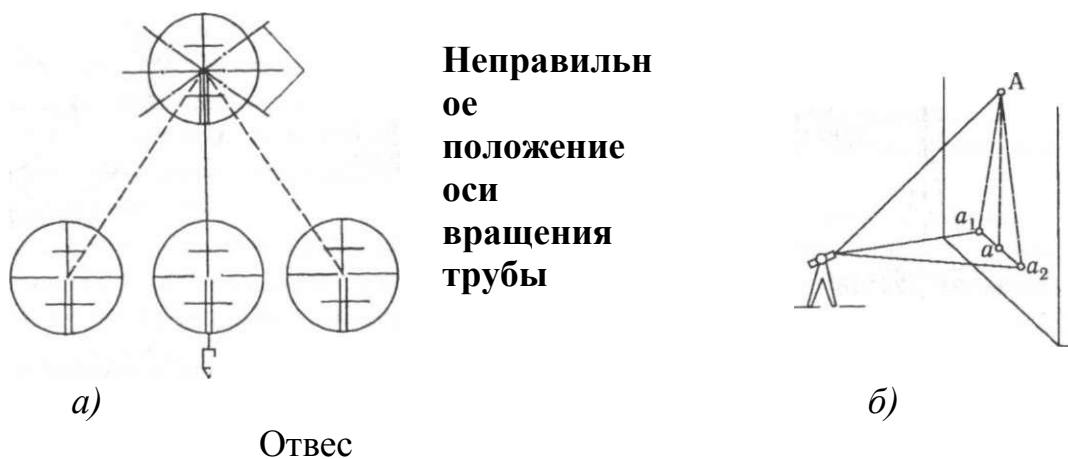
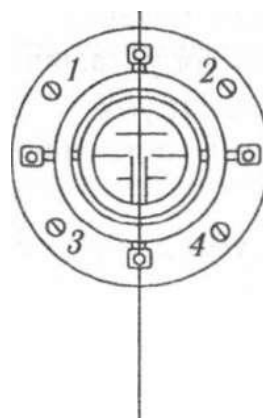


Рис. 12. Схема проверки горизонтальной оси вращения трубы:

а — неправильное положение оси вращения трубы; б — установка теодолита при выборе точки А и ее проецирование

Поверка № 4. Поверка положения сетки нитей зрительной трубы (рис. 13)



Отвес

Рис. 13. Схема проверки положения сетки нитей зрительной трубы:

положения сетки нитей

1, 2, 3, 4 — закрепительные винты диафрагмы

Вертикальная нить сетки зрительной трубы должна быть отвесна, а горизонтальная — перпендикулярна вертикальной.

Для проверки этого условия на расстоянии $10 \div 20$ м подвешивают отвес. На изображение шнура отвеса наводят вертикальную нить сетки нитей. Если вертикальная нить сетки на всем протяжении совпадает с линией отвеса — условие выполняется.

Проверку по горизонтальной нити производят следующим образом. Горизонтальную нить сетки зрительной трубы теодолита, приведенного в рабочее положение, совмещают с точкой, удаленной примерно на 20 м. Затем медленно поворачивают алидаду, и, если точка не сходит с горизонтальной нити, условие выполняется.

Если условие не выполняется, отвинчивают колпачок зрительной трубы, закрывающий четыре исправительных винта диафрагмы. Эти винты ослабляют и сеточное кольцо поворачивают так, чтобы вертикальная нить совпала с линией отвеса, после чего винты диафрагмы закрепляют и закрывают колпачком (рис. 14).



QОтв
ес

Рис. 14. Исправление положения сетки нитей

3. Сделать выводы.

Содержание отчета

1. Запись результатов приемочной проверки теодолита.
2. Выполнение полевых проверок теодолита с оформлением отчета.
3. Вывод

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое проверка и юстировка теодолита?
2. Какие виды проверок теодолита вам известны?
3. В чем заключаются приемочные проверки теодолита?
4. Перечислите полевые проверки теодолита в порядке их выполнения.
5. Почему проверки теодолита нужно выполнять в определенной последовательности?

Лабораторное занятие №3

Исследование конструкции нивелиров и нивелирных реек. Снятие отсчетов по нивелирным рейкам. Установка нивелира в рабочее положение

Цель: ознакомиться с конструкцией нивелиров, научиться устанавливать их в рабочее положение; научиться производить отсчеты по нивелирным рейкам.

Оборудование и принадлежности: нивелиры Н-3, Н-10, штативы, нивелирные рейки.

Порядок выполнения

1. Установить нивелир и практически ознакомиться с его конструкцией (рис. 15).

Нивелир Н-3 состоит из двух частей — нижней и верхней.

Нижняя часть имеет:

- пружинную пластину с отверстием под становой винт;
- три подъемных винта для установки прибора в рабочее положение;
- трегер, имеющий втулку, в которой крепится и вращается верхняя часть нивелира.

Верхняя часть имеет:

- опорную плиту с круглым уровнем для грубой установки прибора;
- зрительную трубу с цилиндрическим уровнем для точной установки прибора, изображение концов которого передается в поле зрения трубы специальной оптической системой.

Со стороны окуляра зрительной трубы находятся исправительные винты цилиндрического уровня. На самом окуляре имеется кольцо, вращением которого добиваются резкого, четкого изображения сетки нитей в поле зрения трубы. При наведении зрительной трубы на рейку четкости изображения добиваются вращением винта кремальеры (фокусника) на зрительной трубе.

Зрительная труба с одной стороны прикреплена к опорной плите шарнирно, что дает возможность элевационным винтом исправлять положение визирной оси, т.е. точно привести ее в горизонтальное положение (две половинки цилиндрического уровня в поле зрения трубы соединены, образуют полукруг). Под объективом зрительной трубы имеются закрепительный и наводящий, или микрометрический, винты.

2. Выполнить схему нивелира и указать его составные части

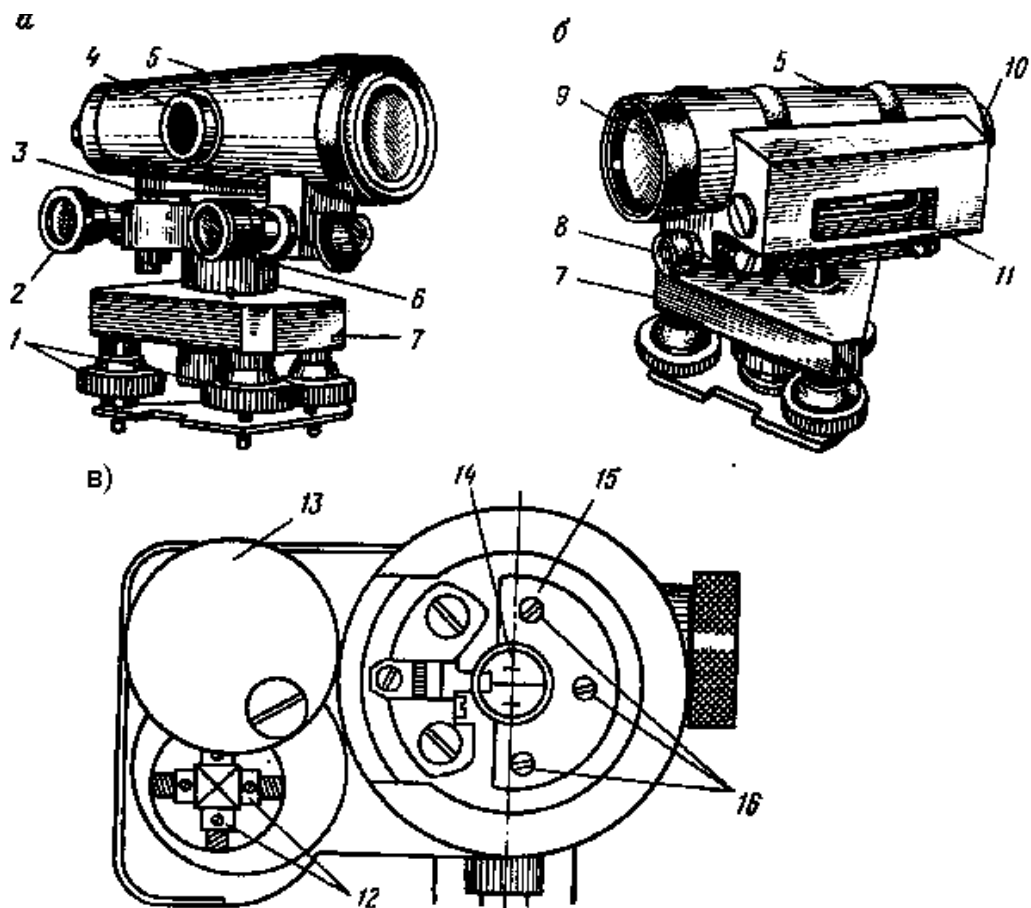


Рис.15 Точный нивелир Н-3:

а – вид со стороны круглого уровня; б – вид со стороны цилиндрического уровня; в – вид со стороны окуляра зрительной трубы без предохранительного колпачка:

1 – подъемные винты; 2 – элевационный винт; 3 – круглый уровень; 4 – кремальера; 5 – корпус зрительной трубы; 6 – наводящий винт; 7 – трегер; 8 – закрепительный винт; 9 – объектив; 10 – окуляр с диоптрийным кольцом; 11 – контактный цилиндрический уровень; 12 – юстировочные винты цилиндрического уровня; 13 – крышка; 14 – сетка нитей; 15 – металлическая пластина; 16 – крепежные винты сетки нитей

3. Выписать основные технические характеристики нивелира

Таблица 2. Технические характеристики нивелира

Показатели	Н – 3	Н – 10
Увеличение зрительной трубы		
Коэффициент дальномера		
Цена деления цилиндрического уровня		
Цена деления круглого уровня		
Масса, кг		

4. Практически ознакомиться с нивелирными рейками.

Нивелирная рейка РН-3 раскладная, изготовлена из деревянных брусков толщиной 2,5 см, шириной 8 см. Бруски имеют двутавровое сечение и соединены между собой шарниром. Части рейки при раскладывании скрепляются винтом.

Рейка двусторонняя. На одной стороне рейки деления нанесены черной, а на другой красной краской. Деления сантиметровые, через один сантиметр закрашены краской. Десять делений одного дециметра расположены с одной стороны, второго дециметра — с другой. При этом первые пять делений каждого дециметра образуют букву Е. Дециметры обозначены числами.

5. Установить нивелир по круглому и цилиндрическому уровням.
6. Произвести отсчеты по рейкам, установленным в точках А (задней) и В (передней) (рис. 16).

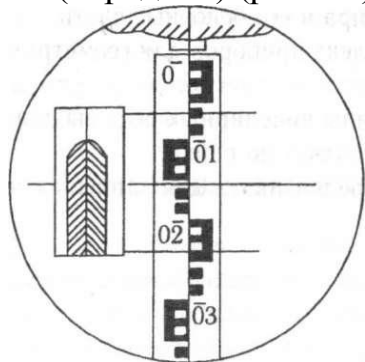


Рис. 16. Поле зрения нивелира с обратным изображением

Отсчет по рейке производится с точностью до миллиметра, т.е. он должен иметь четыре цифры. Первые две — количество дециметров — читаются прямо по рейке. Третья цифра — целое количество сантиметров от начала дециметра до горизонтальной нити сетки. Четвертая цифра — количество миллиметров — определяется на глаз интерполяцией: делением последнего сантиметра горизонтальной нитью.

7. Нарисовать схему нивелирования линии АВ.
8. Записать отсчеты в журнал нивелирования (табл. 3).

Таблица № 3 Журнал нивелирования

№ станции	Пикеты и +	Отчеты по рейке			Превышения		Горизонт пикета	Отметки вычисленные
		задние	передние	Промежуточные	+	-		

9. Сделать выводы.

Содержание отчета

1. Схема нивелира с указанием его составных частей.
2. Основные технические характеристики нивелира. Заполнение (табл. 2.)
3. Схема нивелирования линии АВ.
4. Заполнение журнала нивелирования (табл. 3)
5. Вывод.

Контрольные вопросы и задания

1. Назначение нивелира и его основные части.
2. Что входит в комплект приборов для геометрического нивелирования?
3. Какие основные типы нивелирных реек вы знаете?
4. Как производится отсчет по рейке?
5. Какой документ предназначен для записи отсчетов?
6. Выберите правильный вариант ответа:

Место установки нивелира называется:

- 1) точкой;
- 2) станцией;
- 3) местом стоянки.

Лабораторное занятие № 4

Выполнение проверок и юстировок нивелиров

Цель: научиться производить приемочные и полевые проверки нивелиров, юстирование нивелиров.

Оборудование и принадлежности: нивелиры Н-3, Н-10, 3Н-5Л, штативы к ним, отвертки, ключи, шпильки.

Порядок выполнения

1. Выполнить приемочные проверки нивелира.

Приемочные проверки производятся при получении нивелира со склада, при передаче его от материально ответственного лица, а также если прибор подвергался механическим воздействиям, ударам.

При получении инструмента в первую очередь проверяется его комплектность и целостность.

Закрепительные, наводящие и подъемные винты должны плавно вращаться. Это условие проверяется вращением закрепительных, наводящих и подъемных винтов.

Если резьба не сорвана, но винты работают не плавно или имеют тугий ход, нужно определить и устранить причины, вызывающие эти отклонения.

2. Выполнить полевые проверки нивелира.

Проверка №1. Ось круглого уровня должна быть параллельна вертикальной оси вращения нивелира.

Подъемочными винтами подводят пузырек уровня в центр ампулы. Поворачивают трубу нивелира на 180° . Если пузырек сошел с центра, то исправительным винтом возвращают его к центру на половину величины отклонения, а затем подъемными винтами подводят в центр. Поверку и исправление повторяют несколько раз.

Поверка №2. Вертикальная нить сетки нитей в рабочем положении нивелира должна быть отвесна, а горизонтальная — перпендикулярна ей.

Завод гарантирует перпендикулярность нитей сетки, поэтому поверяют только одну вертикальную нить. По круглому уровню приводят нивелир в рабочее положение. Крест сетки нитей зрительной трубы наводят на шнур отвеса, расположенный на расстоянии 20—30 м от нивелира. Если вертикальная нить пересекает шнур отвеса — условие не выполняется. В этом случае снимают окулярную часть трубы, отпускают средний винт пластинки на четверть оборота, а крайний винт — на целый оборот и осторожно поворачивают пластинку в нужную сторону. Затем надевают окулярную часть трубы и поверяют положение сетки. После установки сетки закрепляют пластинку и окулярную часть трубы.

Поверка №3. Визирная ось зрительной трубы должна быть параллельна оси контактного цилиндрического уровня.

Это главное условие, которому должен отвечать каждый нивелир, визирную ось которого устанавливают горизонтально при помощи уровня.

Поверку производят двойным нивелированием линии длиной около 75 м. В точках А и В забивают колышки. В точке А устанавливают нивелир так, чтобы его окуляр проектировался на центр колышка, а в точке В устанавливают рейку. Нивелир приводят в рабочее положение и с точностью до 1 мм рулеткой или рейкой измеряют высоту прибора i_1 , т.е. расстояние от центра окуляра до центра колышка. По рейке берут величину отсчета точки В — v , затем нивелир переносят в точку В, а рейку — в точку А. Нивелир приводят в рабочее положение, измеряют высоту прибора i_2 и по рейке берут величину отсчета точки А — a .

Если визирная ось не параллельна оси уровня и имеет наклон вверх, то вместо отсчетов по рейкам в одних точках будут взяты отсчеты в других точках с ошибкой, равной x . Абсолютные значения превышения точки В над точкой А при нивелировании с первой станции (нивелир в точке А) — $h = i_1 + x - b$ и со второй станции (нивелир в точке В) $h = a - x - i_2$ должны быть равны между собой. Поэтому можно записать равенство

$$i_1 + x - b = a - x - i_2.$$

Откуда

$$x = \frac{(a - b) - (i_1 + i_2)}{2}, \quad (26)$$

То есть ошибка в отсчетах из-за непараллельности визирной оси и оси контактного цилиндрического уровня равна полусумме отсчетов по рейкам без полусуммы высот инструмента. Если x не превышает 4 мм, то условие

выполняется. При $x > 4$ мм оси непараллельны. В этом случае для станции в точке В вычисляется верный отсчет $a_1 = a - x$, соответствующий параллельности визирной оси и оси уровня. Вращая элевационный винт, наводят среднюю нить на этот отсчет. При этом концы пузырька уровня в поле зрения трубы разойдутся. Затем открывают крышку, закрывающую исправительные винты цилиндрического уровня, и, вращая вертикальные исправительные винты уровня, точно совмещают изображения концов пузырька в поле зрения трубы. Для контроля поверку повторяют.

3. Сделать выводы.

Содержание отчета

1. Выполнение приемочных поверок нивелира.
2. Выполнение полевых поверок нивелира Н-3.
3. Вывод.

Контрольные вопросы и задания

1. Что такое поверка и юстировка нивелира?
2. Какие виды поверок нивелира вам известны?
3. В чем заключаются приемочные поверки нивелира?
4. Перечислите полевые поверки нивелира в порядке их выполнения.
5. В чем заключаются поверки нивелирных реек?
6. Выберите правильный вариант ответа:

При геометрическом нивелировании горизонтом прибора называется:

- 1) отвесное расстояние от исходной уровенной поверхности до превышение между двумя точками;
- 2) отвесное расстояние от исходной уровенной поверхности до превышение предыдущей точки;
- 3) отвесное расстояние от исходной уровенной поверхности до визирной оси нивелира, находящегося в рабочем положении.

4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

4.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Реализация практических занятий требует наличия учебного кабинета «Геодезия»;

Оборудование учебного кабинета общепрофессиональных и специальных дисциплин

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- доска классная;

- комплект учебно-наглядных пособий(стенды, схемы, таблицы, опорные конспекты, учебные пособия, справочные материалы).

Технические средства обучения:

- компьютер,
- мультимедийный проектор;
- экран

Оборудование лаборатории:

Технические средства обучения:

- оптические теодолиты высокой точности – типа ЗТ5КП (комплектация: штативы, отвесы, вехи, рейки);
- оптические нивелиры высокой точности – типа НЗКЛ, С-410 (комплектация: штативы, нивелирные рейки);
- рулетки типа CST;
- дальномеры типа DistoD3 (комплектация: лазерная рулетка, чехол, 2 батарейки, визирная пластина);
- геодезические транспортиры, масштабные линейки, измерители;
- программируемые калькуляторы типа Casio ГХ 9860 д;
- планиметры электронные типа Planix5;
- электронные курвиметры типа PlanWheel;

3.2. Информационное обеспечение обучения

Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы

Основные источники:

- 1.1 Волков В.Н., Гучков С.Ф. Геодезия. М.: УМК МПС России, 2000.
- 1.2 Родионов В.И., Волков В.Н. Задачник по геодезии. М.: Недра, 1988
- 1.3 Шабалина Л.А., Симонов В.Б. Геодезия: Иллюстрированное учебное пособие (альбом). М.: УМК МПС России, 2002.
- 1.4 Шабалина Л.А., Симонов В.Б. Геодезия: 2 часть Иллюстрированное учебное пособие (альбом). М.: УМК МПС России, 2009.

Дополнительные источники:

Крейнис З.Л. Путь и путевое хозяйство железных дорог. Термины и определения. Словарь-справочник. 2008.

Макеев Ф.И. Тахеометрические таблицы. М.: Недра, 1981.

Фокин П.И., Баканова В.В. Таблицы приращений координат. М.: Недра, 1982

.Ганьшин В.Н., Хренов Л.С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. М.: Недра, 1985.

Булеков И.Ф. Таблицы для вычислений прямоугольных координат с контролем. М.: Недра, 1974.

Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. М.: Недра, 1982.

Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. М.: Недра, 1989.

1. Справочники:

Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов.

ГКИНП (ГНТА) -03-010-031 федеральная служба геодезии и картографии России. М.: ЦНИИГАиК, 2004 год

Хинкинс Г.Л., Зайценко В.Л. Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности: М.: «Проспект», 2006 год
Интернет ресурсы/геодезические, картографические инструкции, норма и правила.

www.gosthelp.ru

www.complexdoc.ru

www.goedan.ru

www.lawmix.ru

www.gostrf.com

www.geo-book.ru

Дополнительные источники:

1. Учебники и учебные пособия:

2. Куштин И.Ф. Геодезия. М.: 2001 год

3. Обучающая программа-урок «Геодезия» (6 модулей), DesoftLTD.

4. Медиа- лекции, интернет ресурса

5. Малыхина С.В. Методические указания к практическим работам, ТТЖТ

6. Малыхина С.В. Методические указания к лабораторным работам, ТТЖТ

5. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Формы и методы контроля и оценки результатов выполнения практических занятий должны позволять проверять у обучающихся не только сформированность профессиональных компетенций, но и развитие общих компетенций, обеспечивающих их умения.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<p>Умения: производить:</p> <ul style="list-style-type: none"> – геодезические измерения в строительстве и эксплуатации железнодорожного пути, зданий и сооружений; – разбивку и закрепление трассы железной; 	<p>экспертное наблюдение на практических и лабораторных занятиях, решение задач, тестирование.</p>

– разбивку и закрепление на местности искусственных сооружений	
Знания:	
– основ геодезии;	решение задач, тестирование, зачет
– основных геодезических определений, методов и принципов выполнения топографо-геодезических работ;	выполнение практических и лабораторных занятий, тестирование, зачет
– устройства геодезических приборов.	выполнение лабораторных занятий, тестирование, зачет