



ГЕОДЕЗИЯ

Практикум

Направленность (профиль) образовательной программы

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

Направление подготовки

21.03.02 Землеустройство и кадастры

Образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский технологический университет»

ГЕОДЕЗИЯ

Практикум

Направленность (профиль) образовательной программы

ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВО

Направление подготовки

21.03.02 Землеустройство и кадастры

Выполнил: студент гр.

.....

Вариант №.

Челябинск, 2021

УДК 528
ББК 26.12
Ц 67

Автор-составитель:

Циплакова Е.М. – преподаватель ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет»;

Рецензенты:

Дьяченко С.С. – руководитель ЗАО «Востокметаллургмонтаж-1»;
Бицонас С.И. – директор ООО «БликС»;
Давыдова О.В. – к.п.н., доцент, зав. кафедрой член «Строительство, архитектура и дизайн» ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет».

Циплакова Е.М.

Геодезия: Практикум [Электронный ресурс] / Е.М. Циплакова. – Челябинск: ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет», 2021. – Режим доступа: <https://www.inueso.ru/rio/2021/978-5-6046573-9-3.pdf>, свободный. – Загл. с экрана. – 99 с.

ISBN 978-5-6046573-9-3

Учебное пособие составлено в соответствии с программой учебной дисциплины «Геодезия» по специальности 21.03.02 Землеустройство и кадастры.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

Компьютер: процессор AMD, Intel от 1ГГц, 100 Мб HDD, ОЗУ от 1 Гб,

Видеоадаптер от 1024 Мб, Сетевой адаптер 10/100/1000 Мб/с;

Клавиатура; Мышь; Монитор с разрешением от 800x600;

Операционная система: Windows XP SP3/Vista/7/8/10;

Программное обеспечение: Adobe Acrobat Reader, браузер Internet Explorer, Mozilla Firefox и др. Скорость подключения от 10 Мб/с.

© Циплакова Е.М., 2021

© ОУ ВО «Южно-Уральский технологический университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Пояснительная записка.....	4
2. Введение.....	6
3. Перечень практических работ.....	7
4. Перечень лабораторных работ.....	7
5. Лист контроля.....	8
6. Масштабы планов, карт. Условные знаки.	9
7. Рельеф местности	23
8. Ориентирование направлений	30
9. Сущность измерений. Линейные измерения.....	35
10. Угловые измерения.	38
11. Геометрическое нивелирование	51
12. Состав работ при проложении теодолитных ходов.....	59
13. Разработка проекта вертикальной планировки участка.....	70
14. Технология выполнения работ по полевому трассированию.....	84
15. Геодезические разбивочные работы	95
16. Литература	99

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Рабочая тетрадь составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта по специальности 21.03.02 Землеустройство и кадастры.

Рабочая тетрадь включает все темы основных разделов учебной дисциплины «Геодезия». Тема содержит краткий пояснительный материал, различного вида задания, направленные на закрепление и углубление знаний и умений студентов, контрольные вопросы, список литературы.

Лабораторные работы проводятся с использованием приборов – нивелиров: VEGA L30; нивелирных реек: РН – 3000, VEGA TS 3М; теодолитов 2Т30, 4Т30П, VEGA ТЕО – 20.

В результате освоения учебной дисциплины «Геодезия», обучающийся должен знать:

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

В результате освоения учебной дисциплины «Геодезия» обучающийся должен уметь:

- читать ситуации на планах и картах;
- определять положение линий на местности;
- решать задачи на масштабы;
- решать прямую и обратную геодезическую задачу;
- выносить на строительную площадку элементы стройгенплана;

– пользоваться приборами и инструментами, используемыми при измерении линий, углов и отметок точек;

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

Рабочая тетрадь позволяет обучающемуся иметь не только ключевые, но и профессиональные компетенции: использование теоретических знаний в практических целях, умение самостоятельно приобретать новые знания, ответственность за собственное обучение.

ВВЕДЕНИЕ

Вы приступаете к изучению дисциплины, непосредственно связанной с вашей будущей специальностью. Рабочая тетрадь является новым видом учебно-методического пособия, которая позволит Вам лучше изучить устройство основных геодезических приборов, научиться читать карту, определять по карте длины и ориентирные углы проектных линий; использовать мерный комплект для измерения длин линий, теодолит для измерения горизонтальных и вертикальных углов, нивелир для измерения превышений; по известным координатам определять положение проектной точки на местности.

Материал рабочей тетради скомпонован так, что каждый раздел является логическим продолжением предыдущего. Для усвоения материала необходимо изучить конспект лекций. Для закрепления изученного материала вы должны выполнить предложенные задания. Постарайтесь выполнить все предложенные задания, чтобы убедиться в том, что вы действительно усвоили содержание данной темы и, в конечном итоге, – всей учебной дисциплины «Основы геодезии» в целом.

Выполнение заданий в рабочей тетради является обязательным условием допуска к промежуточной аттестации по дисциплине «Основы геодезии». Выбор варианта осуществляется по последней цифре номера учащегося в списочном составе группы.

Надеемся, что использование рабочей тетради будет способствовать более четкой организации вашей самостоятельной работы.

Кроме того, работая с тетрадью, вы создадите собственное пособие, которое пригодится вам в будущей профессиональной деятельности как справочно-методический материал.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

№ практи- ческого занятия	Наименование практических работ	Количество часов на выполнение работы
1	Решение задач на масштабы.	2
2	Изображение ситуации на плане	2
3	Определение высот точек. Вычисление уклона линии и построение профиля	2
4	Определение ориентирных углов линий	2
5	Отработка линейных измерений	2
6	Отработка результатов нивелирования.	2
7	Вычислительная обработка теодолитного хода.	2
8	Нанесение точек теодолитного хода на план.	2
9	Подготовка топографической основы.	2
10	Составление проекта вертикальной планировки участка	2
11	Обработка материалов полевого трассирования.	2
12	Построение профиля и расчет проектных элементов.	2
13	Геодезическая подготовка для переноса проекта в натуру	2
	Итого	26

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

№ лабора- торного занятия	Наименование лабораторных работ	Количество часов на выполнение работы
1	Работа с теодолитом. Выполнение проверок теодолита	2
2	Измерение углов теодолитом 4Т30П	2
3	Измерение углов теодолитом VEGA ТЕО - 20	2
4	Работа с нивелиром. Выполнение проверок нивелира.	2
5	Вынос в натуру проектных элементов	2
	Итого	10

ЛИСТ КОНТРОЛЯ

Наименование работы	Оценка за выполненную работу
Практические работы	
Решение задач на масштабы.	
Изображение ситуации на плане	
Определение высот точек. Вычисление уклона линии и построение профиля	
Определение ориентирных углов линий	
Отработка линейных измерений	
Отработка результатов нивелирования.	
Вычислительная обработка теодолитного хода.	
Нанесение точек теодолитного хода на план.	
Подготовка топографической основы.	
Составление проекта вертикальной планировки участка	
Обработка материалов полевого трассирования.	
Построение профиля и расчет проектных элементов.	
Геодезическая подготовка для переноса проекта в натуру	
Лабораторные работы	
Работа с теодолитом. Выполнение проверок теодолита	
Измерение углов теодолитом 4Т30П	
Измерение углов теодолитом VEGA ТЕО - 20	
Работа с нивелиром. Выполнение проверок нивелира.	
Вынос в натуру проектных элементов	

ТЕМА: Масштабы планов, карт. Условные знаки

Практическая работа № 1: Решение задач на масштабы

Цель работы:

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

Порядок выполнения работы:

1. Определить длины отрезков по диаграммам поперечного масштаба в мерах длины на местности в масштабах 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:1000.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
диаграммы	2	5	3	1	4	5	3	2	1	4

2. Отложить заданные длины в указанных масштабах на диаграммах №6 поперечного масштаба. Длины линий задаются в соответствии с номером варианта.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
масштаб	1:500	1:1000	1:500	1:3000	1:5000	1:1000	1:2000	1:500	1:3000	1:5000
	1:2000	1:500	1:1000	1:5000	1:500	1:2000	1:5000	1:1000	1:1000	1:2000
длины	46,7	136,8	45,8	107,4	734	133	108,8	35,9	382,8	663
линий	224,4	64,7	94,8	573	45,8	228,8	356	115,2	96,8	260,4

3. Определить длины отрезков по диаграммам № 7 линейного масштаба в мерах длины на местности, в масштабах, заданных в соответствии с номером варианта.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
масштабы	1:100	1:200	1:3000	1:2000	1:5000	1:200	1:500	1:100	1:10000	1:500
	1:2000	1:500	1:10000	1:500	1:10000	1:100	1:3000	1:500	1:25000	1:3000
	1:5000	1:1000	1:25000	1:3000	1:1000	1:50	1:25000	1:2000	1:50	1:100

4. Определить размеры зданий на топографическом плане № 1 в масштабах 1:500, 1:2000:

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
здания										
М 1:500	1	3	5	7	1	2	5	6	8	7
М 1:2000	2	4	6	8	4	3	8	7	1	4

Здание № ...

ДАНО:

РЕШЕНИЕ:

$S_{p1} = \dots$ мм. $S_{M1} =$

$S_{p2} = \dots$ мм. $S_{M2} =$

М 1:500

НАЙТИ:

$S_{M1} = ?$

ОТВЕТ: Здание № имеет размеры на местности м.

$S_{M2} = ?$

Здание № ...

ДАНО:

РЕШЕНИЕ:

$S_{p1} = \dots$ мм. $S_{M1} =$

$S_{p2} = \dots$ мм. $S_{M2} =$

М 1:500

НАЙТИ:

$S_{M1} = ?$

ОТВЕТ: Здание № имеет размеры на местности м.

$S_{M2} = ?$

5. Вычертить в отведенном месте в соответствующем масштабе здание:

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
масштаб	1:1000	1:2000	1:500	1:500	1:200	1:1000	1:100	1:1000	1:500	1:1000
размеры здания (м)	40x40	50x50	20x20	30x30	10x10	25x25	5x5	35x35	15x15	45x45



6. Определить географическую точность масштабов:

1:10000 $t_{\text{граф}} = \dots\dots\dots$

1:50000 $t_{\text{граф}} = \dots\dots\dots$

1:1000 $t_{\text{граф}} = \dots\dots\dots$

1:500 $t_{\text{граф}} = \dots\dots\dots$

Литература:

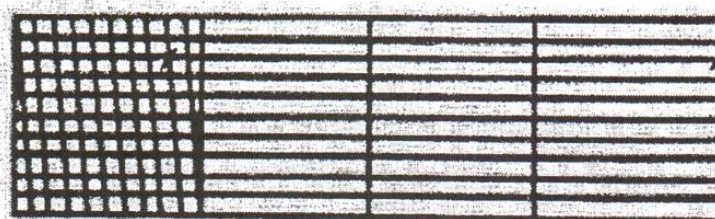
1. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д.; Под редакцией Михилева Д.Ш. Инженерная геодезия - М.: Издательский центр «Академия», 2004 г., стр. 13-16.

М 1:500



Длина отрезка составляет м

М 1:1000



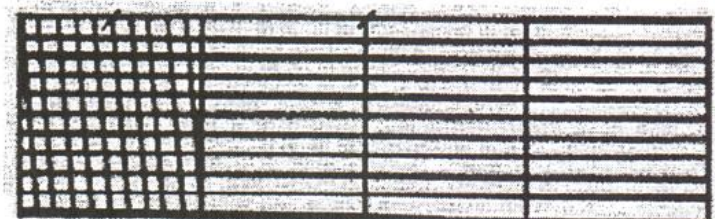
Длина отрезка составляет м

М 1:2000



Длина отрезка составляет м

М 1:5000



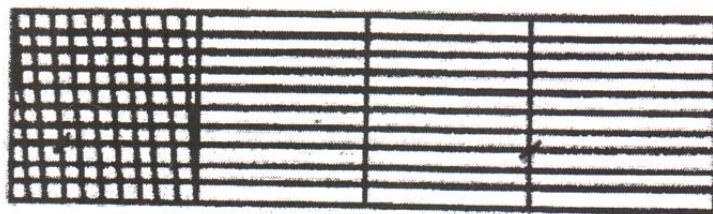
Длина отрезка составляет м

М 1:10000



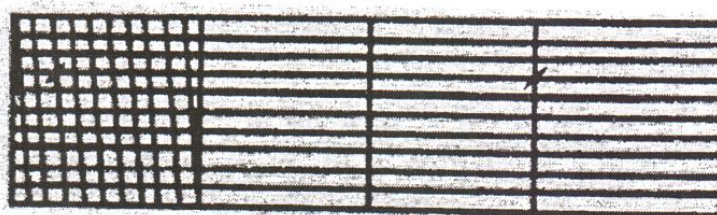
Длина отрезка составляет м

М 1:500



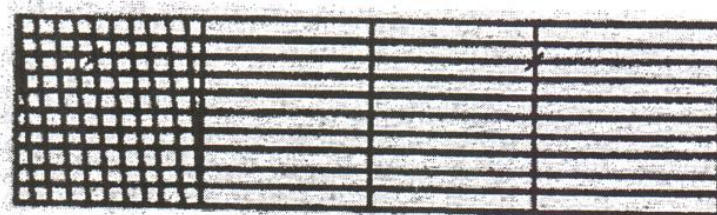
Длина отрезка составляет м

М 1:1000



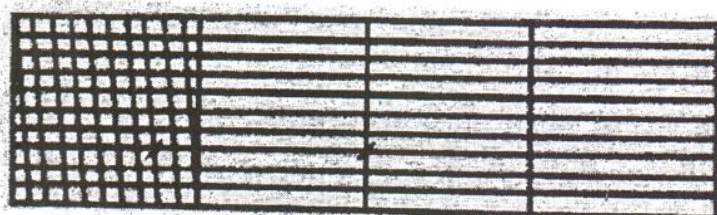
Длина отрезка составляет м

М 1:2000



Длина отрезка составляет м

М 1:5000



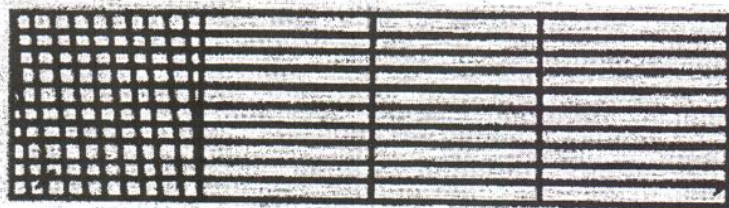
Длина отрезка составляет м

М 1:10000



Длина отрезка составляет м

М 1:500



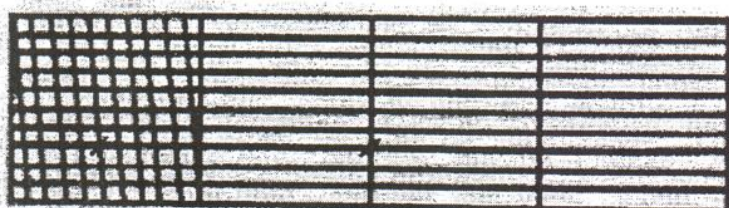
Длина отрезка составляет м

М 1:1000



Длина отрезка составляет м

М 1:2000



Длина отрезка составляет м

М 1:5000



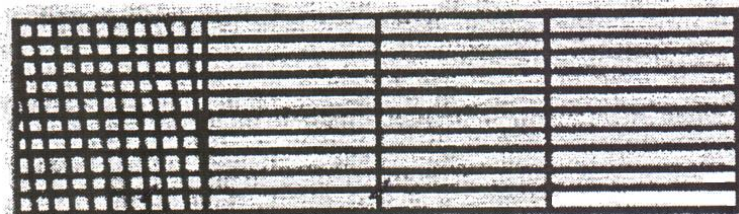
Длина отрезка составляет м

М 1:10000



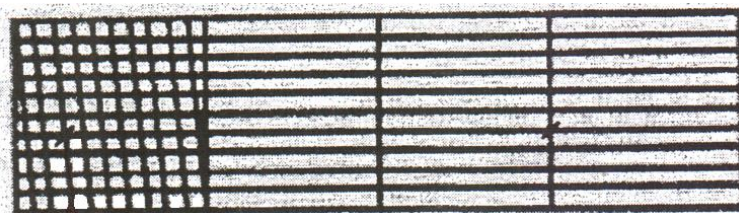
Длина отрезка составляет м

М 1:500



Длина отрезка составляет м

М 1:1000



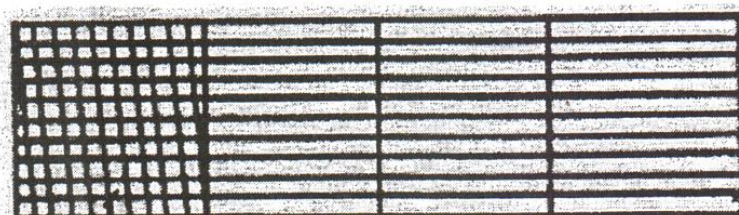
Длина отрезка составляет м

М 1:2000



Длина отрезка составляет м

М 1:5000



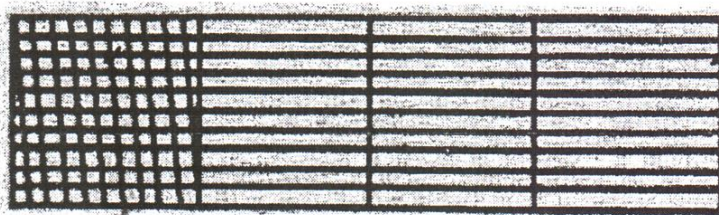
Длина отрезка составляет м

М 1:10000



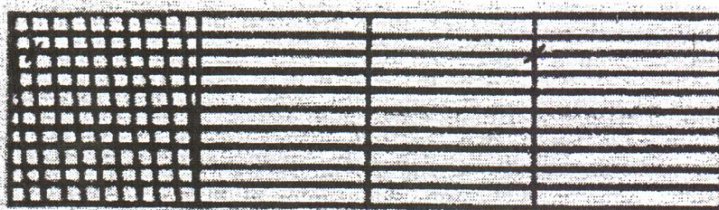
Длина отрезка составляет м

М 1:500



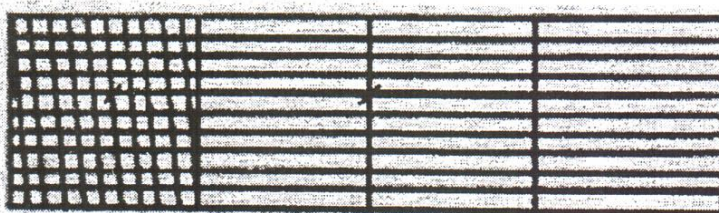
Длина отрезка составляет м

М 1:1000



Длина отрезка составляет м

М 1:2000



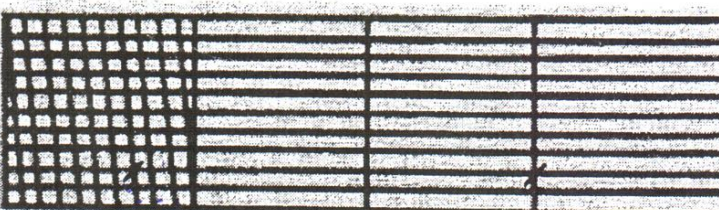
Длина отрезка составляет м

М 1:5000



Длина отрезка составляет м

М 1:10000



Длина отрезка составляет м

Диаграммы № 6



М 1:

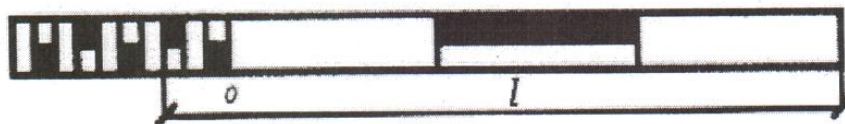
Заданная длина



М 1:

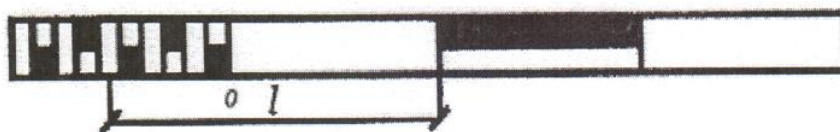
Заданная длина

Диаграммы № 7



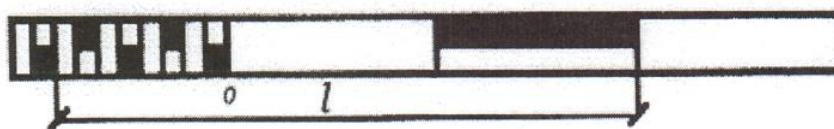
М 1:

Длина отрезка составляет $L = \dots$ м



М 1:

Длина отрезка составляет $L = \dots$ м



М 1:

Длина отрезка составляет $L = \dots$ м

Топографический план № 1



Контрольные вопросы

1. Объясните назначение масштаба

.....
.....
.....
.....
.....

2. Что называется численным масштабом?

.....
.....
.....
.....

3. Какие масштабы являются графическими?

.....
.....
.....
.....

4. Объясните значение точности масштаба

.....
.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Масштабы планов, карт.

Условные знаки

Практическая работа № 2: Изображение ситуации на плане

Цель работы:

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

Порядок выполнения работы:

1. Изобразите ситуацию, (при помощи имеющихся в учебном пособии условных знаков) граничащую следующими улицами: ул. Горького, ул. I Пятилетки, ул. Савина, ул. Грибоедова.

Литература:

1. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д.; Под редакцией Михилева Д.Ш. Инженерная геодезия. - М.: Издательский центр «Академия», 2004г., стр. 24-26.

Ситуация

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию карта?

.....
.....
.....

2. Дайте определение понятию план?

.....
.....
.....

3. Объясните назначение и применение пояснительных условных знаков

.....
.....
.....

4. Что используют для придания карте и плану большую наглядность?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Рельеф местности

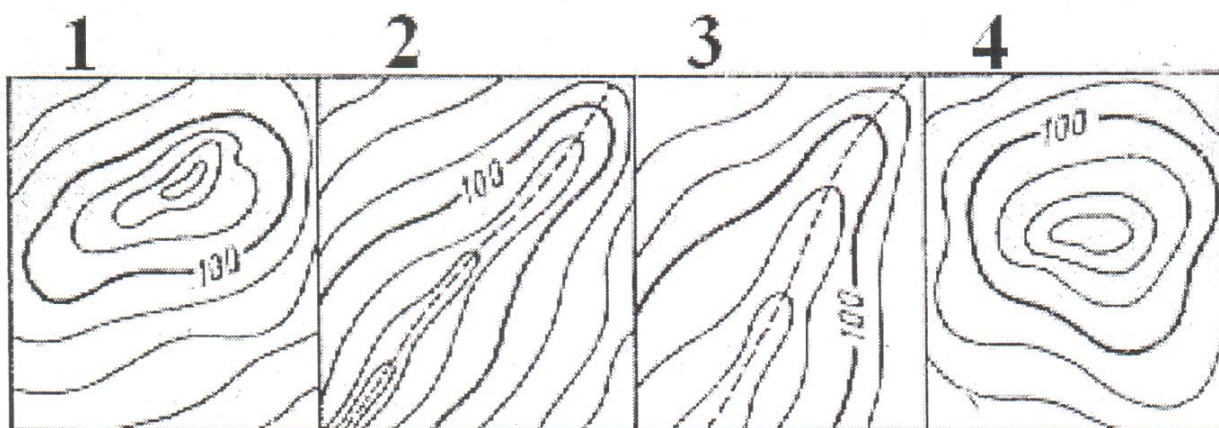
Практическая работа № 3: Определение высот точек. Вычисление уклона линии и построение профиля.

Цель работы:

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

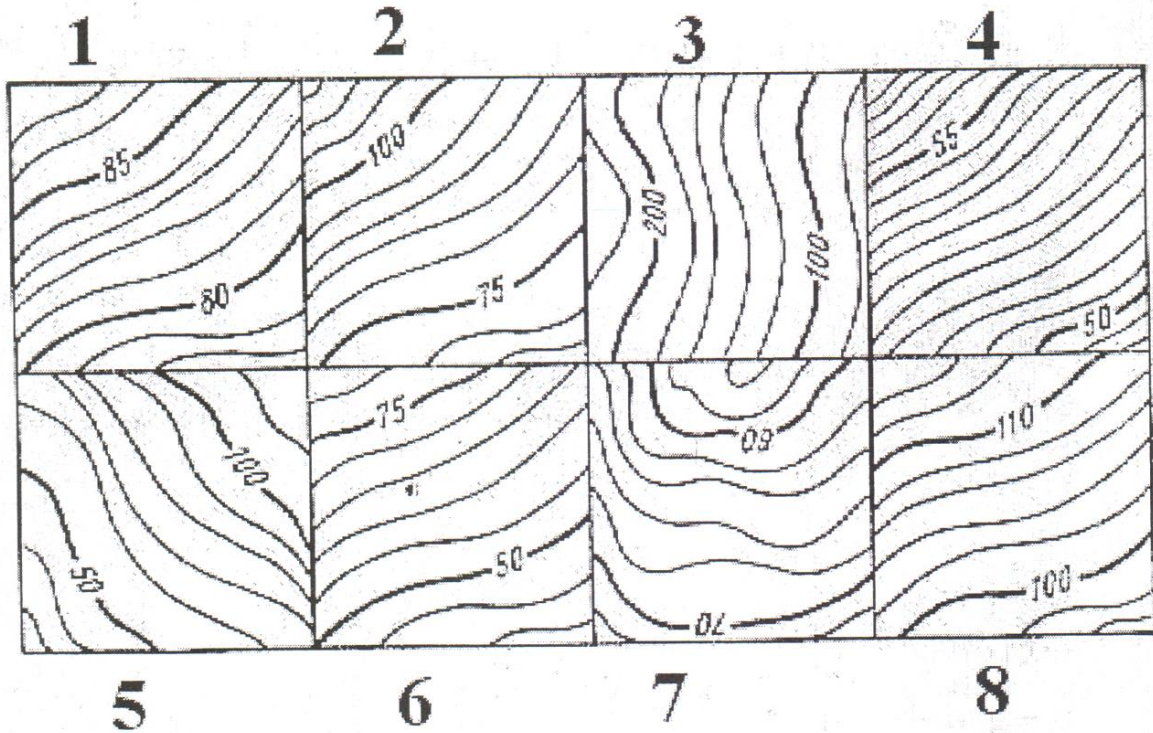
Порядок выполнения работы:

1. Подпишите названия форм рельефа и названия штриховых линий:



- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -

2. Даны планы с горизонталями. Определите высоту сечения рельефа:



- 1 -
- 2 -
- 3 -
- 4 -
- 5 -
- 6 -
- 7 -
- 8 -

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

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
линия	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
масштаб	1:500	1:1000	1:2000	1:500	1:1000	1:2000	1:500	1:1000	1:2000	1:500

- высота точки 1 определяется по формуле:

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

Исходные данные точки 1:

$H_{\text{МГ}} = \dots \text{ м};$

$h = \dots \text{ м};$

$c = \dots \text{ мм на плане};$

$d = \dots \text{ мм на плане}.$

Если М 1: \dots , то $c = \dots \text{ м на местности}$

$d = \dots \text{ м на местности}$

$H_1 = \dots \text{ м}$

- высоту точки 2 определить аналогично определению высоты точки 1:

Исходные данные точки 2:

$H_{\text{МГ}} = \dots \text{ м};$

$h = \dots \text{ м};$

$c = \dots \text{ мм на плане};$

$d = \dots \text{ мм на плане}.$

Если М 1: \dots , то $c = \dots \text{ м на местности}$

$d = \dots \text{ м на местности}$

$H_2 = \dots \text{ м}$

4. Определить уклон линии по формуле:

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

d – заложение $\dots \text{ м на}$
местности.

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

$i_{12} = \dots \%$

$i_{21} = \dots \%$

5. Построить профиль местности по заданному на плане направлению. Перерисовать ситуацию с топографического плана в рабочую тетрадь и построить профиль местности по заданному на плане направлению.

Литература:

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. – М.: Издательский центр «Академия», 2009 г., стр. 30-35.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию рельеф местности

.....
.....
.....

2. Какие вы знаете основные формы рельефа?

.....
.....
.....

3. Что называется горизонталью?

.....
.....
.....

4. Что такое бергштрих?

.....
.....
.....

5. Как изображаются полугоризонтالي и четверть горизонтали?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Ориентирование направлений

Практическая работа № 4: Определение ориентирных углов линий.

Цель работы:

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

Порядок выполнения работы:

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

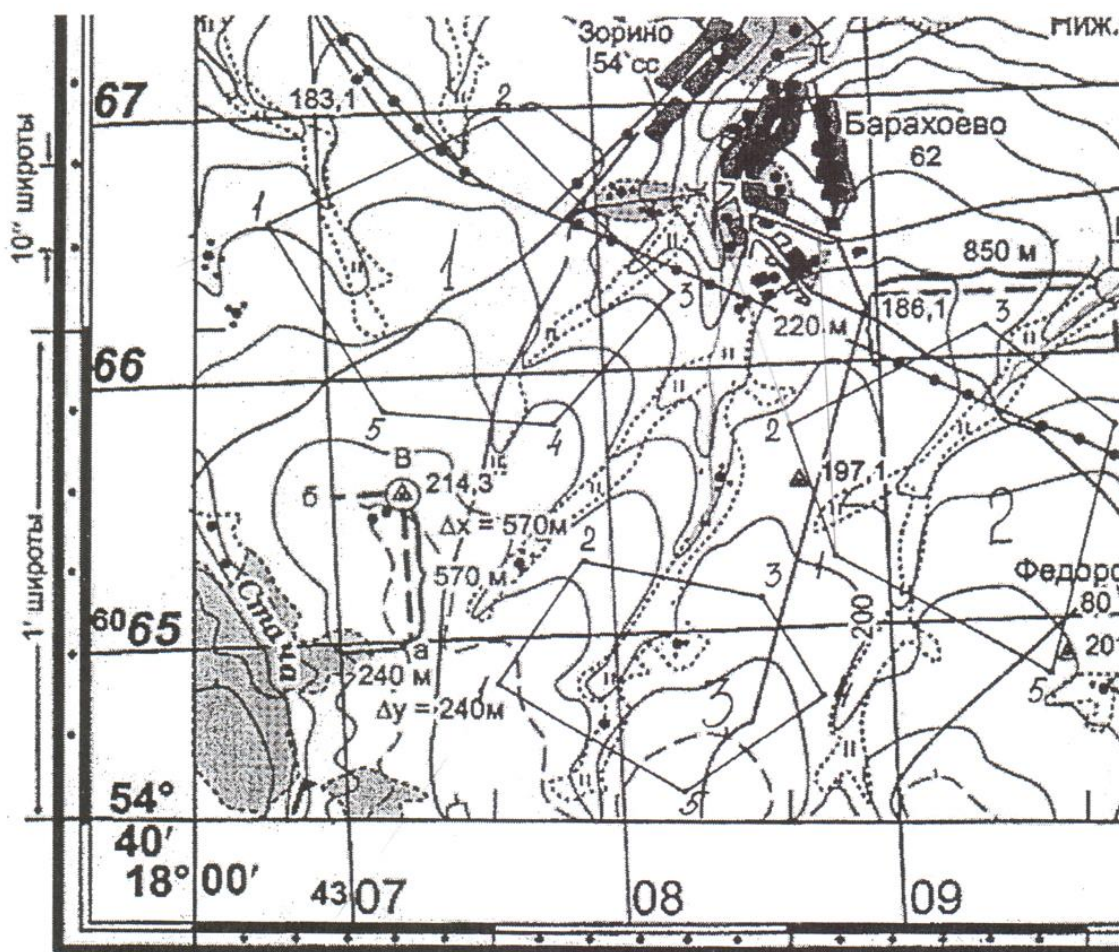
вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α'	1165	2410	3335	4060	5242	6060	7236	8020	1624	2468

$\alpha = \dots\dots\dots$

2. Измерить при помощи транспортира на представленной топографической карте № 1 внутренние углы полигона.

вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПОЛИГОН	1	2	3	1	2	3	1	2	3	2

Топографическая карта № 1



$\beta_1 = \dots$; $\beta_2 = \dots$; $\beta_3 = \dots$; $\beta_4 = \dots$; $\beta_5 = \dots$;

3. Измерить на топографическом плане при помощи транспортира дирекционный угол линии 1-2 и азимут линии 1-2

$\alpha_{1-2} = \dots$

$A_{1-2} = \dots$

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

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

4. Вычислить дирекционные углы линий по формулам:

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

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

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

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

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

Значение дирекционного угла не должно превышать 360°

$$\alpha_{2-3} = \dots\dots\dots$$

$$\alpha_{3-4} = \dots\dots\dots$$

$$\alpha_{4-5} = \dots\dots\dots$$

$$\alpha_{5-1} = \dots\dots\dots$$

$$\alpha_{1-2} = \dots\dots\dots$$

5. Определить значение сближения меридианов

$$Y = \dots\dots\dots$$

6. Занести в таблицу полученные данные, выразить румб:

№ точек	α	г
		Формула, расчет
1		
2		
3		
4		
5		
1		

Литература:

1. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. – М.: Высшая шк., 2006 г., стр. 31-35

Контрольные вопросы

1. Какое направление геодезии принято считать за начальное?

.....
.....
.....

2. Что называется азимутом линии?

.....
.....
.....

3. Что называется румбом линии?

.....
.....
.....

4. Дайте определение дирекционному углу

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Сущность измерений. Линейные измерения

Практическая работа № 5: Обработка линейных измерений

Цель работы:

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

Порядок выполнения работы:

1. Выполнить измерения рулеткой и лазерным дальномером, необходимые для вычерчивания плана помещения.
2. Вычертить в масштабе план помещения по данным полученным при выполнении линейных измерений.

Литература.

1. Ключин Е.Б., Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д.; Под редакцией Михилева Д.Ш. Инженерная геодезия. - М.: Издательский центр «Академия», 2004 г., стр. 24-26.

План помещения

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию створ

.....
.....

2. Что такое внешние линии?

.....
.....

3. Какие поправки вводятся в длину линии?

.....
.....

4. Какие способы вешения линий Вы знаете?

.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА Угловые измерения

Лабораторная работа № 1: Работа с теодолитом.

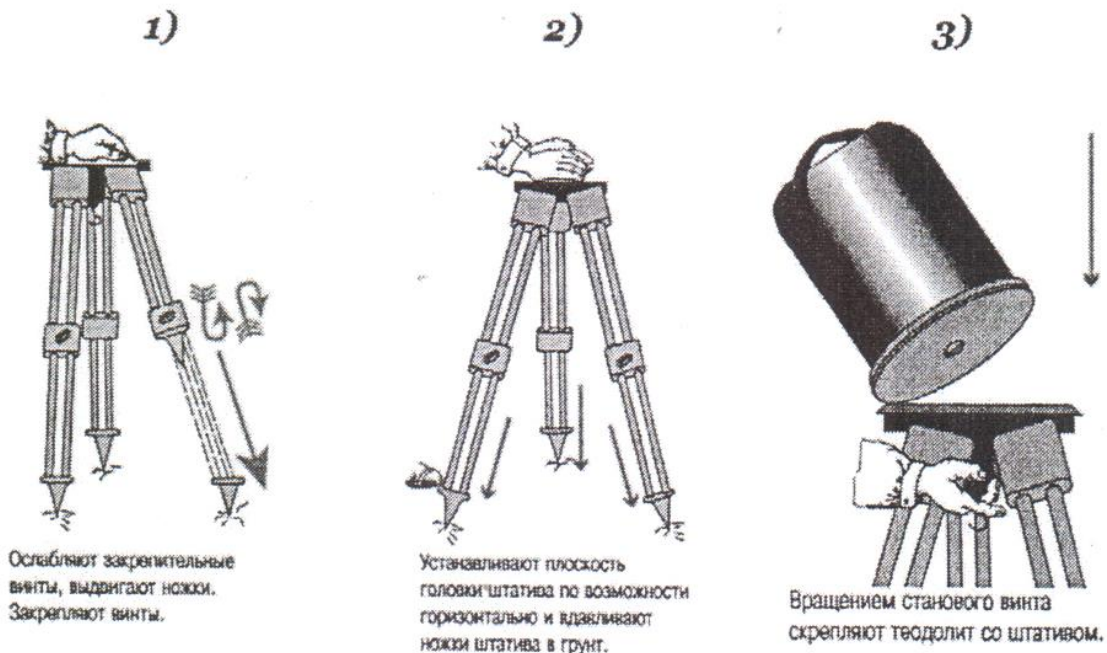
Выполнение проверок теодолита.

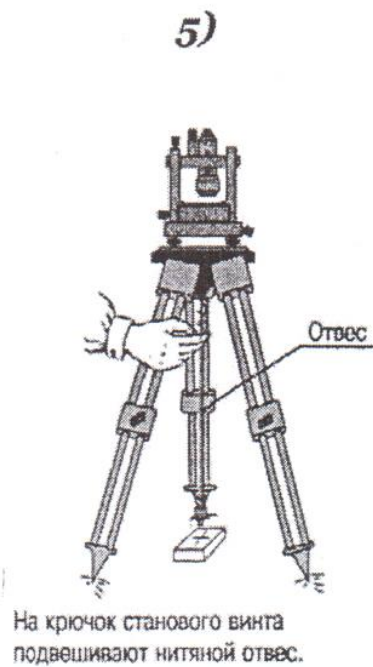
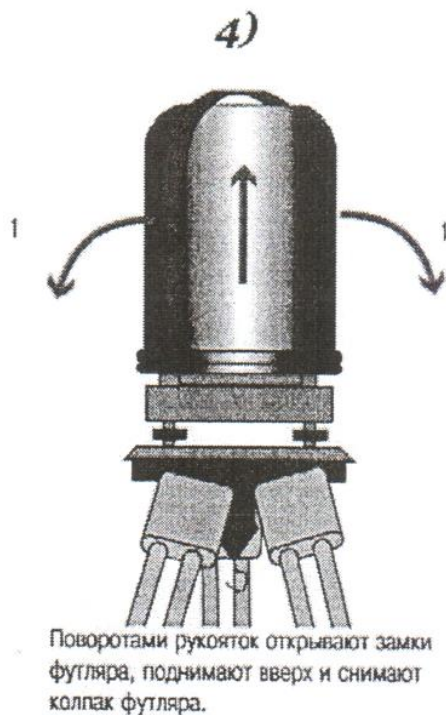
Цель работы:

1. Изучить теодолит.
2. Развить навыки обращения с теодолитом: технику наведения, взятия отсчетов.
3. Научиться выполнять проверки теодолита.

Порядок выполнения работы:

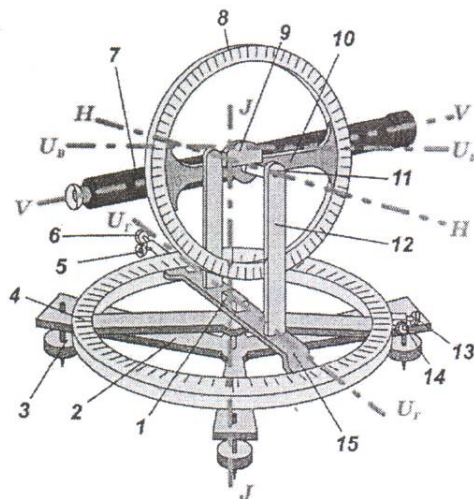
1. Подготовить теодолит к работе.





2. Выполнить проверки теодолита.

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



Основные оси теодолита

JJ – ось вращения прибора (вертикальная ось); HH – ось вращения трубы (горизонтальная ось);
 VV – визирная ось зрительной трубы;
 U_1, U_2, U_3, U_4 – оси уровней при горизонтальном и вертикальном кругах прибора

Последовательность проверок теодолита следующая:

1. Ось цилиндрического уровня U_1, U_1 при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения прибора JJ .

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

2. Вертикальная нить сетки должна быть установлена отвесно.

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

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

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

Для выявления коллимационной ошибки необходимо:

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

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

в) освободить закрепительный винт горизонтального круга, повернуть теодолит на 180° и снова закрепить;

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

Величину коллимационной ошибки вычислить по формуле:

$$C = 0,25 [(KЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (KЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)]$$

C =

Если среднее арифметическое значение коллимационной погрешности превышает 1'

Для исправления коллимационной ошибки необходимо:

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

б) вычислить исправленные показания для горизонтального круга по формуле:

$$KЛ_{исп} = KЛ - C \text{ или}$$

$$KП_{исп} = KП + C$$

и установите его на горизонтальном круге;

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

4. Определение места нуля вертикального круга.

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

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

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

$$МО = 0,5 (KЛ + КП)$$

МО =

Для исправления места нуля вертикального лимба необходимо:

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

б) вычислить исправленные показания для горизонтального круга по формуле:

$$КЛ_{исп} = КЛ - МО \text{ или}$$

$$КП_{исп} = КП - МО$$

и установить его на вертикальном круге;

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

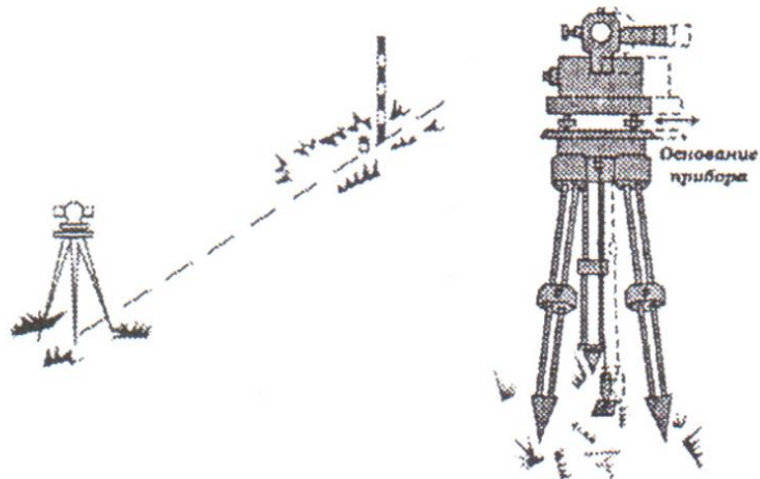
При юстировке места нуля необходимо следить за положением пузырька уровня и в случае смещения вывести его в среднее положение подъемными винтами подставки.

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

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

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

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



4. Снять показания лимба горизонтального и вертикального круга

Показания лимба горизонтального круга КП
 КЛ
 Показания лимба вертикального круга КП
 КЛ

Литература:

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. - М.: Издательский центр «Академия», 2009 г., стр. 59-67.

Контрольные вопросы

1. Укажите назначение теодолита

.....
.....
.....

2. Укажите назначение винта кремальеры

.....
.....
.....

3. При помощи какого винта наводится резкость изображения сетки нитей

.....
.....
.....

4. Вертикальна ось теодолита устанавливается в отвесное положение при помощи

.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Угловые измерения

Лабораторная работа № 2: Измерение углов теодолитом 4Т30П

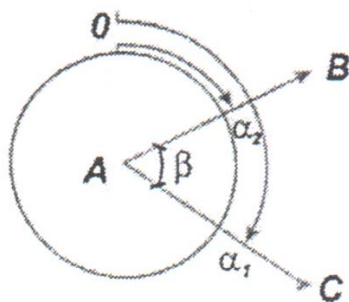
Цель работы

1. Развить навыки измерения горизонтального и вертикального углов.
2. Научиться вести полевой журнал и выполнять контроль измерений.

Порядок выполнения работы:

1. Подготовить теодолит к работе и привести его в рабочее положение. Это складывается из установки теодолита на штатив, центрирования теодолита (при помощи нитяного отвеса), нивелирования теодолита (приведение его вертикальной оси в отвесное положение) и установки зрительной трубы для наблюдения.
2. Над наблюдаемыми точками устанавливаются визирные цели – вешки, мерные шпильки или специальные визирные марки.
3. Для измерения горизонтальных углов применить способ приемов.

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



$$\beta = \alpha_1 - \alpha_2$$

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

Следует помнить, что вычитая из отсчета α_1 на «заднюю» по ходу точку отсчет α_2 на «переднюю» по ходу точку, получают значение угла β вправо по ходу лежащего.

Такое измерение угла называется *полуприемом*. Для ослабления влияния инструментальных погрешностей угол β измеряют и при другом положении вертикального круга (переводят трубу через зенит), предварительно сместив лимб на угол, близкий к 90° . Два полуприема (КП и КЛ) измерения угла составляют один полный прием.

Расхождение результатов измерения между первым и вторым полуприемами не должно превышать двойной точности прибора $\pm 2t$.

4. Данные по измерению горизонтального угла занести в таблицу

№ станции	Положение круга	№ точки	Отсчеты по горизонтальному кругу	Угол β	$\beta_{ср}$
...	КЛ
		
	КП	...	.....	.....
		

5. Навести зрительную трубу на визирную цель и снять отсчеты по вертикальному кругу при КП и КЛ. По снятым отсчетам определить угол наклона и «место нуля».

Поскольку горизонтальному положению визирной оси, как правило, соответствует отсчет по вертикальному кругу, не равный «нулю», то и

приходится определять «место нуля», т.е. тот отсчет, который соответствует горизонтальному положению визирной оси.

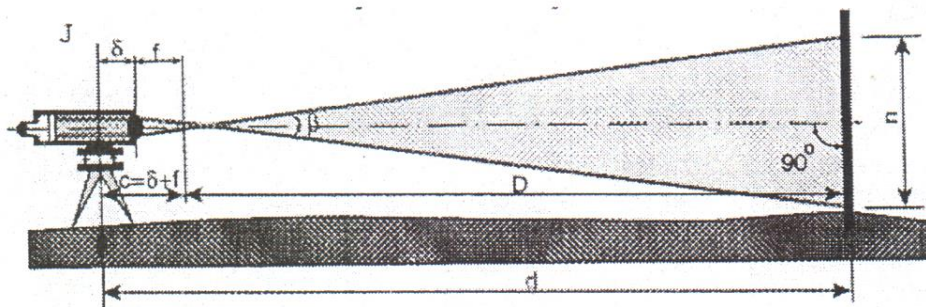
6. Данные по измерению вертикального угла и определения МО занести в таблицу

Точки наблюдения	Положение круга	Отсчеты по вертикальному кругу	МО	вср
...	КЛ	.....	.....	.....
	КП	.....	

7. Измерить расстояние при помощи нитяного дальномера теодолита.

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

Схема определения расстояния



Где K – коэффициент дальномера равный 100

c – близка к нулю

n – отсчет по рейке выраженный в см.

$D = \dots \dots \dots$ м

Литература:

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. - М.: Издательский центр «Академия», 2009 г., стр. 30-35.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию горизонтальный угол

.....
.....
.....

2. Какой способ Вы применили при измерении горизонтального угла?

.....
.....
.....

3. Как происходит центрирование теодолита?

.....
.....
.....

4. Дайте определение понятию вертикальный угол

.....
.....
.....

5. Укажите назначение нитяного дальномера

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Угловые измерения

Лабораторная работа № 3: Измерение углов теодолитом VEGA TEO -20

Цель работы:

1. Изучить электронный теодолит.
2. Научиться измерять горизонтальный и вертикальный углы.

Порядок выполнения работы:

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

№ станции	Положение круга	№ точки	Угол β	$\beta_{ср}$
...	КЛ
		
	КП	...	.....
		

Точки наблюдения	Положение круга	v	$v_{ср}$
...	КЛ	.....	.....
	КП	.....	.....

Литература:

1. Киселев М.И. Геодезия : учебник / М.И. Киселев, Д. Ш. Михелев. – 6-е изд., стер. – М. : Академия, 2009, § 8.1-8.3

Контрольные вопросы

1. Укажите назначение функции клавиши H_R в электронном теодолите

.
.
.

2. Укажите назначение функции клавиши V в электронном теодолите.

.
.
.
.

3. Укажите назначение функции клавиши OSET в электронном теодолите.

.
.
.

Вывод:

.
.

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.
.

ТЕМА: Геометрическое нивелирование

Лабораторная работа № 4 : Работа с нивелиром. Выполнение проверок нивелира

Цель работы:

1. Изучить нивелир и нивелирные рейки.
2. Развить навыки выполнения проверок нивелира.

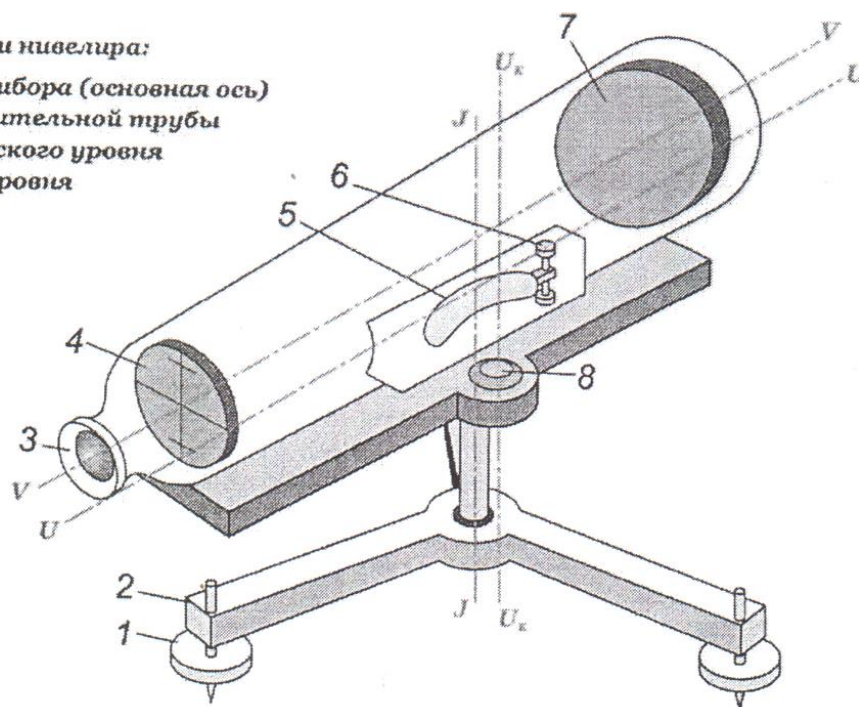
Порядок выполнения работы:

1. Установить нивелир на штатив.

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

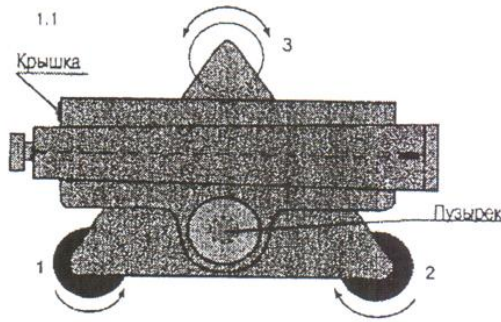
2. Выполнить проверки и юстировки нивелира.

Основные оси нивелира:
 JJ – ось вращения прибора (основная ось)
 VV – визирная ось зрительной трубы
 UU – ось цилиндрического уровня
 U_xU_x – ось круглого уровня

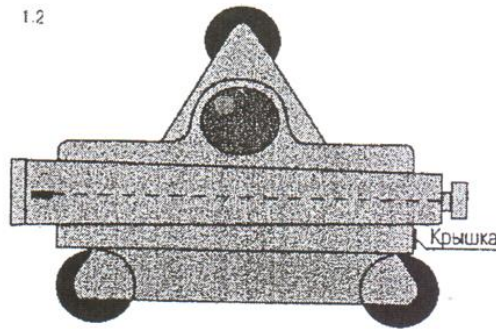


1 – подъемный винт; 2 – подставка; 3 – окуляр; 4 – пластинка с сеткой нитей;
5 – цилиндрический уровень; 6 – исправительные винты цилиндрического уровня; 7 – объектив;
8 – круглый уровень

1. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения прибора

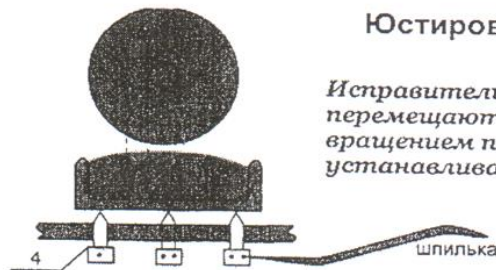


Пузырек круглого уровня приводится в нуль-пункт одновременным вращением подъемных винтов 1 и 2 в разных направлениях и винта 3.



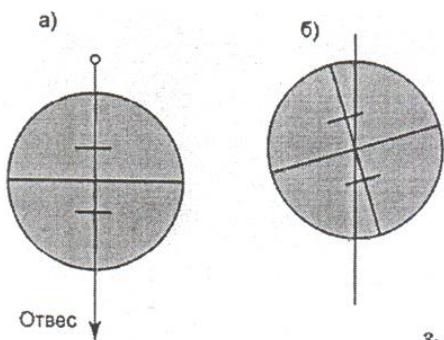
Верхнюю часть нивелира поворачивают на 180°. При смещении пузырька с центра выполняют юстировку.

Юстировка



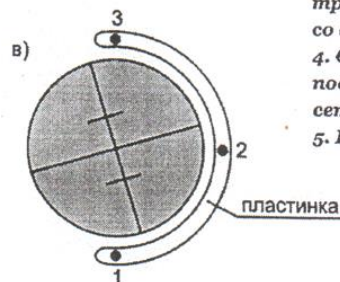
Исправительными винтами (4) пузырек перемещают на половину отклонения; вращением подъемных винтов пузырек устанавливают в нуль-пункт.

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



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

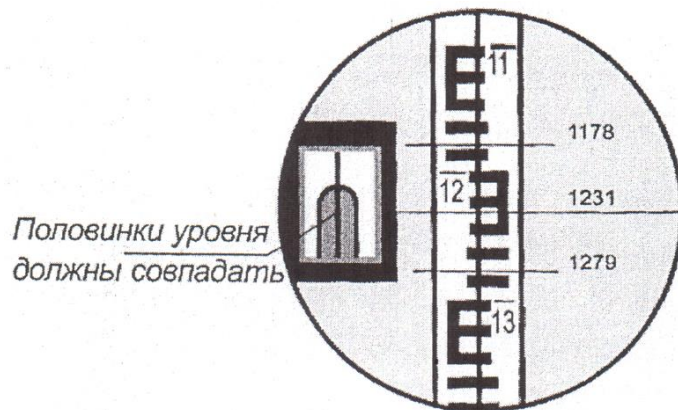
Юстировка



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

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

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

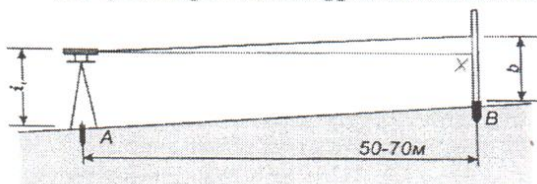


4. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы – главное условие нивелира

Проверки нивелиров с цилиндрическим уровнем III

Проверка цилиндрического уровня

Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси трубы



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



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

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

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

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

3. Пузырек цилиндрического уровня ушел с нуль-пункта

4. Смазывают крышку в торцевой части коробки цилиндрического уровня

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

6. Проверку повторяют

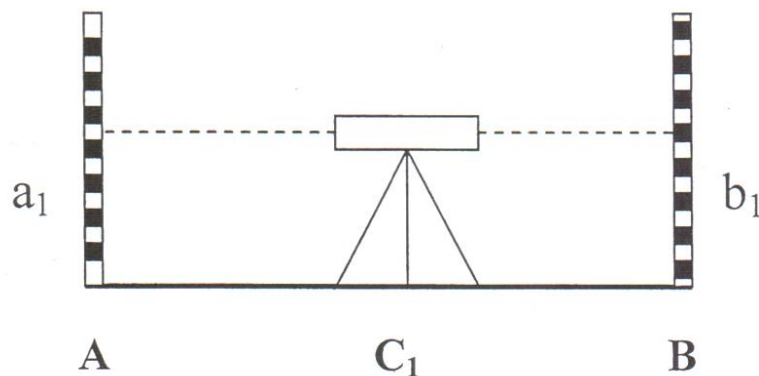


X =

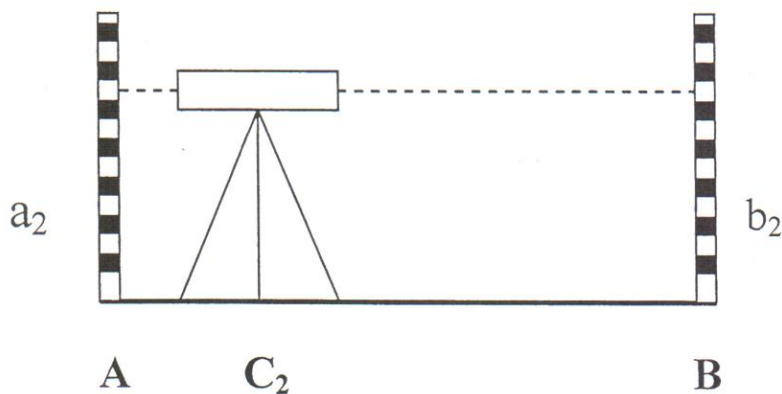
5. Проверка положения визирной оси (для самоустанавливающихся нивелиров).

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

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



$h_1 = a_1 - b_1 = \dots\dots\dots$



$h_2 = a_2 - b_2 = \dots\dots\dots$

Литература:

1. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. - М.: Высшая шк., 2006 г., стр. 131-142.

Контрольные вопросы

1. Укажите назначение нивелира

.....
.....
.....

2. Что такое горизонт инструмента?

.....
.....
.....

3. Какими винтами пузырек круглого уровня производится в нуль – пункт?

.....
.....
.....

4. В каких единицах измерения записывается отсчет по нивелирной рейке?

.....
.....
.....

5. Каким винтом регулируют резкость изображения зрительной трубы?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Геометрическое нивелирование

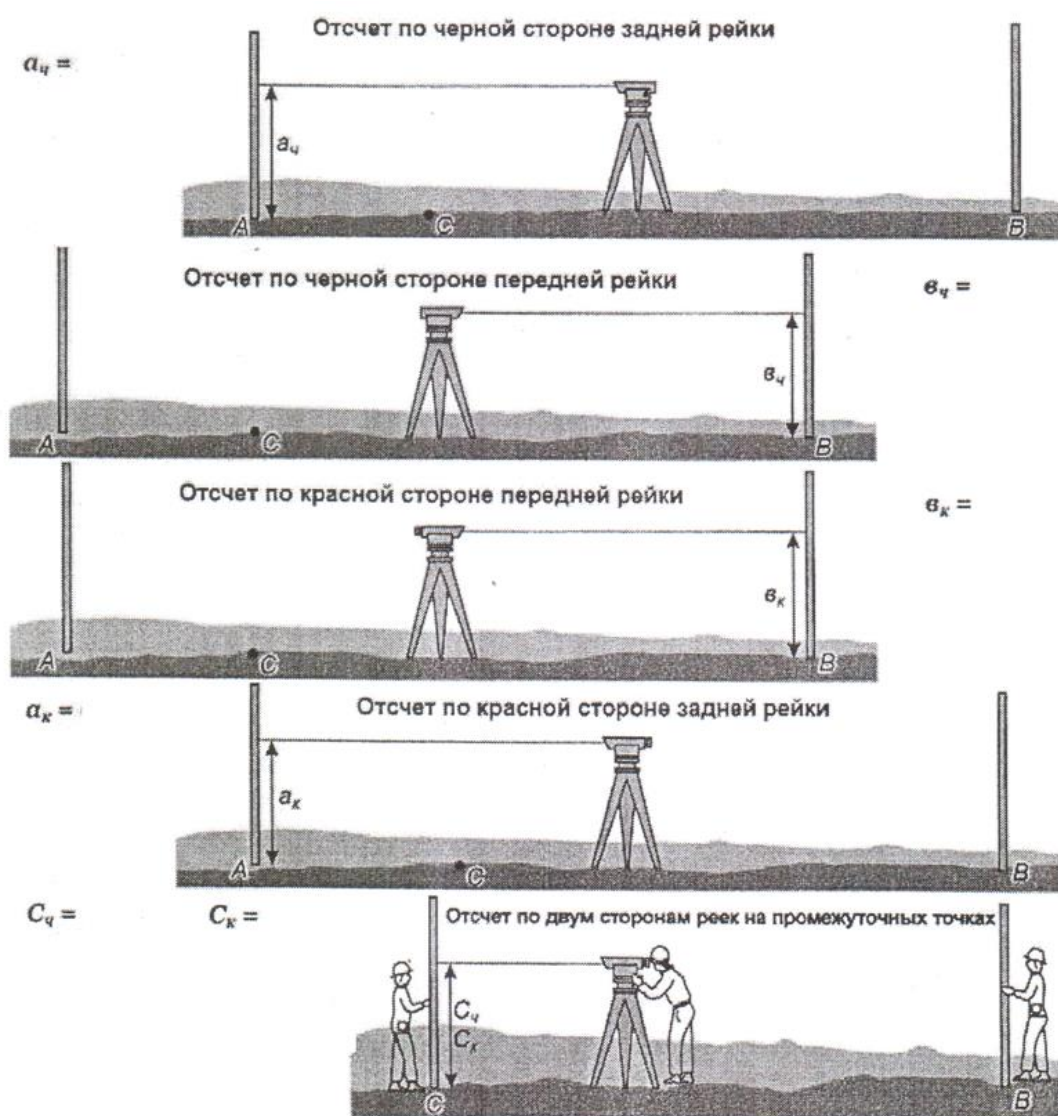
Практическая работа № 6: Обработка результатов нивелирования

Цель работы:

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

Порядок выполнения работы:

1. Проложить ход технического нивелирования.



2. Выполнить обработку полевого журнала технического нивелирования в таблице

№ станции	№ точек	Отсчеты по рейке, мм			Превышение, мм		Среднее превышение h_{ch} , мм	Горизонт инструмента H_i , м	Отметки точек, м
		Задание	Передние	Промежуточные	+	-			
1	А	.....							.....
	С			.....	.....		.....	.....	.....
	В		.....		.....				.....

Литература:

1. Киселев М.И. Геодезия : учебник / М.И. Киселев, Д. Ш. Михелев. – 6-е изд., стер. – М. : Академия, 2009. - 384 с. стр.89-99

Контрольные вопросы

1. Каким винтом пузырек цилиндрического уровня приводят в нуль-пункт?

.....
.....
.....

2. По какой сетке нитей производят отсчет по нивелирной рейке?

.....
.....
.....

3. Какие способы геометрического нивелирования вы знаете?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Состав работ при проложении теодолитных ходов

Практическая работа № 7: Вычислительная обработка теодолитного хода

Цель работы:

1. Научиться вычислять координаты точек замкнутого теодолитного хода.

Порядок выполнения работы:

Выбор варианта осуществляется по списочному номеру в группе.

1. Выбрать исходные данные:

- данные полевых измерений углов поворота и длин линий в таблице

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

- значение дирекционного угла необходимо выбрать независимо от номера варианта:

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α_{1-2}	45° 16'	300° 17'	95° 13'	88° 45'	77° 39'	64° 30'	111° 25'	125° 41'	136° 15'	147° 26'

№ вар	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
α_{1-2}	95° 16'	350° 17'	65° 13'	188° 45'	177° 39'	164° 30'	11° 25'	25° 41'	236° 15'	247° 26'

№ вар	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
α_{1-2}	345° 16'	200° 17'	195° 43'	288° 55'	277° 39'	264° 30'	311° 25'	325° 41'	36° 15'	17° 26'

№ вар	31	32	33	34	35
α_{1-2}	245° 16'	40° 17'	75° 13'	348° 45'	239° 39'

- координаты X_1 и Y_1 начальной точки необходимо выбрать в зависимости от номера варианта:

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_1	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	- 100.0
Y_1	+ 100.0	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	+ 100.0

№ вар.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
X_1	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	- 100.0
Y_1	+ 100.0	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	+ 100.0

№ вар.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
X_1	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	- 100.0
Y_1	+ 100.0	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0	+ 100.0

№ вар.	31	32	33	34	35
X_1	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	+ 100.0	- 100.0
Y_1	+ 100.0	- 100.0	- 100.0	+ 100.0	- 100.0

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

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

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

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

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

где n – число углов в замкнутом полигоне.

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

$$f_{\beta_{\text{пр.}}} = \sum\beta_{\text{пр.}} - \sum\beta_{\text{теор.}}$$

где $\sum\beta_{\text{практ.}}$ – сумма практически правых по ходу углов

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

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

$$f_{\beta_{\text{доп.}}} = 2 t \sqrt{n},$$

где n – число измеренных углов в полигоне

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

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

$$V_\beta = f_{\beta_{\text{пр.}}} / n,$$

Получение поправки V_{β} записывают в графу 3 напротив соответствующего измеренного угла.

Исправленные значения углов поворота теодолитного хода записываются в графу 4.

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

5. Вычислить дирекционные углы всех линий полигона по формуле:

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

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

и т.д.

Значение исходного дирекционного угла α_{1-2} принять из исходных данных.

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

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

При вычислении румбов использовать таблицу

Четверть	α	r
	$0 \dots 90^{\circ}$	α
	$90^{\circ} \dots 180^{\circ}$	$180^{\circ} - \alpha$
	$180^{\circ} \dots 270^{\circ}$	$\alpha - 180^{\circ}$
	$270^{\circ} \dots 360^{\circ}$	$360^{\circ} - \alpha$

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

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

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

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

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

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

Названия румбов	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Знаки ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

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

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

$$f_{\Delta Y} = \sum \Delta Y_i ;$$

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

$$f_{абс} = \pm \sqrt{(f_{\Delta X})^2 + (f_{\Delta Y})^2} ,$$

и допустимость относительной невязки:

$$f_{отн} = f_{абс} / \sum D \dots \leq 1/2000 ,$$

где D – длина хода, м

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

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

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

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

$$X_{\text{послед}} = X_{\text{перед}} \pm \Delta X_i$$

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

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

Литература:

1. Федотов Г.А. Инженерная геодезия. - М.: Высшая шк., 2006 г., стр. 93-100.

ВЕДОМОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ

Ведомость вычисления координат вершин теодолитного хода

№ точек	β _{изм.}	Поправки	β _{исправ.}	α	f	Длины линий	Вычисление		Поправки		Исправление		Координаты		
							ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y	
1															
2															
3															
4															
5															
1															

$\sum \beta_{теор} = 180^\circ(n-2) = 540^\circ 00'$

Угловая невязка

$f_{\beta пр} = \sum \beta_{пр} - \sum \beta_{теор} =$

Допустимость невязки

$f_{\beta доп} = 2t\sqrt{n} =$

Длина хода $\sum D =$

Невязки приращений $f_{\Delta x} =$

Абсолютная невязка хода $f_{абс} = \sqrt{(f_{\Delta x})^2 + (f_{\Delta y})^2} = \sqrt{}$

Допустимость относительной невязки $f_{отн} = f_{абс} / \sum D \leq 1/2000$

$f_{отн} = \leq 1/2000 = 0,0005$

+

+

$f_{\Delta x} = 0$

$f_{\Delta y} = 0$

$x_2 = x_1 + \Delta X$

$y_2 = y_1 + \Delta Y$

Контрольные вопросы

1. Что называется теодолитным ходом?

.....
.....
.....

2. Дайте определение понятию абрис

.....
.....
.....

3. Какие виды теодолитных ходов вы знаете?

.....
.....
.....

4. Что называют привязкой?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Состав работ при проложении теодолитных ходов

Практическая работа № 8: Нанесение точек теодолитного хода на план

Цель работы:

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

Порядок выполнения работы:

Практическая работа № 8 выполняется по данным практической работы № 7.

1. Построить на бумаге координатную сетку в М 1: 500. Также на этом листе вычертить таблицу и внести в нее координаты X_1 и Y_1 всех точек.
2. По координатам вершин теодолитного хода наносят все точки, проверяя расстояние между ними по масштабу и горизонтальные углы, сравнивая их с длинами сторон, записанными в графе 7 и горизонтальными углами, записанными в графе 4.

Литература:

1. Фельдман В.Д., Михелев Д.Ш. Основы инженерной геодезии, 2001 г., стр. 94-101.

Контрольные вопросы

1. По какой формуле находят теоретическую сумму углов полигона?

.....
.....
.....

2. Что означает термин «полигон» в геодезии?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Разработка проекта вертикальной планировки участка

Практическая работа № 9: Подготовка топографической основы

Цель работы:

1. Научиться выполнять вычислительную обработку материалов нивелирования поверхности по квадратам.

Порядок выполнения работы:

1. Построить сетку квадратов в М 1:500, длины сторон квадратов 20 м. Записать отсчеты по черной и красной сторонами рейки.

Отметку репера и отсчет по черной стороне рейки выбрать в соответствии с вариантом:

№ Bap.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H _R	201.51	202.610	203.71	204.81	205.9	206	206.11	207.22	208.32	209.4
OP	1.105	1.106	1.107	1.108	1.109	1.110	1.111	1.112	1.113	1.114

№ Bap.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
H _R	201.51	202.610	203.71	204.81	205.9	206	206.11	207.22	208.32	209.4
OP	1.135	1.196	1.177	1.128	1.139	1.140	1.121	1.162	1.153	1.194

№ Bap.	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
H _R	201.521	272.610	243.71	254.81	285.9	246	226.11	237.22	268.32	289.4
OP	1.105	1.106	1.107	1.108	1.109	1.110	1.111	1.112	1.113	1.114

№ вар.	1	2	3	4	5
H _R	201.51	202.610	203.71	204.81	205.9
OP	1.138	1.155	1.094	1.076	1.134

2. Определить горизонт инструмента по формуле:

$$H_i = H_R + OP,$$

где H_R – отметка репера, м

OP – отсчет по черной стороне рейки, стоящей на репере, м

H_i =

3. Вычислить отметки точек вершин квадратов по формуле:

$$H = H_i - b,$$

где H_i – горизонт инструмента, м

b – отсчет по черной стороне рейки, м

H₁ =

H₂ =

H₃ =

H₄ =

H₅ =

H₆ =

H₇ =

H₈ =

$H_9 = \dots\dots\dots$

$H_{10} = \dots\dots\dots$

$H_{11} = \dots\dots\dots$

$H_{12} = \dots\dots\dots$

Литература:

1. Давыдов М.Ф., Прудников М.Ф. Геодезия. – М., «Недра», 1984 г., стр. 89-93.

Контрольные вопросы

1. Какой длиной могут быть стороны квадратов и от чего это зависит?

.....
.....
.....

2. По какой формуле находятся отметки точек вершин квадратов?

.....
.....
.....

3. Что такое горизонт инструмента и как он определяется?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Разработка проекта вертикальной планировки участка

Практическая работа № 10: Составление проекта вертикальной планировки участка

Цель работы:

1. Научиться выполнять геодезические расчеты при вертикальной планировке участка.

Порядок выполнения работы:

1. Построить топографический план участка с сечением рельефа 0,1 м.

2. Определить среднюю отметку планировки участка с известными черными отметками вершин квадратов по формуле:

$$H_{\text{пр}} = \frac{4 \sum a_i + 2 \sum b_i + \sum c_i}{4 \cdot n}$$

где a_i – отметки вершин квадратов, расположенных внутри контура участка,

м

b_i – отметки вершин квадратов, расположенных по контуру участка, м

c_i – отметки угловых точек участка, м

n – число квадратов

$H_{\text{пр}} = \dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$
 $\dots\dots\dots$

3. Подсчитать рабочие отметки всех вершин квадратов о формуле

$$a_i = H_{\text{пр}} - H_i$$

где $H_{\text{пр}}$ – средняя отметка планировки участка, м

H_i – абсолютная отметки точек вершин квадратов 1, 2, 3, и т.д., м

$a_1 =$

$a_2 =$

$a_3 =$

$a_4 =$

$a_5 =$

$a_6 =$

$a_7 =$

$a_8 =$

$a_9 =$

$a_{10} =$

$a_{11} =$

$a_{12} =$

Далее составляют картограмму земляных масс. У каждой вершины квадратов выписывают рабочие отметки, показывающие высоты насыпей или глубины выемок и проводят линию, разграничивающую насыпи от выемок называемую линией нулевых работ.

Точки нулевых работ, расположенные на сторонах квадратов, определяют методом интерполяции между смежными рабочими отметками, имеющими разные знаки.

4. Определить границы выемки и насыпи по формуле и отобразить на рисунке

$$X_{Н-К} = \frac{a_H}{a_H + a_K} \cdot L$$

где a_H – рабочая отметка начальной точки стороны квадрата, м

a_K – рабочая отметка конечной точки стороны квадрата, м

L – длина стороны квадрата, м

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

$$X = \frac{a}{a + a} \cdot L = \dots\dots\dots$$

Объем земляных работ по методу квадратов подсчитывают для каждого квадрата или его части по формулам геометрии.

5. Подсчитать объем земляных работ.

После подсчетов объемов для отдельных геометрических фигур вычисляют общий объем насыпи и выемки и сводят баланс земляных работ, т.е. определяют избыток или недостаток грунта при вертикальной планировке.

Подсчет объемов земляных работ

10. Данные по подсчету объема земляных работ заносятся в таблицу

№ фигур	Площадь, м ²	Объем	
		Насыпь	Выемка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
Итого			

Литература:

1. Давыдов М. Ф. , Прудников М. Ф. Геодезия. – М., «Недра», 1984 г., стр. 120-130.

Контрольные вопросы

1. Что такое линия нулевых работ?

.....
.....
.....

2. Каким методом определяются точки нулевых работ, расположенные на сторонах квадратов?

.....
.....

3. Как подсчитать среднюю отметку планировки участка?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Технология выполнения работ по полевому трассированию

Практическая работа № 11: Обработка материалов полевого трассирования

Цель работы:

1. Научиться выполнять обработку полевого журнала нивелирования трассы.

Порядок выполнения работы:

1. Выбрать отметку начального и конечного репера в соответствии с номером варианта в журнал технического нивелирования по трассе.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
РП ₂₂₇	225,61	225,71	225,81	225,9	225,95	225,34	225,23	225,12	226,45	226,67
РП ₁₁	223,696	223,824	223,889	224,021	224,022	223,468	223,316	224,234	224,571	224,749

Полученные исходные отметки записывают в графу № 14 таблицы журнала технического нивелирования, против номеров соответствующих опорных реперов.

2. В графах 6 и 7 записать вычисленные на станции превышения h , мм, по формулам, вычислить превышения $h_{ч}$, по отчетам черной и $h_{к}$, мм, красной сторон реек между связующими точками нивелирного хода:

$$h_{ч} = h_{чСТ1} = a_{ч} - b_{ч};$$

$$h_{к} = h_{кСТ1} = a_{к} - b_{к};$$

где $a_{ч}$, $a_{к}$ – отчеты по задней рейке, мм;

$b_{ч}$, $b_{к}$ – отчеты по передней рейке, мм.

Если превышения получаются со знаком «плюс», их записывают в графу № 6, если со знаком «минус», в графу № 7. Так последовательно вычисляют в журнале на каждой станции все превышения между связующими точками хода. Допустимая погрешность f , мм, между превышениями определяется по формуле и не должна превышать + 5 мм;

$$f = h_{к} - h_{ч}.$$

Вычисляют среднее значение превышения $h_{ср}$, мм, по формуле:

$$h_{ср} = (h_{ч} - h_{к}) / 2$$

3. Перед тем как вычислить отметки связующих точек нивелирного хода, необходимо в журнале технического нивелирования выполнить постраничный контроль правильности вычислений средних превышений, для чего:

- сложить результаты отсчетов по рейкам, записанные отдельно в вертикальных графах № 3, 4, 6, 7, 8 и 9. Результаты сумм по каждой графе записать под каждой графой данной страницы;

- разность сумм по графам № 3, 4 должна быть равна сумме превышений, подсчитанных по графам № 6 и 7, т.е. получаем формулу:

$$(a)_3 - (b)_4 = (h)_6 + (h)_7;$$

- сумма средних превышений по графам № 8 и 9 должна быть равной половине суммы превышений по графам № 6 и 7, т.е. получаем формулу:

$$(h)_8 + (h)_9 = 0,5 \{ (h)_6 + (h)_7 \}.$$

4. После выполнения постраничного контроля вычислить невязку f_h , мм, суммы превышений h_{cp} по нивелирному ходу по формулам:

$$\Delta h_\phi = \{(\sum h)_8 + (\sum h)_9\} - (H_{Pn11} - H_{Pn227})$$

или

$$\Delta h_\phi = \sum h_{cp} - (H_{кон} - H_{нач})$$

5. Вычислить допустимую величину невязки $F_{доп.}$, мм, сумм превышений нивелирного хода по формуле:

$$[\Delta h] = \pm (50 * L),$$

где L – длина хода, км.

6. Убедившись, что величина невязки хода меньше допустимой $\Delta h_\phi \leq [\Delta h]$, вычислить поправки средних превышений V_{hch} , мм, по формуле:

$$V_{hch} = - \Delta h_\phi / n$$

где n – число средних превышений в нивелирном ходе.

7. По исправленным превышениям вычисляют отметки H , м, точек (пикетов) по формуле:

$$H_{пк0} = H_{Pn227} + h_{ст1}.$$

Полученную отметку записывают в графу № 14. В такой последовательности вычислить отметки всех остальных связующих точек, записывая их значения в графу № 14.

Контролем правильности вычисления отметок связующих точек служит получение исходной отметки конечного репера.

Журнал технического нивелирования трассы

№ станции	№ точки	Отсчеты по рейке, мм			Превышения, мм						Горизонт инструмента, м	Высота точек, м	
		Задние	Передние	Промежуточные	Вычисленные		Средние		Исправленные			Вычисленная	Исправленная
					+	-	+	-	+	-			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	РП227	0811 5511											
	ПК0		1315 6015										
2	ПК0	0928 5628											
	ПК1		1172 5872										
3	ПК1	2570 7270											
	ПК2		2920 7620										
4	ПК2	2275 6975											
	ПК3		2778 7478										
5	ПК3	2360 7060											
	+20			2543 7243									
	ПК4		2720 7420										
6	ПК4	2549 7249											
	ПК5		2739 7439										
7	ПК5	2400 7100											
	РП11		2149 6849										

Постраничный контроль

Литература:

1. Ливанов М.М. Геодезия в строительстве, - М., «Госгеолтехиздат», 1963 г., стр. 188-196.

Контрольные вопросы

1. Что такое трасса?

.....
.....

2. Назовите основные элементы трассы

.....
.....

3. Какие работы проводятся при рекогносцировке местности?

.....
.....

4. Что называют пикетом?

.....
.....

5. Какие точки называют плюсовыми

.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Технология выполнения работ по полевому трассированию

Практическая работа № 12: Построение профиля и расчет проектных элементов

Цель работы:

- 1. Развить навыки построения профиля по результатам полевого трассирования.*
- 2. Научиться вычислять проектные элементы для варианта проектной линии.*

Порядок выполнения работы:

1. Вычислив отметки всех точек трассы, приступить к построению продольного профиля трассы на проектируемом участке, т.е. наносят черную (естественную) линию профиля местности в заданных масштабах.

Исходные данные для составления профиля необходимо выбрать из журнала технического нивелирования по трассе и пикетажного журнала.

2. Для построения профиля на миллиметровой бумаге подготавливается подпрофильная таблица.

3. В графе «расстояние» отложить в принятом горизонтальном масштабе 1:5000 пикетажные расстояния, подписать в необходимых точках.

4. В графу «отметка земли» выписать из журнала технического нивелирования отметки точек против соответствующих ординат на профиле. Отметки округлять до 0,001.

По этим отметкам в принятом масштабе 1:500 отложить вверх от условного горизонта величины ординат. Точки верхних концов ординат соединяют последовательно отрезками прямой, в результате получают черную ломанную линию естественного профиля местности.

5. Наносят проектную (красную) линию, проектируемую ось.
6. Вычисление значений проектных отметок для варианта проектной линии.

$$h_{пр\ ПК1} = h_{пр\ ПК0} - I \cdot L$$

где L – расстояние между крайними точками участка, м.

7. Выполнение расчета рабочих отметок для варианта проектной линии по формуле:

$$h_{\text{р}}^{\text{ПК}} = h_{\text{ПР}} - h_3$$

где $h_{\text{ПР}}$ – отметка проектной линии, м

h_3 – абсолютная отметка земли (пикетов), м.

Рабочие отметки подписывают на профиле трассы.

Литература:

1. Киселев М.И., Михелев Д.Ш. Геодезия. - М.: Издательский центр «Академия», 2009 г., стр. 282-284.

Продольный профиль

Контрольные вопросы

1. Какие точки называют плюсовыми?

.....
.....
.....

2. Что такое профиль?

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

ТЕМА: Геодезические разбивочные работы

Практическая работа № 14: Геодезическая подготовка для переноса проекта в натуру

Цель работы:

1. Научиться выполнять расчеты по подготовке данных для выноса в натуру линии заданного направления и проектной длины.

Порядок выполнения работы:

Вычисление направления и длины между точками по их координатам составляет обратную геодезическую задачу.

1. Если известны координаты точки (. ;) и координаты точки (. ;), то можно определить длину линии

Если известны координаты точки (. ;) и координаты точки (. ;), то можно определить длину линии

- определить приращение координат по формуле:

$$\Delta x = x \dots - x \dots$$

$$\Delta x = x \dots - x \dots$$

$$\Delta y = y \dots - y \dots$$

$$\Delta y = y \dots - y \dots$$

- находим tg r по формуле:

$$\text{tg } r = \Delta y / \Delta x$$

- по значению tg r находим величину угла r

- название румба определяют по знакам приращений координат

Названия румбов	СВ	ЮВ	ЮЗ	СЗ
Знаки ΔX	+	-	-	+
ΔY	+	+	-	-

По имеющемуся значению румба r определить значение дирекционного угла α :

$\alpha = \dots\dots\dots$

- длину горизонтального проложения определяют по следующим формулам:

$$d = \Delta y / \sin r$$

$$d = \Delta x / \cos r,$$

где $\Delta y, \Delta x$ – приращения координат.

2. Все полученные данные занести в таблицу

№т					tg r = $\Delta y / \Delta x$	r	α	cos r	sin r	d = $\Delta y / \sin r$	d = $\Delta x / \cos r$	dcp
	x	y	Δx	Δy								

3. Вычислить горизонтальные углы по формулам:

$\beta \dots = \dots\dots\dots$

$\beta \dots = \dots\dots\dots$

ТЕМА: Геодезические разбивочные работы

Лабораторная работа № 15: Вынос в натуру проектных элементов

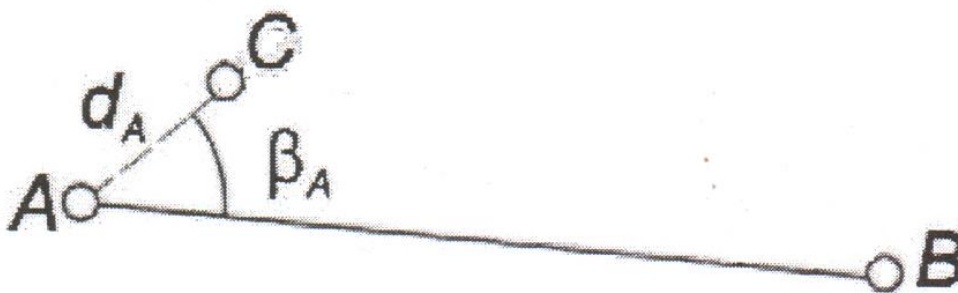
Цель работы:

1. Развить навыки по выносу проектных элементов.

Порядок выполнения работы:

Вынос в натуру проектной точки.

Вынести точку С способом полярных координат от условного пункта геодезической основы АВ на основании исходных данных.



№ п/п	β_A	d_A , м
1	$12^\circ 37'$	1,458

Контрольные вопросы

1. Какие способы применяются для определения положения точки на плане? . . .

.....
.....
.....

Вывод:

.....
.....

Результат выполнения задания (оценка и замечания)

.....
.....

Литература

Основная:

1. Киселев М.И. Геодезия : учебник / М.И. Киселев, Д. Ш. Михелев. – 6-е изд., стер. – М. : Академия, 2015. – 384 с.
2. Куштин И.Ф. Геодезия : учеб.-практ. пособие / И. Ф. Куштин, В. И. Куштин – Ростов н/Д : Феникс, 2016. – 909 с.
3. Нестеренок М.С. Геодезия : учеб. Пособие для вузов / М. С. Нестеренок. – Минск : Высш. шк., 2015. – 272 с.
4. Практикум по геодезии : учебник / под ред. Г. Г. Поклада.-М.: Академический Проект, Трикста, 2016. – 488 с.

Дополнительная:

1. Федотов Г.А. Инженерная геодезия / Г.А. Федотов. - М.: Высшая шк., 2016.
2. Ключин Е.Б. Инженерная геодезия / Е.Б. Ключин [и др.] - М.: Издательский центр «Академия», 2015.
3. Киселев М.И. Основы геодезии / Киселев М.И., Михелев Д.Ш. - М.: Высш. шк., 2015.
4. Фельдман В.Д. Основы инженерной геодезии / В.Д. Фельдман, Д.Ш. Михелев. - М.: Высш. шк., 2015.

Нормативно-техническая литература:

1. СНиП 3.01.03.84. Геодезические работы в строительстве.
2. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания в строительстве.