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

Кафедра маркшейдерского дела и геологии

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания к лабораторным работам
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное
дело, специализация 21.05.04.04 Маркшейдерское дело,
всех форм обучения

Составитель С. П. Бахаева

Утверждены на заседании кафедры
Протокол № 19 от 10.06.2019
Рекомендованы к изданию
учебно-методической комиссией
специализации 21.05.04.04
Протокол № 11 от 18.06.2019
Электронная версия
находится в библиотеке КузГТУ

Кемерово 2019

ВВЕДЕНИЕ

Учебная дисциплина «Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых» относится к базовой части блока «Дисциплины (модули) ОПОП», опирается на знания, умения и навыки, приобретенные обучающимися при освоении ранее изученных дисциплин: геодезия; маркшейдерско-геодезические приборы; математическая обработка результатов измерений; геометрия недр; основы горного дела.

В настоящих методических указаниях приводится цикл лабораторных работ, которые могут выполняться обучающимися в соответствии с программой курса. Перечень, сроки выполнения и защиты лабораторных работ определяются календарным планом учебных занятий.

В результате изучения теоретического материала и выполнения лабораторных работ обучающийся должен **уметь** читать горно-графическую документацию (лабораторная работа №1) и **знать**:

– способы создания съёмочного обоснования при ОРПИ, их достоинства и недостатки, условия применения различных способов (лабораторные работы №2 и №3);

– способы съёмок объектов открытых горных выработок, их достоинства и недостатки, условия применения (лабораторная работа №2);

– методику вынесения в натуру геометрических элементов проекта: характерных точек, осей в горизонтальной и вертикальной плоскостях на прямолинейных и криволинейных участках; методику разбивки плоскости с заданным уклоном (лабораторные работы №5 и №6);

– способы определения объёмов горных и строительных работ при ОРПИ и условия их применения (лабораторные работы №4, №5 и №6);

– требования Инструкции по производству маркшейдерских работ к точности выполнения маркшейдерских работ в условиях ОРПИ.

Индивидуальные задания по каждой лабораторной работе устанавливаются обучающимся по номеру варианта, назначаемому преподавателем.

Оформляются и защищаются лабораторные работы в соответствии с «Положением о защите лабораторных работ» (Приложение 1).

В настоящих методических указаниях помимо заданий для лабораторных работ приводятся примеры подготовки исходных данных, составления расчётных схем и выполнения расчётов на ПЭВМ для двух лабораторных работ: «Выбор оптимального способа создания съёмочного обоснования на ПЭВМ» и «Вычисление и оценка точности определения координат пункта съёмочной сети обратной засечкой на ПЭВМ», предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины.

Приводимые в настоящих методических указаниях схемы и алгоритмы задач, заложенных в программу, позволяют обучающемуся правильно подготовить исходные данные до того, как он обратится к программе, что сократит затраты машинного времени и обеспечит понимание решаемой задачи.

Автором, приведенных в настоящих методических указаниях программ, является А. В. Гаденов.

Все расчёты выполняются обучающимся самостоятельно в соответствии с индивидуальными заданиями по каждой лабораторной работе по номеру варианта, назначаемому преподавателем. Исходные данные для выполнения расчётов, а также результаты расчёта обучающийся записывает в таблицы, примеры которых также приведены в настоящих методических указаниях. В конце лабораторной работы приводятся контрольные вопросы для самопроверки обучающегося по изучаемой теме.

После выполнения каждой лабораторной работы преподаватель проводит собеседование с обучающимся с целью проверки формирования профессионально-специализированной компетенции – готовность осуществлять производство маркшейдерско-геодезических работ, определять пространственно-временные характеристики земной поверхности и недр, горно-геологических систем, подземных и наземных сооружений и отображать информацию в соответствии с современными нормативными требованиями.

Обучающийся, не защитивший в срок отчёт по предыдущей лабораторной работе, к последующей лабораторной работе не допускается.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Решение задач по маркшейдерским планам

1. Цель работы: научиться читать горно-графическую документацию для открытых горных работ и решать задачи по маркшейдерским планам.

2. Исходные данные

1. Комплект горно-графической документации для открытых горных работ.
2. Линия построения профиля горных выработок (табл. 1).

3. Порядок выполнения работы

1. Изучить условные обозначения для горной графической документации: ГОСТ 2.854–75 – ГОСТ 2.857–75.
2. На планах горных работ установить: границы горного и земельного отводов; пункты маркшейдерской опорной и съёмочной сетей; вскрышные и добычные уступы, положение забоев за отдельный календарный срок; геологоразведочные выработки (скважины); дренажные выработки; транспортные машины и механизмы; опасные зоны; вид транспорта, применяемого на карьере; высотные отметки и продольные уклоны осей железной дороги и стационарного конвейера.
3. По сводному плану горных работ в соответствии с вариантом (табл. 1) построить профиль горных выработок.
4. На участке построенного профиля горных выработок (табл. 1) по плану горных работ определить аналитическим и графическим способами: высоту и углы откоса вскрышных и добычных уступов; элементы залегания полезного ископаемого (угол падения и дирекционный угол простирания); угол наклона рабочего и нерабочего бортов карьера, нормальную мощность угольного пласта.

4. Оформление работы

В отчёте представить профиль горных выработок, выполненный карандашом и чертежными инструментами на миллиметровой бумаге формата А4.

На профиле показать: сетку высот через 20 м; две вертикальные скважины (либо проекции скважин на линию профиля) и подписать номер, отметку устья и глубину скважин; горные выработки (вскрышные и добычной уступы); внутренние отвалы; угольный пласт (линию кровли и почвы); сечение подземной выработки (если попадает на линию профиля); опасную зону – оползень (если попадает на линию разреза); над профилем показать ориентирование по сторонам света (север, юг и т.д.); выполнить центрирование профиля (координаты пересечения линии профиля с осью абсцисс подписать над вертикальной линией, с осью ординат – под линией в нижней части профиля).

Подписать название (линию, по которой построен) и масштаб профиля.

Ниже профиля привести аналитическое решение задач, указанных в п. 4 Порядка выполнения работы.

Графическое решение этих задач изобразить на профиле.

5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №1

1. Назначение маркшейдерской горно-графической документации и масштабы, в которых предусмотрено составлять документацию на горных предприятиях.
2. Что понимают под терминами: ориентирование, центрирование профиля. Зачем проводят осевую линию на плане?
3. С какой целью выполняют ориентирование и центрирование профилей и разрезов.
4. Чем отличается профиль от разреза.
5. Показать на плане все объекты, перечисленные в п. 2 Порядка выполнения работы.
6. Объяснить решения задач, указанных в п. 4 Порядка выполнения работы.

Рекомендуемая литература [1, 3, 4, 7, 8, 9].

Таблица 1

Исходные данные по вариантам													
Номер варианта	Лабораторная работа № 1	Лабораторная работа № 2		Лабораторная работа № 5				Лабораторная работа № 6					
				Способ подсчёта объёма полезного ископаемого на складе			Отчётный период для учёта объёма вскрыши	Участок плана	Вид рекультивации				
									карьера			отвала	
	Линия построения профиля	Участок плана	Горизонт	г.с.	в.с.	о.п.			пляжная зона	водоем	засыпка	выполаживание	терасирование
1	скв. 521-509	120–125	270	+			Апрель, 1947	220–222	+				
2	скв. 514-548	125–130	270		+		Май, 1948	222–224		+			
3	скв. 723-794	130–135	270			+	Март,1949	224–226			+		
4	лин. 220	135–140	270	+			Ноябрь,1948	226–228				+	
5	лин. 222	120–125	260		+		Апрель, 1947	228–230					+
6	лин. 224	125–130	260			+	Октябрь,1947	220–222	+				
7	лин. 226	130–135	260	+			Март, 1949	222–224		+			
8	лин. 228	135–140	260		+		Декабрь, 1949	224–226			+		
9	лин. 230	120–125	250			+	Февраль, 1949	226–228				+	
10	скв. 521-509	125–130	250	+			Октябрь, 1948	228–230					+
11	скв. 514-548	130–135	250		+		Ноябрь, 1948	220–222	+				
12	скв. 723-794	135–140	250			+	Октябрь, 1948	222–224		+			
13	лин. 220	120–125	220	+			Июнь, 1946	224–226			+		
14	лин. 222	125–130	240		+		Май, 1949	226–228				+	
15	лин. 224	130–135	240			+	Май, 1946	228–230					+
16	лин. 226	135–140	240	+			Март, 1946	220–222	+				
17	лин. 228	120–125	280		+		Март, 1947	222–224		+			

Продолжение табл. 1

Номер варианта	Лабораторная работа № 1	Лабораторная работа № 2		Лабораторная работа № 5				Лабораторная работа № 6					
				Способ подсчёта объёма полезного ископаемого на складе			Отчётный период для учёта объёма вскрыши	Участок плана	Вид рекультивации				
									карьера			отвала	
	Линия построения профиля	Участок плана	Горизонт	г.с.	в.с.	о.п.			пляжная зона	водоем	засыпка	выполаживание	терасирование
18	лин. 230	125–130	280			+	Апрель, 1947	224–226			+		
19	скв. 521-509	130–135	280	+			Апрель, 1949	226–228				+	
20	скв. 514-548	135–140	280		+		Июнь, 1947	228–230					+
21	скв. 723-794	125–130	220			+	Май, 1946	220–222	+				
22	лин. 220	130–135	220	+			Май, 1948	222–224		+			
23	лин. 222	135–140	220		+		Октябрь, 1948	224–226			+		
24	лин. 224	130–135	230			+	Июль, 1946	226–228				+	
25	лин. 226	135–140	200	+			Ноябрь, 1948	228–230					+
26	лин. 228	130–135	270		+		Июль, 1946	220–222	+				
27	лин. 230	120–125	270			+	Март, 1949	222–224		+			
28	скв. 521-509	125–130	270	+			Июнь, 1948	224–226			+		
29	скв. 514-548	130–135	270		+		Апрель, 1948	226–228				+	
30	скв. 723-794	135–140	270			+	Апрель, 1947	228–230					+

В таблице приняты условные сокращения:

1. Способ подсчёта объёма полезного ископаемого на складе: г.с. – горизонтальных сечений; в.с. – вертикальных сечений; о.п. – объёмной палетки Соболевского.

2. Вид рекультивации: пляжная зона – обустройство водоёма и оформление пляжной зоны; водоём – создание водоёма с максимальной глубиной; засыпка – засыпка выработанного пространства вскрышными породами; выполаживание – рекультивация отвала способом выполаживания; терасирование – рекультивация отвала способом терасирования.

Лабораторная работа №2

Выбор оптимального способа создания съёмочного обоснования на ЭВМ

1. Цель работы: запроектировать пункты съёмочного обоснования для тахеометрической съёмки уступов и произвести оценку точности в зависимости от способа привязки их к пунктам опорной сети.

2. Исходные данные

1. План поверхности Петровского буроугольного месторождения (выдается преподавателем).
2. Участок плана горных выработок и горизонт для проектирования пунктов съёмочного обоснования (см. табл. 1).
3. Способ съёмки подробностей – тахеометрический; масштаб съёмки – 1:2000.

3. Порядок выполнения работы

1. В соответствии с номером варианта установить участок плана горных работ, для съёмки которого необходимо запроектировать пункты съёмочного обоснования.
2. Распечатать план Петровского буроугольного месторождения, по условным обозначениям нанести положение пунктов опорной сети.
3. С учётом требований «Инструкции …» [4, пп. 66, 67, 69, 79, 81, 112, 113] по проектированию съёмочного обоснования для тахеометрического метода съёмки наметить местоположение пунктов, обеспечивающих съёмку заданного по варианту участка горных работ.
4. Произвести привязку пунктов съёмочного обоснования к пунктам опорной сети [1, п. 1.3]: способом прямой геодезической засечки (рис. 1), полярным способом (рис. 2) и способом обратной геодезической засечки (рис. 3).

В пояснительной записке начертить схемы привязки пунктов съёмочного обоснования к пунктам опорной сети для своего варианта.

5. Из каталога координат выписать координаты пунктов опорной сети (табл. 2), к которым произведена привязка пунктов съёмочного обоснования.

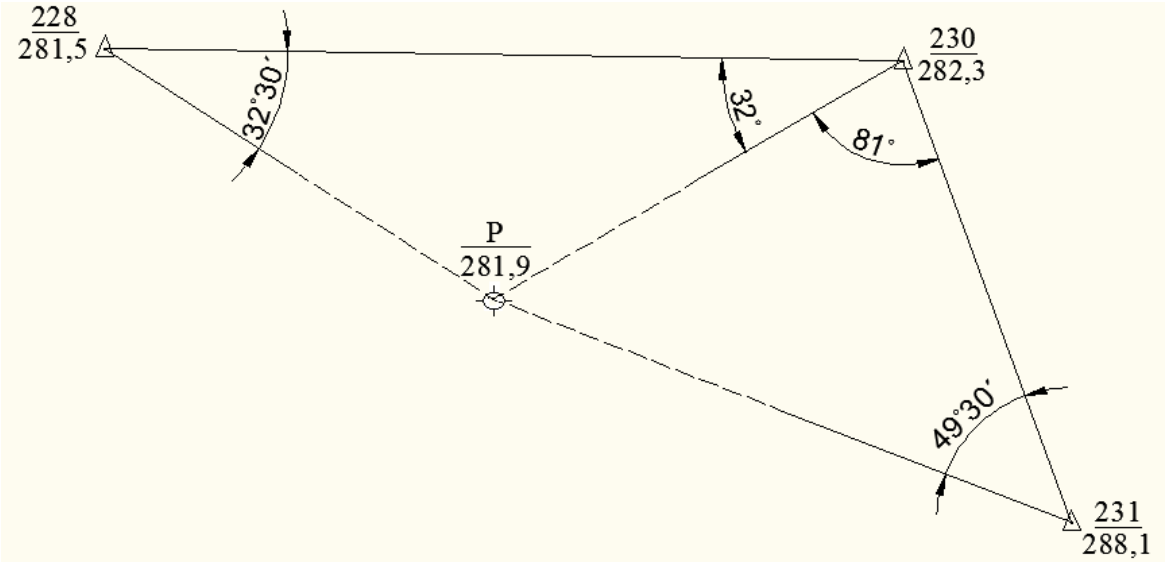

Рис.1. Схема привязки пункта Р способом
прямой геодезической засечки

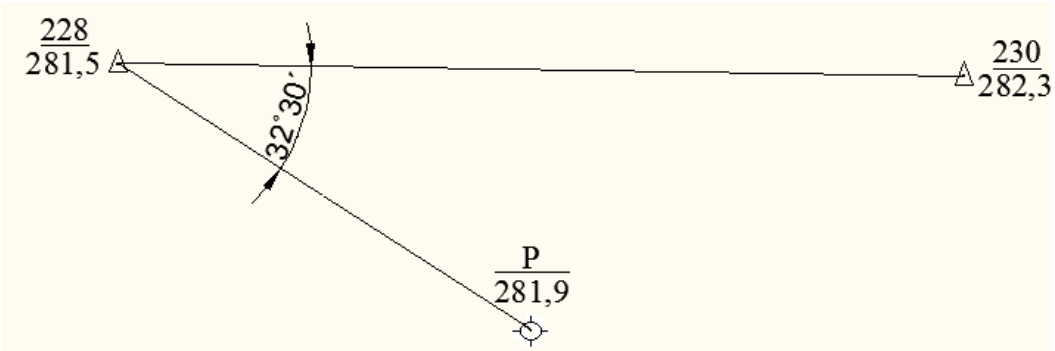

Рис. 2. Схема привязки пункта Р полярным способом

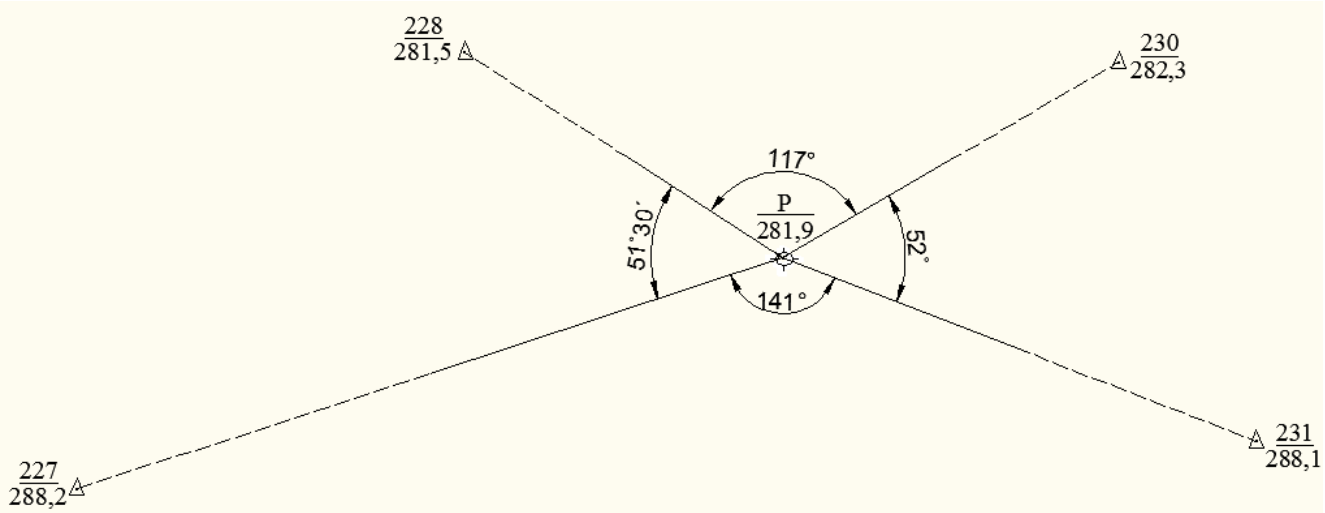

Рис. 3. Схема привязки пункта Р способом
обратной геодезической засечки

Таблица 2

Каталог координат пунктов опорного обоснования
(план поверхности Петровского буроугольного месторождения)

Номер пункта	Координаты, м			Высота наведения, м
	X	**Y**	**Z**	
212	2521590,50	7513600,20	302,91	1,4
214	2521892,50	7512405,10	299,11	1,4
225	2520937,50	7512055,00	287,35	1,4
226	2521220,50	7512200,00	283,10	1,4
227	2520925,30	7512395,00	288,20	1,4
228	2521235,00	7512670,20	281,50	1,4
229	2520952,40	7512775,00	289,10	1,4
230	2521230,00	7513140,00	282,30	1,4
231	2520957,50	7513237,50	288,10	1,4
232	2521187,50	7513435,00	280,70	1,4
233	2520950,00	7513590,00	286,10	1,4
234	2521190,00	7513877,50	282,10	1,4
235	2520900,60	7513962, 40	285,20	1,4

6. На ПЭВМ загрузить программу **«zasechki.exe»:**

– скопировать на диск С папку **GADENOW**;

– на диске С открыть папку **DOSBox-0.74**;

– в папке **DOSBox-0.74** открыть файл **DosBox.exe**;

– в появившемся окне набрать **mount c c:\gadenow\,** Enter;

– набрать **c:\,** Enter;

– набрать **zasechki.exe**, Enter.

7. На ПЭВМ загрузить программу **«zasechki.exe»**, в основном меню программы (рис. 4) выбрать блок **«Работа с каталогом»** (рис. 5), операцию **«Редактирование, просмотр каталога»** (рис. 6).

Программа **«zasechki.exe»** предназначена для решения двух задач:

– **предрасчёта** ожидаемой погрешности положения определяемого пункта на стадии проектирования;

– **анализа** результатов фактических измерений, т.е. оценки точности (расчёта погрешности) положения пункта по результатам произведенных измерений.

В настоящей лабораторной работе выполняется проектирование пунктов съёмочного обоснования. Для выбора оптимального местоположения пунктов и схемы привязки проектируемых пунктов к опорной геодезической сети выполняется **предрасчёт** ожидаемой погрешности,

при этом углы и длины снимают графически. В этой связи **координаты**, полученные при работе с блоком программы «Вычисление погрешности положения пункта съёмочной сети», **использовать** для решения каких-либо задач **недопустимо**.

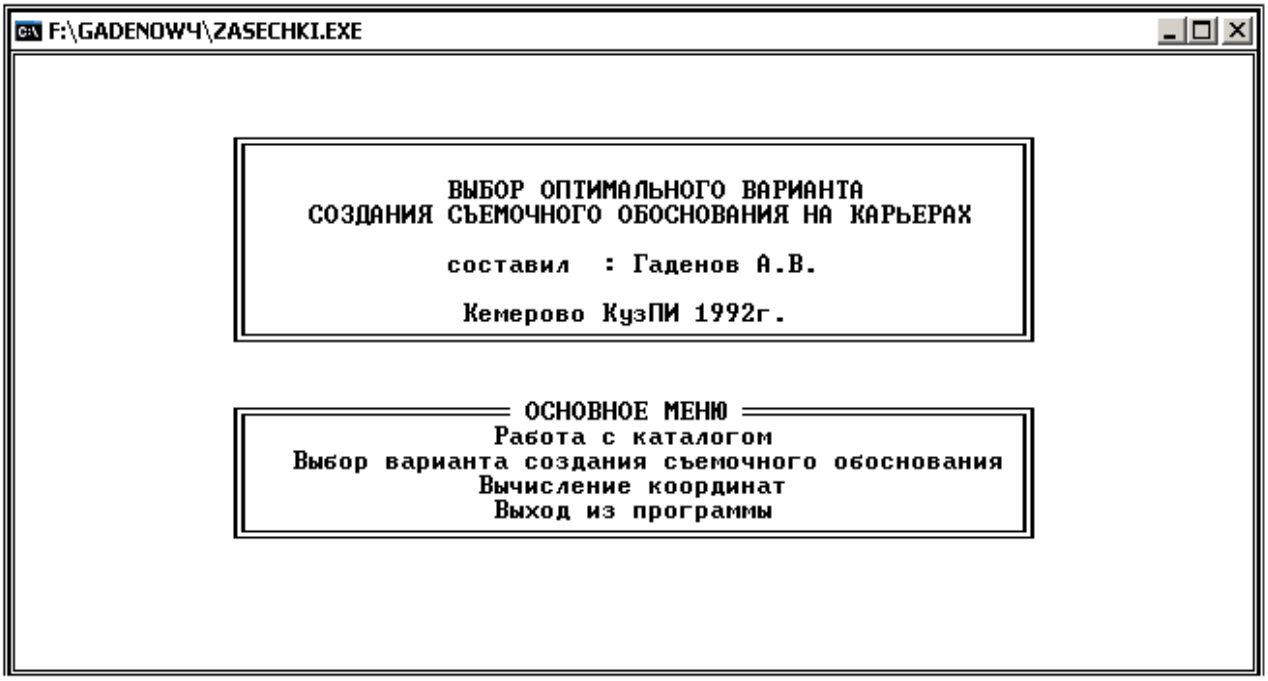

Рис. 4. Вид основного меню на экране

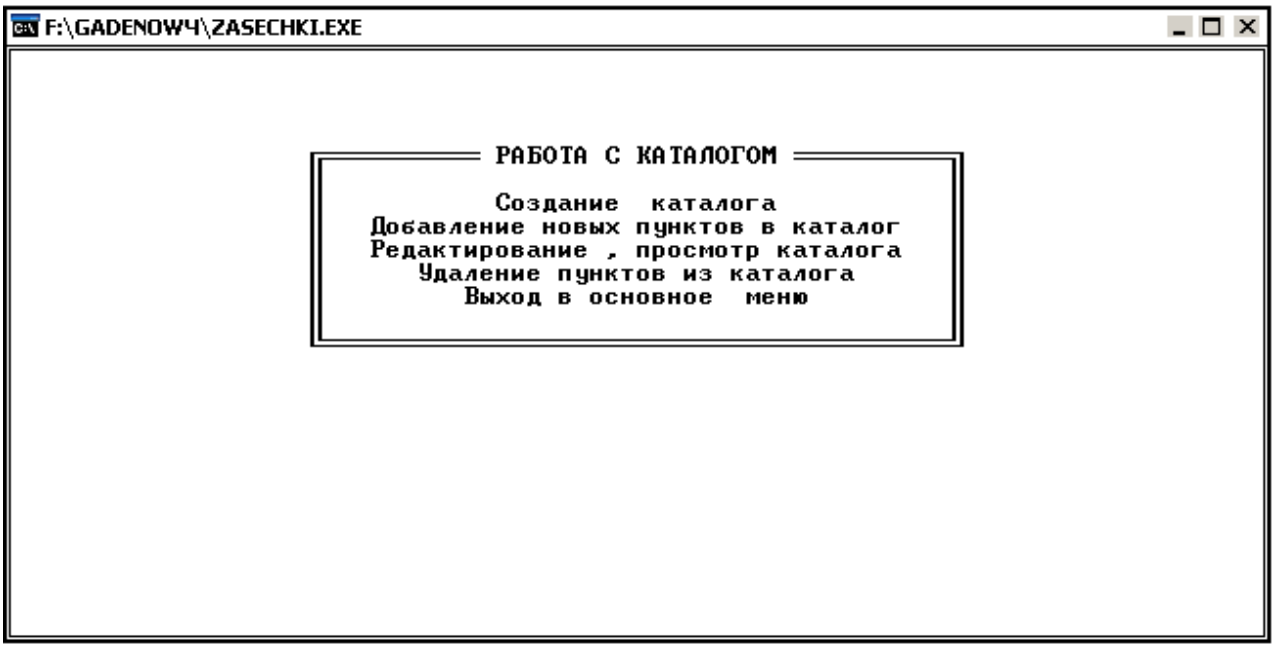

Рис. 5. Вид на экране блока программы «Работа с каталогом»

F:\GADENOW4\ZASECHKI.EXE

Р Е Д А К Т И Р О В А Н И Е К А Т А Л О Г А

N	имя точки	X	Y	Z	высота навед-я
1	227	2520925.300	7512395.000	288.200	1.400
2	228	2521235.000	7512670.200	281.500	1.400
3	230	2521230.000	7513140.000	282.300	1.400

Значение клавиш : клавиши упр-я курсором – перемещение по таблице
Page Up/Down – листает каталог вверх или вниз
<F10> – записать исправления в каталог
<Esk> – выход в меню

Рис. 6. Вид экрана при редактировании каталога

В программе **«zasechki.exe»** не заданы требования «Инструкции …» [4], чтобы не ограничивать её возможности. Поэтому программа **«zasechki.exe»** может быть использована не только для вычисления погрешности пунктов съёмочной сети, но и для решения других задач. Работая с программой необходимо знать допустимые погрешности и управлять программой в зависимости от полученных результатов.

8. Проверить, имеются ли в каталоге сведения о пунктах опорной сети, к которым выполнена привязка запроектированных пунктов съёмочного обоснования, и верно ли занесены сведения о координатах:

– если неверно занесены **координаты** какого-либо пункта, выбрать операцию **«Редактирование, просмотр каталога»** и внести исправления;

– если в каталоге отсутствует **номер** пункта, выбрать операцию **«Добавление новых пунктов в каталог»** и внести сведения в каталог, при этом высоту опорных пунктов (высоту наведения) принять равной 1,4 м (v = 1,4 м).

Составление каталога

– для занесения элемента в список таблицы (рис. 7.) набрать в нижней части таблицы сведения о пункте опорной сети (имя, координаты, высоту наведения) и нажать клавишу «F2»;

– аналогично ввести сведения обо всех пунктах опорной сети (не более 10);

– для занесения всего списка в каталог нажать клавишу «F10».

F:\GADENOWЧ\ZASECHKI.EXE

Р Е Д А К Т И Р О В А Н И Е К А Т А Л О Г А

N	имя точки	X	Y	Z	высота навед-я
1	227	2520925.300	7512395.000	288.200	1.400
2	228	2521235.000	7512670.200	281.500	1.400
3	230	2521230.000	7513140.000	282.300	1.400

```
Имя пункта          231 X=    2520957.500 F2 - внести эл-т в список
                        Y=    7513237.500 F10- -"- список в каталог
                        Z=        288.100
Высота наведения на виз-ю цель v=   1.400 <Esc> - выход в меню
```

Рис. 7. Вид экрана при пополнении каталога

В списке (рис. 7.) находятся сведения о пунктах «227», «228» и «230», при нажатии клавиши «F10» информация об этих пунктах будет занесена в каталог, сведения о пункте «231» не будут занесены в каталог, так как этот элемент не внесён в список.

9. Подготовить исходные данные для расчёта погрешности положения пунктов съёмочного обоснования в плане:

– углы наклона с опорных пунктов на определяемые вычислить по отметкам пунктов, указанным на плане, и горизонтальным проложениям, измеренным графически;

– высотную отметку пункта съёмочного обоснования Р установить по плану путём интерполяции по отметкам пикетов рабочей площадки горизонта, на котором нанесено проектное положение пунктов съёмочной сети;

– высоту инструмента принять равной 1,4 м (i = 1,4 м);

– исходные данные для расчёта погрешности положения пункта в плане, определяемого прямой (два варианта) и обратной (четыре варианта) засечками свести в табл. 3; полярным способом (два варианта углы измерить от двух исходных пунктов, измерение длины предусмотреть светодальномером и рулеткой) в табл. 4.

Для ввода в программу углы записать в градусах (поставить точку), затем минуты и секунды (без интервалов и точек).

Таблица 3

Исходные данные для расчёта погрешности положения пункта, определяемого прямой и обратной засечками (пример)

Вид засечки	Вариант	Имена опорных пунктов	Внутренний угол на опорном пункте	Направления на опорные пункты
Прямая	1	228 230	32.3000 32.0000	
	2	230 231	81.0000 49.3000	
Обратная	1	228 230 231		0.0000 117.0000 169.0000
	2	230 231 227		0.0000 52.0000 193.0000
	3	228 231 227		0.0000 169.0000 310.0000
	4	230 227 228		0.0000 193.0000 244.3000

Таблица 4

Исходные данные для расчёта погрешности положения пункта, определённого полярным способом (пример)

Наименование характеристики	Исходные данные	
	Вариант 1	Вариант 2
Название определяемого пункта	Р	Р
Пункт стояния	228	228
Пункт наведения	230	231
Горизонтальный (левый) угол на определяемый пункт: градус. минуты секунды	32.3000	84.0000
Горизонтальное проложение (расстояние до определяемого пункта)	270.000	270.000
СКП измерения горизонтального угла	15	15
СКП измерения вертикального угла	15	15
Способ измерения длины: (постоянные светодальномера или электронного тахеометра – a=1,0; b=5,0)	светодальномер рулетка	светодальномер рулетка

10. Рассчитать на ПЭВМ погрешность положения пунктов съёмочного обоснования в плане для всех возможных способов привязки их к пунктам опорной сети.

Для расчёта погрешности в главном меню программы выберите блок **«Выбор варианта создания съёмочного обоснования»** (рис. 8).

Далее выбрать вид засечки (рис. 8) и рассчитать погрешность положения определяемого пункта в плане, при привязке его к пунктам опорной сети способами: прямой засечки (два варианта); обратной засечки (четыре варианта) и полярным способом (два варианта).

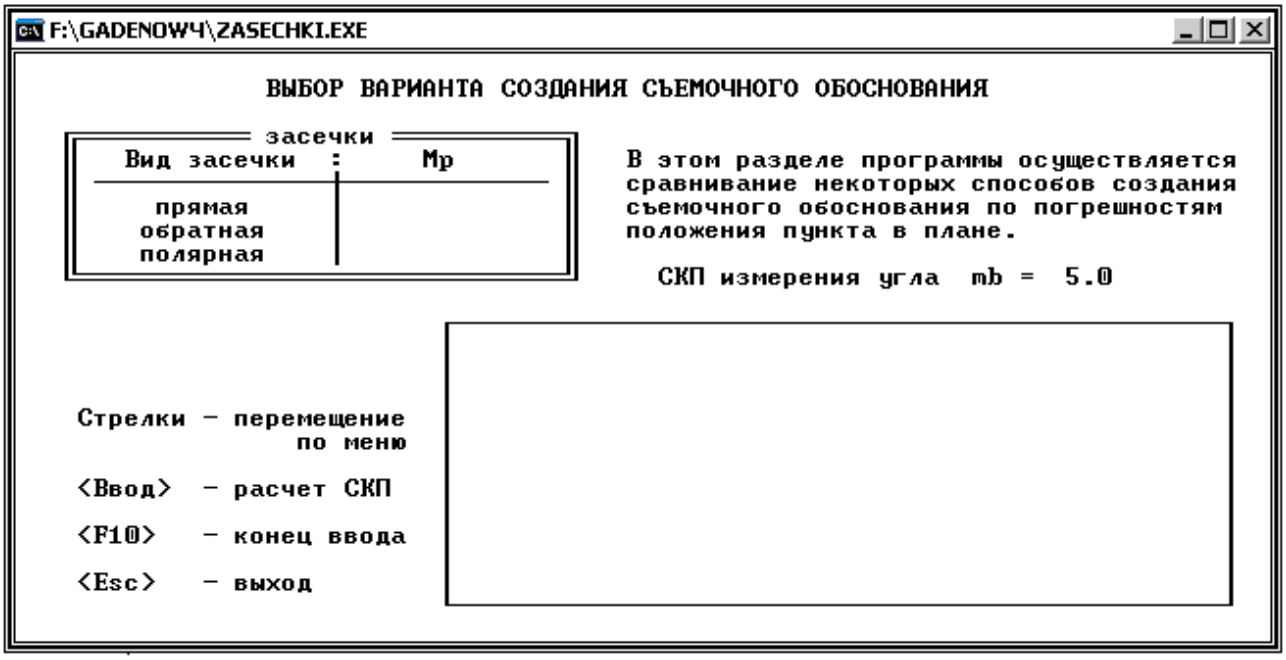

Рис. 8. Вид на экране блока программы
«Выбор варианта создания съёмочного обоснования»

10.1. Рассчитать погрешность положения пункта Р в плане при привязке его к пунктам опорной сети способом прямой геодезической засечки (см. рис. 1).

При привязке пункта Р прямой засечкой необходимо ввести имена опорных пунктов, измеренные горизонтальные углы (внутренние) на определяемый пункт (рис. 9) и среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла [1, табл. 1.2].

Вид экрана при расчёте погрешности положения пункта «Р» в плане способом прямой геодезической засечки представлен на рис. 9.

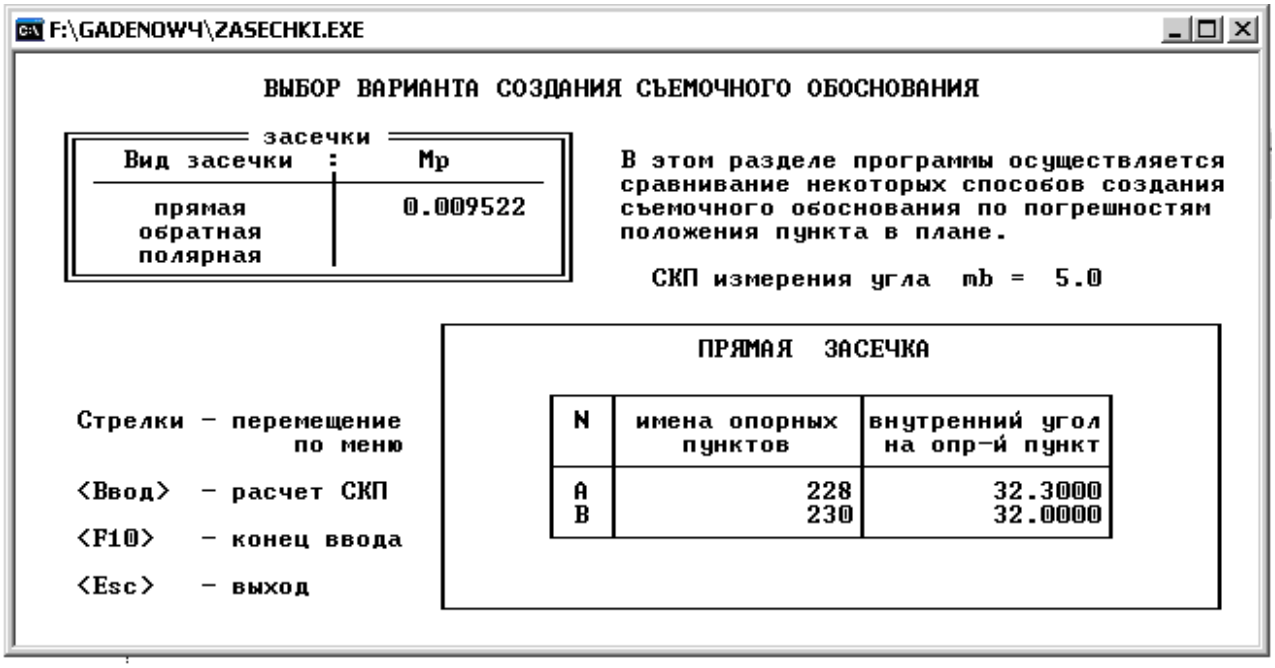

Рис. 9. Вид экрана при расчёте погрешности способом прямой геодезической засечки

10.2. Рассчитать погрешность положения пункта Р в плане при привязке его к пунктам опорной сети способом обратной геодезической засечки (см. рис. 3).

При привязке пункта Р обратной засечкой необходимо ввести имена опорных пунктов, направления, измеренные на опорные пункты (рис. 10) и среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла [1, табл. 1.2].

10.3. Рассчитать погрешность положения пункта Р в плане при привязке его к пунктам опорной сети полярным способом (см. рис. 2).

При привязке пункта Р полярным способом ввести имена опорных пунктов стояния и наведения, измеренное направление на определяемый пункт, измеренное графически горизонтальное проложение и среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла [1, табл. 1.2], а также выбрать способ измерения длины (рулетка, светодальномер) от опорного пункта до определяемого.

При измерении длины электронным тахеометром расчёт погрешности выполняют как для светодальномера.

```
F:\GADENOWЧ\ZASECHKI.EXE

ВЫБОР ВАРИАНТА СОЗДАНИЯ СЪЕМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

засечки
Вид засечки  :   Mp
прямая
обратная        0.009363
полярная

В этом разделе программы осуществляется
сравнивание некоторых способов создания
съемочного обоснования по погрешностям
положения пункта в плане.

СКП измерения угла  mb =  5.0

ОБРАТНАЯ  ЗАСЕЧКА

Стрелки - перемещение
          по меню
<Ввод>  - расчет СКП
<F10>   - конец ввода
<Esc>   - выход

| N | имена опорных пунктов | направления на опорные п-ты |
|---|---|---|
| 1 | 228 | |
| 2 | 230 | 117.0000 |
| 3 | 231 | 169.0000 |
```

Рис. 10. Вид экрана при расчёте погрешности способом обратной геодезической засечки

Вид экрана при расчёте погрешности положения пункта Р в плане полярным способом представлен на следующих рисунках: при измерении длин линий рулеткой (рис. 11), светодальномером (рис. 12).

```
F:\GADENOWЧ\ZASECHKI.EXE

ВЫБОР ВАРИАНТА СОЗДАНИЯ СЪЕМОЧНОГО ОБОСНОВАНИЯ

засечки
Вид засечки  :   Mp
прямая
обратная
полярная        0.109439

В этом разделе программы осуществляется
сравнивание некоторых способов создания
съемочного обоснования по погрешностям
положения пункта в плане.

СКП измерения угла  mb =  5.0

ПОЛЯРНАЯ  ЗАСЕЧКА

Стрелки - перемещение
          по меню
<Ввод>  - расчет СКП
<F10>   - конец ввода
<Esc>   - выход

Точка стояния      -          228
Точка наведения    -          230

Горизонтальный угол (лев) -   32.3000
Горизонтальное проложение - 270.000
Длины измерялись -          рулеткой
```

Рис. 11. Вид экрана при расчёте погрешности полярным способом при измерении длин рулеткой

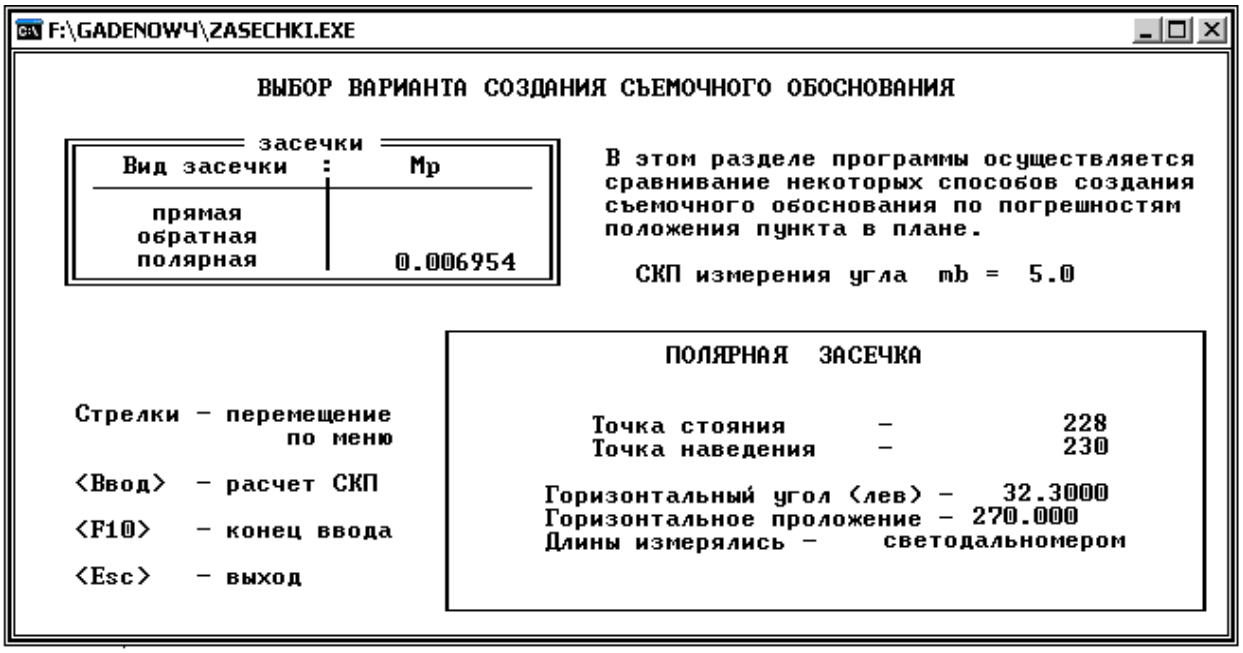

Рис. 12. Вид экрана при расчёте погрешности полярным способом (при измерении длин светодальномером)

11. Рассчитать погрешность положения запроектированного пункта Р по высоте.

Блок программы по расчёту погрешности положения пункта по высоте тригонометрическим нивелированием вставлен в программу **«Прямая засечка»** (рис. 13).

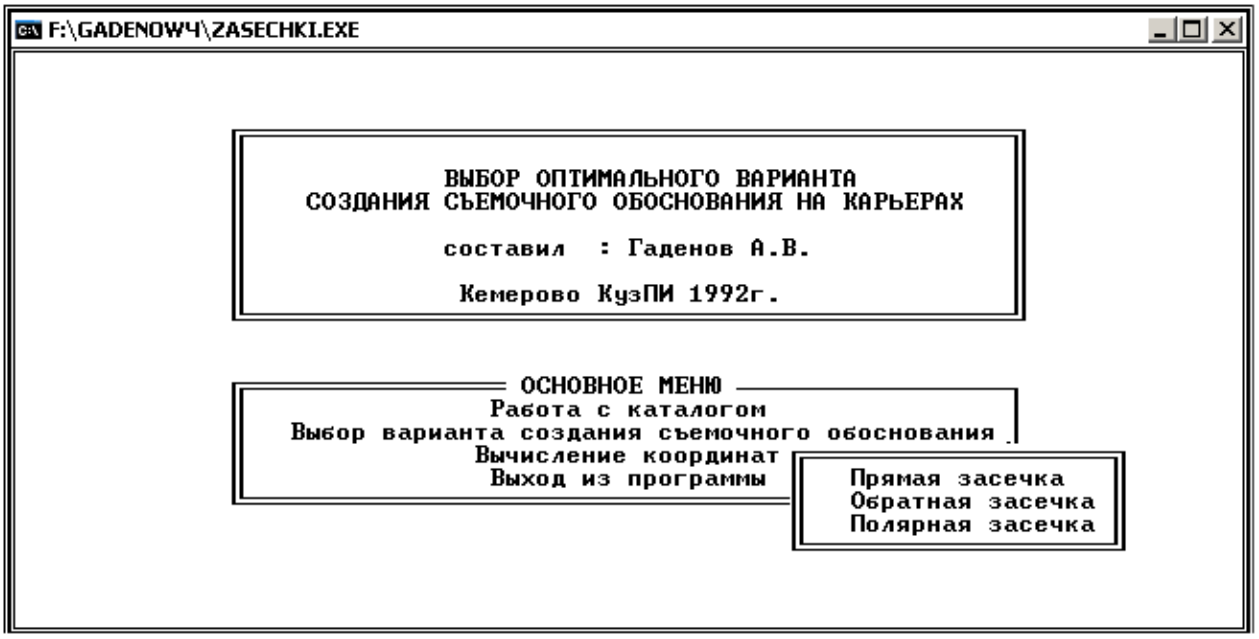

Рис. 13. Вид основного меню на экране при расчёте погрешности положения пункта по высоте

Схема к расчёту погрешности положения пункта Р по высоте показана на рис. 14.

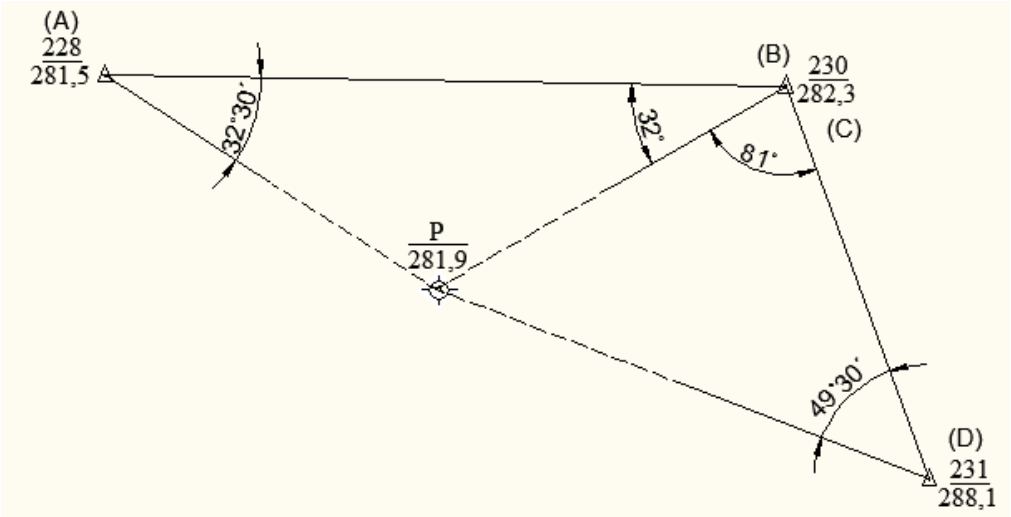

Рис. 14. Схема к расчёту погрешности положения пункта по высоте

Для предрасчёта погрешности положения пункта по высоте необходимо подготовить следующие исходные данные (табл. 5):

– на плане транспортиром измерить горизонтальные углы с твердых пунктов (228, 230, 231) на определяемый пункт (Р). При этом условно принять в треугольнике 228-230-Р пункт **230** за точку В, а затем в треугольнике 230-231-Р этот же пункт **230** принять за точку С (см. рис. 14);

– вычислить вертикальные углы с твердых пунктов (228, 230, 231) на определяемый (Р); отметки пунктов и горизонтальные проложения снять с плана графически.

Таблица 5

Исходные данные к расчёту погрешности положения пункта по высоте

Горизонтальный внутренний угол на схеме (в программе)		Вертикальный угол на схеме (в программе)	
Р – 228 – 230 (Р – А – В)	32.3000	228 – Р (А – Р)	- 0.0506
228 – 230 – Р (А – В – Р)	32.0000	230 – Р (В – Р)	0.0457
Р – 230 – 231 (Р – С – D)	81.0000	230 – Р (С – Р)	0.0457
230 – 231 – Р (С – D – Р)	49.3000	231 – Р (D – Р)	0.5848

Исходные данные для расчёта погрешности положения пункта по высоте ввести в программу в два этапа.

Первый этап (рис. 15): название определяемого пункта (например, Р); высота визирования (принять равной 1,4 м); средняя квадратическая погрешность измерения горизонтального и вертикального углов (установить методом подбора, первоначально 15" и выполнить расчёт по программе, если погрешность положения пункта Р по высоте превышает допустимую («Инструкция …» [4, п. 60]), то погрешность измерения углов принять последовательно 10" или 5".

```
F:\GADENOWЧ\ZASECHKI.EXE

                    П Р Я М А Я   З А С Е Ч К А

                          ВВЕДИТЕ
   Назввание определяемого пункта - "            Р"

   Высота визирования на опр-м пункте (м)     v = 1.400
   СКП измерения горизонтального угла (сек) mb =   5.0
   СКП измерения вертикального угла (сек)   mv =   5.0

        <Esc> - выход        F10 - по окончании ввода
```

Рис. 15. Вид экрана при вводе погрешностей измерения углов

F:\GADENOWЧ\ZASECHKI.EXE

П Р Я М А Я З А С Е Ч К А

Имена точек стояния.	высота инстр-та	гориз-й угол на определя-емую точку	верт-й угол на определя-емую точку	высота визир-я на точку
A - 228	1.400	32.3000	-0.0506	1.400
B - 230	1.400	32.0000	0.0457	1.400
C - 230	1.400	81.0000	0.0457	1.400
D - 231	1.400	49.3000	0.5848	1.400

Расположение базисов

F10 - окончание ввода.
<Стрелки> - перемещение по окну ввода.
<Esc> - выход в основное меню.

Рис. 16. Вид экрана при вводе углов

Второй этап (рис. 16): имена точек стояния (твердые пункты); высота инструмента (принять 1,4 м); горизонтальные и вертикальные углы (взять из таблицы 5).

На рис. 16 базис – это линия (AB или CD), соединяющая пункты опорного обоснования, с которых измерены углы на определяемый пункт (P).

После ввода исходных данных, нажать клавишу F10 и произвести расчёт.

В программе производится вычисление координат определяемого пункта P из двух вариантов: с базиса AB и базиса CD. На экран выводятся вычисленные координаты пункта P и погрешность определения координат из каждого варианта (рис. 17).

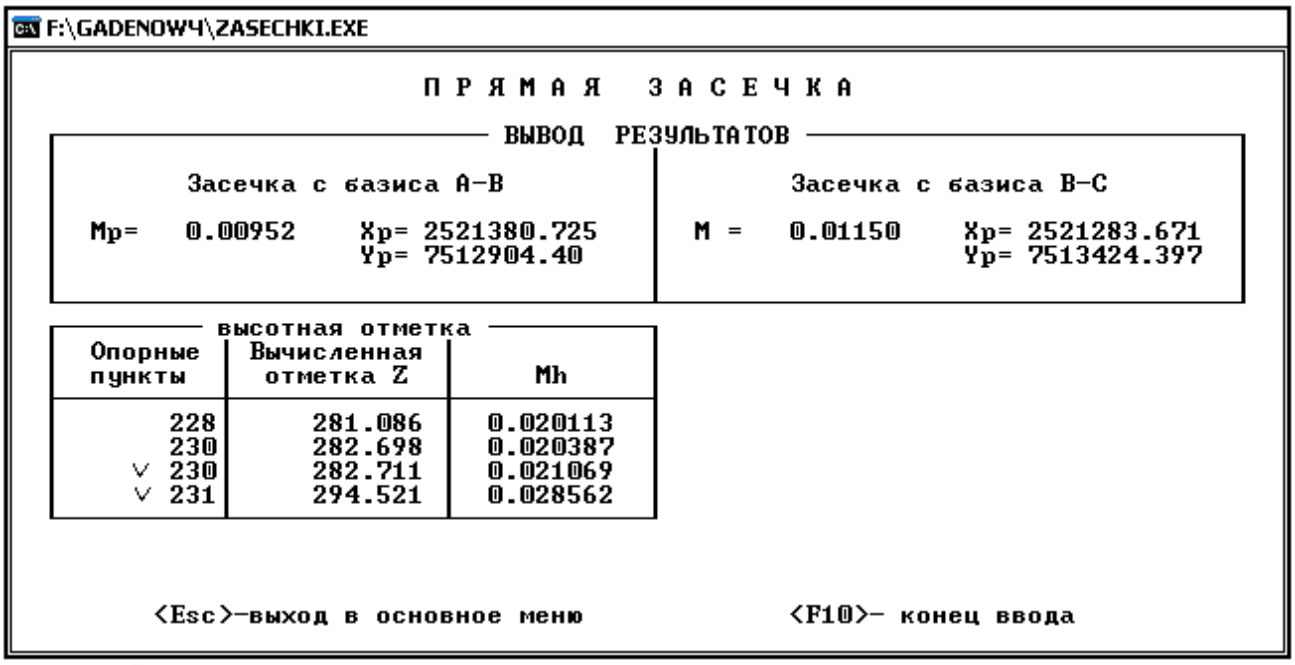

Рис. 17. Вид экрана с результатами вычислений погрешности по высоте

Зная допустимое по «Инструкции…» [4, п. 79] расхождение отметок при вычислении их с различных пунктов опорной сети и допустимую погрешность положения определяемого пункта по высоте [4, п. 60], необходимо выбрать (пометить галочкой) не менее двух пунктов опорной сети, от которых следует вычислить среднюю отметку пункта P и рассчитать погрешность её определения.

Для выполнения вышеизложенной операции установить курсор на нужную строку, нажать клавишу «Enter», цвет строки изменится на красный. После нажатия клавиши «F10» средняя высотная отметка

пункта Р будет вычислена от пунктов опорной сети, помеченных красным цветом. (на рис. 17 пункты опорной сети, от которых произведено вычисление средней отметки пункта Р помечены галочками).

Высотная отметка вычисляется по формуле тригонометрического нивелирования от каждого опорного пункта и на экран выдаются все вычисления высотных отметок и погрешность их вычисления относительно опорных пунктов (рис. 18).

Высотная отметка, вычисленная от пункта 231 существенно (на 12 м) расходится с остальным, здесь следует говорить о грубой ошибке при измерении, поэтому вычисление отметки от пункта 231 необходимо исключить из последующей обработки.

Рис. 18. Вид экрана с результатами вычисления координат пункта Р

12. Математический аппарат, используемый для расчёта погрешности определяемого пункта Р в плане и по высоте для выбранного способа привязки его к пунктам опорной сети, приведен в Приложении 4.

13. Анализом результатов расчёта (сравнения ожидаемой погрешности положения определяемого пункта Р в плане и по высоте (табл. 6) с допустимой по «Инструкции…» [4]) и трудоёмкости полевых работ выбрать оптимальный способ привязки пунктов съёмочного обоснования к пунктам опорной сети (два варианта).

При выборе оптимального способа привязки следует учитывать, что привязку пункта съёмочной сети в плане и по высоте выполняют от одних и тех же пунктов опорного обоснования.

Таблица 6

Результаты расчёта погрешности положения пункта Р
съёмочного обоснования в плане и по высоте (пример)

Вид засечки	Имена опорных пунктов (привязка в плане)	Погрешность пункта, м				Имена опорных пунктов (привязка по высоте)
		в плане		по высоте		
		M_p	$M_{p(ож)}$*	M_h	$M_{h(ож)}$*	
Прямая	228, 230	0,0101	0,0202	0,0201	0,0402	228
	230, 231	0,011	0,022	0,021 0,021	0,042 0,042	230 231
Обратная	228, 230, 231	0,0091	0,018			
	230, 231, 227	0,010	0,020			
	228, 231, 227	0,018	0,036			
	230, 227, 228	0,028	0,056			
Полярный способ	228, 230					
	способ измерения длины:					
	светодальномер	0,0071	0,014			
	рулетка	0,109	0,22			

14. Дать заключение о надёжности запроектированного съёмочного обоснования.

4. Оформление работы

Отчёт по лабораторной работе должен содержать пояснительную записку и графические приложения.

В пояснительной записке привести название, цель работы, исходные данные, порядок её выполнения с формулами и пояснением к ним. Начертить схемы привязки пунктов съёмочного обоснования к пунктам опорной сети для своего варианта (все схемы размещать по тексту либо в приложениях на листах формата не больше А4). Привести вид экрана (для одного пункта съёмочной сети) с результатами вычисления погрешности для всех способов привязки в плане и по высоте. Вид экрана выполнить на белом фоне.

Все исходные параметры и результаты расчётов привести в таблицах, примеры таблиц см. в разделе 3 Порядок выполнения работы.

---

* $M_{ож} = M \cdot t$, где M – расчётная средняя квадратическая погрешность; t – коэффициент, принимаемый по заданной вероятности P. В маркшейдерской практике при работе на поверхности t = 2, что соответствует вероятности появления расчётной средней квадратической погрешности – P = 0,95.

Графические приложения: План привязки пунктов съёмочного обоснования к опорной сети. На плане показать: пункты опорного обоснования, его номер и высотную отметку; проектируемые пункты съёмочного обоснования (выделить их ярким цветом, чтобы они были хорошо видны на фоне остальных объектов плана горных работ), направления на пункты опорной сети для **оптимального способа** создания съёмочного обоснования в плане и по высоте, условные обозначения. Привязку в плане для двух вариантов показать разным цветом. Привязку по высотке показать зеленым цветом.

Оформление графических приложений и надписи на чертежах выполнить по условным обозначениям для горной графической документации (ГОСТ 2.854–75 – ГОСТ 2.857–75).

5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №2

1. Для чего выполняют предрасчёт ожидаемой погрешности положения пункта при проектировании съёмочного обоснования?

2. Назовите требования «Инструкции…» [4] (углы между линиями прямых и комбинированных засечек, расстояния от исходных до определяемых пунктов, расстояние от инструмента до пикета, перекрытие участков горных выработок при съёмке с двух смежных пунктов съёмочного обоснования), которые необходимо соблюдать при проектировании пунктов съёмочного обоснования для тахеометрической съёмке горных выработок в масштабе 1:2000.

3. Назовите способы создания (способы привязки пунктов съёмочного обоснования к пунктам опорной сети) съёмочного обоснования при ОРПИ.

4. Привязка пункта съёмочного обоснования выполнена обратной (прямой) геодезической засечкой, какие дополнительные измерения следует выполнить для определения высотной отметки этого пункта?

5. Почему недопустимо использовать координаты пунктов съёмочного обоснования, полученные при работе с блоком программы «Вычисление погрешности положения пункта съёмочной сети»?

6. Почему при расчёте погрешности положения пункта по высоте в основном меню программы выбираем блок «Вычисление координат», способ «Прямая засечка»?

7. Как вычислить вертикальные углы с опорных пунктов на определяемые при предрасчёте погрешности положения пункта по высоте?

8. Назовите допустимые по «Инструкции…» [4] при создании съёмочного обоснования при ОРПИ: погрешности измерения горизонтального и вертикального углов; среднюю квадратическую погрешность положения пункта в плане и по высоте; расхождение отметок при вычислении их с различных пунктов опорной сети.

10. Какие условия влияют на выбор оптимального способа привязки пунктов съёмочного обоснования к пунктам опорной сети.

Рекомендуемая литература [1–5].

Лабораторная работа №3

Вычисление и оценка точности определения координат пункта съёмочной сети обратной засечкой на ЭВМ

1. Цель работы: вычислить координаты и высотную отметку пункта съёмочной сети с оценкой точности на ЭВМ по результатам полевых измерений и дать заключение о надёжности определения положения пункта съёмочной сети карьера для выполнения съёмки горных выработок в масштабе 1:2000.

2. Исходные данные

1. Координаты четырех пунктов маркшейдерской опорной сети карьера и высота визирования на пункты (Приложение 2).

2. Измеренные горизонтальные направления, высота инструмента на пункте съёмочной сети и углы наклона с определяемого пункта Р на твердые (Приложение 3).

3. Порядок выполнения работы

1. Составить в удобном масштабе (1:10000 или 1:25000) схему расположения пунктов маркшейдерской опорной сети карьера (1, 2, 3, 4) и определяемого пункта Р съёмочной сети (рис. 19).

Номера опорных пунктов для соответствующего номера варианта принять из Приложения 3, координаты этих опорных пунктов из Приложения 2.

2. Загрузить на ПЭВМ программу **«zasechki.exe»** (см. рис. 4). Порядок загрузки программы см. пункт 6 лабораторной работы №2.

3. В основном меню программы выбрать блок **«Работа с каталогом»** (см. рис. 5), операцию **«Редактирование, просмотр каталога»**

(см. рис. 6). Проверить, имеются ли в каталоге сведения о пунктах опорной сети, к которым произведена привязка определяемого пункта съёмочной сети, и верно ли занесены сведения о координатах.

4. Используя операцию **«Редактирование, просмотр каталога»** внести в каталог исправления, если неверно набраны координаты. При отсутствии в каталоге имени пункта выбрать операцию **«Добавление новых пунктов в каталог»** и пополнить каталог (см. рис. 7).

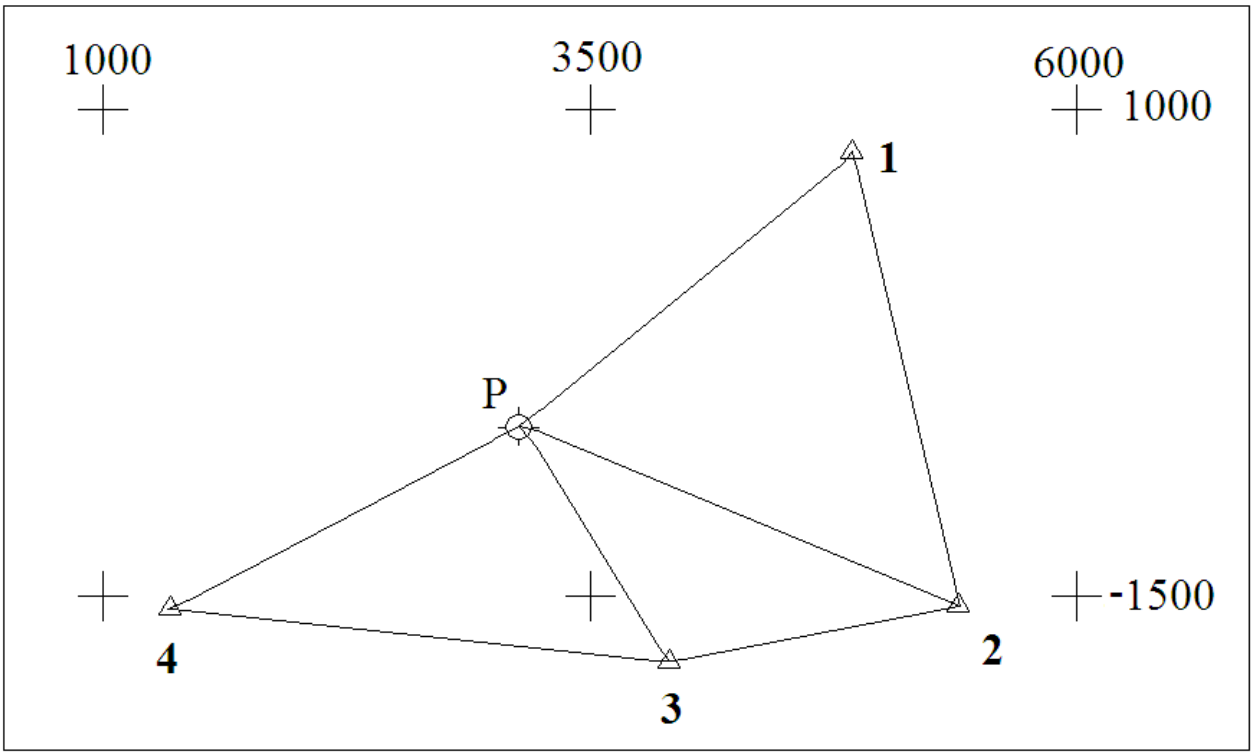

Рис. 19. Схема расположения пунктов маркшейдерской опорной сети и определяемого пункта Р съёмочной сети

5. Установить два возможных варианта определения положения пункта съёмочной сети обратной засечкой.

6. Для вычисления на ПЭВМ координат **X** и **Y** пункта съёмочной сети из решения двух оптимальных схем обратной засечки и погрешности положения пункта Р в плане для каждой схемы в основном меню программы выбрать блок **«Вычисление координат»**, способ **«Обратная засечка»** (см. рис. 13).

По запросу программы ввести параметры, нажимая после ввода каждого параметра клавишу «Enter»: имя определяемого пункта, например, Р; высоту инструмента; СКП измерения угла [1, табл. 1.2] и

количество ориентирных пунктов (рис. 20). По окончании ввода исходных данных нажать клавишу «F10».

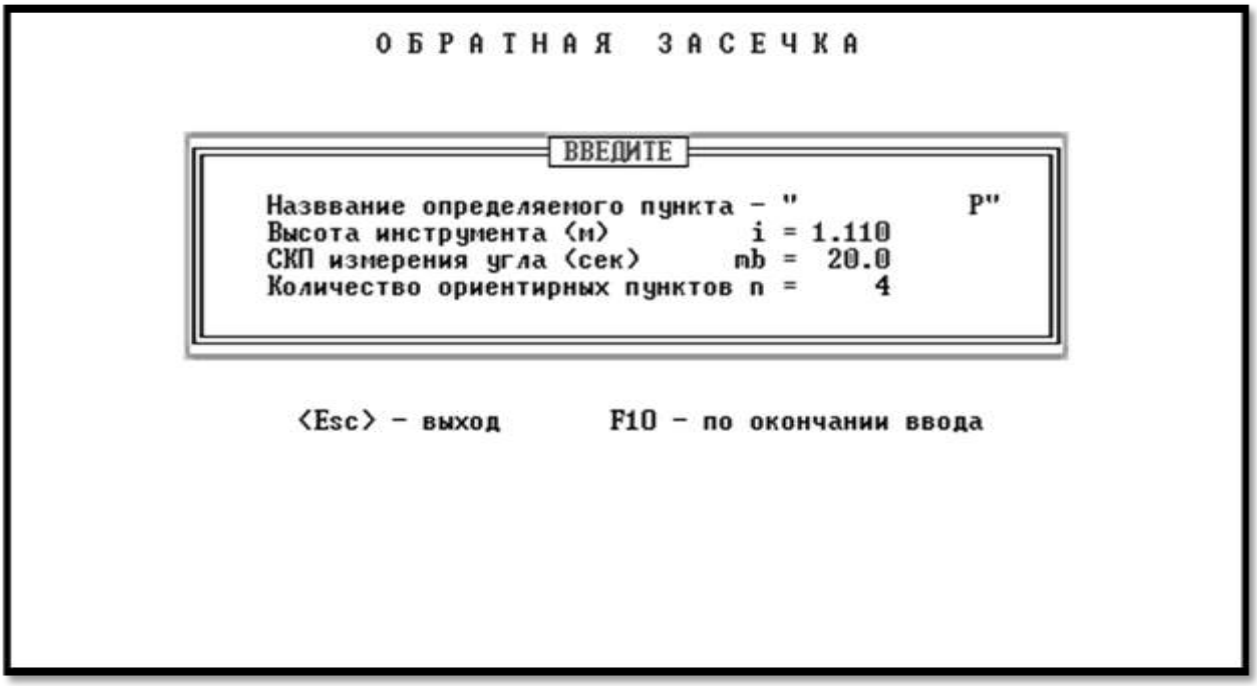

Рис. 20. Вид экрана при вводе исходных данных
для вычисления координат пункта способом «Обратная засечка»

По номеру варианта из Приложения 2 ввести следующие данные: название ориентирных пунктов (номера опорных пунктов) направления на ориентирные пункты (измеренное направление), вертикальные углы на ориентирные пункты (измеренный угол наклона), высота визирования (высота наведения) на ориентирные пункты (рис. 21, верхняя таблица) и нажать клавишу «Enter».

Для выбора возможных вариантов курсор установить поочередно на три номера опорных пунктов, помечая каждый пункт клавишей «Enter», при этом цвет пункта поменяется на красный. Выбранные номера опорных пунктов высветятся в левой нижней таблице. После каждого варианта нажать клавишу «Enter», на экране напротив выбранных пунктов (например, 1-2-3) высвечивается погрешность положения пункта Р (например, 2.82238). Далее, необходимо выбрать четыре **различных** варианта опорных пунктов, от которых программа вычислит координаты пункта Р. Например, варианты: 1-2-3, 1-3-4, 1-2-4 и 2-3-4, в колонке m_p показана погрешность положения пункта Р при вычислении координат от выбранных опорных пунктов.

ОБРАТНАЯ ЗАСЕЧКА

имя точки стояния	название ориентирных пунктов 3 < n < 5	направления на ориентир-ные пункты	вертикальные углы на ориентирные пункты	высота визир-я на ор-е пункты
P	1			7.050
i = 1.110	2	62.1958	1.4050	4.080
mb = 20.0"	3	98.3740	-0.0618	3.970
	4	192.2332	-2.5250	4.440

N	вариант	mp
1	1 - 2 - 3	2.82238
2	1 - 3 - 4	0.17230
3	1 - 2 - 4	0.24663
4	2 - 3 - 4	0.26593

УПРАВЛЕНИЕ

Выбираем 3 направления на ор-е пункты.
Метим или убираем метки на выбранные направления клавишей ввод (Enter).
F10 - обсчет варианта.
F2 - вывод результатов.
(Esc) - выход в основное меню.

Рис. 21. Вид экрана при вводе измеренных данных и расчёте погрешности определения координат пункта Р обратной засечкой

Анализ полученных вычислений (рис. 21, левая нижняя таблица) показывает, что определять координаты пункта Р относительно пунктов опорной сети 1-2-3 недопустимо, т.к. погрешность определения плановых координат в этом случае составит 2,8 м. Наиболее удачными (минимальная погрешность положения пункта Р) являются варианты 2 и 3, их нужно пометить клавишей «Enter», при этом помеченные строки поменяют цвет на красный. Выбрав два варианта, погрешности которых минимальны, нажать клавишу «F2», программа рассчитает плановые координаты и погрешности для всех четырех вариантов обратной засечки (рис. 22).

5. Выбрать два варианта определения координат пункта Р способом обратной засечки (на рис. 22 – варианты 2 и 3, на экране они будут показаны красным цветом), для которых расхождение в положении координат пункта Р из двух вариантов засечки [4, п. 69] и погрешность положения в плане [4, п. 60] не превышают допустимых значений.

ОБРАТНАЯ ЗАСЕЧКА

вариант	Хр	Ур	Мр засечки
1 - 2 - 3	622.847	-3158.194	2.8223842
1 - 3 - 4	621.637	-3158.169	0.1723047
1 - 2 - 4	621.679	-3158.106	0.2466318
2 - 3 - 4	621.668	-3158.234	0.2659318

УПРАВЛЕНИЕ

На свое усмотрение возьмите несколько обсчитанных вариантов и нажмите клавишу <F2> - <смотри ниже>.

<Enter> - выбор или отмена варианта.
<F2> - вычисление координат.
<Esc> - выход в основное меню.

Рис. 22. Вид экрана при выборе лучших вариантов для определения координат пункта Р обратной засечкой

Выбранные варианты пометить клавишей «Enter», затем нажать клавишу «F2» и программа вычислит высотные отметки от всех четырех пунктов опорной сети с учётом поправки за кривизну Земли и рефракцию (рис. 23).

ОБРАТНАЯ ЗАСЕЧКА

Опорные пункты	Вычисленная отметка Z
1	0.000
2	400.787
3	400.334
4	400.648

УПРАВЛЕНИЕ

На свое усмотрение возьмите несколько обсчитанных вариантов и нажмите клавишу <F2> - <смотри ниже>.

<Enter> - выбор или отмена варианта.
<F2> - вычисление координат.
<Esc> - выход в основное меню.

Рис. 23. Вид экрана при выборе лучших вариантов для определения высотной отметки пункта Р

Проанализировать вычисленные значения высотной отметки Z и выбрать, помечая клавишей «Enter» два варианта (на рис. 23 показаны серым цветом, на экране – красным), в которых расхождение вычисленных отметок не превышает допустимого значения [4, п. 79]. От опорного пункта 1 измерения для определения высотной отметки не выполнялись, поэтому записано, что отметка равна 0.000.

После выбора лучших вариантов и нажатия клавиши «F2» программа обрабатывает выбранные варианты решения обратной засечки и на экране появляются средние значения плановых координат X и Y, высотной отметки Z, а также средней квадратической погрешности положения пункта P в плане (рис. 24).

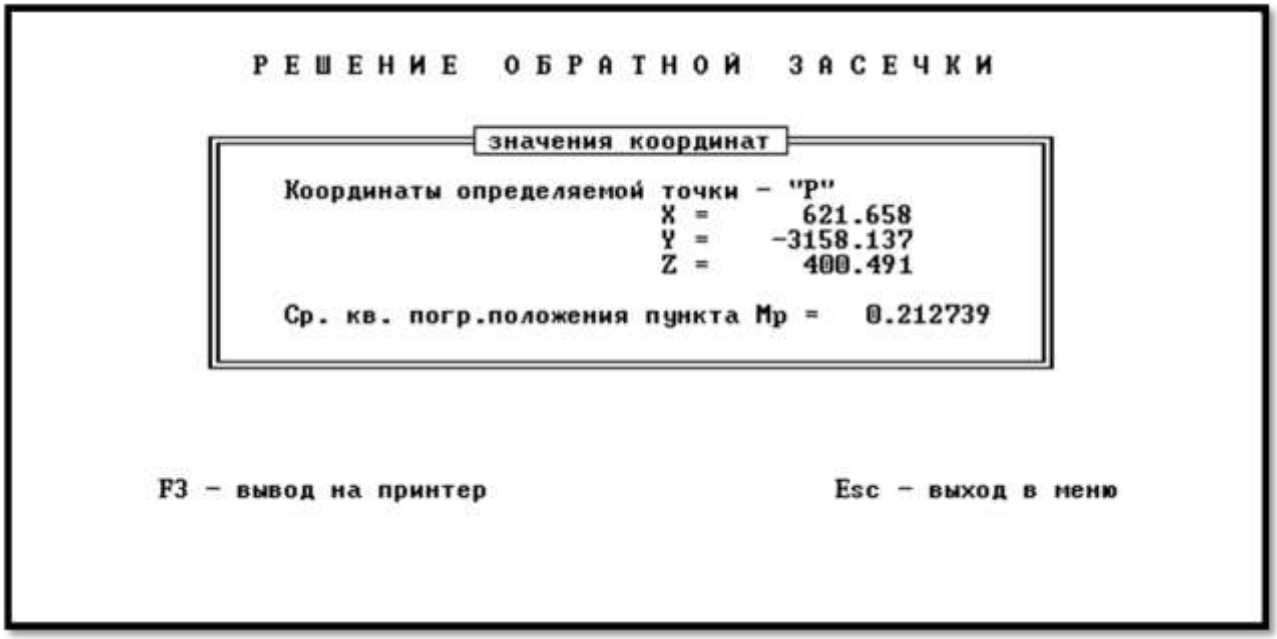

Рис. 24. Вид экрана с отображением конечного результата при решении обратной засечки по результатам полевых измерений

Для расчёта погрешности положения пункта P по высоте необходимо выйти в главное меню программы.

Блок программы по расчёту погрешности положения пункта по высоте тригонометрическим нивелированием вставлен в программу **«Прямая засечка»**. Поэтому независимо от способа создания планового обоснования при расчёте погрешности положения пункта по высоте в основном меню программы необходимо выбрать блок **«Вычисление координат»**, способ **«Прямая засечка»** (см. рис. 13).

Порядок расчёта погрешности положения пункта P по высоте приведен в пункте 11 лабораторной работы №2.

Расчёт погрешности положения пункта Р по высоте выполнить от тех пунктов опорной сети, для которых в программе вычислена высотная отметка (см. рис. 23, пункты 2, 3, 4).

Подготовка исходных данных для вычисления погрешности положения пункта Р по высоте состоит из следующих этапов:

– решение обратной геодезической задачи: по координатам пунктов (например, 2, 3, 4) опорной сети и пункта Р вычислить дирекционные углы направлений (например, 2-Р, 2-3; 3-Р, 3-4, 4-Р и 4-3):

– по разности вычисленных дирекционных углов вычислить горизонтальные внутренние углы (например, Р-2-3, 2-3-Р, Р-3-4 и 3-4-Р);

– по измеренным углам наклона (прил. 2) с определяемого пункта Р на пункты опорной сети, вычислить вертикальный угол с пунктов опорной сети на определяемый пункт Р (изменив знак измеренного угла наклона на противоположный).

Исходные данные для расчёта погрешности положения пункта Р по высоте (для схемы, приведенной на рис. 19) приведены в табл. 7.

Таблица 7

Исходные данные для вычисления погрешности пункта Р по высоте

Горизонтальный угол на схеме (см. рис. 16)		Опорный пункт	Измеренный угол наклона	Вертикальный угол
Р-2-3 (Р-А-В)	32.3000	2	+ 01.4050	- 01.4050
2-3-Р (А-В-Р)	32.0000	3	- 00.0618	+ 00.0618
Р-3-2 (Р-С-D)	81.0000	3	- 00.0618	+ 00.0618
3-4-Р (С-D-Р)	49.3000	4	- 02.5250	+ 02.5250

7. Математический аппарат, реализованный в программе, приведен в Приложении 4.

8. Исходя из расхождения двух определений плановых координат и высотных отметок, а также средней квадратической погрешности в плане и по высоте дать заключение о надёжности выполненных полевых измерений для определения положения пункта съёмочной сети карьера способом обратной геодезической засечки.

4. Оформление работы

Отчёт по лабораторной работе должен содержать пояснительную записку и графические приложения.

В пояснительной записке привести название, цель работы, исходные данные, порядок её выполнения с формулами и пояснением к ним. Привести вид экрана: при вводе исходных данных (рис. 21); результаты расчёта плановых координат из четырех вариантов решения обратной засечки (рис. 22); с отображением конечного результата при решении обратной засечки по результатам полевых измерений (рис. 24).

Исходные данные для вычисления погрешности положения пункта Р по высоте привести в таблице (таблица7).

Графические приложения: план расположения пунктов маркшейдерской опорной сети и определяемого пункта Р съёмочной сети.

План составить в удобном масштабе (1:10 000 или 1: 25 000) и поместить на лист формата А4.

На плане по условным обозначениям для горной графической документации (ГОСТ 2.854–75 – ГОСТ 2.857–75) показать пункты опорного обоснования и пункт Р съёмочного обоснования. Рядом с каждым пунктом подписать его номер (в числителе) и высотную отметку (в знаменателе).

5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №3

1. Проверить условие расположения пунктов опорной сети и определяемого пункта съёмочного обоснования Р на опасном круге.

2. С какой погрешностью выполняют измерение горизонтальных и вертикальных углов при создании пунктов съёмочного обоснования обратной геодезической засечкой?

3. Назвать допустимое расхождение плановых координат и высотных отметок из двух определений пунктов съёмочного обоснования.

4. Назвать допустимые погрешности определения положения пункта съёмочного обоснования в плане и по высоте.

5. Как следует поступить, если погрешность положения в плане или по высоте больше допустимой?

6. Какие измерения необходимо выполнить в полевых условиях при определении планового положения пункта съёмочной сети обратной засечкой для расчёта его высотной отметки из тригонометрического нивелирования.

7. В каком случае при определении высотной отметки тригонометрическим нивелированием необходимо учитывать поправку за кривизну Земли и рефракцию?

Рекомендуемая литература [1–5].

Лабораторная работа № 4

Маркшейдерские работы при проведении капитальной траншеи

1. Цель работы: Составить проект капитальной траншеи и разработать методику маркшейдерских работ по её проведению.

2. Исходные данные

1. Топографический план поверхности, на котором нанесены устья разведочных скважин с отметками подсечения почвы пласта (Приложение 5, рис. П.5.1–П.5.5).

2. Координаты пункта съёмочного обоснования (X_I, Y_I) и дирекционный угол исходного направления – $\alpha_{II\text{-}I}$ (табл. 7).

3. Координаты точки врезки траншеи (X_A, Y_A), мощность наносов ($h_н$), отметка подсечения почвы пласта (Z_i) скважиной № 2 (табл. 7).

4. Параметры траншеи и типы экскаваторов (табл. 8).

5. Нормальная мощность пласта – 10 м, высота первого уступа равна мощности наносов, второго – 12 м.

3. Порядок выполнения работы

1. В соответствии с номером варианта выбрать топографический план поверхности (Приложение 5) и исходные данные (таблицы 7 и 8) для составления проекта траншеи.

2. Нанести на топографический план поверхности пункт съёмочного обоснования, исходное направление и точку врезки траншеи.

3. Построить гипсометрический план почвы пласта с выходом пласта под наносы.

4. Наметить на плане положение оси траншеи исходя из следующих условий:

– от точки врезки (***A***) до точки встречи с горизонтом (***B***), соответствующим отметке рабочей площадке второго уступа, ось траншеи прямолинейна; затем она проходит со стороны висячего бока парал-

лельно пласту;

– прямолинейный участок траншеи имеет заданный по варианту уклон, на закруглении траншея горизонтальна.

4.1. По разности отметок точки врезки (***A***), точки поворота трассы (***B***) и заданному уклону определить длину горизонтальной проекции наклонного первоначального участка трассы траншеи.

4.2. Определить действительную длину наклонного участка траншеи, приняв коэффициент удлинения (развития) трассы k = 1,2.

4.3. Определить длину траншеи от точки врезки (***A***) до точки поворота трассы (***B***) как сумму действительной длины наклонного участка траншеи и радиуса закругления (горизонтальный участок траншеи).

4.4. Нанести ось прямолинейного участка траншеи на план: из точки врезки (***A***) раствором циркуля, равным длине траншеи, сделать засечку на изогипсе пласта, соответствующей отметке рабочей площадки второго уступа.

5. Рассчитать параметры для выноса главных точек и детальной разбивке круговой кривой на участке поворота трассы при вершине (***B***). Угол поворота трассы определить графически, радиус поворота принять по варианту. Нанести криволинейный участок оси траншеи на план.

6. Используя топографический план поверхности, построить продольный профиль ***AB*** и поперечные (через 30–50 м) сечения траншеи. Три поперечных сечения провести через главные точки кривой.

7. Вычислить проектные параметры траншеи: отметку подошвы, глубину траншеи, заложение верхнего борта в каждом сечении.

8. Вычертить на плане верхнюю и нижнюю бровки траншеи.

9. Определить строительный объём земляных работ по способу вертикальных сечений.

10. Построить проектный контур отвала по каждому сечению: площадь в сечении отвала принять равной площади траншеи в этом же сечении, умноженной на коэффициент разрыхления пород; угол откоса отвала равен 37°.

11. Нанести положение оси проектного контура отвала на план.

Результаты расчёта всех проектных параметров по сечениям свести в таблицу.

12. Сравнить проектные параметры траншеи с параметрами экскаватора (радиусы черпания и разгрузки, глубина копания).

Таблица 7

Исходные данные для проектирования траншеи

Вариант	Рисунок	Координаты пункта съёмочного обоснования, м		Дирекционный угол α_{II-I}			Координаты точки врезки траншеи, м		Отметка, м	Наносы, м
		X_I	Y_I	°	′	″	X_A	Y_A	Z_i	$h_н$
1	1	4220,45	1630,83	03	12	15	4227,35	1532,17	50,3	10
2	2	4021,09	2894,52	66	31	20	4025,33	2834,08	99,4	15
3	3	5214,32	3613,53	25	15	30	5231,25	3545,03	10,4	15
4	4	5027,71	1127,81	47	18	14	5014,82	1024,18	20,6	18
5	5	3520,18	4190,20	32	12	54	3518,16	4026,37	30,7	12
6	1	4210,71	1520,42	08	14	31	4248,37	1562,84	40,7	16
7	2	4020,36	2870,71	60	18	41	4040,83	2826,16	90,8	9
8	3	5203,84	3652,31	20	14	40	5210,84	3520,86	12,7	11
9	4	5029,47	1134,15	46	43	24	5020,44	1037,18	14,8	17
10	5	3531,14	4186,16	30	14	52	3529,73	4038,27	25,4	10
11	1	4215,73	1615,74	06	15	14	4230,64	1556,14	30,8	15
12	2	4026,74	3080,32	61	14	16	4037,81	2840,76	85,6	10
13	3	5250,37	3640,18	23	18	41	5220,34	3534,73	15,3	18
14	4	5034,72	1050,84	44	15	30	5028,73	1014,85	10,2	12
15	5	3537,42	4176,19	37	14	07	3541,20	4012,56	32,6	16
16	1	4212,81	1670,82	04	12	47	4232,71	1830,76	20,4	12
17	2	4024,18	2876,16	63	54	20	4031,94	3104,20	74,3	11
18	3	5230,76	3660,20	21	45	13	5212,73	3806,71	27,8	17
19	4	5020,57	1187,18	40	18	42	5027,18	1304,27	26,5	10
20	5	3518,70	4120,16	31	15	14	3520,46	4305,16	26,2	10
21	1	4220,37	1682,34	05	13	18	4228,56	1796,53	45,9	15
22	2	4030,71	2890,20	64	30	42	4020,84	3126,18	95,2	12
23	3	5237,18	3654,73	26	12	31	5208,74	3824,76	05,7	12
24	4	5030,31	1194,20	35	16	18	5030,84	1325,16	31,4	16
25	5	3508,72	4197,18	30	01	05	3538,14	4283,56	34,7	19
26	1	4230,48	1683,12	07	17	34	4256,18	1789,37	35,4	11
27	2	4028,16	2870,44	65	18	40	4018,31	3112,14	86,7	12
28	3	5218,93	3608,47	24	17	37	5227,18	3812,17	04,3	10
29	4	5028,16	1167,14	38	16	37	5037,14	1286,15	25,3	15
30	5	3537,61	4168,14	33	12	18	3506,08	4308,61	28,2	15

Таблица 8

Параметры траншеи и тип экскаватора

Вариант	Параметры траншеи				Коэффициент разрыхления пород	Тип экскаватора
	ширина подошвы, м	угол откоса борта, град	уклон подошвы, %	радиус поворота, м		
	b_0	φ_0	i	R	k_p	
1	25	50	30	30	1,50	ЭШ-10/60
2	20	45	65	40	1,40	ЭШ-5/90
3	15	40	60	50	1,35	ЭШ-5/80
4	25	40	70	55	1,30	ЭШ-15/90
5	15	40	60	60	1,25	ЭШ-15/90
6	20	50	60	30	1,45	ЭШ-10/60
7	25	45	55	35	1,35	ЭШ-10/70
8	15	45	55	40	1,50	ЭШ-15/80
9	25	50	40	50	1,45	ЭШ-15/90
10	15	40	70	60	1,30	ЭШ-15/90
11	20	45	50	30	1,40	ЭШ-10/60
12	15	50	55	40	1,45	ЭШ-10/60
13	25	45	30	45	1,35	ЭШ-15/80
14	20	40	65	50	1,25	ЭШ-15/90
15	20	40	65	60	1,30	ЭШ-15/90
16	15	50	50	30	1,50	ЭШ-10/60
17	25	45	55	40	1,35	ЭШ-11/70
18	20	45	70	50	1,40	ЭШ-15/80
19	15	45	65	55	1,45	ЭШ-15/90
20	25	50	70	60	1,35	ЭШ-15/90
21	20	45	65	50	1,25	ЭШ-15/90
22	20	40	40	45	1,35	ЭШ-15/80
23	15	40	50	40	1,40	ЭШ-11/70
24	20	45	50	30	1,45	ЭШ-10/60
25	20	50	70	35	1,35	ЭШ-10/70
26	25	45	60	50	1,25	ЭШ-15/80
27	25	40	65	55	1,40	ЭШ-15/90
28	15	45	70	60	1,20	ЭШ-15/90
29	25	40	65	55	1,50	ЭШ-15/90
30	20	50	60	50	1,35	ЭШ-15/80

13. Рассчитать исходные данные для выноса в натуру точки врезки и оси траншеи в горизонтальной плоскости.

14. Составить схемы и дать описание порядка вынесения в натуру:

– точки врезки траншеи (***А***);

– оси траншеи в горизонтальной плоскости и предварительное вынесение оси в вертикальной плоскости;

– контура траншеи;

– проектного уклона траншеи;

– главных точек кривой.

15. Составить планы детальной разбивки кривой. Рядом с планом разбивки в таблице привести исходные и расчётные параметры по детальной разбивке кривой.

Детальную разбивку кривой выполнить: для нечетных вариантов способом ординат; для четных – способом продолженных хорд.

4. Оформление работы

Отчёт по лабораторной работе должен содержать пояснительную записку и графические приложения.

В пояснительной записке привести название, цель работы, исходные данные, порядок её выполнения с формулами и пояснением к ним.

Результаты расчёта проектных параметров траншеи привести в таблице, указав номер профиля и все расчётные параметры траншеи и отвала по профилю.

Результаты расчёта строительного объёма траншеи также привести в таблице, указав номер профиля, площадь сечения, объём между смежными сечениями.

Схемы по вынесению в натуру проектных параметров траншеи (точка врезки, ось траншеи в горизонтальной плоскости, проектный уклон, контур траншеи) привести для условий своего варианта (углы, направления на твердый пункт) в п. 14 пояснительной записки.

Графические приложения:

1. Проект проведения траншеи (план).

На план нанести: сетку координат и её оцифровку; положение пункта съёмочного обоснования; направление на пункт опорной сети; разведочные скважины с отметками рельефа и почвы пласта (синим цветом); точки врезки (А) и забоя (В) траншеи; горизонтали рельефа (цвет – сиена жженая); изогипсы с отметками почвы пласта (голубым цветом); выход пласта под наносы (бледной серой заливкой); направле-

ние падения и простирания пласта указать стрелками (подписать значение угла падения пласта); верхнюю и нижнюю бровки откоса траншеи; контур отвала; продольные оси траншеи и отвала; положение поперечных сечений (обозначить номер пикета).

2. Вертикальные разрезы (по линии наибольшего ската пласта, через три скважины)

На вертикальном разрезе нанести: сетку высот и высотные отметки через 50 м; линию рельефа земной поверхности; линию контакта наносов с коренными породами (мелким пунктиром); линии почвы и кровли пласта. Выполнить ориентирование и центрирование разреза.

3. Продольный профиль траншеи.

На продольном профиле нанести: сетку высот и высотные отметки через 10–20 м; линию рельефа земной поверхности (крупный пунктир – 5 мм); линию контакта рельефа с коренными породами (мелкий пунктир – 2 мм); линию подошвы траншеи; откос в точке забоя траншеи. Ниже профиля (оформить таблицей): в первой строке указать номер пикета, плюсовых точек и главных точек кривой; во второй – отметку земной поверхности; в третьей – отметку подошвы траншеи; в четвертой – расстояние между пикетами; в пятой – уклон траншеи между пикетами. Выполнить ориентирование и центрирование профиля.

4. Поперечные сечения траншеи и отвала.

На поперечном сечении нанести: оси траншеи и отвала; контур траншеи и отвала; линию земной поверхности провести пунктиром (5 мм); на выноске указать отметку дна траншеи; ширину траншеи по подошве и по верхней бровке; ширину и высоту отвала; расстояние между осями траншеи и отвала.

Вертикальные разрезы для построения выхода пласта под наносы, продольный профиль и поперечные сечения допустимо выполнять на миллиметровой бумаге карандашом.

План, вертикальные разрезы и продольный профиль составить в масштабе 1:2000, поперечные сечения траншеи в масштабе 1:1000, план детальной разбивки кривой в масштабе 1:500 или 1:200 по условным обозначениям для горной графической документации (ГОСТ 2.854–75 – ГОСТ 2.857–75).

Размер и размещение надписей на чертежах также принимать строго по условным обозначениям для горной графической документации.

Все графические приложения разместить на листы формата А4.

5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №4

1. Объяснить порядок построения изогипс почвы пласта и выход пласта под наносы. Определить угол падения и простирания пласта.

2. Определить теоретическую и действительную длину наклонного участка траншеи. Почему они различаются?

3. Объяснить, как найти точку пересечения оси траншеи с изогипсой почвы пласта соответствующей отметке точки забоя (В) траншеи.

4. Объяснить последовательность разбивки на местности элементов траншеи: точек врезки и забоя; оси в горизонтальной плоскости; контура траншеи; уклона.

5. Объяснить последовательность разбивки на местности главных точек кривой.

6. Построить схему детальной разбивки кривой способом ординат и способом продолженных хорд.

7. Какие работы (полевые и камеральные) следует выполнить, чтобы сравнить фактические параметры траншеи с проектными?

8. Какие виды работ необходимо выполнить для определения фактического объёма земляных работ по проведению траншеи?

Рекомендуемая литература [1, 4, 5, 9, 11, 13, 15, 16].

Лабораторная работа № 5

Учёт объёмов вскрыши и добычи полезного ископаемого

1. Цель работы: определить количество полезного ископаемого на складе и объём вскрыши в забое по маркшейдерской съёмке.

2. Исходные данные

1. Координаты пунктов съёмочного обоснования склада полезного ископаемого (табл. 9).

2. Результаты съёмки поверхности склада полезного ископаемого тахеометрическим способом (Приложение 6).

3. План горных работ первого вскрышного уступа (образец 15). План горных работ выдается преподавателем.

Таблица 9

Координаты пунктов съёмочного обоснования

Номер пункта	Координаты, м			Варианты, для которых изменяется отметка соответствующего пункта†
	X	**Y**	**Z**	
п. 12	200,040	004,031	90,58	
1	221,502	128,511	89,51	01 – 07
2	288,031	090,012	90,32	08 – 15
3	289,008	005,013	91,34	16 – 22
4	215,507	049,025	90,45	23 – 30

3. Порядок выполнения работы

1. В соответствии с номером варианта установить способ подсчёта количества полезного ископаемого на складе и отчётный период (год и месяц) для учёта объёма вскрыши в экскаваторном забое (табл. 1).

2. Определить объём полезного ископаемого на складе:

– нанести на план масштаба 1:500 пункты съёмочного обоснования;

– вычислить отметки реечных точек (пикетов) и наложить результаты съёмки поверхности склада на план;

– нанести границу развала штабеля полезного ископаемого;

– при подсчёте объёмов склада способом вертикальных параллельных сечений построить вертикальные сечения через 20 м перпендикулярно продольной оси склада;

– при подсчёте объёмов склада способом горизонтальных сечений или способом объёмной палетки построить горизонтали основания склада (по отметкам контурных точек) и изосечения поверхности штабеля;

– дать заключение о точности и производительности основного и контрольного способов определения кубатуры полезного ископаемого на складе;

---

† Десятые доли метров одного из пунктов съёмочной сети (табл. 6) заменить второй цифрой номера варианта. Например, для варианта № 1 следует принять отметки: Z_1 = 89,11; Z_2 = 90,32; Z_3 = 91,34; Z_4 = 90,45, а для варианта № 15 изменить отметку только второго пункта (Z_2 = 90,52), отметки остальных пунктов принять по табл. 5 и т. д.

– определить массу штабеля угля на складе с учётом фактической и нормативной зольности угля и породы, приняв: плотность угля $\gamma = 1{,}03$ т/м^3; норму зольности по разрезу $A_н = 15$ %; фактическую зольность угля $A_у = 20$ %; зольность засоряющей породы $A_п = 80$ %.

3. Определить объём вскрыши за отчётный период:

– с поуступного плана горных работ снять копию положения забоя вскрышного уступа на начало и конец отчётного периода;

– выбрать и обосновать способ подсчёта объёма вскрыши;

– произвести подсчёт объёмов вскрыши за отчётный период.

4. Оформление работы

Отчёт по лабораторной работе должен содержать пояснительную записку и графические приложения.

В пояснительной записке привести название, цель работы, исходные данные, порядок её выполнения с формулами и пояснением к ним.

В таблицу с исходными данными – результаты съёмки угольного склада (Приложение 6) добавить столбец, в котором записать вычисленные по номеру варианта отметки пикетов.

Результаты подсчёта объёма полезного ископаемого на складе и объёма вскрыши свести в таблицу, в которой указать: номер сечения или отметку изолинии поверхности склада (вскрышного уступа); площадь сечения; объём полезного ископаемого (вскрыши) между смежными сечениями; общий объём полезного ископаемого на складе или вскрыши за отчётный период.

Графические приложения:

1. План склада полезного ископаемого. На план нанести: сетку координат; стрелку меридиана; положение пунктов съёмочного обоснования; горизонтали основания склада; изосечения поверхности штабеля полезного ископаемого; продольную ось склада; положение поперечных сечений (при подсчёте объёма способом вертикальных сечений).

2. Поперечные сечения склада полезного ископаемого. На сечения нанести: сетку высот; линию подошвы склада; поверхность штабеля. Выполнить ориентирование и центрирование сечений.

3. Положение забоя вскрышного уступа на начало и конец отчётного периода, на который нанести: сетку координат; дополнительные построения для подсчёта объёма вскрыши за отчётный период.

Планы составить в масштабе 1:1000 по условным обозначениям для горной графической документации (ГОСТ 2.854–75 – ГОСТ 2.857–75).

5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №5

1. Назвать способы учета добычи полезного ископаемого на карьере? Назвать достоинства и недостатки каждого способа.

2. Записать формулу и привести пример расчёта окончательного объёма добычи, принимаемой к учету на конец отчётного периода. Каким образом при этом учитывают объём полезного ископаемого на складе?

3. Назвать требования «Инструкции…» к съёмке остатков полезного ископаемого на складе (масштаб съёмки, расстояние между пикетами, расстояние от инструмента до снимаемого объекта, расхождение контуров в плане из двух независимых съёмок; расхождение высотных отметок из двух определений).

4. Как определить фактическую погрешность нанесения пикета на план?

5. Назвать способы определения объёмов горной массы. Чем руководствуются при выборе способа? Допустимая погрешность определения объёма.

6. Назвать способы определения площади основания склада или сечений контура горной массы. Допустимое расхождение определения площадей из двух определений.

7. Назвать способы определения плотности полезного ископаемого в целике и в разрыхленном состояниях. Допустимая погрешность определения плотности полезного ископаемого.

8. Для чего на плане наносят ось склада полезного ископаемого?

Рекомендуемая литература [1, 7, 8, 10, 11].

Лабораторная работа № 6

Маркшейдерские работы при рекультивации земель на горных предприятиях

1. Цели работы: Выполнить расчётно-графические работы по восстановлению нарушенных горными работами земель, определить объёмы планировочных работ и разработать методику маркшейдерских работ по вынесению в натуру геометрических элементов (ось, центр, плоскость) проекта в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

2. Исходные данные

1. Сводно-совмещённый план горных работ карьера.
2. Вид рекультивации карьера или отвала (табл. 1).

3. Порядок выполнения работы

1. В соответствии с номером варианта установить участок плана, подлежащий рекультивации (табл. 1).

2. Установить вид рекультивации: для четных вариантов – карьера; для нечетных – отвала (табл. 1). Условно принять границы рекультивируемого участка по падению и восстанию совпадающими с границей земельного отвода, по простиранию – профили, заданные по варианту в таблице 1.

3. При обустройстве водоёма и оформлении пляжной зоны

3.1. Построить три профиля верхнего уступа (один – по середине участка, два на расстоянии 20 м в обе стороны) в пределах рекультивируемого участка протяженностью 40 м в масштабе 1:200.

3.2. Произвести выполаживание верхнего уступа, приняв следующие уклоны: до глубины h = 1 м – 1:7; до глубины h = 1,7 м – 1:4, далее 1:1.

3.3. Построить план береговой зоны водоёма в масштабе 1:200, используя профили. Отметку зеркала воды принять на 1 м ниже минимальной отметки верхней бровки уступа в пределах заданного участка.

3.4. Подсчитать объём переэкскавации пород при сооружении пляжной зоны, а также потребность в песке при условии: ширина пляжа – 20 м, слой песка пляжной зоны – 0,2 м; подводная часть водоёма от береговой линии до глубины 1 м покрывается песком слоем 1 м.

4. При создании водоёма с максимальной глубиной

4.1. Построить три профиля горных выработок вдоль профильных линий в пределах рекультивируемого участка в масштабе 1:2000.

4.2. Произвести выполаживание бортов с уклоном 1:3 до почвы угольного пласта.

4.3. Построить план участка борта в изолиниях проектной (выположенной) поверхности.

4.4. Определить объём переэкскавации пород при выполаживании бортов, а также потребность в глине для сооружения противофильтрационного экрана толщиной 0,2 м на выполаживаемых участках борта.

4.5. Определить отметку и площадь водного зеркала, максимально возможную глубину водоёма, а также необходимый объём воды для заполнения карьера.

5. При засыпке выработанного пространства породами

5.1. Построить три профиля горных выработок в масштабе 1:2000 в пределах рекультивируемого участка.

5.2. Определить объём породы, необходимой для заполнения выработанного пространства, до отметки рельефа земной поверхности на границе горных работ, учитывая коэффициент усадки пород ($k_у$ = 0,3). В зависимости от рельефа местности поверхность рекультивируемого участка во избежание его заболачивания должна иметь односторонний или двухсторонний уклон в сторону нетронутых земель.

5.3. Построить план участка в изолиниях проектной поверхности.

5.4. Дать заключение об использовании восстановленных земель в зависимости от уклона рекультивируемой поверхности.

5.5. Определить объём глины и плодородных почв для покрытия рекультивируемой поверхности (мощность водоупорного слоя – 0,5 м, плодородного – 0,8 м).

6. При рекультивации отвала

6.1. Построить три поперечных и один продольный профили отвала в масштабе плана.

6.2. При рекультивации способом террасирования:

- разбить профиль отвала на горизонты (уступы), приняв высоту террасированного уступа 15–20 м;
- установить число уступов, исходя из фактической высоты отвала, проектной высоты террасированного уступа и баланса земляных

работ (ввоз пустой породы извне не предусматривать);

- нанести на профили красным цветом проектное положение рекультивированных откосов отвала, приняв угол откоса проектируемого уступа 20°, ширину площадки между уступами 20 м.

6.3. При рекультивации способом выполаживания:

- по вертикальным профилям установить фактические углы откосов отвалов и предложить возможный вид использования восстанавливаемых земель;
- в зависимости от вида использования восстанавливаемых земель установить оптимальный проектный уклон поверхности и склонов отвала;
- нанести на разрезы красным цветом линию проектного уклона.

6.4. Построить план поверхности рекультивируемого отвала.

6.5. Определить объём переэкскавации пород для получения запроектированной поверхности отвала.

6.6. Определить объём глины и плодородных почв для покрытия поверхности и склонов отвала (мощность водоупорного слоя – 0,2 м; плодородного – 0,5 м).

6.7. Построить въездную дорогу с нижней отметки до верхней площадки отвала, приняв уклон дороги 50 ‰, ширину 30 м.

7. Разработать методику маркшейдерских работ по вынесению проектных параметров борта карьера или отвала в натуру при выполнении технического этапа рекультивации. Составить схемы по вынесению параметров в натуру.

8. Описать методику и привести схему для определения объёмов земляных работ за календарный срок.

4. Оформление работы

Отчёт по лабораторной работе должен содержать пояснительную записку и графические приложения.

В пояснительной записке привести название, цель работы, исходные данные, порядок её выполнения с формулами и пояснением к ним.

Результаты расчётов свести в таблицы, указать: номер сечения; площадь сечения; расстояние между сечениями; объёмы земляных работ между сечениями по срезке и насыпке; общий объём земляных работ. Расчёты объёмов глины, песка, плодородных почв также привести в таблицах.

Графические приложения:

1. При обустройстве водоема и создании пляжной зоны

1.1. План рекультивируемой поверхности.

На плане показать: сетку координат; стрелку меридиана; фактическое положение горных выработок (серым цветом); проектное положение бровок уступа; в прибортовой поверхности границы зон изменения проектного уклона; границу пляжа; линию уреза воды; затопленный карьер; зону, покрытую песком; стрелку меридиана; положение профильных линий; осевую линию для привязки профилей; условные обозначения.

1.2. Профили верхнего уступа.

На профилях показать: сетку высот; осевую линию для привязки к плану; фактический и проектируемый профили верхнего уступа; участки перелома уклона; зону пляжа; линию уреза воды; карьер, превращенный в водоем; площади срезки грунта показать косой штриховкой. Выполнить ориентирование и центрирование профилей.

2. При создании водоема с максимальной глубиной

2.1. План рекультивируемой поверхности.

На план нанести: сетку координат; стрелку меридиана; фактическое положение горных выработок до рекультивации (серым цветом); положение и отметки верхней и нижней бровок уступа проектной поверхности; линию и отметку уреза воды; затопленный карьер; положение профильных линий; осевую линию для привязки профилей; условные обозначения.

2.2. Профили горных выработок рекультивированного карьера.

На профили нанести: сетку высот, осевую линию для привязки к плану; фактическое и проектируемое положение горных выработок; линию уреза воды; карьер, превращенный в водоем; площади срезки грунта показать косой штриховкой. Выполнить ориентирование и центрирование профилей.

3. При засыпке выработанного пространства вскрышными породами

3.1. План рекультивируемой поверхности.

На план нанести: сетку координат; стрелку меридиана; фактическое положение горных выработок до рекультивации (серым цветом); изолинии проектной плоскости (красным цветом); направление и величину уклона поверхности; положение профильных линий; осевую линию для привязки профилей; условные обозначения.

3.2. Профили горных выработок.

На профили нанести: сетку высот, осевую линию для привязки к плану; фактическое положение горных выработок; контур засыпки карьера; направление и величину уклонов поверхности после засыпки выработки. Выполнить ориентирование и центрирование профилей.

4. При рекультивации отвала

4.1. План рекультивируемой поверхности

На план нанести: сетку координат; стрелку меридиана; фактическое положение отвала до рекультивации (серым цветом); положение проектной поверхности отвала - верхнюю и нижнюю бровки с проектными отметками (красным цветом): въездную дорогу с нижнего горизонта до верхней площадки.

4.2. Продольные и поперечные профили отвала

На профили нанести: сетку высот; стрелку меридиана; осевую линию для привязки к плану; фактический (серым цветом) и проектируемый (красным цветом) контуры ярусов отвала; площади срезки породы показать косой штриховкой. Выполнить ориентирование и центрирование профилей.

Планы и профили составить по условным обозначениям для горной графической документации (ГОСТ 2.854–75 – ГОСТ 2.857–75).

5. Контрольные вопросы для защиты лабораторной работы №6

1. Направления рекультивации и виды использования нарушенных горными работами земель согласно ГОСТ 17.5.1.02-85.
2. Виды работ технического этапа рекультивации нарушенных горными работами земель.
3. Способы съёмок опасных зон (запожаренные участки отвалов вскрышных пород, провалы земной поверхности от подземных горных работ, гребневидные отвалы от бестранспортной системы разработки) при рекультивации нарушенных горными работами земель.
4. Планировка отвалов способом выполаживания.
5. Планировка отвалов способом террасирования.
6. Планировка карьерных выемок.
7. Вынесение на местности проектной плоскости способом квадратов.
8. Вынесение на местности проектной плоскости тахеометрическим способом.

9. Контроль вертикальной планировки методом наклонного визирного луча нивелира. Стационарная визирка.

10. Выполаживание уступа карьера с использованием откосника.

11. Контроль крутизны откоса с использованием угломерных инструментов.

12. Проектирование въездных дорог и съездов.

33. Учет объёмов земляных работ. Наблюдения за просадкой пород. Контроль соблюдения геометрических элементов проекта.

Рекомендуемая литература [1, 6, 11, 14].

Список рекомендуемой учебной и методической литературы

Основная литература

1. Бахаева, С. П. Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых [Текст] : учебное пособие для обучающихся специальности 21.05.04 «Горное дело» / С. П. Бахаева; ГОУ ВПО Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2019.

2. Попов, В. Н. Геодезия и маркшейдерия [Электронный ресурс]. – Москва : Горная книга, 2010. – 452 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=79284. – Загл. с экрана.

Дополнительная литература

3. Бузук, Р. В. Маркшейдерские опорные геодезические сети [Текст] : учебное пособие / Р. В. Бузук; ГОУ ВПО Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2004. – 287 с. – Доступна электронная версия: http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=90296&type=utchposob:common

4. Горная графическая документация. ГОСТ 2.850–75 – ГОСТ 2.857–75. Введ. 01.01.1980. – Москва: Изд-во стандартов, 1976. – 199 с.

5. Маркшейдерские работы на карьерах и приисках / М. А. Перегудов, И. И. Пацеев, В. И. Борщ-Компаниец и др. – Москва : Недра, 1980. – 366 с.

6. Охрана недр и геолого-маркшейдерский контроль. Инструкция по производству маркшейдерских работ [Текст] РД 07-603-03 / Федер. горн. и пром. надзор России (Госгортехнадзор). – Москва : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. – 118 с.

7. Томаков, П. И. Технология, механизация и организация открытых горных работ [Текст] : учебник для вузов / П. И. Томаков, И. К. Наумов. – Москва : Издательство Московского горного института, 1992. – 464 с.

Приложение 1

Положение об оформлении и защите отчётов по лабораторным работам

1. Отчёты по лабораторным работам составляются индивидуально каждым обучающимся.

2. Отчёт представляется отдельно по каждой лабораторной работе.

3. Пояснительная записка отчёта составляется с использованием текстовых редакторов, например, Microsoft Office Word, графическая часть оформляется в одном из графических редакторов (AutoCAD, Corel Draw и др.). Все страницы отчёта нумеруются.

4. Отчёт должен быть написан грамотно, аккуратно, на стандартных листах (210×295) белой бумаги с оставлением полей: левое – 25 мм, правое – 15 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм.

Текст. Шрифт TimesNewRoman, 14 пт, интервал – одинарный, абзацный отступ 1,25 см. Выравнивание текста по ширине, расстановка переносов автоматическая. Если по тексту встречается численное выражение с сокращенной единицей измерения, например 15 м, 13 С, между цифрами и буквами ставится фиксированный пробел (shift+ctrl+пробел).

Таблицы. Шрифт таблиц может быть меньше шрифта основного текста, до 11 пт включительно. «Шапка» таблицы с выравниванием по центру по горизонтали и по вертикали. Боковик таблицы с выравниванием по левому краю. Основное содержание таблицы:

- текстовое с выравниванием по ширине,
- числовое – выравнивание по центру для чисел с разными единицами измерения и выравнивание по правому краю для чисел с одинаковыми единицами измерения, например стоимость в рублях.

Основное содержание таблицы – прописными буквами (кроме собственных имен). В конце заголовков и подзаголовков таблиц, содержания ячеек таблиц точки не ставятся (исключение – сокращения).

Над правым верхним углом таблицы помещается надпись «Таблица ...» с указанием её порядкового номера, без кавычек, без знака № перед цифрой и точки после нее (например, Таблица 4). Ниже, по центру располагается название таблицы, которое отражает её содержание, имеет точную и краткую формулировку. При переносе части таблицы название помещают только над первой частью таблицы, нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую таблицу, не проводят. Пронумерованные графы повторяют на следующей странице. Таблица располагается непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Таблицы, зани-

мающие более страницы, помещают в приложение, а небольшие – на страницах работы.

Рисунки должны быть четко прорисованы с однозначным прочтением обозначений на них. Рисунки, представляющие собой систему отдельных объектов, должны быть сгруппированы.

Формулы должны быть набраны в редакторе формул. Одинаковые величины должны иметь одно и то же обозначение. При наборе формул придерживаться следующих размеров и стиля:

Шрифт основных символов 14 пт

Шрифт индексов 1-го порядка 11 пт

Шрифт индексов 2-го и т. д. порядка 9 пт

Уравнения и формулы выделяются из текста в отдельную строку. Формулы располагают по тексту или по центру, или по левому краю с абзацным отступом, но однотипно во всех работах. Номер формулы ставится по правому краю.

Пояснение значений символов и числовых коэффициентов приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле, с новой строки без абзацного отступа, после слова «где» в подборку (см. выше).

Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (–), умножения (·), деления (:), или других математических знаков, причем знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак (×).

Ссылка в тексте на литературный источник, включенный в список литературы. Ссылка заключается в прямые скобки (например, [34, с. 179]), при этом вторая цифра указывает на номер страницы, где находится данная цитата. Если автор ссылается на работы нескольких исследователей, то оформляется это, например, так: «В исследованиях ряда авторов [2, 7, 8, 12] установлено…».

В приложения выносят большие таблицы, графические документы.

5. Все формулы, таблицы, рисунки в отчёте должны быть пронумерованы, номер состоит из двух цифр, разделённых точкой: первая обозначает порядковый номер лабораторной работы, вторая – порядковый номер таблицы, рисунка или формулы. Например, рис. 2.3 – рисунок номер 3 в лабораторной работе 2.

6. В конце каждой лабораторной работы должен быть **вывод** и приведён список литературы, используемой для выполнения этой работы.

7. На титульном листе отчёта указывается название учебной дисциплины, фамилия, и инициалы преподавателя, его должность и ученая степень; шифр группы и фамилия, инициалы обучающегося.

8. Порядок защиты работы:

- в процессе выполнения работы преподаватель консультирует и контролирует правильность выполнения работы, проверяет отчёт и допускает к защите;

- при защите отчёта преподаватель выясняет теоретическую и практическую подготовку обучающегося и при слабой теоретической подготовке назначает повторную защиту отчёта.

9. Рейтинговая система аттестации по учебной дисциплине «Маркшейдерские работы при открытой разработке полезных ископаемых».

Программа учебной дисциплины состоит из пяти разделов. В течение семестра обучающиеся выполняют три письменные контрольные работы, каждая работа состоит из двух вопросов. Первая контрольная работа включает вопросы первого и второго разделов, вторая – третьего и четвертого, третья – пятого. В итоге обучающийся получает 6 оценок по теоретическому материалу.

Программой предусмотрено выполнение пяти лабораторных работ. По каждой лабораторной работе выставляется две оценки: одна – за своевременное и правильное выполнение работы, соответствие ГОСТам, условным обозначениям для маркшейдерских планов, требованиям «Инструкции по производству маркшейдерских работ»; вторая – за теоретическую подготовку по соответствующему разделу. В итоге обучающийся получает 10 оценок по приобретенным практическим навыкам решения маркшейдерских задач.

Всего по учебной дисциплине обучающийся получает 16 оценок и может набрать максимальный рейтинг 80 баллов ($R_{max} = k \times 5$), где k – число оценок по учебной дисциплине, 5 – высшая оценка.

Обучающийся, который набрал:

- 90 % R_{max}, т.е. 72 балла получает оценку «отлично»;
- 80 % R_{max}, т.е. 64 баллов получает оценку «хорошо»;
- 70 % R_{max}, т.е. 56 баллов получает оценку «удовлетворительно»;
- менее 70 % R_{max} получает оценку «неудовлетворительно», но при выполнении всех лабораторных работ допускается к устному зачету.

Контрольные работы обучающийся может писать только один раз.

Обучающийся, который получил оценку «хорошо» и прослушавший все лекции учебной дисциплины, по усмотрению преподавателя может быть освобождён от дополнительного опроса на зачете.

На зачете обучающийся сдает те разделы программы учебной дисциплины, по которым получил неудовлетворительную оценку при написании контрольных работ. Обучающийся, имеющий пропуски по лекционным занятиям, независимо от итоговой оценки за контрольные работы, проходит собеседование по пропущенным лекционным темам учебной дисциплины.

Приложение 2

Каталог координат пунктов опорной сети карьера
(к лабораторной работе № 3)

Номер пункта	Координаты, м			Высота наведения, м
	X	**Y**	**Z**	
1	–0797,56	–4852,83	460,04	7,05
2	1548,17	–5407,23	468,79	4,08
3	1839,32	–3899,02	394,73	3,97
4	1563,55	–1352,80	294,61	4,44
5	2873,55	–5965,00	617,07	3,92
6	0949,14	–5752,45	495,87	4,27
7	–0797,56	–4852,83	473,59	3,45
8	–0797,55	–4852,83	238,82	4,05
9	1325,45	–6324,65	282,63	4,70
10	3652,52	–3649,70	206,59	4,20
11	–5454,51	1314,63	501,39	4,01
12	–4774,85	786,92	426,36	4,42
13	–4006,02	1253,41	516,47	3,92
14	1566,55	–1352,80	188,03	3,94
15	–4767,55	2319,61	234,53	2,47
16	2873,55	–5965,00	486,36	4,02
17	1548,17	–5407,20	362,29	3,88
18	–3474,71	–0602,90	364,92	3,94
19	–4006,02	1253,41	360,52	3,92
20	–5454,91	1314,63	345,84	4,01
21	–4406,84	0216,58	085,49	1,48
22	–4774,85	0786,92	244,98	2,38
23	–4767,55	2319,51	125,94	2,10
24	–5454,91	1314,63	087,14	2,48
25	1325,45	–6324,61	412,04	4,07
26	2873,55	–5965,00	511,39	4,02
27	1839,32	–3899,02	312,81	3,97
28	3834,30	0789,37	368,08	4,28
29	–0892,49	2949,30	387,74	2,50
30	–3474,71	–0602,90	422,01	4,64
31	–5372,35	0214,53	303,58	2,47
32	–4406,84	0216,58	103,67	2,48
33	–4006,02	1253,41	120,19	3,92
34	–4767,55	2319,51	144,24	2,47
35	3652,52	–3649,70	196,53	3,90

Продолжение приложения 2

Номер пункта	Координаты, м			Высота наведения, м
	X	**Y**	**Z**	
36	1839,32	–3899,02	173,39	4,27
37	0623,30	–3158,27	177,04	4,15
38	–5454,91	1314,63	395,84	4,01
39	–4406,86	0216,58	393,95	4,66
40	–3474,71	–0602,90	414,82	3,54
41	–0892,49	2949,30	173,08	4,30
42	–4006,02	1253,41	202,35	2,92
43	–3474,70	–0602,90	206,43	3,74
44	–0797,56	–4852,83	834,17	4,05
45	1325,45	–6324,61	878,14	4,70
46	2873,55	–5965,00	977,43	4,02
47	–2967,52	5610,85	281,97	2,29
48	–5454,91	1314,63	173,68	4,01
49	–4406,84	0216,58	171,69	4,96
50	–0892,49	2949,30	395,39	3,30
51	0000,00	0000,00	306,50	4,24
52	3834,80	0789,37	376,10	4,28
53	1325,45	–6324,61	498,05	4,70
54	3652,52	–3649,70	422,10	3,40
55	1839,32	–3899,02	398,84	3,77
56	1566,55	–1352,80	719,83	3,44
57	2873,55	–5965,00	1018,77	3,82
58	3652,52	–3649,70	843,13	4,20
59	1566,55	–1352,80	446,44	4,24
60	0623,30	–3158,22	551,87	5,15
61	–0797,50	–4852,83	601,16	4,35
62	–4006,02	1253,41	240,69	3,92
63	–5454,91	1314,63	225,99	4,01
64	–5372,35	0214,53	208,99	4,20
65	–4509,20	–0128,47	336,11	4,03
66	–4774,85	0780,92	244,98	2,38
67	0623,30	–3158,22	462,74	4,15
68	1548,17	–5407,23	531,38	4,08
69	3652,52	–3649,70	480,49	4,06
70	0949,14	–5752,45	237,36	4,07
71	1325,45	–6324,61	258,86	4,70
72	3652,52	–3649,70	182,85	3,20

Продолжение приложения 2

Номер пункта	Координаты, м			Высота наведения, м
	X	**Y**	**Z**	
73	–2519,02	0609,05	542,31	1,75
74	–4006,02	1253,41	625,19	3,92
75	–5454,91	1314,63	610,38	4,01
76	1548,17	–5407,22	185,04	3,88
77	3652,52	–3649,70	134,28	4,20
78	1566,55	–1352,80	010,82	4,44
79	–5372,35	0214,53	178,89	2,47
80	–4006,02	1253,41	210,48	3,92
81	–4006,02	1253,41	400,79	3,62
82	–3474,71	–0602,90	405,60	4,54
83	3834,80	0789,37	351,88	4,28
84	1566,55	–1352,80	316,57	4,44
85	0623,30	–3158,22	422,45	4,15
86	2873,55	–5965,00	614,96	4,22
87	0623,30	–3158,22	250,86	4,15
88	2873,55	–5965,00	444,28	3,72
89	1566,55	–1352,80	145,22	4,44
90	–0892,49	2949,30	056,95	3,10
91	–2967,52	5610,85	181,13	4,49
92	–5372,35	0214,53	055,62	4,10
93	–3474,71	–0602,90	091,74	3,94
94	–5454,91	1314,63	594,50	4,01
95	–4406,84	0216,58	592,57	4,66
96	–3474,71	–0602,90	613,42	3,94

Приложение 3

Номера опорных пунктов и результаты полевых измерений
(к лабораторной работе №3)

Вариант	Опорный пункт	Измеренное направление			Измеренный угол наклона				Высота теодолита, м
		°	′	″	±	°	′	″	
1	1	00	00	00	+	00	00	00	1,11
	2	62	19	58	+	01	40	50	
	3	98	37	40	–	00	06	18	
	4	192	23	32	–	02	52	50	
2	5	00	00	00	+	03	41	02	1,02
	2	63	16	36	–	00	00	00	
	6	110	15	19	–	01	33	32	
	7	132	11	26	–	00	54	58	
3	8	00	00	00	–	00	23	48	1,33
	9	89	39	11	+	01	42	28	
	5	170	28	34	+	00	00	00	
	10	233	10	05	–	01	01	12	
4	76	110	25	18	+	02	52	32	1,04
	5	147	50	29	±	00	00	00	
	77	219	10	38	+	00	49	45	
	78	307	27	42	–	02	10	00	
5	14	00	00	00	–	02	13	10	1,21
	3	55	35	11	–	00	00	00	
	17	87	37	18	+	01	07	28	
	16	119	09	37	+	04	10	02	
6	18	00	00	00	+	00	18	45	1,0
	19	94	37	45	+	00	04	05	
	15	120	39	35	+	00	00	00	
	20	147	52	29	–	00	25	45	
7	79	00	00	00	–	00	48	15	1,17
	65	28	56	52	+	00	37	00	
	80	83	17	25	+	00	41	30	
	15	141	20	08	+	01	53	26	
8	21	21	47	44	+	00	55	30	1,09
	22	65	26	41	–	00	00	00	
	23	95	38	32	+	01	29	12	
	24	115	57	50	+	00	57	02	

Продолжение приложения 3

Вари-ант	Опорный пункт	Измеренное направление			Измеренный угол наклона				Высота теодолита, м
		°	′	″	±	°	′	″	
9	25	89	39	11	+	01	42	28	1,33
	26	170	28	34	+	05	02	22	
	10	233	10	05	–	00	00	00	
	27	272	22	19	–	02	40	50	
10	81	129	08	51	+	01	37	54	1,21
	82	156	21	59	+	02	01	43	
	1	227	11	21	±	00	00	00	
	83	338	09	09	+	01	02	37	
11	28	00	00	00	–	00	00	00	1,14
	29	53	04	00	–	00	12	25	
	30	97	11	06	+	00	08	55	
	1	179	09	11	+	01	20	35	
12	31	00	00	00	–	00	00	00	1,17
	32	39	22	27	–	00	00	50	
	33	83	17	25	+	00	41	30	
	34	141	20	08	+	01	53	25	
13	35	233	10	05	–	01	01	12	1,33
	36	272	22	19	–	02	40	50	
	37	305	39	18	–	01	33	35	
	1	00	00	00	–	00	00	00	
14	84	00	00	00	–	02	13	10	1,21
	85	38	32	02	–	00	16	22	
	2	87	37	28	±	00	00	00	
	86	119	09	37	+	04	10	02	
15	38	149	00	14	–	00	28	40	1,32
	31	188	40	14	–	00	00	00	
	39	220	17	14	–	00	41	02	
	40	257	23	44	+	00	11	48	
16	41	73	21	33	+	01	41	32	1,21
	42	129	08	51	+	01	37	54	
	43	156	21	59	+	02	00	52	
	1	227	11	21	+	00	00	00	
17	87	00	00	00	+	00	21	00	1,04
	2	110	25	18	±	00	00	00	
	88	147	56	29	+	04	59	25	
	89	307	27	42	–	02	10	00	

Продолжение приложения 3

Вариант	Опорный пункт	Измеренное направление			Измеренный угол наклона				Высота теодолита, м
		°	′	″	±	°	′	″	
18	41	00	00	00	–	00	00	00	1,32
	47	48	00	56	+	01	13	20	
	48	149	00	14	–	00	28	40	
	49	220	17	14	–	00	41	02	
19	50	00	00	00	+	01	03	32	1,22
	51	65	49	21	–	00	44	20	
	1	98	50	57	+	00`	0	00	
	52	200	12	15	+	01	09	28	
20	1	00	00	00	–	00	00	00	1,33
	53	89	39	11	+	01	42	28	
	54	233	10	05	–	01	01	12	
	55	272	22	19	–	02	40	50	
21	90	00	00	00	–	00	27	22	1,32
	91	48	00	56	+	01	13	20	
	92	188	40	14	–	00	58	30	
	93	257	23	44	+	00	11	48	
22	56	307	27	42	–	02	10	00	1,04
	1	51	14	01	+	00	00	00	
	57	147	56	29	+	04	59	25	
	58	219	10	38	+	00	49	45	
23	67	00	00	00	+	00	21	00	1,04
	1	51	14	01	±	00	00	00	
	68	110	25	18	+	02	52	37	
	69	219	10	38	+	00	49	45	
24	47	48	00	56	±	00	00	00	1,32
	94	149	00	14	–	00	28	40	
	95	220	17	14	–	00	41	02	
	96	257	23	45	+	00	11	48	
25	59	307	27	42	–	02	10	00	1,04
	60	00	00	00	+	00	21	00	
	61	51	14	01	+	01	10	22	
	2	110	25	18	+	00	00	00	

Продолжение приложения 3

Вариант	Опорный пункт	Измеренное направление			Измеренный угол наклона				Высота теодолита, м
		°	′	″	±	°	′	″	
26	62	94	37	45	+	00	04	05	1,30
	23	120	39	35	+	00	00	00	
	63	147	52	29	–	00	25	45	
	64	182	57	53	–	01	50	05	
27	31	00	00	00	–	00	48	15	1,17
	65	28	56	52	+	00	37	00	
	66	47	53	47	–	04	54	52	
	19	83	17	25	+	00	00	00	
28	60	305	39	18	±	00	00	00	1,33
	44	00	00	00	–	00	23	48	
	45	89	39	11	+	01	42	28	
	46	170	28	34	+	05	02	22	
29	70	43	19	07	+	00	29	40	1,33
	71	89	39	11	+	01	42	28	
	5	170	28	34	+	00	00	00	
	72	233	10	05	–	01	01	12	
30	18	00	00	00	+	00	00	00	1,35
	73	44	58	15	–	02	14	52	
	74	94	37	45	+	00	04	05	
	75	147	52	29	–	00	25	45	

Приложение 4

Математический аппарат, реализованный в программе «zasechki.exe»

1. Прямая геодезическая засечка

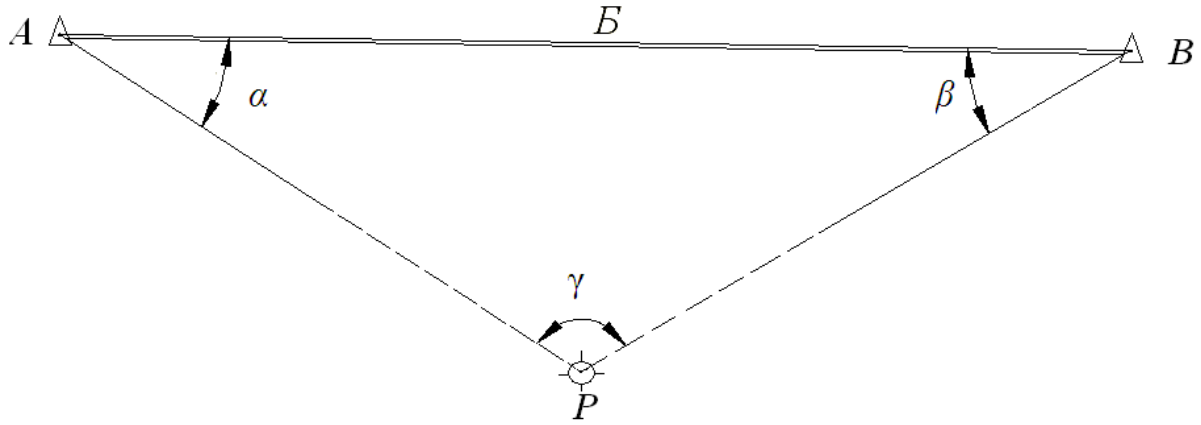

Рис. П.4.1. Схема прямой геодезической засечки

Вычисление координат определяемого пункта *P* для прямой геодезической засечки

$$x_P = \frac{x_A \cdot ctg\beta + x_B \cdot ctg\alpha - y_A + y_B}{ctg\alpha + ctg\beta}, \qquad (П.4.1)$$

$$y_P = \frac{y_A \cdot ctg\beta + y_B \cdot ctg\alpha - x_B + x_A}{ctg\alpha + ctg\beta}, \qquad (П.4.2)$$

Вычисление погрешности положения пункта *P* в плане для прямой геодезической засечки

$$M_P = \frac{m_\beta \,.\, Б}{\rho} \cdot \frac{\sqrt{sin^2\alpha + sin^2\beta}}{sin^2\gamma}, \qquad (П.4.3)$$

где m_β – СКП измерения горизонтального угла в засечках, с; *Б* – длина базиса (расстояние между пунктами опорной сети), м; α и β – измеренные горизонтальные углы, град.; γ – вычисленный горизонтальный угол при определяемом пункте, град.; ρ=*206265* – переводной коэффициент из градусной меры в радианную, с.

2. Обратная геодезическая засечка

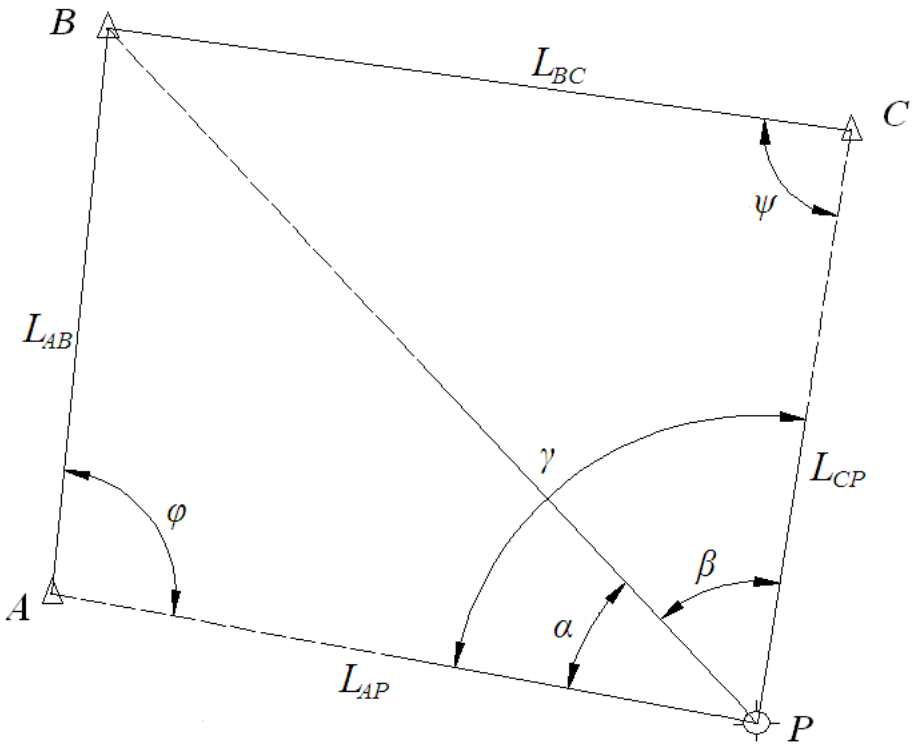

Рис. П.4.2. Схема обратной геодезической засечки

Вычисление координат пункта *P* для обратной геодезической засечки

$$x_P = x_A + \frac{К_1 - СК_2}{1 + С^2} \cdot С, \qquad (П.4.4)$$

$$y_P = y_A + \frac{К_1 - СК_2}{1 + С^2} \cdot С, \qquad (П.4.5)$$

где $К_1$, $К_2$, $К_3$, $К_4$, С – коэффициенты, вычисляемые по формулам:

$$К_1 = \frac{x_B - x_A}{tg\alpha} + (y_B - y_A), \qquad (П.4.6)$$

$$К_2 = \frac{y_B - y_A}{tg\alpha} - (x_B - x_A), \qquad (П.4.7)$$

$$К_3 = \frac{x_C - x_A}{tg\gamma} + (y_C - y_A), \qquad (П.4.8)$$

$$К_4 = \frac{y_C - y_A}{tg\gamma} - (x_C - x_A), \qquad (П.4.9)$$

$$C = \frac{K_1 - K_3}{K_2 - K_4}. \qquad (П.4.10)$$

Вычисление погрешности положения пункта *P* в плане для обратной геодезической засечки

$$M_P = \frac{m_\beta \,.\, L_{BP}}{\rho \sin(\varphi + \psi)} \cdot \sqrt{\left(\frac{L_{AP}}{L_{AB}}\right)^2 + \left(\frac{L_{CP}}{L_{BC}}\right)^2}, \qquad (П.4.11)$$

где φ, ψ – углы, определяемые по разности дирекционных углов прилежащих к ним сторон, град.; L – горизонтальное проложение соответствующей стороны, определяемое из решения обратной геодезической задачи, м.

3. Полярный способ

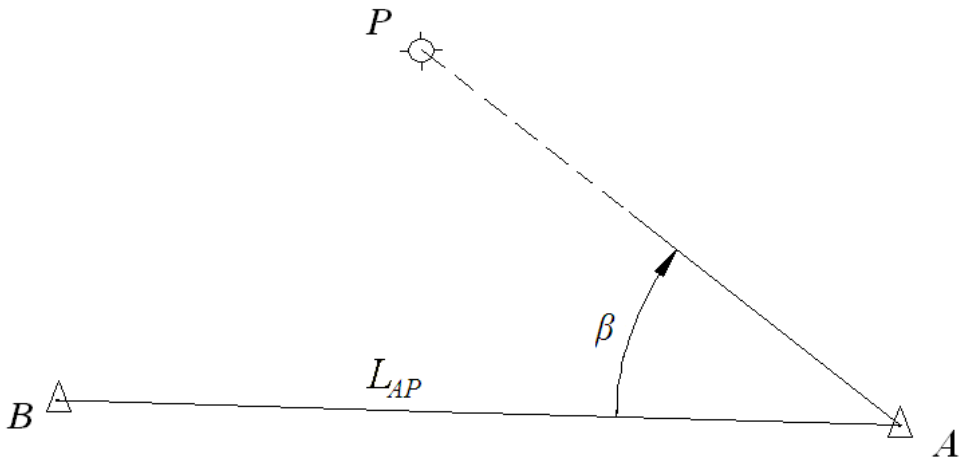

Рис. П.4.3. Схема определения положения пункта *P* полярным способом

Вычисление координат пункта *P* для полярного способа

$$x_P = x_A + L_{AP} \cos \alpha_{AP}, \qquad (П.4.12)$$

$$y_P = y_A + L_{AP} \sin \alpha_{AP}. \qquad (П.4.13)$$

Вычисление погрешности положения пункта *P* в плане для полярного способа

$$M_P = \sqrt{\frac{m_\beta^2}{\rho^2} L_{AP}^2 + m_l^2}, \qquad (П.4.14)$$

где m_l – СКП измерения длины, определяется в зависимости от способа измерения длины по формулам:

- при измерении длины рулеткой

$$m_l = \sqrt{\mu^2 L + \lambda^2 L^2}, \qquad (П.4.15)$$

- при измерении длины светодальномером (электронным тахеометром)

$$m_l = a + b \cdot L\,, \qquad (П.4.16)$$

где μ, λ – коэффициенты соответственно случайного и систематического влияния при измерении длин линий рулеткой (принимают по «Инструкции …» [4]); a и b – постоянные коэффициенты светодальномера (принимают по паспорту прибора); L – горизонтальное проложение от пункта опорной сети до определяемого пункта P, м.

Расчёт погрешности положения пункта по высоте

При определении планового положения пунктов геодезическими засечками высотную отметку, как правило, определяют тригонометрическим нивелированием (рис. П.4.4).

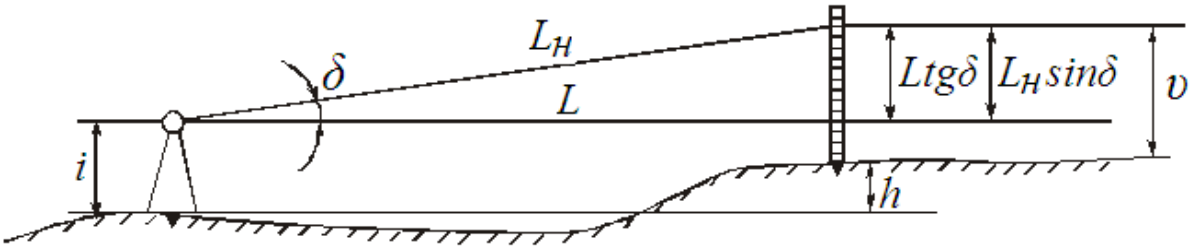

Рис. П.4.4. Схема тригонометрического нивелирования

Вычисление высотной отметки при определении расстояния между пунктами аналитическим способом из решения обратной геодезической задачи

$$h = L \cdot tg\delta + i - \upsilon + f, \qquad (П.4.18)$$

где δ – вертикальный угол, град.; i – высота инструмента, м; V – высота визирной цели, м; d – горизонтальное проложение, м; f – суммарная поправка за кривизну Земли и рефракцию.

$$f = 0{,}42\frac{L^2}{R}, \qquad (П.4.19)$$

где R – средний радиус Земли $R = 6370000$, м.

Вычисление погрешности положения пункта по высоте

$$M_h = \sqrt{m_l^2\ tg^2\delta + \frac{m_\delta^2\ L^2}{\rho^2\ cos^4\delta} + m_i^2 + m_\upsilon^2 + \frac{m_k^2\ L^4}{4R^2}}, \qquad (П.4.20)$$

где $m_l, m_\delta, m_i, m_\upsilon, m_k$ – средние квадратические погрешности, обусловленные соответственно погрешностями измерения расстояния, угла наклона, высоты инструмента, высоты визирования и коэффициента рефракции; L – горизонтальное проложение от пункта опорной сети до определяемого пункта, м.

Поскольку стороны не измеряются, а вычисляются по теореме синусов, погрешность определения расстояния может быть вычислена по формуле:

$$m_l = \sqrt{\frac{m_\beta^2}{\rho^2}\ R \cdot L^2}\ , \qquad (П.4.21)$$

где R – коэффициент, вычисляется по формуле

$$R = ctg^2\alpha + 2ctg^2(\alpha + \beta) + 2ctg^2\alpha \cdot ctg(\alpha + \beta), \qquad (П.4.22)$$

где α, β – измеренные горизонтальные углы, град (рис. П.4.1).

Приложение 5

Топографический план поверхности
(к лабораторной работе №4)
Масштаб 1:2000

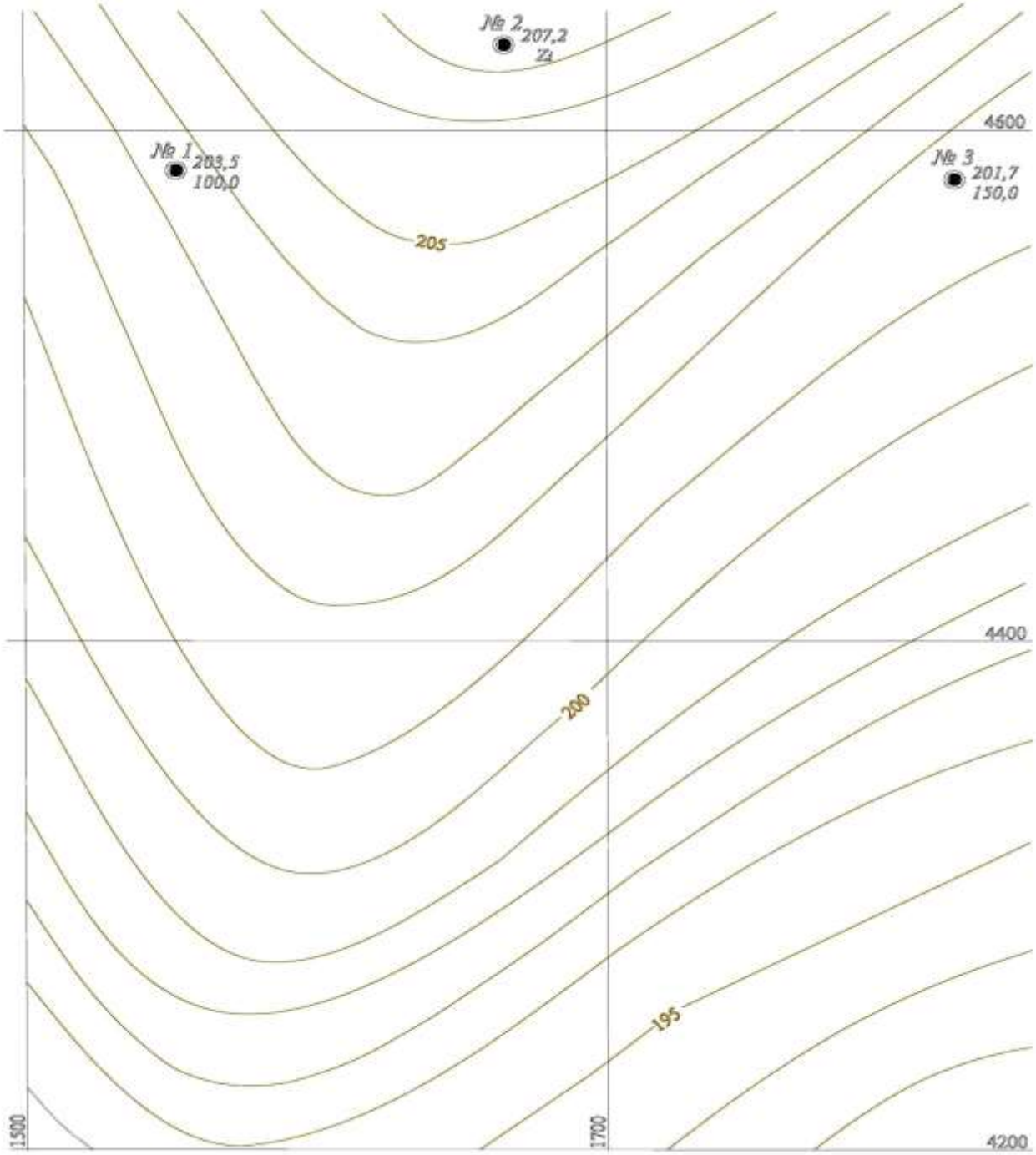

Рис. П.5.1

Продолжение приложения 5

Топографический план поверхности

(к лабораторной работе №4)

Масштаб 1:2000

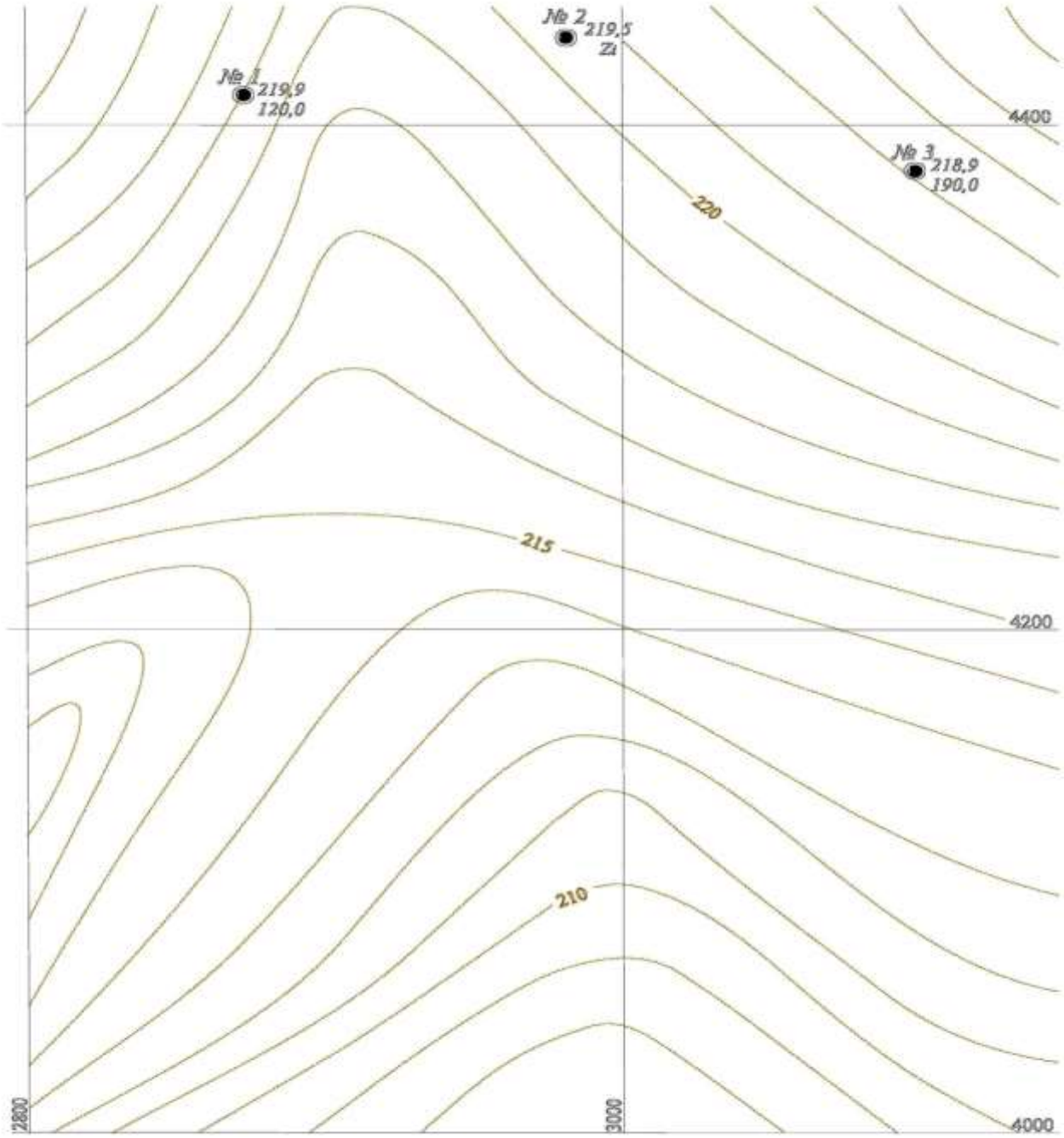

Рис. П.5.2

Продолжение приложения 5

Топографический план поверхности

(к лабораторной работе №4)

Масштаб 1:2000

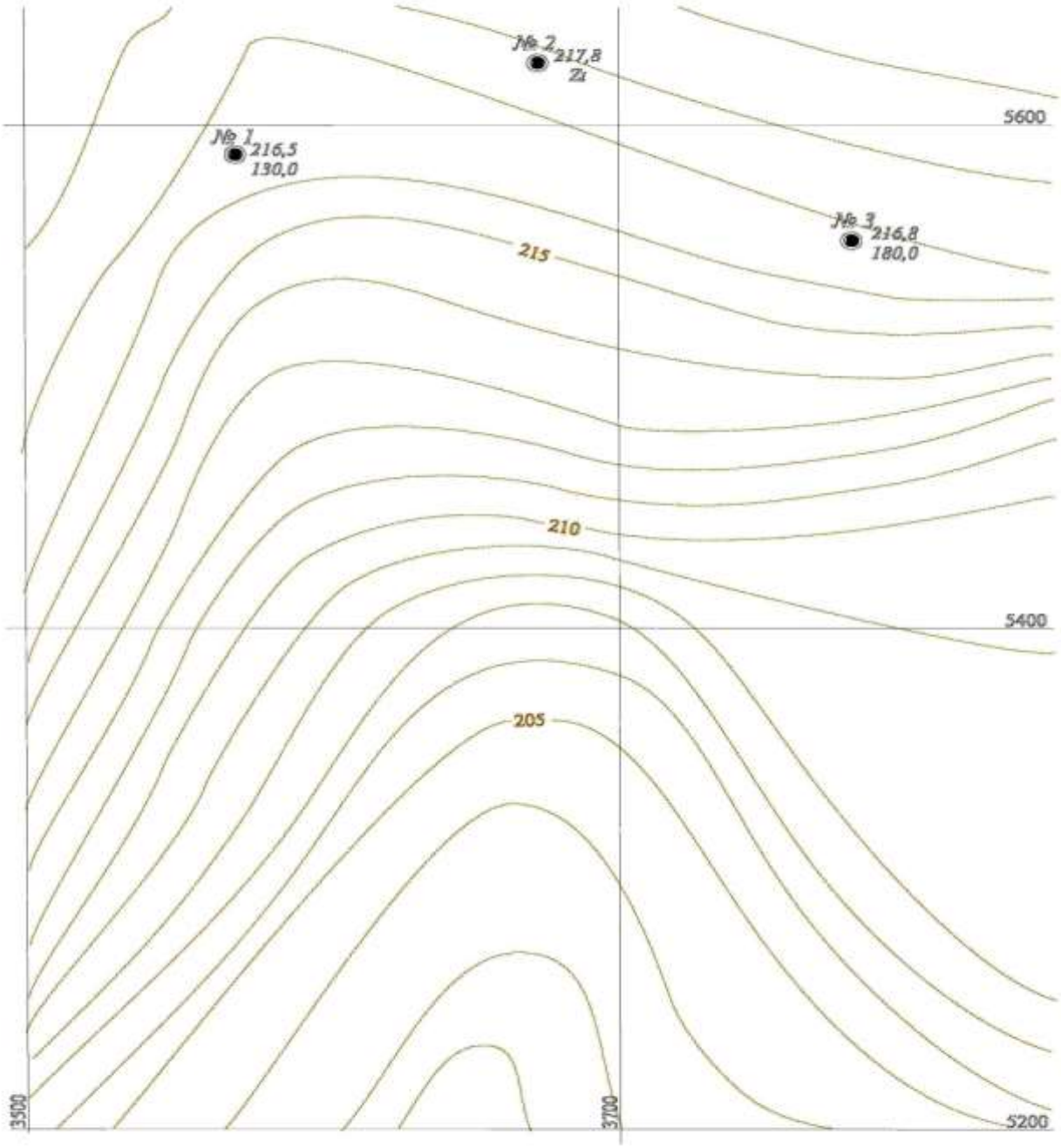

Рис. П.5.3

Продолжение приложения 5

Топографический план поверхности

(к лабораторной работе №4)

Масштаб 1:2000

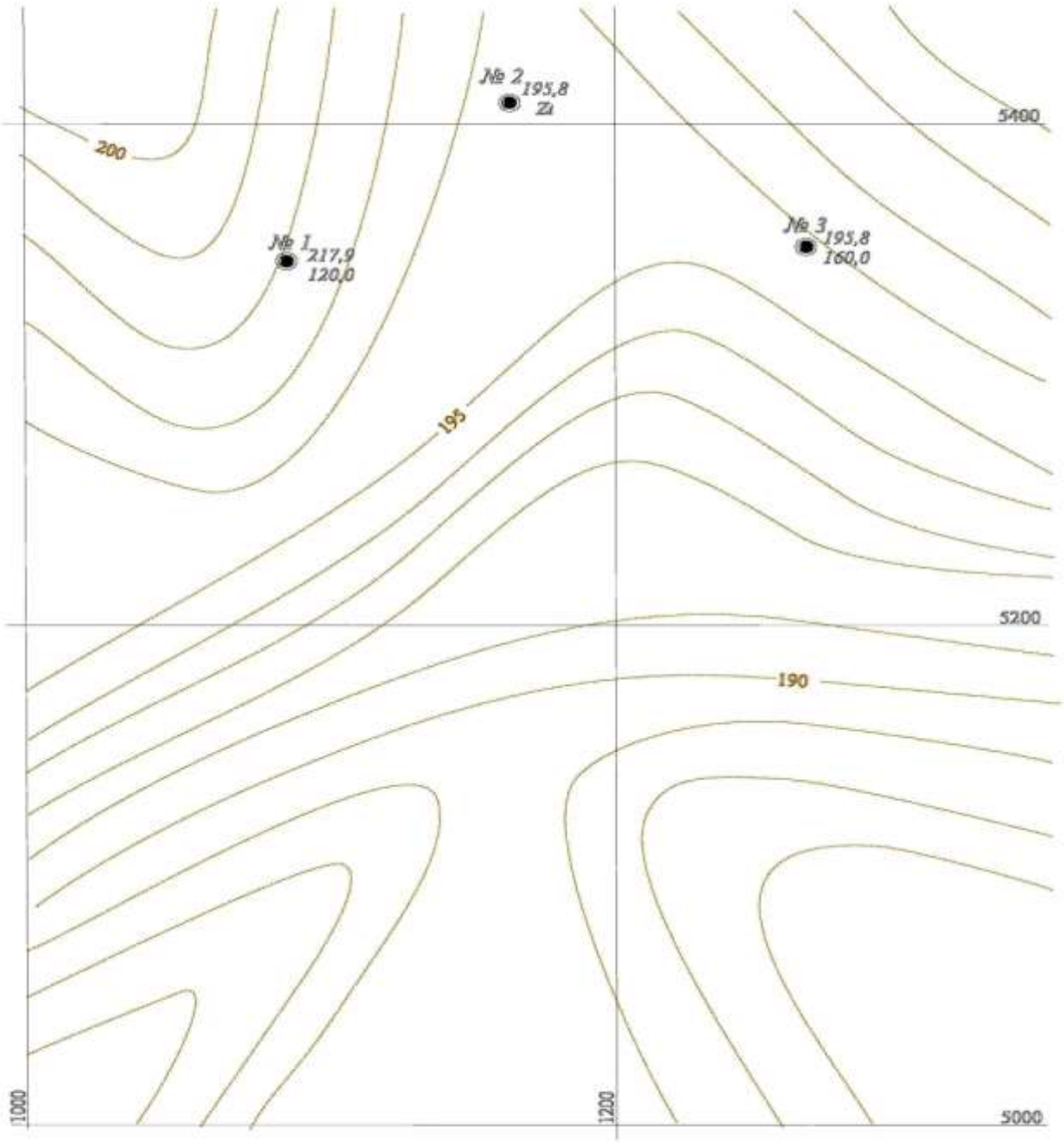

Рис. П.5.4

Продолжение приложения 5

Топографический план поверхности

(к лабораторной работе №4)

Масштаб 1:2000

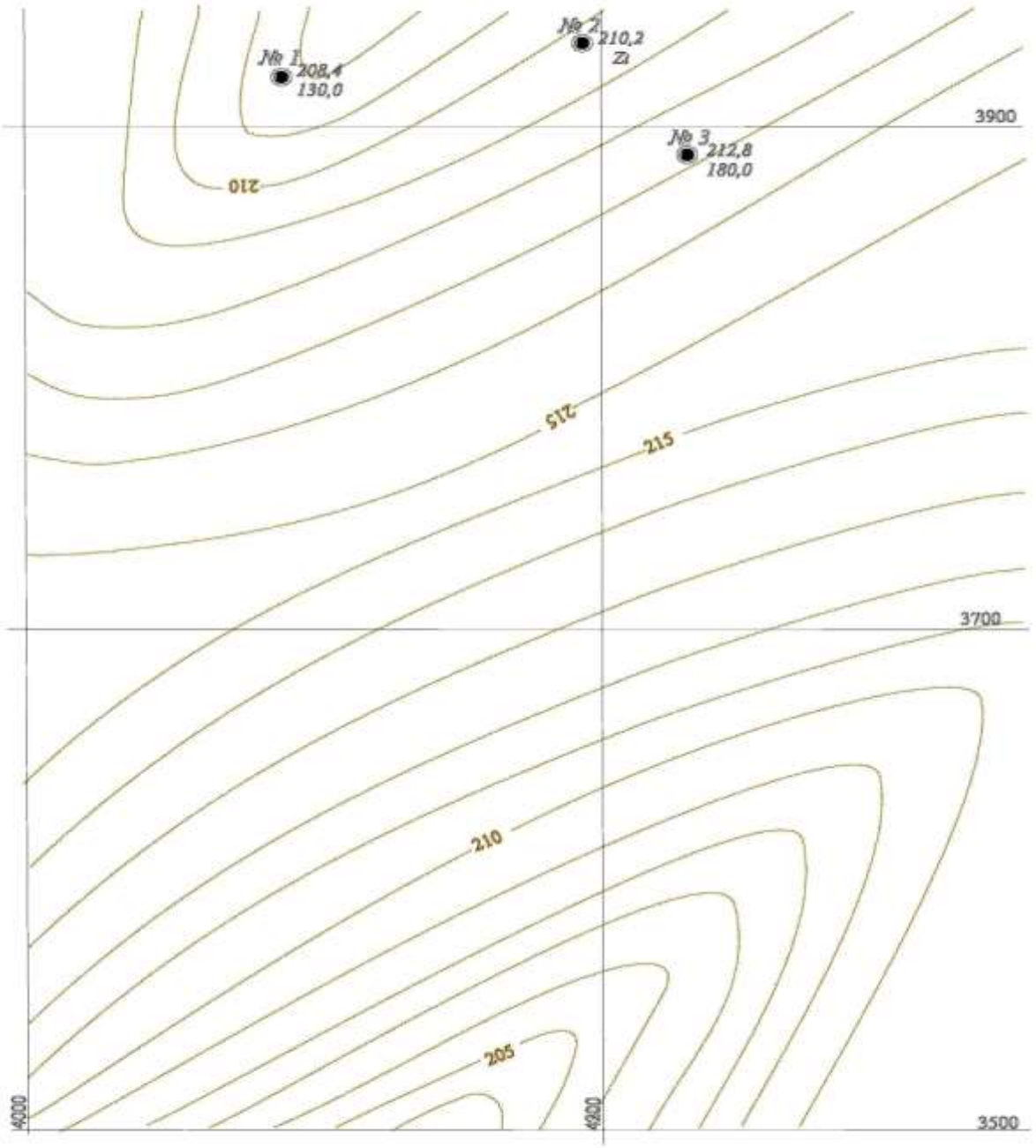

Рис. П.5.5

Приложение 6

Результаты съёмки угольного склада тахеометрическим способом
(к лабораторной работе № 5)

Номер пункта	Горизонтальный угол		Горизонтальное проложение, м	Превышение над станцией, м	Примечание
	°	′			
Станция 1 (00° на п. 12)					
1	01	35	13,0	0,2	граница склада
2	48	30	6,0	0,1	граница склада
3	81	00	11,5	0,1	граница склада
4	39	20	13,5	0,9	
5	08	20	40,0	1,5	
6	19	30	35,0	1,1	
7	21	30	47,0	1,3	
8	36	20	55,5	2,4	
9	36	45	25,0	1,4	
10	37	40	32,0	1,7	
11	38	25	40,5	1,9	
12	50	25	46,5	1,4	
13	61	20	41,5	0,7	
14	61	25	54,0	0,6	граница склада
15	62	50	26,5	0,7	
16	81	10	31,5	0,3	граница склада
Станция 2 (00° на т. 1)					
17	48	30	27,5	0,7	
18	60	10	37,0	1,7	
19	75	00	18,5	0,2	граница склада
20	78	30	30,5	1,1	
21	81	00	45,5	2,4	
22	90	40	39,0	1,7	
23	92	20	48,5	2,9	
24	106	30	38,0	1,0	
25	106	35	56,0	2,2	
26	121	30	52,5	0,8	граница склада

Продолжение приложения 6

Номер пункта	Горизонтальный угол		Горизонтальное проложение, м	Превышение над станцией, м	Примечание
	°	′			
Станция 3 (00° на т. 2)					
27	353	00	18,5	–0,1	граница склада
28	11	30	37,5	0,4	
29	13	30	24,0	0,5	
30	27	40	38,0	1,5	
31	28	00	48,0	1,9	
32	42	30	25,5	0,5	
33	45	00	41,0	0,4	
34	58	20	18,0	–0,1	
35	57	50	43,5	–0,3	
36	27	00	8,5	–0,05	
Станция 4 (00° на т. 3)					
37	15	50	25,5	0,3	граница склада
38	31	30	32,5	1,0	
39	47	30	37,0	1,4	
40	65	25	28,0	0,8	
41	84	30	21,0	–0,1	граница склада

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 1
Лабораторная работа №1. Решение задач по маркшейдерским планам 3
Лабораторная работа №2. Выбор оптимального способа создания съёмочного обоснования на ЭВМ 7
Лабораторная работа №3. Вычисление и оценка точности определения пункта съёмочной сети обратной засечкой на ЭВМ 24
Лабораторная работа №4. Маркшейдерские работы при проведении капитальной траншеи 32
Лабораторная работа №5. Учет объёмов вскрыши и добычи полезного ископаемого 38
Лабораторная работа №6. Маркшейдерские работы при рекультивации земель на горных предприятиях 42
Список рекомендуемой учебной и методической литературы 48
Приложение 1. Положение о защите отчётов по лабораторным работам 49
Приложение 2. Каталог координат пунктов опорной сети карьера (к лабораторной работе №3) 52
Приложение 3. Номера опорных пунктов и результаты полевых измерений (к лабораторной работе №3) 55
Приложение 4. Математический аппарат, реализованный в программе «zasechki.exe» 59
Приложение 5. Топографический план поверхности (к лабораторной работе №4) 64
Приложение 6. Результаты съёмки склада тахеометрическим способом (к лабораторной работе №5) 69

Составитель
Светлана Петровна Бахаева

**МАРКШЕЙДЕРСКИЕ РАБОТЫ
ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Методические указания к лабораторным работам
для обучающихся специальности 21.05.04 Горное
дело, специализация 21.05.04.04 Маркшейдерское дело,
всех форм обучения

Рецензент *Гурьев Д. В.*

Подписано в печать 02.09.2019. Формат 60×84/16.
Бумага офсетная. Отпечатано на ризографе. Уч.-изд. л. 4,5.
Тираж 24 экз. Заказ .
КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Издательский центр УИП КузГТУ. 650000, Кемерово, ул. Д. Бедного, 4А.