

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

Кафедра маркшейдерского дела, кадастра и геодезии

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ  
ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания к лабораторным работам №№ 1–4  
для специальности 130400.65 «Горное дело»  
специализации 130404.65 «Маркшейдерское дело»  
очной формы обучения

Составители Г. С. Головки  
Т. Б. Рогова

Утверждены на заседании кафедры  
Протокол № 14 от 11.03.2013  
Рекомендованы к печати  
учебно-методической комиссией  
специализации 130404.65  
Протокол № 5 от 12.03.2013  
Электронная копия хранится в библиотеке  
КузГТУ

Кемерово 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Специальная дисциплина «Маркшейдерские работы при подземной разработке полезных ископаемых» изучается в пятом и шестом семестрах.

Целью изучения дисциплины является формирование представления о будущей профессии, получение базовых знаний об основных принципах выполнения пространственно-геометрических измерений на поверхности и в подземном пространстве на всех этапах освоения месторождения.

Дисциплина формирует у студента теоретические представления значимости маркшейдерской службы для обеспечения технологического цикла работ на всех стадиях освоения недр. Знание дисциплины позволяет осознанно подойти в дальнейшем к изучению других дисциплин профессионального цикла, в рамках которых происходит более подробное рассмотрение всех аспектов подземной добычи.

Освоение дисциплины направлено на развитие способности определять пространственно-геометрическое положение объектов, осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения, обрабатывать и интерпретировать их результаты (общепрофессиональная компетенция ПК–13), а именно:

– **знать** задачи маркшейдерской службы при обеспечении горного производства; устройство и принцип действия маркшейдерских приборов; методы, допуски и точность маркшейдерских измерений;

– **уметь** определять пространственно-геометрическое положение объектов; осуществлять необходимые геодезические и маркшейдерские измерения; обрабатывать и интерпретировать результаты угловых и линейных измерений;

– **владеть** терминологией, основными понятиями маркшейдерии; методами и средствами пространственно-геометрических измерений горных объектов; навыками обработки результатов измерений.

Дисциплина формирует готовность осуществлять производство маркшейдерско-геодезических работ, определять пространственно-временные характеристики состояния земной поверхности и недр, горнотехнических систем, подземных и наземных сооружений и отображать информацию в соответствии с современными нормативными требованиями (профессионально-специализированная компетенция ПСК–4–1): а именно:

– **знать** принципы выполнения маркшейдерских измерений на земной поверхности и в подземном пространстве; маркшейдерские сети и съемки; методы и средства пространственно-геометрических измерений при проведении горных выработок;

– **уметь** создавать плановые, высотные и планово-высотные инструментальные сети на земной поверхности и в горных выработках; вычислять параметры и выполнять перенос в натуре проектных элементов сооружений различного назначения; выполнять съемки горнотехнических систем и создавать горную графическую документацию;

– **владеть** приемами производства маркшейдерско-геодезических съемок; приемами маркшейдерского контроля состояния горных выработок и земной поверхности на всех стадиях освоения недр; методикой принятия решений по результатам выполнения маркшейдерского контроля.

Цикл работ составлен в соответствии с программой дисциплины и с учетом требований Инструкции по производству маркшейдерских работ.

Перечень, сроки выполнения и защиты лабораторных работ определяются преподавателем. Индивидуальные задания устанавливаются студентом по номеру варианта, который назначается преподавателем на весь цикл лабораторных занятий.

Допуск студента к выполнению очередной лабораторной работы производится на основании проверки преподавателем готовности студента к работе. Студент должен знать:

– теоретическую основу, цели, задачи и содержание лабораторной работы;

– инструменты и приборы, их размещение, эксплуатацию и технику безопасности;

– последовательность работы;

– методы измерений и форму их записи.

В процессе выполнения работы преподаватель консультирует студентов и контролирует правильность ее выполнения. После окончания работы студент представляет преподавателю отчет.

К защите принимаются отчеты, сданные в срок, выполненные в строгом соответствии с заданием по лабораторной работе, с соблюдением ГОСТов и условных маркшейдерских знаков.

Преподаватель проверяет отчет, выносит решение о допуске студента к защите и назначает срок защиты отчета, как правило, вне учебных занятий. При защите отчета преподаватель путем опроса выясняет теоретическую и практическую подготовку студента:

- при слабой теоретической подготовке студенту назначается повторная защита отчета;

- при положительной защите отчета студенту засчитывается выполнение лабораторной работы;

- студенту, успешно защитившему все лабораторные, практические и домашние работы в течение семестра, в конце семестра, без дополнительного опроса, выставляется зачет или допуск на экзамен.

Студент, не защитивший в срок отчет по предыдущей лабораторной работе, к последующей не допускается.

Отчет по лабораторной работе составляется индивидуально каждым студентом. Он должен содержать следующие элементы:

- название и цель работы;

- исходные данные;

- порядок выполнения работы с результатами, представленными в виде полевых журналов, расчетных ведомостей, таблиц и графических материалов;

- выводы, основанные на результатах выполненных расчетов и построений.

Отчет по каждой лабораторной работе оформляется на листах формата А4 (210×297 мм) в текстовом редакторе Word для Windows с соблюдением следующих размеров полей: правое – 10 мм, верхнее и нижние – по 20 мм, левое – 30 мм. Размер шрифта по всей записке – 14 кеглей, печать – через полтора интервала. Вычислительные ведомости оформляются ручкой. Отчеты по лабораторным работам, выполненным в течение семестра, брошюруют в единый отчет и снабжают титульным листом.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1  
Изучение и поверки теодолитов,  
измерение горизонтальных и вертикальных углов<sup>1</sup>

1. Цель работы

1.1. Ознакомиться с особенностями «горных» теодолитов и их поверками.

1.2. Научиться измерять углы в «шахтных» условиях.

2. Оборудование, инструменты и материалы

2.1. Теодолит, технический паспорт и инструкция по работе с теодолитом, шпилька, отвертка.

2.2. Три отвеса, штативы или консоли и приспособления к ним.

2.3. Светильники, переносные стремянки, полевые журналы, мягкий карандаш, бритвенные лезвия.

3. Исходные данные

3.1. Место работы – учебный маркшейдерский полигон.

3.2. Номера и положение вершин измеряемого угла устанавливаются преподавателем.

4. Порядок выполнения работы

4.1. Изучить конструкцию «горного» теодолита и его особенности при измерении углов в подземных горных выработках.

4.2. Произвести поверки теодолита.

4.3. Изучить порядок заполнения полевого журнала подземной теодолитной съемки.

4.4. Выбрать и закрепить вершины измеряемого угла.

4.5. Процентрировать теодолит и привести его в рабочее положение.

4.6. Измерить один и тот же горизонтальный угол одним, двумя и тремя повторениями при начальных отсчетах по лимбу близких к  $0^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $120^\circ$ , т. е. измерить угол три раза одним повторением, три раза двумя повторениями и три раза тремя повторениями.

---

<sup>1</sup> Полевые работы выполняются бригадой в составе 2 человек.

4.7. Измерить горизонтальный угол (пункт 4.6) одним, двумя и тремя приемами при начальных отсчетах по лимбу близких к  $0^\circ$ ,  $60^\circ$  и  $120^\circ$ , т. е. измерить угол три раза одним приемом, три раза двумя приемами и три раза тремя приемами (табл. 1).

Таблица 1

Значения начальных отсчетов при измерении угла способом приемов

Номер измерения угла	Установка лимба	Число приемов		
		один	два	три
		начальные отсчеты $a_1, ^\circ$		
1	1	0	0	0
	2	–	90	60
	3	–	–	120
2	1	60	60	60
	2	–	150	120
	3	–	–	180
3	1	120	120	120
	2	–	210	180
	3	–	–	240

4.8. Установить по результатам измерения угла способом повторений среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним, двумя и тремя повторениями.

4.9. Установить по результатам измерения угла способом приемов среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним, двумя и тремя приемами.

4.10. Вычислить инструментальную погрешность измерения горизонтального угла одним, двумя и тремя повторениями и приемами.

4.11. Построить графики вычисленных погрешностей измерения горизонтального угла в зависимости от количества приемов и повторений.

4.12. Сравнить полученные результаты и сделать заключение о точности измерений.

4.13. Измерить вертикальный угол при двух различных значениях места нуля (МО).

4.14. Привести МО к отсчету близкому  $0^\circ$ .

4.15. Измерить вертикальный угол (пункт 4.13) при исправленном значении МО.

4.16. Установить по результатам измерения среднюю квадратическую погрешность измерения вертикального угла.

4.17. Сравнить полученный результат со средней квадратической погрешностью измерения вертикальных углов в полигонометрических ходах.

## 5. Оформление работы

5.1. Работа оформляется самостоятельным отчетом с приложением полевого журнала.

5.2. В отчете необходимо привести:

5.2.1. Место работы, тип и номер теодолита, название завода и дату выпуска.

5.2.2. Особенности конструкции теодолита, его поверки и надежность.

5.2.3. Способ центрирования теодолитов и сигналов.

5.2.4. Порядок и результаты измерения горизонтального угла способом повторений, оценку точности.

5.2.5. Порядок и результаты измерения горизонтального угла способом приемов, оценку точности.

5.2.6. Сопоставление точности измерения угла различными способами.

5.2.7. Порядок и результаты измерения вертикального угла, оценку точности.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Производство и камеральная обработка замкнутого полигонометрического хода с тригонометрическим нивелированием<sup>2</sup>

### 1. Цель работы

1.1. Изучить методику производства и камеральной обработки полигонометрических ходов в шахте.

---

<sup>2</sup> Полевые работы выполняются бригадами в составе 4–5 человек, а камеральная обработка – каждым студентом по индивидуальным исходным данным.

1.2. Научиться производить измерения горизонтальных и вертикальных углов в полигонометрических ходах.

1.3. Научиться производить линейные измерения в полигонометрических ходах.

1.4. Научиться определять высоты пунктов в подземных теодолитных ходах тригонометрическим нивелированием.

1.5. Научиться производить камеральную обработку полигонометрических ходов с применением ЭВМ.

## 2. Оборудование, инструменты и материалы

Теодолит, три консоли или три штатива, три отвеса, три светильника, стремянка, рулетка, термометр, динамометр, журналы: полевых измерений, обработки длин сторон, вычисления координат и вычисления отметок пунктов.

## 3. Исходные данные

3.1. Место работы – учебный маркшейдерский полигон: северное или восточное крыло главного учебного корпуса, по коридорам смежных этажей 4–3, 3–2, 2–1.

3.2. Крыло корпуса, название этажей, номера и положение вершин, по которым прокладывается полигонометрический ход, исходные твердые стороны и пункты устанавливаются для бригады по табл. 2.

3.3. Значение дирекционного угла исходной стороны, указанной в табл. 2, принимается равным  $2..^{\circ}50'40''$  (десятки и единицы градусов соответствуют номеру варианта).

3.4. Координаты исходного пункта ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) устанавливаются для каждого студента согласно номеру варианта по табл. 3.

3.5. Для нечетных вариантов решение полигонометрического хода производится по левым, а для четных – по правым углам, не уравненным за горизонт.

## 4. Порядок выполнения работы

4.1. Произвести рекогносцировку и ознакомиться с местами закрепления пунктов полигонометрического хода (рис. 1).

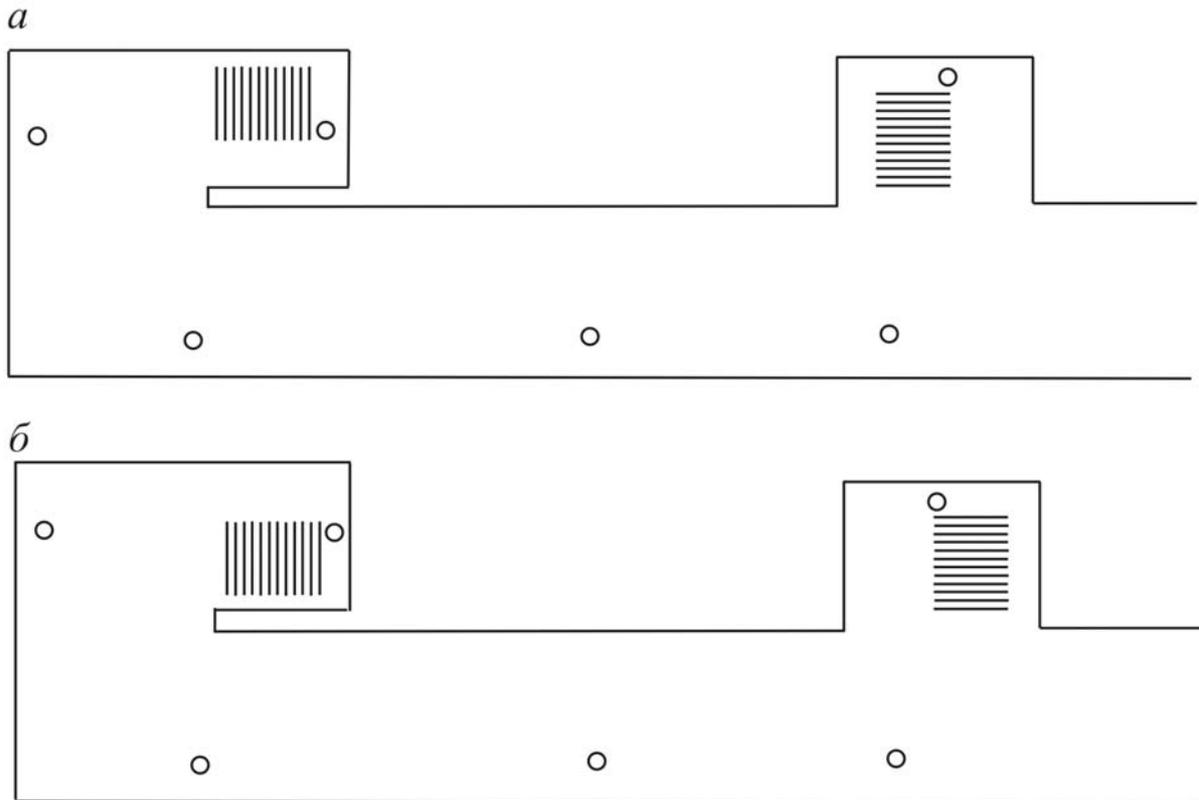


Рис. 1. Схема расположения пунктов полигонометрического хода: *а* – на «поверхности» (верхний этаж маркшейдерского полигона); *б* – в «шахте» (нижний этаж маркшейдерского полигона)

4.2. Произвести все полевые наблюдения, а именно: измерение горизонтальных и вертикальных углов, длин сторон хода, высоты инструмента и высоты визирования в соответствии с требованиями Инструкции по производству маркшейдерских работ<sup>3</sup>.

4.3. По мере прокладки полигонометрического хода производить съемку подробностей с ведением абриса.

<sup>3</sup> Горизонтальные углы при каждой вершине хода следует для контроля измерять левые и правые по ходу одним полным повторением или приемом.

Результаты всех угловых и линейных измерений при прокладке полигонометрического хода заносят только в специально установленный журнал измерений. Другой вид записей не допускается.

При установке сигналов в «кровле» выработки, центрировании теодолита и измерении длин сторон строго соблюдать необходимые меры безопасности.

Таблица 2

## Исходные данные для выполнения полевых работ

Бригада	Место работы		Местоположение вершин хода			Номера вершин	Исходная сторона	Исходный пункт
	крыло корпуса	этажи	центральные	ближайшие к стене	дальние от стены			
1	северное	4-3	+			11-12-13-23- 24-15-16-17- 18-10-11	11-12	12
2	северное	4-3		+				
3	северное	4-3			+			
4	северное	3-2	+			16-15-14-1-2- 20-21-3-4-17- 16	16-15	15
5	северное	3-2		+				
6	северное	3-2			+			
7	северное	4-2	+			10-12-13-23- 14-1-2-20-3-4- 17-18-10	10-12	12
8	северное	4-2		+				
9	северное	4-2			+			
10	восточное	4-3	+			52-51-5-59-58- 57-56-55-6-54- 53-52	52-51	51
11	восточное	4-3		+				
12	восточное	4-3			+			
13	восточное	3-2	+			57-58-59-7-60- 61-62-11-8-55- 56-57	57-58	58
14	восточное	3-2		+				
15	восточное	3-2			+			

Таблица 3

## Координаты исходных пунктов (условные)

Вариант	X, м	Y, м	Z(H), м	Вариант	X, м	Y, м	Z(H), м
1	5980,200	600120,090	685,145	21	5019,135	305090,140	735,940
2	4721,100	675240,140	670,115	22	5242,610	605710,040	785,110
3	4928,200	395130,120	692,210	23	5738,710	720140,670	644,275
4	5127,150	705105,210	724,110	24	5928,515	690840,450	698,175
5	5436,140	320130,130	657,115	25	2015,985	340210,575	610,185
6	5975,230	710125,750	775,050	26	2374,210	715110,610	635,210
7	2968,190	415135,600	684,045	27	2576,315	675075,940	720,130
8	5642,170	390450,100	715,410	28	4448,720	401610,140	685,735
9	6515,380	352710,240	695,740	29	4956,510	315140,950	724,680
10	7430,450	525817,310	778,230	30	5147,320	274650,440	778,830
11	8250,250	640530,510	615,835	31	5959,470	375210,225	623,570
12	4754,720	715610,370	686,640	32	6174,230	497675,370	656,210
13	3955,500	324370,070	645,315	33	6865,350	627370,280	757,470
14	2998,680	395275,180	794,640	34	9147,170	684425,675	629,640
15	3745,740	610315,630	724,730	35	9854,860	725315,825	663,345
16	5244,420	694280,720	689,270	36	9058,640	394270,175	697,860
17	6485,320	732480,900	664,960	37	8756,845	353380,285	687,530
18	7344,240	748210,740	719,280	38	7345,195	264374,380	625,140
19	8425,300	310740,150	763,430	39	7684,640	624473,630	672,470
20	4574,710	375650,240	798,295	40	5348,320	715210,810	663,215

#### 4.4. Камеральная обработка

4.4.1. Произвести обработку полевых журналов измерений углов и длин сторон полигона. Вывести средние значения измеренных углов и длин сторон с контролем во вторую руку (участвуют все члены бригады).

4.4.2. Установить угловую невязку хода и сравнить ее с допустимой по инструкции.

4.4.3. Угловую невязку хода, если она не превышает допустимую, поровну распределить на все углы хода с обратным знаком.

4.4.4. В соответствии с пунктами 3.3 и 3.4 выписать исходные данные из табл. 3.

4.4.5. Вычислить дирекционные углы сторон полигонометрического хода с контролем.

4.4.6. Привести измеренные длины сторон к плоскости проекции Гаусса, т. е. ввести в измеренные длины поправки: за компарирование (табл. 4), за разность температур при измерении и компарировании, за провес, за наклон, поправки за приведение на уравненную поверхность и на плоскость проекции Гаусса.

4.4.7. Сравнить результаты приведенных значений длин из прямого и обратного измерений и сопоставить их разности с требованиями инструкции. При допустимой разности вывести средние значения приведенных длин.

4.4.8. Произвести вычисление приращений координат с контролем и определить невязки в приращениях координат, абсолютную и относительную линейные невязки хода и сравнить их с допустимыми.

4.4.9. При допустимой невязке хода невязки в приращениях координат распределить на все приращения хода пропорционально длинам сторон с обратным знаком.

4.4.10. Вычислить координаты  $X$  и  $Y$  вершин сторон.

4.4.11. Вычислить по результатам тригонометрического нивелирования превышения между пунктами хода в прямом и обратном направлениях. Разности в превышениях сравнить с допустимыми по инструкции.

Таблица 4

Результаты компарирования рулетки нормальным метром (мм)

Интервал рулетки, м	Паспорт рулетки				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
	Температура компарирования, °				
	22	20	19	23	21
	Стрела провеса, см				
	24	19	23	17	22
0-1	-0,07	+0,02	+0,13	-0,09	-0,21
0-2	-0,09	+0,05	+0,15	-0,11	-0,33
0-3	+0,15	+0,07	+0,16	-0,14	-0,44
0-4	+0,19	+0,09	+0,21	-0,18	-0,56
0-5	+0,25	+0,11	+0,23	-0,20	-0,58
0-6	+0,31	+0,18	+0,25	-0,28	-0,60
0-7	+0,34	+0,23	+0,26	-0,29	-0,67
0-8	+0,39	+0,27	+0,28	-0,38	-0,74
0-9	+0,46	+0,30	+0,29	-0,36	-0,81
0-10	+0,49	+0,48	+0,31	-0,39	-0,82
0-11	+0,58	+0,52	-0,35	-0,43	-0,85
0-12	+0,65	+0,55	-0,37	-0,48	-0,90
0-13	+0,66	+0,59	-0,39	-0,51	-0,95
0-14	+0,73	+0,60	-0,41	-0,53	-0,99
0-15	+0,79	+0,65	-0,45	-0,57	-1,00
0-16	+0,84	+0,71	-0,47	-0,62	-1,02
0-17	+0,88	+0,86	-0,49	-0,65	-1,06
0-18	+0,91	+0,87	-0,51	-0,66	-1,09
0-19	+0,97	+0,89	-0,56	-0,70	-1,11
0-20	+0,99	+0,93	-0,63	-0,79	-1,13
0-21	+1,06	+0,98	-0,69	-0,84	-1,17
0-22	+1,09	+1,00	-0,72	-0,88	-1,19
0-23	+1,12	+1,05	-0,80	-0,95	-1,20
0-24	+1,12	+1,05	-0,87	-0,97	-1,13
0-25	+1,15	+1,07	-0,90	-0,98	-1,26
0-26	+1,18	+1,09	-0,92	-1,01	-1,29
0-27	+1,21	+1,10	-0,92	-1,05	-1,30
0-28	+1,24	+1,11	-0,95	-1,07	-1,30
0-29	+1,25	+1,14	-0,98	-1,09	-1,32
0-30	+1,29	+1,16	-1,02	-1,11	-1,34

Интервал рулетки, м	Паспорт рулетки				
	№ 6	№ 7	№ 8	№ 9	№ 10
	Температура компарирования, °				
	22	21	20	18	20
	Стрела провеса, см				
	27	26	16	14	15
0–1	+0,15	–0,03	+0,01	–0,10	+0,01
0–2	+0,21	–0,09	+0,06	–0,12	+0,02
0–3	+0,29	–0,11	+0,09	–0,17	+0,03
0–4	+0,38	–0,15	+0,12	–0,21	+0,05
0–5	+0,40	–0,19	+0,15	–0,27	+0,06
0–6	+0,47	–0,20	+0,21	–0,31	+0,08
0–7	+0,52	–0,25	+0,24	–0,38	+0,09
0–8	+0,61	–0,29	+0,27	–0,45	+0,15
0–9	+0,69	–0,31	+0,31	–0,54	+0,17
0–10	+0,70	–0,38	+0,35	–0,59	–0,23
0–11	+0,78	–0,40	+0,39	–0,67	–0,26
0–12	+0,82	–0,47	+0,40	–0,68	–0,29
0–13	+0,89	–0,49	+0,48	–0,71	–0,31
0–14	+0,91	–0,51	+0,49	–0,75	–0,35
0–15	+0,99	–0,58	+0,52	–0,83	–0,37
0–16	+1,25	–0,63	+0,55	–0,89	–0,39
0–17	+1,38	–0,69	+0,58	–0,90	–0,46
0–18	+1,46	–0,78	+0,63	–0,91	–0,48
0–19	+1,54	–0,79	+0,67	–0,94	–0,54
0–20	+1,59	–0,80	+0,71	–0,98	–0,59
0–21	+1,61	–0,82	+0,73	–1,01	–0,68
0–22	+1,66	–0,83	+0,76	–1,05	–0,72
0–23	+1,74	–0,95	+0,80	–1,08	–0,81
0–24	+1,84	–1,09	+0,81	–1,12	–0,89
0–25	+1,89	–1,11	+0,84	–1,14	–0,94
0–26	+1,95	–1,15	+0,89	–1,16	–0,99
0–27	+2,01	–1,29	+0,91	–1,17	–1,15
0–28	+2,03	–1,32	+0,93	–1,29	–1,38
0–29	+2,06	–1,38	+0,94	–1,34	–1,39
0–30	+2,09	–1,46	+1,00	–1,45	–1,41

4.4.12. Определить средние значения превышений и вычислить невязку хода по высоте.

4.4.13. При допустимой высотной невязке хода распределить невязку на все превышения хода пропорционально длинам сторон с обратным знаком.

4.4.14. Вычислить координату  $Z$  вершин полигона.

4.4.15. Подготовить исходные данные для вычисления полигонометрического хода на ЭВМ.

4.5. Составить план расположения горных выработок в масштабе 1:200 – 1:500.<sup>4</sup>

### ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

#### Геометрическое нивелирование по горным выработкам

##### 1. Цель работы

1.1. Научиться производить геометрическое нивелирование по пунктам, закрепленным в кровле выработки, и определять их высотные отметки.

##### 2. Оборудование и инструменты

Нивелир, нивелирные рейки – две, светильники – два, журналы наблюдений и вычислений.

##### 3. Исходные данные.

3.1. Место работы и состав бригады те же, что и при выполнении лабораторной работы № 2.

3.2. Полевые работы выполняются бригадами, а камеральная обработка – каждым студентом по индивидуальным исходным данным (табл. 2).

##### 4. Порядок выполнения работы

4.1. Проверить устойчивость исходных реперов. Разность между контрольными превышениями и ранее установленными превышениями между реперами не должна быть более допусков, регламентируемых инструкцией.

---

<sup>4</sup> Отчет оформляется каждым студентом индивидуально. Полевые журналы прилагаются к отчету бригадира.

4.2. Нивелирование производится по пунктам полигонометрического хода в виде замкнутого полигона.

4.3. Нивелирование производится из середины.

4.4. Превышения между пунктами на станции определяются независимо дважды: по черным и красным сторонам реек или при двух горизонтах инструмента<sup>5</sup>.

4.5. Определить невязку хода и сравнить ее с допустимой.

4.6. Фактическую невязку хода распределить поровну на все превышения с обратным знаком.

4.7. Вычислить высоты пунктов полигонометрического хода и сравнить их с результатами тригонометрического нивелирования (лабораторная работа № 2) и составить профиль «горной выработки».

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4

### Задание направлений горной выработке в горизонтальной и вертикальной плоскостях<sup>6</sup>

#### 1. Цель работы

Научиться определять исходные данные и закреплять в натуре направленные отвесы и боковые реперы.

#### 2. Оборудование, инструменты, материалы

Теодолиты – два, консоли (штативы) – две, центрировочные отвесы – десять, рулетка, шнуры по 3,5 м – шесть, дюбели – 12, топорик – 1, нивелир – 1, мел, полевые журналы – 2, карандаш, лезвие.

---

<sup>5</sup> При любом сочетании пунктов на станции («почва-кровля», «кровля-кровля», «кровля-почва», «почва-почва») превышение между ними вычисляется по единой формуле  $\Delta Z = Z - П$ , где  $Z$  – отсчет по задней рейке;  $П$  – отсчет по передней рейке. Отсчетам по рейкам, приложенным к пунктам в «кровле», придается отрицательный знак. Расхождение в превышениях на станции не должно превышать допуски, регламентируемые инструкцией.

<sup>6</sup> Полевые работы выполняются бригадами по 4–5 человек, а камеральная обработка – каждым студентом самостоятельно по индивидуальным исходным данным.

### 3. Исходные данные

3.1. Место работы: северное или восточное крыло главного учебного корпуса. Состав бригады и этажи – те же, что и в лабораторной работе № 2.

3.2. Дирекционные углы исходных сторон и координаты исходных пунктов, расположенных на поворотах горизонтов, принимаются каждым студентом по данным лабораторной работы № 2.

3.3. Дирекционный угол оси «выработки» определить по плану расположения горных выработок (лабораторная работа № 2).

3.4. Уклон выработки принять равным 5 ‰ (0,005).

### 4. Порядок выполнения работы

4.1. Вычислить дирекционный угол направления между крайними пунктами на горизонте и сравнить его с дирекционным углом оси выработки.

4.2. Определить углы поворота и задать направление выработке в горизонтальной плоскости.

4.3. В случае «искривления» выработки перенести направление параллельно оси выработки и задать новые «скобы».

4.3.1. В начале искривления выработки закрепить пункт 1, на который измерить угол.

4.3.2. Вычислить угол для задания направления из пункта 1.

4.3.3. Задать направление из пункта 1 и определить новое значение скобы.

4.4. Задать направление выработке в вертикальной плоскости с помощью боковых реперов<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Отметки пунктов принять из лабораторной работы № 2; отметку пункта, заложенного в почве выработки, – принять равной проектной отметке головки рельса.

## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля теоретических знаний студента в виде письменного или устного опроса разработаны контрольные задания, на которые отводится 30 минут.

Усвоение материала проверяется в «полевых» (путем выполнения измерений) и «камеральных» условиях.

### Задания текущего контроля 1

1. Измерить углы бригадой (3–4 человека) в «подземном» треугольнике или четырехугольнике, созданных в коридоре корпуса, способами, указанными преподавателем, и установить фактическую, допустимую угловые невязки в соответствии с «Инструкцией ...». Сделать вывод о качестве выполненных измерений.

2. Отличия «горных» теодолитов от технических, используемых для маркшейдерско-геодезических работ на поверхности.

3. Методы и точность центрирования теодолитов в подземных условиях.

4. Основные поверки теодолитов и методика их выполнения.

5. Контроль при измерении углов способом повторений и способом приемов.

6. Взять отсчет по горизонтальному кругу, по вертикальному кругу.

7. Место нуля (МО) – определение и исправление. Вычисление углов наклона.

8. Вычисление угла при измерении его  $n$  повторениями,  $n$  приемами.

9. Установление инструментальной погрешности измерения угла способом повторения и приемов.

10. Когда и какой способ измерения углов целесообразно применять при прокладке подземных полигонометрических ходов?

## Задания текущего контроля 2

1. Установление фактической и допустимой угловых невязок в различных видах подземных полигонометрических ходов.
2. Вычисление дирекционных углов сторон полигонометрического хода по измеренным левым и правым углам.
3. Введение в измеренные длины поправок для приведения их к плоскости проекции Гаусса.
4. Вычисление приращений координат с контролем.
5. Установление фактических и допустимых абсолютных и относительных линейных невязок для разных видов полигонометрических ходов.
6. Распределение линейных невязок в подземных полигонометрических ходах.
7. Вычисление координат  $X$  и  $Y$  вершин полигонометрического хода.
8. Тригонометрическое нивелирование в подземных горных выработках (цель, схемы, допуски, определение координаты  $Z$  вершин полигона).
9. Вычисление координат пунктов полигонометрических ходов и составление плана расположения выработок на ЭВМ.
10. Применение новых технологий при измерении угловых и линейных параметров при прокладке подземных полигонометрических ходов.

## Задания текущего контроля 3

1. Геометрическое нивелирование в подземных горных выработках (цели, допуски).
2. Приборы, применяемые при геометрическом нивелировании, их поверки и места работ в шахте.
3. Работа на станции, взятие отсчетов по рейкам, допуски, определение фактических и допустимых невязок. Вычисление исправленных превышений между пунктами. Вычисление высотных отметок вершин полигона (двумя способами).
4. Проверка устойчивости исходных пунктов перед началом нивелирования.

5. Допустимые расстояния между нивелиром и рейками при прокладке замкнутых или висячих ходов, пройденных в прямом и обратном направлениях.

6. Основная формула вычисления превышений между пунктами.

7. Как выполняется вертикальная съемка откаточных путей в горных выработках?

8. Периодичность нивелирования откаточных путей.

9. Назначение и построение профиля рельсового пути.

10. Горизонтальный и вертикальный масштабы при построении профиля рельсового пути.

#### **Задания текущего контроля 4**

1. Определение основных параметров для задания направлений горизонтальным и наклонным горным выработкам.

2. Как фиксируют в выработке направления в горизонтальной плоскости?

3. Порядок работы при вынесении в натуру направления в горизонтальной плоскости с помощью отвесов:

– выработка пройдена на 3–4 м;

– выработка пройдена на 8–10 м.

4. Расстояния между отвесами и удаление их от забоя.

5. «Скобы» при задании направлений горным выработкам и их определение.

6. Использование проходчиками направленных отвесов при проведении горных выработок.

7. Проведение горных выработок с помощью лазерных указателей и другими приборами.

8. Задание направления горным выработкам в вертикальной плоскости с помощью боковых (стенных) реперов при наличии проектных высотных отметок головки рельса по пикетам и маркшейдерских пунктов (расчеты, закрепление реперов и отстояние их от забоя).

9. Задание направления горным выработкам в вертикальной плоскости при наличии боковых (стенных) реперов на предыдущем пикете, известном расстоянии между пикетами и известном проектном уклоне.

10. Как используют боковые (стенные) реперы при укладке рельсов в горных выработках?

11. Шаблоны для задания направления горной выработке в вертикальной плоскости.

12. Задание направления выработке в вертикальной плоскости при помощи теодолита.

13. Задание направления криволинейной части выработки в горизонтальной плоскости.

14. Определить параметры для задания боковых реперов в горной выработке (рис. 2, табл. 5).

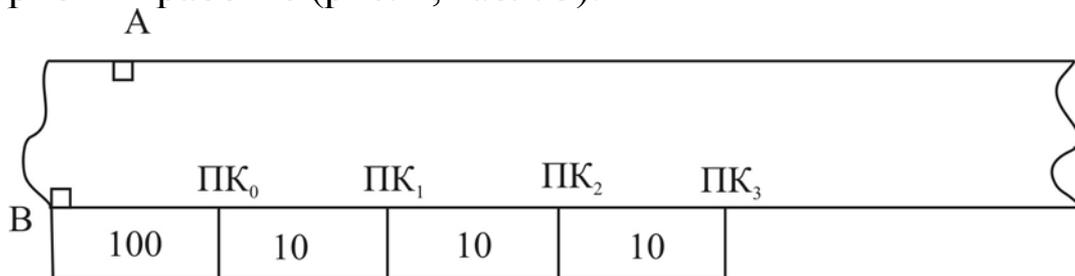


Рис. 2. Схема для задания направления горной выработке в вертикальной плоскости боковыми реперами

Таблица 5

Исходные данные для задания направления сбойки в вертикальной плоскости

Вариант	Высотная отметка пункта, м		Отчет по рейке, м	Размер скобы, м	Уклон выработки
	$Z_A$	$Z_B$			
3	202,9	200,0	1,1	1,0	0,005
4	415,0	412,0	1,4	1,0	0,005
5	514,0	511,0	1,5	1,0	0,003
6	312,0	309,0	1,3	1,0	0,004
8	115,0	112,0	1,1	1,0	-0,005
9	588,115	585,215	1,1	1,0	0,006
10	527,0	524,5	1,0	1,0	0,003
11	141,0	138,3	1,2	1,0	-0,005
13	202,7	200,0	1,2	1,0	-0,005

15. Определить углы поворота для задания направления сбойки (рис. 3, табл. 6).

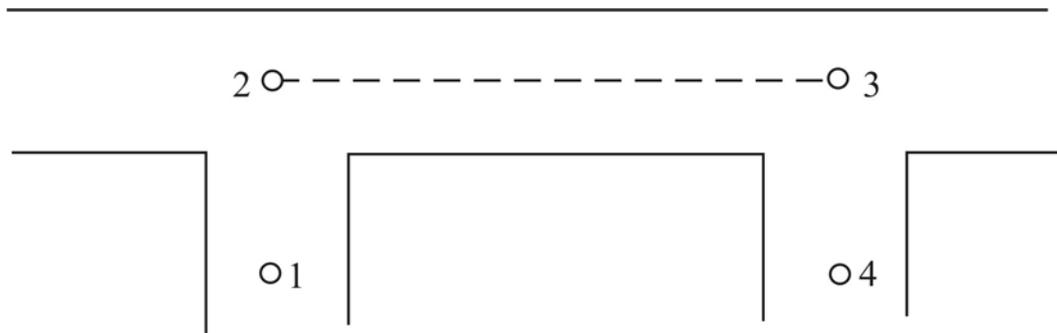


Рис. 3. Схема для задания направления горной выработке в горизонтальной плоскости

Таблица 6

Исходные данные для задания направления сбойки в горизонтальной плоскости

Вариант	Координаты пунктов, м				Дирекционные углы направлений, град.	
	$X_2$	$Y_2$	$X_3$	$Y_3$	$\alpha_{1-2}$	$\alpha_{4-3}$
3	4	4	3	2	50	70
4	150	200	50	300	40	50
5	300	100	200	200	80	85
6	100	250	200	150	60	55
8	200	50	100	150	50	40
9	2100	3553	2200	3453	47	81
10	1300	1450	1400	1350	50	43
11	5913	6063	6013	5963	63	58
13	675	1285,5	634,5	1323	105	285

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Инструкция по производству маркшейдерских работ (РД 07-603-03) / кол. авт. – М. : ФГУП Государственное предприятие НТЦ по безопасности в промышленности ГГТН России, 2004. – 120 с.
2. Маркшейдерия: учеб. для вузов / под ред. М. Е. Певзнера, В. Н. Попова. – М. : Изд-во Моск. гос. горного ун-та, 2003. – 419 с.
3. Маркшейдерское дело: учеб. для вузов: 2 ч. / под ред. И. Н. Ушакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Недра, 1989. – Ч. 1 / А. Н. Белоликов [и др.]. – 311 с.
4. Оглоблин, Д. Н. Маркшейдерское дело / Д. Н. Оглоблин [и др.]. – М. : Недра, 1981. – 704 с.
5. Справочник по маркшейдерскому делу / под общ. ред. А. Н. Омельченко. – М. : Недра, 1979. – 576 с.
6. ГОСТ 2.850-75 – ГОСТ 2.857-75. Горная графическая документация. – Введ. 27.03.75. – М. : Издательство стандартов, 1976. – 199 с. – (Государственный стандарт Союза ССР).
7. Жариков, Е. Д. Новые технологии ведения подземных маркшейдерских работ / Е. Д. Жариков [и др.]. – М. : Недра, 1992. – 302 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	1
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1. Изучение и поверки теодолитов, измерение горизонтальных и вертикальных углов.....	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2. Производство и камеральная обработка замкнутого полигонометрического хода с тригонометрическим нивелированием.....	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3. Геометрическое нивелирование по горным выработкам.....	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4. Задание направления горной выработке в горизонтальной и вертикальной плоскостях..	15
ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	17
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	22

Составители

Головко Галина Сергеевна  
Рогова Тамара Борисовна

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ  
ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания к лабораторным работам №№ 1–4  
для специальности 130400.65 «Горное дело»  
специализации 130404.65 «Маркшейдерское дело»  
очной формы обучения

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 15.04.2013. Формат 60×84/16.  
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 1,5.  
Тираж 36 экз. Заказ .  
КузГТУ.  
650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.  
Типография КузГТУ.  
650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4 А.