

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич

Должность: ректор

Дата подписания: 15.03.2024 12:10:44

Уникальный программный ключ:

9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное
Образовательное учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра экспертизы и управления недвижимостью, горного дела

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

« 5 » 03

2024г.



МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы
для студентов специальностей
«Открытые горные работы»
«Обогащение полезных ископаемых»

Курск 2024

УДК 389:622(076)

Составители: Р.А. Попков

Рецензент

Кандидат педагогических наук, доцент Л.А. Семенова

Метрология, стандартизация, сертификация в горном деле:
Методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов специальности «Открытые горные работы», «Обогащение полезных ископаемых» / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Р.А. Попков.- Курск, 2024.- 17 с.: Библиогр.: с. 14.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности «Открытые горные работы», «Обогащение полезных ископаемых».

Предназначены для студентов направления подготовки (специальности) 21.05.04 Горное дело для специализации «Открытые горные работы», «Обогащение полезных ископаемых».

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать *5.03.2024* формат 60x84 1/16

Усл. Печ. Лист *0,8* Уч.-изд.л. *0,8* Тираж 100экз. Заказ Бесплатно *134*

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94

ВВЕДЕНИЕ

Деятельность горных инженеров связана с измерениями на земной поверхности и в недрах земли при открытых и подземных разработках. Качество измерений, их единство контролируется на государственном уровне. Для обеспечения достаточной точности маркшейдерских измерений наряду со строгим соблюдением технологической дисциплины и высокой квалификацией исполнителей необходимы надежные средства измерений, отвечающие задачам единства и достоверности измерений. Поэтому поверкам и исследованиям маркшейдерско-геодезических приборов, используемых в горном производстве, уделяется большое внимание. Неточности измерений, не выявленные своевременно дефекты измерений, приносят ощутимый ущерб качеству маркшейдерско-геодезических работ.

Настоящие методические указания к самостоятельной работе по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация в горном деле» составлены в соответствии с учебным планом направления подготовки 21.05.04 Горное дело, специализации «Открытые горные работы» и «Обогащение полезных ископаемых».

Целью данной публикации является оказание методической помощи студентам при выполнении ими самостоятельной работы. Выполнение работы позволит студентам закрепить теоретические знания дисциплины на примерах решения конкретных задач, освоить рекомендуемую инструкциями методику выполнения поверок и исследований маркшейдерско-геодезических приборов с использованием эталонов и компараторов.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА №1

Тема: Метрология. Предмет и задачи метрологии. Методы и средства измерения

1. Цель работы

1.1. Определиться с методикой обнаружения места допущенной угловой или линейной грубой погрешности, если таковая имеется.

1.2. Научиться выполнять все необходимые вычисления по обнаружению места допущенной угловой или линейной грубой погрешности по данным, приведенным в указаниях.

1.3. Рекомендовать исправить допущенные грубые погрешности путем дополнительных полевых измерений.

2. Исходные приборы и оборудование

2.1. Исходные данные по вариантам.

2.2. Калькуляторы или компьютеры.

3. Выполнение работы

3.1. Определить место допущенной погрешности при ее наличии в измеренных углах.

По источникам возникновения погрешности маркшейдерско-геодезических измерений подразделяют на *случайные* и *систематические*. Уровень случайных погрешностей при проведении определенных измерений примерно одинаков, однако некоторые из них могут резко отличаться. Такие погрешности называются *грубыми*. К грубым погрешностям относятся и *промахи* – погрешности, зависящие от неправильного обращения со средствами измерений, ошибками записи результатов и т. п.

При обнаружении грубой ошибки результат измерения необходимо отбросить и, повторить измерение. Грубые ошибки желательно выявить и отсеять непосредственно при проведении измерений. Это один из наиболее эффективных подходов по исключению этих ошибок. Их можно обнаружить и при проведении начальной математической обработки результатов измерений.

Данные по базовому теодолитному ходу, в котором полностью отсутствуют грубые и случайные погрешности, приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Значения углов и длин базового теодолитного хода

№ п/п	Измеренные углы			Измеренные длины, <i>м</i>
	<i>град</i>	<i>мин</i>	<i>сек</i>	
0				
				218,090
1	247	31	20	
				189,190
2	237	27	35	
				138,660
3	258	39	05	
				150,920
4	117	20	35	
				171,760
5	295	41	45	
				190,590
6	228	44	50	
				171,720
0	234	34	50	

Далее из табл. 2 студент в соответствии с данным ему вариантом выбирает дирекционный угол исходной стороны 0-1, номер угла, в который ему предлагается ввести грубую погрешность и величину этой погрешности.

Из табл. 4 в соответствии с данным ему вариантом выбираются случайные погрешности для всех углов и длин базового теодолитного хода.

С внесенными изменениями теодолитный ход просчитывается дважды в прямом и обратном направлениях. Сличаются координаты точек, полученные по прямому и обратному ходу. Во всех сравнениях, кроме полученного на точке с неверным значением угла, разница в координатах будет существенной. На точке же с допущенной грубой ошибкой в значении угла расхождение будет в пределах случайной погрешности, т. е. это и будет местом допущенной грубой погрешности.

3.2. Определить место допущенной погрешности при ее наличии в измеренных длинах.

В данные по базовому теодолитному ходу из табл. 3 студент в соответствии с вариантом выбирает длину стороны, в которую ему предлагается ввести грубую погрешность и величину этой погрешности. Из табл. 4 в соответствии с вариантом выбираются случайные погрешности для всех углов и длин базового теодолитного хода.

С внесенными изменениями теодолитный ход просчитывается в прямом и обратном направлениях. Сличаются координаты точек, полученные по прямому и обратному ходу. Во всех сравнениях разница в координатах будет существенной. Для среднего значения разницы определяется величина расхождения и его дирекционный угол. Первое приблизительно равно допущенной грубой погрешности, а второе указывает на сторону, в которой эта погрешность допущена.

Таблица 2 - Изменение, вносимое в значение угла базового теодолитного хода

№ вариантов	Дирекционные углы			№ угла с грубой погрешностью	Значение грубой погрешности, град
	<i>град</i>	<i>мин</i>	<i>сек</i>		
1	2	3	4	5	6
1	171	15	00	1	+1
2	204	41	30	2	-1
3	252	01	00	3	+1
4	294	35	30	4	-1
5	315	10	30	5	+1
6	351	17	00	6	-1
7	0	28	00	0	+1
8	51	14	30	1	-1
9	85	51	00	2	+1
10	101	15	30	3	-1
11	134	41	00	4	+1
12	158	21	00	5	-1
13	175	35	30	6	+1

Продолжение табл. 2

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
14	201	17	30	0	-1
15	222	22	00	1	+2
16	251	35	00	2	-2
17	298	17	00	3	+2
18	305	05	30	4	-2
19	321	32	00	5	+2
20	350	50	00	6	-2

Таблица 3 - Изменение, вносимое в значение стороны базового теодолитного хода

№ вариантов	Дирекционные углы			№ стороны с грубой погрешностью	Значение грубой погрешности, м
	<i>град</i>	<i>мин</i>	<i>сек</i>		
1	171	15	00	0-1	+1
2	204	41	30	1-2	-1
3	252	01	00	2-3	+1
4	294	35	30	3-4	-1
5	315	10	30	4-5	+1
6	351	17	00	5-6	-1
7	0	28	00	6-0	+1
8	51	14	30	0-1	-1
9	85	51	00	1-2	+1
10	101	15	30	2-3	-1
11	134	41	00	3-4	+1
12	158	21	00	4-5	-1
13	175	35	30	5-6	+1
14	201	17	30	6-0	-1
15	222	22	00	0-1	+2
16	251	35	00	1-2	-2
17	298	17	00	2-3	+2
18	305	05	30	3-4	-2
19	321	32	00	4-5	+2
20	350	50	00	5-6	-2

Таблица 4 - Изменение, вносимое в значение углов и сторон (случайные погрешности) базового теодолитного хода

№ вариантов	Угловые погрешности, сек / Линейные погрешности, мм						
	1	2	3	4	5	6	0
1	+10	+25	-15	+5	-25	+15	-10
2	-20	-10	+5	-10	+15	-10	-15
3	-20	+15	+25	+15	-10	-15	+5
4	+10	-15	-15	-25	+30	+10	-15
5	-15	+10	+30	0	-15	+10	-15
6	-30	+10	-20	+15	-20	+15	+20
7	+25	-10	-30	+15	-10	+10	-20
8	+5	-25	+15	0	+15	+15	-20
9	+10	-15	+5	+25	-15	+30	-20
10	+10	-10	-20	-20	+10	-15	-30
11	+25	-10	+25	+15	-15	+10	+10
12	-10	-15	+5	0	-15	-15	+20
13	+15	-10	-15	+10	-15	+10	+15
14	+15	-15	+25	-20	-10	+15	+15
15	+10	-25	-30	+15	+15	+10	-20
16	+10	-10	-15	0	+20	+15	-20
17	-15	-25	-10	+10	+5	+20	+10
18	-10	-10	+10	-25	+30	+10	+25
19	+25	+10	+30	-25	+10	-10	-10
20	-20	+15	+15	0	+15	-25	+5

Контрольные вопросы

1. Что понимают под погрешностью измерения?
2. Приведите примеры абсолютных и относительных погрешностей маркшейдерско-геодезических измерений.
3. Какие погрешности называют систематическими? Причины их возникновения.
4. Какие погрешности называют случайными? Причины их возникновения.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Тема: Определение результатов равноточных измерений физических величин.

Оценка точности результатов неравноточных измерений

1. Цель работы

1.1. Определиться с методикой обнаружения в случайной погрешности доли от угловых и линейных измерений.

1.2. Научиться совершенствоваться при необходимости методу в части линейных и угловых измерений.

2. Исходные приборы и оборудование

2.1. Исходные данные по вариантам.

2.2. Калькуляторы или компьютеры.

3. Выполнение работы

Берутся данные по базовому теодолитному ходу, в котором полностью отсутствуют грубые и случайные погрешности, приведенные в табл. 1.

Из табл. 4 в соответствии с данным ему вариантом выбираются случайные погрешности для всех углов и длин базового теодолитного хода.

С внесенными изменениями теодолитный ход просчитывается дважды в прямом и обратном направлениях. Сличаются координаты точек, полученные по прямому и обратному ходу. Определяются абсолютные значения расхождений прямого и обратного ходов для всех точек хода. Находится среднее значение расхождений, которое и будет приближенным значением погрешностей в линейных измерениях. Отклонения же каждого отдельного расхождения от среднего указывает на погрешности угловых измерений. Определяется необходимость улучшения либо угловых, либо линейных измерений.

Контрольные вопросы

1. Какие погрешности называют грубыми или промахами? Причины их возникновения.

2. Способы их обнаружения грубых погрешностей и методы их устранения.

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Тема: Применение теории размерностей физических величин

1. Цель работы

1.1. Ознакомиться со способом определения средней квадратической погрешности измерения горизонтального угла непосредственно по результатам измерений углов необходимым числом приемов.

1.2. Практически определить значение средней квадратической погрешности измерения горизонтального угла для исследуемого теодолита.

2. Исходные приборы и оборудование

2.1. Теодолит типа Т2.

2.2. Теодолиты типа Т30 – 2 шт.

2.3. Стационарные столики (штативы) – 3 шт.

3. Порядок выполнения работы

3.1. Учебная группа или подгруппа делится на отдельные бригады по 3–4 человека. В связи с тем, что одновременно работу может выполнять только одна бригада, а время выполнения работы без перерыва порядка 3–4 часов, работа каждой бригадой выносится из расписания на внеурочное время и выполняется ими самостоятельно.

3.2. Во время выполнения работы на стационарных столиках в аудиториях, ими оборудованных, устанавливаются теодолит Т2 и теодолиты Т30 таким образом, чтобы в плане они давали угол, близкий к 90° с вершиной угла в точке установки теодолита Т2. Все теодолиты приводятся в рабочее положение, а зрительные трубы теодолитов Т30 наводятся на теодолит Т2.

3.3. Каждым членом бригады, т. е. трижды или четырежды, производится измерение горизонтального угла 12-ю приемами, каждый из которых состоит из двух полуприемов. При переходе к измерению следующим приемом лимб теодолита смещается на 15° . Погрешность измерения горизонтального угла определяется по результатам всех измерений.

Пример записи и обработки результатов измерений приведен в таблицах 6.1.1, 6.1.2, ... (по числу членов бригады).

Таблица 1 - Серия 1
 Исполнитель Иванов
 Номер прибора
 Температура

№		ИЗМЕРЕНИЯ				ЗНАЧЕНИЕ УГЛА
		Л	П	Л-П	1/2 (Л+П)	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	1	0° 01' 18",3	180° 01' 19",6	-1,3	19,0	90° 01' 15",6
	2	90° 02' 33",9	270° 02' 35",4	-1,5	34,6	
2	1	15° 00' 30",4	195° 00' 25",2	5,2	27,8	90° 01' 15",0
	2	105° 01' 44",4	285° 01' 41",2	3,2	42,8	
3	1	30° 01' 30",2	210° 01' 28",2	2,0	29,2	90° 01' 17",0
	2	120° 02' 47",3	300° 02' 45",0	2,3	46,2	
4	1	45° 01' 19",3	225° 01' 20",5	-1,2	19,8	90° 01' 16",4
	2	135° 02' 35",7	315° 02' 36",6	-1,0	36,1	
5	1	60° 02' 25",3	240° 02' 27",3	-2,0	26,3	90° 01' 16",6
	2	150° 03' 41",8	330° 03' 44",0	-2,2	42,9	
6	1	75° 01' 44",2	255° 01' 43",1	1,1	43,7	90° 01' 16",9
	2	165° 03' 01",1	345° 03' 00",1	1,0	00,6	
7	1	90° 01' 09",2	270° 01' 07",8	1,4	08,5	90° 01' 15",8
	2	180° 02' 24",8	0° 02' 23",8	1,0	24,3	
8	1	105° 00' 10",1	285° 00' 13",2	-3,1	11,6	90° 01' 15",8
	2	195° 01' 24",9	15° 01' 30",0	-5,1	27,4	
9	1	120° 00' 36",4	300° 00' 38",3	-1,9	37,4	90° 01' 15",8
	2	210° 01' 52",8	30° 01' 53",7	-0,9	53,2	
10	1	135° 01' 44",3	315° 01' 39",4	4,9	41,8	90° 01' 15",7
	2	225° 03' 00",4	45° 02' 54",5	5,9	57,5	
11	1	150° 02' 03",5	330° 02' 07",2	-3,7	05,3	90° 01' 15",6
	2	240° 03' 20",1	60° 03' 21",8	-1,7	20,9	
12	1	165° 01' 20",3	345° 01' 22",5	-2,2	21,4	90° 01' 15",8
	2	255° 02' 36",1	75° 02' 38",3	-2,2	37,2	

Данные измерений сводятся в таблицы 2, 3, ... (по числу членов бригады), определяются погрешности определения значений угла, полученные каждым исполнителем и погрешности

определения среднеквадратической погрешности по измерениям каждого.

Таблица 2
Серия 1
Исполнитель Иванов
Дата
№ прибора

№ приема	Значение измеренного угла	Отклонение от среднего значения, v	v^2
1	2	3	4
1	90° 01' 15'',6	-0'',38	0,1444
2	90° 01' 15'',0	-0'',98	0 9604
3	90° 01' 17'',0	1'',02	1,0404
4	90° 01' 16'',1	0'',12	0,0144
5	90° 01' 16'',6	0'',62	0,3844
6	90° 01' 16'',9	0'',92	0,8464
7	90° 01' 15'',8	-0'',18	0,0324
8	90° 01' 15'',8	-0'',18	0,0324
9	90° 01' 15'',8	-0'',18	0,0324
10	90° 01' 15'',7	-0'',28	0,0784
11	90° 01' 15'',6	-0'',38	0,1444
12	90° 01' 15'',8	-0'',18	0,0324
Среднее	90° 01' 15'',98	$\sum = 0'',06$	$\sum = 3,7428$

Среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла определяют:

$$m_{\beta} = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \sqrt{\frac{3,7428}{12-1}} = 0'',58.$$

Среднюю квадратическую погрешность определения величины m_{β} определяют по формуле

$$m_{m_{\beta}} = \frac{m_{\beta}}{\sqrt{2(n-1)}} = \frac{0,58}{\sqrt{2(12-1)}} = 0'',12.$$

Полученные значения m_{β} , $m_{m_{\beta}}$ по измерениям всех исполнителей сводятся в таблицу 6.3.

Таблица 3 - Сводная таблица результатов измерений бригады

Номер серии	Ф.И.О. исполнителя	m_{β}	$m_{m_{\beta}}$	ν
1	2	3	4	5
1	Иванов А. А.	0'',58	0'',12	0,17
2	Петров Б. Б.	0'',27	0'',10	-0,14
3	Сидоров В. В.	0'',39	0'',14	-0,02

По результатам всех измерений среднее значение m_{β}^{cp} составит 0'',41.

Среднюю квадратическую погрешность определения величины m_{β}^{cp} определяют:

$$m_{m_{\beta}} = \frac{m_{\beta}}{\sqrt{2(n-1)}} = \frac{0.41}{\sqrt{2(36-1)}} = 0'',05$$

Для теодолитов типа Т2 средняя квадратическая погрешность должна быть менее 2''. Полученное значение 0'',41 соответствует требованиям инструкции.

Контрольные вопросы

1. Какие поверки и исследования необходимо выполнить до начала работ с теодолитом Т30, Т2?
2. Методика измерения горизонтальных и вертикальных углов теодолитом Т2.
3. Математическая обработка результатов равноточных многократных измерений.
4. По какой формуле рассчитывают среднеквадратические погрешности измерения углов?
5. Инструктивные требования к определению средней квадратической погрешности горизонтального угла для теодолита Т2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Лифиц, И. М. Стандартизация, метрология и сертификация: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / И. М. Лифиц. – Москва: Юрайт-издат, 2007 (2009). – 399 с.
2. Радкевич, Я. М. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Я. М. Радкевич, А. Г. Схиртладзе, Б. И. Лактионов. – Москва : Абрис, 2012. <http://www.biblioclub.ru/book/117501/>
3. Корецкая, Г. А. Метрология, стандартизация и сертификация в маркшейдерии [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие / Г. А. Корецкая ; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. маркшейд. дела, кадастра и геодезии. – Кемерово, 2014. – 186 с. 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) Доступна электронная версия: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90201&type=utchposob:common>

Дополнительная литература

4. Спиридонов, А. И. Проверка геодезических приборов. / А. И. Спиридонов и [др.]. – Москва : Недра, 1981.
5. Волхонов, В. И. Метрология, стандартизация и сертификация [Электронный ресурс]. – Москва : Альтаир-МГАВТ, 2011. 246 с. Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=430004. – Загл. с экрана.
6. Ржевская, С. В. Метрология, стандартизация и сертификация: практикум. – Москва : Горная книга, 2009. – 102 с. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229004>. – Загл. с экрана
7. Метрология, стандартизация, сертификация: учеб. для студ. вузов / Б. Я. Авдеев, В. В. Алексеев [и др.] ; под ред. В. В. Алексеева. – Москва: изд. центр «Академия», 2008. – 384 с.
8. Аристов, А. И. Метрология, стандартизация, сертификация: учеб. для студ. высш. учеб. заведений / А. И. Аристов, Л. И. Карпов [и др.]. – Москва : изд. центр «Академия», 2008. – 384 с.

9. Сергеев, А. Г. Метрология и метрологическое обеспечение: учебник / А. Г. Сергеев. – Москва: Высш. образ-е, 2008. – 575 с.

10. Корецкая, Г. А. Метрология в землеустройстве, кадастре и геодезии [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направления подготовки 120700.62 «Землеустройство и кадастры», профиль 120703.62 «Городской кадастр» очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. маркшейд. дела, кадастра и геодезии. – Кемерово, 2013. – 102 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90993&type=utchposob:common>

11. Корецкая Г. А. Стандартизация и сертификация в землеустройстве, кадастре и геодезии [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов направления подготовки 120700.62 «Землеустройство и кадастры», профиль «Городской кадастр» / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. маркшейд. дела, кадастра и геодезии. – Кемерово, 2013. – 102 с.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91134&type=utchposob:common>

12. Корецкая, Г. А. Метрология, стандартизация и сертификация в землеустройстве, кадастре и геодезии [Электронный ресурс] : материалы к лекционному курсу для студентов направления подготовки бакалавров 120700.62 «Землеустройство и кадастры», профиль «Городской кадастр» / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. маркшейд. дела, кадастра и геодезии.

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91122&type=utchposob:common>

Нормативные документы

13. О сертификации: Закон Российской Федерации: Официальный текст по состоянию на 01.01.2000. – Москва, 2000. – 115 с.

14. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26.06.2008 № 102-ФЗ.

15. Усольцев, Е. Г. Лицензирование геодезической и картографической деятельности в Российской Федерации: сборник документов / Е. Г. Усольцев [и др.]. – Москва: Картоцентр-Геодезиздат, 2000. – 182 с.

16. Руководящий документ РД БГЕИ 36-01. Требования безопасности труда при эксплуатации топографо-геодезической техники и методы их контроля. – Москва: ЦНИИ ГАиК, 2001. –

145 с.

17. Федеральный закон РФ «О геодезии и картографии» (от 22 ноября 1995 г.), который устанавливает правовые основы в области геодезии и картографии.

18. Федеральный закон РФ № 99-ФЗ от 04.05.2011 «О лицензировании отдельных видов деятельности».

19. Постановление Правительства РФ от 21 октября 2006 г. № 705 «О лицензировании деятельности в области геодезии и картографии».

20. Сборник инструкций по производству поверок геодезических приборов. – Москва : Недра, 1988.