

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Г. Ф. Горбачева»

Кафедра маркшейдерского дела, кадастра и геодезии

Г. А. Корецкая

Геодезия и маркшейдерия (раздел Геодезия)
Тетрадь лабораторных работ для студентов специальности
130400.65 «Горное дело» всех форм обучения

Рекомендовано учебно-методической комиссией специальности
130400.65 «Горное дело» в качестве электронного издания для
использования в учебном процессе

Кемерово 2012

Рецензенты:

Латагуз М. М. – старший преподаватель кафедры маркшейдерского дела, кадастра и геодезии

Филимонов К. А. – председатель учебно-методической комиссии специальности 130400.65 «Горное дело»

Корецкая Галина Александровна.

Геодезия и маркшейдерия (раздел Геодезия). Тетрадь лабораторных работ [Электронный ресурс]: для студентов специальности 130400.65 «Горное дело» всех форм обучения / составитель Г. А. Корецкая. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – Систем. требования: Pentium III; ОЗУ 8 Мб; Windows 98; мышь. – Загл. с экрана.

Предназначено для выполнения семи лабораторных работ с целью получения студентами базисной основы знаний и навыков по геодезии, а также для дальнейшего изучения маркшейдерии.

Содержит задания и методические указания к лабораторным работам, учебную топографическую карту, список основной и дополнительной литературы, контрольные вопросы по теоретическому курсу. Приведены требования к оформлению и точности геодезических вычислений.

© КузГТУ

© Корецкая Г. А.

Введение

Методические указания предназначены для студентов по направлению подготовки 130400.65 «Горное дело» специализаций: 130401.65 «Подземная разработка пластовых месторождений»; 130403.65 «Открытые горные работы»; 130404.65 «Маркшейдерское дело»; 130405 «Шахтное и подземное строительство»; 130406.65 «Обогащение полезных ископаемых»; 130412.65 «Технологическая безопасность и горноспасательное дело».

В соответствии с рабочей программой дисциплины студенты должны выполнить семь лабораторных работ.

Лабораторные работы № 1–3 поставлены для того, чтобы студенты научились решать геодезические задачи по топографическим картам и планам. Лабораторные работы № 4–6 предназначены для изучения основных геодезических приборов и инструментов, таких как планиметр, теодолит и нивелир. В лабораторной работе № 7 студенты знакомятся с оценкой точности геодезических измерений.

В результате выполнения лабораторных работ студент должен уметь:

- решать инженерные задачи по топографическим планам и картам;
- выполнять поверки и производить измерения геодезическими приборами (планиметрами ПП-М и PLANIX, теодолитом 2Т30М, нивелирами НЗ, НЗК);
- обрабатывать результаты измерений с оценкой точности.

Методические указания содержат справочные материалы, таблицы и ведомости для заполнения результатов измерений, топографическую карту масштаба 1:10000, контрольные вопросы по каждому заданию, список основной и дополнительной литературы, а также являются руководством для самостоятельного выполнения и оформления лабораторных работ.

Требования, предъявляемые к оформлению работ:

- 1) записи выполнять аккуратно ручкой;
- 2) исправления записей осуществлять зачеркиванием ошибочных цифр, правильное число записывать рядом;
- 3) соблюдать правила округления чисел;
- 4) подсчёт результатов вести с необходимой точностью.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачёва»
Кафедра маркшейдерского дела, кадастра и геодезии

Т Е Т Р А Д Ъ

лабораторных работ по дисциплине «Геодезия»
для студентов по направлению подготовки
130400.65 «Горное дело»,
специальность _____

Вариант № _____

Студент группы _____

Преподаватель _____

Кемерово 20__

Лабораторная работа № 1

УГЛОВЫЕ И ЛИНЕЙНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНАХ

Цель работы: приобретение навыков в уверенном пользовании топографическими картами при решении по ним наиболее распространенных задач.

Масштабом называется отношение длины отрезка d на плане к его длине (горизонтальному проложению) S на местности

$$\frac{1}{M} = \frac{d}{S}; M = \frac{S}{d}. \quad (1)$$

Численный масштаб записывают в виде дроби, где числитель всегда равен единице, а знаменатель – степень уменьшения изображения предмета по отношению к самому предмету. Например, карты масштабов 1:1000; 1:25000; 1:500 и т.д.

Линейный масштаб представляет собой графическое изображение численного масштаба: отрезок прямой, разделенный на равные части. Его используют при большом объеме измерительных работ (рис. 1).

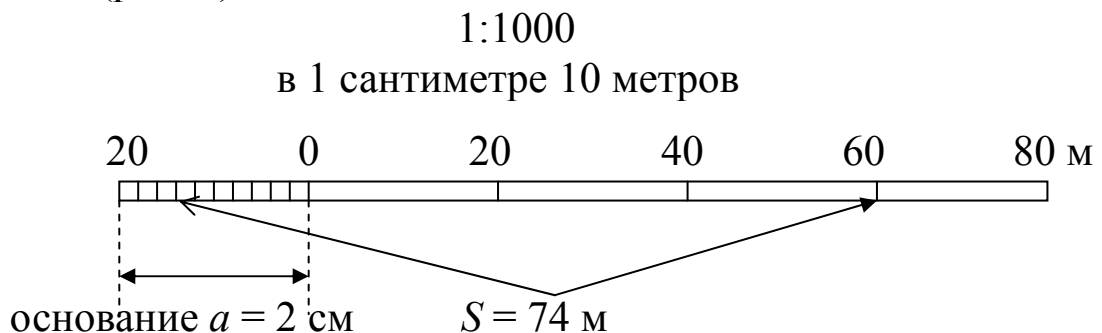


Рис. 1. Линейный масштаб

Поперечный масштаб применяют для того, чтобы повысить точность линейных измерений.

Точность поперечного масштаба определяется по формуле

$$t = \frac{aM}{mn}, \quad (2)$$

где m – число делений основания масштаба по горизонтали; n – число делений по вертикали; a – основание масштаба; M – знаменатель масштаба.

Задача 1. Какому расстоянию на местности S соответствует измеренный отрезок d (исходные данные в табл. 1).

1:25000	$d =$ _____ см	$S =$ _____ м
1:5000	$d =$ _____ см	$S =$ _____ м
1:2000	$d =$ _____ см	$S =$ _____ м
1:1000	$d =$ _____ см	$S =$ _____ м

Таблица 1

Исходные данные для решения задачи 1

Вариант	Отрезок, d	Вариант	Отрезок, d	Вариант	Отрезок, d
1	19,4	10	7,2	19	6,8
2	7,7	11	20,3	20	7,8
3	5,0	12	12,8	21	22,7
4	3,6	13	10,6	22	8,6
5	14,5	14	17,0	23	25,5
6	5,4	15	6,2	24	9,8
7	7,9	16	9,0	25	10,7
8	13,7	17	11,5	26	4,6
9	2,9	18	15,8	27	22,6

Задача 2. Определить длину отрезка на карте d , соответствующую измеренной линии S на местности (исходные данные в табл. 2).

Масштаб 1: _____; $S =$ _____ м; $d =$ _____ см.

Таблица 2

Исходные данные для решения задачи 2 и 5

Вариант	Длина линии, м	Масштаб	Вариант	Длина линии, м	Масштаб
1	104	1:500	14	108	1:1 000
2	61	1:1 000	15	92	1:2 000
3	16	1:500	16	900	1:25 000
4	135	1:1 000	17	58	1:1 000
5	92	1:2 000	18	137	1:1 000
6	1165	1:5 000	19	29	1:1 000
7	69	1:1 000	20	197	1:1 000
8	107	1:1 000	21	495	1:5 000
9	37	1:500	22	94	1:2 000
10	3050	1:25 000	23	112	1:2 000
11	248	1:1 000	24	260	1:5 000
12	715	1:5 000	25	650	1:10 000
13	1375	1:25 000	26	342	1:2 000

Задача 3. Определить масштаб карты, если известны горизонтальное проложение линии S , на местности и её проекция на карте d (исходные данные в табл. 3).

$S =$ _____ м $d =$ _____ мм Масштаб 1: _____

Таблица 3

Исходные данные для решения задачи 3

Вариант	S , м	d , мм	Вариант	S , м	d , мм	Вариант	S , м	d , мм
1	631	25,24	11	166	33,2	21	34,4	17,2
2	38	19	12	276	138	22	475	47,5
3	15,4	15,4	13	9000	18	23	64,7	64,7
4	664	66,4	14	142,2	71,1	24	296	59,2
5	4000	80	15	331	13,24	25	162,8	81,4
6	757	75,7	16	1856	37,12	26	79,7	79,7
7	381	15,24	17	121	12,1	27	95,9	95,9
8	96	19,2	18	61	30,5	28	360	72
9	20,1	20,1	19	109	10,9	29	256	51,2
10	176	88	20	38	19	30	906	90,6

Задача 4. Участок застройки прямолинейной формы на плане масштаба 1:М имеет размеры: длина d_1 , ширина d_2 . Определить фактические размеры участка (длина S_1 , ширина S_2) и его площадь (варианты в табл. 4).

Масштаб $d_1 =$ _____ мм $d_2 =$ _____ мм
 1: _____ $S_1 =$ _____ м $S_2 =$ _____ м
 Площадь участка $S =$ _____ м²

Таблица 4

Исходные данные для решения задачи 4

Вариант	Размеры участка		Масштаб	Вариант	Размеры участка		Масштаб
	длина d_1 , мм	ширина d_2 , мм			длина d_1 , мм	ширина d_2 , мм	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	210	100	1:5000	16	224	83	1:10000
2	67	41	1:1000	17	76	49	1:25000
3	68	92	1:10000	18	83	54	1:2000
4	28	43	1:1000	19	249	102	1:5000

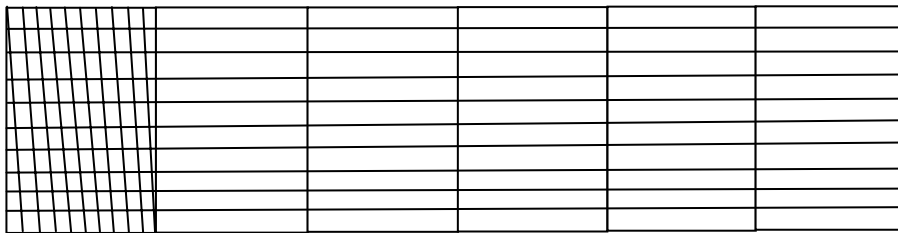
Продолжение табл. 4

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>
5	184	82	1:5000	20	126	103	1:2 000
6	66	81	1:2000	21	92	97	1:5000
7	42	41	1:10000	22	200	44	1:25000
8	248	46	1:5000	23	247	62	1:5000
9	58	43	1:1000	24	34	84	1:5000
10	211	64	1:2000	25	234	61	1:10000
11	100	55	1:25000	26	107	47	1:25000

Задача 5. Оцифровать в соответствии с заданным масштабом поперечный масштаб. Определить точность поперечного масштаба t и отложить заданную линию (исходные данные в табл. 2).

Масштаб 1:_____. $S =$ _____ м.

$$t = \frac{aM}{nm} = \text{_____ м,}$$



Контрольные вопросы к лабораторной работе № 1

1. Что такое масштаб карты?
2. На какие виды делятся карты в зависимости от масштаба?
3. Какие бывают виды масштабов?
4. Что такое графическая точность масштаба?

Лабораторная работа № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТ ТОЧЕК НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНАХ

Цель работы: познакомиться с ориентирными направлениями, научиться определять координаты точек на топографической карте и решить прямую и обратную геодезические задачи.

Пособия и принадлежности: топографическая карта масштаба 1:10000 (приложение), циркуль-измеритель, линейка, масштабная линейка, калькулятор.

Ориентированием линии называется определение её положения или направления относительно исходных ориентиров. За исходные принимаются направления:

- 1) истинного (географического) меридиана;
- 2) магнитного меридиана;
- 3) осевого меридиана, т.е. оси X координатной сетки.

Для ориентирования линий служат азимуты: магнитный A_m , истинный $A_{и}$, дирекционный угол α и румб r . Связь между ориентирными направлениями приведена в табл. 5.

Таблица 5

Связь между румбами и азимутами

Четверти и их наименования	Значения дирекционных углов (азимутов)	Связь румбов (табличных углов) с дирекционными углами	Знаки приращений координат	
			ΔX	ΔY
1 – СВ	$0^\circ - 90^\circ$	$r = \alpha$	+	+
2 – ЮВ	$90^\circ - 180^\circ$	$r = 180^\circ - \alpha$	-	+
3 – ЮЗ	$180^\circ - 270^\circ$	$r = \alpha - 180^\circ$	-	-
4 – СЗ	$270^\circ - 360^\circ$	$r = 360^\circ - \alpha$	+	-

Задача 1. Определить на карте масштаба 1:10000 длины заданных линий S (м).

$$S_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad S_{AC} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; \quad S_{BC} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}.$$

Задача 2. Ориентировать карту с помощью буссоли.

Задача 3. Определить дирекционные углы двух направлений с помощью топографического транспорта. Вычислить значения румбов, истинных и магнитных азимутов.

Ориентирные направления	АВ	АС
Дирекционный угол α		
Румб r		
Истинный азимут A^u		
Магнитный азимут A^m		

Задача 4. Определить прямоугольные координаты X и Y точек А и В на карте масштаба 1:10000, используя сетку прямоугольных координат.

$$X_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} \quad Y_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

$$X_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} \quad Y_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

Задача 6. Решение прямой геодезической задачи

Дано:

Решение:

$$\begin{array}{ll} X_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} & \Delta X = S_{AB} \cos \alpha = \underline{\hspace{2cm}} \\ Y_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} & \Delta Y = S_{AB} \sin \alpha = \underline{\hspace{2cm}} \\ \alpha_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} & X_B = X_A + \Delta X = \underline{\hspace{2cm}} \\ S_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} & Y_B = Y_A + \Delta Y = \underline{\hspace{2cm}} \\ \text{Найти: } X_B = ? \quad Y_B = ? & \end{array}$$

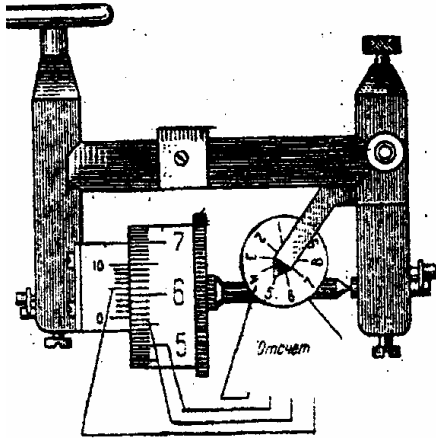
Задача 7. Решение обратной геодезической задачи

Дано:

Решение:

$$\begin{array}{ll} X_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} & \Delta X = X_B - X_A = \underline{\hspace{2cm}} \\ X_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} & \Delta Y = Y_B - Y_A = \underline{\hspace{2cm}} \\ Y_A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} & S_{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} = \underline{\hspace{2cm}} \\ Y_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м} & \text{tg } r = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \\ \text{Найти:} & r = \arctg r = \underline{\hspace{2cm}} : \underline{\hspace{2cm}} ; \\ S_{AB} = ? \quad \alpha_{AB} = ? & \alpha_{AB} = \underline{\hspace{2cm}} . \end{array}$$

2. Взять отсчёт по счётному механизму планиметра



$n =$ _____

3. Определить цену деления C планиметра при положении полюса справа **ПП** и слева **ПЛ**, обводя на плане масштаба 1:500 контур квадрата со сторонами 10×10 см. Вычислить площадь этого квадрата P_0 . Результаты измерений и вычисления внести в табл. 7.

$$C = \frac{P_0}{\Delta n_{\text{ср}}}, \quad (3)$$

где C – цену деления планиметра; P_0 – площадь квадрата; $\Delta n_{\text{ср}}$ – средняя разность отсчетов при **ПП** и **ПЛ**.

4. Определить площадь фигуры с криволинейным контуром P на плане масштаба 1:500 при положении планиметра **ПП** и **ПЛ**. Контур фигуры перенести на кальку и приложить к работе. Результаты записать в табл. 6.

$$P = C_{\text{ср}} \Delta n_{\text{ср}}. \quad (4)$$

5. Вычислить среднее значение площади:

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{ПП}} + P_{\text{ПЛ}}}{2} =$$

Таблица 6

Журнал работы с планиметром

Длина рычага $R =$			Масштаб плана 1:500			
Обводимый контур	Полюс	Отсчеты	Разность отсчетов Δn	Средняя разность $\Delta n_{\text{ср}}$	Цена деления	Площадь участка
Определение цены деления планиметра						
квадрат 10×10см	ПЛ	n_1			$C_{\text{Л}} =$	$P_0 =$
		n_2				
		n_3				
	ПП	n_1			$C_{\text{П}} =$	
		n_2				
		n_3				
Определение площади участка						
обводимый контур	ПЛ	n_1			$C_{\text{Л}} =$	$P_{\text{ПЛ}} =$
		n_2				
		n_3				
	ПП	n_1			$C_{\text{П}} =$	$P_{\text{ПП}} =$
		n_2				
		n_3				

6. Измерить заданную площадь участка с криволинейным контуром на плане масштаба 1:500 с помощью квадратной палетки 5×5 мм, результаты записать в табл. 7.

Таблица 7

Определение площади участков квадратной палеткой

Квадраты	Цена деления квадрата c , м ²	Количество квадратов n
N_n полные 5×5 мм		
N_H неполные 5×5 мм		
Площадь участка $P = c(N_n + \frac{N_H}{2}) =$		

7. Изучить устройство электронного планиметра PLANIX и произвести контрольное измерение площади.

$$P_э =$$

8. Сравнить точность измерения площадей различными методами (квадратной палеткой, планиметрами PLANIX и ПП-М).

9. Определить объём горной массы по горизонталям.

Объём слоёв считать по формуле (5). Верхний слой принять за купол, и его объём считать по формуле (6).

$$V = \frac{P_i + P_{i+1}}{2} \cdot h, \quad (5)$$

$$V_{\text{купола}} = \frac{P_i h}{3}, \quad (6)$$

где P_i, P_{i+1} – площади криволинейных участков; h – сечение рельефа.

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 3

1. Перечислите способы определения площади участка по планам и картам.
2. Какова точность определения площади способом палеток?
3. Какова последовательность работы с планиметром ПП-М?
4. Какое количество делений допускается в разности $\Delta n_{\text{ср}}$?

Лабораторная работа № 4

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОТМЕТОК ТОЧЕК ПО ГОРИЗОНТАЛЯМ

Цель работы: научиться определять высотные отметки точек методом интерполирования, строить горизонтали с помощью палетки и профиль по заданному направлению.

Пособия и принадлежности: топографическая карта 1:10000, калька, карандаш, линейка, циркуль-измеритель.

Интерполяция — нахождение промежуточных значений величины по имеющемуся набору известных значений. В геодезии производят интерполирование высотных отметок. Существуют следующие способы интерполирования:

- 1) аналитический
- 2) графический (с помощью палетки)
- 3) на глаз.

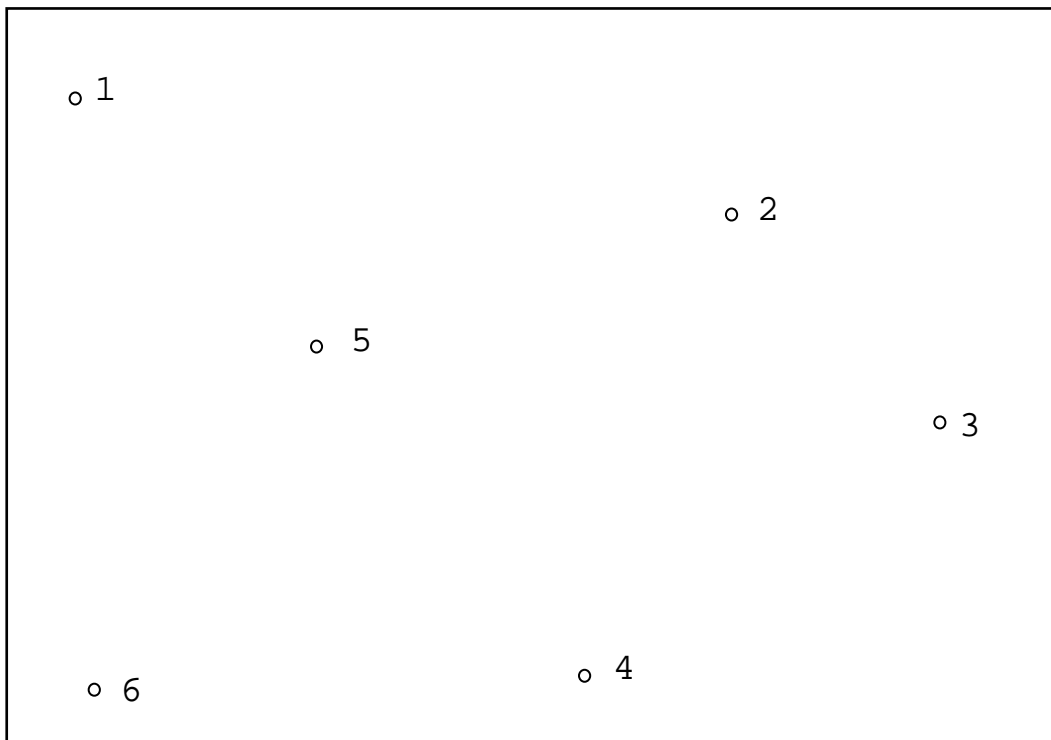
Задача 1. Определить высотные отметки точек методом интерполяции:

$$H_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; H_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; H_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}.$$

Задача 2. Определить уклон между указанными точками:

$$i_{21} = \operatorname{tg} \nu = \frac{H_2 - H_1}{S_{12}} = \underline{\hspace{4cm}}$$

Задача 3. Построить рельеф местности, по заданным отметкам точек (исходные данные см. в табл. 8) методом интерполяции, используя палетку. Высота сечения рельефа $h = 1$ м.



Чтобы получить отметку точки по варианту необходимо к исходной отметке прибавить свой номер варианта.

Например, для варианта №13 $H_{\text{исх}} + 13 = 100,8 + 13 = 113,8$ м.

Таблица 8

Исходные данные для задания 4

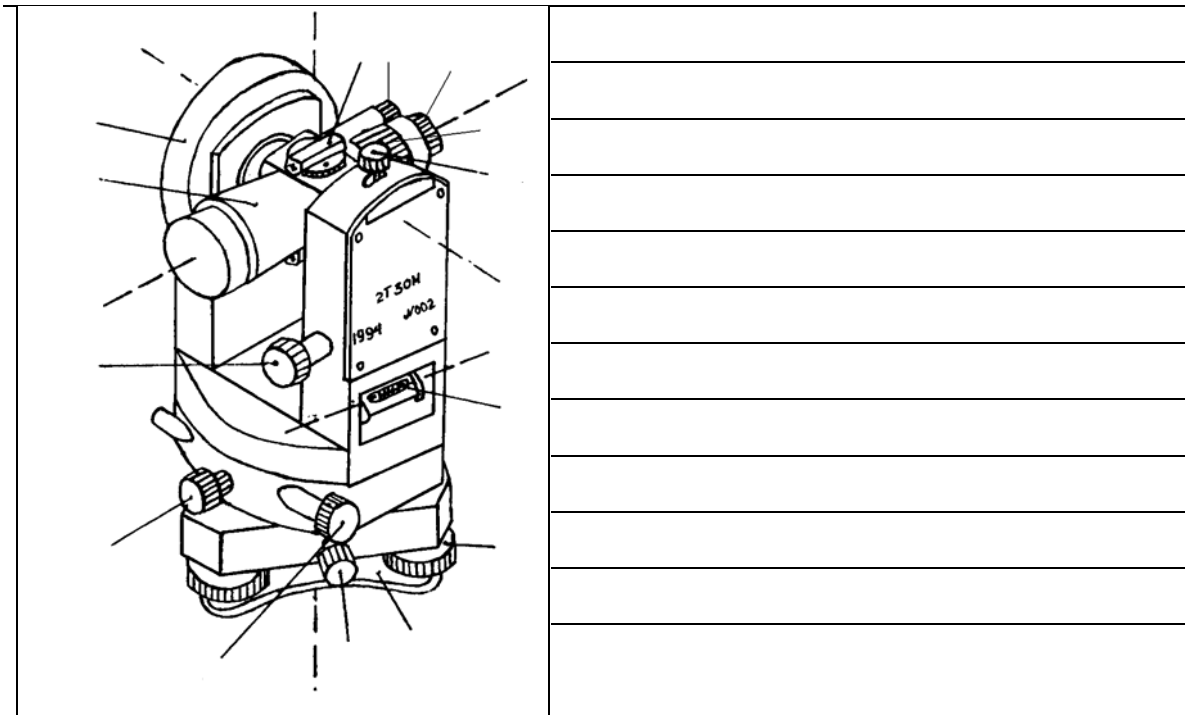
№точки	H_1	H_2	H_3	H_4	H_5	H_6
Отметка исходная	100,8	100,5	100,1	99,8	104,5	101,0
По варианту						

Лабораторная работа № 5

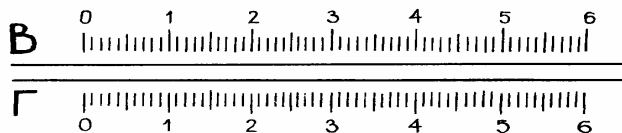
РАБОТА С ТЕОДОЛИТОМ

Цель работы: изучить устройство теодолита 2Т30М, освоить правила обращения с прибором, приобрести навыки выполнения поверок, освоить методику измерения горизонтальных и вертикальных углов и обработки полученных результатов.

1. Изучить устройство теодолита. Подписать на рисунке основные оси теодолита и назвать основные его части:



2. Записать отсчеты по вертикальному (ВК) и горизонтальному (ГК) кругам. Зарисовать отсчёты на шкале.



Отсчет по ВК: _____

Отсчет по ГК: _____

3. Произвести поверку цилиндрического уровня на алидаде горизонтального круга.

а) формулировка _____

б) производство

4. Произвести поверку места нуля МО:

а) формулировка

б) производство

$$MO = \frac{КЛ + КП - 180^\circ}{2} \quad (7)$$

5. Измерить два угла наклона, результаты записать в журнал измерений. Пример записи приведен в табл. 9.

Таблица 9

Журнал измерения углов наклона

Точки		Отсчеты по вертикальному кругу		Место нуля <i>МО</i>	Угол наклона <i>v</i>
стояния	визирования	КЛ ° ' "	КП ° ' "		
1	Таёжный	9° 27' 00"	170° 34' 00"	0' 30"	9° 26' 30"

Угол наклона вычисляется по одной из формул:

$$v = КЛ - МО; \quad (8)$$

$$v = 1/2(КЛ - КП - 180^\circ); \quad (9)$$

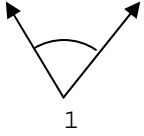
$$v = МО - КП - 180^\circ. \quad (10)$$

6. Измерить два горизонтальных угла способом приемов. Результаты измерений записать в журнал (табл. 10).

Таблица 10

Журнал измерения горизонтальных углов способом приемов

Дата..... Теодолит 2Т30М Наблюдал.....
 Видимость..... N Вычислял.....

Точки		Круг	Отсчет по горизонтальному кругу ° ' "	Угол в полуприеме ° ' "	Среднее значение угла ° ' "	Схема расположения точек
стояния	визирования					
1	Бор	КЛ	20° 23' 30"	11° 22' 00"	11°22'30"	
	Пир.Лес		31° 45' 30"			
	Бор	КП	201° 30' 00"	11°23' 00"		
	Пир.Лес		212° 53' 00"			
		КЛ				
		КП				
		КЛ				
		КП				

7. Произвести измерение расстояния.

Нарисовать поле зрения трубы теодолита, изображение рейки, взять отсчёты по дальномерным нитям. Вычислить расстояние.

Отсчет по верхней нити **В** = мм

Отсчет по средней нити **С** = мм

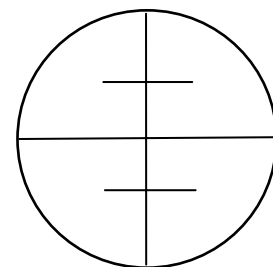
Отсчет по нижней нити **Н** = мм

$S_1 =$

$S_2 =$

$S_3 =$

Расстояние $S =$ м



Контрольные вопросы к лабораторной работе № 5

1. Опишите порядок установки теодолита в рабочее положение.
2. Сформулируйте геометрические условия, которым должно отвечать взаимное расположение осей теодолита.

3. Что называется местом нуля МО?
4. Что называется осью цилиндрического уровня?

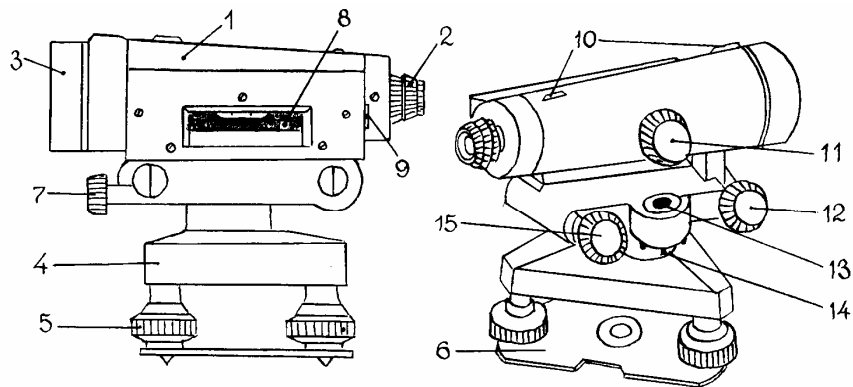
Лабораторная работа № 6

РАБОТА С НИВЕЛИРОМ

Цель работы: изучить устройство нивелира НЗ, приобрести навыки выполнения его проверок и юстировок, научиться отсчитывать по рейке, освоить методику измерения превышений и обработки полученных результатов.

Пособия и принадлежности: нивелир НЗ, становой винт, штатив, две нивелирные рейки, два башмака.

1. Описать основные части нивелира и подписать основные его оси



2. Изучить порядок отсчитывания по рейке. Выполнить пробное наведение трубы на рейку. По изображению рейки в поле зрения трубы записать отсчеты по всем нитям сетки. Вычислить расстояние S , м, от нивелира до рейки. по формуле

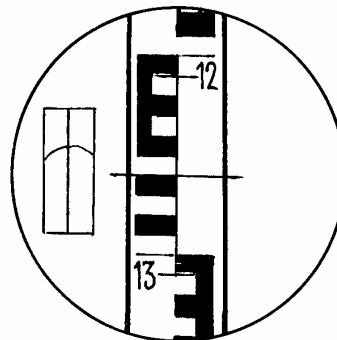
$$S = (H - B)100 = (C - B)200 = (H - C)200 \quad (11)$$

Отсчет по верхней нити $B = \dots\dots\dots$ мм

Отсчет по средней нити $C = \dots\dots\dots$ мм

Отсчет по нижней нити $H = \dots\dots\dots$ мм

Расстояние $S = \dots\dots\dots$ м



3. Кратко записать порядок выполнения проверок нивелира выполнить эти проверки.

3.1. Проверка круглого уровня.

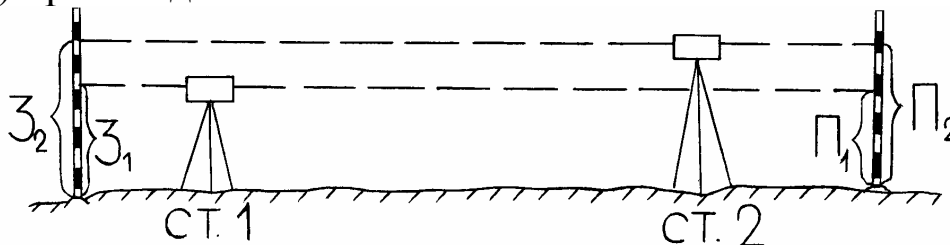
а) формулировка _____

б) производство _____

3.2. Проверка главного условия нивелира:

а) формулировка _____

б) производство



допуски _____

4. Выполнить техническое нивелирование. Результаты записать в журнале нивелирования (табл. 11).

Таблица 11

Журнал технического нивелирования

№ Станции	№ точек	Отсчёты по рейке, мм		Превышение, $\pm h$, мм	Среднее Превышение, $\pm h_{\text{ср}}$, мм	Отметки, м
		задняя	передняя			
I	1	1808 (1)	0595 (3)	+1366 (7)	+1365 (9)	
	2	6593 (2)	5280 (4)	+1264 (8)		
		4785 (5)	4685 (6)	+100 (Пр)		
I	1					
	2					
II	2					
	3					
III	3					
	1					
		ΣZ	$\Sigma П$	Σh	$\Sigma h_{\text{ср}}$	

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 6

1. Что называется пяточной разностью?
2. Порядок работы на станции при техническом нивелировании.
3. Что называется углом i ?
4. Что называется осью круглого уровня?

Лабораторная работа № 7

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель работы: научиться выполнять математическую обработку результатов геодезических измерений.

Задача 1. Вычислить высотную невязку замкнутого нивелирного хода и сравнить ее с допустимой, если длина хода $L = 1$ км и ход состоит из пяти реперов (исходные данные в табл. 12).

Вариант	Превышение, мм				
	h_1	h_2	h_3	h_4	h_5

Теоретическая сумма превышений замкнутого хода равна 0.

Фактическая невязка $f_h = \sum h_{\text{изм}} - \sum h_{\text{теор}}$;

$$f_h = \underline{\hspace{2cm}}$$

Допустимая невязка $f_{h \text{ доп}} = \pm 50 \text{ мм} \sqrt{L}$; $f_{h \text{ доп}} = \underline{\hspace{2cm}}$,
где L – длина хода, км,

Задача 2. Оценка точности результатов по разностям двойных измерений. Определить класс точности измерения длины.

На местности с помощью рулетки измерена линия в прямом и обратном направлениях (исходные данные в табл. 13).

$$S_{1\text{прям}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}; S_{2\text{обратн}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ м}$$

Определить:

1) среднее значение длины $S_{\text{ср}} = \frac{S_1 + S_2}{2} = \underline{\hspace{2cm}}$;

2) абсолютную погрешность $\Delta S = S_1 - S_2 = \underline{\hspace{2cm}}$;

3) относительную погрешность $\frac{1}{N} = \frac{1}{S_{\text{ср}} / \Delta S} = \frac{1}{\underline{\hspace{2cm}}}$

Задача 3. Вычисление угловой и допустимой невязок в угловых измерениях в многоугольнике (исходные данные в табл. 14).

С помощью теодолита измерены три угла замкнутого теодолитного хода, имеющего форму треугольника. Вычислить угловую невязку и сравнить ее с допустимой.

Вариант	Углы					
	β_1°	'	"	β_2°	'	"

1) вычислить сумму измеренных углов

$$\sum \beta_{\text{изм}};$$

2) вычислить теоретическую сумму углов хода по формуле

$$\sum \beta_{\text{теор}} = 180(n-2);$$

3) вычислить величину угловой невязки хода

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{изм}} - \sum \beta_{\text{теор}};$$

4) определить допустимую угловую невязку хода

$$f_{\beta \text{ доп}} = 1' \sqrt{n};$$

5) сравнить полученную невязку f_{β} с допустимой $f_{\beta \text{ доп}}$.

Таблица 12

Исходные данные для задания 1

Варианты	Превышение, мм				
	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	h ₅
1	2804	1016	-218	-3021	-541
2	2641	1891	-3010	-516	-966
3	946	2941	-3056	-1920	1129
4	1986	-3194	-1504	692	2060
5	846	-3026	2146	-1096	1170
6	914	1856	329	-2120	-1121
7	1012	-3418	1814	-1112	1674
8	954	-1204	-1816	926	1100
9	2835	994	-1506	-339	-1944
0	1814	1098	-3104	-246	368
11	700	-3242	-541	2032	1021
12	2418	-1101	-2141	914	-130
13	3141	-1846	-2940	1025	580
14	811	3241	1026	-2210	-1206
15	-3412	1046	1926	3251	-2851
16	1815	-2021	-1086	1036	296
17	1214	2029	-2456	-1240	483
18	2296	1941	-3001	210	-1406
19	-3046	214	1911	-965	1926
20	1641	-1424	944	-1946	825
21	1326	-2511	1996	-1018	247
22	-1864	-3240	1909	1639	1516
23	-3246	2115	1094	-916	993
24	1506	244	-3211	-1069	2400
25	1435	255	-924	-865	102
26	1234	-1001	124	584	223
27	369	963	123	-845	-633
27	369	963	123	-845	-633
29	2290	1940	-2001	510	-1716

Таблица 13

Исходные данные для задания 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S_{пр}, м$	155,52	163,41	103,50	66,52	36,31	69,62	135,51	105,91	183,0	147,4
$S_{обр}, м$	155,63	163,43	103,54	66,55	36,34	69,66	135,41	106,03	183,08	147,41
Вариант	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$S_{пр}, м$	126,11	105,24	181,12	68,38	155,22	85,51	122,41	134,34	147,17	135,20
$S_{обр}, м$	126,15	105,19	181,07	68,31	155,27	85,48	122,46	134,43	147,12	135,26
Вариант	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$S_{пр}, м$	102,19	171,71	223,7	144,83	103,49	144,73	146,25	133,31	112,64	112,12
$S_{обр}, м$	102,10	171,65	165	144,74	103,42	144,80	146,25	133,22	112,55	112,01

Таблица 14

Исходные данные для задания 3

Вариант	Углы		
	$\beta_1^\circ \quad ' \quad ''$	$\beta_2^\circ \quad ' \quad ''$	$\beta_3^\circ \quad ' \quad ''$
1.	41° 14' 30"	39° 46' 00"	99° 00' 30"
2.	140° 20' 30"	12° 36' 00"	27° 04' 30"
3.	10° 20' 30"	140° 35' 30"	29° 03' 00"
4.	54° 51' 30"	61° 40' 30"	63° 29' 00"
5.	28° 34' 30"	136° 15' 00"	25° 11' 00"
6.	119° 26' 45"	34° 21' 30"	26° 03' 00"
7.	99° 25' 00"	34° 11' 30"	46° 24' 45"
8.	89° 36' 00"	68° 46' 30"	21° 01' 00"
9.	131° 14' 30"	24° 56' 30"	23° 48' 00"
10.	12° 36' 00"	140° 20' 30"	27° 04' 30"
11.	48° 30' 30"	57° 57' 30"	74° 28' 00"
12.	51° 46' 30"	44° 03' 30"	84° 00' 30"
13.	86° 48' 30"	43° 14' 30"	49° 57' 30"
14.	95° 37' 30"	44° 56' 30"	39° 26' 30"
15.	58° 40' 30"	41° 18' 00"	80° 01' 00"
16.	31° 21' 30"	53° 32' 30"	95° 06' 30"
17.	41° 14' 30"	39° 46' 00"	99° 00' 30"
18.	43° 26' 00"	46° 24' 30"	90° 10' 30"
19.	35° 21' 30"	112° 46' 45"	31° 52' 30"
20.	94° 46' 25"	31° 26' 30"	53° 47' 45"
21.	103° 44' 15"	34° 51' 20"	41° 24' 30"
22.	34° 26' 50"	124° 31' 15"	21° 01' 55"
23.	41° 01' 00"	78° 36' 00"	59° 46' 30"
24.	36° 03' 00"	44° 21' 30"	99° 26' 45"
25.	126° 15' 00"	38° 34' 30"	25° 11' 00"
26.	64° 47' 30"	51° 44' 30"	63° 29' 00"
27.	39° 56' 30"	56° 30' 00"	83° 32' 30"
28.	54° 45' 30"	45° 13' 00"	80° 01' 00"

Контрольные вопросы к лабораторной работе № 7

1. Что называется абсолютной и относительной погрешностью?
2. Что называется случайной и систематической погрешностью?
3. Как вычисляется высотная невязка замкнутого (разомкнутого) нивелирного хода?
4. Как вычисляется теоретическая сумма углов теодолитного хода?
5. Как вычисляется допустимая невязка углов теодолитного хода?

Основная учебная литература

1. Поклад, Г. Г. Геодезия: учеб. пособие для вузов / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. – М.: Академический Проект, 2008. – 592 с.
2. Куштин, И. Ф. Геодезия: учебно-практическое пособие / И. Ф. Куштин [и др.]. – Ростов н/Дону: Феникс, 2009. – 909 с.
3. Горбунова, В. А. Инженерная геодезия: учеб. пособие [Электронный ресурс] для студентов направления подготовки бакалавров 270800 Строительство, профиль Автомобильные дороги / В. А. Горбунова. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – 193 с. <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90599&type=utchposob:common>
4. Геодезия и маркшейдерия [Электронный ресурс] : учебник для студентов вузов / под ред. В. Н. Попова, В. А. Букринского. – М. : Горная книга, 2010. – 452 с. <http://www.biblioclub.ru/book/79284/>
5. Бузук, Р. В. Геодезия [Электронный ресурс] . ч. 1 : учебное пособие для студентов направления подготовки бакалавров 120700 «Землеустройство и кадастры», профиль «Городской кадастр» / Р. В. Бузук, В. А. Горбунова; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева». – Кемерово, 2012. – 161 с. <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90743&type=utchposob:common>

Дополнительная литература

6. Федотов, Г. А. Инженерная геодезия: учебник / Г. А. Федотов. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2007. – 463 с.
7. Попов, В. Н. Геодезия: учебник для вузов / В. Н. Попов [и др.]. – М.: Мир горной книги, 2007. – 722 с.
8. Перфилов, В. Ф. Геодезия: учебник для вузов / В. Ф. Перфилов, Р. Н. Скогорева, Н. В. Усова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш.шк., 2006. – 350 с.
9. Маслов, А. В. Геодезия / А. В. Маслов, А. В. Гордеев, Ю. Г. Батраков. – М.: КолосС, 2006. – 598 с.
10. Визгин, А. А. Практикум по инженерной геодезии / А. А. Визгин [и др.]. – М.: Недра, 1989. – 285 с.
11. Киселев, М. И. Основы геодезии / М. И. Киселев, Д. Ш. Михелев. – М.: Высш. шк., 2003. – 368 с.

12. Захаров, А. И. Нивелиры. Конструкция, сервис, ремонт, эксплуатация: практич. пособие для вузов / А. И. Захаров [и др.]. – М.: Академический проспект, 1010. – 205 с.

13. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – М.: Недра, 1989. – 286 с.

14. Дементьев, В. Е. Современная геодезическая техника и её применение: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. / В. Е. Дементьев. – М.: Академический проспект, 2008. – 591 с.

15. Антонович, К. М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 т. Т. 1 / К. М. Антонович. – М.: ФГУП «Картоцентр», 2005. – 344 с.

16. Хинкис, Г. Л. Словарь терминов, употребляемых в геодезической и картографической деятельности (термины и словосочетания) / Г. Л. Хинкис, В. Л. Зайченко. – М.: Проспект, 2009. – 172 с.

17. Чекалин, С. И. Основы картографии, топографии и инженерной геодезии: учеб. пособие для вузов Рос. гос. геологоразведоч. ун-т им. С. Орджоникидзе. – М.: Академический проект, 2009. – 393 с.

18. Попов, В. Н. Геодезия : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Маркшейдерское дело» направления подготовки «Горное дело» / В. Н. Попов, С. И. Чекалин. – М. : Горная книга , 2012. – 722 с.

19. Федотов, Г. А. Основы аэрогеодезии и геодезические работы: учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобильные дороги и аэродромы» учебник / Г. А. Федотов. – М.: Академия, 2012. – 272 с.

20. Корецкая, Г. А. Спутниковые навигационные системы в маркшейдерии : учеб. пособие / Г. А. Корецкая ; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 94 с.

21. Корецкая, Г. А. Современная электронно-оптическая геодезическая аппаратура и спутниковые навигационные системы: учебное пособие [Электронный ресурс]: для студентов специальности 130402 «Маркшейдерское дело» / сост. Г. А. Корецкая. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2012. – 91 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90594&type=utchposob:common>