

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА «МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ДЕЛО ИМ. Д. Н. ОГЛОБЛИНА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению лабораторных
работ по дисциплине
«Маркшейдерия. Анализ маркшейдерских съёмок»

уровень профессионального высшего образования «специалист»
специальность 21.05.04 «Горное дело»
специализация «Маркшейдерское дело»

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина
Протокол № 7 от 13 января 2020 г.

УТВЕРЖДЕНО
на заседании Учебно-издательского
совета ДОННТУ
Протокол № от г.

Донецк
2020

УДК 528.3:622.1(076)

ББК 26.12:33.12я73

М54

Рецензент:

Грищенко Николай Николаевич – доктор технических наук, зав. отделом сдвига земной поверхности и охраны подрабатываемых объектов Республиканского академического научно-исследовательского и проектно-конструкторского института горной геологии, геомеханики, геофизики и маркшейдерского дела (РАНИМИ) министерства образования и науки Донецкой Народной Республики.

Составители:

Мирный Вячеслав Васильевич - кандидат технических наук, профессор кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ»;

Филатова Ирина Викторовна - кандидат технических наук, доцент кафедры маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина ГОУВПО «ДОННТУ».

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Маркшейдерия. Анализ маркшейдерских съёмок» [Электронный ресурс]: уровень проф. высш. образования «специалист» специальность 21.05.04 «Горное дело» специализация «Маркшейдерское дело» / ГОУВПО «ДОННТУ», Кафедра маркшейдерского дела им. Д. Н. Оглоблина; сост.: В.В. Мирный, И.В. Филатова. – Электрон. дан. (1 файл). - Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. -37 с.

Методические указания содержат лабораторные работы по курсу «Маркшейдерия. Анализ маркшейдерских съёмок», список литературы.

Методические указания рекомендованы к изданию методической комиссией специальности 21.05.04 "Горное дело" специализации «Маркшейдерское дело» (протокол № 7) и предназначены для подготовки специалистов специальности 21.05.04 «Горное дело» специализации "Маркшейдерское дело" очной и заочной форм обучения.

УДК 528.3:622.1(076)

ББК 26.12:33.12я73

М54

Введение

При описании целей и задач данной дисциплины, а также при формировании различных компетенций при её изучении говорится о готовности маркшейдера выполнять исследования, уметь правильно интерпретировать полученные результаты, прогнозировать допустимую и ожидаемую точность задаваемых направлений горным выработкам и т.д.

Ранее рассмотрены вопросы технологии выполнения маркшейдерских работ и необходимые для этого инструменты при открытых и подземных горных разработках. Все измерения, как известно, сопровождаются неизбежными погрешностями. Только владея методикой их оценки, инженер-маркшейдер сможет правильно решить ответственные задачи горного производства. При этом возникает и как бы обратная задача: как, зная заранее известную точность (например, обусловленную запросами производства), обосновать методику маркшейдерских измерений и выбрать для этого соответствующие инструменты.

Упомянутые задачи могут быть решены на основе знаний, получаемых студентами при изучении теории погрешностей и способа наименьших квадратов – дисциплин, являющихся базовыми при изучении дисциплины «Анализ маркшейдерских съёмок»

В связи с изложенным в дисциплине изучаются специальные вопросы: оценка точности выполнения отдельных геометрических элементов при съёмочных работах, анализ погрешностей конечных результатов съёмки, построение систем Сетей) с заданной точностью, уравнивание систем этих ходов (вынесено в отдельную дисциплину), выбор способов измерений и инструментов при заданной точности конечного результата и др. Решению указанных вопросов и посвящены отдельные лабораторные работы.

Построение «Методических указаний» основано как на приведенных числовых результатах, полученных ранее другими исследователями, так и на самостоятельно выполненных опытах и экспериментах. По каждой выполненной работе студент составляет отчёт, требования к которому изложены в указаниях, и защищает его перед преподавателем.

1. Лабораторная работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО УГЛА

Цель работы - заключается в экспериментальном определении элементарных погрешностей измерения горизонтального угла; изучить методику определения элементарных погрешностей измерения горизонтального угла, к которым относятся: инструментальная погрешность теодолита; линейная погрешность центрирования теодолита; линейная погрешность центрирования любого из сигналов.

Постановка задачи

Для определения элементарных погрешностей были выполнены способом приёмов (погрешности способов измерений будут исследованы позже) три серии измерений одного и того же угла. Угол выбран таким образом, чтобы его значение примерно равнялось 180° (такие углы наиболее часто встречаются при построении подземных полигонометрических ходов), а длины обеих сторон были равны 10 м (при таких и меньших по величине длинах сторон погрешности центрирования проявляются достаточно ощутимо).

Первая серия измерений произведена без изменения центрирования теодолита и сигналов между приемами.

Во второй серии перед каждым приемом производилось независимое центрирование теодолита при неизменном положении обоих сигналов.

В третьей серии положение теодолита оставалось неизменным, а один из сигналов перед каждым приемом центрировался заново.

Результаты измерений угла в каждой серии приведены в табл. 1.1.

По приведенным данным необходимо определить:

1. инструментальную погрешность в угловой мере;
2. линейные погрешности центрирования теодолита E_t и сигнала E_c , выразить, вычислить их влияние на величину угла в угловой мере, а затем выразить в линейной мере.

Выполнение работы

Для каждой серии находят среднее значения угла по формуле

$$\bar{\beta} = \frac{[\beta]}{n},$$

где n – количество приемов в серии.

При обработке данных табл. I.I. они составили:

$$\bar{\beta}_1 = 180^\circ 02' 17''; \quad \bar{\beta}_2 = 180^\circ 02' 06''; \quad \bar{\beta}_3 = 180^\circ 02' 38''.$$

Затем для каждой серии вычисляются средние квадратические погрешности измерения угла одним приемом по формуле

$$m = \sqrt{\frac{[\delta\delta]}{n-1}},$$

где $\delta_i = \beta_i - \bar{\beta}$ – отклонение результата одного приема от среднего значения.

При этом получены следующие результаты:

для 1-й серии $m_i = \sqrt{\frac{708}{11}} = 8'',0;$

для 2-й серии $m_{iT} = \sqrt{\frac{24046}{11}} = 46'',8;$

для 3-й серии $m_{ic} = \sqrt{\frac{3840}{11}} = 18'',7.$

Вследствие различия условий измерений в разных сериях найденные значения средних квадратических погрешностей получены разными.

Погрешность m_{ic} , условно названная инструментальной, отражает влияние погрешностей инструмента, наблюдателя и других условий, за исключением погрешностей центрирования теодолита и сигналов, которые не могут быть выделены отдельно – они обязательно присутствуют в результатах измерений. Но их можно исключить косвенно, как показано дальше.

Погрешность m_{iT} дополнительно к m_i включает влияние погрешности центрирования теодолита, а погрешность m_{ic} – влияние погрешности центрирования сигнала.

Исходя из этого, путём исключения инструментальных погрешностей, вычисляются средние квадратические погрешности измерения угла, обусловленные:

погрешностью центрирования теодолита

$$m_T = \sqrt{m_{iT}^2 - m_i^2} = \sqrt{46,8^2 - 8,0^2} = 46",1;$$

погрешностью центрирования сигнала

$$m_c = \sqrt{m_{ic}^2 - m_i^2} = \sqrt{18,7^2 - 8,0^2} = 16",9.$$

После этого вычисляются линейные погрешности центрирования теодолита и сигнала по формулам

$$e_T = \frac{m_T \cdot l}{\rho \sqrt{2}} = \frac{46,1 \cdot 10}{206265 \cdot \sqrt{2}} = 0,0016 м;$$

$$e_c = \frac{m_c \cdot l \sqrt{2}}{\rho} = \frac{16,3 \cdot 10 \cdot \sqrt{2}}{206265} = 0,0011 м;$$

где $l = 10 м$ – длина стороны измеренного угла.

Знание линейных погрешностей центрирования позволяет маркшейдеру оценивать их влияние на точность угловых измерений в любом полигонометрическом ходе.

В частности такая необходимость возникает для ответственных ходов, имеющих короткие стороны, ибо при этом влияние погрешностей центрирования оказывается наиболее существенным.

Самостоятельное выполнение работы

В соответствии с изложенной методикой студенту необходимо самостоятельно выполнить определить элементарные погрешности измерения горизонтального угла. В таблице даны 3 серии угловых измерений. Эти данные относятся к базовому варианту. Преподаватель задаёт каждому студенту алгоритм, согласно которому студент получает исходные числовые данные для своего индивидуального варианта. По ним и выполняется самостоятельная работа.

Исходные базовые данные для выполнения лабораторной работы приведены в таблице 1.2

Таблица 1.1.

Номер приема	1-я серия			2-я серия			3-я серия		
	Значение угла	δ	$\delta\delta$	Значение угла	δ	$\delta\delta$	Значение угла	δ	$\delta\delta$
1	180°02'21"	4	16	180°02'54"	48	2304	180°02'45"	7	49
2	180°02'09"	-8	64	180°02'03"	-3	9	180°02'21"	-17	289
3	180°02'24"	7	49	180°02'30"	24	576	180°02'30"	-8	64
4	180°02'27"	10	100	180°01'18"	-48	2304	180°03'00"	22	484
5	180°02'03"	-14	196	180°03'12"	66	4356	180°02'12"	-26	676
6	180°02'12"	-5	25	180°01'57"	-9	81	180°02'42"	4	16
7	180°02'15"	-2	4	180°01'42"	-24	576	180°02'54"	16	256
8	180°02'21"	4	16	180°02'18"	12	124	180°02'24"	-14	196
9	180°02'24"	7	49	180°01'06"	-60	3600	180°02'12"	-26	676
10	180°02'09"	-8	64	180°00'42"	-84	7056	180°02'36"	-2	4
11	180°02'27"	10	100	180°02'42"	36	1296	180°02'51"	13	169
12	180°02'12"	-5	25	180°02'48"	42	1764	180°03'09"	31	961

[$\delta\delta$]=708[$\delta\delta$]=24046[$\delta\delta$]=3840

Таблица 1.2

Номер приема	Значение угла		
	1-я серия	2-я серия	3-я серия
1	179°56'57"	179°56'21"	179°56'33"
2	179°56'45"	179°57'24"	179°56'57"
3	179°56'39"	179°58'03"	179°56'24"
4	179°57'00"	179°56'33"	179°56'27"
5	179°56'54"	179°57'03"	179°57'09"
6	179°56'33"	179°58'36"	179°56'30"
7	179°56'57"	179°56'09"	179°56'02"
8	179°56'51"	179°57'45"	179°56'57"
9	179°56'45"	179°56'42"	179°56'21"
10	179°56'48"	179°57'54"	179°56'48"
11	179°56'54"	179°56'27"	179°56'45"
12	179°56'42"	179°56'51"	179°56'15"

В отчете о лабораторной работе необходимо привести таблицу с результатами измерений и их обработкой, используемые формулы с объяснением условных обозначений и вычисления по ним. Сделать выводы.

Отчет оформить в соответствии с общими требованиями, приведенными в конце «Методических указаний».

2. Лабораторная работа №2

ПРЕДРАСЧЕТ ОШИБКИ ВЫНОСА В НАТУРУ ОСИ ВАЛА ЛЕБЕДКИ

Подобная работа является как бы рядовой (элементарной) для любого маркшейдера. Практически в каждой наклонной выработке (бремсберге, уклоне, ходке) предусматривается сооружение транспортного устройства для транспортировки добытого полезного ископаемого, породы, материалов и оборудования, перемещения шахтёров и т.д. для этих целей в верхней части выработки сооружается лебедочная камера с последующей установки лебёдки соответствующей конструкции.

Студенту должно быть понятно, что местоположение лебедочной камеры с точностью в несколько дециметров будет вполне достаточным. Но положение оси вала лебёдки по отношению к оси транспортной выработки должно быть строго перпендикулярным. Нарушение этого условия может привести к авариям, усилить износ лебёдки и т.д.

Таким образом именно угловые измерения при выносе маркшейдером проектного положения лебёдки играют главную роль, в то время, как длины линий достаточно взять графически с плана с точностью до дециметра.

Поэтому основной задачей данной работы является освоить методику оценки точности угловых измерений и конкретно погрешностей центрирования теодолита и сигналов на точность угловых измерений.

Постановка задачи

Лебедку капитального уклона необходимо установить таким образом, чтобы ось ее вала O_1O_2 располагалась перпендикулярно к оси уклона $A - 1$ с ошибкой не более $6'$ (см. схему). Для выноса в натуру оси вала намечается проложить теодолитный ход из 4 вершин

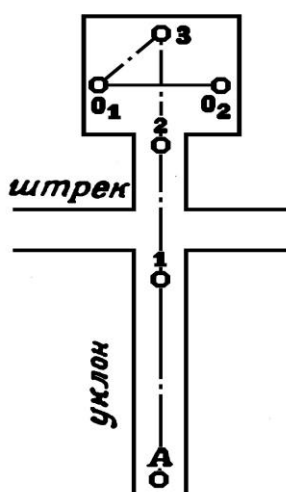


Схема выноса в натуру оси вала

Приближенные значения углов и длин сторон хода приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Номер Точки	Значение угла	Длина стороны, м
A		95,3
1	177°	21,6
2	183°	4,2
3	40°	3,6
O_1	50°	5,6
O_2		

Прокладку хода планируется выполнить теодолитом 2Т5К, обеспечивающим среднюю квадратическую инструментальную ошибку измерения угла $m_i = 7$ сек. Центрирование теодолита и сигналов намечается

производить со средними квадратическими ошибками $E_T = 2$ мм и $E_c = 1,2$ мм.

Рассчитать, с какой ошибкой будет при этом произведен вынос в натуру оси вала.

Выполнение работы

Средняя квадратическая ошибка измерения произвольного угла хода определяется по формуле

$$m_\beta = \sqrt{m_i^2 + m_{TC}^2},$$

где m_i – инструментальная ошибка, одинаковая для всех углов;

m_{TC} – индивидуальная для каждого угла составляющая, обусловленная ошибками центрирования теодолита и сигналов.

Величина m_{TC} вычисляется по формуле /1/ стр.323

$$m_{TC} = \frac{\rho}{ab} \sqrt{\frac{e_c^2 \cdot (a^2 + b^2) + e_T^2 \cdot (a^2 + b^2 - 2ab \cdot \cos \beta)}{2}},$$

где β – значение угла;

a и **b** – длины сторон.

Вычисление величины m_{TC} для всех углов хода сведены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Наименование угла	Значение угла	Длина Стороны, м		$a^2 + b^2$	$2ab \cdot \cos \beta$	m_{TC}	m_β^2	m_β
		a	b					
1	177°	95,3	21,6	9549	-4411	17,4	352	18,8
2	183°	21,6	4,2	484	-181	88,0	7793	88,3
3	40°	4,2	3,6	31	23	82,9	6921	83,2
O ₁	50°	3,6	5,6	44	26	83,0	6938	83,3

Средняя квадратическая ошибка выноса вала относительно оси уклона находится по формуле

$$m_{O_1O_2} = \sqrt{m_{\beta_1}^2 + m_{\beta_2}^2 + m_{\beta_3}^2 + m_{\beta_{O_1}}^2} = \sqrt{18,8^2 + 88,3^2 + 83,2^2 + 83,3^2} = \\ = \sqrt{22004} = 148''$$

Тогда предельная ошибка выноса составит

$$m_{пред} = 3 \cdot m_{O_1O_2} = 3 \cdot 148'' = 444'' = 07'24''$$

что превышает допустимую ошибку **6'**. Следовательно, принятая точность центрирования недостаточна и ее нужно повысить.

Уменьшая ошибки центрирования и производя повторный предрасчет, определяют значение ошибок центрирования, при которых требуемая точность выноса оси вала будет обеспечена (выполнить пересчет в работе).

Если необходимой точности центрирования затруднительно достичь шнуровым отвесом, применяют автоматическое центрирование.

Лабораторная работа выполняется по индивидуальному варианту. Исходные данные для всех вариантов приведены в табл. 2.3.

Отчет о работе оформляется в соответствии с общими требованиями.

Таблица 2.3

Вариант	Элементарные ошибки					Значение углов, град					Значения длин сторон, м				
	m_i	e_T	e_c	η_1	η_2	η_3	η_{O1}	l_{A-1}	l_{1-2}	l_{2-3}	l_{3-O1}	l_{O1-O2}			
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	6	1,0	0,8	182	173	300	335	90,0	20,2	6,1	2,9	5,8			
2	8	1,3	1,0	177	185	320	310	85,8	22,6	4,2	5,6	5,9			
2	9	1,5	1,2	184	175	295	336	91,8	18,6	7,2	2,8	6,6			
3	7	1,1	0,7	188	146	195	271	99,6	12,2	4,5	2,2	4,9			
3	9	1,3	0,8	185	175	56	34	106,0	24,2	7,5	2,8	6,2			
4	6	1,2	1,0	180	192	348	270	102,6	18,4	4,7	3,9	8,1			
4	9	1,0	0,9	176	184	292	328	93,1	20,2	5,4	3,5	6,8			
5	7	1,5	1,2	181	178	316	313	109,6	18,1	3,8	4,0	7,1			
5	8	1,4	0,7	178	176	54	42	90,3	25,5	5,2	2,9	5,8			
6	6	1,1	1,1	180	184	62	24	88,2	18,6	6,1	3,0	4,9			
6	9	1,2	0,8	175	184	310	321	95,2	14,9	6,5	2,6	5,2			
7	7	1,0	1,0	198	148	188	266	101,5	19,8	8,2	2,9	6,6			
7	8	1,5	1,1	173	182	335	300	86,2	18,5	3,6	4,9	7,8			
8	6	1,4	1,2	182	176	34	58	96,2	16,3	2,4	5,6	9,2			
8	8	1,2	0,7	184	176	338	292	90,8	19,0	4,1	3,2	6,2			
8	9	1,1	1,1	188	148	196	268	109,3	12,6	3,7	4,9	6,6			
9	7	1,3	0,8	195	187	147	271	82,8	20,0	7,2	2,8	4,6			
9	6	1,0	1,0	176	182	58	34	90,1	11,3	3,6	5,1	6,2			

Продолжение таблицы 2.:

Вариант	Элементарные ошибки				Значение углов, град				Значения длин сторон, м				
	m_i	e_t	e_c	β_1	β_2	β_3	β_{O1}	l_{A-1}	l_{1-2}	l_{2-3}	l_{3-O1}	l_{O1-O2}	
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
10	9	1,3	0,9	192	163	285	350	99,6	20,2	2,6	6,0	5,2	
	7	1,5	0,7	184	180	52	34	85,5	18,8	3,1	3,1	7,0	
11	8	1,4	1,2	176	180	188	266	100,2	16,1	5,6	3,0	7,5	
	9	1,1	0,9	181	182	46	41	88,8	18,2	3,8	2,9	5,8	
12	6	1,5	1,1	175	184	285	346	95,2	19,3	4,1	3,0	5,2	
	9	1,3	0,8	189	175	39	47	109,8	20,1	6,0	2,6	6,3	
13	7	1,0	0,7	178	181	313	316	101,5	16,6	6,2	3,2	5,9	
	8	1,2	1,1	183	177	310	320	123,4	19,8	2,6	3,4	5,9	
14	6	1,1	1,0	175	184	336	295	96,8	22,0	5,2	2,9	7,0	
	9	1,4	1,1	185	175	34	56	119,0	18,6	6,6	3,1	6,9	
15	7	1,5	1,2	176	178	42	54	121,3	21,8	4,2	4,0	8,1	
	8	1,2	0,9	174	185	292	339	108,8	18,2	7,5	3,1	6,9	
16	6	1,0	0,8	188	148	196	268	103,2	20,6	5,2	4,0	7,9	
	9	1,4	1,0	176	182	58	34	85,8	19,8	6,1	3,8	5,9	
17	9	1,5	1,2	184	180	52	34	96,2	22,6	8,4	5,2	4,8	
	7	1,1	0,7	181	182	46	41	83,3	18,4	6,8	4,9	5,5	
18	9	1,3	0,8	189	175	39	47	98,2	21,6	7,6	5,2	6,1	
	6	1,2	1,0	183	177	310	320	101,6	23,0	7,2	3,9	5,8	

Окончание таблица 2.3

Вариант	Элементарные ошибки				Значение углов, град				Значения длин сторон, м				
	m_i	e_t	e_c	β_1	β_2	β_3	β_{01}	l_{A-1}	l_{1-2}	l_{2-3}	l_{3-01}	l_{01-02}	
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
19	9	1,0	0,9	185	175	34	56	90,8	25,2	6,8	6,4	5,6	
20	7	1,5	1,2	174	185	292	339	96,2	20,8	7,4	5,4	7,2	
21	8	1,4	0,7	182	173	300	335	89,5	25,0	4,7	3,7	6,4	
22	9	1,1	1,1	184	175	295	336	94,6	24,1	4,0	3,8	6,2	
23	9	1,2	0,8	180	192	348	270	99,5	18,4	5,2	2,9	7,1	
24	7	1,0	1,0	181	178	316	313	104,8	19,8	4,8	5,1	6,9	
25	8	1,5	1,1	180	184	62	24	95,2	21,6	2,9	4,3	6,9	
26	6	1,4	1,2	198	148	188	266	88,6	24,8	3,8	4,2	5,8	
27	8	1,2	0,7	182	176	34	58	87,5	26,2	4,2	3,8	6,1	
28	9	1,1	1,1	195	187	147	271	92,8	17,2	4,9	2,9	6,6	
29	7	1,3	0,8	192	163	285	350	101,0	19,8	5,1	3,0	7,0	
30	6	1,0	1,0	176	180	188	266	106,5	20,0	5,4	4,7	8,2	
31	9	1,3	0,9	175	184	288	343	98,1	23,2	3,9	5,1	5,4	
32	7	1,4	1,2	178	181	313	316	101,6	24,6	3,6	5,8	6,9	

3. Лабораторная работа №3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ КОНЕЧНОГО ПУНКТА ПОДЗЕМНОГО ПОЛИГОНОМЕТРИЧЕСКОГО ХОДА

При построении подземных полигонометрических и нивелирных ходов неизбежно действует закон накопления погрешностей. Естественно, что чем дальше удалён подземный пункт от исходного (координаты которого получены, к примеру, в результате ориентирования), тем больше будет его погрешность. Между тем, данный конечный пункт сам может быть исходным для выполнения каких-либо ответственных работ (например, для осуществления сбойки с иной выработкой). В этом случае маркшейдер обязан оценить погрешность его положения. Кроме этого, следует выполнять положение 6.1.6 «Инструкции...», которое требует: «Методика измерений и расположения гиросторон должна обеспечивать среднюю квадратическую погрешность произвольного пункта сети не более $0,6\text{м}/3$ ».

В связи с изложенным целью настоящей работы является изучение и освоение методики предрасчета погрешности планового положения пунктов полигонометрических ходов.

Постановка задачи

От исходной стороны **А – 1** и **п. 1** с известными координатами проложен полигонометрический ход к **п. 21**. Результаты вычисления хода приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Наименование пункта	Измеренный угол	Длина стороны	Дирекционный угол	Координаты	
				X	Y
1	2	3	4	5	6
А					
			79°02'12"		
1	186°25'22"			22158,631	-16912,168
		58,014	85°27'34"		
2	179°12'15"			22163,223	-16854,336
		81,239	94°39'49"		
3	172°02'48"			22170,778	-16773,449

		148,968	76°42'37"		
4	196°23'36"			22205,021	-16628,370
		57,628	93°06'13"		
5	79°02'12"			22201,901	-16362,643
		208,587	93°08'27"		
6	184°03'25"			22190,471	-16362,643
		157,682	97°11'52"		
7	179°25'48"			22170,714	-16206,214
		94,256	96°37'40"		
8	168°02'02"			22159,835	-16112,588
		29,476	94°39'42"		
9	49°23'12"			22162,577	-16083,240
		87,005	314°02'54"		
10	184°26'54"			22223,069	-16145,775
		168,724	318°29'48"		
11	180°25'14"			22349,414	-16257,568
		70,021	318°55'02"		
12	195°23'04"			22402,193	-16303,582
		112,978	334°18'06"		
13	186°23'45"			22503,997	-16352,573
		57,284	340°41'51"		
14	177°48'12"			22558,061	-16371,508
		76,328	338°30'02"		
15	264°15'23"			22629,078	-16399,481
		109,945	62°45'26"		
16	182°14'06"			22679,360	-16301,820
		206,573	64°59'32"		
17	182°02'02"			22766,686	-16114,613
		142,081	67°01'34"		
18	176°36'32"			22822,141	-15983,801
		86,572	63°38'06"		
19	180°00'10"			22860,586	-15906,234
		175,684	63°38'16"		
20	176°29'18"			22938,597	-15748,820
		83,273	60°07'34"		
21				22980,074	-15676,612

Исходная сторона хода **A – 1** ориентирована гирокомпасом со средней квадратической ошибкой $m_{\alpha} = 30''$. Углы полигонометрического хода измерены

с ошибкой $m_\beta = 20''$. Коэффициенты случайного и систематического влияния при линейных измерениях составили соответственно $\mu = 0,001$ и $\lambda = 0,00005$.

По приведенным данным необходимо выполнить следующее:

- 1) определить средние квадратические погрешности конечного пункта хода по координатным осям и его общую погрешность в абсолютной и относительной мере;
- 2) вычислить составляющие общей погрешности, обусловленные погрешностями линейных, угловых и гироскопических измерений;
- 3) определить погрешности, указанные в пп. 1 и 2, при условии, что в ходе дополнительно проведено гироскопическое ориентирование последней стороны с погрешностью $m_\alpha = 30''$;
- 4) сравнить полученные погрешности и сделать выводы.

Выполнение работы

1. Погрешности конечного пункта свободного полигонометрического хода по координатным осям определяется по формулам

$$m_X^2 = \mu^2 \cdot \sum_1^n l_i \cdot \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 \cdot (X_k - X_n)^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \sum_1^n (Y_k - Y_i)^2 + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} \cdot (Y_k - Y_n)^2; \quad (3.1)$$

$$m_Y^2 = \mu^2 \cdot \sum_1^n l_i \cdot \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 \cdot (Y_k - Y_n)^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot \sum_1^n (X_k - X_i)^2 + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} \cdot (X_k - X_n)^2;$$

где l_i и α_i – длины и дирекционные углы сторон хода;

$X_n Y_n$ и $X_k Y_k$ – координаты начального и конечного пунктов хода;

$X_i Y_i$ – координаты произвольного i -го пункта хода.

Вычисление значений сумм $\sum_1^n l_i \cos^2 \alpha_i$, $\sum_1^n l_i \sin^2 \alpha_i$, $\sum_1^n (Y_k - Y_i)^2$ и $\sum_1^n (X_k - X_i)^2$

произведем в табл. 3.2 и 3.3.

Первые два слагаемых в формулах (3.1) отражают влияние погрешностей линейных измерений, а последующие – влияние погрешностей соответственно угловых и гироскопических измерений.

Таблица 3.2

Наименование стороны	Длина стороны l_i	Дирекционный угол α_i	$l_i \cdot \cos^2 \alpha_i$	$l_i \cdot \sin^2 \alpha_i$
1	2	3	4	5
1-2	58	85	0	58
2-3	81	94	0	81
3-4	149	77	8	141
4-5	58	93	2	58
5-6	209	93	6	208
6-7	158	97	2	156
7-8	94	96	1	93
8-9	29	94	0	29
9-10	87	314	42	45
10-11	169	318	93	76
11-12	70	319	40	30
12-13	113	334	91	22
13-14	57	341	51	6
14-15	76	339	66	10
15-16	110	62	24	86
16-17	207	65	37	170
17-18	142	67	22	120
18-19	87	64	17	70
19-20	176	64	34	142
20-21	83	60	21	62
Сумма	2302		557	1663

Таблица 3.3

Номер точки	X_i	$(X_k - X_i)^2$	Y_i	$(Y_k - Y_i)^2$
1	2	3	4	5
1	22159	674041	-16912	1525225
2	22163	667489	-16854	1385329
3	22171	654481	-16773	1201216
4	22205	600625	-16628	904401

5	22202	605284	-16571	799236
6	22190	624100	-16363	470596
7	22171	654481	-16206	279841
8	22160	672400	-16113	190096
9	22163	667489	-16083	164836
10	22223	573049	-16146	219961
11	22349	398161	-16258	337561
12	22402	334084	-16304	393129
13	22504	226576	-16353	456976
14	22558	178084	-16372	483025
15	22629	123201	-16399	521284
16	22679	90601	-16302	390625
17	22767	45369	-16115	191844
18	22822	24964	-15984	94249
19	22860	14400	-15906	52441
20	22939	1681	-15749	5184
21	22980	0	-15677	0
Сумма		7830560		10067055

Учитывая это, определим составляющие, обусловленные воздействием названных источников:

1) погрешностей линейных измерений

$$m_{x_l} = \sqrt{\mu^2 \cdot \sum_1^n l_i \cdot \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 (X_k - X_n)^2} =$$

$$= \sqrt{0,001^2 \cdot 557 + 0,00005^2 \cdot (22980 - 22159)^2} = 0,047_m$$

$$m_{y_l} = \sqrt{\mu^2 \cdot \sum_1^n l_i \cdot \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 (Y_k - Y_n)^2} =$$

$$= \sqrt{0,001^2 \cdot 1663 + 0,00005^2 \cdot (-15677 + 16912)^2} = 0,074_m$$

2) погрешностей угловых измерений

$$m_{x_\beta} = \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\sum_1^n (Y_k - Y_i)^2} = \frac{20}{206265} \cdot \sqrt{10067055} = 0,308_m ;$$

$$m_{y_\beta} = \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\sum_1^n (X_k - X_i)^2} = \frac{20}{206265} \cdot \sqrt{7830560} = 0,271_m ;$$

3) погрешностей гироскопических определений

$$m_{x_\alpha} = \frac{m_\alpha}{\rho} |Y_k - Y_n| = \frac{30}{206265} \cdot |-15677 + 16912| = 0,180_m$$

$$m_{y_\alpha} = \frac{m_\alpha}{\rho} |X_k - X_n| = \frac{30}{206265} \cdot |22180 - 22159| = 0,119_m$$

Суммируя составляющие, находим погрешности конечного пункта по координатным осям:

$$m_x = \sqrt{m_{x\alpha}^2 + m_{x\beta}^2 + m_{x\gamma}^2} = \sqrt{0,047^2 + 0,308^2 + 0,180^2} = 0,360\text{ м}$$

$$m_y = \sqrt{m_{y\alpha}^2 + m_{y\beta}^2 + m_{y\gamma}^2} = \sqrt{0,074^2 + 0,271^2 + 0,119^2} = 0,305\text{ м}$$

Вычисляем общую погрешность конечного пункта:

$$m_k = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = \sqrt{0,360^2 + 0,305^2} = 0,472\text{ м}$$

Тогда средняя квадратическая относительная погрешность хода составит

$$\frac{1}{N} = \frac{m_k}{\sum_1^n l_i} = \frac{0,472}{2302} = \frac{1}{4877}$$

2. Вычисляем погрешность конечного пункта этого же хода, предполагая, что в нем дополнительно ориентирована последняя сторона. Погрешности конечного пункта такого хода по координатным осям выражаются формулами:

$$m_x^2 = \mu^2 \sum_1^n l_i \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 (X_k - X_n)^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_1^n (Y_i - Y_0)^2 + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} [(Y_1 - Y_0)^2 + (Y_k - Y_0)^2] \quad (3.2)$$

$$m_y^2 = \mu^2 \sum_1^n l_i \sin^2 \alpha_i + \lambda^2 (Y_k - Y_n)^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \sum_1^n (X_i - X_0)^2 + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} [(X_1 - X_0)^2 + (X_k - X_0)^2]$$

где X_0 и Y_0 – координаты центра тяжести хода, вычисляемые по формулам

$$X_0 = \frac{\sum_1^n X_i}{n}; \quad Y_0 = \frac{\sum_1^n Y_i}{n} \quad (3.3)$$

Из сопоставления формул (3.1) и (3.2) видно, что влияние погрешностей линейных измерений в обоих случаях остается одинаковым, а

влияние погрешностей угловых и гироскопических измерений существенно изменяется.

Для нахождения изменившихся составляющих сначала вычислим в табл. 3.4 значения соответствующих сумм.

Таблица 3.4

Номер точки	X_i	$(X_i - X_0)^2$	Y_i	$(Y_i - Y_0)^2$
1	2	3	4	5
1	22159	66049	-16912	350464
2	22163	64009	-16854	285156
3	22171	60025	-16773	205209
4	22205	44521	-16628	94864
5	22202	45796	-16571	63001
6	22190	51076	-16363	1849
7	22171	60025	-16206	12996
8	22160	65536	-16113	42849
9	22163	64009	-16083	56156
10	22223	37249	-16146	30276
11	22349	4489	-16258	3844
12	22402	196	-16304	256
13	22504	7744	-16353	1089
14	22558	20164	-16372	2704
15	22629	45369	-16399	6241
16	22679	69169	-16302	324
17	22767	123201	-16115	42025
18	22822	164836	-15984	112896
19	22860	197136	-15906	171396
20	22939	273529	-15749	326041
Сумма	448316	1464128	-326391	1809649

Определяем координаты центра тяжести хода:

$$X_0 = \frac{448316}{20} = 22416 \qquad Y_0 = \frac{-326391}{20} = -16320$$

Находим величины составляющих, обусловленных влиянием:

1) погрешностей угловых измерений

$$m_{x\beta} = \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\sum_1^n (Y_k - Y_i)^2} = \frac{20}{206265} \cdot \sqrt{1809649} = 0,130 м ;$$

$$m_{y\beta} = \frac{m_{\beta}}{\rho} \sqrt{\sum_1^n (X_k - X_i)^2} = \frac{20}{206265} \cdot \sqrt{1464128} = 0,117 м;$$

2) погрешностей гироскопических определений

$$m_{x\alpha} = \frac{m_{\alpha}}{\rho} \sqrt{(Y_1 - Y_0)^2 + (Y_k - Y_0)^2} =$$

$$= \frac{30}{206265} \sqrt{(-16912 - (-16320))^2 + (-15677 - (-16320))^2} = 0,127 м$$

$$m_{x\alpha} = \frac{m_{\alpha}}{\rho} \sqrt{(X_1 - X_0)^2 + (X_k - X_0)^2} =$$

$$= \frac{30}{206265} \sqrt{(22159 - 22416)^2 + (22980 - 22416)^2} = 0,090 м$$

Вычисляем погрешности конечного пункта по координатным осям:

$$m_x = \sqrt{m_{x\beta}^2 + m_{x\alpha}^2} = \sqrt{0,047^2 + 0,130^2 + 0,127^2} = 0,188 м$$

$$m_y = \sqrt{m_{y\beta}^2 + m_{y\alpha}^2} = \sqrt{0,074^2 + 0,117^2 + 0,090^2} = 0,165 м$$

и его общую погрешность

$$m_k = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} = \sqrt{0,188^2 + 0,165^2} = 0,250 м$$

Средняя квадратическая относительная погрешность хода составит

$$\frac{1}{N} = \frac{m_k}{\sum_1^n l_i} = \frac{0,250}{2302} = \frac{1}{9208}$$

Значения погрешностей, полученные для 1-го и 2-го вариантов хода, заносим в табл. 3.5.

Таблица 3.5

Наименование погрешности	Величина погрешности, м	
	1-й вариант	2-й вариант
1	2	3
$m_{x\beta}$	0,047	0,047
$m_{y\beta}$	0,074	0,074
$m_{k\beta}$	0,088	0,088
$m_{x\alpha}$	0,308	0,130
$m_{y\alpha}$	0,271	0,117
$m_{k\alpha}$	0,410	0,175
$m_{x\alpha}$	0,180	0,127

$m_{y\alpha}$	0,119	0,090
$m_{k\alpha}$	0,216	0,156
m_x	0,360	0,188
m_y	0,305	0,165
m_k	0,472	0,250
$\frac{1}{N}$	1/4877	1/9208

Сравнивая величины погрешностей для 1-го и 2-го вариантов хода, видим, что гироскопическое ориентирование последней стороны существенно снизило влияние погрешностей угловых и гироскопических измерений, в результате чего погрешность конечного пункта хода уменьшилась почти в 2 раза.

Лабораторная работа выполняется по индивидуальному варианту, выданному преподавателем. При этом в зависимости от учебной ситуации (наличия учебных часов, отсутствие занятий из-за праздничных дней) по усмотрению преподавателя возможны 2 варианта выполнения работы:

1) исходные данные измерений выдаются преподавателем на специально заготовленных картах;

2) исходные данные студент выбирает самостоятельно, нанеся предварительно проект полигонометрического хода на план горных выработок от одного до конечного пунктов, указанных преподавателем.

В отсчете о работе необходимо привести все таблицы и подробные вычисления по формулам, как это сделано в рассмотренном примере. При этом все буквенные обозначения должны быть объяснены сразу же за формулой, где они впервые были употреблены.

4. Лабораторная работа №4

ПРЕДРАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЧЕРЕЗ ДВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛА

Ориентирование через два вертикальных ствола – распространённый способ ориентирования, если стволы соединены между собой горной выработкой. Этот способ является основным при центрировании опорной сети шахты. В «Инструкции...» /3/ сказано (п 6.2.2): «При наличии на промплощадке шахты двух вертикальных стволов центрирование сети производят путём выполнения геометрического ориентирования через два вертикальных ствола». Кроме этого (п.6.2.4) сказано, что при наличии

удалённых стволов центрирование сети должно быть выполнено и через каждый из них. Это значит, что при появлении выработки, соединяющей центральный ствол с периферийным, необходимо также выполнять пред расчет погрешности.

Цель настоящей лабораторной работы состоит в освоении методики предрасчета отдельных составляющих и общей погрешности определения дирекционного угла подземной стороны при ориентировании через два вертикальных ствола.

Постановка задачи

Ориентирование шахты планируется произвести через два вертикальных ствола. Намечаемое расположение пунктов при примыкании к отвесам на поверхности и в шахте показано на рисунке.

Необходимо предрасчитать погрешности дирекционных углов 1-й, 2-й и 3-й сторон подземного хода между отвесами, если при выполнении работ будут обеспечены следующие показатели точности:

- средняя квадратическая относительная погрешность измерения сторон на поверхности $\frac{1}{N} = \frac{1}{1000}$;
- коэффициент случайного влияния при линейных измерениях в шахте $\mu = 0,001$;
- средние квадратические погрешности измерения угла на поверхности $m_1 = 10''$, в шахте $m_2 = 20''$;
- линейная погрешность проектирования точек с поверхности в шахту с помощью отвеса $e = 1.5$ мм.

При получении результатов, не удовлетворяющих требованиям «Инструкции...» [3], необходимо запланировать более высокую точность измерений и заново произвести предрасчет.

Выполнение работы

Средняя квадратическая погрешность дирекционного угла произвольной стороны подземного хода между отвесами определяется по формуле

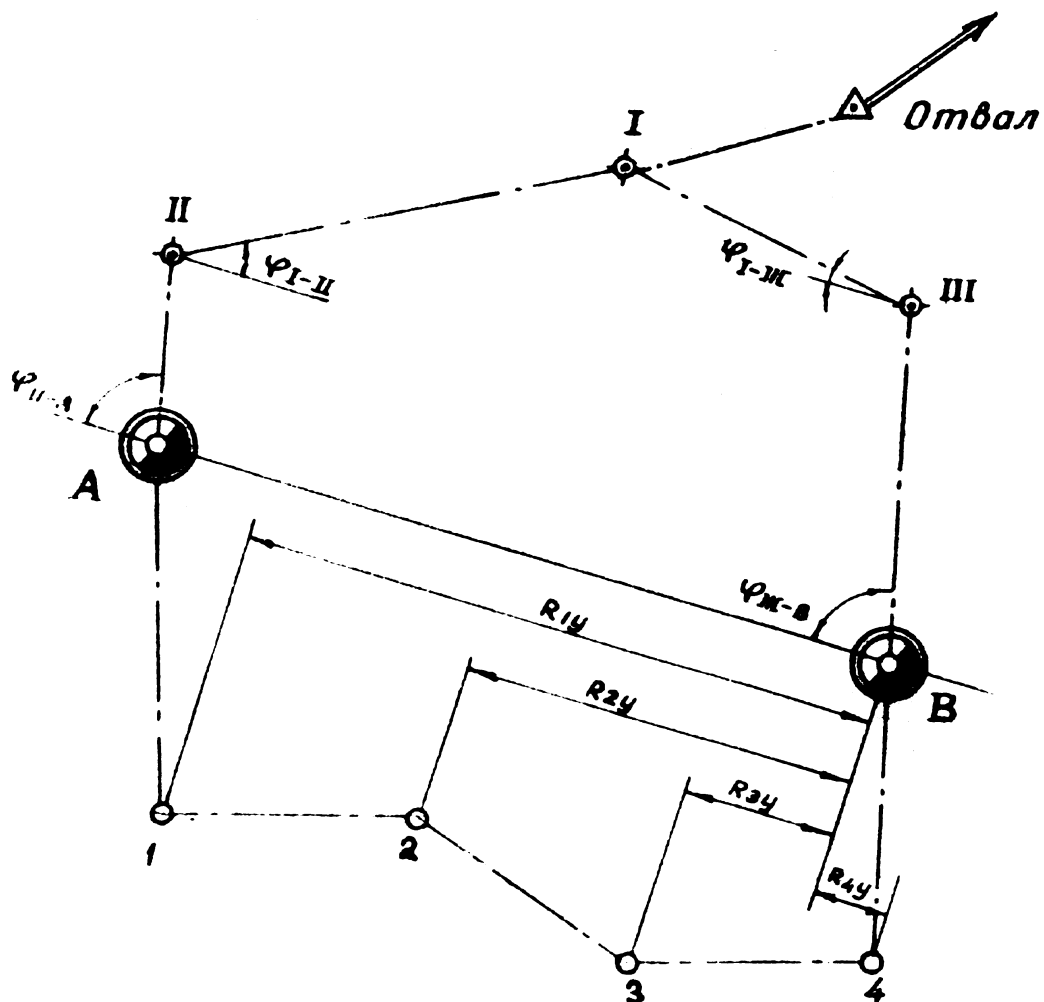
$$m_{\alpha} = \sqrt{m_n^2 + m_{ш}^2 + \theta^2}, \quad (4.1)$$

где θ - средняя квадратическая погрешность проектирования;
 m_n , $m_{ш}$ – средние квадратические погрешности примыкания соответственно на поверхности и в шахте.

Погрешность проектирования вычисляется по формуле

$$\theta = \frac{e}{c} \rho, \quad (4.2)$$

где c – расстояние между отвесами, которое определяется графически по плану.



Проектное расположение пунктов полигонометрии при ориентировании (масштаб 1 : 500)

Подставляя численные значения в формулу (4.2), получим

$$\theta = \frac{1,5}{50 \cdot 10^3} \cdot 206265 = 6'' ,2.$$

Средняя квадратическая погрешность примыкания на поверхности находится по формуле

$$m_n^2 = \frac{\rho^2}{c^2} \sum_1^{n_n} m_{l_i}^2 \cdot \sin^2 \varphi_i + \frac{m_i^2}{c^2} \sum_1^{n_0+1} R_{iy}^2 + n_0 m_1^2, \quad (4.3)$$

где n_0 – количество углов в полигонометрическом ходе на поверхности от подходного пункта до узловой точки;

n_n – количество сторон в ходах от узловой точки до отвесов;

$m_{li} = \frac{l_i}{N}$ – средняя квадратическая погрешность измерения стороны (l_i – длина стороны)

φ_i – угол между стороной и створом отвесов;

R_{iy} – проекция на створ отвесов расстояния от каждой вершины хода на поверхности до соответствующего отвеса.

Величины сумм l_i , φ_i , R_{iy} определяются графически по плану.

Вычисление сумм, входящих в формулу (4.3), произведено в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Наименование стороны	Длина стороны, м	m_{li} $1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{м}$	φ_i , град	Sin φ_i	$m_{li}^2 \cdot \sin^2 \varphi_i$ $1 \cdot 10^{-6}$
I – II	30	3,0	27	0,454	1,85
II – А	13	1,3	78	0,978	1,62
I – III	21	2,1	11	0,908	1,61
III – В	24	2,4	74	0,961	5,54
Сумма					10,62

Таблица 4.2

Наименование пункта	R_{iy}	R_{iy}^2
I	23	529
II	3	9
I	27	729
III	6	36
Сумма		1303

Подставляя найденные суммы в формулу (4.3), получим

$$m_n = \sqrt{\frac{206265^2}{50^2} \cdot 10,62 \cdot 10^{-6} + \frac{10^2}{50^2} \cdot 1303 + 1 \cdot 10^2} = 18",3$$

Как видим, погрешность примыкания на поверхности не превосходит допуска **20"**, установленного « Инструкцией.....» [3]. Следовательно, схема примыкания на поверхности и методика измерения выбраны правильно.

Средняя квадратическая погрешность дирекционного угла стороны А–I, обусловленная погрешностями угловых и линейных измерений при примыкании в шахте, вычисляются по формуле

$$m_{\omega_1}^2 = \frac{\rho^2 \cdot \mu^2}{c^2} \cdot \sum_1^{n_{\omega}} l_i \cdot \sin^2 \varphi_i + \frac{m_2^2}{c^2} \cdot \sum_1^{n_{\omega-1}} R_{iy}^2, \quad (4.4)$$

где ранее принятые обозначения относятся к ходу между отвесами в шахте.

Значения l_i , R_{iy} , φ_i определяем графически по плану горных работ и в табл. 4.3 и 4.4 производим вычисление соответствующих сумм.

Таблица 4.3

Наименование стороны	L	φ	Sin φ	$l \cdot \sin^2 \varphi$
А – 1	25	77	0,974	24
1 – 2	17	16	0,276	1
2 – 3	17	15	0,259	1
3 – 4	16	17	0,292	1
4 – В	21	74	0,961	19
Сумма				46

Таблица 4.4

Наименование пункта	R_{iy}	R_{iy}^2
1	43	1849
2	26	676
3	10	100
4	5	25
Сумма		2650

Подставляя найденные значения сумм в формулу (4.4), получим

$$m_{\omega_1} = \sqrt{\frac{206265^2 \cdot 0,001^2}{50^2} \cdot 46 + \frac{20^2}{50^2} \cdot 2650} = 34",7.$$

Используя полученное значение m_{ω_1} , находим погрешности дирекционных углов последующих сторон 1-й – 2-й и 2-й – 3-й:

$$m_{\omega_2}^2 = m_{\omega_1}^2 + m_2^2 \cdot \left(1 - 2 \frac{R_{1y}}{c}\right) = \sqrt{34,7^2 + 20^2 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot 43}{50}\right)} = 30",3;$$

$$m_{u_3}^2 = m_{u_1}^2 + m_2^2 \cdot \left(1 - 2 \frac{R_{1y} + R_{2y}}{c}\right) = \sqrt{34,7^2 + 20^2 \cdot \left(1 - \frac{2 \cdot (43 + 26)}{50}\right)} = 22",4.$$

Тогда общие погрешности определения дирекционных углов 1-й, 2-й и 3-й сторон подземного хода согласно формуле (4.1) составят

$$m_{\alpha(A-1)} = \sqrt{18,3^2 + 34,7^2 + 6,2^2} = 39",7;$$

$$m_{\alpha(1-2)} = \sqrt{18,3^2 + 30,7^2 + 6,2^2} = 36",2;$$

$$m_{\alpha(2-3)} = \sqrt{18,3^2 + 22,4^2 + 6,2^2} = 29",5.$$

Полученные погрешности меньше допуска I' , установленного «Инструкцией...» [1]. Следовательно, схема ориентирования и методика измерений запроектированы правильно.

Лабораторная работа выполняется по индивидуальному варианту, выданному преподавателем. В отчете необходимо привести подробные вычисления аналогично рассмотренному выше примеру. Отчет оформляется в соответствии с общими требованиями.

5. Лабораторная работа №5

ПРЕДРАСЧЕТ ПОГРЕШНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ОРИЕНТИРОВАНИЯ ЧЕРЕЗ ОДИН ВЕРТИКАЛЬНЫЙ СТВОЛ

Геометрическое ориентирование через один вертикальный ствол считается как бы устаревшим в связи с появлением гирокомпасов. Однако, практика маркшейдерских работ показывает, что маркшейдерские отделы шахт гирокомпасов не имеют. Поэтому приходится пользоваться старыми методиками, а поэтому и указанная в заголовке цель работы является актуальной.

Таким образом, цель рассматриваемой лабораторной работы – освоить методику предрасчета погрешности геометрического ориентирования через один вертикальный ствол при примыкании к отвесам на поверхности и в шахте способом соединительного треугольника.

Постановка задачи

Ориентирование шахты намечается произвести через один вертикальный ствол. Примыкание к отвесам на поверхности и в шахте предполагается выполнить методом соединительного треугольника (см. рисунок).

Предварительные значения элементов треугольников составляют (они могут быть измерены на чертеже крупного масштаба):

на поверхности:

$a = 6,7$ м
 $b = 3,6$ м
 $c = 3,1$ м
 $\gamma = 1^\circ 30'$
 $l_{сд} = 38,7$ м

в шахте:

$a_1 = 4,1$ м
 $b_1 = 7,2$ м
 $c_1 = 3,1$ м
 $\gamma_1 = 1^\circ 30'$
 $l_{с1д1} = 38,7$ м

Предрасчитать погрешность определения дирекционного угла первой подземной стороны при следующих показаниях точности измерений:

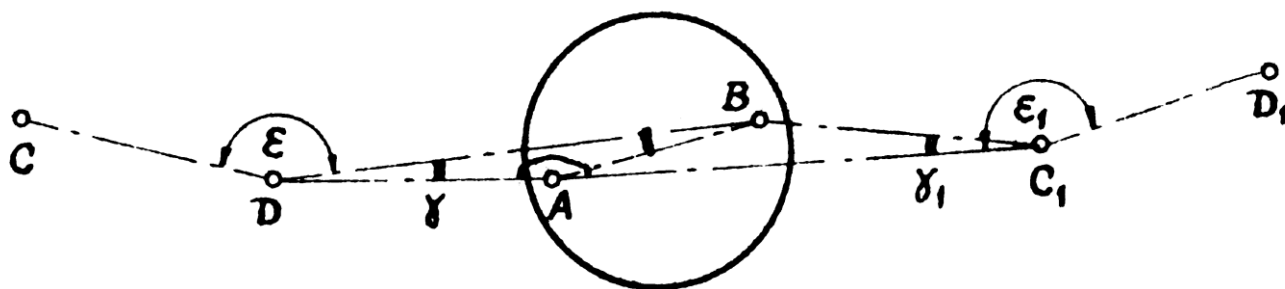


Схема ориентирования через один вертикальный ствол

-средняя квадратическая инструментальная погрешность измерения угла одним приемом $m = 10''$;

-измерение углов γ и γ_1 в соединительных треугольниках производится тремя приемами, а углов ϵ и ϵ_1 – двумя приемами;

-линейная погрешность проектирования точки с поверхности в шахту $e = 0,7$ мм;

-линейная погрешность проектирования теодолита на поверхности $e_{п} = 1,0$ мм; в шахте $e_{ш} = 1,3$ мм.

Выполнение работы

Общая погрешность определения дирекционного угла при ориентировании через один ствол складывается из тех же составляющих, что и при ориентировании через два ствола, и выражается формулой (4.1).

Погрешность проектирования найдем по формуле (4.2)

$$\theta = \frac{0,0007 \cdot 206265}{3,1} = 46",6.$$

Погрешность примыкания на поверхности выражается формулой /1/, стр321

$$m_n = \sqrt{\frac{e_n^2 \cdot \rho^2}{l_{CD}^2 \cdot 2} + m_\varepsilon^2 + \frac{b^2}{c^2} \cdot m_\gamma^2} \quad (5.1)$$

где m_ε и m_γ - средние квадратические погрешности измерения углов ε и γ , которые

определяются из выражений

$$m_\varepsilon = m_{\varepsilon_1} = \frac{m}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} = 7",1; \quad m_\gamma = m_{\gamma_1} = \frac{m}{\sqrt{3}} = \frac{10}{\sqrt{3}} = 5",8.$$

Подставляя численные значения, получим

$$m_n = \sqrt{\frac{0,001^2 \cdot 206265^2}{38,7^2 \cdot 2} + 7,1^2 + \frac{3,6^2}{3,1^2} \cdot 5,8^2} = 10",5.$$

Погрешность примыкания в шахте также находится по формуле (5.1).

$$\begin{aligned} m_n &= \sqrt{\frac{e_u^2 \cdot \rho^2}{l_{C,D_1}^2 \cdot 2} + m_{\varepsilon_1}^2 + \frac{a_1^2}{c_1^2} \cdot m_{\gamma_1}^2} = \\ &= \sqrt{\frac{0,0013^2 \cdot 206265^2}{32,4^2 \cdot 2} + 7,1^2 + \frac{4,1^2}{3,1^2} \cdot 5,8^2} = 12",0. \end{aligned}$$

Тогда общая погрешность ориентирования составит

$$m_o = \sqrt{46,6^2 + 10,5^2 + 12,0^2} = 49".$$

Как видим, погрешности примыкания на поверхности и в шахте не превышают 30", а общая погрешность ориентирования -1'. Таким образом, допуски, установленные «Инструкцией...» [3], соблюдены, а это значит, что схема примыкания к отвесам и методика измерений при ориентировании выбраны правильно.

Лабораторная работа выполняется по индивидуальному варианту. Данные вариантов приведены в таблице.

Лабораторная работа оформляется в соответствии с общими требованиями.

Таблица 5.1

Вариант	a		B		C		γ		β ₁		α ₁		C ₁		γ ₁		m _i		e		e _п		e _ш		I _{CD}		I _{CD1}	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16												
1	a	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
2	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
3	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
4	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
5	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
6	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
7	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
8	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
9	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б

Продолжение таблицы 5.

Вариант	a		B		C		γ		β_1		a ₁		C ₁		γ_1		m _i		e		e _л		e _ш		I _{CD}		I _{CDi}	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
10	a	б	12,4	6,8	5,6	2°00'	12,4	6,8	2°00'	5,6	2°00'	6	5,6	2°00'	6	0,9	1,1	1,3	47,4	32,0								
11	a	б	12,2	7,2	6,0	1°30'	12,9	6,9	1°30'	6,0	0°30'	10	6,0	0°30'	10	0,7	1,1	1,1	38,8	46,6								
12	a	б	12,2	8,1	4,1	1°30'	9,2	5,1	1°00'	4,1	1°00'	7	4,1	1°00'	7	1,3	1,0	1,1	52,8	48,0								
13	a	б	8,7	5,3	3,4	1°00'	7,6	4,3	1°00'	3,4	1°30'	10	3,4	1°30'	10	1,0	0,9	1,2	43,0	50,5								
14	a	б	12,8	7,1	5,7	2°00'	12,5	6,8	2°00'	5,7	2°00'	8	5,7	2°00'	8	1,4	0,9	1,1	51,9	46,6								
15	a	б	9,9	6,4	3,5	0°30'	8,1	4,6	0°30'	3,5	1°30'	6	3,5	1°30'	6	1,2	1,1	1,4	48,3	40,9								
16	a	б	9,9	5,2	4,7	2°00'	10,4	5,7	2°00'	4,7	0°30'	10	4,7	0°30'	10	0,9	1,0	1,5	52,7	38,2								
17	a	б	7,9	4,9	3,0	1°00'	7,4	4,4	1°00'	3,0	1°00'	6	3,0	1°00'	6	1,3	1,0	1,3	39,8	39,9								
18	a	б	9,1	5,2	3,9	2°00'	8,5	4,6	2°00'	3,9	0°30'	9	3,9	0°30'	9	0,9	0,9	1,5	46,3	35,5								
19	a	б	8,1	4,3	3,8	1°30'	8,8	5,0	1°30'	3,8	2°00'	8	3,8	2°00'	8	1,2	0,9	1,2	41,8	32,7								
20	a	б	11,9	6,5	5,4	1°00'	11,6	6,2	1°00'	5,4	1°30'	7	5,4	1°30'	7	1,0	1,1	1,5	53,0	52,6								
21	a	б	8,9	5,2	3,7	0°30'	8,8	5,1	0°30'	3,7	0°30'	7	3,7	0°30'	7	1,2	1,3	1,3	49,5	37,6								
22	a	б	11,7	7,1	4,6	2°00'	11,5	6,9	2°00'	4,6	0°30'	8	4,6	0°30'	8	0,7	0,9	1,1	42,2	40,0								
23	a	б	11,9	6,9	5,0	1°00'	11,8	6,8	1°00'	5,0	1°00'	6	5,0	1°00'	6	0,9	0,8	1,5	46,8	43,8								
24	a	б	12,1	8,3	3,8	2°00'	11,3	7,5	2°00'	3,8	0°30'	10	3,8	0°30'	10	1,3	1,1	1,2	42,4	39,1								
25	a	б	14,8	8,8	6,0	0°30'	14,1	8,1	0°30'	6,0	1°30'	6	6,0	1°30'	6	0,7	1,4	1,4	50,3	31,6								
26	a	б	12,7	7,1	5,6	1°00'	12,5	6,9	1°00'	5,6	2°00'	8	5,6	2°00'	8	1,1	1,0	1,1	51,8	42,2								
27	a	б	10,0	6,4	3,6	0°30'	9,8	6,2	0°30'	3,6	0°30'	9	3,6	0°30'	9	1,0	1,2	1,2	39,8	30,3								

Окончание таблицы 5.

1	2	3	4	5	6	β_1	a_1	C ₁	γ_1	m _i	e	e _п	e _ш	I _{CD}	I _{CDI}
19	a	12,4	7,6	4,8	2°00'	11,9	7,1	4,8	1°00'	7	0,7	0,9	1,5	41,0	38,2
	б	13,6	8,1	5,5	1°30'	13,4	7,9	5,5	1°30'	10	1,2	1,1	1,4	52,2	41,6
20	a	9,7	5,9	3,8	2°00'	9,2	5,4	3,8	0°30'	8	1,1	1,2	1,3	56,8	50,2
	б	13,4	7,3	6,1	0°30'	12,4	6,3	6,1	2°00'	7	1,3	0,9	1,1	40,4	35,6
21	a	12,2	8,2	4,0	2°00'	11,8	7,8	4,0	0°30'	9	1,0	1,0	1,4	42,6	31,8
	б	13,7	7,5	5,2	0°30'	11,4	6,2	5,2	2°00'	10	0,8	0,8	1,5	46,1	40,9
22	a	14,8	8,6	6,2	1°30'	14,2	8,0	6,2	1°30'	8	1,3	1,0	1,3	50,2	41,8
	б	14,6	9,1	5,5	1°00'	11,8	6,3	5,5	2°00'	9	0,8	1,2	1,4	56,8	52,6
23	a	10,2	6,2	4,0	0°30'	10,1	6,2	4,0	0°30'	7	0,7	0,9	1,2	42,4	38,9
	б	11,1	7,5	3,6	2°00'	10,5	6,9	3,6	1°00'	6	1,0	1,2	1,4	44,3	42,7
24	a	13,0	8,3	4,7	1°30'	12,7	8,0	4,7	0°30'	10	1,2	0,8	1,5	39,8	31,2
	б	14,5	9,1	5,4	0°30'	12,1	6,7	5,4	1°00'	6	0,8	1,1	1,2	50,2	46,8
25	a	10,5	7,2	3,3	1°00'	10,4	7,1	3,3	2°00'	9	1,1	1,0	1,1	41,6	39,2
	б	14,1	8,2	5,9	0°30'	12,8	6,9	5,9	0°30'	7	0,7	0,9	1,3	39,4	29,8

Оформление отчета о лабораторной работе

Отчет о лабораторной работе оформляется на стандартных листах формата А4. Оставляются поля: слева – 25 мм, справа – 10 мм, сверху – 15 мм, внизу – 25 мм. Прилагаемые к работе рисунки вычерчиваются тушью.

Отчет должен включать:

- наименование работы;
- формулировку цели работы;
- условие задачи в соответствии с индивидуальным вариантом, выданным преподавателем (при необходимости приводится соответствующий чертеж);
- подробные вычисления всех требуемых величин с указанием их наименований, приведением соответствующих формул и таблиц;
- анализ соответствия полученных результатов требованиям «Инструкции...» [3].

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа 1. Определение элементарных ошибок измерения углов.....	4
2. Лабораторная работа 2. Предрасчет ошибки выноса в натуру оси вала лебедки.....	8
3. Лабораторная работа 3. Определение ошибки конечного пункта подземного полигонометрического хода.....	15
4. Лабораторная работа 4. Предрасчет ошибки ориентирования через два вертикальных ствола.....	23
5. Лабораторная работа 5. Предрасчет ошибки ориентирования через один вертикальный ствол.....	28
Оформление отчета о лабораторной работе.....	34
Список рекомендованной литературы.....	34

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркшейдерия: Анализ точности маркшейдерских работ: Лабораторный практикум / Н.П. Сапронова, Ю.Н. Новичихин. - М.: Изд. Дом МИСиС, 2015. - 69 с.
2. Основы геодезии и маркшейдерии: учеб. пособие / С. В. Смолич, А. Г. Верхотуров, И. Н. Юдина; Забайкал. гос. ун-т. – Чита: ЗабГУ, 2016. – 143 с.
3. Геодезия: учеб. пособие / М. С. Нестеренок. – Минск: Выш. шк., 2012. – 288 с.: ил.
4. Чекалин С.И. Геодезия в маркшейдерском деле: Учебник для вузов. –М.: Изд. «Академический Проект», 2012. – 495 с.
5. Маркшейдерское дело: Учебник для вузов / Д. Н. Оглоблин, Г. И. Герасименко, А. Г. Акимов; Д.Н. Оглоблин, Г.И. Герасименко, А.Г. Акимов и др. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1981. - 704 с.
6. Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах. Киев, 2001. 126 с.
7. Маркшейдерское дело: Учебник для вузов/ Д.Н.Оглоблин, Г.И.Герасименко, А.Г.Акимов, М.Н.Зоря, Г.И.Козловский, В.В.Мирный и др. – 3-е изд., пере раб и доп. М.: Недра, 1981, 704 с.: ил.
8. Маркшейдерское дело: Учебник для вузов. – В двух частях/ Под ред. И.Н.Ушакова. – 3-е изд. пере раб и доп. – М.:Недра, 1989. – Часть 2/ А.Н.Белоликов, В.Н.Земисев, Г.А.Кротов, Г.Н.Кузнецов, В.Н.Лавров и др. – 437 с.: ил.
9. Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах: Инструкция/ Разраб.: М.Е.Капланец (предс.), И.Ф.Озеров (зам. предс.), В.И.Филатов (зам. предс.), И.А.Левченко (секр.), В.И.Беженцев, Ю.Н.Гавриленко, В.В.Мирный, В.К.Музыкантов и др. – Изд. офиц. – Киев: Минтопэнерго Украины, 2001. 264 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МАРКШЕЙДЕРИЯ. АНАЛИЗ МАРКШЕЙДЕРСКИХ СЪЁМОК»

Составители:

Мирный Вячеслав Васильевич

Филатова Ирина Викторовна

Донецк – 2020