

Министерство образования Иркутской области
ГБПОУ ИО «Бодайбинский горный техникум»

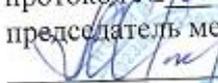
Утверждаю:
Зам. директора по УР
Шпак М.Е.
« 10 » 10 2018 г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ, ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ МОДУЛЮ
ПМ 02. МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ**

Специальность: 21.02.14 Маркшейдерское дело
Форма обучения: Очная

Рекомендовано методическим советом
ГБПОУ ИО «Бодайбинский горный техникум»
Заключение методического совета,
протокол № 1 от « 01 » 10 2018 г.
председатель методсовета

 /Шпак М.Е./



Бодайбо, 2018

Учебно-практическое пособие предназначено для выполнения лабораторно-практических работ и разработано на основе ФГОС СПО, утвержденного приказом Минобрнауки России от 12.05.2014 № 495 «Об утверждении федерального государственного стандарта среднего профессионального стандарта среднего профессионального образования по ППСЗ3 (программе подготовки специалистов среднего звена) 21.02.14 Маркшейдерское дело, укрупненная 21.00.00 Прикладная геология, горное дело и геодезия, квалификация – горный техник – маркшейдер

Организация-разработчик: ГБПОУ ИО «Бодайбинский горный техникум»

Разработчик:

Тихонова Ольга Николаевна – преподаватель специальных дисциплин

Рассмотрено на заседании П(Ц)К Геолого-маркшейдерских дисциплин

Протокол № __ от «__» _____ 2018 года

Учебно-практическое пособие предназначено для студентов специальности 21.02.14 Маркшейдерское дело и соответствует учебной программе профессионального модуля ПМ.02 Маркшейдерское обеспечение ведения горных работ. При составлении пособия учитывалось, что студенты 3-го курса владеют профессиональными компетенциями профессионального модуля ПМ.01 Выполнение геодезических работ.

В пособии представлены общие или индивидуальные задания поисково-творческого и проблемного характера, подробные методические рекомендации по их выполнению, приведены краткие необходимые сведения по теории.

Цель пособия - закрепить главные положения теории и дать возможность сформировать у студентов следующие общие (ОК) и профессиональные (ПК) компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ОК 10. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

ПК 1. Проводить плановые, высотные и ориентирно-соединительные инструментальные съемки горных выработок.

ПК 2. Обеспечивать контроль и соблюдение параметров технических сооружений ведения горных работ.

ПК 3. Проводить анализ точности маркшейдерских работ.

ПК 4. Обеспечивать безопасное ведение съемочных работ.

ПК 5. Контролировать параметры движения горных пород.

ПК 6. Планировать горные работы.

ПК 7. Проводить работы по определению и учету объемов выполненных горных работ.

ПК 8. Составлять маркшейдерскую документацию

Основное внимание в пособии уделено ознакомлению студентов:

- с горной графической (маркшейдерской) документацией и решением конкретных задач на маркшейдерских чертежах;
- с производством и обработкой горизонтальных, вертикальных и ориентирно-соединительных съемок;
- с анализом точности съемочных работ;

- с проведением горных выработок, в том числе выработок околовольного двора;
- с определением объемов выполненных работ;
- с задачами, возникающими при строительстве горного предприятия;
- с обработкой данных наблюдений за сдвижением горных пород;
- с планированием горных работ.

При выполнении лабораторно-графических, лабораторных и практических работ следует учитывать приведенные ниже рекомендации:

1. Уяснить содержание работы.
2. Составить план выполнения работы. При этом полезно изучить рекомендованную методику выполнения работы.
3. Обязательно сопровождать решение работы пояснительным текстом.
4. Не допускать небрежность и неточность выполнения задания.
5. Для самостоятельного выполнения задания, каждый студент выбирает свой вариант, который определяется в зависимости от порядкового номера в списке группы.
6. Практические работы, выполненные по темам 1.3. и 1.4. должны иметь вывод.

При оформлении работ следует соблюдать следующие требования:

- Задания выполняются на бумаге формата А4.
- На листах следует наносить внутреннюю рамку сплошной основной линией на расстоянии 20 мм от левой стороны и на расстоянии 5 мм от остальных сторон.
- Графический материал должен быть выполнен в соответствии с условными обозначениями и равномерно распределен на листе.
- Все надписи выполняются чертежными шрифтами.

Объем работы необходимый для выполнения лабораторно-графических, лабораторных и практических работ приведен в таблице 1.

Таблица 1

Лабораторно-графические, лабораторные и практические работы	Объем, часов
Вычерчивание условных обозначений пунктов при открытой разработке и в подземных горных выработках.	2
Вычерчивание условных обозначений устьев эксплуатационных и разведочных горных выработок.	4
Вычерчивание условных обозначений границ горных и земельных отводов, территории, подработанной горными работами, опасной зоны горящих отвалов, выработанного пространства за год технической границы.	2
Вычерчивание условных обозначений целиков, опасных очагов.	4
Целики. Опасные очаги. Вычерчивание условных обозначений границ барьерных и предохранительных целиков, охраняемых участков, мест горного удара и внезапного выброса газа, оползни, обвалы, площади затопления участка разработки.	2
Лабораторно-графическая работа. Капитальные, подготовительные и очистные горные выработки. Вычерчивание условных обозначений капитальных, подготовительных и очистных горных выработок.	2
Вычерчивание условных обозначений выработок на открытых разработках.	2
Вычерчивание условных обозначений оборудования в горных выработках	4
Вычерчивание условных обозначений горных пород.	4

Построение геологического разреза в программном обеспечении AutoCAD.	4
Построение плана горных работ масштаба 1:1000 или 1:2000 в программном обеспечении AutoCAD.	6
Вычерчивание условных обозначений пунктов при открытой разработке и в подземных горных выработках.	2
Решение задач на маркшейдерских чертежах.	4
Устройство и поверки теодолитов	2
Измерение горизонтальных углов способом приемов	2
Измерение горизонтальных углов способом круговых приемов	2
Измерение вертикальных углов	2
Камеральная обработка результатов геометрического нивелирования откаточных путей, построение профиля	6
Ориентирно-соединительная съемка через один вертикальный ствол с примыканием способом соединительного треугольника	4
Передача высотной отметки точки через вертикальную горную выработку	2
Задание направления горным выработкам в горизонтальной и вертикальной плоскостях.	2
Задание направления криволинейному участку горной выработки	4
Определение погрешностей угловых и линейных измерений в подземных выработках	2
Вычисление и анализ средней квадратической погрешности положения конечного пункта свободного теодолитного хода в плане и по высоте	4
Вычисление и анализ общей погрешности ориентирования при ориентирно-соединительной съемке через один вертикальный ствол с примыканием способом соединительного треугольника.	2
Проведение сбойки горизонтальной в пределах одной шахты. Предрасчет ожидаемой погрешности сбойки в горизонтальной и вертикальной плоскостях.	6
Вставка отдельного пункта съемочной сети способом обратной геодезической засечки	6
Устройство и поверки электронного тахеометра	2
Маркшейдерская съемка подробностей на карьере.	4
Определение объемов вскрыши и добычи по планам горных работ.	4
Определение объема склада некондиционного полезного ископаемого	6
Определение объемов дражных выработок	6
Решение задач при строительстве горного предприятия	2
Составление проекта вертикальной планировки промплощадки. План и картограмма земляных работ при планировке под горизонтальную и наклонную площадки. Подсчет объемов земляных работ	10
Вынос в натуру центра и осей шахтного ствола	4
Составление проекта на проведение закругления околоствольных выработок с увязкой проектного полигона в плане.	6
Определение параметров сдвижения горных пород.	6
Построение предохранительного целика под здание	2
Расчет устойчивости борта карьера	6
Составление календарного плана развития горных работ при дражной разработке	4

месторождений полезных ископаемых	
Составление календарного плана развития горных работ при прямом порядке отработки шахтного поля и сплошной системе разработки	4
Всего	160

Раздел 1. Маркшейдерская документация горнодобывающих предприятий

Согласно требованиям Инструкцией по производству маркшейдерских работ горное предприятие должно иметь предусмотренную обязательную маркшейдерскую документацию, состоящую из журналов измерений, вычислительной и графической документации. Чертежи горной графической документации классифицируют по их назначению.

Все чертежи разделяют на пять комплектов:

- чертежи земной поверхности,
- горных выработок,
- горно-геологические и горно-геометрические,
- производственно-технические,
- для планирования и руководства горными работами.

Техническая инструкция по производству маркшейдерских работ в качестве обязательной горной графической документации предусматривает первый и второй комплекты.

Процесс составления чертежей горной графической документации состоит из трех этапов:

- 1 этап – определение пространственных координат точек;
- 2 этап – вычисление и математическая обработка результатов измерений;
- 3 этап – графические работы по составлению и вычерчиванию чертежей.

Для оформления чертежей горной графической документации применяются единые условные обозначения ГОСТ 2.851-75 - ГОСТ 2.857-75, которые обязательны для всех шахт, рудников, карьеров, приисков и промыслов нашей страны.

Чертежи горной графической документации должны отражать рельеф и ситуацию земной поверхности территории экономической заинтересованности горного предприятия; горно-геологические условия залегания месторождений; пространственное расположение горных выработок, пройденных в толще горных пород с их геологической ситуацией и техническим оснащением, а также процесс горного производства во времени и в пространстве. На чертежах земной поверхности изображают объекты, предусмотренные основными положениями по созданию топографических планов в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500 и, кроме того, объекты, специфические для горных предприятий. К ним относят провалы, воронки и старые отвалы пород; выходы горных пород и тел полезных ископаемых на земную поверхность; границы горных и земельных отводов; здания, сооружения и инженерные подземные сети коммуникаций и сооружения при них на промышленной площадке горного предприятия.

Принцип построения маркшейдерских условных знаков такой же, как топографических, но имеет свою специфику. Например, опорные пункты геодезической основы на поверхности изображают черным цветом, а опорные пункты и съемочные точки подземной съемки – синим цветом.

Условные знаки размещают таким образом, чтобы положению объектов в натуре соответствовали следующие обозначения на чертеже:

- для знаков, имеющих форму геометрических фигур, - геометрический центр этих фигур;
- для знаков с большим основанием - середина основания знака;
- для знаков с прямым углом при основании - вершина прямого угла; для знаков, составленных из нескольких геометрических фигур, - середина нижней фигуры.

Если в каком-либо месте чертежа встречается скопление нескольких условных знаков, то допускают уменьшение размеров знаков на одну треть их величины.

Различные пояснительные надписи на маркшейдерских чертежах выполняют картографическими шрифтами.

Масштабы горно-графической документации:

- Масштабы изображений на горных чертежах должны выбираться из следующего ряда: 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000; 1:25000.
- Разрезы, сечения, профили допускается выполнять в разных масштабах в горизонтальном и вертикальном направлениях. В таких случаях указывается вверху масштаб горизонтальный, а под ним - вертикальный, например:

1:5000

1:500.

- Масштаб изображения на чертеже, отличающийся от указанного в основной или титульной (для маркшейдерско-геологических чертежей) надписи, следует указывать непосредственно под надписью, относящейся к изображению, например:

Вид А	I	Профиль пути откаточного штрека
_____;	_____;	_____
1:50	1:100	_____
		1:2000
		1:200

- На маркшейдерско-геологических чертежах масштаб следует указывать под титульной надписью.

Лабораторно-графические и практические работы рассматриваемого раздела позволяют сформировать у студентов навыки и умения по ПК 8. Составлять маркшейдерскую документацию.

Требования к работам:

1. Все условные знаки по начертанию должны строго следовать указанным размерам
2. Графическая точность построения должна быть не менее $\pm 0,2$ мм
3. Выполнение работы должно соответствовать образцу
4. Качество черчения должно быть высокое

Указания по выполнению лабораторно-графических работ раздела 1:

- Выполнить разбивку вспомогательной сетки
- Условные знаки вычертить по определенным размерам соответствующего масштаба (масштабные условные знаки)
- Все построения условных знаков вычертить сначала в карандаше, а затем тушью
- Размеры условных знаков в работе не проставлять
- Для начертания надписей выполнить разграфку

Самостоятельная работа студентов:

Выполнение надписей названия групп горных графических обозначений.

Лабораторно-графическая работа 1.1.

Тема: Пункты на поверхности и в шахте.

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные знаки приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Условные знаки безмасштабные	Название знака
	Пункты на открытых разработках: 1) опорной сети 2) съемочной сети постоянный 3) съемочной сети временный
	Точка пикетная, речная, тахеометрической съемки, съемки по профильным линиям, по сетке
	Пункты в подземных выработках: 1) опорной сети постоянный 2) опорной сети временный 3) съемочной сети
	Точка с известной высотной отметкой: 1) на головке рельса 2) в кровле выработки 3) в подошве выработки
	Репер на поверхности и в горной выработке открытый: 1) исходный 2) опорный 3) рядовой
	Сторона теодолитного хода
	Знак пикетный
	Линия профильная на открытых разработках, отвалах пород и складах полезного ископаемого

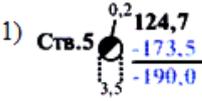
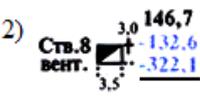
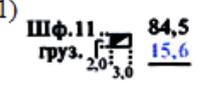
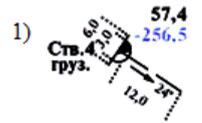
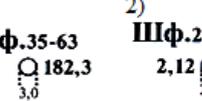
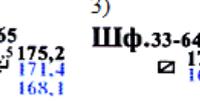
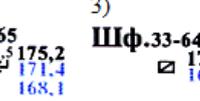
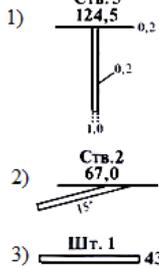
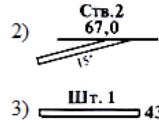
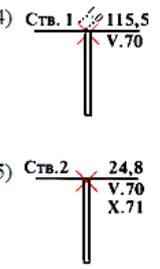
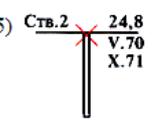
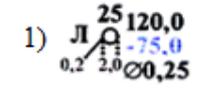
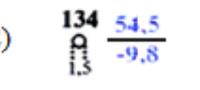
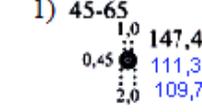
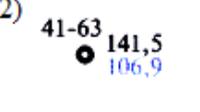
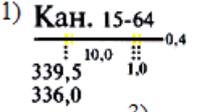
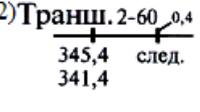
Лабораторно-графическая работа 1.2.

Тема: Устья эксплуатационных и разведочных горных выработок.

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные знаки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Условные знаки безмасштабные	Название знака
1)  2) 	Устье и сечение вертикального ствола: 4) круглое 5) прямоугольное
1)  2) 	Устье и сечение шурфа: 1) прямоугольное 2) круглое
1)  2) 	Устье наклонного ствола и штольни: 1) сводообразного сечения 2) прямоугольного и трапециoidalного сечения
1)  2)  3) 	Устье шурфа 1) в проходке 2) встретившего полезное ископаемое 3) не встретившего полезное ископаемое
1)  2)  3)  4)  5) 	Устье выработки: 1) вертикальной 2) наклонной 3) горизонтальной 4) законсервированной 5) ликвидированной
1)  2) 	Устье скважины: 1) на земной поверхности 2) подземной
1)  2) 	Устье скважины: 1) встретившей полезное ископаемое 2) не встретившей полезное ископаемое
1)  2)  3) 	Канавы, траншеи: 1) встретившая полезное ископаемое 2) встретившая следы полезного ископаемого 3) не встретившая полезное ископаемое

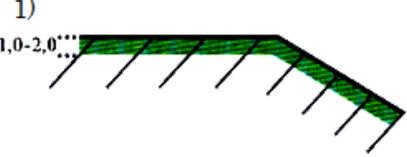
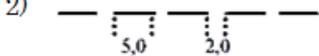
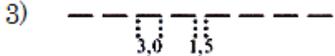
Лабораторно-графическая работа 1.3.

Тема: Границы.

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные знаки приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Условные знаки безмасштабные	Название знака
1)  2)  3) 	Граница отводов: 1) земельного 2) горного 3) водного
1)  2) 	Граница: 1) территории, подработанной горными работами 2) опасной зоны горящих отвалов
	Граница техническая
1)  2)  3) 	Граница: 1) выработанного пространства за год (цвет, принятый для года) 2) закладки 3) замагазинированного или отбитого полезного ископаемого

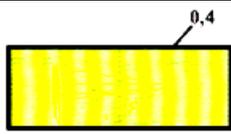
Лабораторно-графическая работа 1. 4.

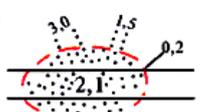
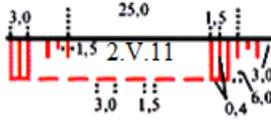
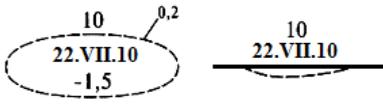
Тема: Целики. Опасные очаги.

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные знаки, приведенные в таблице 5.

Таблица 5

Условные знаки безмасштабные	Название знака
	Участок полезного ископаемого, целик потерянный полностью
1)  2) 	Расчетная граница предохранительного целика: 1) бермы 2) под наносами

<p>1) </p> <p>2) Предохр. цел </p> <p>3) 200 м. зона </p> <p>4) </p> <p>5) </p>	<p>Граница:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) техническая 2) безопасного ведения горных работ, целика предохранительного, барьерного и профилактического 3) двухсотметровой зоны 4) пожарного участка с действующим очагом пожара 5) затопленного участка
<p>5  10.II CH₄</p>	<p>Место внезапного выброса газа и полезного ископаемого</p>
<p>1) 2  9.V 3,0 1,5 3,0</p> <p>2) 7к  2.I </p>	<p>Место проникновения воды в горную выработку:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) усиленный приток воды 2) прорыв воды
<p>321  4.II.</p>	<p>Очаг действующего пожара</p>
<p>11  14.III 4,0 0,4</p>	<p>Место прорыва пльвуна</p>
<p>1) 3  11.V CH₄</p> <p>2) 3  1.I.</p>	<p>Место взрыва:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) газа 2) пыли
<p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p>	<p>Вывал (купол) в выработке на плане:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) незабученный 2) забученный 3) обработанный цементным раствором
<p></p>	<p>Зависание на откосе уступа</p>
<p></p>	<p>Граница деформации откоса на карьере</p>
<p></p>	<p>Просадка</p>

	Опльвина
--	----------

Лабораторно-графическая работа 1.5.

Тема: Капитальные, подготовительные и очистные горные выработки.

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные приведенные в таблице 6.

Таблица 6

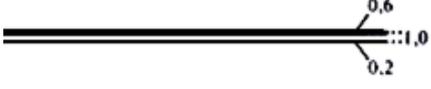
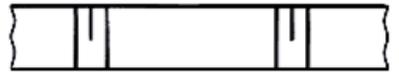
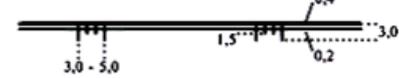
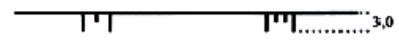
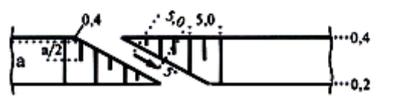
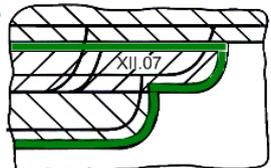
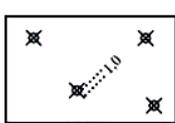
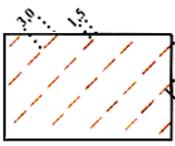
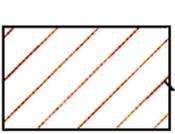
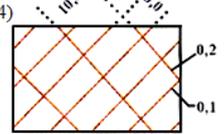
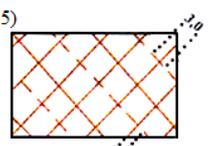
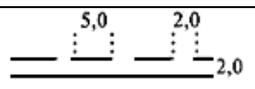
Условные знаки безмасштабные	Название знака
	<p>Выработка:</p> <ol style="list-style-type: none"> горизонтальная наклонная вертикальная
	Сечение горизонтальной выработки
	Положение забоя выработки на начало месяца и года
	<p>Выработанное пространство:</p> <ol style="list-style-type: none"> общее обозначение с опорными целиками полезного ископаемого с распорной крепью при слоевой выемке
	<p>Забой очистной выработки, нанесенный:</p> <ol style="list-style-type: none"> по съемке предположительно

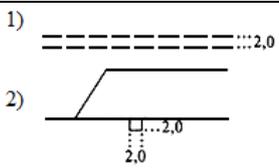
Лабораторно-графическая работа 1.6.

Тема: Выработки на открытых разработках.

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные знаки, приведенные в таблице 7.

<p>Условные знаки Масштаб 1:2000</p>	<p>Название знака</p>
	<p>Откос уступа по почвенному слою на всех планах</p>
<p>1)  0,4</p> <p>2)  0,2</p>	<p>Бровка откоса уступа, подступа и траншеи на всех планах: 1) верхняя 2) нижняя</p>
<p>1)  0,4</p> <p>2)  0,4</p> <p>3)  3,0</p>	<p>Откос уступа на сводном плане горных выработок карьера: 1) по вскрыше 2) по полезному ископаемому 3) по вскрыше и полезному ископаемому</p>
	<p>Въезд, съезд</p>
<p>1)  0,4</p> <p>2)  XII.07</p>	<p>Выработанное пространство на плане горных выработок по горизонту (уступу): 1) за месяц 2) за год</p>
<p>1)  1,0</p> <p>2)  0,1</p> <p>3)  0,2</p> <p>4)  0,2</p> <p>5)  0,1</p> <p>6)  0,2</p>	<p>Участок россыпи: 1) очищенный от растительности (например, от леса) перед вскрытием 2) частично вскрытый 3) полностью вскрытый 4) выработанный частично 5) выработанный полностью без зачистки 6) выработанный полностью с зачисткой</p>
	<p>Канавы нагорные водоотводящие</p>

	Дренажная траншея под отвалом при изображении: 1) на плане 2) на разрезе
--	--

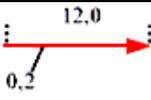
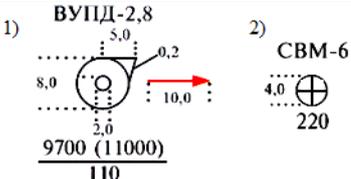
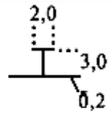
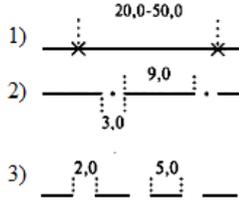
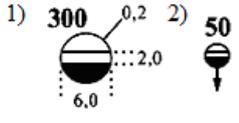
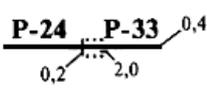
Лабораторно-графическая работа 1.7.

Тема: Оборудование в горных выработках

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные знаки, приведенные в таблице 8.

Таблица 8

Условные знаки Масштаб 1:2000	Название знака
	Струя вентиляционная
	Вентилятор 1) стационарный 2) местного проветривания
	Кран пожарный
	Линия 1) освещения 2) троллейная 3) заземления или зануления
	Насос и станция насосная: 1) стационарные 2) погружной (глубинный)
	Путь узкоколейный рельсовый с границей настилки по типам рельсов в горизонтальной выработке

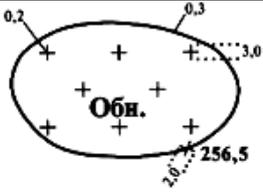
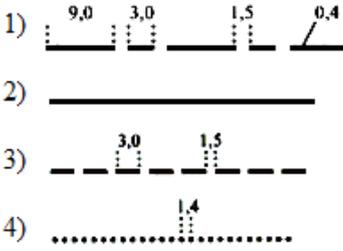
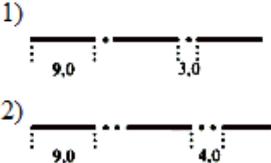
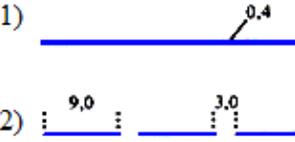
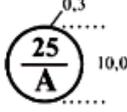
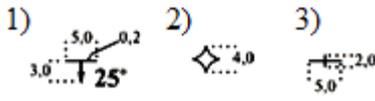
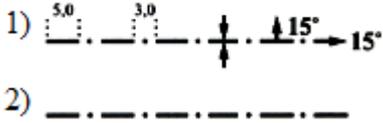
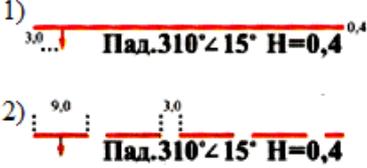
Лабораторно-графическая работа 1.8.

Тема: Условия залегания тел полезного ископаемого.

Цель: Изучить условные знаки и усвоить методику построения и вычерчивания наиболее часто употребляемых на горных чертежах условных знаков.

Задание: Вычертить условные знаки, приведенные в таблице 9.

Таблица 9.

Условные знаки безмасштабные	Название знака
	Выход (обнажение) горной породы
	Контур тела полезного ископаемого: 1) геологический, полного выклинивания 2) промышленный прослеженный 3) по минимальной промышленной мощности 4) по минимальному бортовому содержанию основного компонента
	Граница: 1) газонефтеносности 2) водонефтеносности
	Граница блока подсчета запасов полезного ископаемого: 1) балансовых 2) забалансовых
	Номер блока подсчета запасов и категория запасов
	Залегание пород: 1) наклонное 2) горизонтальное 3) вертикальное
	Ось синклинали: на плане на разрезе
	Ось антиклинали: на плане на разрезе
	Нарушение разрывное: 1) достоверное 2) предполагаемое

	<p>Изолинии:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) мощности 2) глубины 3) среднего содержания полезных компонентов 4) среднего содержания вредных компонентов 5) линейных запасов
--	--

Лабораторно-графическая работа 1.9.

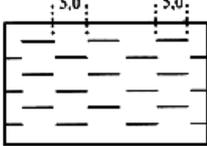
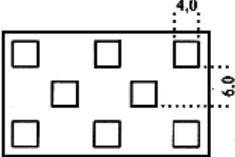
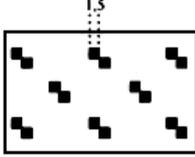
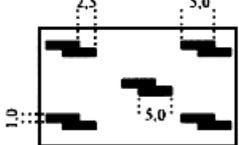
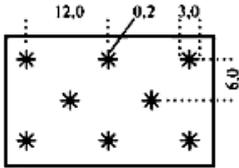
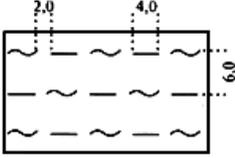
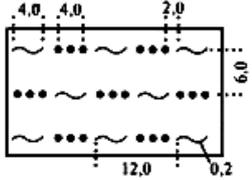
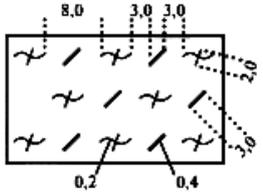
Тема: Обозначения горных пород.

Цель: Изучить условные обозначения горных пород.

Задание: Вычертить условные обозначения, приведенные в таблице 10.

Таблица 10

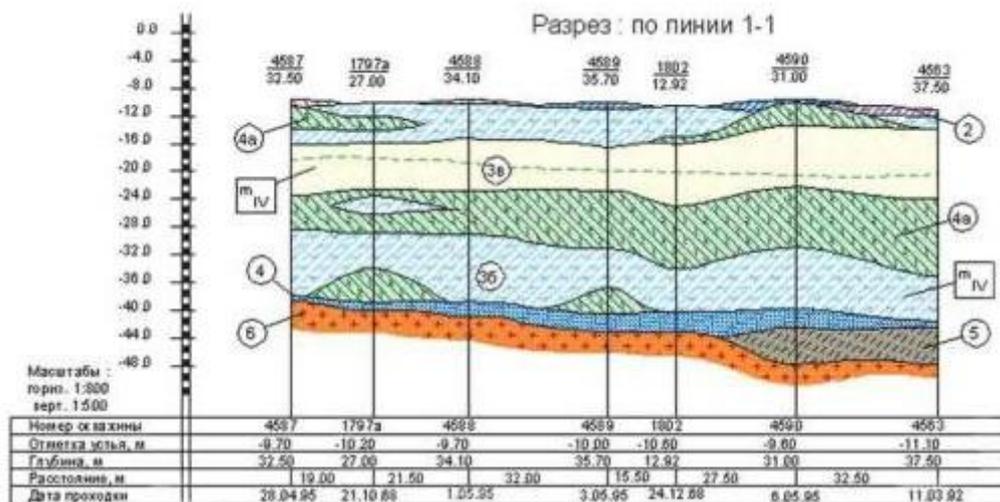
Условное обозначение безмасштабные	Наименование
	Слой почвенно-растительный
	Щебень (100 мм и менее)
	<p>Песок:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) крупнозернистый (0,5-2,0 мм) 2) среднезернистый (0,2-0,5 мм) 3) мелкозернистый (0,1-0,2 мм)
	Глина
	Суглинки
	Известняк
	Магнезит

	Аргиллит
	Соль каменная
	Торф
	Уголь бурый
	Уголь каменный, антрацит
	Железняки бурые
	Сланец глинистый
	Сланец кварцитовый
	Сланец мусковитовый

Лабораторно-графическая работа 1.10.

Тема: Вычерчивание геологического разреза.

Цель: Знать назначение геологических разрезов и общие сведения об их построении, последовательность вычерчивания геологического разреза.



уют геологические ос

Геологические разрезы месторождения строят вдоль капитальных выработок или по линии разведочных выработок.

Задание: Вычертить геологический разрез в программном обеспечении AutoCAD (см. рис).

Требования к работе:

1. На бумаге не должно оставаться следов от продавливания карандашом.
2. Линии должны быть плавными, налитыми, четкими.
3. Окрашенные площади должны иметь один ровный тон
4. В основном написании буквы должны быть одной толщины

Последовательность выполнения работы:

- вычертить линии контактов горных пород;
- выполнить градиентную окраску и штриховку горных пород;
- вычертить условные знаки горных пород
- вычертить сплошными линиями горные выработки, попавшие в плоскость разреза
- вычертить оставшиеся условные знаки и пояснительные надписи

Лабораторно-графическая работа 1.11.

Тема: Вычерчивание плана горных работ.

Цель: Знать последовательность вычерчивания планшета. Уметь вычерчивать планшет в соответствии с условными обозначениями для горной графической документации.

Составление и вычерчивание плана следует выполнять в три этапа: работа карандашом, работа тушью, работа красками.

Требования к работе:

1. На бумаге не должно оставаться следов от продавливания карандашом.
2. Линии должны быть плавными, налитыми, четкими.
3. Окрашенные площади должны иметь один ровный тон.
4. В основном написании буквы должны быть одной толщины.

Последовательность выполнения работы:

- снять копию плана карандашом на копировальном столе

- окрасить цветовыми полосами выработанное пространство по годам, подготовительные выработки и площади потерянных запасов, внутри контуров сооружений, водоемов
- вычертить тушью условные знаки опорных и съемочных пунктов, визирных линий, устьев скважин и шахтных стволов
- выполнить надписи названий горных выработок, шахтных стволов, границ предохранительных целиков, списанных участков, сооружений на поверхности и всех числовых значений
- вычертить контуры охраняемых сооружений и объектов на поверхности, контуры горных выработок, линии нарушений, границы предохранительных целиков, штриховку выработанного пространства
- вычертить и подписать горизонтали
- выполнить зарамочное оформление работы

Самостоятельная работа студентов:

Размножение чертежей. Новая техника размножения чертежей. Термокопирование. Электрографическое копирование.

Контрольные вопросы:

1. На какие группы делятся маркшейдерские чертежи?
2. В чем особенность маркшейдерских условных обозначений?
3. В каких масштабах составляется горно-графическая документация?
4. Где на маркшейдерско-геологических чертежах следует указывать масштаб?
5. Что должны отражать чертежи горной графической документации?

Практическая работа 1.12.

Тема: Решение задач на маркшейдерских чертежах.

Цель: Научиться решать простейшие горно-геометрические задачи по планам подземных и открытых горных работ.

Задание:

Пользуясь представленными планами горных работ, следует решить задачи по данным приведенным в таблице 11 и составить необходимые схемы.

Таблица 11.

№ вар.	План подземных горных работ			План открытых горных работ		
	О п р е д е л и т ь					
	Уклон i выработки	Длину L и угол наклона δ выработки	Мощность m , глубину залегания H , простирается α и угол падения δ пласта в точке	Высоту h и угол наклона δ откоса уступа	Угол падения δ и угол простираения α пласта в точке с отметкой	Построить вертикальный разрез по линии
1	1-й з к ш	Уклона между точками 5 и 70	61	1	Выбирается на плане самостоятельно	50
2	1-й в к ш	Бремсберга между точками 6 и 20	21	2		51
3	4-1 з ш	Уклона между точками 60 и 70	71	3		52
4	4-й в ш	Ходка 2 между точками 62 и 72	74	4		53
5	4-й в в ш	Уклона между точкам 5 и 80	64	5		54

6	1-й з в ш	Бремсберга между точками 6 и 30	25	6		50
7	Квершлага XIV и X	Бремсберга между точками 20 и 40	23	2		51
8	Квершлага X и XIV	Бремсберга между точками 40 и 50	21	3		52
9	1-й в в ш	Ходка 1 между точками 8 и 22	24	4		53
10	1-й з в ш	Бремсберга между точками 20 и 40	29	5		54
11	2-й з ш	Бремсберга между точками 30 и 40	37	6		50
12	Квершлага X и XIV	Бремсберга между точками 20 и 50	35	2		51
13	Квершлага XV и X	Бремсберга между точками 6 и 30	47	3		52
14	2-й в в ш	Уклона между точками 60 и 80	44	4		53
15	4-й в в ш	Ходка 2 между точками 62 и 72	66	5		54
16	4-й в в ш	Ходка 1 между точками 22 и 42	29	1		50
17	3-й в ш	Уклона между точками 60 и 70	76	6		52
18	1-й в в ш	Бремсберга между точками 30 и 50	41	3		50
19	5-й в в ш	Ходка 1 между точками 32 и 52	57	4		53
20	3-й в ш	Ходка 1 между точками 8 и 22	21	1		51
21	2-й в ш	Ходка 2 между точками 62 и 72	1	5		54
22	2-й з в ш	Уклона между точками 70 и 80	71	2		50
23	1-й в в ш	Бремсберга между точками 6 и 40	80	4		53
24	1-й з к ш	Ходка 1 между точками 8 и 32	88	6		52
25	1-й в к ш	Бремсберга между точками 20 и 50	53	3		51
26	4-й в.ш	Уклона между точками 60 и 70	74	5		54
27	4-й з.ш	Уклона между точками 60 и 80	71	4		53
28	4-й в.в.ш	Ходка 2 между точками 62 и 72	64	3		52
29	4-й з.в.ш	Ходка 2 между точками 62 и 82	66	2		51
30	4-й в.в.ш	Уклона между точками 5 и 60	68	1		50

Требования к работе:

1. Решить задачи по плану подземных горных работ:
 - а) определить уклон выработки i
 - б) определить угол наклона δ и истинную длину L наклонной выработки
 - в) определить элементы залегания пласта (глубину залегания H , мощность m , угол простираения α и угол падения δ)
2. Решить задачи по плану открытых горных работ:
 - а) определить высоту h и угол наклона откоса уступа δ
 - б) определить элементы залегания пласта (угол падения δ и угол простираения α)
 - в) построить вертикальный разрез по линии.

Последовательность выполнения работы:

1. При решении задач по плану подземных горных работ необходимо определить:

- Уклон i и угол наклона δ выработки (аналитический способ)

$$i_{1-2} = \operatorname{tg} \delta_{1-2} = \frac{H_2 - H_1}{S_{1-2}}$$

- истинную длину L наклонной выработки

$$L_{1-2} = \frac{S_{1-2}}{\cos \delta_{1-2}}$$

- элементы залегания пласта

- глубину залегания

$$H = Z_{\text{пов}} - Z_{\text{пл}}$$

- угол простираия α и угол падения пласта определяют по направлению простираия горных выработок графическим способом

2. При решении задач по плану открытых горных работ необходимо определить:

- высоту h определяют по разности отметок верхней и нижней бровок уступа
- угол наклона откоса уступа δ определяют графически, используя высоту уступа и горизонтальную проекцию откоса
- элементы залегания пласта (угол падения δ и угол простираия α)
 - угол падения δ пласта определяется по данным разведочных скважин. Скважины расположены по линии вкрест простираия пласта.
 - для определения угла простираия α в данной точке строится линия простираия параллельно верхней бровке добычного уступа на этом участке. Угол простираия α определяется графически

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с решенными задачами. Разрез оформить тушью в условных знаках.

Контрольные вопросы:

1. Исходная и производная документация
2. Как определить простираие залежи по простираию выработки?
3. Как определить высоту уступа?

Раздел 2. Маркшейдерские работы при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

Маркшейдерские съемки при подземном способе разработки месторождений полезных ископаемых представляют собой сочетание съемок на земной поверхности в районе горного отвода и подземных в границах шахтного поля.

Объектами подземной съемки являются:

- все горные выработки, как подготовительные, так и очистные; разведочные, гидро-геологические, технические скважины; камеры различного назначения, транспортные пути;
- целики полезного ископаемого, оставленные у подготовительных выработок и под охраняемыми объектами, бутовые полосы, границы закладки;
- капитальные изолирующие перемычки, установленные в действующих горных выработках, имеющих связь с земной поверхностью, соединяющих две шахты или отдельные блоки с независимым проветриванием; перемычки, изолирующие пожарные участки и участки, опасные по прорыву воды, пливунов и пульпы в действующие выработки;
- водоотливные и вентиляционные устройства;

- места горных ударов, внезапных выбросов горных пород и газа, взрывов газа или пыли, места пожаров, суфлярных выделений газа, прорывов воды и пльвунов, заилочки; места усиленного водопроявления; карсты и купола вывалов (высотой более 1 м) в горных выработках.

Все съемки выполняются в единой системе координат для получения сопоставимых результатов на земной поверхности и в недрах.

В ходе горизонтальной теодолитной съемки выполняют угловые и линейные измерения для определения координат системы пунктов, отмеченных в горных выработках специальными знаками.

Вертикальные съемки производят для определения высот точек, закрепленных в горных выработках; построения профилей и вертикальных разрезов выработок; задания направления выработкам в вертикальной плоскости.

Все съемки ведутся с соблюдением требований, предъявляемых Инструкцией по производству маркшейдерских работ к выполнению горизонтальных и вертикальных съемок, применяемым инструментам, точности выполняемых работ и контролям.

Направления горизонтальным и наклонным выработкам задают вдоль осей, по углам поворота и уклонам рельсовых путей, указанным в проектной документации от пунктов опорных и съёмочных сетей. В горизонтальной плоскости направления фиксируют отвесами, лучом лазерного указателя или другими приборами и способами. Точность измерения углов поворота и контрольных углов определяется требованиями решаемых задач; разность между предыдущим значением угла и контрольным не допускаются более 1,5'.

После закрепления направления проверяют створность отвесов и замеряют контрольный угол.

Направление в вертикальной плоскости обозначают осевыми, боковыми реперами или лучом лазерного указателя. Боковые реперы устанавливают парами в противоположных стенках выработки; на участке выработки длиной 10 - 15 м устанавливают не менее двух пар боковых реперов или трех осевых реперов на расстоянии 2 - 5 м один от другого. Реперы переносят к забою не реже чем через 40 м, а лазерный указатель - 500 м.

В этом разделе предусмотрены лабораторные работы по исследованию теодолитов и нивелиров, измерению горизонтальных и вертикальных углов, а также практические работы по камеральной обработке результатов измерений горизонтальной и вертикальной съемок которые позволяют сформировать у студентов навыки и умения по профессиональным компетенциям ПК 1. Проводить плановые, высотные и ориентирно-соединительные инструментальные съемки горных выработок; ПК 2. Обеспечивать контроль и соблюдение параметров технических сооружений ведения горных работ; ПК 4. Обеспечивать безопасное ведение съёмочных работ.

Лабораторная работа 2.1.

Тема: Устройство и поверки теодолита.

Цель: Научиться выполнять поверки и юстировки горных теодолитов.

Задание:

1. Изучить устройство теодолита, заполнить таблицу 12.

Таблица 12

Теодолит №	марка
Название детали	Назначение детали теодолита

2. Взять отсчеты с зарисовкой поля зрения отсчетного микроскопа.
3. Произвести поверки теодолита и занести результаты в таблицу 13.

Таблица 13

№ п/п	Название поверки	Выполнение	Юстировка

Требования к работе:

1. Изучить устройство предложенного теодолита.
2. Взять отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам.
3. Установить инструмент в рабочее положение.
4. Произвести рекомендуемые поверки теодолита, при не выполнении условий – юстировки.
5. Зарисовать поле зрения отсчетного микроскопа.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройство теодолита и назначение его основных частей
2. Выполнить зарисовку поля зрения отсчетного микроскопа
3. Выполнить следующие поверки теодолита:
 - Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна к оси вращения теодолита.

Выполнение: Уровень установить в направлении двух подъемных винтов, пузырек уровня вывести в нуль – пункт путем вращения винтов в противоположные стороны, теодолит повернуть на 90^0 , пузырек вывести третьим подъемным винтом, затем повернуть на 180^0 , пузырек должен остаться в нуль - пункте.

Если пузырек уровня отклонился не более чем на два деления ампулы, то условие считается выполненным, в противном случае следует выполнить юстировку.

Юстировка: половину отклонения пузырька уровня исправить подъемными винтами подставки, а другую половину – юстировочными винтами уровня, перемещая их хвостик вверх или вниз, в зависимости от положения пузырька.

- Вертикальная нить сетки нитей должна находиться в вертикальной плоскости.

Выполнение: Вертикальность проверить визированием верхним концом вертикальной нити сетки нитей на какую-либо точку и микрометрическим винтом зрительной трубы переместить изображение точки в нижнюю часть вертикальной нити. Если изображение точки сместится не более чем на $1/3$ ширины биссектора сетки нитей, то условие выполнено, в противном случае выполнить юстировку.

Юстировка: ослабив крепежные винты сетки, повернуть ее до необходимого положения, после чего крепежные винты закрутить.

- Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси ее вращения.

Выполнение: Зрительную трубу установить примерно горизонтально, свизировать на удаленную точку, при двух положениях круга взять отсчеты по горизонтальному кругу. Вычислить коллимационную ошибку:

$$c = \frac{(КЛ_1 - КП_1 \pm 180^\circ) + (КЛ_2 - КП_2 \pm 180^\circ)}{4}$$

Условие выполнено, если коллимационная ошибка входит в допуск $C_{\text{доп.}} \leq 2t$, где t - точность взятия отсчета.

Юстировка: вычислить правильный отсчет a на точку:

$$a = \frac{КЛ_2 + КП_2 \pm 180^\circ}{2}$$

Микрометренным винтом алидады горизонтального круга установить правильный отсчет на лимбе, при этом произойдет смещение точки с центра сетки нитей на величину c , которое исправить боковыми юстировочными винтами сетки нитей.

- Место нуля вертикального круга должно быть близким или равным нулю, а место зенита близким к 90° .

Выполнение: Свизировать на несколько точек, взять отсчеты при двух положениях круга по вертикальному кругу (КЛ и КП). Вычислить место нуля вертикального круга:

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2}$$

Если колебания $МО$ превышает допустимую величину, или значение $МО$ значительно больше 0, условие не выполнено.

Исправление значительных колебаний $МО$ производится в мастерской.

Если значение $МО$ значительно больше, но стабильное, то исправления можно не производить.

Если колебания $МО$ недопустимы, но значение больше 0 производят юстировку.

Юстировка: Вычислить значение угла наклона на любую точку

$$\delta = КЛ - МО; \quad \delta = МО - КП$$

Микрометренным винтом зрительной трубы установить полученное значение угла наклона, а затем вертикальными юстировочными винтами сетки нитей переместить изображение точки на горизонтальную нить, или в центр сетки нитей.

- Ось оптического визира должна быть параллельна визирной оси зрительной трубы.

Выполнение: С помощью оптического прицела произвести визирование на точку и взять отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам, сбить наведение и свизировать сеткой нитей на ту же точку, взять отсчеты.

Разность между соответствующими отсчетами, полученными при двух визированиях не должна быть более 30 минут.

Юстировка: исправление произвести юстировочными винтами оптического визира, добиваясь, совмещение центра прицела с точкой.

- При перефокусировке зрительной трубы, положение визирной оси должно оставаться неизменным.

Выполнение: Снять отсчеты при нескольких изменениях резкости, отсчеты должны оставаться неизменными. Юстировка выполняется в мастерской.

После выполнения каждой поверки сделать вывод, а при необходимости юстировку.

После выполнения юстировки поверку повторить.

Самостоятельная работа:

Составить отчет с зарисовкой поля зрения отсчетного приспособления и выполнению проверок и необходимых юстировок.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение теодолиту.
2. Назвать и показать основные части теодолита.

3. Назвать основные геометрические оси.
4. Каковы особенности устройства горных теодолитов?
5. Основные поверки горных теодолитов.
6. Что такое поверка и юстировка?

Лабораторная работа 2.2.

Тема: Измерение горизонтальных углов способом приемов.

Цель: Научиться измерять горизонтальные углы способом приемов

Задание: Измерить горизонтальный угол двумя приемами, результаты занести в журнал (табл. 14)

Таблица 14.

Журнал угловых измерений способом приемов

Место работы Дата		Исполнитель Прибор					
Тока стояния	Точка визирования	Круг	Отсчеты по горизонтальному кругу			Угол из полуприема	Угол из приема
			°	′	″		

Требования к работе:

1. Привести инструмент в рабочее положение.
2. Измерить горизонтальный угол двумя полными приемами.

Последовательность выполнения работы:

Измерение горизонтальных углов способом приемов выполнить в следующей последовательности:

- Открепить лимб при отсчете близким к 0°, свизировать на заднюю точку, лимб закрепить, взять отсчет (a_1) по горизонтальному кругу;
- Открепить алидаду свизировать на переднюю точку, вращая инструмент по часовой стрелке, взять отсчет (a_2);
- Разница между отсчетами (a_1) и (a_2) даст угол в из первого полуприема $\beta_1 = a_2 - a_1$
- Поменять круг, сбить отсчет на лимбе на 60-90°, свизировать на заднюю точку, лимб закрепить, взять отсчет (a_3);
- Открепить алидаду свизировать на переднюю точку, взять отсчет (a_4);
- Вычислить угол из второго полуприема $\beta_2 = a_4 - a_3$
- Вычислить угол из полного приема $\beta = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2}$
- Аналогичные действия выполнить при измерении угла вторым приемом, при этом лимб сбить после каждого полуприема. Расхождение угла из двух приемов не должно превышать двойной точности инструмента.

Самостоятельная работа:

Составить отчет с заполнением полевого журнала.

Контрольные вопросы:

1. Что означает выражение «привести инструмент в рабочее положение»?
2. Как измерить горизонтальный угол одним приемом?
3. Как контролируется правильность измерения горизонтального угла при способе приемов?
4. Требования Инструкции по производству маркшейдерских работ к измерению горизонтальных углов в горных выработках.

Лабораторная работа 2.3.

Тема: Измерение горизонтальных углов способом круговых приемов.

Цель: Научиться измерять горизонтальные углы способом круговых приемов.

Задание: Измерить горизонтальный угол круговыми приемами, результаты занести в журнал (табл. 15)

Таблица 15

Журнал угловых измерений способом круговых приемов

Место работы

Исполнитель

Дата

Прибор

Точка стояния	Точка визирования	Отсчеты по горизонтальному кругу		Двойная коллимационная ошибка $2c$	Средние значения направлений	Приведенные направления	Эскиз и примечание
		КЛ	КП				

Требования к работе:

1. Привести инструмент в рабочее положение.
2. Измерить три направления способом круговых приемов.
3. Оформить отчет по работе с заполнением полевого журнала.

Последовательность выполнения работы:

- Отцентрировать теодолит над вершиной и привести его в рабочее положение.
- Открепить лимб при отсчете близким к 0° и навести трубу при КЛ на точку начального направления, взять отсчет по горизонтальному кругу, который записать в журнал.
- Алидаду вращать по часовой стрелке и навести трубу на точки следующих направлений и записать каждый раз соответствующий отсчет. Разность начального и конечного отсчетов на точку 1 не должна превышать двойную точность отсчетного устройства, что гарантирует неподвижное положение лимба. На этом заканчивается первый полуприем.
- Перевести трубу через зенит, ее снова навести на точку начального направления, но уже при КП, взять отсчет и, вращая алидаду против часовой стрелки, последовательно навести трубу на точки следующих направлений, записать соответствующие отсчеты по горизонтальному кругу. Закончить второй полуприем визированием на начальное направление. Два же полуприема составляют один прием.
- После окончания измерения при КП вычислить коллимационную ошибку $2c = КП - КЛ \pm 180^\circ$, по величине которой сделать вывод о точности измерений. Колебания в значении двойной коллимационной ошибки допускаются в пределах двойной точности теодолита.

- Определить средние значения направлений $\frac{KЛ+KП+180^\circ}{2}$, полученные из двух измерений.
- Закончить способ вычислением приведенных значений направлений, для чего из средних направлений вычислить среднее значение начального направления.

Самостоятельная работа:

Составить отчет с заполнением полевого журнала.

Контрольные вопросы:

1. В чем особенность этого способа измерения горизонтальных углов?
2. Как контролируется правильность измерения горизонтального угла при способе круговых приемов?
3. Когда применяется способ круговых приемов?

Лабораторная работа 2.4.

Тема: Измерение вертикальных углов.

Цель: освоить методику измерения вертикальных углов.

Задание:

1. Измерить вертикальный угол, результаты измерений занести в журнал (табл.16)

Таблица 16

Журнал измерений вертикального угла

Место работы

Исполнитель

Дата

Прибор

Точка стояния	Точка визирования	Круг	Отсчеты			Место нуля <i>МО</i>			Угол наклона δ		
			°	'	''	°	'	''	°	'	''

2. Определить отсчет по вертикальному кругу (КЛ) для угла наклона представленного в таблице 17:

Таблица 17

Номер варианта	Угол наклона	Номер варианта	Угол наклона	Номер варианта	Угол наклона
1	1°25'30''	11	3°03'00''	21	25°46'00''
2	-13°01'00''	12	-15°31'30''	22	-16°17'30''
3	18°46'30''	13	10°56'45''	23	19°01'30''
4	-24°15'00''	14	-21°01'30''	24	9°31'30''
5	15°56'00''	15	23°03'00''	25	-29°25'45''
6	-0°21'30''	16	-18°59'00''	26	-14°08'00''
7	10°01'30''	17	0°06'30''	27	20°42'30''
8	-11°24'00''	18	-12°55'00''	28	-16°06'45''
9	-0°35'00''	19	9°24'30''	29	6°33'00''
10	26°09'45''	20	-0°09'30''	30	-19°44'15''

Требования к работе:

1. Привести инструмент в рабочее положение.
2. Измерить вертикальный угол.

3. Вычислить значение отсчета для заданного угла наклона, используя MO полученное при измерении угла.

Последовательность выполнения работы:

1. Измерение вертикального угла выполняется в следующей последовательности:
 - Зрительную трубу свизировать на отвес, подвешенный в пункте. Закрепить винты лимба и алидады и точно навести на точку;
 - С помощью микрометричного винта алидады вывести пузырек уровня при вертикальном круге на середину и проверить точность наведения;
 - Взять отчет по вертикальному кругу;
 - Перевести трубу через зенит и выполнить аналогичные действия;
 - Вычислить значение измеренного угла наклона

$$\delta = \text{КЛ} - \text{МО}$$

$$\delta = \text{МО} - \text{КП}$$

$$\delta = \frac{\text{КЛ} - \text{КП}}{2},$$

где $\text{МО} = \frac{\text{КЛ} + \text{КП}}{2}$ – место нуля вертикального круга

2. Вычислить значение угла наклона на любую точку

$$\delta = \text{КЛ} - \text{МО}; \quad \delta = \text{МО} - \text{КП}$$

Самостоятельная работа:

Составить отчет.

Контрольные вопросы:

1. Что такое зенитное расстояние?
2. Дать определение месту нуля и углу наклона.
3. Порядок работы на станции при измерении вертикальных углов

Практическая работа 2.5.

Тема: Камеральная обработка подземного теодолитного хода.

Цель: Освоить методику камеральной обработки разомкнутого теодолитного хода.

Задание:

При проложении теодолитного хода в подземных горных выработках измерялись левые по ходу горизонтальные углы теодолитом 4Т30П двумя приемами. Ход прокладывался между двумя опорными сторонами АВ и СД. Выполнить обработку теодолитного хода по данным приведенным в таблице 18:

Таблица 18.

Номер варианта	Название пункта	Измеренные углы	Обозначение сторон	Длина сторон, м.	Исходные данные	
					α_{AB}	
1	А				α_{AB}	111°56'30"
	В	155°10'00"	В-1	48,14	X_B	7995,08
	1	175°46'00"	1-2	31,30	$У_B$	5873,10
	2	174°08'30"	2-3	56,21		
	3	206°43'15"	3-4	79,54		
	4	169°50'45"	4-5	55,84	X_C	7988,70
	5	180°05'00"	5-С	43,18	$У_C$	6180,49
	С	158°11'00"			α_{CD}	71°51'14"
2	А				α_{AB}	76°53'20"

	B	252°33'30"	B-1	61,35	x _B	2792,59
	1	199°41'15"	1-2	41,21	y _B	513,60
	2	177°01'45"	2-3	66,06		
	3	177°30'30"	3-C	88,34	X _C	2550,41
	C	183°54'00"			Y _C	593,20
	Д				α _{CD}	167°34'15"
3	A				α _{AB}	157°03'34"
	B	182°26'30"	B-1	52,43	x _B	3177,02
	1	190°43'15"	1-2	57,88	y _B	5173,73
	2	160°00'15"	2-3	46,07		
	3	201°41'00"	3-4	62,95	X _C	2915,63
	4	212°59'45"	4-C	58,29	Y _C	5209,07
	C	327°48'45"			α _{CD}	352°43'00"
	Д					
4	A				α _{AB}	258°45'30"
	B	90°03'30"	B-1	63,41	x _B	2562,05
	1	180°24'00"	1-2	51,77	y _B	7457,95
	2	178°32'00"	2-3	54,25		
	3	155°19'30"	3-C	77,08	X _C	2334,30
	C	153°37'00"			Y _C	7537,38
	Д				α _{CD}	116°41'43"
5	A				α _{AB}	195°12'42"
	B	149°15'30"	B-1	42,11	x _B	51832,89
	1	188°23'30"	1-2	72,92	y _B	4804,31
	2	154°45'15"	2-3	56,05		
	3	205°58'30"	3-C	58,67	X _C	51614,40
	C	280°24'00"			Y _C	4860,82
	Д				α _{CD}	273°59'56"
6	A				α _{AB}	350°16'33"
	B	205°38'45"	B-1	66,05	x _B	3751,05
	1	201°41'00"	1-2	63,04	y _B	5076,38
	2	151°17'45"	2-3	47,84		
	3	168°36'00"	3-C	57,69	X _C	3969,54
	C	57°02'15"			Y _C	5137,31
	Д				α _{CD}	234°32'36"
7	A				α _{AB}	76°53'21"
	B	129°29'00"	B-1	54,09	x _B	5792,59
	1	203°37'30"	1-2	37,74	y _B	3513,60
	2	175°23'30"	2-3	79,45		
	3	166°50'15"	3-4	59,21	X _C	5992,68
	4	206°48'15"	4-C	42,22	Y _C	3690,12
	C	120°31'15"			α _{CD}	359°33'10"
	Д					
8	A				α _{AB}	347°05'50"
	B	263°30'30"			x _B	1076,29
	1	179°47'00"	B-1	58,96	y _B	9092,95
	2	172°00'30"	1-2	44,02		
	3	168°21'00"	2-3	56,94	X _C	1216,47
	4	169°08'00"	3-4	57,64	Y _C	9320,50
	C	281°43'30"	4-C	56,23	α _{CD}	141°36'06"
	Д					

9	A				α_{AB}	62°00'35"
	B	216°52'00"			x_B	2202,18
	1	130°30'00"	B-1	66,21	y_B	8688,24
	2	207°09'15"	1-2	50,57		
	3	214°37'00"	2-3	43,63	X_C	2209,40
	4	164°44'30"	3-4	57,57	Y_C	8934,80
	C	225°42'45"	4-C	47,02	α_{CD}	141°36'06"
	Д					
10	A					
	B	260°09'45"	B-1	63,93	α_{AB}	303°35'18"
	1	199°44'45"	1-2	78,72	x_B	6608,95
	2	221°39'00"	2-3	43,86	y_B	9595,46
	3	214°40'45"	3-4	36,58		
	4	111°24'15"	4-5	36,64	X_C	6726,17
	5	226°15'15"	5-C	51,30	Y_C	9830,38
	C	48°08'00"			α_{CD}	325°37'22"
Д						
11	A				α_{AB}	258°20'48"
	B	123°24'45"	B-1	59,03	x_B	7504,01
	1	202°16'45"	1-2	38,81	y_B	1848,32
	2	130°21'15"	2-3	56,92		
	3	195°46'00"	3-4	48,68	X_C	7211,43
	4	179°37'00"	4-5	77,41	Y_C	1761,31
	5	207°25'45"	5-C	36,39	α_{CD}	339°33'12"
	C	302°21'00"				
Д						
12	A				α_{AB}	219°52'36"
	B	125°26'45"	B-1	39,42	x_B	1850,34
	1	127°46'00"	1-2	50,77	y_B	30554,30
	2	214°01'45"	2-3	53,39		
	3	202°58'00"	3-4	48,42	X_C	1648,34
	4	161°51'00"	4-C	58,44	Y_C	30675,72
	C	172°47'30"			α_{CD}	144°43'00"
	Д					
13	A				α_{AB}	88°57'00"
	B	187°28'30"	B-1	52,05	x_B	7307,10
	1	185°45'45"	1-2	47,88	y_B	2727,72
	2	189°47'45"	2-3	48,51		
	3	280°44'00"	3-4	56,30	X_C	7200,21
	4	81°44'00"	4-C	61,62	Y_C	2896,73
	C	85°44'45"			α_{CD}	20°11'42"
	Д					
14	A				α_{AB}	39°52'30"
	B	281°43'30"	B-1	48,44	x_B	42280,21
	1	192°15'00"	1-2	61,14	y_B	3909,44
	2	175°35'00"	2-3	47,53		
	3	179°18'45"	3-C	58,06	X_C	42096,80
	C	268°42'00"			Y_C	4020,75
	Д				α_{CD}	237°27'00"
15	A				α_{AB}	302°57'42"
	B	256°29'45"	B-1	49,51	x_B	6602,21

	1	200°45'00"	1-2	59,08	у _B	9598,34
	2	228°10'30"	2-3	56,83		
	3	212°30'15"	3-4	57,92		
	4	108°19'00"	4-5	32,70	X _C	6684,62
	5	227°10'30"	5-C	23,99	У _C	9808,08
	С	49°15'45"			α _{CD}	325°36'36"
	Д					
16	A		B-1	47,26	α _{AB}	101°40'06"
	B	237°41'30"	1-2	58,24	x _B	5413,33
	1	185°25'30"	2-3	37,22	у _B	1600,46
	2	187°37'00"	3-C	61,31	X _C	5215,32
	3	179°33'00"			У _C	1645,97
	С	242°23'00"			α _{CD}	234°20'00"
	Д					
17	A				α _{AB}	45°00'12"
	B	287°28'45"	B-1	59,33	x _B	5186,05
	1	180°41'45"	1-2	52,89	у _B	2311,92
	2	185°39'30"	2-3	48,33		
	3	162°52'00"	3-C	62,11	X _C	4992,44
	С	268°52'30"			У _C	2419,10
	Д				α _{CD}	230°34'48"
18	A				α _{AB}	257°40'45"
	B	227°22'15"	B-1	50,92	x _B	7398,73
	1	131°40'00"	1-2	63,80	у _B	2227,12
	2	125°58'45"	2-3	33,27		
	3	202°56'15"	3-C	58,34	X _C	7341,80
	С	136°22'00"			У _C	2068,80
	Д				α _{CD}	182°00'12"
19	A				α _{AB}	225°38'54"
	B	136°22'00"	B-1	63,21	x _B	5133,16
	1	184°53'00"	1-2	40,53	у _B	9643,28
	2	183°34'30"	2-3	58,42		
	3	207°15'00"	3-C	63,50	X _C	4921,99
	С	301°49'00"			У _C	9586,77
	Д				α _{CD}	339°32'12"
20	A				α _{AB}	317°50'30"
	B	335°31'15"	B-1	34,02	x _B	6322,61
	1	203°39'00"	1-2	56,53	у _B	2370,54
	2	196°40'30"	2-3	53,76		
	3	164°28'00"	3-C	52,71	X _C	6180,33
	С	123°50'15"			У _C	2499,25
	Д				α _{CD}	82°00'00"
21	A				α _{AB}	62°00'35"
	B	216°52'00"			x _B	7502,18
	1	130°30'00"	B-1	62,21	у _B	8688,24
	2	207°09'15"	1-2	50,57		
	3	214°37'00"	2-3	53,63	X _C	7514,50
	4	164°44'30"	3-4	51,57	У _C	8936,12
	С	225°42'45"	4-C	48,02	α _{CD}	141°36'06"
	Д					
22	A				α _{AB}	352°43'00"

	В	182 °26'30"	В-1	52,43	x _В	11092,73
	1	190 °43'15"	1-2	57,88	y _В	635495,59
	2	160 °00'15"	2-3	47,07		
	3	201 °41'00"	3-4	62,95	X _С	11355,63
	4	212 °59'45"	4-С	58,29	У _С	635535,07
	С	327 °48'45"			α _{СД}	188°22'34"
	Д					
23	А				α _{АВ}	160°52'30"
	В	281°43'30"	В-1	45,44	x _В	3280,21
	1	192°15'00"	1-2	60,14	y _В	2009,44
	2	175°35'00"	2-3	57,53		
	3	179°18'45"	3-С	58,5	X _С	3279,54
	С	268°42'00"			У _С	1788,45
	Д				α _{СД}	358°26'25"
24	А				α _{АВ}	49°24'28"
	В	123°24'45"	В-1	59,03	x _В	3504,01
	1	202°16'45"	1-2	48,81	y _В	1848,32
	2	130°21'15"	2-3	56,92		
	3	195°46'00"	3-4	58,68	X _С	3812,30
	4	179°37'00"	4-5	57,41	У _С	1790,25
	5	207°25'45"	5-С	46,40	α _{СД}	130°36'45"
	С	302°21'00"				
	Д					
25	А				α _{АВ}	303°35'18"
	В	260°09'45"	В-1	103,93	x _В	608,95
	1	199°44'45"	1-2	78,72	y _В	595,46
	2	221°39'00"	2-3	43,86		
	3	214°40'45"	3-4	216,58		
	4	111°24'15"	4-5	36,64		
	5	226°15'00"	5-С	21,30	x _С	677,13
	С	48°08'00"			y _С	372,58
	Д				α _{СД}	325°38'42"
26	А				α _{АВ}	302°57'42"
	В	256°29'45"	В-1	99,51	x _В	6602,24
	1	200°44'00"	1-2	89,08	y _В	9598,34
	2	228°10'45"	2-3	56,83		
	3	212°30'15"	3-4	207,92		
	4	108°19'00"	4-5	32,70		
	5	227°10'30"	5-С	23,99	x _С	6677,12
	С	49°13'45"			y _С	9972,58
	Д				α _{СДД}	325°38'36"
27	А				α _{АВ}	46°40'45"
	В	207°22'15"	В-1	50,92	x _В	4826,73
	1	181°40'00"	1-2	63,80	y _В	7528,12
	2	175°58'45"	2-3	63,27		
	3	202°56'15"	3-С	58,34	X _С	4871,60
	С	186°22'00"			У _С	7757,18
	Д				α _{СД}	101°00'07"

Требования к работе:

1. Обработать теодолитный ход, выполняя в процессе расчета все камеральные контроли.
2. Построить план съемочной сети на листе формата А4.
3. Составить отчет по выполнению камеральной обработки. Оформить план тушью в соответствии с условными знаками.

Последовательность выполнения работы:

Камеральную обработку подземного разомкнутого теодолитного хода вести в ведомости вычисления координат, представленной в таблице 19.

Таблица 19

Ведомость вычисления координат

Дата

Исполнитель

Инструмент

№ точек	Горизонтальные углы, β		Дирекционные углы, α	Горизонтальные проложения, S	Приращения координат				Координаты	
	измеренные	исправленные			вычисленные		исправленные		X	Y
					$\pm\Delta X$	$\pm\Delta Y$	$\pm\Delta X$	$\pm\Delta Y$		

Последовательность камеральной обработки:

- Определить теоретическую сумму углов $\sum \beta_{пр.} = \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n$, где $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$ – измеренные горизонтальные углы
- Вычислить угловую невязку $f_\beta = 180n + \sum \beta_{пр.} - (\alpha_k - \alpha_n) - 360R$ и сравнивают ее с допустимой угловой невязкой $f_{\beta_{доп}} = 45''\sqrt{n}$ где α_k – дирекционный угол конечной стороны хода; α_n – дирекционный угол начальной стороны хода; n – количество измеренных углов; R – число полных оборотов алидады вокруг лимба

- Вычислить дирекционные углы

$$\alpha_i = \alpha_{i-1} + \beta_l \mp 180,$$

где α_{i-1} – дирекционный угол предыдущей стороны; β_l – левые по ходу горизонтальные измеренные углы

- Приращения координат i -стороны хода определить по формулам

$$\Delta X_i = S_i \cos \alpha_i \quad \Delta Y_i = S_i \sin \alpha_i$$

- Вычислить линейные невязки

$$f_{\Delta X} = \sum \Delta X_i - (X_k - X_n) \quad f_{\Delta Y} = \sum \Delta Y_i - (Y_k - Y_n)$$

Абсолютная невязка

$$f_{абс} = \sqrt{f_{\Delta X}^2 + f_{\Delta Y}^2}$$

Относительная невязка

$$f_{отн} = \frac{1}{P/f_{абс}} \quad f_{отн} \leq f_{отн доп}$$

где X_k, Y_k и X_n, Y_n – координаты конечного и начального пунктов соответственно, м; P – длина хода, м

- При допустимости относительной невязки вычислить поправки, вводимые в приращения координат

$$v_{\Delta X_i} = -\frac{f_{\Delta X}}{P} S_i$$

$$v_{\Delta Y_i} = -\frac{f_{\Delta Y}}{P} S_i$$

- Вычислить исправленные приращения координат и координаты точек хода по формулам

$$\Delta X_{и_i} = \Delta X_{в_i} + v_{\Delta X_i}$$

$$\Delta Y_{и_i} = \Delta Y_{в_i} + v_{\Delta Y_i}$$

$$\sum \Delta X_{и_i} = (X_K - X_H)$$

$$\sum \Delta Y_{и_i} = (Y_K - Y_H)$$

$$X_{i+1} = X_i + \Delta X_{и_i}$$

$$Y_{i+1} = Y_i + \Delta Y_{и_i}$$

- По вычисленным координатам построить план хода.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по выполнению камеральной обработки. Оформить план тушью в соответствии с условными знаками.

Контрольные вопросы:

1. Вычисление угловой невязки в замкнутом и разомкнутом теодолитных ходах.
2. Какие выполняются камеральные контроли?
3. Как вводятся поправки в углы и приращения координат?
4. Как определяются линейные невязки?
5. Как правильно разбить сетку координат?
6. Контроль нанесения пунктов теодолитного хода на план?

Лабораторная работа 2.6.

Тема: Устройство и поверки нивелира.

Цель: Научиться выполнять поверки и юстировку нивелира.

Материальное обеспечение: нивелиры, штативы, рейки

Задание:

1. Изучить устройство нивелира и заполнить таблицу 20.

Таблица 20

Название детали нивелира	Назначение

2. Произвести поверки нивелира и занести результаты в таблицу 21.

Таблица 21

Нивелир №

Марка

№ п/п	Название поверки	Выполнение	Юстировка

Требования к работе:

1. Изучить устройство предложенного нивелира.
2. Произвести рекомендуемые поверки и при не выполнении условий – юстировки.
3. Составить отчет по выполнению поверок. Сделать выводы об исправности инструмента.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить устройство нивелира, назначение его основных частей и заполнить таблицу 20.
2. Выполнить следующие поверки нивелира:
 - Поверка круглого уровня. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения инструмента.

Выполнение: действуя тремя подъемными винтами, вывести пузырёк уровня в нуль-пункт, повернуть нивелир на 180°, пузырёк должен остаться на месте или находиться в допустимом пределе отклонения. В противном случае произвести юстировку.

Юстировка: Половину отклонения устранить подъемными винтами подставки, а другую половину – юстировочными винтами уровня.

- Проверка сетки нитей. Горизонтальный штрих сетки нитей должен быть перпендикулярен, а вертикальный параллелен оси вращения инструмента.

Выполнение: на расстоянии 20-25 м от нивелира вывесить отвес. Привести нивелир в горизонтальное положение и вертикальную нить навести на отвес. Вывести контактный уровень при этом вертикальная нить должна совпасть с отвесом по всей длине, допустимое схождение не должно превышать четыре ширины нити сетки. В противном случае произвести юстировку сетки.

Юстировка: Ослабив винты сетки, проверить ее до соблюдения необходимого условия.

- Проверка главного геометрического условия. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна визирной оси инструмента.

Выполнение: проверка выполняется двойным нивелированием вперед. Для этого на местности с небольшим уклоном на расстоянии 50-70 м друг от друга закрепить две точки. Выполнить нивелирование вперед из точки А и точки В. При непараллельности оси цилиндрического уровня визирной оси в отчеты вводится ошибка x , которую находят, определяя превышение

$$\Delta h = i_1 + x - b \qquad \Delta h = a - x - i_2$$

так как одно и тоже превышение определено дважды, то левые части уравнения равны между собой

$$i_1 + x - b = a - x - i_2$$

откуда ошибка в отсчете

$$x = \frac{i_1 - i_2}{2} - \frac{a + b}{2}$$

Если x не более ± 4 мм, условие выполнено. При ошибке более 4 мм произвести юстировку.

Юстировка: вычислить правильный отсчет на точку В по черной стороне рейки $b_{\text{пр}}$

$$b_{\text{пр}} = a - \Delta h$$

Элевационным винтом установить по рейке правильный отсчет, так как в результате этого действия пузырек цилиндрического уровня уйдет из среднего положения, то его необходимо привести в нуль-пункт юстировочными винтами уровня.

После выполнения каждой проверки сделать вывод, а при необходимости юстировку. После выполнения юстировок проверку повторить.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по выполнению проверок. Сделать выводы об исправности инструмента

Контрольные вопросы:

1. Каким условием должны удовлетворять инструменты для геометрического нивелирования в подземных условиях?
2. Классификация нивелиров по точности.
3. Как выполняется контроль нивелирования?
4. Какое нивелирование называют простым, а какое сложным?
5. Когда применяется геометрическое нивелирование?

Практическая работа 2.7.

Тема: Камеральная обработка журнала нивелирования. Составление профиля откаточного пути.

Цель: Освоить методику камеральной обработки журнала нивелирования и построения профиля откаточного пути с предписанием на его исправление.

Задание:

1. Геометрическое нивелирование произведено с целью определения отметок головки рельсов откаточного штрека на 11 пикетах. Расстояние между пикетами 20м. Пронивелированы пикеты 0, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15, 17, 19. При нивелировании использовалась двухсторонняя полутораметровая рейка. На черной стороне рейки деления начинаются с нуля, а на красной стороне – с отсчета 0100. Нивелирный ход проложен в прямом и обратном направлениях, данные занесены в журнал технического нивелирования, представленный в таблице 22. При обратном ходе рейка ставилась только на связующие точки. Результаты нивелирования помещены в журнал, где в скобках записаны отсчеты по красной стороне рейки, для индивидуализации задания к данным граф 3, 4 и 5 прибавить номер варианта N в миллиметрах. Абсолютная отметка пикета 0 равна 229,931 – 4N,N м. На каждом пикете измерялось расстояние L от головки рельсы до кровли выработки по верхнякам.

Таблица 22

Журнал технического нивелирования

Место работы

Исполнитель

Дата

Прибор

Станция	Пикеты	Отсчеты по рейке			Превышения			Горизонт инструмента	Высотная отметка	Расстояние от гол. рельсы до кровли	
		задний	передний	промежуточный	вычисленные	средние	исправленные				
прямой ход											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
I	0	1377 (1476)								2,23	
	1			1257						2,18	
	3			1137						2,36	
	5			1058						2,20	
	7		1008 (1105)							2,13	
	7	0555 (0655)								2,13	
	II	9			0572						2,20
11				0451						2,10	
13			0235 (0327)							2,15	
13		0674 (0775)								2,15	
III	15			0572						2,16	
	17			0451						2,17	
	19		0363 (0466)							2,15	
	обратный ход										
	IV	19	0703								

2. Построение фактического и проектного профиля откаточных путей (рис. 1) ведут на миллиметровой бумаге в следующей последовательности:

- В отстроенную сетку выносят пикеты, расстояния и фактические уклоны;
- Определяют фактические уклоны

$$i_{\phi} = \frac{H_{ПКn} - H_{ПКn+1}}{S_{ПКn-ПКn+1}};$$

- Проектные отметки определяются по формуле

$$H_{прПКn} = H_{прПК0} + i_{пр} S_{ПК0-ПКn};$$

- Определяют рабочие отметки

$$H_p = H_{пр} - H_{\phi}.$$

3. При выполнении предписания, необходимо указать: на каких пикетах необходимо выполнить исправление профиля откаточного пути и на какую величину.



Рис.1

Самостоятельная работа:

Составить отчет по выполнению камеральной обработки журнала нивелирования. Оформить профиль тушью в соответствии с условными знаками. Выполнить предписания на исправление профиля.

Контрольные вопросы:

1. Что называется геометрическим нивелированием?
2. Чем отличается нивелирование в подземных горных выработках от нивелирования на земной поверхности?
3. Как выполняется нивелирование откаточных путей?
4. Контроль нивелирования на станции.
5. Последовательность камеральной обработки продольного нивелирования.
6. Как выполняется построение фактического и проектного профилей?

Практическая работа 2.8.

Тема Ориентирно-соединительная съемка через один вертикальный ствол с примыканием способом соединительного треугольника.

Цель: Освоить методику обработки результатов измерений ориентирно-соединительной съемки.

Задание: Произведена ориентировка подземной маркшейдерской съемки через один вертикальный ствол шахты (рис.2). В ствол шахты были опущены отвесы А и В. Примыкание к отвесам на поверхности и на ориентируемом горизонте осуществлено способом соединительного треугольника.

На поверхности на точке С измерены углы δ , ω , γ и расстояния a , b , c . В шахте углы δ' , ω' , γ' , измерены в точке С' и расстоянием a' , b' , c' .

Углы на примычных точках С и С' измерялись тремя полными приемами теодолитом, имеющим точность отсчитывания $20''$ и увеличение зрительной трубы 25. Теодолит центрировался в точках С и С' с точностью ± 1 мм. Ошибка проектирования отвесов $\pm 0,6$ мм. Данные измерений по вариантам приведены в таблице 23:

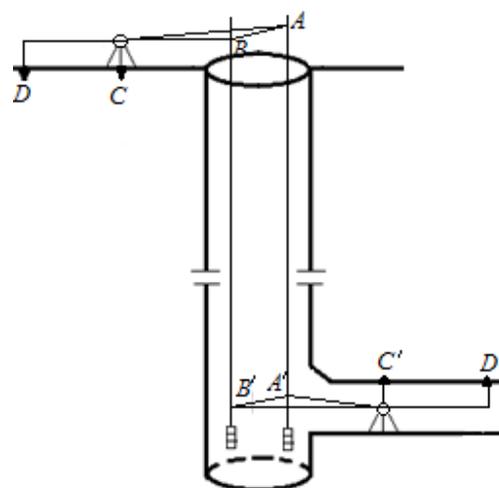


Рис.2

Таблица 23.

Номер варианта	Исходные данные		Измерения на поверхности					Измерения в шахте					
	$X_C, м$ $Y_C, м$	α_{CD} d,	$\frac{\omega}{\delta}$	γ	a, м	b, м	c, м	$\frac{\omega'}{\delta'}$	γ'	a', м	b', м	c', м	d', м
1	$\frac{421,122}{380,054}$	$\frac{124^\circ 09' 23,5''}{0,205}$	$\frac{146^\circ 56' 37''}{147^\circ 22' 27''}$	0°25'50'	3,628	7,022	3,395	$\frac{195^\circ 13' 15''}{195^\circ 54' 11''}$	0°40'56'	8,970	5,577	3,394	41,025
2	$\frac{361,315}{405,272}$	$\frac{146^\circ 10' 15''}{40,050}$	$\frac{124^\circ 59' 45''}{125^\circ 36' 42''}$	0°36'42'	3,594	6,990	3,397	$\frac{176^\circ 14' 27''}{176^\circ 32' 42''}$	0°18'15'	9,002	5,607	3,396	32,750
3	$\frac{372,112}{295,015}$	$\frac{138^\circ 11' 17''}{43,150}$	$\frac{130^\circ 18' 43''}{130^\circ 44' 33''}$	0°25'50'	3,628	7,022	3,395	$\frac{183^\circ 27' 15''}{184^\circ 06' 13''}$	0°38'58'	8,384	4,987	3,396	32,825
4	$\frac{325,415}{414,156}$	$\frac{130^\circ 12' 47''}{42,500}$	$\frac{140^\circ 57' 13''}{141^\circ 12' 01''}$	0°14'48'	4,013	9,549	5,536	$\frac{192^\circ 26' 40''}{192^\circ 33' 15''}$	0°06'35'	11,627	6,092	5,536	30,385
5	$\frac{420,540}{386,412}$	$\frac{123^\circ 13' 17''}{40,225}$	$\frac{147^\circ 46' 22''}{147^\circ 53' 19''}$	0°06'57'	4,012	9,569	5,557	$\frac{145^\circ 04' 23''}{145^\circ 39' 50''}$	0°35'27'	9,006	3,448	5,557	35,185
6	$\frac{370,083}{409,120}$	$\frac{151^\circ 56' 38''}{49,205}$	$\frac{119^\circ 56' 38''}{120^\circ 11' 26''}$	0°14'48'	4,013	9,549	5,536	$\frac{163^\circ 25' 19''}{164^\circ 58' 40''}$	1°33'21'	8,310	2,776	5,535	35,250
7	$\frac{437,115}{420,011}$	$\frac{107^\circ 42' 15''}{45,750}$	$\frac{162^\circ 47' 55''}{162^\circ 54' 52''}$	0°06'57'	4,012	9,569	5,557	$\frac{160^\circ 17' 03''}{160^\circ 38' 15''}$	0°21'12'	11,646	6,091	5,557	40,250
8	$\frac{421,080}{387,015}$	$\frac{132^\circ 27' 34''}{39,500}$	$\frac{139^\circ 45' 56''}{139^\circ 52' 53''}$	0°06'57'	4,012	9,569	5,557	$\frac{170^\circ 25' 03''}{171^\circ 26' 59''}$	1°01'56'	8,332	2,774	5,555	28,750
9	$\frac{420,018}{450,020}$	$\frac{139^\circ 18' 12''}{45,450}$	$\frac{129^\circ 21' 48''}{129^\circ 36' 06''}$	0°14'18'	4,013	9,549	5,536	$\frac{161^\circ 22' 15''}{161^\circ 31' 54''}$	0°09'39'	8,986	3,449	5,536	30,720
10	$\frac{215,680}{240,270}$	$\frac{118^\circ 13' 46''}{45,200}$	$\frac{150^\circ 26' 14''}{151^\circ 02' 56''}$	0°36'42'	3,594	6,990	3,397	$\frac{179^\circ 14' 36''}{179^\circ 52' 00''}$	0°37'42'	8,419	5,022	3,398	38,405
11	$\frac{265,310}{280,048}$	$\frac{98^\circ 17' 32''}{49,830}$	$\frac{172^\circ 22' 20''}{172^\circ 36' 38''}$	0°14'18'	4,013	9,549	5,536	$\frac{151^\circ 12' 09''}{152^\circ 15' 17''}$	1°03'08'	11,173	5,644	5,535	25,195
12	$\frac{195,212}{180,375}$	$\frac{127^\circ 18' 40''}{50,120}$	$\frac{141^\circ 11' 15''}{141^\circ 18' 12''}$	0°06'57'	4,012	9,569	5,557	$\frac{164^\circ 22' 12''}{165^\circ 31' 01''}$	1°08'49'	11,180	5,627	5,556	40,210
13	$\frac{482,015}{274,210}$	$\frac{140^\circ 25' 14''}{51,420}$	$\frac{132^\circ 34' 46''}{133^\circ 19' 58''}$	0°45'12'	5,204	9,805	4,603	$\frac{170^\circ 18' 20''}{170^\circ 23' 26''}$	0°05'06'	13,137	8,536	4,600	32,150
14	$\frac{237,014}{281,517}$	$\frac{98^\circ 07' 21''}{45,105}$	$\frac{171^\circ 02' 29''}{171^\circ 03' 59''}$	0°01'30'	5,178	9,803	4,625	$\frac{185^\circ 14' 08''}{185^\circ 49' 19''}$	0°35'11'	13,181	8,558	4,624	38,175
15	$\frac{423,115}{315,420}$	$\frac{191^\circ 13' 42''}{24,182}$	$\frac{80^\circ 46' 18''}{81^\circ 31' 30''}$	0°45'12'	5,204	9,805	4,603	$\frac{181^\circ 48' 15''}{182^\circ 23' 21''}$	0°35'06'	13,037	8,436	4,602	21,600
16	$\frac{410,150}{387,419}$	$\frac{161^\circ 32' 27''}{45,420}$	$\frac{108^\circ 07' 33''}{108^\circ 52' 01''}$	0°44'28'	5,874	9,422	3,548	$\frac{174^\circ 12' 19''}{175^\circ 14' 41''}$	1°02'22'	7,692	4,145	3,547	31,725
17	$\frac{340,252}{180,120}$	$\frac{75^\circ 12' 35''}{40,510}$	$\frac{196^\circ 47' 25''}{197^\circ 25' 05''}$	0°36'40'	6,106	9,320	3,215	$\frac{182^\circ 18' 22''}{183^\circ 06' 37''}$	0°48'15'	8,760	5,549	3,213	22,150
18	$\frac{292,810}{320,149}$	$\frac{87^\circ 27' 13''}{38,405}$	$\frac{187^\circ 32' 47''}{188^\circ 02' 57''}$	0°30'10'	4,986	8,325	3,340	$\frac{179^\circ 54' 20''}{180^\circ 36' 45''}$	0°42'25'	9,664	6,327	3,338	29,700
19	$\frac{460,412}{312,398}$	$\frac{65^\circ 36' 20''}{42,180}$	$\frac{206^\circ 23' 40''}{207^\circ 28' 50''}$	1°05'10'	5,112	9,235	4,125	$\frac{181^\circ 42' 18''}{182^\circ 17' 42''}$	0°35'24'	10,238	6,117	4,125	29,405
20	$\frac{421,115}{387,095}$	$\frac{72^\circ 11' 39''}{42,200}$	$\frac{196^\circ 48' 21''}{197^\circ 36' 43''}$	0°48'22'	5,212	8,664	3,452	$\frac{171^\circ 36' 28''}{171^\circ 44' 40''}$	0°08'12'	8,712	5,259	3,453	25,195
21	$\frac{115,298}{175,195}$	$\frac{82^\circ 17' 45''}{38,070}$	$\frac{189^\circ 42' 15''}{190^\circ 38' 52''}$	0°56'37'	5,766	8,894	3,128	$\frac{171^\circ 28' 15''}{171^\circ 46' 35''}$	0°18'20'	8,016	4,889	3,127	40,050
22	$\frac{427,505}{375,176}$	$\frac{75^\circ 14' 27''}{45,945}$	$\frac{193^\circ 45' 33''}{194^\circ 24' 45''}$	0°39'12'	4,679	7,693	3,014	$\frac{186^\circ 24' 12''}{186^\circ 34' 19''}$	0°10'07'	7,693	4,679	3,014	29,045
23	$\frac{213,752}{200,175}$	$\frac{69^\circ 17' 13''}{34,850}$	$\frac{202^\circ 42' 47''}{203^\circ 16' 59''}$	0°34'12'	5,317	8,216	2,889	$\frac{195^\circ 14' 27''}{195^\circ 24' 44''}$	0°10'17'	8,002	5,104	2,899	31,017
24	$\frac{375,840}{369,049}$	$\frac{71^\circ 13' 55''}{47,196}$	$\frac{197^\circ 46' 05''}{197^\circ 47' 35''}$	0°01'30'	5,176	9,803	4,625	$\frac{169^\circ 56' 11''}{170^\circ 31' 21''}$	0°35'10'	11,181	6,558	4,624	20,425
					6,857	9,985	3,130			6,790	3,644	3,128	35,450

25	$\frac{320,560}{225,450}$	$\frac{129^{\circ}34'55''}{45,200}$	$\frac{141^{\circ}44'45''}{142^{\circ}29'55''}$	$0^{\circ}45'10''$				$\frac{175^{\circ}12'12''}{175^{\circ}51'42''}$	$0^{\circ}39'39''$				
26	$\frac{325,018}{304,815}$	$\frac{121^{\circ}45'54''}{50,250}$	$\frac{145^{\circ}54'06''}{146^{\circ}44'44''}$	$0^{\circ}50'38''$	5,132	8,245	3,115	$\frac{179^{\circ}05'12''}{179^{\circ}37'24''}$	$0^{\circ}32'12''$	9,854	6,741	3,114	20,542
27	$\frac{275,312}{150,250}$	$\frac{115^{\circ}48'57''}{45,205}$	$\frac{156^{\circ}55'38''}{157^{\circ}17'58''}$	$0^{\circ}22'20''$	3,623	6,143	2,522	$\frac{191^{\circ}30'39''}{191^{\circ}43'57''}$	$0^{\circ}13'18''$	11,335	8,835	2,521	25,505
28	$\frac{317,079}{250,380}$	$\frac{102^{\circ}36'15''}{27,013}$	$\frac{165^{\circ}03'35''}{165^{\circ}43'15''}$	$0^{\circ}39'40''$	6,543	10,815	4,273	$\frac{185^{\circ}10'45''}{185^{\circ}35'15''}$	$0^{\circ}24'30''$	11,986	7,715	4,272	30,052
29	$\frac{500,000}{500,000}$	$\frac{103^{\circ}29'42''}{39,040}$	$\frac{167^{\circ}45'38''}{168^{\circ}23'48''}$	$0^{\circ}38'10''$	6,865	9,843	2,979	$\frac{191^{\circ}03'49''}{191^{\circ}07'09''}$	$0^{\circ}03'20''$	9,304	6,329	2,975	25,951
30	$\frac{396,018}{254,210}$	$\frac{110^{\circ}25'35''}{48,309}$	$\frac{156^{\circ}55'15''}{158^{\circ}03'40''}$	$0^{\circ}08'25''$	5,735	10,709	4,976	$\frac{165^{\circ}12'20''}{165^{\circ}17'33''}$	$0^{\circ}05'13''$	9,008	4,033	4,975	21,074

Требования к работе:

1. Выполнить контроли на поверхности и на горизонте горных работ.
2. Вычислить по двум схемам дирекционный угол исходной стороны подземной опорной сети и координаты исходного пункта.
3. Построить схему ориентировки в масштабе 1:100.
4. Составить отчет по обработке ориентирно-соединительной съемке. Оформить план тушью.

Порядок выполнения работы (рис. 3):

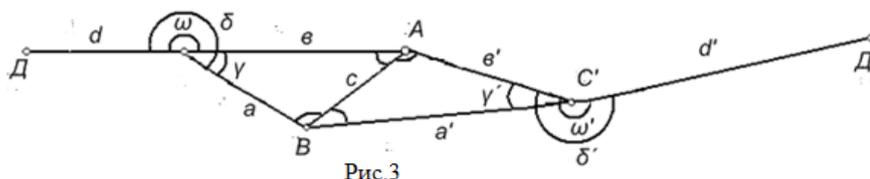


Рис.3

- Выполнить контроли на поверхности
 - 1) по измеренным примычным углам $d = \gamma - (\delta - \omega)$, где γ, δ, ω – измеренные примычные углы.
Допустимое значение $d_{\text{доп}} \leq \pm 25''$
 - 2) по углам в треугольнике $d = 180^{\circ} - (\nu + \beta + \gamma)$, где ν, β – вычисленные углы
$$\sin \beta = \frac{b \sin \gamma}{c} \quad \sin \nu = \frac{a \sin \gamma}{c}$$

Допустимое значение $d_{\text{доп}} \leq \pm 10''$. Допустимая невязка распределяется поровну на два вычисленных угла.
 - 3) по линейным измерениям $d = c_{\text{изм}} - c_{\text{выч}}$, где $c_{\text{выч}} = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}$ – вычисленное расстояние между отвесами А и В.
Допустимое значение $d_{\text{доп}} \leq \pm 3$ мм в треугольнике на поверхности и 5 мм в шахте.
- Аналогичные контроли выполнить и в шахте
- Дирекционный угол исходной стороны подземного хода и координаты исходного пункта вычислить дважды по двум независимым схемам. По одной схеме расчеты произвести через два отвеса (Д-С-А-В-С'-Д' или Д-С-В-А-С'-Д'), по второй – через один (Д-С-А-С'-Д' или Д-С-В-С'-Д').
- По координатам построить план ориентирно-соединительной съемки.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по обработке ориентирно-соединительной съемке. Оформить план тушью.

Контрольные вопросы:

1. Назначение соединительных съемок.

2. Виды соединительных съемок?
3. Какие контроли выполняются при ориентировки через один вертикальный ствол с примыканием соединительным треугольником?
4. Какие задачи решает горизонтальная соединительная съемка?
5. Какая форма треугольника считается «выгодная» и почему?

Практическая работа 2.9.

Тема: Передача высотной отметки точки через вертикальную горную выработку.

Цель: Освоить методику обработки результатов измерений вертикальной соединительной съемки.

Задание:

Упражнение 1. От репера А, заложенного вблизи устья шахтного ствола, высотная отметка которого известна (рис.4) выполнялась передача высотной отметки на репер В, заложенный на горизонте горных работ, с помощью длинной шахтной лентой. В результате съемки были получены следующие данные (табл.24): a и b – отсчеты по нивелирным рейкам, установленным на исходном А и определяемом В реперах; N_n и $N_{ш}$ – отсчеты по ленте; t_n и $t_{ш}$ – температура воздуха на поверхности и в шахте; P и P_0 – масса груза при измерении и при компарировании. Стальная длинная лента длиной 300 м компарировалась при температуре $t_k = 20^\circ\text{C}$ и имеет следующие технические характеристики: поправка за компарирование $\Delta k = -8$ мм/на длину ленты коэффициент линейного расширения стали $\alpha = 0,000012$, модуль Юнга $E = 2 \times 10^6 \text{ Па}$, удельный вес материала ленты $\gamma = 7,8 \text{ Н/м}^3$, площадь поперечного сечения ленты $F \approx 6 \text{ мм}^2$.

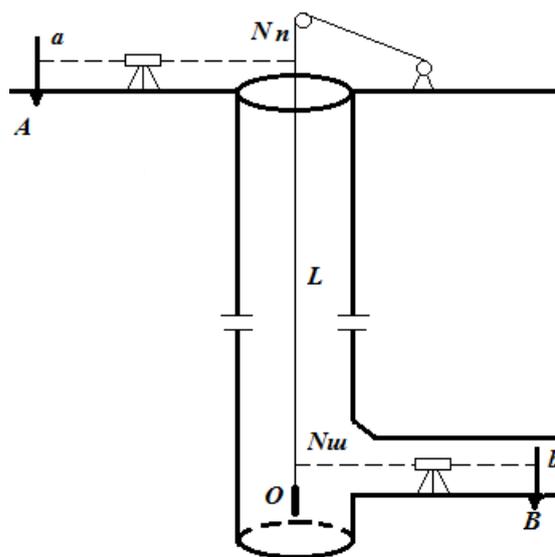


Рис. 4

Таблица 24

Номер варианта	Высотная отметка репера А, м	Отсчеты, м				Температура воздуха, °С		Масса груза, кг	
		по ленте		по рейке		на поверхности, t_n	в шахте, $t_{ш}$	при измерении, P	при компарировании, P_0
		на поверхности и, N_n	в шахте, $N_{ш}$	на репере А, a	на репере В, b				
1	199,345	124,766	0,452	1,654	1,457	24	9	14	10
2	245,378	213,570	0,241	1,358	1,672	23	11	15	11
3	457,056	213,314	0,913	1,025	1,254	25	13	16	12
4	175,054	103,460	0,436	0,987	1,467	22	10	17	10
5	570,308	212,458	1,375	2,365	1,436	20	12	14	11
6	600,371	220,874	0,464	1,875	1,458	21	9	15	12
7	542,042	279,341	1,004	1,540	1,451	26	11	16	10
8	641,113	104,674	1,340	1,478	1,306	24	13	17	11
9	675,985	214,465	0,648	1,745	1,804	23	10	14	12
10	234,677	197,052	0,978	1,604	1,640	25	12	15	10

11	164,233	121,064	1,345	1,354	1,921	22	9	16	11
12	477,344	97,682	0,150	1,207	1,056	20	11	17	12
13	321,189	134,022	0,124	1,983	1,671	21	13	14	10
14	247,645	168,425	0,642	0,922	1,457	26	10	15	11
15	124,357	76,341	0,345	1,024	1,684	24	12	16	12
16	644,559	222,079	0,647	1,924	1,703	23	9	17	10
17	145,450	122,345	0,397	1,603	1,411	25	11	14	11
18	309,802	255,134	0,457	1,235	1,521	22	13	15	12
19	512,076	243,245	0,754	1,398	1,098	20	10	16	10
20	421,021	279,120	0,345	1,456	1,375	21	12	17	11
21	674,102	345,216	0,871	1,978	1,309	26	9	14	12
22	210,454	164,210	0,600	1,680	1,405	24	11	15	10
23	421,314	227,334	0,640	1,675	1,436	23	13	16	11
24	312,045	193,642	0,483	1,982	1,204	25	10	17	12
25	164,213	73,124	0,475	1,873	1,284	22	12	14	10
26	261,242	86,129	0,674	1,388	1,501	20	9	15	11
27	357,501	134,350	0,457	1,455	1,034	21	11	16	12
28	300,346	264,134	0,754	1,608	1,422	26	13	17	10
29	234,078	186,451	0,487	1,433	1,405	24	10	14	11
30	443,250	247,325	0,356	1,578	1,395	23	12	15	12

Упражнение 2. От репера 25, заложенного вблизи устья шахтного ствола, высотная отметка которого известна (рис.5) выполнялась передача высотной отметки на репер 13, заложенный на горизонте горных работ, с помощью длиномера, установленного на приемной площадке ствола. В результате съемки были получены следующие данные (табл.25): a и b – отсчеты по нивелирным рейкам, установленным на исходном 25 и определяемом 13 реперах; N_n и $N_{ш}$ – отсчеты по счетчику длиномера; n_n и $n_{ш}$ – отсчеты по груз-рейкам на поверхности и в шахте; t_n и $t_{ш}$ – температура воздуха на поверхности и в шахте.

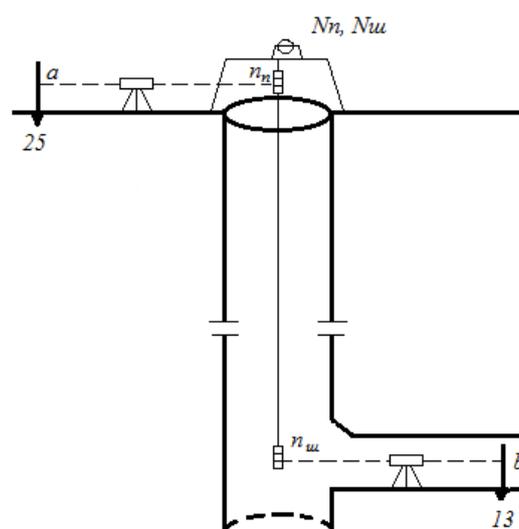


Рис. 5

Технические характеристики мерного диска и проволоки следующие: диаметр проволоки $d=0,8$ мм; коэффициент линейного расширения стали проволоки $\alpha_1 = 0,0000115$; коэффициент линейного расширения металла диска $\alpha_2 = 0,000012$; длина окружности диска по паспорту $l = 0,997408$ м; проектная длина окружности диска $l_{пр} = 1,000000$ м; температура диска при компарировании $t_0 = 20^\circ\text{C}$.

Таблица 25

Номер варианта	Высотная отметка репера А, м	Отсчеты, м						Температура воздуха, °С	
		по рейке		по счетчику длиномера		по груз-рейке		на поверхности, t_n	в шахте, $t_{ш}$
		на поверхность и, a	в шахте, b	на поверхность и, N_n	в шахте, $N_{ш}$	на поверхность и, n_n	в шахте, $n_{ш}$		

1	164,233	1,978	1,354	12,672	220,874	0,147	0,252	19	8
2	477,344	1,680	1,207	19,347	279,341	0,097	0,241	20	9
3	321,189	1,675	1,983	24,057	504,674	0,057	0,013	21	10
4	247,645	1,982	0,922	27,154	264,465	0,154	0,136	22	11
5	124,357	1,873	1,024	31,804	197,052	0,145	0,075	23	12
6	644,559	1,388	1,924	26,120	124,766	0,171	0,164	24	13
7	145,450	1,455	1,603	31,785	213,570	0,200	0,004	25	8
8	309,802	1,608	1,235	13,420	213,314	0,040	0,240	19	9
9	512,076	1,433	1,398	19,057	493,460	0,083	0,148	20	10
10	421,021	1,578	1,456	14,647	312,458	0,075	0,178	21	11
11	674,102	1,921	1,654	23,884	277,334	0,174	0,045	22	12
12	210,454	1,056	1,358	21,672	193,642	0,057	0,150	23	13
13	421,314	1,671	1,025	14,279	473,124	0,054	0,124	24	8
14	312,045	1,457	0,987	27,045	286,129	0,187	0,042	25	9
15	164,213	1,684	2,365	22,349	434,350	0,056	0,145	19	10
16	261,242	1,703	1,875	22,043	264,134	0,152	0,047	20	11
17	357,501	1,411	1,540	21,603	486,451	0,141	0,197	21	12
18	300,346	1,521	1,478	18,467	222,079	0,013	0,057	22	13
19	234,078	1,098	1,745	24,171	182,345	0,136	0,054	23	8
20	443,250	1,375	1,604	27,032	255,134	1,075	0,145	24	9
21	199,345	1,457	1,978	20,046	263,245	0,164	0,071	25	10
22	245,378	1,672	1,680	14,243	279,120	0,104	0,100	19	11
23	457,056	1,254	1,675	15,971	403,460	0,040	0,240	20	12
24	175,054	1,467	1,982	19,607	212,458	0,048	0,183	21	13
25	570,308	1,436	1,873	26,127	237,334	0,178	0,275	22	8
26	600,371	1,458	1,388	30,103	193,642	0,145	0,174	23	9
27	542,042	1,451	1,455	20,104	373,124	0,050	0,057	24	10
28	641,113	1,306	1,608	16,241	293,642	0,124	0,054	25	11
29	675,985	1,804	1,433	14,270	273,124	0,042	0,087	19	12
30	234,677	1,640	1,578	12,278	186,129	0,045	0,056	20	13

Требования к работе:

Упражнение 1.

1. Определить поправки, вводимые в превышение между реперами: за компарирование, за температуру, за удлинение ленты от действия собственного веса и от разности весов грузов при измерении и компарировании.
2. Определить превышение между реперами А и В.
3. Вычислить высотную отметку репера В, закрепленного в шахте.

Упражнение 2.

4. Определить поправки, вводимые в превышение между реперами: за диаметр проволоки, за разность температур, за разность температуры диска при измерении превышения и при компарировании, за компарирование диска.
5. Определить превышение между реперами 25 и 13.
6. Вычислить высотную отметку репера 13, закрепленного в шахте.

Порядок выполнения работы:

Упражнение 1.

1. Поправки, вводимые в превышение между реперами определить по формулам
 - за компарирование $\Delta l_k = \frac{\Delta k}{l_{\text{лен}}} \times L, \text{мм}$

- за температуру $\Delta l_T = \alpha L(t - t_0)$, м
- за удлинение ленты от действия собственного веса $\Delta l_{уд_{св}} = \frac{\gamma L^2}{20E}$, м
- за удлинение ленты от разности весов грузов при измерении и компарировании $\Delta l_{уд_{рв}} = \frac{100(P - P_0)}{EF} L$, м,

где Δk - поправка за компарирование; $l_{лен}$ - длина ленты, $L = N_{п} - N_{ш}$ - измеряемый интервал ленты в шахте, определяемый по отчетам взятым по ленте на поверхности $N_{п}$ и в шахте $N_{ш}$; α - коэффициент линейного расширения стали; $t = 0,5(t_{п} + t_{ш})$ - средняя температура воздуха в стволе, определяемая по измерениям температуры на поверхности $t_{п}$ и в шахте $t_{ш}$; t_0 - температура при компарировании ленты; γ - удельный вес материала ленты; E - модуль Юнга; P, P_0 - масса груза при измерении и при компарировании соответственно; F - площадь поперечного сечения ленты.

2. Превышение между реперами А и В определить по формуле

$$h = N_{п} - N_{ш} - a + b + \Delta k + \Delta l_T + \Delta l_{уд_{св}} + \Delta l_{уд_{рв}},$$

где $N_{п} - N_{ш} = L$ - измеряемый интервал ленты в шахте, определяемый по отчетам взятым по ленте на поверхности $N_{п}$ и в шахте $N_{ш}$; a и b - отсчеты по нивелирным рейкам, установленным на исходном А и определяемом В реперах; $\Delta k, \Delta l_T, \Delta l_{уд_{св}}, \Delta l_{уд_{рв}}$ - поправки, вводимые в превышение между реперами.

3. Высотная отметка репера В, закрепленного в шахте определить по формуле

$$H_B = H_A - h,$$

где H_A - высотная отметка исходного репера А.

Упражнение 2.

1. Поправки, вводимые в превышение между реперами вычислить по формулам

- за диаметр проволоки $\Delta l_{пр} = 0,001\pi d(N_{п} - N_{ш})$, м
- за разность температур $\Delta t_{п} = \alpha_1(N_{п} - N_{ш})(t_{ср} - t_{п})$, м
- за разность температуры диска при измерении превышения и при компарировании $\Delta t_{д} = \alpha_2(N_{п} - N_{ш})(t_{п} - t_0)$, м
- за компарирование диска $\Delta k = (N_{п} - N_{ш})(l - 1)$, м,

где $\pi = 3,1416$; d - диаметр проволоки, м; $N_{п}$ и $N_{ш}$ - отсчеты по счетчику длиномера; α_1 - коэффициент линейного расширения стали проволоки; $t_{ср} = 0,5(t_{п} + t_{ш})$ - средняя температура воздуха в стволе; $t_{п}$ и $t_{ш}$ - температура воздуха на поверхности и в шахте; α_2 - коэффициент линейного расширения металла диска; t_0 - температура диска при компарировании; l - длина окружности диска по паспорту, м; $l_{пр}$ - проектная длина окружности диска, м.

2. Определить превышение между реперами 25 и 13

$$h = (N_{п} - n_{п}) - (N_{ш} - n_{ш}) + (a - b) + \Delta l_{пр} + \Delta t_{п} + \Delta t_{д} + \Delta k,$$

где $n_{п}$ и $n_{ш}$ - отсчеты по груз-рейке на поверхности и в шахте; a и b - отсчеты по нивелирным рейкам, установленным на исходном 25 и определяемом 13 реперах; $\Delta l_{пр}, \Delta t_{п}, \Delta t_{д}, \Delta k$ - поправки, вводимые в превышение между реперами.

3. Вычислить высотная отметка репера В, закрепленного в шахте $H_{13} = H_{25} + h$,

где H_A - высотная отметка исходного репера А.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по определению отметок реперов, расположенных в шахте

Контрольные вопросы:

1. Назначение вертикальной соединительной съемки.

2. Какие существуют способы производства вертикальной соединительной съемки?
3. Как определяется допустимое расхождение между превышениями при двукратной передаче высотной отметки?
4. Какие поправки вводятся в превышения при производстве передачи отметки длиной лентой и с помощью длиномера?
5. Поправки за кривизну Земли и рефракцию вводят при передаче высот на какое расстояние?

Практическая работа 2.10.

Тема: Задание направления горным выработкам в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Цель: Освоить методику подготовки данных для выноса в натуру прямолинейного участка горной выработки.

Задание:

Упражнение 1. От вентиляционного штрека в сторону откаточного штрека проходится бремсберг № 3 (рис. 6). Известно, что ось бремсберга проходит через точку маркшейдерской сети 45 и пересекает сторону 21-22 в точке А. Координаты точек 21, 22, 45 и длина отрезка 21-А приведены в таблице 26

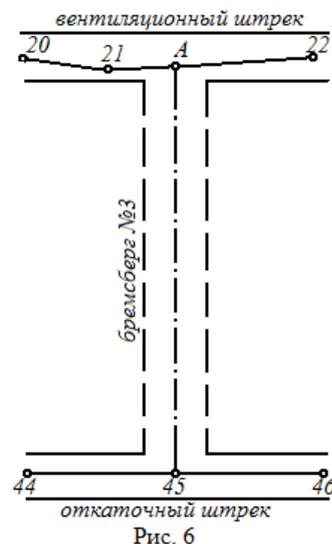


Рис. 6

Таблица 26

Номер варианта	Координаты, м						Длина отрезка 21-А S_{21-A}
	точка 21		точка 22		точка 45		
	х	у	х	у	х	у	
1	2154,356	6751,126	2154,703	6798,459	2085,108	6764,819	14,365
2	5064,645	9786,215	5064,992	9833,539	4995,397	9805,617	20,074
3	9412,089	1324,220	9412,436	1371,544	9342,841	1329,902	6,354
4	4567,351	2045,693	4567,698	2093,017	4498,103	2057,895	12,874
5	3045,280	6706,316	3045,627	6753,647	2976,032	6715,119	9,475
6	5894,725	6289,345	5895,072	6336,669	5825,477	6319,321	30,648
7	1247,956	5657,093	1248,303	5704,417	1178,708	5671,788	15,367
8	3054,982	6572,926	3055,329	6620,255	2985,734	6580,118	7,864
9	4635,048	3204,953	4635,395	3252,277	4565,824	3206,379	2,098
10	2164,555	4250,953	2164,902	4298,277	2095,307	4275,322	25,041
11	3152,094	5670,607	3152,441	5717,931	3082,846	5703,547	33,612
12	7651,200	5632,426	7651,547	5679,759	7581,952	5661,164	29,412
13	9851,123	4652,075	9851,497	4699,399	9781,875	4679,083	27,686
14	4675,292	1486,540	4675,639	1533,864	4606,044	1501,122	15,254
15	7659,456	954,576	7659,803	1001,947	7590,208	967,718	13,806
16	4612,550	896,545	4612,897	943,869	4543,302	931,121	35,248
17	6750,453	3454,773	6750,854	3502,097	6681,205	3460,948	6,847
18	4657,575	4520,590	4657,922	4567,914	4588,327	4534,125	14,207
19	1204,566	3010,218	1204,913	3057,542	1135,318	3023,055	13,509
20	6421,569	4656,416	6421,916	4703,747	6352,321	4674,416	18,672
21	6050,815	6951,361	6051,162	6998,685	5981,567	6970,037	19,341
22	649,048	6543,111	649,395	6590,435	579,889	6566,507	24,068
23	6612,619	9854,456	6612,966	9901,786	6543,371	9877,567	23,783
24	9756,246	4650,879	9756,593	4698,203	9686,998	4670,301	20,094

25	7352,096	7684,063	7352,443	7731,387	7282,848	7700,731	17,354
26	6408,973	2785,125	6409,372	2832,449	6339,725	2803,807	19,354
27	1298,073	6508,379	1298,492	6555,703	1228,825	6534,965	27,258
28	4560,233	3459,737	4560,258	3507,061	4490,985	3481,419	22,354
29	5632,789	2539,693	5633,136	2587,017	5563,541	2571,813	32,792
30	9784,037	6754,212	9784,384	6801,536	9714,789	6760,799	7,259

Упражнение 2. Выработка проходит с проектным уклоном $i_{пр}$ (рис. 7). В натуре уклон осуществляется посредством нивелира, в результате чего на высоте 0,5 м от проектного профиля закрепляется условный профиль. Точки условного профиля располагаются на расстоянии L друг от друга и имеют последовательную нумерацию от 1 до 4. В кровле выработки над точкой 1 находится точка А теодолитного хода, которая имеет высотную отметку H_A . Рейка установлена нулем на теодолитную точку и посредством нивелира взят отсчет по рейке, равный $a_1=1945$ мм на уровне условной профильной линии. Величина проектного уклона, расстояния между пикетами и абсолютная отметка точки маркшейдерской сети А приведены в таблице 27.

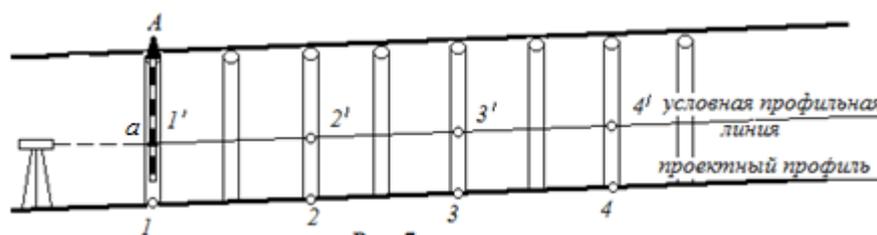


Рис. 7

Таблица 27

Номер варианта	Проектный уклон $i_{пр}$	Расстояние между пикетами L	Абсолютная отметка точки А H_A	Номер варианта	Проектный уклон $i_{пр}$	Расстояние между пикетами L	Абсолютная отметка точки А H_A
1	0,003	4	674,102	16	0,003	4	644,559
2	0,004	5	210,454	17	0,004	5	145,456
3	0,005	6	421,314	18	0,005	6	309,802
4	0,003	7	312,045	19	0,003	7	512,076
5	0,004	8	164,213	20	0,004	8	421,021
6	0,005	9	261,242	21	0,005	9	199,345
7	0,003	10	357,501	22	0,003	10	245,378
8	0,004	4	300,346	23	0,004	4	457,056
9	0,005	5	234,078	24	0,005	5	175,054
10	0,003	6	443,255	25	0,003	6	570,308
11	0,004	7	164,233	26	0,004	7	600,371
12	0,005	8	477,344	27	0,005	8	542,042
13	0,003	9	321,189	28	0,003	9	641,113
14	0,004	10	247,645	29	0,004	10	675,985
15	0,005	4	124,357	30	0,005	4	234,677

Требования к работе:

Упражнение 1. Подготовить данные для задания направления бремсберга в плане.

Упражнение 2.

1. Вычислить отметки точек условного профиля.
2. Определить отсчеты по рейке на точках, создающих условный профиль, при этой установке нивелира.

Порядок выполнения работы:

Упражнение 1.

- По формулам обратной геодезической задачи, определить дирекционный угол направления 21-22

$$\alpha_{21-22} = \arctg \frac{Y_{22} - Y_{21}}{X_{22} - X_{21}},$$

где $X_{21}, Y_{21}, X_{22}, Y_{22}$ – координаты точек 21 и 22 теодолитного хода.

- Используя вычисленный дирекционный угол α_{21-22} , длину отрезка 21-А S_{21-A} и координаты точки 21 решить прямую геодезическую задачу для определения координат точки А, лежащей на оси бремсберга

$$X_A = X_{21} + S_{21-A} \cos \alpha_{21-22}$$

$$Y_A = Y_{21} + S_{21-A} \sin \alpha_{21-22}$$

- Определить дирекционный угол направления А-45 и длина бремсберга №3

$$\alpha_{A-45} = \arctg \frac{Y_{45} - Y_A}{X_{45} - X_A},$$

$$S_{A-45} = \frac{Y_{45} - Y_A}{\sin \alpha_{A-45}} = \frac{X_{45} - X_A}{\cos \alpha_{A-45}}$$

- По значениям дирекционных углов направлений, используя взаимосвязь горизонтальных и дирекционных углов, вычислить левый по ходу разбивочный угол β_A .

Упражнение 2.

- Отметки точек условного профиля вычислить последовательно, начиная с 1' по формулам

$$H_{1'} = H_A - a_1;$$

$$H_{2'} = H_{1'} + iL_{1-2};$$

$$H_{3'} = H_{1'} + iL_{1-3};$$

$$H_{4'} = H_{1'} + iL_{1-4},$$

где H_A – абсолютная отметка точки А, м; a – отсчет по рейке, м, установленной на точке А; i – проектный уклон; L_{1-2} – расстояния между точками условного профиля, м

- Отсчеты по рейке на точках a_2, a_3, a_4 , создающих условный профиль, при заданной установке нивелира определить по формулам

$$a_2 = a_1 + iL_{1-2};$$

$$a_3 = a_1 + iL_{1-3};$$

$$a_4 = a_1 + iL_{1-4}.$$

Самостоятельная работа:

Составить отчет по решению задач по заданию направления выработкам в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Контрольные вопросы:

- Какие существуют способы подготовки данных для задания направления выработкам в горизонтальной плоскости, когда применяется каждый из них?
- Каковы способы задания направления выработкам в вертикальной плоскости?

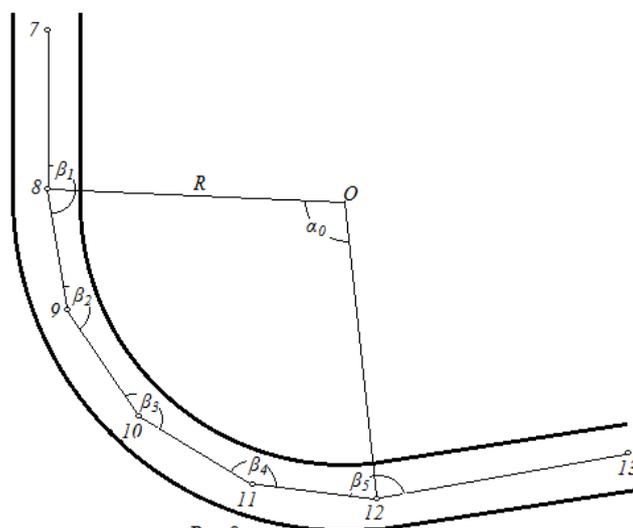


Рис.8

3. Какие данные необходимо подготовить для того, чтобы задать направление наклонной горной выработке?

Практическая работа 2.11.

Тема: Задание направления криволинейному участку горной выработки

Цель: Освоить методику подготовки данных для выноса в натуру криволинейного участка горной выработки и составления эскиза криволинейного участка.

Задание: Между точками 8 и 12 должна быть пройдена криволинейная выработка околоствольного двора (рис.8). Предложено криволинейный участок выработки разбить на $n = 4$ части, заменив ось криволинейного участка выработки хордами. Ширина выработки $s = 3$ м. Расстояние от точки 12 до точки 13 $L = 10$ м. Расстояние между осями рам крепи на прямолинейном участке $d = 1$ м. Радиус оси R, центральный угол кривой α_0 , дирекционный угол направления 7-8 α_{7-8} и координаты точка 8, закрепленной на оси выработки x_8 и y_8 представлены в таблице 28.

Таблица 28

Номер варианта	Радиус оси R	Центральный угол α_0	Дирекционный угол стороны 7-8 α_{7-8}	Координаты точки 8		Номер варианта	Радиус оси R	Центральный угол α_0	Дирекционный угол стороны 7-8 α_{7-8}	Координаты точки 8	
				x	y					x	y
1	25	80°	160°20'	7659,456	954,576	16	30	80°	186°41'	2154,703	6798,459
2	17	120°	156°30'	4612,550	896,545	17	22	120°	184°24'	5064,992	9833,539
3	15	160°	168°41'	6750,453	3454,773	18	10	160°	189°21'	9412,436	1371,544
4	26	80°	163°22'	4657,575	4520,590	19	31	80°	165°30'	4567,698	2093,017
5	18	120°	171°10'	1204,566	3010,218	20	23	120°	165°09'	3045,627	6753,647
6	16	160°	178°26'	6421,569	4656,416	21	11	160°	166°55'	5895,072	6336,669
7	27	80°	172°27'	6050,815	6951,361	22	32	80°	169°24'	1248,303	5704,417
8	19	120°	180°53'	649,048	6543,111	23	24	120°	173°44'	3055,329	6620,255
9	7	160°	183°40'	6612,619	9854,456	24	12	160°	176°39'	4635,395	3252,277
10	28	80°	185°29'	9756,246	4650,879	25	33	80°	177°08'	2164,902	4298,277
11	20	120°	185°48'	7352,096	7684,063	26	25	120°	171°23'	3152,441	5717,931
12	8	160°	177°34'	6408,973	2785,125	27	13	160°	176°54'	7651,547	5679,759
13	29	80°	179°05'	1298,073	6508,379	28	34	80°	180°22'	9851,497	4699,399
14	21	120°	166°52'	4560,233	3459,737	29	26	120°	186°11'	4675,639	1533,864
15	9	160°	179°25'	5632,789	2539,693	30	14	160°	194°46'	7659,803	1001,947

Требования к работе:

1. Вычислить левые по ходу (от точки 8 к точке 12) горизонтальные углы и длины сторон, необходимые для задания направления выработке.
2. Вычислить координаты проектного полигона 8- 9- 10-11-12-13.
3. Вычислить расстояния между осями соседних стоек крепи по наружной d_1 и внутренней d_2 сторонам выработки
4. Составить рабочий чертеж в крупном масштабе по способу перпендикуляров.

Порядок выполнения работы:

1. Вычислить длины хорд (сторон), которыми заменена ось криволинейного участка выработки по формуле

$$l = 2R \sin \frac{\alpha_0}{2n},$$

где R – радиус закругления, м; α_0 – центральный угол кривой; n – количество хорд

Горизонтальные углы в начальной (точка 8), конечной (точка 12) и в промежуточных точках (точки 9, 10, 11) закругления определить по формулам

$$\beta_n = \beta_k = 180^\circ - \frac{\alpha_0}{2n} \qquad \beta_{пр} = 180^\circ - \frac{\alpha_0}{n}$$

2. Координаты проектного полигона 8- 9- 10-11-12-13 вычислить в ведомости вычисления координат представленной в таблице 29. Обработка ведомости рассмотрена в практической работе 2.5.

Таблица 29

Ведомость вычисления координат

№ точки	Горизонтальные углы, β	Дирекционные углы, α	Горизонтальные проложения, S	Приращения координат		Координаты	
				$\pm\Delta X$	$\pm\Delta Y$	X	Y

3. Определить расстояния между осями соседних стоек крепи по наружной d_1 и внутренней d_2 сторонам выработки

$$d_1 = d + d \frac{s}{2R},$$

$$d_2 = d - d \frac{s}{2R},$$

где d – расстояние между осями рам на прямолинейном участке, м; s – ширина выработки, м; R – радиус закругления криволинейного участка

4. Составить рабочий чертеж в крупном масштабе для задания направления криволинейному участку способом перпендикуляров. По чертежу графически определить длину перпендикуляров от хорды до стенок выработки через каждые 1-2 метра. Числовые значения перпендикуляров записать на чертеже.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по работе с рабочим чертежом.

Контрольные вопросы:

1. Назовите способы задания направления криволинейным горным выработкам.
2. Какие исходные данные необходимы для задания направления криволинейной выработок?
3. В каких масштабах вычерчивают эскизы криволинейных участков выработок для составления схемы их проведения?
4. По каким формулам находят длины хорд на криволинейном участке выработки и значения углов на точках закругления?

Раздел 3. Анализ точности маркшейдерских съемок.

Основным фактором любой маркшейдерской работы является конечная точность результата, поэтому анализ и предвычисление погрешностей, возникающих в процессе любого измерения, являются обязательными в маркшейдерском обслуживании горного предприятия.

Точность любого измерения зависит от следующих факторов:

- точностных характеристик измерительных средств;
- методов измерений;
- влияния внешних условий;

- состояния измеряемого объекта; профессионального уровня и физиологических особенностей исполнителя.

При производстве маркшейдерских съемок в основном измеряют горизонтальные, вертикальные и дирекционные углы, расстояния и превышения между парами точек, поэтому рассмотрим погрешности измерения этих величин.

Точность измерения горизонтального и вертикального углов зависит от погрешностей визирования, отсчитывания и центрирования.

Измерению длин сторон сопутствуют следующие ошибки:

- от неправильной меры длины рулетки – ошибка компарирования
- от неправильного учета температуры
- от недостаточно точного учета провеса рулетки
- от изменения меры длины в зависимости от натяжения
- от неправильного провешивания линии
- от неправильного определения угла наклона линии или превышения между концами интервала
- от неточного проектирования на рулетку конечных точек
- от неточности отсчетов по рулетке.

Накопление погрешностей в полигонометрических ходах происходит вследствие ошибок измерения углов, длин сторон, превышений.

При производстве ориентирно-соединительных съемок решается две задачи – проектирование и примыкание на поверхности и в шахте, из погрешностей проектирование и примыкание на поверхности и в шахте складывается общая погрешность ориентирования.

При строительстве шахт, реконструкции и эксплуатации широко применяется проведение горных выработок встречными забоями. Основное внимание при проведении выработок следует уделять ответственным направлениям. При сбойках маркшейдер обязан соблюдать следующие этапы работ:

1. Составление проекта сбойки.
2. Выбор методики производства маркшейдерских работ.
3. Предрасчет предельной погрешности смыкания забоев.
4. Сопоставление ожидаемой погрешности с допуском.
5. Производство маркшейдерских съемок,
6. Задание направлений в натуре.
7. Контроль за проведением выработок.
8. Определение фактической ошибки сбойки.

В этом разделе предусмотрены практические работы по определению погрешностей угловых и линейных измерений, по вычислению и анализу средней квадратической погрешности положения конечного пункта свободного полигонометрического хода в плане и по высоте, общей погрешности ориентирования при ориентирно-соединительной съемке через один вертикальный ствол и по предрасчету ожидаемой погрешности сбойки в горизонтальной и вертикальной плоскостях, которые позволяют сформировать у студентов навыки и умения по профессиональным компетенциям ПК 2. Обеспечивать контроль и соблюдение параметров технических сооружений ведения горных работ; ПК 3. Проводить анализ точности маркшейдерских работ; ПК 4. Обеспечивать безопасное ведение съемочных работ.

Практическая работа 3.1.

Тема: Определение погрешностей угловых и линейных измерений в подземных выработках.

Цель: Научиться определять погрешности измерения горизонтальных и вертикальных углов, вести журнал обработки результатов измерения длин сторон подземных полигонометрических ходов.

Задание:

Упражнение 1.

На пересечении штрека с уклоном в точке Б (рис.9) были измерены горизонтальные углы β_1 и β_2 способом приемов. Используемый теодолит, количество приемов, величина угла, длины сторон, образующие угол, эксцентриситеты теодолита и сигналов приведены в таблице 30.

Таблица 30

Номер варианта	Тип инструмента	Значения горизонтальных углов		Количество приемов	Длины сторон, м			Эксцентриситет сигналов, установленных в точках			Эксцентриситет теодолита
		β_1	β_2		АБ	БГ	БВ	А	Г	В	
1	2Т2	81	175	1	46	46	39	1	2	3	4
2	3Т5КП	82	183	2	35	54	41	2	3	4	2
3	Т30М	76	180	3	65	39	35	3	4	1	3
4	4Т30П	88	179	1	48	30	60	4	1	2	1
5	2Т2	92	169	2	39	24	53	1	2	3	4
6	3Т5КП	90	177	3	51	33	46	2	3	4	2
7	Т30М	97	184	1	57	45	54	3	4	1	3
8	4Т30П	77	180	2	46	44	30	4	1	2	1
9	2Т2	76	176	3	39	49	28	1	2	3	4
10	3Т5КП	89	185	1	41	51	25	2	3	4	2
11	Т30М	81	175	2	35	57	43	3	4	1	3
12	4Т30П	86	173	3	60	30	49	4	1	2	1
13	2Т2	99	181	1	53	50	54	1	2	3	4
14	3Т5КП	91	176	2	46	61	45	2	3	4	2
15	Т30М	79	182	3	27	41	39	3	4	1	3
16	4Т30П	83	185	1	38	57	51	4	1	2	1
17	2Т2	71	175	2	35	30	57	1	2	3	4
18	3Т5КП	81	173	3	65	50	46	2	3	4	2
19	Т30М	85	181	1	48	61	39	3	4	1	3
20	4Т30П	95	176	2	39	41	41	4	1	2	1
21	2Т2	75	182	3	51	57	39	1	2	3	4
22	3Т5КП	93	175	1	57	39	33	2	3	4	2
23	Т30М	72	183	2	46	41	45	3	4	1	3
24	4Т30П	89	180	3	39	35	44	4	1	2	1
25	2Т2	90	179	1	41	60	49	1	2	3	4
26	3Т5КП	81	169	2	35	53	51	2	3	4	2
27	Т30М	82	177	3	60	46	57	3	4	1	3
28	4Т30П	76	184	1	53	27	30	4	1	2	1
29	2Т2	88	180	2	46	56	50	1	2	3	4
30	3Т5КП	99	176	3	29	43	61	2	3	4	2

Упражнение 2. Стальной прокомпарированной 50-метровой рулеткой на весу измерена сторона 12-13 полигонометрического хода, разбитая на три интервала. Компарирование рулетки с коэффициентом линейного расширения стали $\alpha = 0,000012$ произведено при

температуре 20°С. Масса 1 погонного метра рулетки составляет $q = 0,024$ кг. Поправка за компарирование $\Delta k = -4$ мм/на длину рулетки. Абсолютная отметка измеренной стороны хода над уровнем Балтийского моря $H=540$ м. Ордината средней точки данной стороны хода $y = 95$ км. Длины измеренных интервалов, угол наклона стороны 12-13, измеренная температура и сила натяжения рулетки при измерении приведены в таблице 32.

Таблица 31

Номер варианта	Измеренная наклонная длина интервала, м			Измеренная температура, °С	Угол наклона, δ	Сила натяжения рулетки при измерении, кг
	1	2	3			
1	48,234	44,725	46,630	12	+17°07'15"	5
2	41,678	49,234	47,002	13	+18°56'30"	10
3	47,355	49,657	34,316	18	-15°47'00"	5
4	47,545	48,064	41,224	15	+11°09'15"	10
5	48,355	48,667	29,454	10	-10°13'45"	5
6	46,544	48,366	38,094	7	-13°07'30"	10
7	49,866	49,227	39,554	13	+10°55'00"	5
8	47,880	49,255	41,338	11	+19°27'15"	10
9	48,964	49,029	45,347	19	+19°30'45"	5
10	46,357	49,578	40,308	18	+21°27'30"	10
11	48,351	48,322	47,057	15	+15°03'30"	5
12	49,320	48,507	36,245	16	-13°08'30"	10
13	48,559	48,067	48,356	12	-15°41'00"	5
14	48,599	46,357	46,259	13	+13°21'34"	10
15	47,954	49,280	47,663	18	+20°09'30"	5
16	49,555	48,653	49,006	15	+9°12'45"	10
17	47,887	49,658	39,345	10	+5°02'30"	5
18	45,687	49,574	48,889	7	+21°46'45"	10
19	46,357	47,999	48,223	13	+14°17'00"	5
20	47,368	49,447	49,251	11	+12°51'30"	10
21	46,335	47,368	48,780	19	+14°51'30"	5
22	48,707	49,007	47,568	18	+19°23'45"	10
23	48,554	47,903	48,883	15	-16°07'30"	5
24	48,665	49,008	34,557	16	-14°36'30"	10
25	47,567	46,254	48,673	12	+4°56'00"	5
26	46,005	48,357	48,059	13	+6°37'30"	10
27	47,335	48,386	49,006	18	+24°22'45"	5
28	46,250	48,354	47,441	15	+16°24'15"	10
29	48,659	48,657	42,064	10	+23°58'00"	5
30	47,576	43,027	45,385	7	+17°33'00"	10

Требования к работе:

Упражнение 1. Определить общую ошибку измерения угла m_β , зависящую от способа измерения m_i и эксцентриситета теодолита и сигналов m_α .

Упражнение 2. Заполнить журнал обработки результатов измерения длин сторон подземных полигонометрических ходов

Порядок выполнения работы:

Упражнение 1.

Определить общую среднюю квадратическую ошибку измерения угла

$$m_{\beta} = \sqrt{m_{\beta_i}^2 + m_{\beta_{\text{ц}}}^2},$$

где m_{β_i} - средняя квадратическая ошибка измерения угла, зависящая от способа измерения угла и применяемого инструмента

$$m_{\beta_i} = \sqrt{\frac{m_o^2 + m_v^2}{n}} \text{ - при измерении горизонтального угла способом приемов}$$

$m_{\beta_{\text{ц}}}$ - средняя квадратическая ошибка измерения угла, обусловленная неточностью центрирования теодолита и сигналов

$$m_{\beta_{\text{ц}}} = \sqrt{\frac{\rho^2}{2a^2b^2} [l_a^2a^2 + l_b^2b^2 + l_T^2(a^2 + b^2 - 2ab\cos\beta)]},$$

где m_o - погрешность отсчитывания $m_o = \frac{t}{2\sqrt{2}}$; m_v - погрешность визирования

$m_v = \frac{60}{v}$; t - точность отсчитывания, секунд; v - увеличение зрительной трубы, крат (паспортная техническая характеристика инструмента приведена в таблице 31; n - количество приемов; $\rho \approx 206265''$; a и b - длины сторон, образующих угол; l_a и l_b - эксцентриситеты сигналов; l_T - эксцентриситет теодолита.

Таблица 32

Параметры	2Т2	3Т5КП	Т30М	4Т30П
Увеличение зрительной трубы, крат	27,5	27,5	19	20

Упражнение 2.

1. Перечертить форму журнала, приведенную в таблице 33.

Таблица 33

Журнал обработки результатов измерений длин сторон подземных полигонометрических ходов

Журнал измерений: № 3 Рулетка № 4, длина 50 м

Дата

Место съемки: 2-ой западный уклон

Вычислитель:

Сторона или интервал	Измеренная наклонная длина, L_m	Измеренная температура, $t_{\text{изм}}$	Угол наклона δ	Поправки в наклонную длину, мм				Исправленная наклонная длина $L_{\text{исп}}$, м	Вычисленное горизонтальное проложение S_b , м	Поправки в горизонтальное проложение, мм			Приведенное горизонтальное проложение S , м
				за компарирование, ΔL_k	за температуру, ΔL_t	за провес, ΔL_n	общая ΔL			За приведение		Общая ΔS , мм	
										к поверхности референц-эллипсоида ΔH	на плоскость проекции Гаусса Δy		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

2. В столбцы 1, 2, 3, 4 выписать данные таблицы 24: номер и длину интервалов и стороны, измеренную температуру и угол наклона.
3. Поправку за компарирование (5) в наклонную длину определить по формуле

$$\Delta L_k = \frac{\Delta k}{l_{\text{рул}}} \times L_{\text{мм}}$$

где Δk - поправка за компарирование рулетки, мм; l рул - длина рулетки, м; L - измеренная наклонная длина, м.

4. Поправку за температуру (6) в наклонную длину определить по формуле

$$\Delta L_t = L\alpha(t_{изм} - t_k), м$$

где α - коэффициент расширения стали; $t_{изм}$ - измеренная температура, °С; t_k - температура при компарировании рулетки, °С.

5. Поправку за провес рулетки (7) вычислить для каждого интервала

$$\Delta l_{п} = \frac{q^2 l^3}{24T^2}, м$$

где q - масса 1 пог. метра рулетки, кг; l - измеренная длина интервала, м; T - сила натяжения рулетки при измерении, кг

6. Определить исправленную наклонную длину (9)

$$L_{исп} = L + \Delta l, м$$

где $\Delta l = \Delta L_k + \Delta L_t + \Delta l_{п}$ - общая поправка в наклонную длину (8).

7. Горизонтальное проложение (10) вычислить по формуле

$$S_B = L_{исп} \times \cos \delta, м$$

где δ - угол наклона стороны полигонометрического хода (4);

8. Поправки в горизонтальное проложение за приведение:

- к уровню моря (11) $\Delta H = -\frac{H}{R} S_B, м$

- на плоскость проекции Гаусса (12) $\Delta y = \frac{y^2}{2R^2} S_B, м$

где H - абсолютная отметка измеренной стороны хода над уровнем Балтийского моря, м; R - средний радиус Земли, км (~6371 км); y - ордината средней точки данной стороны хода, м

Поправки за приведение к уровню моря и на плоскость проекции Гаусса ввести в том случае, если их сумма превышает 1:5000 длины измеренной линии.

9. Вычислить приведенное горизонтальное проложение стороны (14)

$$S = S_B + \Delta S, м$$

где $\Delta S = \Delta H + \Delta y$ - общая поправка в горизонтальное проложение (13).

Самостоятельная работа:

Составить отчет по решению задачи и заполнению журнала обработки результатов измерения длин сторон подземных полигонометрических ходов

Контрольные вопросы:

1. От каких факторов зависит точность любого измерения?
2. Из каких ошибок складывается погрешность угла при способе приемов, повторений?
3. Какие ошибки сопутствуют измерению длин сторон?
4. От чего зависит величина погрешности отсчитывания?
5. Когда вводятся поправки за приведение к уровню моря и на плоскость проекции Гаусса?

Практическая работа 3.2.

Тема: Вычисление и анализ средней квадратической погрешности положения конечного пункта свободного хода в плане и по высоте.

Цель: Научиться выполнять анализ средней квадратической погрешности положения конечного пункта диагонального хода.

Задание:

Используя данные практической работы 2.5, определить погрешность координат конечного пункта диагонального хода зависящую от погрешностей измерения горизонтальных углов и длин сторон.

Принять, что горизонтальные углы измерены равноточно двумя полными приемами. При центрировании теодолита и сигналов использовался автоматический способ. Длины сторон измерялись стальной прокомпарированной рулеткой с относительной ошибкой 1:3000.

Требования к работе:

1. Вычислить погрешность координат конечного пункта Д диагонального хода зависящую от погрешностей измерения горизонтальных углов и длин сторон
2. Определить общую, среднюю, предельную и относительную ожидаемую погрешности.
3. Сделать вывод о допустимости рассчитанной погрешности.

Порядок выполнения работы:

Погрешность координат конечного пункта диагонального хода зависящую от погрешностей измерения горизонтальных углов и длин сторон определить в следующей последовательности:

- Вычислить погрешность координат конечного пункта Д диагонального хода, зависящую от погрешностей измерения горизонтальных углов

$$M_{X_{\beta}}^2 = \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^{i=n} R_{Y_i}^2 \quad M_{Y_{\beta}}^2 = \frac{m_{\beta_i}^2}{\rho^2} \sum_{i=1}^{i=n} R_{X_i}^2,$$

где $m_{\beta_i} = m_{\beta_1} = m_{\beta_2} \dots$ – средняя квадратическая погрешность измерения при равноточно измеренных углах, определение погрешности рассмотрено в практической работе 3.1; $\rho = 206265''$; R_{X_i} и R_{Y_i} – проекции кратчайших расстояний от последнего пункта до i -х пунктов хода на осях X и Y

- Вычислить погрешность координат конечного пункта Д диагонального хода, зависящую от погрешностей измерения длин сторон:

$$M_{X_l}^2 = M_{X_l'}^2 + M_{X_l''}^2 \quad M_{Y_l}^2 = M_{Y_l'}^2 + M_{Y_l''}^2$$

$M_{X_l'}$ и $M_{Y_l'}$ – погрешность координат, обусловленная случайными ошибками

$$M_{X_l'}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^{i=n} l_i \cos^2 \alpha_i \quad M_{Y_l'}^2 = \mu^2 \sum_{i=1}^{i=n} l_i \sin^2 \alpha_i,$$

где $\mu = 0,0015$ – коэффициент случайных ошибок; l_i – измеренные длины сторон хода, α_i – дирекционные углы i -х сторон хода

$M_{X_l''}$ и $M_{Y_l''}$ – погрешность координат, обусловленная систематическими ошибками

$$M_{X_l''}^2 = \lambda^2 L_x^2 \quad M_{Y_l''}^2 = \lambda^2 L_y^2$$

где $\lambda = 0,0001$ – коэффициент систематических ошибок; L_x и L_y – длина проекции замыкающей хода на осях X и Y.

- Общую погрешность определить по формуле

$$M_K = \pm \sqrt{M_{X_D}^2 + M_{Y_D}^2},$$

где M_{X_D} и M_{Y_D} – погрешности координат по осям X и Y конечной точки хода Д

$$M_{X_D}^2 = M_{X_{\beta}}^2 + M_{X_l}^2 \quad M_{Y_D}^2 = M_{Y_{\beta}}^2 + M_{Y_l}^2$$

- Среднюю погрешность диагонального хода определить по формуле

$$M_{cp} = \frac{M_{общ}}{\sqrt{2}}$$

- Вычислить предельную погрешность

$$M_{\text{пред}} = 3M_{\text{ср}}$$

- Относительную ожидаемую погрешность определить по формуле

$$M_{\text{отн ож}} = \frac{M_{\text{пред}}}{P}$$

- Сравнить $M_{\text{отн ож}}$ с относительной допустимой ошибкой и сделать вывод о правильности выбранной методики и инструментов.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по выполнению работы с анализом точности положения конечного пункта и выводом о допустимости рассчитанной погрешности.

Контрольные вопросы:

1. Из каких погрешностей складывается погрешность координат последнего пункта диагонального хода?
2. Какое влияние оказывает случайные и систематические ошибки измерения длин на погрешность координат последнего пункта?
3. Как определяется ожидаемая погрешность и ее допустимость?

Практическая работа 3.3.

Тема: Вычисление и анализ общей погрешности ориентирования при ориентирно-соединительной съемке через один вертикальный ствол с примыканием способом соединительного треугольника.

Цель: Научиться вычислять общую погрешность ориентирования при ориентирно-соединительной съемке через один вертикальный ствол с примыканием способом соединительного треугольника и выполнять анализ полученной погрешности.

Задание: Вычисление и анализ общей погрешности ориентирования при ориентирно-соединительной съемке через один вертикальный ствол с примыканием способом соединительного треугольника производится по данным практической работы 2.8.

Требования к работе:

1. Вычислить погрешность ориентирования, слагающуюся из ошибок примычных углов на поверхности и в шахте, ошибок углов при отвесах и ошибки проектирования.
2. Сделать вывод о допустимости рассчитанной погрешности.

Порядок выполнения работы:

- Вычислить погрешность примыкания к отвесам, которая складывается из ошибок примычных углов на поверхности и в шахте, ошибок углов при отвесах и ошибки проектирования. Так общая погрешность ориентирования по ходу Д-С-В-А-С'-Д' (рис.3) определить по формуле

$$M_o^2 = M_\omega^2 + M_\beta^2 + M_{\delta'}^2 + M_{\delta''}^2 + \theta^2$$

где M_ω и $M_{\delta'}$ – погрешности измерения примычных углов; M_β и $M_{\delta''}$ – погрешности углов при отвесах; θ – погрешность проектирования, определить по формуле

$$\theta^2 = \pm \frac{l}{c} \rho,$$

где c - расстояние между отвесами, м; l – линейная погрешность проектирования отвесов, м; $\rho = 206265''$

- Погрешность примычных углов ω , δ'

$$M_\omega = \sqrt{m^2 + \left(\frac{l}{d} \rho\right)^2}$$

$$M_{\delta'} = \sqrt{m^2 + \left(\frac{l}{d'}\rho\right)^2},$$

где m - погрешность измерения углов способом приемов; l –линейная погрешность центрирования теодолита и сигналов, m ; d и d' –длины примычных сторон, m

- Погрешность измерения углов способом приемов рассматривается в практической работе 3.1.
- Погрешность вычисленных углов при отвесах ν и β (ν' и β') вычислить по формулам

$$m_{\nu} = \pm \sqrt{tg^2 \nu \left[\left(\frac{m_a}{a}\rho\right)^2 + \left(\frac{m_c}{c}\rho\right)^2 - m_{\gamma}^2 \right] + \frac{a^2 m_{\gamma}^2}{c^2 \cos^2 \nu}}, \text{ если } \nu > 2^\circ \text{ или } \nu < 178^\circ;$$

$$m_{\beta} = \pm \sqrt{tg^2 \beta \left[\left(\frac{m_b}{b}\rho\right)^2 + \left(\frac{m_c}{c}\rho\right)^2 - m_{\gamma}^2 \right] + \frac{b^2 m_{\gamma}^2}{c^2 \cos^2 \beta}}, \text{ если } \beta < 178^\circ \text{ или } \beta > 2^\circ;$$

$$\text{Если } \nu < 2^\circ \text{ или } \nu > 178^\circ \quad m_{\nu} = \frac{a}{c} m_{\gamma};$$

$$\text{Если } \beta > 178^\circ \text{ или } \beta < 2^\circ \quad m_{\beta} = \frac{b}{c} m_{\gamma},$$

где a, b, c –длины сторон в треугольниках, m ; $m_{\gamma} = m$ –погрешность измерения угла γ .

- По общей погрешности ориентировки сделать вывод

Самостоятельная работа:

Составить отчет по выполнению работы с анализом точности общей погрешности ориентирования при ориентирно-соединительной съемке через один вертикальный ствол с примыканием способом соединительного треугольника.

Контрольные вопросы:

1. Какова предельная величина погрешности вычисленных углов при отвесах?
2. Какова допустимая величина средней квадратической погрешности передачи дирекционного угла от исходной стороны к створу отвесов и от створа отвесов к стороне подземной маркшейдерской сети?
3. По каким формулам определяется погрешность вычисленных углов при отвесах при выгодной форме треугольников?

Практическая работа 3.4.

Тема: Проведение сбойки горизонтальной в пределах одной шахты.. Предрасчет ожидаемой погрешности сбойки в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Цель: Освоить методику по составлению проекта сбойки выработки в пределах одной шахты с предрасчетом ожидаемой погрешности сбойки в горизонтальной и вертикальной плоскостях

Задание: Между точками 1 и 12 проложен теодолитный ход в котором измерялись левые горизонтальные углы и длины сторон. Точки 1 и 12 – начальная и конечная точки полигона, с которых задают направление забоев выработки. Точка К-точка предполагаемой встречи забоев намечается на середине между точками 1 и 12 при одинаковой скорости подвигания забоев.

Погрешность измерения горизонтальных углов в теодолитном ходе $m_{\beta} = \pm 20''$.

Допустимое расхождения встречных забоев в ответственных направления установлены 0,5 м в плане, 0,3 м по высоте.

Данные измерений приведены в таблице 34.

Таблица 34

Номер варианта	$X_{1,м}$ $Y_{1,м}$	$\alpha_{1,2}$ $l_{1,м}$	β_2 $l_{2,м}$	β_3 $l_{3,м}$	β_4 $l_{4,м}$	β_5 $l_{5,м}$	β_6 $l_{6,м}$	β_7 $l_{7,м}$	β_8 $l_{8,м}$	β_9 $l_{9,м}$	β_{10} $l_{10,м}$	β_{11} $l_{11,м}$
----------------	------------------------	-----------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	----------------------------	----------------------------

1	250,000 250,000	65°30'20" 18,042	145°00'00" 18,042	163°30'00" 51,500	196°36'09" 15,035	215°09'06" 15,035	196°30'00" 81,451	196°39'20" 15,035	215°09'06" 15,035	196°30'00" 51,500	163°30'00" 18,042	145°06'00" 18,042
2	300,000 300,000	60°00'00" 18,042	145°00'00" 18,042	163°30'00" 51,500	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 81,451	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 51,500	163°30'00" 18,042	145°00'00" 18,042
3	200,000 200,000	65°00'00" 18,042	145°00'00" 18,042	163°30'00" 51,500	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 81,451	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 51,500	163°30'00" 18,042	145°00'00" 18,042
4	100,000 100,000	80°00'00" 18,042	145°00'00" 18,042	163°30'00" 45,224	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 71,540	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 45,224	163°30'00" 18,042	145°00'00" 18,042
5	50,000 50,000	85°00'00" 18,042	145°00'00" 18,042	163°30'00" 45,224	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 75,345	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 45,224	163°30'00" 18,042	145°00'00" 18,042
6	25,000 25,000	62°25'00" 17,101	140°00'00" 17,101	160°00'00" 54,520	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 96,320	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 54,520	160°00'00" 17,101	140°00'00" 17,101
7	150,000 150,000	82°30'00" 17,101	140°00'00" 17,101	160°00'00" 43,015	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 80,150	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 43,015	160°00'00" 17,101	140°00'00" 17,101
8	100,000 100,000	65°00'00" 17,1012	140°00'00" 17,101	160°00'00" 65,375	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 110,215	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 65,375	160°00'00" 17,101	140°00'00" 17,101
9	150,000 150,000	68°20'35" 17,101	140°00'00" 17,101	160°00'00" 56,120	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 76,524	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 56,120	160°00'00" 17,101	140°00'00" 17,101
10	175,000 175,000	66°15'40" 17,101	140°00'00" 17,101	160°00'00" 49,535	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 62,114	200°00'00" 13,681	220°00'00" 13,681	200°00'00" 49,535	160°00'00" 17,101	140°00'00" 17,101
11	150,000 150,000	61°05'00" 26,540	141°15'00" 26,540	160°37'30" 52,040	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 76,013	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 52,040	160°37'30" 26,540	141°15'00" 26,540
12	120,000 120,000	65°10'40" 26,540	141°15'00" 26,540	160°37'30" 61,305	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 75,012	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 61,305	160°37'30" 26,540	141°15'00" 26,540
13	100,000 100,000	68°13'40" 26,540	141°15'00" 26,540	160°37'30" 48,210	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 60,245	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 48,210	160°37'30" 26,540	141°15'00" 26,540
14	75,000 75,000	75°10'00" 26,540	141°15'00" 26,540	160°37'30" 47,054	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 86,915	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 47,054	160°37'30" 26,540	141°15'00" 26,540
15	120,000 120,000	69°05'10" 26,540	141°15'00" 26,540	160°37'30" 56,805	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 95,400	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 56,805	160°37'30" 26,540	141°15'00" 26,540
16	150,000 150,000	62°10'40" 13,719	144°30'00" 13,719	162°15'00" 60,244	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 105,218	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 60,244	162°15'00" 13,719	144°30'00" 13,719
17	150,000 150,000	65°15'20" 13,719	144°30'00" 13,719	162°15'00" 55,440	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 90,400	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 53,440	162°15'00" 13,719	144°30'00" 13,719
18	200,000 200,000	66°15'40" 13,719	144°30'00" 13,719	162°15'00" 42,011	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 110,060	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 42,011	162°15'00" 13,719	144°30'00" 13,719
19	300,000 300,000	71°32'00" 13,719	144°30'00" 13,719	162°15'00" 35,014	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 98,300	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 35,014	162°15'00" 13,719	144°30'00" 13,719
20	275,000 275,000	66°45'10" 13,719	144°30'00" 13,719	162°15'00" 48,415	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 80,025	197°45'00" 12,194	215°30'00" 12,194	197°45'00" 48,450	162°15'00" 13,719	144°30'00" 13,719
21	175,000 175,000	76°10'15" 13,257	149°15'00" 13,257	164°37'30" 52,306	195°12'30" 10,605	209°45'00" 10,605	195°12'30" 78,320	195°12'30" 10,605	209°45'00" 10,605	195°12'30" 52,306	164°37'30" 13,257	149°15'00" 13,257
22	200,000 200,000	73°12'35" 12,941	150°00'00" 12,941	174°15'00" 60,000	195°00'00" 10,353	210°00'00" 10,353	195°00'00" 75,400	195°00'00" 10,353	210°00'00" 10,353	195°00'00" 60,000	174°15'00" 12,941	150°00'00" 12,941
23	150,000 150,000	69°35'10" 19,440	144°42'35" 19,390	162°25'10" 54,625	196°11'15" 16,020	214°45'15" 16,020	196°11'15" 80,320	196°11'15" 16,020	214°45'15" 16,020	196°11'15" 55,014	162°25'10" 18,924	144°42'35" 19,390
24	175,000 175,000	67°22'15" 17,423	139°54'10" 17,380	159°41'15" 61,045	201°08'13" 14,092	219°41'10" 14,092	201°08'13" 78,026	201°08'13" 14,092	219°41'10" 14,092	201°08'13" 60,245	159°41'15" 18,012	139°54'10" 17,380
25	300,000 300,000	70°12'45" 25,075	140°48'12" 26,395	159°51'15" 50,250	198°54'30" 24,051	219°06'15" 24,051	198°54'30" 61,510	198°54'30" 24,051	219°06'15" 24,051	198°54'30" 49,015	159°51'15" 25,813	140°48'12" 26,395
26	355,315 250,050	60°10'20" 14,146	147°07'30" 14,149	163°33'45" 56,850	196°26'15" 11,319	212°52'30" 11,319	196°26'15" 85,215	196°26'15" 11,319	212°52'30" 11,319	196°26'15" 56,850	163°33'45" 14,149	147°07'30" 14,149
27	125,150 14,225	68°15'10" 18,042	145°00'00" 18,042	163°30'00" 45,245	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 78,420	196°30'00" 15,035	215°00'00" 15,035	196°30'00" 45,245	163°30'00" 18,042	145°00'00" 18,042
28	215,415 305,520	65°21'40" 17,104	141°06'20" 17,161	160°06'05" 52,530	200°08'06" 13,686	220°09'25" 13,684	201°06'25" 83,014	202°36'10" 13,681	218°26'00" 13,685	201°12'06" 53,536	159°02'35" 17,401	140°29'08" 17,191
29	320,500 320,500	57°15'10" 26,540	141°15'00" 26,546	160°37'30" 50,320	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,252	199°22'30" 84,206	199°22'30" 23,222	218°45'00" 23,222	199°22'30" 50,329	160°37'30" 26,549	141°15'00" 26,546
30	125,000 125,000	82°20'45" 13,257	149°15'00" 13,257	164°37'30" 41,500	195°12'30" 10,605	209°45'00" 10,665	195°12'30" 82,015	195°12'30" 10,605	209°45'00" 10,695	195°12'30" 41,500	164°37'30" 13,257	149°15'00" 13,257

Требования к работе:

1. Вычислить координаты точек полигона и составить схему сбойки
2. Определить ожидаемую погрешность смыкания забоев в ответственных направлениях и сравнить с допусками

3. Вычислить углы в начальных и конечных точках полигона необходимые для задания направления оси сбойки в натуре.
4. Составить отчет по сбойке выработки с предрасчетом ожидаемой погрешности смыкания забоев.

Порядок выполнения работы:

- Вычислить координаты точек полигона и составить схему сбойки. Обработка ведомости (табл.35) рассмотрена в практической работе 2.5.

Таблица 35

Ведомость вычисления координат

№ точки	Горизонтальные углы, β	Дирекционные углы, α	Горизонтальные проложения, S	Приращения координат		Координаты	
				$\pm\Delta X$	$\pm\Delta Y$	X	Y

- Определить место смыкания забоев, выбрать ответственные направления.
- Определить ожидаемую погрешность смыкания забоев в ответственных направлениях X' и Z' и сравнить с допустимой величиной.
- Общая погрешность по направлению оси X' зависит от измерения горизонтальных углов $M_{X\beta}$ и от линейных измерений M_{Xl}

$$M_X = \sqrt{M_{X\beta}^2 + M_{Xl}^2}$$

$$M_{X\beta} = \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\frac{\sum R_{iy}^2}{2}}$$

$$M_{Xl} = \sqrt{\frac{1}{2} \mu^2 \sum l_i \cos^2 \alpha_i + \lambda^2 L_{X'}}$$

где m_β - погрешность измерения горизонтальных углов, сек; R_{iy} - проекция на ось Y' расстояний от точки смыкания забоев до точек хода, м; l_i - длина стороны хода, м; α_i - дирекционный угол стороны относительно оси X'; $L_{X'}$ - проекция замыкающей на ось X', м; μ - коэффициент случайных погрешностей

$$\mu = 0,0005 \text{ при } \delta < 15^\circ$$

$$\mu = 0,0015 \text{ при } \delta > 15^\circ$$

λ - коэффициент систематических погрешностей

$$\lambda = 0,00005 \text{ при } \delta < 15^\circ$$

$$\lambda = 0,0001 \text{ при } \delta > 15^\circ$$

- Определить предельную погрешность по направлению оси X'

$$M_{X_{\text{пред}}} = 3M_X$$

$$M_{X_{\text{пред}}} \leq M_{X_{\text{доп}}}$$

- Вычислить ожидаемую погрешность смыкания забоев в ответственном направлении Z'

$$M_Z = \pm 50\sqrt{L} \quad \text{- при выполнении геометрического нивелирования}$$

$$M_Z = \frac{10\sqrt{n_1+n_2}}{\sqrt{2}} \quad \text{- при выполнении тригонометрического нивелирования}$$

$$M_{Z_{\text{пред}}} = 3M_Z$$

$$M_{Z_{\text{пред}}} \leq M_{Z_{\text{доп}}}$$

- Вычислить углы в начальных и конечных точках полигона необходимые для задания направления оси сбойки в натуре.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по сбойке выработки с предрасчетом ожидаемой погрешности смыкания забоев. Оформить план тушью.

Контрольные вопросы:

1. Для чего выполняется предшествующая оценка точности смыкания встречных забоев?
2. Что называют свободными и ответственными направлениями?
3. Какие направления являются ответственными для горизонтальных и наклонных выработок, которые проводятся по проводнику и без проводника?
4. Как изменить величину ожидаемой погрешности смыкания встречных забоев, если она окажется большей, чем допустимая?
5. Из каких погрешностей складывается общая погрешность смыкания встречных забоев по высоте?
6. Из каких погрешностей складывается общая погрешность смыкания встречных забоев в плане?

Раздел 4. Маркшейдерские работы при открытой разработке месторождений полезных ископаемых

Съемку карьеров выполняют в масштабе 1:1000 или 1:2000, от пунктов опорной или съемочной сети. Плановое положение пунктов съемочной сети карьера определяют геодезическими засечками, прокладкой теодолитных ходов, полярным способом, построением цепочек треугольников и прямоугольной сетки, а также методами спутниковой геодезии (измерениями GPS приемниками), используя, в качестве исходных, пункты маркшейдерской опорной геодезической сети.

В обратных засечках координаты определяемого пункта вычисляют из решения двух вариантов засечки. За окончательные координаты принимают среднее их значение. Расхождение в положении пункта из двух вариантов засечки не допускается свыше 0,6 мм на плане в масштабе съемки.

Съемку карьеров выполняют методами аэро- или наземной фотограмметрической съемки, тахеометрической съемки, мензульной съемки и способом перпендикуляров. Тахеометрическую съемку выполняют теодолитами типа Т30, Т15, авторедукционными или электронными тахеометрами. Отсчеты по горизонтальному кругу допускается округлять до десятков минут. На каждой станции составляют абрис, на котором показывают положение бровок уступов и других объектов съемки. Вычисления горизонтальных проложений и высот пикетов выполняют в журнале тахеометрической съемки. Высоты пикетов и горизонтальные проложения после вычисления округляют до дециметров. Погрешность нанесения пикета на план не превышает 0,5 мм.

Объектами съемки карьеров являются:

- горные выработки (уступы, съезды, траншеи, линии откола при взрыве блоков, развалы, дренажные выработки, водоотводные каналы);
- отвалы пород внутренние;
- разведочные выработки и элементы геологического строения месторождения, видимые в натуре;
- границы опасных зон (зоны пожаров, затопленных горных выработок, оползней, обрушений и тому подобное);
- транспортные пути в карьере и на внутренних отвалах, ленточные конвейеры и переходы через них, лестницы между уступами;

- сооружения (эстакады, подъемники, подвесные канатные дороги, электроподстанции, постоянные линии электропередач, установки гидромеханизации, плотины, водоспуски, трубопроводы, помещения насосных и землесосных установок).

Пикеты при съемке набирают на всех характерных точках контуров и поверхностей. Расстояние между пикетами и на бровках уступов при съемке в масштабе 1:1000 не рекомендуется более 20 м, если бровки уступов сложные; и 30 м, если бровки вытянутые, близкие к прямолинейным; при съемке в масштабе 1:2000 эти расстояния не могут превышать, соответственно 30 и 40 м, а если бровки прямолинейны на большом протяжении - 50 м. При съемке отвалов вскрышных пород в масштабе 1:5000 расстояния между пикетами не превышают 100 м; при съемке поверхностей взорванных пород в масштабе 1:1000 - 10 м, в масштабе 1:2000 - 20 м.

Объемы вынутых горных пород по данным маркшейдерской съемки определяют способами вертикальных и горизонтальных сечений, трехгранных призм и другими способами, обеспечивающими необходимую точность результата. Способ трехгранных призм целесообразно применять, если для подсчета объемов используется ПК.

Расхождения между объемом, принятым к учету за год и объемом по контрольному подсчету не допускаются более приведенных значений в таблице 36.

Таблица 36

Объемы вынутых пород, тыс. м ³	до 20	20 – 50	50 – 100	100 - 200
Допустимая относительная разность объемов вынутых пород при контрольном подсчете, %	15	12	9	6
Объемы вынутых пород, тыс. м ³	200-500	500-1000	1000-2000	Более 2000
Допустимая относительная разность объемов вынутых пород при контрольном подсчете, %	4	3	2	1,5

В этом разделе предусмотрены практические работы по вставке отдельного пункта съемочной сети способом обратной геодезической засечки, камеральной обработке маркшейдерской съемке подробностей на карьере, определению объемов вскрыши и добычи по планам горных работ, склада некондиционного полезного ископаемого, объемов дражных выработок; лабораторная работа по изучению устройства и проверок электронного тахеометра. Все работы раздела позволяют сформировать у студентов навыки и умения по профессиональным компетенциям ПК 1. Проводить плановые, высотные и ориентирно-соединительные инструментальные съемки горных выработок; ПК 2. Обеспечивать контроль и соблюдение параметров технических сооружений ведения горных работ; ПК 4. Обеспечивать безопасное ведение съемочных работ; ПК 7. Проводить работы по определению и учету объемов выполненных горных работ.

Практическая работа 4.1.

Тема: Вставка отдельного пункта съемочной сети способом обратной геодезической засечки.

Цель: Освоить порядок вычисления координат пунктов, созданных методом обратной засечки с оценкой погрешности положения пункта Р..

Задание:

Для производства съемки подробностей съемочную сеть сгустили вставкой отдельного пункта Р обратной геодезической засечкой (рис.10).

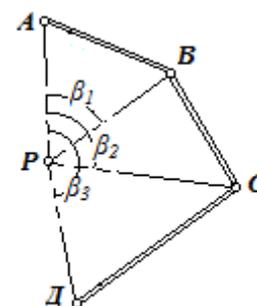


Рис. 10

Для этого произведено визирование на пункты А, В, С и Д с известными координатами и измерены направления на них.

Данные измерений приведены в таблице 37.

Таблица 37

Номер варианта	Пункт	Координаты, м		Измеренные направления	Номер варианта	Пункт	Координаты, м		Измеренные направления
		X	Y				X	Y	
1	А	449,590	937,390	0° 00' 00"	16	А	496,481	397,642	0° 00' 00"
	В	352,119	978,856	85° 12' 13"		В	439,146	469,164	64° 55' 14"
	С	322,924	935,976	137° 30' 06"		С	376,314	435,368	130° 18' 33"
	Д	352,119	870,950	240° 49' 01"		Д	344,898	374,064	204° 57' 19"
2	А	580,017	663,827	0° 00' 00"	17	А	196,481	537,532	0° 00' 00"
	В	482,546	705,293	85° 12' 13"		В	139,146	609,054	64° 55' 14"
	С	453,351	662,414	137° 30' 06"		С	76,314	575,258	130° 18' 33"
	Д	482,546	597,388	240° 49' 01"		Д	44,898	513,953	204° 57' 19"
3	А	777,914	1430,805	0° 00' 00"	18	А	297,579	278,408	0° 00' 00"
	В	680,442	1472,271	85° 12' 13"		В	240,245	349,930	64° 55' 14"
	С	651,248	1429,392	137° 30' 06"		С	177,412	316,133	130° 18' 33"
	Д	680,442	1364,366	240° 49' 01"		Д	145,996	254,829	204° 57' 19"
4	А	432,755	1243,828	0° 00' 00"	19	А	533,190	1321,132	0° 00' 00"
	В	335,283	1285,294	85° 12' 13"		В	475,855	1392,654	64° 55' 14"
	С	306,089	1242,415	137° 30' 06"		С	413,023	1358,858	130° 18' 33"
	Д	335,283	1177,388	240° 49' 01"		Д	381,606	1297,553	204° 57' 19"
5	А	453,079	1568,624	0° 00' 00"	20	А	416,617	987,178	0° 00' 00"
	В	355,607	1610,090	85° 12' 13"		В	359,282	1058,700	64° 55' 14"
	С	326,413	1567,201	137° 30' 06"		С	296,449	1024,904	130° 18' 33"
	Д	355,607	1502,184	240° 49' 01"		Д	265,033	963,600	204° 57' 19"
6	А	376,259	1382,922	0° 00' 00"	21	А	395,686	5,884	0° 00' 00"
	В	278,787	1424,388	85° 12' 13"		В	428,046	116,836	85° 44' 55"
	С	249,593	1381,508	137° 30' 06"		С	287,463	147,433	173° 01' 37"
	Д	278,787	1316,482	240° 49' 01"		Д	304,970	25,526	263° 19' 27"
7	А	555,935	868,154	0° 00' 00"	22	А	281,583	54,945	0° 00' 00"
	В	458,464	909,620	85° 12' 13"		В	313,943	165,897	85° 44' 55"
	С	429,270	866,741	137° 30' 06"		С	173,360	196,495	173° 01' 37"
	Д	458,464	801,714	240° 49' 01"		Д	190,867	74,587	263° 19' 27"
8	А	804,643	660,909	0° 00' 00"	23	А	577,766	98,382	0° 00' 00"
	В	707,172	702,375	85° 12' 13"		В	610,126	209,335	85° 44' 55"
	С	677,977	659,495	137° 30' 06"		С	469,543	239,932	173° 01' 37"
	Д	707,172	594,469	240° 49' 01"		Д	487,050	118,025	263° 19' 27"
9	А	535,320	486,586	0° 00' 00"	24	А	392,144	202,916	0° 00' 00"
	В	437,849	528,052	85° 12' 13"		В	424,505	313,868	85° 44' 55"
	С	408,654	485,173	137° 30' 06"		С	283,922	344,466	173° 01' 37"
	Д	437,849	420,146	240° 49' 01"		Д	301,429	222,558	263° 19' 27"
10	А	896,198	631,496	0° 00' 00"	25	А	539,715	287,147	0° 00' 00"
	В	798,726	672,962	85° 12' 13"		В	617,710	346,869	85° 44' 55"
	С	769,532	630,082	137° 30' 06"		С	477,127	377,467	173° 01' 37"
	Д	798,726	565,056	240° 49' 01"		Д	494,633	255,559	263° 19' 27"
11	А	742,819	454,899	0° 00' 00"	26	А	383,621	391,606	0° 00' 00"
	В	685,485	526,420	64° 55' 14"		В	415,982	502,558	85° 44' 55"
	С	622,652	492,624	130° 18' 33"		С	275,399	533,156	173° 01' 37"
	Д	591,236	431,320	204° 57' 19"		Д	292,906	411,249	263° 19' 27"
12	А	646,405	279,247	0° 00' 00"	27	А	505,724	582,507	0° 00' 00"
	В	589,071	350,769	64° 55' 14"		В	538,085	693,459	85° 44' 55"
	С	526,238	316,973	130° 18' 33"		С	397,502	724,057	173° 01' 37"
	Д	494,822	255,669	204° 57' 19"		Д	415,008	602,149	263° 19' 27"

13	A	876,706	641,320	0° 00' 00"	28	A	678,104	557,806	0° 00' 00"
	B	819,371	712,842	64°55'14"		B	756,099	617,528	85°44'55"
	C	756,539	679,046	130°18'33"		C	615,516	648,126	173°01'37"
	D	725,122	617,742	204°57'19"		D	633,022	526,218	263°19'27"
14	A	557,758	289,685	0° 00' 00"	29	A	584,775	694,586	0° 00' 00"
	B	500,424	361,207	64°55'14"		B	617,136	805,538	85°44'55"
	C	437,591	327,411	130°18'33"		C	476,553	836,136	173°01'37"
	D	406,175	266,107	204°57'19"		D	494,059	714,228	263°19'27"
15	A	462,048	593,957	0° 00' 00"	30	A	814,343	448,770	0° 00' 00"
	B	404,714	665,479	64°55'14"		B	846,704	559,722	85°44'55"
	C	341,881	631,683	130°18'33"		C	706,121	590,320	173°01'37"
	D	310,465	570,378	204°57'19"		D	723,627	468,412	263°19'27"

Требования к работе:

1. По результатам полевых измерений произвести вычисление координат пункта Р по формулам Кнейсселя в двух вариантах от трех исходных пунктов.
2. Построить план засечки.
3. Определить погрешность положения пункта Р для каждого варианта, если средняя квадратическая ошибка измерения угла (m_β) равна $\pm 30''$.

Порядок выполнения работы: рассмотрим порядок вычисления координат пункта Р в 1 варианте по пунктам А, С, Д; во втором варианте по пунктам А, В, Д

1 вариант решения засечки (рис.11)

1. Вычислить вспомогательные коэффициенты для трех направлений РА, РС и РД

$$k_1 = (X_C - X_A) \operatorname{ctg} \beta_2 + (Y_C - Y_A)$$

$$k_2 = (Y_C - Y_A) \operatorname{ctg} \beta_2 - (X_C - X_A)$$

$$k_3 = (X_D - X_A) \operatorname{ctg} \beta_3 + (Y_D - Y_A)$$

$$k_4 = (Y_D - Y_A) \operatorname{ctg} \beta_3 - (X_D - X_A)$$

2. Найти котангенс дирекционного угла начального направления на определяемую точку Р

$$c = \operatorname{ctg} \alpha_{A-P} = \frac{k_1 - k_3}{k_2 - k_4}$$

3. Определить приращения координат искомой точки Р относительно исходного пункта А

$$\Delta Y_{A-P} = \frac{k_1 - ck_2}{1 + c^2}$$

$$\Delta X_{A-P} = \frac{k_3 - ck_4}{1 + c^2}$$

$$\Delta X_{A-P} = c \times \Delta Y_{A-P}$$

4. Вычислить координаты точки Р из первого решения

$$X_{P_1} = X_A + \Delta X_{A-P}$$

$$Y_{P_1} = Y_A + \Delta Y_{A-P}$$

2 вариант решения засечки (рис.12)

5. Вычислить вспомогательные коэффициенты для трех направлений РА, РВ и РД

$$k_1 = (X_B - X_A) \operatorname{ctg} \beta_1 + (Y_B - Y_A)$$

$$k_2 = (Y_B - Y_A) \operatorname{ctg} \beta_1 - (X_B - X_A)$$

$$k_3 = (X_D - X_A) \operatorname{ctg} \beta_3 + (Y_D - Y_A)$$

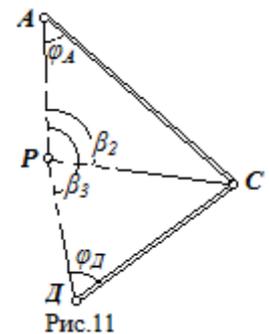


Рис.11

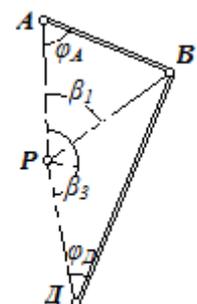


Рис. 12

$$k_4 = (Y_D - Y_A) \operatorname{ctg} \beta_3 - (X_D - X_A)$$

6. Найти котангенс дирекционного угла начального направления на определяемую точку Р

$$c = \operatorname{ctg} \alpha_{A-P} = \frac{k_1 - k_3}{k_2 - k_4}$$

7. Определить приращения координат искомой точки Р относительно исходного пункта А

$$\Delta Y_{A-P} = \frac{k_1 - ck_2}{1 + c^2}$$

$$\Delta Y_{A-P} = \frac{k_3 - ck_4}{1 + c^2}$$

$$\Delta X_{A-P} = c \times \Delta Y_{A-P}$$

8. Вычислить координаты точки Р из второго решения

$$X_{P_2} = X_A + \Delta X_{A-P}$$

$$Y_{P_2} = Y_A + \Delta Y_{A-P}$$

9. Среднюю квадратическую погрешность определения положения точки Р по трем исходным пунктам определить по формуле

- Для первого решения

$$M_P = \frac{S_{C-P} \times m_\beta}{206 \sin(\varphi_A + \varphi_D)} \sqrt{\frac{S_{A-P}^2}{S_{A-C}^2} + \frac{S_{D-P}^2}{S_{D-C}^2}}$$

где $m_\beta = 30''$ - средняя квадратическая ошибка измерения угла; φ_A и φ_C - углы, снимаемые с плана с округлением до 1° ; S - расстояния в км

- Для второго решения

$$M_P = \frac{S_{B-P} \times m_\beta}{206 \sin(\varphi_A + \varphi_D)} \sqrt{\frac{S_{A-P}^2}{S_{A-B}^2} + \frac{S_{D-P}^2}{S_{D-B}^2}}$$

10. Погрешность точки Р определить из двух решений

$$M = \sqrt{M_1^2 + M_2^2}$$

11. Допустимость расхождений в значениях координат точки Р полученной из двух решений $(X'_P, X''_P, Y'_P, Y''_P)$ установить согласно условию $r \leq 3M$

$$r = \sqrt{(X'_P - X''_P)^2 + (Y'_P - Y''_P)^2}$$

Если условие соблюдается, то за окончательные значения координат принять среднее арифметическое значение из двух решений

$$X_P = \frac{X_{P_1} + X_{P_2}}{2}$$

$$Y_P = \frac{Y_{P_1} + Y_{P_2}}{2}$$

Самостоятельная работа:

Составить отчет по решению засечки с расчетом средней квадратической погрешности определения положения точки Р по трем исходным пунктам и выводом. Оформить план засечки.

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение прямой и обратной геодезическим засечкам.
2. При каких условиях применяется обратная геодезическая засечка?
3. Какое допускается расхождение на плане в положении пункта из двух вариантов засечки, при съемке в масштабе 1:2000?

Лабораторная работа 4.2.

Тема: Устройство и поверки электронного тахеометра.

Цель: Научиться выполнять поверки электронных тахеометров.

Задание:

1. Изучить устройство электронного тахеометра, заполнить таблицу 38.

Таблица 38

Инструмент	Дата
Название детали	Назначение детали теодолита

2. Произвести основные поверки электронного тахеометра и занести результаты в таблицу 39.

Таблица 39

№ п/п	Название поверки	Выполнение	Юстировка

Требования к работе:

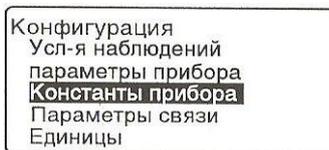
1. Изучить устройство предложенного электронного тахеометра.
2. Установить инструмент в рабочее положение.
3. Произвести основные поверки электронного тахеометра.

Последовательность выполнения работы:

1. Изучить устройство электронного тахеометра и назначение его основных частей, заполнить таблицу 38.
2. Выполнить следующие основные поверки электронного тахеометра:
 - Ось цилиндрического уровня должна быть перпендикулярна к оси вращения тахеометра. Выполнение поверки и юстировки аналогично поверке теодолита
 - Место нуля компенсатора должно быть близким или равным нулю.

Выполнение:

- Тщательно привести инструмент к горизонту и установить нулевой отсчет по горизонтальному кругу, для этого необходимо дважды нажать клавишу [УСТ_0] на первой странице режима измерений.
- Чтобы отобразить текущие значения поправок в направлении X (направление визирования) и в направлении Y (ось вращения зрительной трубы) необходимо выбрать пункт «Константы прибора» в экране режима конфигурации.
- Выбрать пункт «Комп X Y» и нажать (←) для ввода углов наклона в направлениях X и Y.
- Подождать несколько секунд для автоматического компенсирования угловых отсчетов X1 и Y1.



- Повернуть инструмент на 180° , ориентируясь по выведенному на экран отсчету по горизонтальному кругу, зажать закрепительный винт горизонтального круга и подождать несколько минут для стабилизации вывода на экран. Считаются автоматически скомпенсированные угловые отсчеты X_2 и Y_2 .

Компенсатор	
X	-0°01'23"
Y	0°00'04"
Гуп	180°00'00"
Отсчет при КП	
<input checked="" type="checkbox"/> ДА	

- В этом положении инструмента вычислить величины отклонений (ошибка место нуля компенсатора)
- $X_{откл} = (X_1 + X_2)/2$ $Y_{откл} = (Y_1 + Y_2)/2$
- Если любое из отклонений не превышает ± 20 , то поверка выполнена.
- Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси ее вращения. Определение коллимационной ошибки инструмента выполняется для того, чтобы в случае измерения углов при одном круге, инструмент мог вносить поправку.

Выполнение:

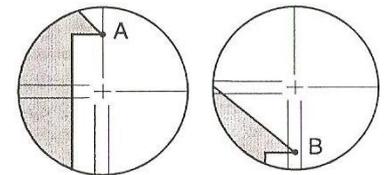
- Выбрать пункт «Константы прибора» в экране режима конфигурации, затем выбрать «Коллимация».
- Навестись на цель при круге лево, затем нажать [Да].
- Повернуть инструмент на 180° и навестись на ту же цель при круге право, нажать [Да].
- Для установки поправки нажать [Да]. Для сброса данных и возврата в экран «Коллимация» нажать [Нет].

Коллимация	
Коллим:	-0°00'15"
М_0 ВК:	0°00'10"
<input type="checkbox"/> НЕТ <input checked="" type="checkbox"/> ДА	

- Вертикальная нить сетки нитей должна быть перпендикулярна горизонтальной оси.

Выполнение:

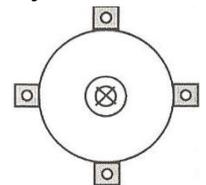
- Тщательно привести инструмент к горизонту и поместить четко различимую цель в точку А на вертикальной линии сетки нитей.
- Микрометренным винтом зрительной трубы переместить цель в точку В. Если цель перемещалась параллельно вертикальной линии, поверка выполнена.



- Вертикальная ось оптического отвеса должна совпадать с осью вращения тахеометра.

Выполнение:

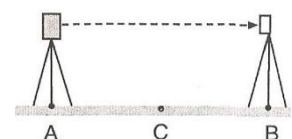
- Тщательно привести инструмент к горизонту и точно отцентрировать его над точкой стояния с помощью сетки нитей оптического отвеса.
- Повернуть инструмент на 180° и проверить положение точки относительно сетки нитей. Если точка находится в центре, то поверка выполнена, в противном случае следует выполнить юстировку



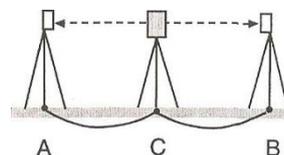
- Постоянная поправка дальномера (К) должна быть равна нулю.

Выполнение:

- На равном месте наметить три точки на одинаковом расстоянии друг от друга. Установить инструмент над точкой А, а отражатель над точкой В, 10 раз точно измерить горизонтальное проложение АВ и вычислить среднее значение.



- Поместить инструмент в точке С и поставить отражатель в точке А, 10 раз точно измерить горизонтальные проложения СА и СВ и вычислить средние значения.
- Вычислить поправку дальномера $K=AB-(CA+CB)$
- Повторить предыдущие три действия три раза. Если хотя бы один раз значение постоянной поправки попало в диапазон ± 3 мм, поверка выполнена. Юстировка проводится в сервисном центре.



Самостоятельная работа:

Составить отчет по устройству выполнению поверок электронного тахеометра.

Контрольные вопросы:

1. Какова область применения электронных тахеометров?
2. К чему сводится подготовка электронного тахеометра к работе?
3. В чем заключается работа на станции при производстве тахеометрической съемки?
4. Назовите основные поверки электронных тахеометров

Практическая работа 4.3.

Тема: Маркшейдерская съемка подробностей на карьере.

Цель: Освоить порядок камеральной обработке данных съемки подробностей на карьере, выполненной тахеометрическим способом, построить план с нанесением контуров подготовки и активировки.

Задание:

Производилась тахеометрическая съемка верхней и нижней бровок добычного уступа. Теодолит был установлен в точке В теодолитного хода. Расстояния до снимаемых пикетов определялись по дальномеру с использованием нивелирной рейки. Лимб нулем был закреплен на точку А, после чего производилось последовательные визирования на снимаемые точки. При визировании на каждую точку брались отчеты по дальномеру, по горизонтальному и вертикальному кругам. Работы выполнялись при круге «лево». Визирование производилось средней нитью на отсчет по рейке равный высоте установки теодолита $v = i = 1,590$ м.

Результаты измерений приведены в таблице 40.

Таблица 40

№ пикета	Отсчет по дальномеру	Отсчет по горизонтальному кругу		Отсчет по вертикальному кругу		Примечание
		°	"	°	"	
1	20,0	134	45	-18	30	подготовка
2	45,5	104	40	-5	52	
3	64,9	82	30	-2	35	
4	87,9	70	10	-0	44	
5	101,1	56	50	-0	01	
6	95,0	42	50	0	35	
7	69,5	41	25	-0	21	
8	39,2	44	40	-3	33	
9	12,4	60	10	-22	38	
10	15,8	162	30	-23	07	
11	14,0	133	00	-33	14	активировка
12	15,2	67	40	-26	16	

13	40,2	47	10	-6	21
14	70,1	42	25	-1	44
15	93,1	43	55	-0	19
16	99,3	56	50	-0	56
17	86,7	69	05	-1	56
18	63,8	81	40	-4	10
19	45,5	102	45	-7	33
20	19,9	121	35	-19	45

Значение место нуля МО и координаты точек А и В приведены в таблице 41.

Таблица 41

Номер варианта	Место нуля МО	Координаты					
		точка А			точка В		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	0°01'	245,164	643,084	245,510	352,631	667,605	249,561
2	0°02'	642,151	640,124	187,310	750,628	665,655	192,371
3	0°00'	945,021	244,387	601,311	1052,798	269,218	605,672
4	0°01'	645,881	554,183	347,009	757,714	583,070	355,426
5	0°02'	645,157	975,154	504,644	755,860	1002,911	511,931
6	0°00'	875,581	982,404	432,452	983,580	1007,457	437,035
7	0°01'	811,424	542,041	246,120	922,726	570,397	254,006
8	0°02'	573,413	672,104	721,042	682,890	698,635	727,103
9	0°00'	423,113	754,756	250,451	530,232	778,929	254,154
10	0°01'	754,546	694,157	342,640	862,338	719,003	347,016
11	0°02'	976,791	426,465	426,075	1085,282	452,010	431,150
12	0°00'	456,462	795,465	246,214	564,489	820,546	250,825
13	0°01'	947,465	570,675	510,568	1057,334	597,598	517,021
14	0°02'	654,246	276,165	94,765	762,627	301,600	99,730
15	0°00'	491,465	654,436	312,704	598,858	678,883	316,681
16	0°01'	975,165	465,972	432,811	1084,576	492,437	438,806
17	0°02'	973,462	462,762	97,015	1081,059	487,413	101,196
18	0°00'	954,120	764,705	120,451	1064,129	791,768	127,044
19	0°01'	762,312	421,602	178,421	873,990	450,334	186,683
20	0°02'	972,432	814,324	167,462	1083,913	842,859	175,527
21	0°00'	432,415	945,120	342,106	539,977	969,736	346,252
22	0°01'	642,905	645,209	340,670	752,858	672,216	347,207
23	0°02'	370,462	795,314	640,031	478,381	820,287	644,534
24	0°00'	762,643	462,064	312,741	870,005	486,480	316,687
25	0°01'	244,310	795,461	76,021	353,722	821,927	82,017
26	0°02'	943,642	760,468	640,124	1052,050	785,930	645,116
27	0°00'	795,975	752,645	125,076	906,252	779,976	131,937
28	0°01'	799,342	954,034	714,094	907,246	978,992	718,582
29	0°02'	475,321	640,567	179,031	582,732	665,032	183,026
30	0°00'	975,162	674,650	97,167	1082,303	698,845	100,892

Требования к работе:

1. Вычислить горизонтальные проложения линий;
2. Вычислить отметки точек;
3. Произвести накладку результатов съемки на план.

Последовательность выполнения работы:

1. Камеральную обработку тахеометрической съемки следует вести в журнале (табл.42) по ниже приведенным формулам:

Угол наклона	$\delta = \text{КЛ} - \text{МО}$
Горизонтальное проложение	$S = d \cos^2 \delta$
Превышение	$h = Stg\delta + i - v$
Высотная отметка	$H_{ПК} = H_{СТ} + h$

Таблица 42

Журнал тахеометрической съемки

Инструмент		Производитель		Дата					
Точка стояния		$H_{СТ} =$ Высота инструмента		Место нуля					
№ пикета	Отсчет по дальномеру, d	Высота визирования, v	Отсчет по горизонтальному кругу		Угол наклона, δ	Горизонтальное проложение S	Превышение h	Высотная отметка Н	Примечание
			°	'					

2. По координатам вынести пункты съемочной сети А и В. Используя тахеограф и данные журнала тахеометрической съемки построить план добычного уступа.

Самостоятельная работа:

Составить отчет по работе с заполнением журнала тахеометрической съемки. Оформить план тушью в соответствии с условными знаками.

Контрольные вопросы:

1. Дать определение съемке подробностей.
2. Что является объектами съемки подробностей на карьере?
3. Какие способы применяются для производства съемки при открытой разработке месторождений?
4. Какова последовательность выполнения полевых работ при тахеометрической съемке?
5. Какой полевой контроль выполняется при производстве тахеометрической съемки?
6. По каким формулам вычисляются горизонтальные проложения, превышения, высотные отметки?

Практическая работа 4.4.

Тема: Определение объемов вскрыши и добычи по планам горных работ.

Цель: Освоить методику определения объемов вскрыши и добычи способами горизонтальных и вертикальных сечений

Задание:

1. Производилась тахеометрическая съемка верхней и нижней бровок вскрышного уступа. По результатам

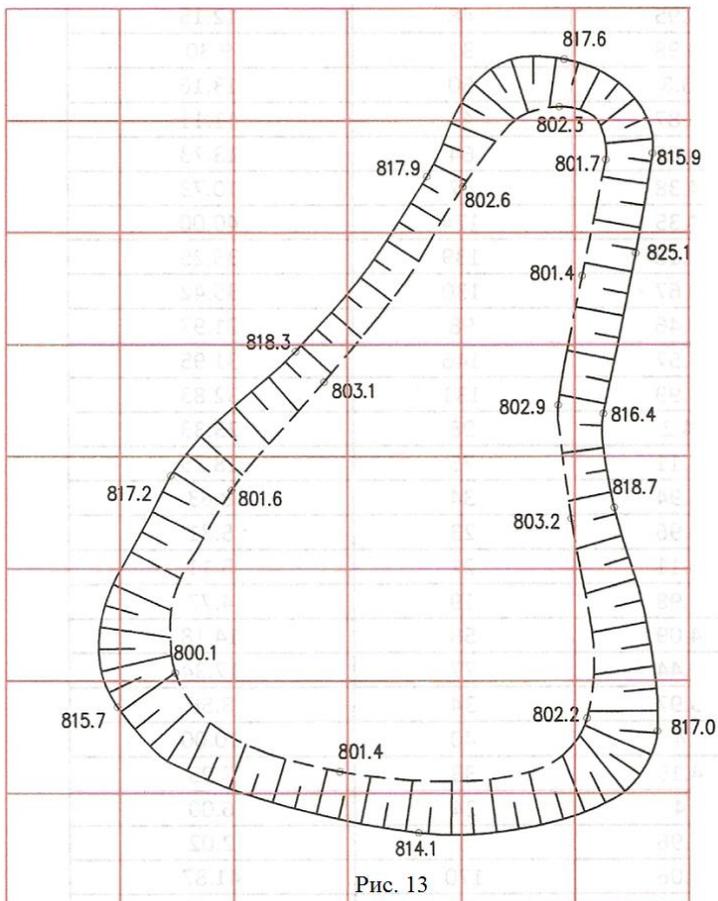


Рис. 13

съемки был построен план (рис.13) в масштабе 1:1000. Принять сторону квадрата 2 см, а отметки точек, приведенных на плане, изменить на номер варианта: $N_{пов} + N$. Определить объем вскрыши способом вертикальных сечений.

- Используя план практической работы 4.3 необходимо определить объем добычи способом горизонтальных сечений.

Требования к работе:

- Вынести на лист формата А4 приведенный план съемки.
- Подсчитать объем горной массы способом вертикальных сечений.
- Определить объем добычи способом горизонтальных сечений по данным практической работы 4.3.

Последовательность выполнения работы:

- Для определения объема вскрыши способом вертикальных сечений на плане провести параллельные линии на расстоянии l друг от друга, по которым построить поперечные сечения и определить их площади. Объем вскрыши определить по формулам:

- если расстояния между сечениями не одинаковые

$$V = S_1 l_0 + \frac{S_1 + S_2}{2} l_1 + \frac{S_2 + S_3}{2} l_2 + \dots + \frac{S_{n-1} + S_n}{2} l_{n-1} + S_n l'_0$$

- если расстояния между сечениями одинаковые

$$V = l \left(\frac{S_1 + S_n}{2} + \sum_2^{n-1} S \right)$$

где S_1, S_n – площади сечений на границах блока, m^2 ; S – площади промежуточных сечений, m^2 ; l – расстояния между сечениями, m ; n – число сечений

- Для определения объема добычи способом горизонтальных сечений планиметром измерить площади верхнего S_B и S_H и нижнего оснований блока и посчитать объемы выполненных работ

$$V = \frac{S_B + S_H}{2} h_{cp}$$

$$h_{cp} = \frac{\sum H_B}{n_B} + \frac{\sum H_H}{n_H} - \text{средняя высота отработанного блока}$$

где $\frac{\sum H_B}{n_B}, \frac{\sum H_H}{n_H}$ – средние отметки характерных контурных точек соответственного верхней и нижней площадок блока.

Самостоятельная работа:

Оформить отчет по выполнению работы.

Контрольные вопросы:

- Какие существуют способы определения площадей?
- Способы определения объемов горной массы, условия применения.
- Погрешность определения объемов из двух независимых расчетов.

Практическая работа 4.5.

Тема: Определение объема склада некондиционного полезного ископаемого.

Цель: Освоить методику вычисления объемов горных работ способами горизонтальных сечений по изогипсам и объемной палетки.

План земной поверхности и склада
1:500

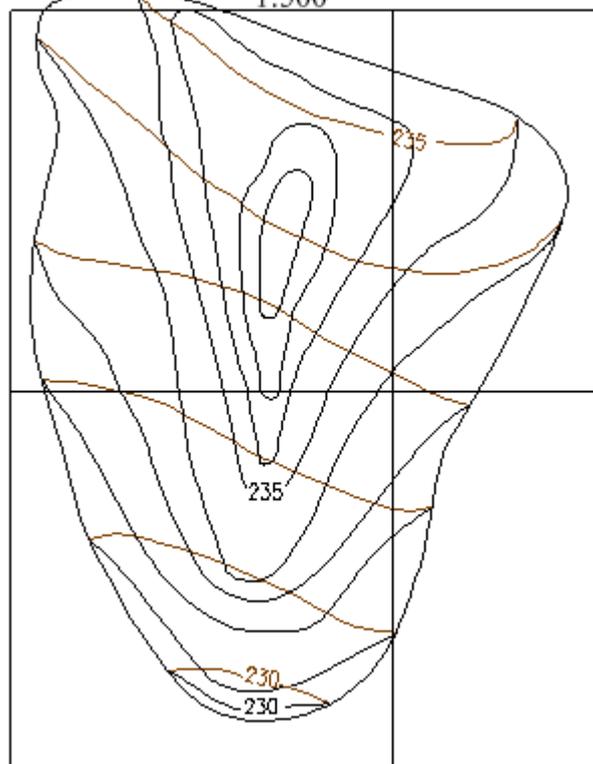


Рис. 14

Задание: В масштабе 1:500 приведен топографический план поверхности места некондиционного полезного ископаемого и план склада продукции с сечением горизонталей поверхности и склада 1м (рис. 14).

Требования к работе:

1. Подсчитать объем склада некондиционного полезного ископаемого способом горизонтальных сечений по изогипсам.
2. Подсчитать объем склада способом объемной палетки.

Последовательность выполнения работы:

1. Построить изолинии мощности по плану земной поверхности и складу некондиционного полезного ископаемого через 1м.
2. Определить объем склада по изомощностям способом горизонтальных сечений по формуле

$$V = m \left(\frac{S_0 + S_5}{2} + S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \right),$$

где $S_0, S_1 \dots S_5$ - площади сечений, m^2 ; m - мощность между сечениями, м.

3. Определить объем склада способом объемной палетки, для этого найти мощность склада, приведенную к центру каждого квадрата, данные занести в таблицу 43. Для неполных квадратов мощность определить в точках центра тяжести полученной фигуры. Подсчет объемов этим способом вести по формуле

$$V = S \sum_1^n m_i,$$

где S – площадь квадрата в масштабе плана, m^2 ; m_i - соответствующая каждому квадрату мощность, взятая с плана изомощностей, м.

Таблица 43

Сечения	Средняя мощность сечения, м	Площадь основания палетки, m^2	Количество точек	Объем, m^3
Итого				

Самостоятельная работа:

Оформить отчет по выполнению работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют способы определения площадей?
2. Способы определения объемов горной массы, условия применения.
3. Погрешность определения объемов из двух независимых расчетов.

Практическая работа

4.6.

Тема: Определение объемов дражных выработок.

Цель: Освоить методику определения объемов горно-подготовительных и добычных работ при дражной разработке россыпей.

Задание: На участке горно-подготовительных работ произведено нивелирование вершин сетки квадратов со стороной 10 м и съемка дражного разреза на начало и конец отчетного периода. Данные маркшейдерских замеров нанесены на план горных работ (рис.15). Отметки точек, приведенных на плане, изменить на номер варианта: Н + N.

Требования к работе:

1. По результатам нивелирования вершин сетки квадратов вычислить уходку за отчетный период для каждой вершины.
2. Определить объемы ГПР по всему блоку.
3. Определить объем горной массы, добытой и переработанной драгой способами среднего арифметического и вертикальных параллельных сечений.

Последовательность выполнения работы:

1. Перечертить план горных работ на лист формата А4.
2. Вычислить уходку за отчетный период для каждой вершины квадрата, как разность отметок определенных на начало и конец отчетного периода.
3. Определить объемы ГПР по всему блоку

$$V = S_{\text{бл}} \bar{m}_{\text{ух}}$$

где $S_{\text{бл}} = S_{\text{кв}} m_{\text{кв}}$ – площадь блока, м^2 ; $\bar{m}_{\text{ух}} = \sum_{i=1}^{i=n} m_i / n$ – средняя мощность уходки, м.

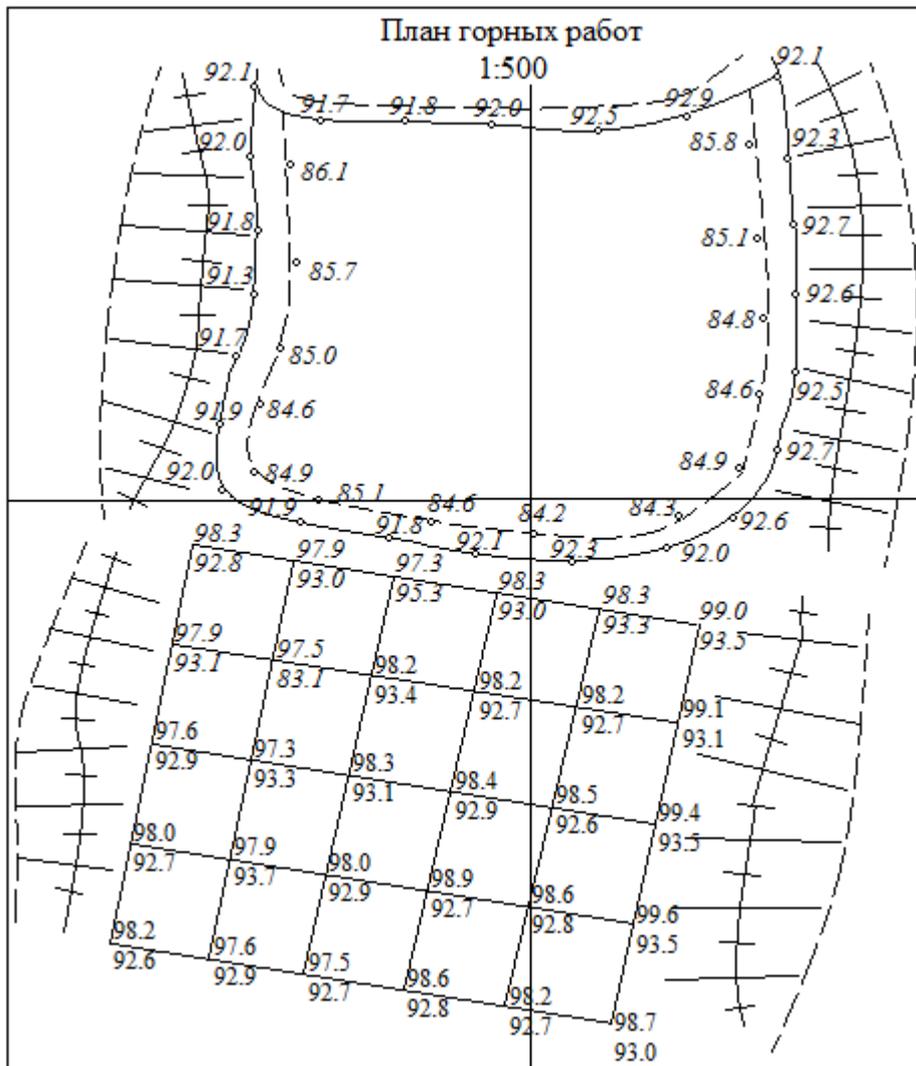


Рис.15

4. Вычислить объемы горной массы способами среднего арифметического и вертикальных сечений.

- Для определения объема способами среднего арифметического определить среднюю площадь дражной выработки

$$S_{\text{ср}} = \frac{S_{\text{в}} + S_{\text{н}}}{2},$$

где $S_{\text{в}}$ и $S_{\text{н}}$ – площади соответственно по верхнему и по нижнему контурам дражного разреза, м^2 ,

а также среднюю высоту забоя в пределах площади отработки

$$h_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} H_{\text{в}i}}{n} - \frac{\sum_{i=1}^{i=n} H_{\text{н}i}}{n},$$

где $\frac{\sum_{i=1}^{i=n} H_{\text{в}i}}{n}$, $\frac{\sum_{i=1}^{i=n} H_{\text{н}i}}{n}$ – средние отметки соответственно верхнего и нижнего контуров

- Определить объем горной массы за отчетный период

$$V = S_{\text{ср}} \times h_{\text{ср}}$$

5. Подсчитать объем горной массы способом вертикальных сечений, для этого

- Определить объемы блоков между двумя сечениями по формуле

$$V_i = \frac{S_i + S_{i+1}}{2} l_{i,i+1},$$

где $l_{i,i+1}$ – расстояние между параллельными сечениями, м; S_i - площади сечений, м^2 .

- Объемы крайних блоков определить по формуле

$$V_{i=1,i=n} = \frac{1}{3} S_{i=1,i=n} l_{i=1,i=n},$$

где $l_{i=1,i=n}$ – расстояние между последним сечением и крайней точкой блока, м; $S_{i=1,i=n}$ – площади крайних сечений, м^2 .

- Объем горной массы определить как сумму объемов отдельных блоков

$$V = \sum_{i=1}^{i=n} V_i$$

Самостоятельная работа:

Оформить отчет по выполнению работы.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют способы определения площадей?
2. Способы определения объемов горной массы, условия применения.
3. Погрешность определения объемов из двух независимых расчетов.

Раздел 5. Маркшейдерские работы при строительстве горных предприятий.

При строительстве выполняют:

- проверку числовых значений и графической части проектных чертежей;
- перенесение геометрических элементов проекта в натуру;
- контроль за соблюдением установленного проектом соотношения геометрических элементов зданий, сооружений и горных выработок;
- наблюдение за осадками сооружений;
- съемку промплощадки, горных выработок и пополнение чертежей горной графической документации;
- учет объемов горнопроходческих работ.

Маркшейдерские работы по перенесению геометрических элементов проекта в натуру производят на основе пунктов маркшейдерских опорных сетей, разбивочных сетей и осевых

пунктов шахтных стволов.

Разбивку зданий, сооружений и задание направлений выполняют по проектным чертежам.

Проектную документацию проверяют сопоставлением рабочих чертежей зданий и сооружений с генеральным планом, а также сопоставлением проекта с расположением существующих сооружений и рельефом местности.

Размеры и сечения горных выработок соответствуют габаритам размещаемого в них оборудования с учетом допустимых отклонений. Проектные чертежи околоствольных выработок проверяют построением проектных полигонов.

Все измерения, выполняемые при разбивках, фиксируются в журнале разбивок. В журнале приводят:

- схему разбивки;
- данные, относящиеся к исходным точкам;
- номера проектных чертежей;
- расстояния и размеры, по которым выполнена разбивка и ориентировка объектов относительно осей промплощадки или осей сооружения.

После вынесения в натуру заданных углов, расстояний, высотных отметок производят необходимые контрольные измерения.

Для отражения застройки поверхности и положения инженерных коммуникаций составляют исполнительные чертежи.

Одна из основных частей генерального плана – проект вертикальной планировки застраиваемой территории. Ее целью является преобразование естественных форм рельефа и создание условий для эксплуатации возводимых зданий и сооружений.

Естественный рельеф при строительстве обычно преобразуется путем выполнения земляных работ по специальному проекту вертикальной планировки.

Проектирование горизонтальной площадки обычно производится с соблюдением условия нулевого баланса земляных работ. Под этим условием понимается сведение земляных работ к минимуму и обеспечение равенства объемов выемки и подсыпки.

Вынос в натуру центра, осей и отметок вертикальных выработок выполняется от пунктов разбивочной сети строительной площадки. Оси закрепляют постоянными створными знаками

В этом разделе предусмотрены практические работы по решению задач при строительстве горного предприятия, составлению проекта вертикальной планировки промплощадки, выносу в натуру центра и осей шахтного ствола, составлению проекта на проведение закругления околоствольных выработок с увязкой проектного полигона в плане, которые позволяют сформировать у студентов навыки и умения по профессиональным компетенциям ПК 1. Проводить плановые, высотные и ориентирно-соединительные инструментальные съемки горных выработок; ПК 2. Обеспечивать контроль и соблюдение параметров технических сооружений ведения горных работ; ПК 4. Обеспечивать безопасное ведение съемочных работ; ПК 7. Проводить работы по определению и учету объемов выполненных горных работ.

Практическая работа 5.1.

Тема: Решение задач при строительстве горного предприятия.

Цель: Научиться решать некоторые задачи, возникающие в период строительства горного предприятия.

Задание:

Упражнение 1. Производится разбивка двух линий на местности теодолитом между пикетами 3 – 1 и 3 – 5 с заданными уклонами i_{1-3} и i_{3-5} при помощи теодолита установленного в точке 3 (рис. 18). Высота инструмента I , абсолютная высотная отметка точки $H_3 = 478,240$ м уклоны i и расстояния между пикетами l приведены в таблице 44.

Таблица 44

Номер варианта	Уклоны		Высота инструмента I , мм	Высотная отметка точки 3 H_3 , м	Расстояния между пикетами, м			
	i_{1-3}	i_{3-5}			l_{1-2}	l_{2-3}	l_{3-4}	l_{4-5}
1	0,015	0,015	1345	51,641	28,451	24,756	27,016	30,124
2	0,014	0,014	1369	74,302	29,677	26,102	28,062	31,230
3	0,013	0,013	1393	96,962	30,902	27,327	29,107	32,335
4	0,012	0,012	1417	119,621	32,126	28,551	30,151	33,439
5	0,011	0,011	1441	142,279	33,349	29,774	31,194	34,542
6	0,010	0,010	1465	164,936	34,571	30,996	32,236	35,644
7	0,009	0,009	1489	187,592	35,792	32,217	33,277	36,745
8	0,008	0,008	1513	210,247	37,012	33,437	34,317	37,845
9	0,007	0,007	1537	232,901	38,231	34,656	35,356	38,944
10	0,006	0,006	1561	255,554	39,449	35,874	36,394	40,042
11	0,005	0,005	1585	278,206	40,666	37,091	37,431	41,139
12	0,004	0,004	1609	300,857	41,882	38,307	38,467	42,235
13	0,003	0,003	1633	323,507	43,097	39,522	39,502	43,330
14	0,002	0,002	1657	346,156	44,311	40,736	40,536	44,424
15	0,001	0,001	1681	368,804	45,524	41,949	41,569	45,517
16	-0,001	-0,001	1705	391,450	46,735	43,160	42,600	46,608
17	-0,002	-0,002	1729	414,095	47,945	44,370	43,630	47,698
18	-0,003	-0,003	1753	436,739	49,154	45,579	44,659	48,787
19	-0,004	-0,004	1777	459,382	50,362	46,787	45,687	49,875
20	-0,005	-0,005	1801	482,024	51,569	47,994	46,714	50,962
21	-0,006	-0,006	1825	504,665	52,775	49,200	47,740	52,048
22	-0,007	-0,007	1849	527,305	53,980	50,405	48,765	53,133
23	-0,008	-0,008	1873	549,944	55,184	51,609	49,789	54,217
24	-0,009	-0,009	1897	572,582	56,387	52,812	50,812	55,300
25	-0,010	-0,010	1921	595,219	57,589	54,014	51,834	56,382
26	-0,011	-0,011	1945	617,855	58,790	55,215	52,855	57,463
27	-0,012	-0,012	1969	640,490	59,990	56,415	53,875	58,543
28	-0,013	-0,013	1993	663,124	61,189	57,614	54,894	59,622
29	-0,014	-0,014	2017	685,757	62,387	58,812	55,912	60,700
30	-0,015	-0,015	2041	708,389	63,584	60,009	56,929	61,777

Упражнение 2. Для

определения объема цилиндрической емкости для хранения нефтепродуктов (рис. 17) и координат ее центра точки C , измерением в поле получены следующие исходные данные, представленные в таблице 45 : расстояние от пункта съёмочной сети B до емкости d , углы наклона при визировании на верхнее δ_1 и нижнее δ_2

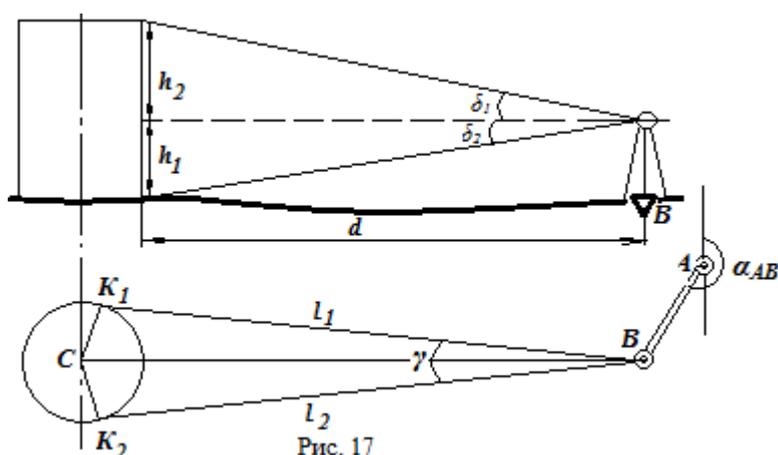


Рис. 17

основания емкости, расстояния от точки съемочной сети до емкости по касательным l_1 и l_2 , точки K_1 и K_2 определенные по вертикальной нити теодолита, горизонтальные углы между опорной стороной АВ и касательной β и между касательными γ , дирекционный угол опорной стороны α_{AB} и координаты точки съемочной сети В X_B , Y_B .

Таблица 45

Номер варианта	Расстояния, м			Углы					Координаты, м	
	S	l_1	l_2	δ_1	δ_2	β	γ	α_{AB}	X_B	Y_B
1	52,00	72,78	72,82	1°06'	15°06'	241°28'	30°43'	150°36'	136,24	436,07
2	52,43	73,29	73,33	1°08'	15°09'	241°29'	30°45'	151°37'	178,63	459,81
3	52,86	73,80	73,84	1°10'	15°12'	241°31'	30°46'	152°38'	221,02	483,56
4	53,29	74,31	74,35	1°08'	15°09'	241°32'	30°48'	153°39'	263,41	507,30
5	53,72	74,82	74,86	1°10'	15°12'	24°33'	30°49'	154°40'	305,80	531,04
6	54,15	75,33	75,37	1°12'	15°15'	241°35'	30°51'	155°41'	348,19	554,79
7	54,58	75,84	75,88	1°14'	15°18'	241°36'	30°52'	156°42'	390,58	578,53
8	55,01	76,35	76,39	1°16'	15°21'	241°37'	30°54'	157°43'	432,97	602,27
9	55,44	76,86	76,90	1°18'	15°24'	241°38'	30°55'	158°44'	475,36	626,01
10	55,87	77,37	77,41	1°20'	15°27'	241°40'	30°57'	159°45'	517,75	649,76
11	56,30	77,88	77,92	1°22'	15°30'	241°41'	30°58'	160°46'	560,14	673,50
12	56,73	78,39	78,43	1°24'	15°33'	241°42'	31°00'	161°47'	602,53	697,24
13	57,16	78,90	78,94	1°26'	15°36'	241°44'	31°02'	162°48'	644,92	720,99
14	57,59	79,41	79,45	1°28'	15°39'	241°45'	31°03'	163°49'	687,31	744,73
15	58,02	79,92	79,96	1°30'	15°42'	241°46'	31°05'	164°50'	729,70	768,47
16	58,45	80,43	80,47	1°32'	15°45'	241°48'	31°06'	165°51'	772,09	792,22
17	58,88	80,94	80,98	1°34'	15°48'	241°49'	31°08'	166°52'	814,48	815,96
18	59,31	81,45	81,49	1°36'	15°51'	241°50'	31°09'	167°53'	856,87	839,70
19	59,74	81,96	82,00	1°38'	15°54'	241°51'	31°11'	168°54'	899,26	863,44
20	60,17	82,47	82,51	1°40'	15°57'	241°53'	31°12'	169°55'	941,65	887,19
21	60,60	82,98	83,02	1°42'	16°00'	24°15'	31°14'	170°56'	984,04	910,93
22	61,03	83,49	83,53	1°44'	16°02'	241°55'	31°15'	171°57'	1026,43	934,67
23	61,46	84,00	84,04	1°46'	16°04'	241°57'	31°17'	172°58'	1068,82	958,42
24	61,89	84,51	84,55	1°48'	16°06'	241°58'	31°18'	173°59'	1111,21	982,16
25	62,32	85,02	85,06	1°50'	16°08'	241°59'	31°20'	175°00'	1153,60	1005,90
26	62,75	85,53	85,57	1°52'	16°10'	242°01'	31°21'	176°01'	1195,99	1029,65
27	63,18	86,04	86,08	1°54'	16°12'	242°02'	31°23'	177°02'	1238,38	1053,39
28	63,61	86,55	86,59	1°56'	16°14'	242°04'	31°24'	178°03'	1280,77	1077,13
29	52,00	87,06	87,10	1°58'	16°16'	242°05'	31°26'	179°04'	1323,16	1100,87
30	52,43	87,57	87,61	2°00'	16°18'	242°06'	31°27'	180°05'	1365,55	1124,62

Упражнение 3.

Для определения высоты дна котлована (рис. 18) была проведена передача высотной отметки от P_n . Высотная отметка известного репера H_{P_n} , отсчеты по рейкам a , $в$ и отсчеты по рулетке P_1 , P_2 приведены в таблице 46.

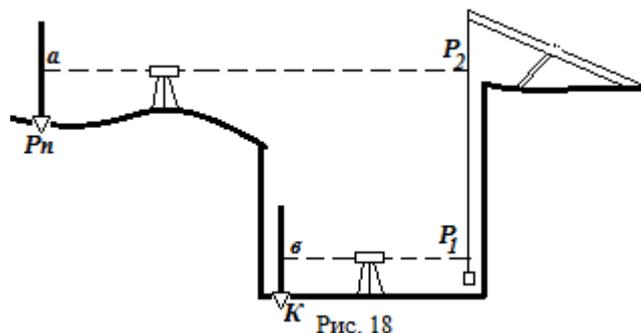


Рис. 18

Таблица 46

Номер варианта	Абсолютная отметка репера H_{P_n}	Отсчеты по рейкам, мм		Отсчеты по рулетке, мм		Номер варианта	Абсолютная отметка репера H_{P_n}	Отсчеты по рейкам, мм		Отсчеты по рулетке, мм	
		a	$в$	P_1	P_2			a	$в$	P_1	P_2
1	644,559	1500	1564	913	6223	16	674,102	1647	1664	743	5313
2	145,456	1510	1557	925	6283	17	210,454	1657	1657	754	5374

3	309,802	1520	1550	936	6344	18	421,314	1667	1651	766	5435
4	512,076	1529	1544	947	6404	19	312,045	1676	1644	777	5495
5	421,021	1539	1537	959	6465	20	164,213	1686	1637	788	5556
6	199,345	1549	1530	970	6526	21	261,242	1696	1631	800	5616
7	245,378	1559	1524	981	6586	22	357,501	1706	1624	811	5677
8	457,056	1569	1517	993	6647	23	300,346	1716	1617	823	5738
9	175,054	1578	1510	1004	6708	24	234,078	1725	1611	834	5798
10	570,308	1588	1504	1016	6768	25	443,255	1735	1604	845	5859
11	600,371	1598	1497	1027	6829	26	164,233	1745	1597	857	5920
12	542,042	1608	1490	1038	6889	27	477,344	1755	1591	868	5980
13	641,113	1618	1484	1050	6950	28	321,189	1765	1584	879	6041
14	675,985	1627	1477	1061	7011	29	247,645	1774	1577	891	6101
15	234,677	1637	1470	1072	7071	30	124,357	1784	1570	902	6162

Требования к работе:

Упражнение 1.

1. Подготовить данные для разбивки теодолитом на местности двух линий по заданным уклонам.
2. Определить проектные высоты точек разбивки.
3. Описать методику производства разбивочных работ.

Упражнение 2.

1. Определить объем емкости.
2. Определить координаты центра емкости.

Упражнение 3. Определить высоту дна котлована.

Последовательность выполнения работы:

Упражнение 1.

1. Для подготовки данных для разбивки на местности теодолитом двух линий по заданным уклонам вычислить углы наклона формуле

$$\delta = \arctg i$$

2. Определить проектные высоты точек 1, 2, 4, 5

$$H_1 = H_3 + (-i_{1-3})(l_{1-2} + l_{2-3})$$

$$H_2 = H_3 + (-i_{1-3})l_{2-3}$$

$$H_4 = H_3 + i_{3-5}l_{3-4}$$

$$H_5 = H_3 + i_{3-5}(l_{3-4} + l_{4-5})$$

Упражнение 2.

1. Определить объем емкости в следующей последовательности:
 - Определить среднее расстояние между длинами касательных l_1 и l_2
 $l_{cp} = 0.5(l_1 + l_2)$
 - Определить расстояния от точки K_1 до центра емкости из треугольника СВК
 $K_1C = r = l_{cp}tg \gamma / 2$
 - Площадь основания емкости определить по формуле $S = \pi r^2$, а расстояние $BC = d + r$
 - Определить дирекционный угол направления BC $\alpha_{BC} = \alpha_{AB} + 180^\circ - (\beta + \gamma / 2)$
2. Вычислить приращения координат Δx , Δy и координаты центра емкости x_C , y_C

$$\Delta x = d_{DC} \cos \alpha_{BC}$$

$$\Delta y = d_{DC} \sin \alpha_{BC}$$

$$x_C = x_B + \Delta x$$

$$y_c = y_B + \Delta y$$

Упражнение 3.

Высоту дна котлована определить по формуле

$$H_k = H_{Pn} + a - (P_2 - P_1) - b$$

Самостоятельная работа:

Оформить отчет по выполнению работы. К упражнению один описать методику выноса проектного уклона теодолитом в натуру.

Контрольные вопросы:

1. Как определить объем цилиндрической емкости?
2. Как вынести в натуру проектный уклон теодолитом, нивелиром?
3. При выполнении разбивочных работ, какие данные фиксируются в журнале разбивок?
4. Какие маркшейдерские работы выполняются при строительстве объектов?

Практическая работа 5.2.

Тема: Составление проекта вертикальной планировки промплощадки. План и картограмма земляных работ при планировке под горизонтальную и наклонную площадки. Подсчет объемов земляных работ.

Цель: Освоить методику составления проекта вертикальной планировки участка под горизонтальную и наклонную площадки.

Задание: По результатам геометрического нивелирования участка промплощадки по квадратам с размерами сторон 20 м, были получены превышения точек (вершин квадратов) относительно точки с известной высотной отметки – репера Рр 30 (рис.19).

Отметка репера Рр 30, а также данные для составления проекта планировки наклонной площадки: исходная точка наклонной плоскости и ее проектная отметка, угол простирации наклонной плоскости и проектный уклон приведены в таблице 47.

$1a$ 0,33	$1b$ 1,15	$1c$ 1,65	$1z$ 2,22
$2a$ 0,67	$2b$ 1,28	$2c$ 1,83	$2z$ 1,42
$3a$ 0,79	$3b$ 1,31	$3c$ 1,15	$3z$ 0,83
$4a$ 0,62	$4b$ 0,79	$4c$ 0,70	$4z$ 0,31

Рис. 19

Таблица 47

Номер варианта	Отметка репера Рр 30	Исходная точка наклонной плоскости	Проектная отметка (исходной точки)	Угол простирации наклонной плоскости	Уклон	Номер варианта	Отметка репера Рр 30	Исходная точка наклонной плоскости	Проектная отметка (исходной точки)	Угол простирации наклонной плоскости	Уклон
1	204,23	26	204,88	90	0,050	16	138,56	4a	139,22	157	0,049
2	209,46	4a	210,12	150	0,051	17	89,07	26	89,72	98	0,048
3	308,25	26	308,9	91	0,053	18	61,81	4a	62,47	158	0,046
4	543,21	4a	543,87	151	0,054	19	308,32	26	308,97	99	0,045
5	623,55	26	624,2	92	0,055	20	260,78	4a	261,44	159	0,043
6	254,31	4a	254,97	152	0,057	21	94,35	26	95,0	100	0,042
7	546,85	26	547,5	93	0,058	22	243,83	4a	244,49	160	0,041
8	653,02	4a	653,68	153	0,059	23	294,93	26	295,58	101	0,039
9	304,52	26	305,17	94	0,060	24	45,07	4a	45,73	161	0,038

10	184,24	4а	184,9	154	0,062	25	55,85	26	56,5	102	0,036
11	462,21	2б	462,86	95	0,063	26	59,36	4а	60,02	162	0,035
12	80,65	4а	81,31	155	0,064	27	167,80	26	168,45	103	0,034
13	102,32	2б	102,97	96	0,066	28	363,09	4а	363,75	163	0,032
14	46,09	4а	46,75	156	0,067	29	305,86	26	306,51	104	0,031
15	204,39	2б	205,04	97	0,068	30	147,33	4а	147,99	164	0,029

Требования к работе:

1. Используя превышения и отметку репера Рр 30 вычислить отметки всех вершин квадратов.
2. Построить план участка промплощадки в масштабе 1:500 с сечением горизонталей через 0,25 м.
3. Составить проект планировки участка под горизонтальную площадку с учетом нулевого баланса земляных работ.
4. Составить проект планировки участка под наклонную площадку, заданную точкой с проектной отметкой, дирекционным углом простираения и величиной уклона.
5. Составить картограммы земляных работ и произвести расчет объемов по выемке и насыпи грунта при обоих способах планировки.

Последовательность выполнения работы:

1. В масштабе 1:500 построить сетку квадратов, подписать фактические отметки каждой вершины квадрата и построить план поверхности.
2. Составить проект планировки участка под горизонтальную площадку с учетом нулевого баланса земляных работ:

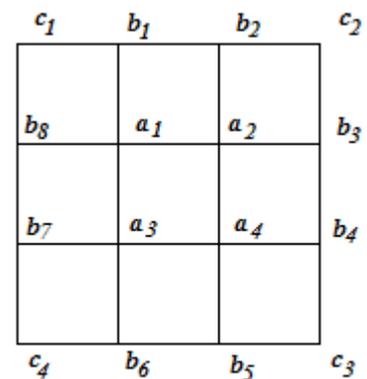


Рис. 20

- Определить проектную отметку (на картограмме подписывают под фактическими отметками красным цветом) с учетом баланса нулевых работ

$$H_{пр} = \frac{4 \sum H_{a_i} + 2 \sum H_{b_i} + \sum H_{c_i}}{4n},$$

где $\sum H_{a_i}$ – сумма отметок квадратов, лежащих внутри наружного контура (рис.20); $\sum H_{b_i}$ – сумма отметок вершин квадратов, расположенных по контуру участка, за исключением отметок H_{c_i} – вершин углов участка; n – общее число квадратов

- Рабочие отметки (на картограмме подписывают под проектными отметками, синим цветом)

$$h_{pi} = H_{пр} - H_{fi}$$

где H_{fi} – фактические отметки вершин квадратов

- Для построения линии нулевых работ определить расстояния до точек нулевых работ.

$$S_{i-0} = \frac{|h_{pi}|}{|h_{pi}| + |h_{pi+1}|} S_{i-i+1}$$

Определив местоположение точек нулевых работ, прямолинейными отрезками пунктирной линии обозначить на картограмме линию нулевых работ.

- Определить объемы земляных работ

$$V_{\text{выемки насыпи } i} = S \frac{\sum H_{\text{раб } i}}{n}$$

- Вычислить суммарные объемы выемки и подсыпки

$$V = \sum V_i$$

- Проверить баланс земляных работ по формуле

$$\Delta V = \frac{|V_B| - |V_{\Pi}|}{|V_B| + |V_{\Pi}|} 100\%$$

Эта величина не должна превышать 3 %.

При необходимости решение корректируется, т.е. уточняется проектная отметка горизонтальной плоскости.

3. Составить проект планировки участка под наклонную площадку:

- Построить наклонную плоскость, заданную точкой с проектной отметкой, дирекционным углом простираения и величиной уклона i

- Определить заложение плоскости

$$S = \frac{h_{\text{сеч}}}{i},$$

где $h_{\text{сеч}}$ - высота сечения горизонталей

- По горизонталям определить проектные отметки
- Вычислить рабочие отметки

$$H_{pi} = H_{\text{пр}} - H_{\text{фи}}$$

- Для построения линии нулевых работ определить точки пересечения горизонталей земной поверхности с одноименными горизонталями наклонной площадки, путем наложения двух планов друг на друга.
- Определить объемы земляных работ

$$V_{\text{выемки}} = S \frac{\sum H_{\text{раб } i}}{n} \quad V = \sum V_i$$

- Расчеты по определению объемов земляных работ свести в таблицу 48.

Таблица 48

Насыпь				Выемка			
Номера фигур	Площадь фигуры	Средняя рабочая отметка	Объем	Номера фигур	Площадь фигуры	Средняя рабочая отметка	Объем
Итого				Итого			

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с картограммой земляных работ, на которой указать фактические, проектные и рабочие отметки вершин квадратов, а также положение линии нулевых работ и значения объемов выемки или насыпи грунта, сделать необходимыми выводы.

Контрольные вопросы:

1. Как определить проектную отметку для горизонтальной площадки?
2. Определения рабочих отметок.
3. Как определить расстояние до точек нулевых работ?
4. Как определить объемы земляных работ?

Практическая работа 5.3.

Тема: Вынос в натуру центра и осей шахтного ствола

Цель: Освоить методику подготовки исходных данных для вынесения на местности центра и осей шахтного ствола, заданных в проекте координатами центра и дирекционным углом главной оси.

Задание: На основании проектной документации строительства получены координаты пунктов опорной геодезической сети на территории промышленной площадки X_A , Y_A и X_B , Y_B и центра вертикального шахтного ствола (точка Р) X_P , Y_P ; дирекционный угол главной оси ствола $\alpha_{\text{оси}}$. Исходные данные приведены в таблице 49.

Таблица 49

Номер варианта	Координаты, м						Дирекционный угол главной оси ствола
	Точка А		Точка В		Точка Р		
	X	Y	X	Y	X	Y	
1	68,821	134,164	272,214	218,637	224,146	69,825	78°37'10"
2	78,709	144,484	282,102	228,957	241,746	81,825	24°36'42"
3	89,029	155,236	292,422	239,709	260,046	99,425	304°24'10"
4	99,781	162,964	303,174	247,437	291,646	117,725	275°48'25"
5	107,509	171,124	310,902	255,597	319,046	149,325	30°44'36"
6	115,669	186,124	319,062	270,597	333,146	176,725	68°58'42"
7	130,669	200,524	334,062	284,997	361,946	190,825	167°20'43"
8	145,069	211,324	348,462	295,797	374,646	219,625	142°06'30"
9	155,869	221,524	359,262	305,997	388,046	232,325	187°22'50"
10	166,069	235,324	369,462	319,797	411,946	245,725	240°38'22"
11	179,869	244,924	383,262	329,397	437,246	269,625	209°55'37"
12	189,469	253,924	392,862	338,397	454,146	294,925	245°35'46"
13	198,469	265,924	401,862	350,397	477,346	311,825	135°36'54"
14	210,469	277,324	413,862	361,797	492,146	335,025	122°09'44"
15	221,869	283,924	425,262	368,397	511,846	349,825	133°58'06"
16	228,469	289,924	431,862	374,397	528,046	369,525	198°07'55"
17	234,469	296,356	437,862	380,829	548,446	385,725	209°35'49"
18	240,901	303,220	444,294	387,693	576,546	406,125	219°36'07"
19	247,765	310,516	451,158	394,989	606,746	434,225	342°23'10"
20	255,061	322,132	458,454	406,605	625,746	464,425	322°50'41"
21	266,677	334,180	470,070	418,653	646,846	483,425	35°45'12"
22	278,725	342,772	482,118	427,245	673,546	504,525	25°40'35"
23	287,317	351,796	490,710	436,269	699,546	531,225	184°33'07"
24	296,341	361,252	499,734	445,725	722,046	557,225	106°51'20"
25	305,797	372,436	509,190	456,909	746,646	579,725	325°56'09"
26	316,981	385,636	520,374	470,109	776,146	604,325	33°53'12"
27	330,181	398,236	533,574	482,709	797,946	633,825	44°12'36"
28	342,781	406,636	546,174	491,109	828,846	655,625	39°57'02"
29	351,181	414,436	554,574	498,909	844,346	686,525	167°30'53"
30	358,981	421,636	562,374	506,109	876,646	702,025	95°58'20"

Требования к работе:

1. Произвести расчет элементов разбивки для выноса в натуре центра вертикального шахтного ствола, точки Р, с пунктов А и В геодезического обоснования на территории промплощадки.
2. Определить линейную погрешность вынесения центра ствола полярным способом, если точность построения на местности разбивочного угла составляет $m_\beta = \pm 20''$, а относительная погрешность откладывания расстояния – 1:5000.

3. Подготовить данные для вынесения центра ствола угловой засечкой с пунктов А и В.
4. Определить, с какой точностью следует перенести в натуру горизонтальные углы, чтобы обеспечить вынесение центра ствола угловой засечкой с двух пунктов с абсолютной погрешностью $M_p = \pm 0,05$ м.
5. Описать методику построения углов на местности при вынесении центра ствола угловой засечкой теодолитом с точностью отсчетных приспособлений $\pm 30''$, чтобы обеспечить требуемую точность построения углов.
6. Произвести расчет элементов разбивки для выноса главной оси шахтного ствола.
7. Составить план.

Последовательность выполнения работы:

1. Подготовить данные аналитическим способом для вынесения центра ствола (точка Р) полярным способом: горизонтальный (разбивочный) угол β_A и расстояние S_{AP} по формулам обратной геодезической задачи

$$\alpha_{AP} = \arctg \frac{Y_P - Y_A}{X_P - X_A}$$

$$\alpha_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}$$

$$\beta_A = \alpha_{AP} - \alpha_{AB}$$

$$S_{AP} = \frac{Y_P - Y_A}{\sin \alpha_{AP}}$$

$$S_{AP} = \frac{X_P - X_A}{\cos \alpha_{AP}}$$

2. Выполнить оценку точности вынесения центра ствола полярным способом

$$m_p = \sqrt{m_\beta^2 \frac{S_{AB}^2}{\rho^2} + m_s^2}$$

3. Подготовить данные для вынесения центра ствола (точка Р) угловой засечкой: горизонтальные (разбивочные) углы β_A и β_B

β_A (определен в п. 2)

$$\alpha_{BP} = \arctg \frac{Y_P - Y_B}{X_P - X_B}$$

$$\beta_B = \alpha_{BP} - \alpha_{AB} - 180^\circ$$

Угол в определяемой точке Р

$$\gamma = 180^\circ - (\beta_A + \beta_B) =$$

Длина стороны АВ

$$S_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha_{AB}}$$

$$S_{AP} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha_{AB}}$$

4. Выполнить оценку точности вынесения центра ствола угловой засечкой.

$$m_p = S_{AB} \frac{m_\beta}{\rho} \sqrt{\frac{\sin^2 \beta_A + \sin^2 \beta_B}{\sin^4 \gamma}}$$

5. Описать методику построения углов на местности при вынесении центра ствола угловой засечкой теодолитом с точностью отсчетных приспособлений $\pm 30''$, чтобы обеспечить требуемую точность построения углов.
6. Рассчитать разбивочный угол для вынесения в натуру главной оси ствола

$$\beta_P = \alpha_{\text{оси}} - \alpha_{AP} + 360^\circ$$

- По координатам исходных точек А и В геодезического обоснования и центра ствола составить план.

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с планом, пояснениями к расчетам и необходимыми выводами.

Контрольные вопросы:

- Какими способами перенести в натуру точку по ее заданным координатам?
- От чего зависит точность перенесения в натуру точки угловой засечкой?
- Как можно вынести в натуру проектное расстояние?
- Дайте определение осям вертикального шахтного ствола и его центру.
- Чем руководствуются при выборе места закладки осевых пунктов?

Практическая работа 5.4.

Тема: Составление проекта на проведение закругления околоствольных выработок с увязкой проектного полигона в плане.

Цель: Освоить методику подготовки исходных данных для маркшейдерского обслуживания проведения горных выработок на закруглениях.

Задание: Западный и Восточный штреки проводятся встречными забоями, находящихся к моменту начала работ в следующем положении: забой Западного штрека находится на расстоянии $d_{3,III-97}$ от маркшейдерской точки 97 с координатами X_{97}, Y_{97} , расположенной на оси штрека, дирекционный угол штрека α_{96-97} ; забой Восточного штрека отстоит от маркшейдерской точки 42 с координатами X_{42}, Y_{42} на расстоянии $d_{B,III-42}$, расположенной на оси штрека, дирекционный угол штрека α_{41-42} . Проектная ширина штреков 3,2 м.

Координаты точек маркшейдерской сети X_{97}, Y_{97} и X_{42}, Y_{42} ; расстояния от маркшейдерских точек 97 и 42 до забоев Западного и Восточного штреков $d_{3,III-97}$ и $d_{B,III-42}$; дирекционные углы Западного и Восточного штреков α_{96-97} и α_{41-42} ; скорости подвигания забоев штреков $v_{3,III}$ и $v_{B,III}$ и радиус закругления штреков на участке сбойки R приведены в таблице 50.

Таблица 50

Номер варианта	Расстояния от маркшейдерских точек 97 и 42 до забоев, м		Координаты точек маркшейдерской сети, м				Дирекционные углы Западного и Восточного штреков		Радиус закругления R, м	Скорости подвигания забоев, м/с	
	$d_{3,III-97}$ Западного штрека	$d_{B,III-42}$ Восточного штрека	X_{97}	Y_{97}	X_{42}	Y_{42}	α_{96-97}	α_{41-42}		$v_{3,III}$ Западного штрека	$v_{B,III}$ Восточного штрека
1	3,1	2,6	2268,820	4345,324	2276,970	4416,412	38°11'30"	287°43'00"	12,0	3,3	3,5
2	3,2	2,7	2278,708	4355,644	2286,858	4426,732	31°09'10"	286°03'20"	17,6	3,4	3,6
3	3,3	2,8	2289,028	4366,396	2297,178	4437,484	39°51'20"	288°57'10"	18,3	3,5	3,7
4	3,4	2,8	2299,780	4374,124	2307,930	4445,212	40°40'50"	289°43'00"	31,6	3,6	3,8
5	3,5	2,9	2307,508	4382,284	2315,658	4453,372	43°07'30"	288°27'50"	27,4	3,7	3,9
6	3,6	3,0	2315,668	4397,284	2323,818	4468,372	42°57'20"	286°55'30"	14,1	3,8	4,0
7	3,7	3,1	2330,668	4411,684	2338,818	4482,772	39°53'40"	290°07'10"	28,8	3,9	4,1
8	3,8	3,1	2345,068	4422,484	2353,218	4493,572	37°37'00"	292°13'20"	12,7	4,0	4,2
9	3,9	3,2	2355,868	4432,684	2364,018	4503,772	44°53'30"	287°40'40"	13,4	4,1	4,3
10	4,0	3,3	2366,068	4446,484	2374,218	4517,572	42°09'30"	288°33'00"	23,9	4,2	4,4
11	4,1	3,4	2379,868	4456,084	2388,018	4527,172	45°31'40"	286°46'20"	25,3	4,3	4,5
12	4,2	3,4	2389,468	4465,084	2397,618	4536,172	46°31'30"	287°59'30"	16,9	4,4	4,6
13	4,3	3,5	2398,468	4477,084	2406,618	4548,172	40°37'40"	290°36'40"	23,2	4,5	4,7
14	4,3	3,6	2410,468	4488,484	2418,618	4559,572	38°24'20"	292°45'20"	14,8	4,6	4,8
15	4,4	3,7	2421,868	4495,084	2430,018	4566,172	40°53'10"	291°32'00"	19,7	4,7	4,9
16	4,5	3,7	2428,468	4501,084	2436,618	4572,172	39°21'20"	289°27'50"	16,2	3,5	3,3
17	4,6	3,8	2434,468	4507,516	2442,618	4578,604	38°47'10"	290°40'40"	20,4	3,6	3,4
18	4,7	3,9	2440,900	4514,380	2449,050	4585,468	45°23'30"	289°41'10"	28,1	3,7	3,5

19	4,8	4,0	2447,764	4521,676	2455,914	4592,764	43°09'20"	288°43'00"	30,2	3,8	3,6
20	4,9	4,0	2455,060	4533,292	2463,210	4604,380	43°56'10"	289°39'10"	19,0	3,9	3,7
21	5,0	4,1	2466,676	4545,340	2474,826	4616,428	41°30'50"	291°20'20"	21,1	4,0	3,8
22	5,1	4,2	2478,724	4553,932	2486,874	4625,020	37°57'00"	286°55'30"	26,7	4,1	3,9
23	5,2	4,3	2487,316	4562,956	2495,466	4634,044	38°23'00"	286°45'20"	26,0	4,2	4,0
24	5,3	4,3	2496,340	4572,412	2504,490	4643,500	37°41'30"	293°25'40"	22,5	4,3	4,1
25	5,4	4,4	2505,796	4583,596	2513,946	4654,684	42°20'20"	295°43'50"	24,6	4,4	4,2
26	5,5	4,5	2516,980	4596,796	2525,130	4667,884	43°54'10"	294°49'30"	29,5	4,5	4,3
27	5,6	4,6	2530,180	4609,396	2538,330	4680,484	41°37'50"	291°33'30"	21,8	4,6	4,4
28	5,7	4,7	2542,780	4617,796	2550,930	4688,884	43°21'30"	295°38'10"	30,9	4,7	4,5
29	5,8	4,7	2551,180	4625,596	2559,330	4696,684	43°47'10"	286°09'40"	15,5	4,8	4,6
30	5,9	4,8	2558,980	4632,796	2567,130	4703,884	38°29'00"	292°11'00"	32,3	4,9	4,7

Требования к работе:

1. Составить план в масштабе 1:500.
2. Определить основные элементы закругления.
3. Вычислить координаты точки пересечения осей штретков (ВУ), начала (НК), конца (КК) и середины закругления (СК).
4. Определить расстояния между точками съемочной сети и НК, КК.
5. Вычислить геометрические элементы для проведения криволинейного участка (количество хорд, центральный угол для хорды, длину хорды, разбивочные углы для задания направлений).
6. Произвести увязку проектного полигона на участке закругления в углах и координатах.
7. Вычислить расстояние между забоями до начала работ и время, необходимое на сбойку.

Последовательность выполнения работы:

1. Определить основные элементы закругления

- Угол поворота

$$\theta = \alpha_{41-42} - \alpha_{96-97} - 180^\circ,$$

где α_{41-42} и α_{96-97} – дирекционные углы Западного и Восточного штретков

- Тангенс (Т), биссектрису (Б), длину кривой (К) определить по формулам или по таблицам для разбивки горизонтальных и вертикальных круговых кривых и закруглений с переходными кривыми на автомобильных дорогах.

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\theta}{2}$$

$$K = R \frac{\pi \theta}{180^\circ}$$

$$B = R \left(\sec \frac{\theta}{2} - 1 \right)$$

где R – радиус закругления штретков на участке сбойки, м.

2. Вычислить координаты точки пересечения осей штретков (ВУ), начала (НК), конца (КК) и середины закругления (СК)

- Координаты точки пересечения осей штретков (ВУ) определить по формулам Гаусса

$$X_{ВУ} = X_{97} + \frac{(Y_{42} - Y_{97}) - (X_{42} - X_{97}) \operatorname{tg} \alpha_{41-42}}{\operatorname{tg} \alpha_{96-97} - \operatorname{tg} \alpha_{41-42}}$$

$$Y_{ВУ} = Y_{97} + (X_{ВУ} - X_{97}) \operatorname{tg} \alpha_{96-97}$$

- Решением прямой геодезической задачи определить координаты начала (НК), конца (КК) и середины закругления (СК)

$$X_{НК} = X_{ВУ} + T \cos \alpha_{97-96}$$

$$Y_{HK} = Y_{BY} + T \sin \alpha_{97-96}$$

$$X_{KK} = X_{BY} + T \cos \alpha_{42-41}$$

$$Y_{KK} = Y_{BY} + T \sin \alpha_{42-41}$$

3. Определить расстояния между точками съемочной сети и НК, КК

$$S_{42-KK} = \frac{Y_{KK} - Y_{42}}{\sin \alpha_{41-42}}$$

$$S_{42-KK} = \frac{X_{KK} - X_{42}}{\cos \alpha_{41-42}}$$

$$S_{97-HK} = \frac{Y_{HK} - Y_{97}}{\sin \alpha_{96-97}}$$

$$S_{97-HK} = \frac{X_{HK} - X_{97}}{\cos \alpha_{96-97}}$$

4. Вычислить геометрические элементы для проведения криволинейного участка

- Количество хорд

$$k = \frac{\theta}{\theta'}$$

при этом

$$\sin \frac{\theta'}{4} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{s}{R}}$$

где θ' - центральный угол, соответствующий хорде, равной длине касательной; s - средняя ширина выработки

- Центральный угол для хорды

$$\theta_0 = \frac{\theta}{k}$$

- Длину хорды

$$l = 2R \sin \frac{\theta_0}{2}$$

- Разбивочные углы для задания направлений

$$\beta_1 = \beta_3 = 180^\circ - \frac{\theta_0}{2}$$

$$\beta_2 = 180^\circ - \theta_0$$

5. Произвести увязку проектного полигона на участке закругления в углах и координатах. Расчеты вести в ведомости вычисления координат (табл. 51). Порядок обработки ведомости вычисления координат рассмотрен в практической работе 2.5.

Таблица 51

Ведомость вычисления координат

№ точек	Горизонтальные углы, β		Дирекционные углы, α	Гориз. проложения, S	Приращения координат				Координаты	
	измеренные	исправленные			Вычисленные		Исправленные			
					$\pm \Delta X$	$\pm \Delta Y$	$\pm \Delta X$	$\pm \Delta Y$	X	Y

6. Вычислить расстояние между забоями до начала работ и время, необходимое на сбойку

$$l_{M/3} = S_{97-HK} + K + S_{42-KK} - d_{3.Ш-97} - d_{В.Ш-42}$$

$$t = \frac{l_{M/3}}{v_{3.ш.} + v_{B.ш.}}$$

при этом подвигание штреков составит:

западного $v_{3.ш.} \times t$

восточного $v_{B.ш.} \times t$

7. Составить план сбойки в масштабе 1:500.
8. Составить схему контроля за направлением при проходке криволинейного участка выработки в масштабе 1:100.

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с необходимыми пояснениями расчетной части, планом и рабочим чертежом.

Контрольные вопросы:

1. Как выбирается количество хорд на криволинейном участке?
2. Назовите способы задания направления криволинейным горным выработкам.
3. Какие исходные данные необходимы для задания направления криволинейной выработке?
4. В каких масштабах вычерчивают эскизы криволинейных участков выработок для составления схемы их проведения?
5. По каким формулам находят длины хорд на криволинейном участке выработки и значения углов на точках закругления?

Раздел 6. Сдвигание горных пород и земной поверхности под влиянием горных разработок. Охрана сооружений.

Процесс сдвигания толщи горных пород и земной поверхности характеризуется следующими параметрами: размерами и формой мульды сдвигания; величиной углов граничных, сдвигания, разрывов, полной подработки; величинами лекторов сдвижений, их составляющих (оседания и горизонтального сдвигания), деформациями в мульде сдвигания; общей продолжительностью процесса сдвигания, его отдельных стадий и скоростью оседаний.

Сдвигание земной поверхности во времени протекает неравномерно, в связи с чем различают начальную стадию, активную и стадию затухания. Общая продолжительность процесса сдвигания, она зависит от многих факторов, в том числе глубины разработки, мощности вынимаемых пластов, скорости подвигания очистных работ.

Инструментальные наблюдения проводят на наблюдательных станциях, состоящих из системы реперов, закладываемых по профильным линиям. В районах заболачивания закладка реперов и наблюдения за их сдвижением производятся по проекту, согласованному со специализированной организацией.

Инструментальные наблюдения за сдвижением земной поверхности под влиянием горных разработок производят с целью определения или уточнения параметров процесса сдвигания при освоении новых участков месторождений, выемке угля на больших глубинах, применении закладки выработанного пространства, наличии тектонических нарушений или складчатого залегания пластов, внедрении новых систем разработки; установления взаимосвязи между деформациями земной поверхности и возникающими деформациями в подрабатываемых объектах; определения эффективности применяемых конструктивных и горных мер охраны объектов от вредного влияния подземных разработок.

По результатам наблюдений строят графики смещений, которые включают:

- 1) графики кривых оседаний реперов и траектории их движения в плоскости вертикального разреза по профильной линии;
- 2) графики сжатий и растяжений профильных линий;
- 3) графики наклонов;

4) план изолиний оседаний.

В целях возможного сопоставления графиков кривых оседаний с положением очистного забоя желателно совмещать эти графики с вертикальным разрезом по профильной линии, для чего составляют эти чертежи в одинаковом горизонтальном масштабе. Вертикальный масштаб на графике кривых оседаний принимают произвольный.

Графики сжатий и растяжений составляют путем откладывания из середины отрезков между реперами в выбранном масштабе величины деформаций, отнесенных к единице длины (мм/м) (вверх от профильной линии — растяжения, вниз — сжатия). Полученные точки соединяют кривой, характеризующей распределение горизонтальных деформаций вдоль профильной линии. Такие кривые строят на совмещенном чертеже, после каждого повторного наблюдения, и в результате получают график сжатий и растяжений, изображающий изменение деформаций во времени.

Графики наклонов составляют путем откладывания из середины отрезков между реперами значений наклонов, выраженных в мм/м; полученные точки соединяют кривой линией. Положительные значения наклонов откладывают вверх, отрицательные — вниз. Составляя кривые наклонов на совмещенном чертеже после каждого повторного наблюдения, получают график наклонов (рис. 454), отражающий их изменение во времени.

План изолиний оседаний составляют путем откладывания на совмещенном плане поверхности и горных работ величин оседаний всех реперов и других точек, охваченных нивелировкой. Соединяя плавными линиями точки с равными оседаниями получают план изолиний оседаний (рис. 455).

Использование результатов наблюдений. На основании результатов наблюдений должны быть определены:

- а) углы β , γ , δ ;
- б) наибольшие значения оседаний, горизонтальных сдвижений (сжатий и растяжений), наклонов и неравномерность наклонов;
- в) характер процесса сдвижений во времени: общая продолжительность процесса, длительность активной стадии и периода затухания процесса.

Чтобы сохранить сооружение от вредного влияния горных выработок принимаются различные меры, например:

- под сооружением оставляется предохранительный целик;
- применяются специальные конструктивные приспособления в зданиях и сооружениях, обеспечивающие необходимую устойчивость при подрботке;
- выемка полезного ископаемого производится с полной закладкой выработанного пространства;
- примеряется такая система разработок и такой порядок выемки, при которых сооружение плавно опускается при незначительных безвредных деформациях.

На карьерах различают следующие виды нарушения устойчивости уступов, бортов и отвалов: осыпи, обрушения, оползни, просадки, оплывины и фильтрационные деформации.

Основными факторами, способствующими развитию деформаций откосов на карьерах, являются:

- наличие поверхностей ослабления - тектонических нарушений, поверхностей скольжения древних оползней, слабых контактов между слоями;
- обводненность пород и слабая их дренируемость;
- интенсивная трещиноватость отдельных участков;
- наличие прослоев слабых глинистых пород.

В этом разделе предусмотрены практические работы по определению параметров сдвижения горных пород, построению предохранительных целиков, расчету устойчивости участка борта карьера которые позволяют сформировать у студентов навыки и умения по профессиональным компетенциям ПК 1. Проводить плановые, высотные и ориентирно-соединительные инструментальные съемки горных выработок; ПК 2. Обеспечивать контроль и соблюдение параметров технических сооружений ведения горных работ; ПК 4. Обеспечивать безопасное ведение съемочных работ; ПК 7. Проводить работы по

определению и учету объемов выполненных горных работ.

Практическая работа 6.1.

Тема: Определение параметров сдвижения горных пород.

Цель: Освоить методику определения параметров сдвижения горных пород.

Задание: При наблюдении за деформациями земной поверхности, подработанной подземными работами, на наблюдательной станции получены высоты реперов из двух серий наблюдений: до процесса оседания и после процесса оседания, а также расстояния от опорного репера до рабочих реперов до процесса оседания. Данные наблюдений приведены в таблице 52.

Таблица 52

Номер репера	Абсолютная отметка репера, м		Расстояние от опорного репера до рабочих реперов, м		Номер репера	Абсолютная отметка репера Н, м		Расстояние от опорного репера до рабочих реперов D, м	
	до процесса оседания Н ₁	после процесса оседания Н ₂	до процесса оседания D	после процесса оседания D'		до процесса оседания Н ₁	после процесса оседания Н ₂	до процесса оседания D	после процесса оседания D'
1	255,757	255,756	245,455	245,455	13	256,011	255,469	154,673	154,676
2	255,435	255,430	237,713	237,712	14	256,321	255,743	147,150	147,250
3	255,062	255,053	230,086	230,084	15	256,543	255,985	139,728	139,893
4	254,673	254,660	222,360	222,353	16	256,598	256,105	132,686	132,910
5	253,906	253,887	214,993	214,980	17	256,591	256,197	125,141	125,402
6	253,967	253,941	207,301	207,273	18	256,227	255,947	117,858	118,106
7	253,840	253,803	199,872	199,827	19	256,090	255,904	110,340	110,555
8	254,354	254,296	192,444	192,379	20	255,995	255,891	102,914	103,069
9	254,815	254,726	184,933	184,842	21	255,753	255,684	95,250	95,344
10	255,185	255,051	177,290	177,177	22	255,663	255,618	87,665	87,731
11	255,466	255,193	169,817	169,678	23	255,205	255,178	80,124	80,173
12	255,615	255,183	162,152	162,051	24	155,040	155,044	72,797	72,832

К значениям абсолютных отметок полученных из серии наблюдений после процесса оседания прибавить порядковой номер в журнале группы N: $N_2 \text{ м} + 0,00N \text{ м}$. К расстояниям от опорного репера до рабочего также необходимо ввести поправки, соответствующие порядковому номеру в журнале группы N: $D \text{ м} + N \text{ м}$.

Требования к работе:

1. В ведомости вычисления сдвижений и деформаций (табл. 53) произвести аналитическую обработку результатов наблюдений, определить оседание реперов, наклоны интервалов, кривизну, горизонтальные сдвижения реперов и горизонтальные деформации интервалов.
2. Построить графики оседания реперов, наклонов, кривизны, горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций. Горизонтальный масштаб принять 1:2000, а вертикальный: оседания в 1 см 200 мм;
 горизонтальные сдвижения в 1 см 100 мм;
 кривизна в 1 см $0,2 \times 10^{-3} \text{ м}^{-1}$;
 наклоны в 1 см 5×10^{-3} ;
 горизонтальные деформации в 1 см 1×10^{-3} .
3. Установить, между какими реперами проходит граница мульды сдвижения.

Последовательность выполнения работы:

1. Произвести обработку данных наблюдений на станции в ведомости вычисления сдвижений и деформаций

Таблица 53

Ведомость вычисления сдвижений и деформаций

Номер репера	Абсолютная отметка репера Н, м		Расстояние от опорного репера до рабочих реперов D, м		Оседание, η, мм	Длина интервалов, м			Горизонтальное сдвижение ξ, мм	Наклон i, 1×10 ⁻³	Кривизна, 1×10 ⁻³ м ⁻¹	Горизонтальная деформация ε, 1×10 ⁻³
	до процесса оседания Н ¹	после процесса оседания Н ²	до процесса оседания D ¹	после процесса оседания D ²		до процесса оседания l ¹	после процесса оседания l ²	средняя l ^{cp}				
1	255,757	255,756	245,455	245,455	1				0			
						7,742	7,743	7,742		0,5		0,1
2	255,435	255,430	237,713	237,712	5				1		0	
						7,626	7,628	7,627		0,5		0,3
3	255,062	255,053	230,086	230,084	9				2			

Вычисления в ведомости следует вести в следующей последовательности (образец табл. 53) по формулам:

- Оседание реперов η за время между начальным Н₁ и конечным Н₂ наблюдениями определяется как разность высот

$$\eta_n = H_n^1 - H_n^2,$$

где Н_{ni} -- высотная отметка n - го репера из начальной серии наблюдений, до процесса оседания, м; Н_{2n} -- высотная отметка репера из серии наблюдений после процесса оседания, м

- Расстояние между реперами определяется как разность расстояний от опорного репера до начального i-го и конечного n+1- го реперов интервала

$$l_{n-n+1}^1 = D_n^1 - D_{n+1}^1$$

$$l_{n-n+1}^2 = D_n^2 - D_{n+1}^2$$

$$l^{cp} = 0,5(l_{n-n+1}^1 + l_{n-n+1}^2)$$

- Горизонтальное сдвижение

$$\xi = D_n^1 - D_n^2,$$

где D_n² - расстояние от опорного репера до рабочего до процесса оседания, м; D_n¹ - расстояние от опорного репера до рабочего после процесса оседания, м

- Наклон

$$i = \frac{\eta_{n+1} - \eta_n}{l^{cp}},$$

где η_n -- величина оседания n-го репера; η_{n+1} -- величина оседания последующего (n+1)-го репера; l^{cp} -- средний интервал между n -м и (n+1) - м реперами

- Кривизна

$$K = \frac{i_{n+1} - i_n}{l^{cp}},$$

где i_n - наклон n-го интервала; i_{n+1} - наклон соседнего (n+1)-го интервала

- Горизонтальная деформация

$$\varepsilon = \frac{l_{n-n+1}^2 - l_{n-n+1}^1}{l_{n-n+1}^1}$$

- На миллиметровой бумаге построить графики оседания реперов, наклонов, кривизны, горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций.
- Установить, между какими реперами проходит граница мульды сдвижения, учитывая, что при определении граничных углов за границы мульды сдвижения принимают точки с оседаниями 15 мм.

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с необходимыми пояснениями расчетной части и графиками.

Контрольные вопросы:

1. В чем состоят наблюдения на поверхностных наблюдательных станциях?
2. Как определяется допустимая невязка привязки опорных реперов в вертикальной плоскости с помощью геометрического нивелирования?
3. Какова частота наблюдений на станции, от каких факторов она зависит?
4. Назовите формулы для расчета оседания реперов, наклонов, кривизны, горизонтальных сдвижений и горизонтальных деформаций.

Практическая работа 6.2.

Тема: Построение предохранительного целика под здание.

Цель: Освоить методику построения предохранительного целика под здание школы способом вертикальных разрезов.

Задание: Здание школы, размером $a \times b$, подлежит охране предохранительным целиком. Здание расположено над пластом угля и охраняется по II категории охраны. Ширина бермы безопасности $b = 10$ м. Объемный вес угля в целике $\gamma = 1,38$ т/м³. Углы сдвижения: в коренных породах $\beta = 61^\circ, \gamma = 70^\circ, \delta = 60^\circ$; в наносах $\varphi = 55^\circ$. Нормальная мощность пласта $m_n = 1,8$ м, Глубина залегания пласта под зданием в точке С Нзал, угол падения пласта ν , мощность наносов m , размеры здания острый угол между осью абсцисс и длинной стороной здания α приведены в таблице 54.

Таблица 54

Номер варианта	Размер здания школы, м		Глубина залегания пласта под зданием в точке С Н _{зал} , м	Угол падения пласта ν	Мощность наносов m , м	Угол между осью абсцисс и длинной стороной здания α	Номер варианта	Размер здания школы, м		Глубина залегания пласта под зданием в точке С Н _{зал} , м	Угол падения пласта ν	Мощность наносов m , м	Угол между осью абсцисс и длинной стороной здания α
	Ширина a	Длина b						Ширина a	Длина b				
1	35	40	134,164	11°	9	82°	16	35	40	163,864	11°	15	64°
2	40	45	151,164	12°	11	55°	17	40	45	155,364	12°	27	66°
3	45	50	161,764	13°	29	75°	18	45	50	164,564	13°	29	90°
4	50	55	162,464	14°	31	88°	19	50	55	172,264	14°	24	84°
5	55	60	175,764	15°	16	62°	20	55	60	174,364	15°	17	86°
6	65	70	171,564	16°	26	112°	21	65	70	163,164	16°	18	97°
7	70	75	153,264	17°	28	115°	22	35	40	165,264	17°	20	99°
8	75	80	172,964	18°	20	68°	23	40	45	170,864	18°	22	57°
9	35	40	151,864	19°	22	71°	24	45	50	170,164	19°	23	60°
10	40	45	152,564	20°	24	73°	25	50	55	166,664	20°	10	106°
11	45	50	168,064	21°	25	53°	26	55	60	168,764	21°	12	108°
12	50	55	169,464	22°	12	77°	27	65	70	173,664	22°	14	110°
13	55	60	156,064	23°	14	79°	28	70	75	165,964	23°	38	93°
14	65	70	167,364	24°	30	101°	29	75	80	175,064	24°	40	95°
15	70	75	153,964	25°	14	104°	30	35	40	154,664	25°	26	117°

Требования к работе:

1. Построить схему предохранительного целика для охраны отдельно стоящего здания школы в масштабе 1:2000.
2. Определить запасы угля, оставляемые в целике.

Последовательность выполнения работы:

1. Определить безопасную глубину разработки по формуле $n_6 = m_n K_6$,

где m_n – нормальная мощность пласта, м; K_6 – коэффициент безопасности для объектов II категории равен 100.

2. Построить план здания школы и оконтурить его линиями параллельными простиранию и падению пласта. Параллельно полученным сторонам прямоугольника отстроить охраняемый контур на расстоянии равном ширина бермы безопасности $b = 10$ м. В точке С, которая является центром тяжести здания, отложить мощность наносов, глубину залегания пласта и безопасную глубину разработки. На разрезе вкрест простирания построить пласт. На вертикальные разрезы по простиранию и в крест простирания пласта спроектировать контуры охраняемой площади и от них в наносах под углом сдвигения $\varphi = 55^\circ$ и далее в коренных породах под углами $\beta = 61^\circ, \gamma = 70^\circ, \delta = 60^\circ$ провести линии до пересечения с пластом. Полученные точки пересечения, на разрезе вкрест простирания, являются границами целика. Полученные точки спроецировать на разрез по простиранию пласта и отстроить границы целика. Границы целика с разрезов вкрест простирания и по простиранию перенести на план.

3. Поскольку оставляемый целик имеет форму трапеции, то по формуле трапеции определить площадь

$$S = \frac{a+b}{2} l,$$

где a и b – основания трапеции, снятые с плана, м; l – наклонное расстояние между основаниями трапеции, м

$$l = \frac{D}{\cos v},$$

где D – горизонтальное проложение между основаниями трапеции, м; v – угол падения пласта.

Объем полезного ископаемого в целике определить по формуле

$$V = S m_n$$

Определить запас полезного ископаемого в целике

$$Q = S \gamma,$$

где $\gamma = 1,38$ – объемный вес угля в целике, $\frac{\text{т}}{\text{м}^3}$

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с необходимыми пояснениями расчетной части и графиками.

Контрольные вопросы:

1. Способы построения предохранительных целиков.
2. От чего зависит ширина бермы безопасности и каковы ее значения?
3. Сущность построения предохранительных целиков способом вертикальных разрезов.

Практическая работа 6.3.

Тема: Расчет устойчивости участка борта карьера.

Цель: Освоить методику расчета устойчивости участка борта карьера.

Задание: Борт карьера сложен слоистыми горными породами пологозалегающими, с углом падения (-1°) поверхностей ослабления в сторону выемки. Породы характеризуются следующими показателями (без учета слабых контактов между слоями): сцепление $c = 20$ т/м³; угол внутреннего трения $\rho = 21^\circ$; плотность $\gamma = 2,5$ т/м³. Показатели сопротивляемости сдвигу по контактам пород: $K' = 0,1$ Мпа; $\rho' = 15^\circ$. Средняя интенсивность нормального напряжения по наиболее слабому контакту $\sigma = 2,45$ Мпа.

Высота борта карьера $H=160$ - N м. Коэффициент запаса устойчивости борта $n_3=1,3$.

Требования к работе:

1. Определить глубину вертикальной трещины разрыва.
2. Вычислить условную высоту борта карьера.
3. Определить ширину призмы обрушения на верхней площадке.
4. Построить на разрезе поверхность скольжения откоса борта карьера.
5. Определить величины сил сдвигающих и удерживающих для каждого элементарного блока.
6. Определить коэффициент устойчивости откоса.
7. Составить и оформить отчет. Сделать вывод.

Последовательность выполнения работы:

1. Определить глубину вертикальной трещины разрыва образованной в верхней части откоса в результате растягивающих усилий

$$H_{90^\circ} = \frac{2cctg(45^\circ - \rho/2)}{\gamma},$$

где k - коэффициент сцепления; ρ - угол внутреннего трения; γ - плотность пород

2. Вычислить условную высоту борта карьера

$$H' = \frac{H}{H_{90^\circ}},$$

где H - высота откоса.

3. Используя график зависимости высоты откоса от его угла (рис.21) определить углу наклона откоса α по углу внутреннего трения ρ и условной высоте H' .
4. Определить ширину призмы обрушения на верхней площадке

$$a = \frac{2H \left[1 - ctg\alpha tg \left(\frac{\alpha + \rho}{2} \right) \right] - 2H_{90^\circ}}{ctg \left(45^\circ - \frac{\rho}{2} \right) + tg \left(\frac{\alpha + \rho}{2} \right)}$$

5. В масштабе 1:2000 построить поверхность скольжения по методу Г.Л. Фисенко
 - От нижней бровки отложить угол наклона борта карьера и отстроить откос борта на его высоту
 - От верхней бровки откоса отложить ширину призмы обрушения $a=AB$
 - Из точек A и B вертикально вниз отложить величину H_{90° , получая точки A' и B'
 - Из точек A' и B' вниз провести линии под углом $45^\circ + \rho/2$ к горизонту
 - Из полученной, при их пересечении, точки C восстановить перпендикуляр к направлению $B'C$
 - Отстроить направление LN , составляющее с откосом угол $\varepsilon = 45^\circ - \rho/2$
 - Определить точку O пересечения перпендикуляра к направлению $B'C$ и перпендикуляра к направлению LN
 - Радиусом $R=OC=OL$ провести дугу окружности LC . Линия $BB'CL$ является искомой поверхностью скольжения на разрезе откоса
 - На глубине H_1 провести поверхность ослабления $ДС_1$

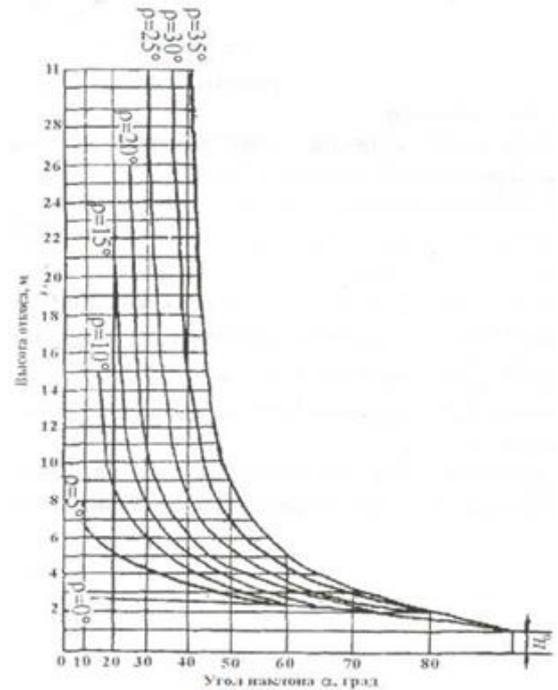


Рис.21

б. Определить суммы сдвигающих и удерживающих сил по поверхности скольжения

- Разбить полученную призму обрушения на 5-6 одинаковых блоков, границы между которыми принять вертикальными

- Блоки пронумеровать и определить их площадь и массу

$$S_i = a_i h_i$$

где a_i, h_i - ширина и высота элементарного блока, м

$$Q_i = S_i \gamma, \text{ кг/м},$$

где γ – объемный вес, кг/м^3

- Для каждого блока измерить углы наклона α_i основания блока к горизонту
- Определить нормальную составляющую силы веса элементарного блока

$$N_i = Q_i \cos \alpha_i$$

- Касательную составляющую силы веса элементарного блока породы

$$T_i = Q_i \sin \alpha_i$$

Для удобства все расчеты можно свести в таблицу 56.

Таблица 56.

№ п/п	Показатели	Ед изм	Блоки			Итого
			1	2		
1	Площадь S_i	м^2				
2	Масса блока шириной 1м Q_i	кг				
3	Угол наклона основания блока α_i	град				
4	Нормальные составляющие веса элементарных блоков N_i	кг/м				
5	Касательные составляющие веса элементарных блоков T_i	кг/м				
6	Длина основания блока по поверхности скольжения L	м				

- Сумма сил удерживающих

$$\sum F_{mp} + \sum F_{cu} = tg \rho \sum N_i + k \sum L_i$$

- Сумма сил сдвигающих

$$F_{сдв} = \sum T_i$$

- Коэффициент устойчивости откоса

$$n = \frac{\sum F_{mp} + \sum F_{cu}}{\sum F_{сдв}}$$

Коэффициент устойчивости сравнивают с коэффициентом запаса

Самостоятельная работа:

Составить и оформить отчет. Сделать вывод

Контрольные вопросы:

1. Параметры процесса сдвижения. Продолжительность и скорость процесса сдвижения.
2. Виды и характеристика деформаций пород бортов карьеров.
3. Факторы, влияющие на устойчивость бортов карьеров и отвалов.
4. Мероприятия, обеспечивающие устойчивость бортов уступов.
5. Поверхностные наблюдательные станции.

Раздел 7. Организация маркшейдерских работ.

Календарное планирование представляет собой распределение годовых заданий по производственным подразделениям и срокам выполнения, а также доведение установленных

заданий до конкретных исполнителей. В развитие годовых заданий составляются месячные планы по основным участкам и квартальные – по вспомогательным подразделениям. Оперативное планирование призвано обеспечить согласованную работу всех звеньев предприятия, выполнение планов производства с наименьшими затратами средств и труда. Главная задача оперативного планирования: довести задание до каждого работника, установить контроль за его выполнением и регулировать ход производства.

Составление плана горных работ – один из важнейших элементов планирования. План горных работ составляется в масштабе 1:2000 по каждому пласту в горизонтальной и вертикальной проекции в зависимости от угла падения. Он предусматривает:

- развитие линии забоев, наличие устойчивого фронта добычи и быстрее освоение производственной мощности;
- развитие подготовительных выработок, обеспечивающих своевременную подготовку фронта очистных забоев;
- применение более совершенных способов вскрытия, подготовки и разработки;
- ликвидацию разбросанности горных работ, уменьшение длины поддерживаемых выработок, путем уменьшения выемочных полей и снижения нагрузки на пласт, горизонт, выемочное поле;
- наличие запасных очистных забоев в зависимости от горно-геологических условий в количестве 20-25% от числа действующих.

В этом разделе предусмотрены практические работы по составлению планов развития горных работ, которые позволяют сформировать у студентов навыки и умения по профессиональную компетенцию ПК 6. Планировать горные работы.

Практическая работа 7.1.

Тема: Составление календарного плана развития горных работ при дражной разработке месторождений полезных ископаемых.

Цель: Освоить методику составления календарного плана развития горных работ при дражной разработке месторождений полезных ископаемых.

Задание: Разработка россыпи ведется дражным способом, используют драгу 250ДГ с объемом ковша 250 л. Средняя часовая производительность $Q_{ч}=320 м^3/ч$. Работа на дражном полигоне сезонная с непрерывной рабочей неделей. Дата пуска и остановки драги, коэффициент использования в сезоне K_u , угол откоса дражного забоя δ , мощность отработки m и ширина дражного забоя l_3 приведены в таблице 57.

Таблица 57

Номер варианта	Дата работы		Коэффициент использования K_u	Угол откоса дражного забоя δ	Мощность отработки m	Ширина дражного забоя l_3	Номер варианта	Дата работы		Коэффициент использования K_u	Угол откоса дражного забоя δ	Мощность отработки m	Ширина дражного забоя l_3
	пуск	остановка						пуск	остановка				
1	10.03	25.10	0,61	61	9,9	82	16	21.04	12.11	0,61	55	6,0	64
2	8.03	6.11	0,62	62	10,3	55	17	19.04	11.11	0,62	56	6,4	66
3	6.03	18.11	0,63	63	10,8	75	18	17.04	5.11	0,63	57	6,9	90
4	4.03	4.11	0,64	64	7,7	88	19	22.03	15.11	0,64	58	7,3	84
5	2.03	3.11	0,65	65	8,2	62	20	20.03	20.11	0,65	59	11,6	86
6	28.02	2.11	0,66	66	15,0	112	21	18.03	13.11	0,66	60	12,0	97
7	3.04	1.11	0,67	52	14,4	115	22	16.03	30.10	0,67	58	8,6	99
8	1.04	31.10	0,68	53	10,8	68	23	14.03	29.10	0,68	59	9,0	57
9	30.03	17.11	0,69	54	10,2	71	24	12.03	10.11	0,69	60	9,5	60
10	28.03	16.11	0,70	55	13,8	73	25	15.04	9.11	0,70	61	11,2	106
11	26.03	23.11	0,71	56	9,6	53	26	13.04	8.11	0,71	62	13,2	108

12	24.03	22.11	0,72	57	9,0	77	27	11.04	28.10	0,72	63	12,6	110
13	27.04	14.11	0,73	52	12,0	79	28	9.04	7.11	0,73	64	8,4	93
14	25.04	27.10	0,74	53	11,4	101	29	7.04	21.11	0,74	65	7,8	95
15	23.04	19.11	0,75	54	6,6	104	30	5.04	26.10	0,75	66	7,2	117

Требования к работе:

1. Произвести расчет месячной, квартальной и сезонной производительности участка.
2. Составить календарный план развития горных работ в масштабе 1:2000.

Последовательность выполнения работы:

1. Расчет производительности участка произвести в следующей последовательности:

- Определить величину заложения откоса

$$a = m \times \operatorname{ctg} \delta,$$

где m – мощность отработки, м; δ – угол откоса дражного забоя.

- Определить суточную производительность драги

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{час}} n K_{\text{и}},$$

где $Q_{\text{час}}$ – часовая производительность, м³/ч; n – количество рабочих часов в сутки, ч;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования в сезоне

- Рассчитать месячную производительность

$$Q_{\text{мес}} = Q_{\text{сут}} T_{\text{мес}},$$

где $T_{\text{мес}}$ – количество рабочих дней в месяце.

Определить площадь отработки и длину уходки за месяц

$$S = Q_{\text{мес}} / m$$

$$L_{\text{ух}} = S / l_3,$$

где l_3 – ширина дражного забоя.

Расчет свести в таблицу 58.

Таблица 58

Месяц	Количество рабочих дней	Производительность, м ³		Площадь отработки, м ²	Длина уходки, м
		суточная	месячная		

2. Построить план (рис. 22)

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с календарным планом и необходимыми пояснениями расчетной части.

Контрольные вопросы:

1. Какие бывают виды планирования?
2. Из чего складывается сезонная производительность драги?
3. Какие данные необходимы для составления календарного плана горных работ?

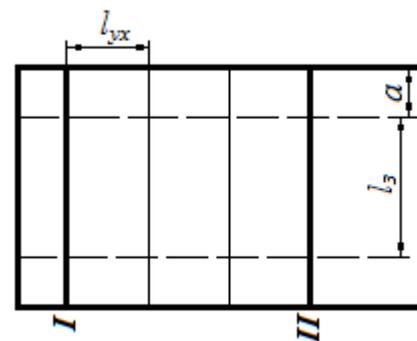


Рис.22

Практическая работа 7.2.

Тема: Составление календарного плана развития горных работ при прямом порядке отработки шахтного поля и сплошной системе разработки.

Цель: Освоить методику планирования горных работ при подземной разработке угольных пластов.

Материальное обеспечение: инженерные калькуляторы

Задание: Годовой план добычи угля 84000 т. Участок состоит из одной лавы и ведет подготовительные и очистные работы. Вынимаемая мощность пласта равна эксплуатационной $m_э$, плотность угля $\gamma = 1,28 \text{ т/м}^3$, угол падения пласта на начало планируемого периода 15° , но по простиранию уменьшается. Длина крыла лавы 1900 м. Длина очистного забоя на начало планируемого периода $h_н$, на конец года $h_к$.

Организация работ в лаве – один цикл в сутки $n_ц = 1$ с подвиганием забоя за цикл $l_ц$, коэффициент цикличности $K_ц = 0.9$. Рабочая неделя непрерывная. Потери отбитого угля в лаве составляют $\Pi = 2\%$, т.е. коэффициент извлечения $K_и = 0,98$.

Эксплуатационная мощность $m_э$; длина очистного забоя на начало планируемого периода $h_н$ и на конец года $h_к$; подвигание забоя за цикл $l_ц$ приведены в таблице 59.

Таблица 59

Номер варианта	Эксплуатационная мощность $m_э$	Длина очистного забоя		Подвигание забоя за цикл $l_ц$	Номер варианта	Эксплуатационная мощность $m_э$	Длина очистного забоя		Подвигание забоя за цикл $l_ц$
		на начало планируемого периода $h_н$	на конец года $h_к$				на начало планируемого периода $h_н$	на конец года $h_к$	
1	0,6	142	165	1,7	16	0,8	149	171	1,7
2	0,7	152	175	1,5	17	0,9	148	171	1,5
3	0,7	152	176	1,4	18	1,0	148	172	1,4
4	0,8	153	173	1,7	19	1,2	149	172	1,7
5	0,9	150	173	1,9	20	0,6	149	177	1,9
6	1,0	150	180	2,0	21	0,7	154	177	2,0
7	1,0	157	179	1,9	22	0,9	154	174	1,9
8	1,1	156	176	1,6	23	1,0	151	174	1,6
9	1,2	153	175	1,8	24	0,6	151	174	1,8
10	0,6	152	179	2,1	25	0,7	151	176	2,1
11	0,7	156	175	2,0	26	1,0	153	178	1,7
12	0,7	152	174	1,9	27	0,7	155	178	1,5
13	0,8	151	177	1,6	28	1,1	155	173	1,4
14	0,9	154	176	1,8	29	0,7	150	173	1,7
15	1,0	153	172	2,1	30	0,8	150	172	1,9

Требования к работе:

1. Произвести расчет месячных, квартальных и годовых показателей по очистному забою.
2. Составить план развития очистных горных работ участка на текущий год в масштабе 1:1000 или 1:2000.

Последовательность выполнения работы:

1. Произвести расчет месячных, квартальных и годовых показателей по очистному забою в следующей последовательности:

- Определить производительность пласта

$$P = m_э \gamma \text{ т/м}^3,$$

где $m_э$ – эксплуатационная мощность, м; γ – плотность угля, т/м^3 .

- Плановая скорость подвигания очистного забоя за месяц, квартал, год

$$L_{мес} = K_ц t_y n_ц l_ц, \text{ м}$$

где $K_ц$ – коэффициент цикличности; t_y – продолжительность планового периода или число рабочих дней забоя за планируемый период (месяц, квартал, год); $n_ц$ – количество циклов в сутки; $l_ц$ – длина подвиганием забоя за цикл, м.

Плановая скорость подвигания очистного забоя за квартал и год определить суммированием скорости подвигания забоя за соответствующие месяцы. Расчет свести в таблицу 58.

- Среднедействующая длина линии очистного забоя за месяц, квартал и год определить по плану горных выработок участка в масштабе 1:1000 или 1:2000 (рис. 23).

На плане горных работ нанести направление откаточного штрека. Фактическое положение линии очистного забоя на начало планируемого периода обозначено $AA_1=h_n$. По направлению откаточного штрека отложить величину подвигания очистного забоя за год $L_{год}$ от А до Б. Линия $BB_1=h_k$ – ожидаемое положение очистного забоя на конец планируемого периода. В связи с тем, что угол падения меняется, линия очистного забоя тоже будет меняться и расчет лучше производить по средней действующей линии очистного забоя.

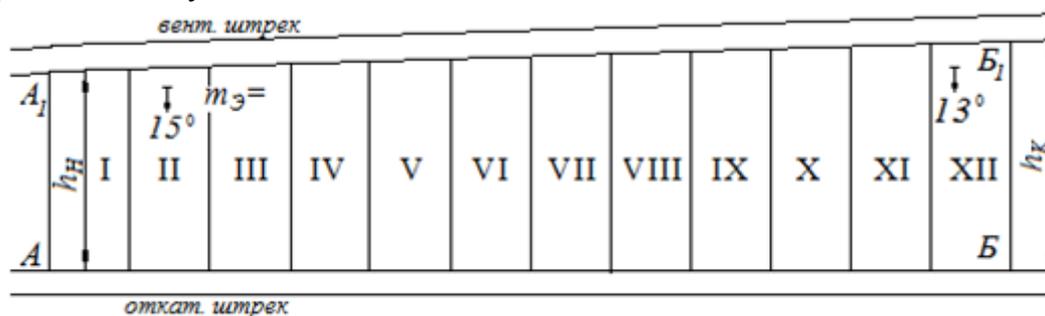


Рис.23

Средняя расчетная длина очистного забоя, действующего в течении всего года

$$h_{оч} = \frac{h_n + h_k}{2}, \text{ м}$$

- Определить площадь выемки за месяц

$$S_{мес} = h_{оч} L_{мес}$$

- Плановая добыча угля

$$D_{мес} = S_{мес} PK_{и},$$

где $K_{и}$ – коэффициент извлечения

Расчеты свести в таблицу 60.

Таблица 60

Месяц	Скорость подвигания забоя, м	Площадь выемки за месяц, м^2	Добыча угля за месяц, т	Месяц	Скорость подвигания забоя, м	Площадь выемки за месяц, м^2	Добыча угля за месяц, т
Январь				Июль			
Февраль				Август			
Март				Сентябрь			
Итого за квартал				Итого за квартал			
Апрель				Октябрь			
Май				Ноябрь			
Июнь				Декабрь			
Итого за квартал				Итого за квартал			
Всего							

Полученное значение добычи за год сравнить с установленным годовым планом и сделать вывод.

2. Составить план развития очистных горных работ участка на текущий год в масштабе 1:1000 или 1:2000 (рис.23)

Самостоятельная работа:

Оформить отчет с календарным планом и необходимыми выводами и пояснениями расчетной части.

Контрольные вопросы:

1. Какие бывают виды планирования?
2. Как определить годовую производительность очистного участка?
3. Какие данные необходимы для составления календарного плана горных работ?

Список используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов:

Учебные издания:

1. Певзнер М.Е., Попов В.Н. и др. Маркшейдерия.– М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2003.
2. Евдокимов А.В., Симанкин А.Г. Сборник упражнений и задач по маркшейдерскому делу. – М.: издательство Московского государственного горного университета, 2004.
3. Инструкция по производству маркшейдерских работ РД 07-603-03, утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 6 июня 2003г. № 73
4. Попов В.Н., Букринский В.А. Геодезия и маркшейдерия. .– М.: Издательство «Горная книга», 2003.
5. М.П. Пятлин, Н.И. Стенин Маркшейдерское дело. Практикум», Ленинградский горный институт им. Г.В. Плеханова, 1986 г.

Интернет-ресурсы:

1. ГОСТ 2.857-75. Межгосударственный стандарт. Горная графическая документация. Обозначения условные полезных ископаемых, горных пород и условий их залегания. – Режим доступа:
http://www.complexdoc.ru/ntdpdf/567403/gornaya_graficheskaya_dokumentatsiya_oboznacheniya_uslovnyye_poleznykh_iskop.pdf, свободный. – Загл. с экрана.