

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

**ИННОВАЦИОННАЯ МАРКШЕЙДЕРСКАЯ СЛУЖБА В
ГОРНОМ ДЕЛЕ**

ТАШКЕНТ -2017

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ОТРАСЛЕВОЙ ЦЕНТР ПЕРЕПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ ПРИ
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по модулю

**ИННОВАЦИОННАЯ МАРКШЕЙДЕРСКАЯ СЛУЖБА В ГОРНОМ
ДЕЛЕ**

Составитель: И.И. Иногамов

ТАШКЕНТ -2017

Данная учебная рабочая программа разработана на основании учебной программы утвержденного приказом Министерства высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан № 603 от 29 августа 2017 года.

Разработали: И.И. Инагамов- к.т.н. доцент кафедры «Геодезия и маркшейдерское дело» ТГТУ

Ш.К.Рахмонов –ассисент кафедры «Геодезия и маркшейдерское дело» ТГТУ

Рецензент: ТГТУ, д.т.н., профессор А.Юнусходжаев

Данная рабочая программа рекомендована к использованию Советом Ташкентского государственного технического университета (протокол № _____ от _____ 2017 года).

СОДЕРЖАНИЕ

<u>I. Рабочая программа</u>	
<u>II. Интерактивные методы обучения, используемые в модуле.</u>	
<u>III. Теоретические Материалы</u>	
<u>IV. Материалы практических занятий</u>	
<u>V. Банк кейсов</u>	
<u>VI. Темы для самостоятельного обучения</u>	
<u>VII. Глоссарий</u>	
<u>VIII. Список литературы</u>	

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Программа составлена на основе указа ПФ-4732 от 12 июня 2015 года Президентом Республики Узбекистан «О мерах улучшения системы переподготовки и повышения квалификации руководящих и педагогических кадров высших учебных заведений», цель которой является улучшение, переподготовка и суть процесса повышения квалификации на основе современных требований, а так же поставленная задача регулярно повышать профессиональную компетентность педагогических кадров высших учебных заведений.

Теоретические и практические материалы рабочей программы по модулю “Инновационная маркшейдерская служба в горном деле” разработаны на основе международного опыта включает в себя ознакомить слушателей с актуальными проблемами специализации направления и их решениями.

Цель и задачи учебного модуля

Цель и задачи модуля “Инновационная маркшейдерская служба в горном деле” - является обеспечение современными информационными данными на основе использование GPS, GLONASS, дистанционного зондирования земли, лазерное сканирование и другие так как традиционные геодезическо-маркшейдерские работы на основе угловых, линейных, азимутальных и нивелирных измерений не могут оперативно решать задачи обеспечения потребителей параметрами, характеризующими местоположение и ориентировку в пространстве.

Требования, предъявляемые к знаниям, умениям, навыкам и компетенциям по модулю

Слушатель, в пределах задач модуля «Инновационная маркшейдерская служба в горном деле» должен:

знать:

- сущность основных понятий изучаемых в маркшейдерском деле;
- основные формулировки понятий маркшейдерского обеспечения рационального недропользования;
- основные методы математического моделирование геологических объектов и процессов горного производства.

уметь и владеть навыками:

- уметь самостоятельно увидеть следствия с формулированного результата;
- уметь ориентироваться в постановках задач в маркшейдерском деле;
- анализировать полученные результаты, и прогнозировать их на неизученные участки месторождения;
- использовать основные методы математического моделирование геологических объектов и процессов горного производства;

- использовать теоретические и практические знания для решения задач различных типов и уровней сложности, как в рамках изучаемой дисциплины, так и в других дисциплинах, использующих материалы в маркшейдерском деле.

обладать компетенциями:

- создать показательных презентаций для лекционных и практических занятий с применением современных педагогических и информационных технологий, их применения на практике;
- создать и использовать электронной учебно-методической базы по данному модулю дисциплины.
- использовать математического аппарата дисциплины для решения различных задач, возникающих в дальнейшей учебной и профессиональной деятельности;
- анализировать точности маркшейдерских работ.

Рекомендации по проведению и организации учебного модуля

При проведении обучения запланировано использование современных методов, педагогических и информационно-коммуникативных технологий:

- лекции запланировано проводить в форме презентаций с использованием современных компьютерных технологий;
- практические занятия запланировано проводить с помощью интерактивных методов (кейс-стади, деловые игры, интервью и др.).

Взаимосвязь учебного модуля с другими модулями

Содержание модуля непосредственно связано с другими блоками учебного плана модулями с «Перспективы разработки полезных ископаемых», «Переработка и обогащения полезных ископаемых» и «Машины и комплексы в горном деле».

Роль модуля в системе высшего образования

Происходящие коренные изменения в системе образования, особенно научно-техническое развитие определяет роль модуля “Инновационная маркшейдерская служба в горном деле” в системе высшего образования.

Организация эффективного и плодотворного образования путем создания новых инновационных технологий обучения дисциплин направления модуля “Инновационная маркшейдерская служба в горном деле” и их применения в системе образования помогает системно увеличить качество образования.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ

Модуля “Инновационная маркшейдерская служба в горном деле”

№	Темы	Учебная нагрузка, час					
		Аудиторная учебная нагрузка					
		Общие	Итого	Из них:			Самостоятельная работа
теоритические	практические			Внеаудиторное			
1	Применение спутниковых навигационных и инерциальных систем в маркшейдерии	4	2	2			2
2	Маркшейдерское обеспечение подземного способа разработки месторождений полезных ископаемых	4	2	2			2
3	Маркшейдерское обеспечение открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых	4	4		2	2	
4	Анализ точности маркшейдерских работ	4	4		2	2	
Общие		16	12	4	4	4	4

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЯ

1-тема: Применение спутниковых навигационных и инерциальных систем в маркшейдерии.

Традиционные геодезическо-маркшейдерские работы на основе угловых, линейных, азимутальных и нивелирных измерений не могут оперативно решать задачи обеспечения потребителей параметрами, характеризующими местоположение и ориентировку в пространстве. Точность и сроки доведения до потребителей плановых координат, азимутов (дирекционных углов) и высот точек и специальных пунктов в районах действующих и строящихся объектов горно-добывающей отрасли в конечном счете обуславливают своевременное определение параметров смещения поверхности и горных пород, деформации подземных выработок и оборудования.

2-тема: Маркшейдерское обеспечение подземного способа разработки месторождений полезных ископаемых.

Основной целью маркшейдерской службы является обеспечение руководства горным предприятием необходимой информацией для осуществления эффективного и безопасного ведения горных работ. Виды маркшейдерских работ и решение конкретных задач во многом зависят от целей ведения горных работ и системы разработки месторождения. Основным видом маркшейдерских работ при подземном способе разработки месторождения является подземная маркшейдерская съемка, обработка и отображение объектов горного производства на горно-геометрических графиках, которые служат основой текущего и перспективного планирования, а также управление процессами горных работ.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1-практическое занятие: Маркшейдерское обеспечение открытого способа разработки месторождений полезных ископаемых

В период подготовки карьерного поля маркшейдерская служба создает опорную и съемочную сеть, выполняет комплекс съемочных работ, по результатам которых составляет генеральный план поверхности месторождения. Полученная документация используется при выборе рациональной схемы вскрытия и системы разработки месторождения, при составлении проектов зданий и сооружений горного предприятия, размещаемых в пределах пром-площадки и земельного отвода.

2-практическое занятие: Анализ точности маркшейдерских работ.

В разделе рассмотрены основные маркшейдерские съемки подземных горных выработок (инструменты и способы выполнения подземных съемок, методы составления планов горных выработок и решения по ним простейших задач). С рассмотрением оценки погрешности измерений при тех или иных съемках, производить оценку точности выполненных обоснованно выбрать измерений, а также по заданной точности конечного результата съемки обоснованно выбирать направление ведение горных работ.

Выездные занятия

Знакомство слушателей с организацией маркшейдерских работ на объектах горнометаллургического комплекса:

“Алмалыкский горный металлургический комбинат” (2 часа),

Акционерное общество Узбекиуголь (2 часа).

Формы обучения

Форма обучения отражает такие внешние стороны учебного процесса, как способ его существования: порядок и режим; способ организации обучения: лекция, семинар, самостоятельная работа и пр; способ организации совместной деятельности обучающего и обучающихся: фронтальная, коллективная, групповая, индивидуальная.

При обучении важным является выбор формы организации учебной деятельности участников:

- Коллективная – коллективное, совместное выполнение общего учебного задания всеми студентами. Характер полученного результата: итог коллективного творчества.
- Групповая – совместное выполнение единого задания в малых группах. Характер полученного результата: итог группового сотрудничества на основе вклада каждого.
- Индивидуальная – индивидуальное выполнение учебного задания. Характер полученного результата: итог индивидуального творчества. Обычно предшествует групповой работе.

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

№	Критерии оценки	Балл	Максимальный балл
1	Кейс	1,5 балла	2,5
2	Самостоятельная работа	1,0 балла	

II. ИНТЕРАКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В МОДУЛЕ

"Мозговой штурм"

Мозговой штурм (брейнсторминг - мозговая атака) – метод коллективной генерации идеи решения научной или практической задачи.

Во время мозгового штурма участники стремятся совместно решить сложную проблему: высказывают свое мнение по решению задачи (генерируют), отбирают наиболее соответствующие, эффективные и оптимальные идеи без критики остальных вариантов, обсуждают отобранные идеи и развивают их, а также оцениваются возможности их обоснования или опровержения.

Основная цель мозговых атак – активизация учебной деятельности, самостоятельное изучение проблемы и развитие мотивации его решения, культура общения, формирование коммуникативных навыков, избавление от инерции мышления и преодоление привычного хода мышления при решении творческой задачи.

- **Прямой коллективный мозговой штурм** – обеспечивает сбор максимального числа мнений настолько это возможно. Вся группа исследования (не более 20 человек) занимается решением одной проблемы.

- **Массовый мозговой штурм** – дает возможность резко повысить эффективность генерации идей в большой аудитории, разделенной на микрогруппы.

- В каждой группе решается один из аспектов проблемы.

Пример занятия по методу "Мозговой штурм"

1. Для какого типа теодолита допускается отклонение вертикальной нити сетки не более, чем три ширины штриха?
2. Для какого типа теодолита допускается отклонение коллимационной погрешности не более 4,5"?
3. Для какого типа теодолита допускается угловой эксцентриситет круга не более 20"?
4. Для какого типа теодолита эксцентриситет алидады ГК определяют по изменению $2C$?
5. Какое расхождение угла i допускается для технических нивелиров?
6. Какая поверка у нивелиров с компенсаторами является основной?
7. Как определяются размеры профильной линии наблюдательной станции?
8. Какие точки являются точками критических деформаций в мульде сдвига?
9. Рекомендации правил охраны сооружений и меры охраны ответственных инженерных сооружений
10. Нормативные документы регулирующие вопросы по сдвигению горных пород
11. Приборы применяемые при гироскопическом ориентировании подземных горных выработок.

Таблица SWOT-анализа

SWOT – наименование происходит от начальных букв следующих английских слов:

Strengths– сильные стороны, предполагает наличие внутренних ресурсов;

Weakness– слабые стороны или наличие внутренних проблем;

Opportunities– возможности; наличие возможностей для развития предприятия;

Threats– угрозы, угрозы от внешней среды.

Как правило, успешность SWOT-анализа зависит не от предприятия, а зависит от учета результата при разработке стратегических целей и проектов в будущем. При его использовании его элементы могут быть интерпретированы следующим образом:

Пример занятия по методу "SWOT"

Электронные теодолиты

S	Сильные стороны электронных теодолитов	Быстрая, эффективная, качественная работа
W	Слабые стороны электронных теодолитов	Невозможна работать в полевых условиях без компьютера
O	Опции пользования электронными теодолитами	Можно выполнять несколько работ одновременно (память теодолитов позволяет)
T	Барьеры (внешние)	Для пользования этих устройств нужно иметь программное обеспечение той же компании.

Пример занятия по методу "Кластер"

КЕЙС-СТАДИ

«Кейс-стади» (Case-study) – это система обучения, основывающаяся на анализе, решении и обсуждении реальных и смоделированных (вымышленных) ситуаций. Метод «кейс-стади» интегрирует в себе технологии развивающего обучения, включая процедуры индивидуального, группового и коллективного развития, и формирования различных личностных качеств обучаемых.

Под методом «кейс-стади» понимается активный метод обучения, основанный на организации преподавателем в группе обучающихся обсуждения задания, представляющего собой описание конкретной ситуации с явной или скрытой проблемой.

Кейс-стади (от англ. слова *case* – реальная ситуация) – метод конкретных реальных ситуаций.

Сущность кейс-стади – изучение общих закономерностей на примере анализа конкретных случаев.

Что такое кейс? Кейс – это жизненная история, включающая в себя необходимую информацию: для принятия решения, для разрешения конфликта или проблемы, которая может быть предложена для обсуждения в группе и выявления позиций слушателей по существу вопроса.

Особое место в организации обсуждения и анализа кейса принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма». В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности участников.

Критерии оценки кейсов:

грамотное решение проблемы;	новизна и неординарность решения проблемы;	краткость и четкость изложения теоретической части;	качество оформления решения проблемы;	этика ведения обсуждения (дискуссии).
-----------------------------	--	---	---------------------------------------	---------------------------------------

Пример занятия по методу «Кейс-стади»

Вычисление и оценка точности определения координат пункта съёмочной сети обратной засечкой с использованием компьютерных технологий

Цель работы. Обработать полевые измерения и дать заключение о надёжности определения пункта съёмочной сети разреза для съёмки горных выработок в масштабе 1:2000.

Исходные данные

1. Координаты четырех пунктов опорной сети разреза и высота визирования на пункты (прил. 3).
2. Измеренные горизонтальные направления, высота инструмента на пункте съёмочной сети и углы наклона с определяемого пункта (прил. 4).

Порядок выполнения работы

1. Составить в удобном масштабе (1:10000 или 1:25000) схему расположения пунктов маркшейдерской опорной сети разреза и определяемого пункта съёмочной сети.

2. Загрузить программу «zasechki.exe», выбрать в основном меню программы блок «Работа с каталогом», операцию «Редактирование, просмотр каталога». Проверить, имеются ли в каталоге сведения о пунктах опорной сети, к которым произведена привязка определяемого пункта съёмочной сети, и верно ли занесены сведения о координатах. В операцию «Редактирование, просмотр каталога» можно внести исправления, если неверно набраны координаты, при отсутствии в каталоге имени пункта необходимо выбрать операцию «Добавление новых пунктов в каталог» и произвести пополнение каталога.

3. Установить два возможных варианта определения пункта съёмочной сети обратной засечкой.

4. В меню программы выбрать блок «Вычисление координат», способ «Обратная засечка» вычислить координаты X и Y пункта съёмочной сети из решения двух оптимальных схем обратной засечки и погрешность пункта в плане для каждой схемы. Привести математический аппарат, реализованный в программе для вычисления координат.

5. Установить из двух вариантов обратных засечек разность в положении пункта съёмочной сети в плане, сличить её с допустимой по «Инструкции...» [8].

6. Вычислить из двух вариантов высотную отметку определяемого пункта съёмочной сети с учётом поправки за кривизну Земли и рефракцию, расхождение высотных отметок сравнить с допустимым по "Инструкции..." [8].

Привести математический аппарат, реализованной в программы.

7. Дать заключение о надёжности определения пункта съёмочной сети разреза способом обратной геодезической засечки.



Этап I. Погружение в проблему:

- Приветствие. Визуализация.
- Актуализация проблемы.
- Круг вопросов для обсуждения.
- Презентация системы работы.
- Выводы.

Этап II. Осмысление содержания:

- Презентация новой информации.

Этап III. Разработка кейса:

- Презентация промежуточной информации.
- Промежуточные выводы.
- Представление окончательной информации и выводов.

III. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1-ТЕМА: ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ И ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ В МАРКШЕЙДЕРИИ

План:

1. Мобильные средства измерений для производства маркшейдерских работ
2. Основные показатели глобальной системы местопределения
3. Принципы маркшейдерской съемки.

Ключевые слова: измерения, космическая геодезия, глобальная система наблюдения, GPS, GNSS, GLONASS, маркшейдерские работы, Спутниковая геодезия

1.1. МОБИЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ

Американская спутниковая система глобального позиционирования (GPS NAVSTAR). Он обеспечивает положение в реальном времени в соответствии с WGS84. геодезическая система отсчета. Использование в основном связанной с обследованием и навигационным приложением.

Система включает в себя три модуля, или сегменты:

- космический сегмент;
- сегмент управления;
- сегмент обследования.¹

Основные измерения в маркшейдерии выполняются с помощью технологии GPS, которая измеряет расстояние между спутником и приемником. Это происходит непосредственно через вспомогательных измерений, относящихся как к передаче сигнала от спутников к приемнику и их технических характеристик.²

¹ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 411

² Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.137-138

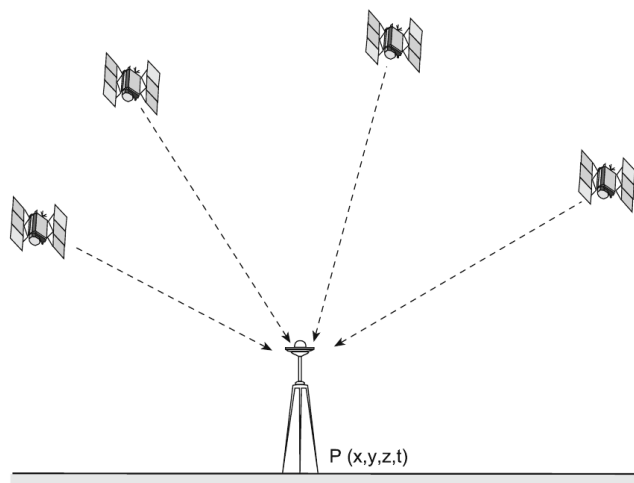


Рис. 1. GPS и ресивер. Глобальные системы позиционирования: минимум четыре спутника используются для вычисления пространственных географических координат.

Целью GPS является создание всемирной системы навигации для решения стратегических и экономических задач, применительно к объектам недропользования.

Среди других дисциплин обследования, метод лазерного сканирования особенно значимы, поскольку он характеризуется способностью производить полную информацию и достичь высокой точности, а также значительным уровнем автоматизации и производительности.

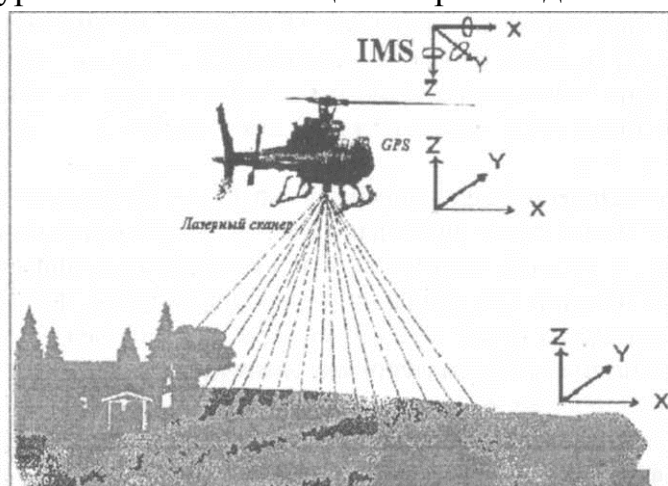


Рис. 2. Трехмерное лазерное сканирование

В настоящее время в передовых странах мира разрабатывают и внедряют в практику автоматизированные системы геодезическо-маркшейдерских измерений. Как правило, подобные системы создаются на основе результатов научно-технического прогресса в области высшей геодезии, астрономии, маркшейдерии, измерительной прецизионной техники, электронно-вычислительных средств, математики, программирования и

освоения космоса.³

³ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 412

Таким образом, методы лазерного сканирования представляют значимую эволюцию некоторых аспектов фотограмметрии, непосредственно снабжающие модель 3D поверхности, традиционно получают из стереоскопической разработки двумерных изображений, таким образом, маркшейдерское обеспечения горных работ приближается к полной автоматизации процесса.

В настоящее время разработаны принципиально новые технические средства - спутниковые (космические) навигационные и геодезические системы, а также инерциальные навигационные и геодезические комплексы, являющиеся автономными системами определения геодезических параметров при решении практически всех научных и прикладных задач геодезико-маркшейдерского обеспечения. К мобильным технологиям производства маркшейдерских, геодезических и картографических работ следует отнести и трехмерное лазерное сканирование, являющееся дальнейшим развитием принципа безотражательных дальномеров, требующего использования на борту носителя как GPS (глобальной системы местоопределения), так и инерциальной системы.

Космической геодезией называется раздел геодезической науки, в котором изучаются вопросы использования наблюдений искусственных и естественных спутников Земли и планет для решения научных и практических задач геодезии. Спутниковая геодезия является самым новым и наиболее быстро развивающимся разделом высшей геодезии. Она использует весь арсенал измерительных средств, предоставляемых современной физикой и техникой, а обработка результатов измерений ввиду огромного количества информации, поступающей от современных измерительных средств, возможна сейчас только с использованием мощных компьютеров.

Для геодезико-маркшейдерской практики наибольший интерес представляет сфера прикладных задач, решаемых с помощью спутников, а именно оперативные и высокоточные определения координат пунктов при создании, сгущении опорных и специальных геодезических сетей, точек местности для решения различных горно-геологических и геофизических задач и других практических приложений.

Подобные задачи решаются благодаря созданию глобальных спутниковых навигационных систем (СНС) типа "Навстар" (США) и Глонасс" (РФ).

Одним из существенных факторов, обеспечивающих надежность и эффективность спутниковой технологии в геодезико-маркшейдерских работах, является высокий уровень интеграции международного сообщества в этой области.

Основные характеристики приемоиндикаторов GPS

Шифр приемоиндикатора	Название фирмы (страны)-изготовителя	Число каналов (частот)	Точность определения координат		Общая масса комплекта, кг	Примерная стоимость (тыс. \$)	
			в абсолютном режиме, м	в относительном режиме			
GPS WILD-	"Лейка"	9(2)	15	$5+1 \cdot 10^4$ мм	15-20 мин	15-20	70

Sistem	(Швейцария)						
Sersel TR5S	"Серсель" (Франция)	5(2)	10-15	S+110^D мм	10-20 мин	40	65
Achtech XII	"Аштек" (США)	12(2)	20	3-5 мм	30^40 мин	5	35
4000 SST	"Тримбл" (США)	8,12(2)	4	5+110^-D мм	15 мин	15	35
MX 4200D	"Магновокс" (США)	6(2)	10-15	2-5 см	10 мин	0,9	30
Magellan	"Магеллан" (США)	5(1)	15-20	10-20 см	10 мин	0,85	11

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ

Как отмечалось выше, развитие компьютерной техники и радиоэлектроники, а также вывод на орбиту искусственных спутников Земли позволили разработать прогрессивные высокоточные методы определения координат фиксируемых точек на земной поверхности, основанные на работе глобальных систем местоопределения.

Показатели	GPS	"Глонасс"
Количество активных спутников	24	24
Время обращения спутника	12 ч	11 ч 15 мин
Склонение	54°	65°
Передача орбитальных данных один раз	в 1 ч	в 55 мин
Синхронизация времени	UTC (США)	UTC

Эти системы в последнее время находят все большее применение в различных отраслях промышленности многих стран мира.

Глобальные системы местоопределения на настоящий момент времени представлены двумя видами: "Глонасс" и "Навстар" (США). Отечественная система "Глонасс", предназначенная для мирных целей, находится в стадии завершения и должна включать 24 искусственных спутника Земли. Баллистическое построение и тактико-технические данные системы весьма близки к соответствующим характеристикам американской системы "Навстар", функционирующей в полном объеме уже несколько лет. Уровень развития приемников спутниковой информации определяет точность фиксирования координат точек на земной поверхности, что характеризует состояние внедрения и эффективности спутниковой технологии.⁴

В ранцевом исполнении аппаратура потребителей системы "Глонасс" весит 5-10 кг и рассчитана на различные условия применения. В России серийно выпускается хорошо зарекомендовавший себя спутниковый навигационный приемоиндикатор А-72-4М-01. Координаты с его помощью в абсолютном режиме определяются с точностью 16-21 м. Для пунктов, удаленных от 10 до 100 км от исходного пункта, при сеансах наблюдения до 2-3 ч можно получить точность взаимного положения 1,5-2,5 м.

⁴ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.138-139

Приемоиндикатор работает по закрытому коду, является одноканальным, одночастотным. Потребляемая мощность приемоиндикатора - 180 Вт, масса - 27,5 кг, стоимость около 1 млн руб. Ведутся работы по созданию шестиканального геодезического приемоиндикатора "Репер", основанного на использовании радиосигналов спутников систем "Глонасс" и "Навстар" одновременно. При длительных наблюдениях это обеспечит получение координат точек с точностью до 1-5 см. В дифференциальном режиме ошибка определения координат составит 1-5 м, в оперативном режиме - 15-20 м. Питание от аккумулятора 12 В, от сети 115-220 В, масса приемника - 5 кг. Из-за отсутствия надежных отечественных элементных баз окончательная доводка и запуск в серию откладывается уже в течение нескольких лет.

В настоящее время (совместно со Швейцарской фирмой Leica) используется и экспериментальный одночастотный приемник сигналов GPS "Землемер Л1", а также программное обеспечение для постобработки результатов измерения (BL-LJ), основанное на стандартном пакете программ фирмы Lieka - SKI.

Система США "Навстар" по надежности, точности и дизайну на 1-2 порядка превосходит систему "Глонасс". Рынок приемоиндикаторов системы "Навстар" непрерывно расширяется благодаря выпуску их более чем 200 фирмами США, Западной Европы и Японии. Приведенные в таблице характеристики наилучших приемоиндикаторов системы "Навстар", имеющих различное назначение и класс, отличаются в основном точностью определения координат (от 0,001 до 10-15 м) и стоимостью.⁵

Американская система, как и российская, состоит из трех сегментов: сегмент управления, космический и наземный сегменты.

Сегмент управления предназначен для управления режимом движения спутников, корректировки их работы и проведения профилактических работ. При возникновении неполадок в передаче сигналов неисправный спутник переводится из рабочего режима в запасной. Сегментом управления контролируется синхронность генераторов, установленных на спутниках.

Космический сегмент представляет собой 31 искусственный спутник Земли, 24 из которых постоянно находятся в рабочем режиме, а остальные 7 включаются в работу при аварии или профилактических работах. Спутники вращаются в шести орбитальных плоскостях с отклонением 55° по отношению к экватору, что позволяет в каждой точке земного шара одновременно фиксировать сигналы от 16 спутников Земли. Период обращения - около 12 ч. Дальность удаления от поверхности Земли - 20 200 км. Спутниками испускается сигнал, состоящий из двух несущих частот закрытого (SVA) и открытого (CVA) кодов, длины волн которых $L_1 = 0,19$ м, $L_2 = 0,24$ м. Для мирных целей применяется открытый код (C/A).

Наземный сегмент представлен различными приемоиндикаторами (табл. 3.2), предназначенными для приема сигналов спутников. Используя исходящие от спутников сигналы и произведя определенные вычисления,

⁵ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 412

приемоиндикатор обеспечивает определение местоположения точки приема сигнала. Приемоиндикаторы, в зависимости от точности, используются для навигационных (определение местоположения судна, самолета и т.д.) и геодезических (высокоточных местоопределений отдельных точек) целей.

Приемоиндикаторы GPS подразделяются на две основные группы: двухчастотные и одночастотные.

При определении координат двухчастотными приемоиндикаторами используются коды двух частот L_1 и L_2 , что обеспечивает быстрое разрешение неопределенностей фаз несущей частоты, присущих определению псевдодальностей (расстояние от спутника до приемоиндикатора). Точность таких приемоиндикаторов достигает 1-5 мм при работе в дифференциальном режиме.

Одночастотные приемоиндикаторы используют только код несущей частоты L_1 . Точность их колеблется в пределах менее 1 м при времени измерения 10-15 мин.

Для геодезических целей приемоиндикаторы специально ориентированы на получение высоких точностей и характеризуются в связи с этим функцией измерения фаз несущих волн, многоканальностью приемоиндикатора (6-12 каналов), двухчастотными измерениями фаз и другими устройствами. Поэтому их стоимость в несколько раз выше портативных одночастотных приемоиндикаторов.



Блок-схема работы GPS

1.3. ПРИНЦИПЫ МАРКШЕЙДЕРСКОЙ СЪЕМКИ

Маркшейдерская съёмка, определение прямоугольных пространственных координат различного рода точек на земной поверхности и в пределах объёмных контуров месторождений полезных ископаемых для составления горной графической документации. Объекты Маркшейдерская съёмка: рельеф и ситуация земной поверхности, естественные и искусственные обнажения горных пород, устья горных и разведочных выработок, проводимые горные выработки (в период разведки или разработки месторождений), элементы

геологического строения месторождений, точки отбора проб, границы опасных зон, сооружения и различные коммуникации в горных выработках.⁶

Основной принцип Маркшейдерской съёмки — последовательный переход от общих, более точных геометрических построений, к частным, менее точным построениям. В соответствии с этим процесс съёмки включает построение плановых и высотных маркшейдерских опорных сетей на земной поверхности и в горных выработках, построение съёмочных сетей и съёмочные работы (собственно определение координат отдельных точек).

Основные методы Маркшейдерской съёмки: стереофотограмметрический (воздушный, наземный и подземный); локационные (звуколокация, светолокация, радиолокация); мензульные; тахеометрические; теодолитные (полярный и ортогональный); нивелирование площадей и комбинированные съёмки. Ориентирование подземных маркшейдерских опорных сетей производится геометрическим, оптическим или гироскопическим способами. Центрирование сети осуществляется при помощи отвеса. Передача высот по вертикальным горным выработкам производится длиномером, длинной шахтной лентой, проволокой или при помощи светодальномеров. Конечный результат Маркшейдерской съёмки — горной графической документации. Весь процесс их составления состоит из трёх этапов: определение пространственных координат точек; вычисление и математическая обработка результатов измерения; графические работы по составлению чертежей. Точность Маркшейдерской съёмки и её масштабы регламентируются технической инструкцией по производству маркшейдерских работ.⁷

В последнее время все большее принимают лазерное сканирование, этот способ является более современным и дает возможность выполнять съёмочные работы и получают результаты оперативно.

Лазерное сканирование не зависит от человеческого фактора. Точность определяется дальностью действия и назначением сканера

Для полноценного сканирования объекта необязательно хорошее освещение сканер может работать и в абсолютной темноте 24 часа в сутки, в отличии от классического метода, которое ограничивается световым днём.

РАЗЛИЧАЮТ СЛЕДУЮЩИЕ ВИДЫ СКАНЕРОВ:

- ✓ СРЕДНЕГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ (погрешность до нескольких миллиметров, дальность до 120 м),
- ✓ ДАЛЬНЕГО РАДИУСА ДЕЙСТВИЯ (дальность сотни метров, погрешность от миллиметров до первых сантиметров),
- ✓ МАРКШЕЙДЕРСКИЕ
- ✓ (погрешность доходит до дециметров, дальность более километра).

⁶ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 413

⁷ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.137-139



ПРИНЦИП РАБОТЫ СКАНЕРА

Высокая Детальность;

Отличная Скорость;

Подробный Массив Данных Измерений В 3d Виде;

Постоянный Доступ К Данным Из Офиса;

3d Модели, Чертежи, Разрезы, Недоступные Расстояния, Импорт В Cad И Гис.

Они работают и в самые суровые дни



Ими можно управлять удаленно



Виды сканеров

PULSE SCANNING
Long-Range, High Accuracy Scanners

 CYRAX 2400 800pts/sec	 CYRAX 2500 1,000pts/sec	 LEICA HDS3000 2,000pts/sec	 LEICA SCANSTATION 4,000pts/sec	 LEICA SCANSTATION 2 50,000pts/sec	 LEICA SCANSTATION C10 50,000pts/sec	 LEICA SCANSTATION P20 1,000,000pts/sec
---	---	--	--	---	---	--

BEST OF BOTH WORLDS
Pulse and Phase Scanning Meet

 LEICA SCANSTATION P16 1,000,000pts/sec	 LEICA SCANSTATION P30 1,000,000pts/sec	 LEICA SCANSTATION P40 1,000,000pts/sec
--	---	--

PHASE SCANNING
Short-range, Ultra High-Speed Scanners

 HDS4500 250,000pts/sec	 HDS6000 500,000pts/sec	 HDS6100 508,000pts/sec	 HDS6200 1016,000pts/sec	 HDS7000 1016,000pts/sec
--	--	--	---	--

Вопросы контрольные:

1. Назовите марку гироскопа для ориентирования подземных горных выработок?
2. Лазерное сканирование в подземных условиях обеспечивает какую точность отображения?
3. Преимущества и недостатки систем GPS и GLONASS?
4. Для какого типа теодолита эксцентриситет алидады ГК определяют по изменению 2С?
5. Какое расхождение угла i допускается для технических нивелиров, применяемых в подземных горных выработках?
6. Какая поверка у нивелиров с компенсаторами является основной?

Используемые литературы

1. Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.137-142
2. M.A. Gamarasca. Basics of Geomatics. Springer. 2009. p. 49-51 and 380-385
3. El-Rabbany A., 2006, Introduction to GPS: The Global Positioning System, 2nd ed. Artech House Publishers, Boston, p. 250
4. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle H., 2008, GNSS – Global Navigation Satellite Systems: GPS, GLONASS, Galileo, and More. Berlin Springer, p. 516,
5. Parkinson B.W., Spilker J.J. (Eds.), 1996, Global Positioning System: Theory and Practice. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., Washington, DC, Vols. I and II. p. 132

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

План:

1. Виды маркшейдерского обеспечения подземного способа разработки месторождений полезных ископаемых.
2. Маркшейдерские опорные и съемочные сети горизонтальная съемка горных выработок
3. Вертикальная съемка горных выработок
4. Ориентирно-соединительные съемки

Ключевые слова

Маркшейдерское дело, опорные сети, съемочные сети, горизонтальная съемка, вертикальная съемка, ориентирно-соединительные съемки

2.1.ВИДЫ МАРКШЕЙДЕРСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ



Каждая шахта или рудник, вне зависимости от своих масштабов, имеют маркшейдерскую службу, представленную обычно самостоятельным производственным участком (отделом). Наличие этой специальной службы связано с необходимостью квалифицированного решения ряда важных, сложных и ответственных задач горного производства.

Основной целью маркшейдерской службы является обеспечение горных предприятий необходимой информацией для осуществления эффективного и безопасного ведения горных работ. Виды маркшейдерских работ и решение конкретных задач во многом зависят от целей ведения горных работ и системы разработки месторождения. Основным видом маркшейдерских работ при подземном способе разработки месторождения является подземная маркшейдерская съемка.

Подземная маркшейдерская съемка - совокупность измерительных действий, выполняемых в горных выработках, для определения и графического изображения их формы, состояния, пространственного положения, а также формы, структуры, качества и условий залегания полезных ископаемых и горных пород.

Результаты подземной маркшейдерской съемки служат основой для составления маркшейдерско-геологической документации месторождения, которая используется при решении различных горнотехнических задач, возникающих перед горным предприятием.⁸

⁸ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.139-140

Объектами подземной маркшейдерской съемки являются все горные, разведочные выработки, пройденные и проходимые в шахте (руднике): контуры барьерных, предохранительных целиков и границы безопасного ведения горных работ; контуры затопления и загазования горных выработок; контуры очагов подземных пожаров, очагов суфляров; места внезапного выброса угля и газа, прорывов пльвунов и воды; места подземных источников воды; контуры пустот; места горных ударов; контуры участков некондиционного и потерянного кондиционного полезного ископаемого, места применения различных видов крепления и места обрушения пород кровли горных выработок; места закладки выработанного пространства и выкладки бутовых полос; а также применения различных видов закладки, места опробования качества и свойств полезных ископаемых и др.

Полученная на основании съемок документация должна быть полной, точной и легко читаемой.

Основные виды маркшейдерских работ включают:

- создание подземной маркшейдерской опорной и съемочной сетей;
- ориентирно-соединительные съемки, осуществляющие связь подземной съемки со съемками на земной поверхности;
- подземные вертикальные съемки (нивелирование);
- съемка подготовительных, нарезных и очистных горных выработок;
- съемка и контроль за горными работами и особенностями поведения массива горных пород;
- съемки при проведении горных выработок встречными забоями (сбойки) и задания направления горным выработкам;
- съемка и контроль геометрических элементов ствола шахты и подземного комплекса.

Основные принципы подземных съемок. Съемки осуществляют по принципу от общего к частному, т.е. от более точных измерений в опорных сетях к менее точным - съемке подробностей. В этом случае происходит меньшее накопление ошибок. Все измерения должны производиться с точностью, соответствующей точности решения поставленной задачи. Все маркшейдерские работы, как полевые, так и вычислительные, должны сопровождаться контролем, т.е. необходимо соблюдать принцип дублирования.

2.2.МАРКШЕЙДЕРСКИЕ ОПОРНЫЕ И СЪЕМОЧНЫЕ СЕТИ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СЪЕМКА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Маркшейдерские сети в подземных горных выработках по их значению и точности определения положения пунктов (закрепленных точек) классифицируют на подземные маркшейдерские опорные сети, съемочные сети I и II разряда и съемочные работы (съемка подробностей).

Подземные маркшейдерские опорные сети прокладывают по капитальным горным выработкам. Исходными служат минимум три пункта,

закрепленные в околоствольных выработках, координаты которых определены ориентирно-соединительными съемками относительно пунктов аналитической сети I разряда (сети триангуляции) или полигонометрии I разряда на земной поверхности.⁹

Определение пунктов маркшейдерских опорных сетей производят методом полигонометрии, в которой углы измеряют теодолитом с погрешностью $m_p < \pm 20''$, длины сторон - не ниже 1:3000 длины измеряемой линии. Полигоны с длиной более 2 км разделяют на секции, в каждой секции число углов не должно превышать 20. Для контроля одна из сторон в каждой секции должна быть ориентирована в пространстве гироскопическим методом.

Полигонометрические ходы могут быть замкнутые и разомкнутые. Разомкнутые ходы (висячие) прокладывают дважды - в прямом и обратном направлениях. В обратном направлении ход ведут по другим пунктам с выходом на исходную сторону. Двойной ход прокладывают только в том случае, если он опирается на твердые стороны, полученные путем гироскопического ориентирования.

Для выполнения особо ответственных маркшейдерских работ (сбойки) прокладывают полигонометрию повышенной точности. Точность измерения углов и длин здесь устанавливают особо предрасчетом.

Относительная погрешность хода в полигонометрии не должна превышать 1:3000-1:5000.

При подвигании горных выработок маркшейдерские опорные сети периодически пополняют: при составлении планов в масштабе 1:1000 - через 300 м и в масштабе 1:2000 - через 500 м. Кроме того, периодически ведут и контрольные ходы.

При подходе выработок к границам опасных зон (к затопленным или загазованным выработкам) на расстояние не более 50 м, удаление пунктов полигонометрических ходов от забоев подготовительных выработок не должно превышать 30 м.

Подземные маркшейдерские съемочные сети являются основой для съемки горных выработок и состоят из теодолитных ходов, прокладываемых для съемки подготовительных выработок, и угломерных ходов, предназначенных для съемки очистных забоев и нарезных выработок в очистных блоках.

Теодолитные ходы опираются на пункты опорной сети, угломерные - на пункты теодолитных и полигонометрических ходов.

Полевые работы при съемке опорной и съемочной сетей в подземных горных выработках состоят из рекогносцировки, закреплении постоянных и временных маркшейдерских пунктов, установки над или под ним теодолита, его центрирования, установки на соседних точках отвесов или сигналов, измерения горизонтальных и вертикальных углов, длин сторон полигона и съемки контуров горных выработок с составлением абриса (схемы).

⁹ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.140-142

Под рекогносцировкой понимают осмотр горных выработок на тех участках, где будет производиться съемка. Ее проводят с целью отыскания пунктов съемочного обоснования предыдущей съемки для привязки, определения мест закрепления новых пунктов (точек), выбора схемы полигона.

Закрепление маркшейдерских точек в горных выработках для пунктов подземной съемки и реперов подземного нивелирования производят специальными знаками, которые могут быть постоянными и временными.

Постоянные маркшейдерские пункты - основа всех съемок в подземных горных выработках. Их закрепляют согласно проекту развития горных работ группами ("кустами" из 3-4 пунктов на каждом горизонте. Расстояние между кустами - 300-500 м.

Пункты закрепляют в крепких породах, в местах, где не ожидается сильного горного давления, а также в местах, удобных для последующих съемок.

Постоянные пункты могут быть заложены в почве, кровле и стенках выработок, а также в деревянном и металлическом креплении.

Временные маркшейдерские точки для прокладки съемочной сети и теодолитных ходов, а также для ходов между кустами постоянных пунктов представляют собой вырезанные из листового железа толщиной 2-3 мм треугольники с отверстием 1-2 мм или пропилом для подвески отвеса.

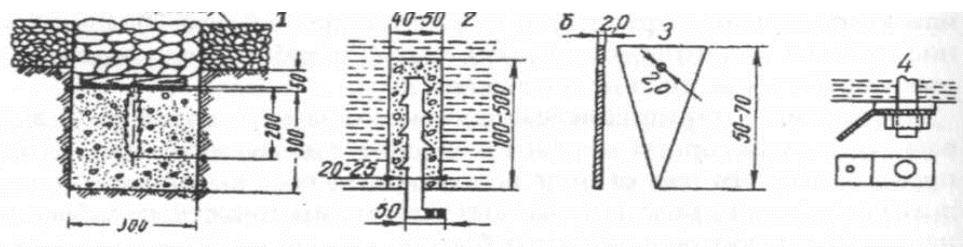


Рис. 10.1. Схемы маркшейдерских пунктов:

а - постоянных в почве (7) и в кровле (2) выработок; *б* - временных в деревянной (3) и металлической (4) крепи

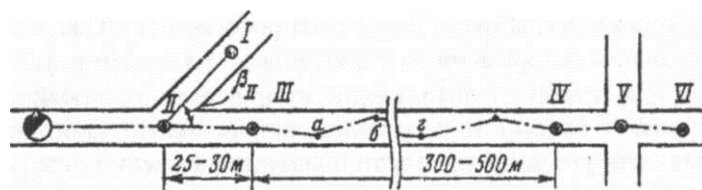


Схема расположения постоянных пунктов

Для опознавания точек в натуре на соответствующих стойках крепления закрепляют номера, выбитые из жести, или отмечают краской. Там, где выработки проходят без крепления (в крепких скальных породах), точки

закрепляют в деревянных пробках, забитых в шпур, или в бетоне наподобие "ласточкиного гнезда".¹⁰

Постоянные знаки нивелирных реперов закладывают парами на расстоянии 20-50 м друг от друга и не более 300 м между парами.

Установка и центрирование теодолита. Теодолит для съемки устанавливают на штативе или на консоли.

При центрировании теодолита центрировочный отвес должен находиться в вершине измеряемого угла, а визирные отвесы должны проходить через центры других смежных точек. Если это условие не соблюдается, то возникает погрешность при измерении угла за счет центрирования теодолита и сигналов.

Линейные погрешности центрирования теодолита и сигналов зависят от способа центрирования и колеблются от 0,5 до 2 мм.

Различают три способа центрирования теодолита: нитяными отвесами с точностью 1-2 мм, оптическими центрами с точностью 1,0-1,2 мм, автоматическое с точностью 0,5-0,8 мм.

При длине сторон 5-10 м применяют автоматическое центрирование. При длине сторон 10-20 м проводят двукратное центрирование теодолита с измерением угла при каждом центрировании, при длине сторон более 20 м измерение угла производят при однократном центрировании теодолита.

На практике применяют отвесы центрировочные регулируемые (ОР) визирные - обычные и световые (ОС).

В регулируемом отвесе нить намотана на барабане, расположенном в корпусе отвеса, а острие отвеса выдвигается из корпуса. В корпусе светового отвеса ОС помещена батарейка, дающая питание электролампе, помещенной внизу в стеклянном колпачке. При съемке визирование производят на этот световой сигнал.

Оптическое центрирование выполняют с помощью специального оптического центра - визирной трубки, преломляющей луч под углом 90°.

Автоматическое центрирование производят при прокладке опорной маркшейдерской сети методом "потерянных точек" или когда угол образован очень короткими сторонами. Съемку методом "потерянных точек" производят с помощью специального комплекта приборов.

В такой комплект входит теодолит или маркшейдерский тахеометр, три штатива (консоли), два сигнала или отражателя, свето-дальномер или компарированная рулетка.

Установка указанной аппаратуры на штативах или консолях взаимозаменяема. Это позволяет прокладывать теодолитные ходы между постоянными пунктами методом "потерянных точек", т.е. не закреплять в горных выработках промежуточные точки.

При создании опорной сети используют теодолиты с точностью отсчета не ниже 30". Измеряют левые по ходу углы. Если угол наклона выработки меньше 30°, то измерения производят одним повторением или приемом.

¹⁰ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 414

Разность между одинарным и окончательным значением угла не должна превышать 45". Если одна сторона горизонтальна, а другая наклонна, то эта разность должна быть меньше $\Gamma 20''$ при углах наклона выработки 31-45°; при углах наклона выработки 46-60° - меньше $\Gamma 50''$, при углах наклона 61-70° - меньше 2'30". При угле наклона стороны больше 30° угол измеряют способом приемов (не менее двух) со смещением начального отсчета перед вторым приемом примерно на 180°. ¹¹

2.3. ВЕРТИКАЛЬНАЯ СЪЕМКА ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Вертикальной съемкой называют измерения, проводимые в определенной последовательности для определения превышений одних точек над другими. По высотам исходных пунктов и превышениям вычисляют высоты точек различных объектов съемок.

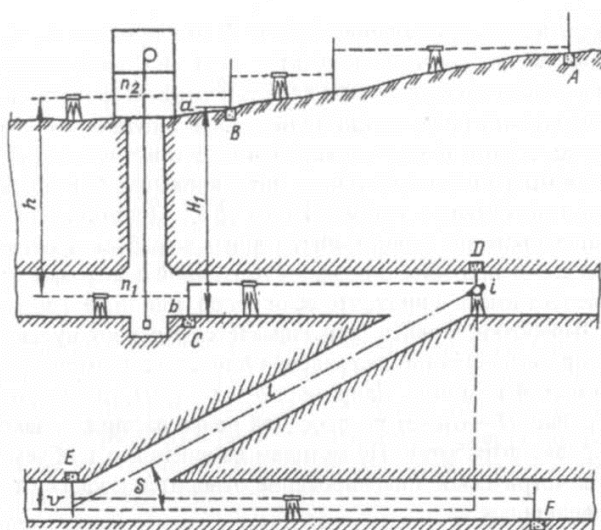
В подземных горных выработках нивелирование производят для определения координаты Z пунктов опорной и съемочной сетей, закрепленных в различных местах горных выработок, и для решения инженерно-технических задач. К последним относятся: проведение выработок с заданным уклоном; контроль за уклоном рельсовых путей; составление профилей горных выработок; задание направлений горным выработкам в вертикальной плоскости, проводимыми встречными забоями; определение положения горных выработок по высоте относительно друг друга и относительно земной поверхности; определение высот различных точек, относящихся к поверхности кровли и почвы залежи, разрывных нарушений, местам взятия проб и т.п. для решения горно-геометрических задач.

Различают три вида подземного нивелирования: геометрическое, тригонометрическое и передача координаты z через вертикальную выработку. Нивелирование производят от опорных высотных пунктов - реперов маркшейдерской сети.

В практике возможны случаи передачи высот на пункты подземной маркшейдерской сети по горизонтальным, наклонным и вертикальным выработкам.

Во всех случаях у устьев горных выработок закрепляют реперы, высоты которых определяют геометрическим нивелированием не ниже IV класса от опорной сети на поверхности.

В горизонтальных выработках координату z передают



—Виды подземной вертикальной съемки

¹¹ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 414

геометрическим нивелированием от подходных реперов.

По наклонным выработкам с углом наклона больше $5-8^\circ$ высоты передают тригонометрическим нивелированием.¹²

Через вертикальную выработку высоты передают с помощью длинной шахтной ленты, опускаемой в ствол глубиномера или светодальномера.

Передача высоты должна осуществляться дважды.

2.4.ОРИЕНТИРНО-СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ СЪЕМКИ

Под ориентирно-соединительными съемками понимают установление геометрической связи подземных съемок со съемками на поверхности. Эти работы относятся к капитальным маркшейдерским работам. Они выполняются с высокой точностью и служат базой для создания маркшейдерской опорной сети в горных выработках.

Целью ориентирно-соединительных съемок является создание на каждом горизонте горных работ шахты (рудника) опорной маркшейдерской сети в системе координат, принятой на поверхности. В результате ориентирования представляется возможным составлять планы горных работ в единой системе координат с планами земной поверхности. Ориентирование необходимо для задания направления горным выработкам, проведения их встречными забоями, для развития горных работ согласно проекту, обеспечения правильного взаимного расположения выработок и сооружений на поверхности, установления границ безопасного ведения горных работ, охраны зданий, сооружений и земной поверхности от влияния горных выработок и решения ряда других ответственных инженерно-технических задач.

Ориентирно-соединительные съемки разделяют на горизонтальные и вертикальные.

Горизонтальные съемки производят на основе решения задачи центрирования - определения координат x и y и ориентирования - определения дирекционных углов а подземной опорной маркшейдерской сети.

Вертикальные соединительные съемки производят для передачи высот точек с земной поверхности в горные выработки. В ряде случаев их выполняют самостоятельно, отдельно от горизонтальной съемки.

На ориентируемом горизонте необходимо определить координаты x , y , z одной точки и дирекционный угол а одной стороны в системе координат, принятой на поверхности.

Наиболее ответственной частью горизонтальной соединительной съемки является определение дирекционного угла а первой стороны подземной опорной сети.

Допустим, что при проецировании с помощью отвеса точки A с поверхности в шахту допущена линейная ошибка. В результате этой ошибки при известном дирекционном угле одной из сторон, например 2-3, вместо безошибочного теодолитного хода $A-1-2-3-n-K$ по горным выработкам будет

¹² Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.141-142

проложен ход $A'-Г-2'-3'-n'-K'$. Последняя точка хода K сместится за счет сделанной ошибки также на величину l , как и все другие вершины хода.¹³

Поскольку при проецировании точки эта погрешность мала (5-7 мм), то она практически не оказывает влияния на точность решаемых горно-технических задач.

Если погрешность сделана в передаче дирекционного угла α на величину m_α , то это вызовет поворот всего полигона. Точки теодолитного хода от ствола шахты к ее крыльям будут все более отходить от истинного (безошибочного) положения пропорционально расстоянию R , и на крыле шахты линейная погрешность составит величину

$$l_1 = \frac{m_\alpha}{\rho} R,$$

где $\rho = 3438'$.

Учитывая важность соединительных съемок, предусматривается двойное независимое их проведение. При этом разность между двойным независимым ориентированием по определению дирекционного угла первой стороны подземной съемки должна быть не более $3'$, т. е.

$$\alpha_1 - \alpha_2 = m_\alpha \leq 3'.$$

Из двух независимо полученных значений a_1 и a_2 , если результат в пределах допуска, за окончательный принимают a_{cp} .

Передачу координат x , y , z в горные выработки на пункты опорной сети производят также независимо дважды.

Ориентирование может быть выполнено геометрическими, включая оптические, и физическими методами. К последним относят магнитное и гироскопическое ориентирование.

При геометрических методах осуществляется непосредственная связь между земной поверхностью и горными выработками. Физические методы позволяют определять дирекционные углы сторон без использования непосредственной геометрической связи горных выработок с поверхностью. Передачу координат x , y в этом случае производят самостоятельно с помощью отвеса, а координату z - с помощью приборов для измерения длин или нивелированием.

В зависимости от того, как соединены горные выработки с земной поверхностью или между горизонтами различают три случая ориентирования: через штольню, наклонный ствол, через один вертикальный ствол, через два и несколько вертикальных стволов.

Ориентирование через штольню или наклонный ствол производят методом прокладывания полигонометрии с поверхности в шахту дважды с выходом на первую сторону подземной съемки. При этом расхождение в результатах ориентирования не должно превышать $3'$. В выработках с углами наклона до 8° высоты передают геометрическим нивелированием, а с углами наклона свыше 3° - тригонометрическим нивелированием.

¹³ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.142

Основы гироскопического ориентирования. Гироскоп - это быстровращающееся тело, масса которого расположена симметрично по отношению к оси вращения. Примером простейшего гироскопа является волчок. Чем быстрее скорость его вращения, тем устойчивее заданное направление оси вращения. Различают гироскопы свободные и несвободные.

Свободный гироскоп имеет три степени свободы, т.е. вращение его может происходить относительно трех взаимно перпендикулярных осей.

Если свободный гироскоп лишить одной степени свободы, то он превращается в двухстепенной, приобретает ориентирующее свойство, т.е. становится гироскопом.

У такого гироскопа ось вращения очень чувствительна к вращению Земли. В результате ось гироскопа устанавливается параллельно земной оси, т.е. в направлении географического меридиана в данной точке.

В нашей стране руководящая роль в конструировании и изготовлении маркшейдерских гироскопов принадлежит, где созданы специальное конструкторское бюро, лаборатория гироскопии и опытно-экспериментальный завод по изготовлению новых маркшейдерско-геодезических приборов.

Большие работы по изготовлению маркшейдерско-геодезических гироскопов ведутся в Венгрии, США, Германии и других странах. Изготавливаемые зарубежными фирмами гироскопы получили название гироскопов. В США основными маркшейдерскими гироскопами стали торсионные МВТ2 и МВТ4. Они предназначены для ориентирования подземных опорных маркшейдерских сетей, а также для ориентирования и контроля подземной съемки. Масса гироскопа и угломерной части - 16 кг. Масса всего комплекта - 33 кг. Точность определения гироскопического азимута 30", продолжительность одного определения азимута 25 мин. Центрирование и горизонтирование гироскопа производят так же, как и теодолита.

В отличие от МВТ2 гироскоп МВТ4 конструктивно выполнен в однокорпусном исполнении. В одном приборе, устанавливаемом на штативе, объединены гироскоп и измерительный блок. Блок питания - преобразователь и аккумуляторная батарея размещены вместе с гироскопом. В общем взрывобезопасном корпусе.

Работу по измерению дирекционного угла стороны подземного хода гироскопическим способом выполняют в следующем порядке:

- рекогносцировка;
- определение гироскопического азимута исходной стороны на земной поверхности и вычисление поправки гироскопа;
- определение гироскопических азимуты ориентируемых сторон в шахте;
- вычисление и оценка точности результатов. Рекогносцировку производят до начала работы. Ее цель - выбор схемы проведения работ и выбор исходной и ориентируемых сторон и точек установки гироскопа.¹⁴

¹⁴ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.143

За исходное направление на поверхности принимают сторону AB триангуляции или полигонометрии, дирекционный угол которой известен. Гирокомпас устанавливают на одном из пунктов исходной стороны, например в точке A .

Включив электропитание, гирокомпас переводят в рабочий режим. После стабилизации режима (разгона гиromотора) приступают к наблюдениям за колебаниями чувствительного элемента (ЧЭ) с помощью автоколлиматора. Вычисляют отсчет N по лимбу, соответствующий положению равновесия ЧЭ.

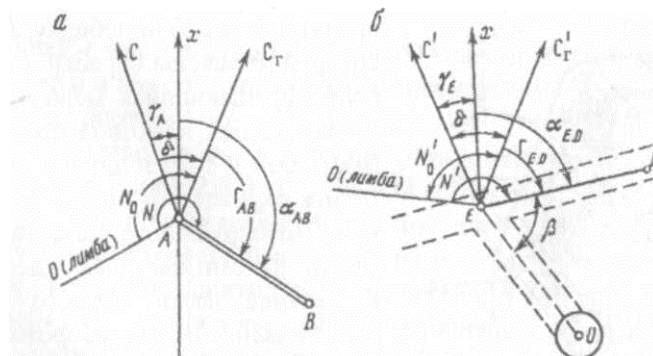


Рис. 10.6. Схема гирокопического ориентирования на земной поверхности (а) и в шахте (б)

В процессе наблюдений измеряют также исходное направление AB и получают средний отсчет по лимбу.

В положении равновесия ЧЭ ось гиromотора будет направлена на север C в плоскости географического меридиана точки установки гирокомпаса, а зрительная труба будет направлена на север ус ловного "гирокомпасного" меридиана C_T , образуя постоянный с истинным меридианом угол δ , называемый поправкой гирокомпаса:

$$\delta = \alpha_{AB} + \gamma_A - \Gamma_{AB},$$

где α_{AB} - дирекционный угол стороны AB ; γ_A - плоское сближение меридианов в точке A ; Γ_{AB} - гирокопический азимут стороны AB .

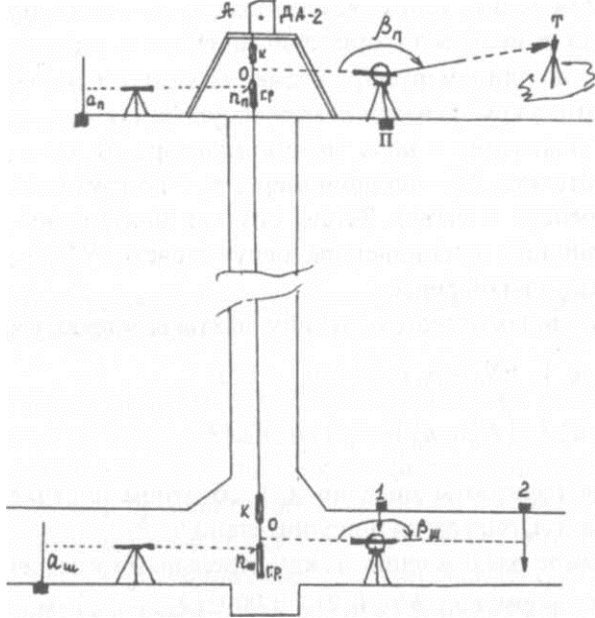
Гирокопический азимут исходной стороны определяют дважды. Первый раз - непосредственно перед определением гирокопических азимутов ориентируемых сторон в шахте, второй - после этих работ. Поправку гирокомпаса вычисляют как среднее из определений.

Ориентируемую сторону в шахте выбирают между постоянными маркшейдерскими пунктами ED , на которых возможна установка гирокомпаса. Длина стороны должна быть не менее 50 м. Гирокопический азимут в шахте, так же как и на поверхности, определяют не менее двух раз и из них находят среднее значение.¹⁵

Дирекционный угол ориентируемого направления ED в шахте с учетом поправки δ вычисляют по формуле

$$\alpha_{ED} = \alpha_{AB} + \Gamma_{ED} - \Gamma_{AB} + (\gamma_A + \gamma_E).$$

¹⁵ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 415



Гироскопическое ориентирование решает только одну задачу - определение дирекционного угла. Координаты же x, y, z передаются самостоятельно геометрическим методом.

В комплект ДА-2 входят две рейки: одна из них груз-рейка, представляющая собой цилиндр, залитый свинцом, массой 10 кг; другая располагается выше на 1-1,5 м - легкая контрольная рейка к. Длина реек 30-40 см, рейки по окружности разбиты на сантиметровые деления. По этим рейкам

берут отсчеты по сетке нитей нивелира.

Проволока 4 через систему роликов огибает на $3/4$ мерный диск по окружности и вместе с груз-рейкой с помощью рукоятки 5 опускается в ствол шахты.

Порядок полевых работ следующий. Длинномер ДА-2 устанавливают на верхней приемной площадке или на помосте над стволом в точке А (рис. 10.8) Устанавливают два нивелира и два теодолита - по одному на поверхности и в шахте; на реперах ставят нивелирные рейки. Теодолиты центрируют на подходных точках. Опускают груз-рейку до уровня визирного луча нивелира на поверхности и в этом положении берут три отсчета: N_n - отсчет по длинномеру; n_n - отсчет по груз-рейке; a_n - отсчет по рейке на репере в подземной выработке.

Затем, как только при спуске в поле зрения нивелира появится контрольная рейка, спуск приостанавливают и берут два отсчета: N_n^k - отсчет по длинномеру; n_n^k - отсчет по контрольной рейке.

После этого груз-рейку и контрольную рейку опускают в ствол шахты до появления в поле зрения нивелира. В этом положении берут три отсчета; $N_{ш}$ - по длинномеру; $N_{ш}$ - по груз-рейке и $a_{ш}$ - по рейке на репере в шахте. Затем, опустив контрольную рейку до уровня визирного луча нивелира, берут отсчеты $N_{ш}^k$ по длинномеру, $N_{ш}^k$ - по контрольной рейке.

Из полученных отсчетов глубину шахты вычисляют дважды:

Рис. 10.8. Порядок работ по передаче координаты Z с поверхности в подземную выработку

$$h_1 = (N_{ш} - n_{ш}) - (N_n - n_n) - a_n - a_{ш} + \Sigma \Delta l;$$

$$h_2 = (N_{ш}^k - n_{ш}^k) - (N_n^k - n_n^k) - a_n + a_{ш} + \Sigma \Delta l.$$

Изменив горизонты нивелиров, в обратном порядке измеряют глубину шахты, определяя дополнительно.

Допустимое расхождение между отдельными измерениями контролируется формулой $\Delta h < 0,01 + 0,0002(N_m - N_{II})$, м.

Далее определяют h_{cp} и высоту репера в шахте:

$$z_{Rp_{ш}} = z_{Rp_n} - h_{cp}.$$

Величину h определяют с учетом ряда поправок: за диаметр проволоки, за компарирование мерного диска, за температуру.¹⁶

Опущенный отвес с груз-рейкой на ориентируемом горизонте (рис. 10.8) успокаивают и производят привязку отвеса к подходным точкам: на поверхности - П, координаты x , y которой известны, и в шахте - точка I . На поверхности измеряют угол β_n визируя на нить отвеса O и геодезический пункт T , и длину стороны ПО.

Вычисляют координаты отвеса:

$$\begin{aligned}x_0 &= x_n + \overline{ПО} \cos(\text{ПО}), \\ \text{где } (\text{ПО}) &= (\text{ПТ}) - \beta_n, \\ y_0 &= y_n + \overline{ПО} \sin(\text{ПО}).\end{aligned}$$

На ориентируемом горизонте под точкой устанавливают теодолит, визируют на нить отвеса O , и при помощи окулярной шкалы определяют среднее положение отвеса. Затем визируют на точку 2, определяют угол $\rho_{ш}$ и длину стороны 1 - 0.

Зная дирекционный угол стороны (2-1) из гироскопического ориентирования, определяют дирекционный угол стороны (1-0) = (2-1) \pm 180° - $\rho_{ш}$. Далее вычисляют координаты x , y точки I - первой стороны подземной опорной сети.

$$\begin{aligned}x_1 &= x_0 + \overline{01} \cos(0-1); \\ y_1 &= y_0 + \overline{01} \sin(0-1).\end{aligned}$$

Этот вид ориентирования осуществляют при глубине шахтного ствола не более 500 м. Для этого в ствол опускают два отвеса, фиксирующих отвесную плоскость. Дирекционный угол этой плоскости одинаков по всей глубине. Отвесы могут быть представлены оптическими или лазерными лучами. Обычно используют физические отвесы. Геометрическое ориентирование включает решение трех самостоятельных задач: проецирование точек с поверхности в шахту, примыкание к опущенным в ствол отвесам на поверхности и на ориентируемом горизонте.

Передачу координаты Z с поверхности на ориентируемый горизонт производят отдельно прибором ДА-2, длинной мерной лентой, свето- или лазерным дальномером.

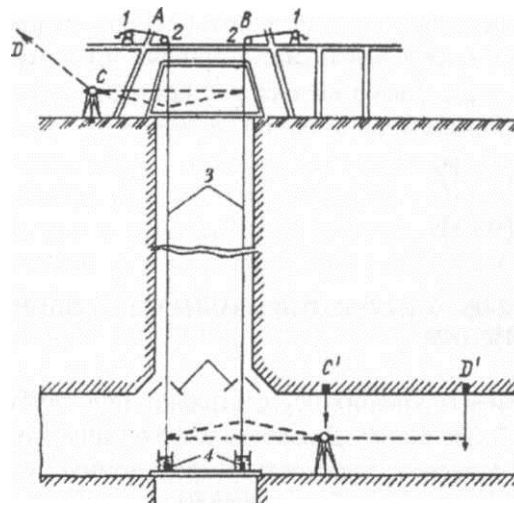
Проецирование точек с поверхности в шахту осуществляется с помощью отвесов, которые могут быть неподвижными и качающимися.

При проецировании неподвижным отвесом предполагается, что отвес в стволе занимает строго вертикальное положение, и при этом в проекции на горизонтальную плоскость точки, соответствующие отвесу на поверхности и в шахте, совпадают.

¹⁶ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.143

Расположение оборудования при проецировании точек с поверхности в шахту показано на рис. 10.9.

Лебедки *J* должны быть снабжены двумя храповиками с запорами. Диаметр барабана лебедки, на котором намотана проволока, должен быть не



менее 250 мм.

Схема расположения оборудования при ориентировании через вертикальный ствол

Все детали лебедки должны выдерживать двукратную нагрузку. Диаметр направляющих блоков 2 для спуска проволоки в ствол должен быть не менее 150 мм. Для отвесов применяют стальную проволоку 3 диаметром от 0,5 до 2,0 мм в зависимости от глубины шахты и величины подвешиваемых грузов. Масса груза, подвешиваемого на проволоку, не должна превышать 60 % предела прочности проволоки на разрыв. Грузом являются стальные или свинцовые пластины 4, надеваемые на штангу внизу отвеса. Масса пластин - 10-20 кг.

Положение проволоки отвесов в стволе проверяют двумя способами:

- сравнением расстояния между отвесами на поверхности и в шахте (расхождение не должно превышать 2 мм);
- спуском по проволоке каждого отвеса кольца из проволоки или толя, если они пришли вниз, то отвесы в стволе не касаются армировки.

Для контроля применяют способ маятника, вычисляя полупериод качания отвеса по формуле

$$t = \pi \sqrt{H/g} \approx \sqrt{H},$$

где *H* - Длина отвеса, м; *g* - ускорение силы тяжести, м/с².

Наиболее вероятное положение неотклоненного (вертикального) отвеса определяют по наблюдениям с помощью шкальных приборов.

Задачу примыкания осуществляют путем создания и решения геометрических фигур.¹⁷ Решению задач предшествует закрепление

¹⁷ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.143

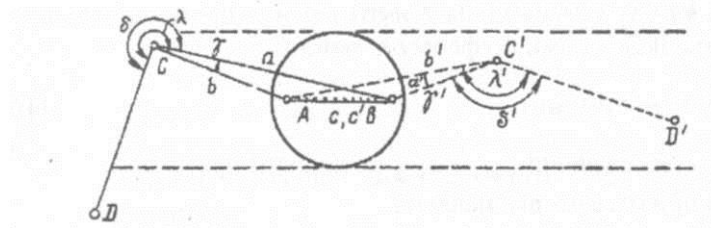


Схема примыкания способом соединительных треугольников

подходных точек у ствола на поверхности и на ориентируемом горизонте. Способ примыкания выбирают таким, чтобы погрешность передачи дирекционного угла от исходной стороны на земной поверхности к створу отвесов и также от створа отвесов на первую сторону подземной съемки в отдельности не превышала $\pm 30''$.

При любом способе примыкания должен быть обеспечен надежный контроль. Примыкание может быть выполнено соединительными треугольниками, четырехугольниками, симметричным (шкальным) способом, методом створа. Наиболее простым и распространенным является *примыкание способом соединительных треугольников* (рис. 10.10). Сущность способа состоит в следующем. На поверхности от опорной сети к подходной точке C прокладывают полигонометрию 2-го разряда и вычисляют $a_{с\epsilon'}$ и x_c, y_c . В шахте закрепляют постоянные пункты CD' так, чтобы от точки C'' была видимость на отвесы и пункт D' . Желательно, чтобы в образовавшихся на поверхности и в шахте остроугольных соединительных треугольниках острые углы u не были больше $2-3^\circ$. На подходных точках устанавливают теодолиты и измеряют горизонтальные углы $u, \delta, X, u', \delta', \gamma'$ с точностью $10''$. При применении теодолитов T_2 и T_5 углы измеряют двумя приемами, теодолитом $T15$ - тремя приемами.

В соединительных треугольниках измеряют в горизонтальной плоскости все стороны a, b, c и a', b', c' . Каждую сторону измеряют при смещении рулетки не менее пяти раз. Допустимое расхождение между отдельными измерениями 2 мм. Из допустимых значений определяют среднюю длину каждой стороны. При повторном ориентировании для контроля один из отвесов смещают и все угловые и линейные измерения повторяют заново.¹⁸

Контроль правильности измерения линейных и угловых величин треугольников осуществляют сравнением измеренных расстояний между отвесами на поверхности и ориентируемом горизонте с вычисленными по формуле косинусов:

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma,$$

при этом расхождения $c_{изм} - c_{выч}$ не должны превышать 3 мм. Углы при отвесах вычисляют: при $2^\circ < u < 20^\circ$ по формуле синусов:

¹⁸ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 415

$$\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin \gamma}{c};$$

если $\gamma < 20^\circ$ - по приближенной формуле:

$$\angle A = \frac{a}{c}\gamma, \quad \angle B = \frac{b}{c}\gamma;$$

если $\gamma > 20^\circ$ - по формулам сторон:

$$\operatorname{tg} \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}},$$

$$\operatorname{tg} \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(p-a)(p-c)}{p(p-b)}},$$

где $p = (a + b + c)/2$.

Угловую невязку в треугольниках распределяют поровну с обратным знаком только на вычисленные углы при отвесах A и B . Сумма уравненных углов в каждом треугольнике

$$\angle A + \angle B + \gamma = 180^\circ.$$

Передачу дирекционного угла α с поверхности в шахту делают по схеме, как в обычном теодолитном ходе по двум направлениям с выходом на общую сторону. Например:

$$\alpha_{DC} + \delta \pm 180^\circ - \angle B \pm 180^\circ - \\ - \angle A' \pm 180^\circ + \lambda' \pm 180^\circ.$$

Координаты на первую точку подземной съемки передают по тем же направлениям, что и дирекционные углы:

$$X_{C'} = X_C + \Delta X_C^B + \Delta X_B^A + \Delta X_{A'}^{C'}, \\ Y_{C'} = Y_C + \Delta Y_C^B + \Delta Y_B^A + \Delta Y_{A'}^{C'}.$$

Контролем ориентирования является повторение работ после смещения одного из отвесов. В некоторых случаях в ствол опускают три отвеса. В трех образовавшихся соединительных треугольниках два принимают за контрольные. В результате может быть получено два значения α . Если разность между ними меньше $3'$, то за окончательное значение дирекционного угла принимают среднее из полученных.

Провести инструктаж при производстве работ, не допускать падения предметов в ствол, при перекрытии ствола работать можно только с предохранительными поясами, посторонних людей, не связанных с ориентированием, у ствола не должно быть.

О времени и сроках выполнения ориентировки горный надзор должен быть предупрежден письменно, а график работ утвержден главным инженером шахты.

Устье ствола и зумпф должны быть надежно перекрыты брусками или досками, оставив лишь для пропуска отвесов отверстия 10x10 см.¹⁹

Не допускается присутствие людей под стволом на горизонте примыкания при спуске и подъеме отвесов.

Руководитель работ обязан лично проверить надежность закрепления всего оборудования, просмотреть проволоку отвеса, пропустив ее "через руку", проволока не должна иметь перегибов. Величина подвешиваемого груза выбирается из расчета двукратной прочности на разрыв.

Между поверхностью и шахтой должна быть надежная связь (обычно телефонная, реже - звуковая, световая), ее устанавливают перед началом работ.

Не допускается одновременного выполнения работ на поверхности и околоствольном дворе при примыкании к отвесам.

Подземные маркшейдерские опорные сети являются главной геометрической основой для выполнения съемок горных выработок и решения горно-геометрических задач, связанных с обеспечением рациональной и безопасной разработки месторождений полезных ископаемых.

Построение подземной маркшейдерской опорной сети осуществляют по техническому проекту, составленному с учетом перспективного плана развития горных работ.

Исходными пунктами для развития подземных маркшейдерских опорных сетей при вскрытии месторождений штольнями и наклонными стволами служат подходные пункты, удовлетворяющие требованиям пункта 33 настоящей Инструкции, а при вскрытии месторождений вертикальными стволами - пункты центрирования и ориентирования сети, закрепленные в приствольных выработках на каждом горизонте ведения горных работ. Ориентирование подземной маркшейдерской опорной сети выполняют гироскопическим или геометрическим способом; центрирование сети и передачу высот производят от подходных пунктов и реперов на промышленной площадке шахты.

В период разработки месторождения все вновь пройденные горные выработки, имеющие выход на земную поверхность, используют для примыкания подземной маркшейдерской опорной сети к пунктам маркшейдерской опорной сети наземной поверхности.

Подземные маркшейдерские опорные сети состоят из полигонометрических ходов и ходов геометрического и тригонометрического нивелирования, которые прокладывают по главным и подготовительным горным выработкам.

Построение подземных маркшейдерских опорных сетей выполняют с разделением полигонометрических ходов на секции с гироскопически ориентированными сторонами (гиросторонами).

Подземные маркшейдерские опорные сети создают в виде систем замкнутых, разомкнутых и висячих ходов. Висячие ходы прокладывают дважды или осуществляют примыкание к гиросторонам. Разомкнутые ходы

¹⁹ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.143

прокладывают между сторонами существующей подземной маркшейдерской опорной сети.

Средняя квадратическая погрешность положения наиболее удаленных пунктов подземной маркшейдерской опорной сети относительно исходных пунктов допускается не более 0,8 мм на плане.

Построение систем полигонометрических ходов, разделенных на секции гиросторонами, производят при удалении пунктов сетей от точек центрирования на расстояние более 2 км. Гиростороны размещают через 20 - 30 углов или их положение и число определяют при составлении проекта сети. Закрепляют гиростороны постоянными пунктами.

Пункты подземных маркшейдерских опорных сетей в зависимости от срока их существования и способа закрепления разделяют на постоянные (центры) и временные.

Постоянные пункты закладывают группами в местах, обеспечивающих их неподвижность и длительную сохранность. Каждая группа состоит не менее чем из трех пунктов, а в околотвольном дворе при исходном ориентировании - не менее чем из четырех.

Точность измерений в полигонометрических ходах характеризуется следующими показателями:

средние квадратические погрешности измерения горизонтальных углов - 20" (с учетом погрешности центрирования теодолита), вертикальных углов - 30";

средняя квадратическая погрешность гироскопического ориентирования - не более 1ϕ;

расхождение между двумя независимыми измерениями линии светодальномерами (электронными тахеометрами) - не более 10 мм, стальными рулетками - 1:3000 длины стороны.

160. По мере подвигания горных выработок подземная маркшейдерская опорная сеть периодически пополняется. Допустимые отставания пунктов полигонометрических ходов от забоев выработок допускаются не более чем на 500 м, если исходные планы горных выработок составляют в масштабе 1:2000, и на 300 м, если планы составляют в масштабе 1:1000.

При ведении горных работ вблизи утвержденных границ опасных зон, у затопленных и загазированных выработок, у выработок, опасных по выбросам газа и горным ударам, удаление пунктов полигонометрических ходов от забоев подготовительных выработок допускается не более 30 м при подходе выработок на расстояние 50 м к указанным границам и 150 м при проведении выработок вдоль границы зоны.

Если пункты подземной маркшейдерской опорной сети подвергаются сдвигению, разрешается использовать координаты этих пунктов при соблюдении следующих условий:

дирекционный угол начальной стороны прокладываемого хода определен гироскопическим способом;

расстояние между последними сохранившимися пунктами изменилось не

более чем на 15 см.

Пополнение сети при вышеуказанных условиях допускается не более трех раз, при этом общая протяженность пополняемых участков допускается не более 1,5 км.²⁰

По мере развития горных работ подземные маркшейдерские опорные сети реконструируют. После реконструкции изменения в положении пунктов полигонометрии, наиболее удаленных от точек центрирования, допускаются не более 1,2 мм на плане, а при разработке свиты крутых пластов - 1,5 мм. В случае превышения указанных допусков ранее выполненные съемки в пределах действующих горных выработок подлежат перевычислению.

Порядок и сроки реконструкции сети устанавливает в зависимости от ее состояния и горнотехнических условий главный маркшейдер организации. Проект реконструкции сети утверждает руководитель организации.

Ориентирование подземной маркшейдерской опорной сети производят независимо дважды (одним или разными методами). Расхождение в результатах ориентирования одной и той же стороны допускается не более 3ϕ. За окончательное значение дирекционного угла принимают среднее взвешенное значение.

Гироскопический способ ориентирования подземных маркшейдерских опорных сетей рекомендуется применять во всех случаях. Применение этого способа ориентирования обязательно при вскрытии месторождения наклонными шахтными стволами с углом наклона более 70°.

Геометрическое ориентирование через один вертикальный шахтный ствол выполняют при глубине шахтного ствола не более 500 м с использованием успокоителей колебаний отвесов.

Центрирование подземной маркшейдерской опорной сети осуществляют примыканием к отвесам, опущенным в вертикальные горные выработки. Координаты отвесов на поверхности определяют приложением от подходных пунктов полигонометрических ходов класса точности не ниже 2-го разряда и количеством сторон в ходе не более трех.

При достаточной видимости в вертикальной выработке для центрирования разрешается использовать высокоточные лазерные или оптические проекторы.

Расхождение в положении пункта, определенного по двум независимым проектированиям через одну вертикальную выработку, допускается не более 5 см при $H < 500$ м и величины $0,01H$, см, при $H > 500$ м, где H - глубина ствола, м.

Для определения дирекционных углов сторон подземной опорной сети используют маркшейдерские гирокомпасы или другие гироскопические приборы, позволяющие выполнять ориентирование со средней квадратической погрешностью не более 1ϕ.

На шахтах, опасных по выбросам газа или пыли, применяют приборы во

²⁰ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 416

взрывобезопасном исполнении в соответствии с установленными требованиями безопасности.

Поправку гирокомпаса определяют на сторонах триангуляции или полигонометрии точности не ниже 1-го разряда; длина сторон допускается не менее 250 м.

Для контроля неподвижности пунктов исходной стороны на точке стояния измеряют угол между смежными сторонами, допустимое отклонение которого с учетом поправок за центрирование и редукцию от ранее измеренного принимают не более 20".

Разрешается использовать в качестве исходных дирекционные углы сторон полигона примыкания, опирающегося на пункты триангуляции или полигонометрии 4-го класса. Углы в полигоне измеряют по методике полигонометрии 1-го разряда, число углов допускается не более двух.

Гироскопические измерения, их обработка и вычисления выполняют в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации прибора. Поправку гирокомпаса определяют перед началом и после окончания ориентирования подземной маркшейдерской опорной сети шахты (горизонта).

Длина ориентируемых сторон подземной маркшейдерской опорной сети допускается не менее 50 м.

Гироскопический азимут каждой ориентируемой стороны определяют независимо дважды; второе определение может быть выполнено на той же точке, но после выключения блока электропитания до полной остановки гиromотора и повторного центрирования гирокомпаса.

При допускаемых расхождениях за окончательное значение гироскопического азимута стороны принимают среднеарифметическое из двух определений.

Достоверная оценка надежности может быть получена по результатам многократного ориентирования.

При геометрическом ориентировании подземной маркшейдерской опорной сети через вертикальные горные выработки соблюдают следующие условия:

нагрузка на проволоку (трос) составляет примерно 60 % предельной;

отвесы защищают от влияния воздушной струи, а грузы помещают в сосуды с успокоителем (жидкостью, маслом);

при ориентировании через два ствола, если расстояние между отвесами менее 50 м, проектирование выполняют с применением центрировочных тарелочек;

при ориентировании через один ствол расхождение измеренных расстояний между отвесами на поверхности и в шахте допускается не более 2 мм.

Примыкание к створу отвесов при ориентировании через один шахтный ствол выполняют способом соединительного треугольника таким образом, чтобы средние квадратические погрешности передачи дирекционного угла от исходной стороны к створу отвесов на земной поверхности и от створа отвесов

к ориентируемой стороне подземной маркшейдерской опорной сети в отдельности не превышали 30". Для этого соблюдаются следующие требования:

расстояние между отвесами принимают максимальным;

примычные и острые углы соединительных треугольников измеряют теодолитами типа Т15 тремя приемами, а теодолитами типа Т5, Т2 - не менее чем двумя приемами, расхождение значений углов в приемах допускается не более 15";

допустимая разность примычных углов от значения измеренного острого угла соединительного треугольника не более чем 25";

стороны соединительного треугольника измеряют не менее пяти раз, разность между отдельными измерениями одной стороны допускается не более 2 мм;

разность измеренных и вычисленных расстояний между отвесами допускается не более 3 мм.

При ориентировании сети через два вертикальных ствола и более соблюдают следующие требования:

средняя квадратическая погрешность дирекционного угла линии, соединяющей отвесы, по отношению к ближайшей стороне маркшейдерской опорной сети на земной поверхности не более 20";

средняя квадратическая погрешность определения дирекционного угла ориентируемой стороны подземной сети не более 1ϕ.

При проложении подземных полигонометрических ходов применяют теодолиты с паспортной средней квадратической погрешностью измерения горизонтального угла не более 15".

В полигонометрических ходах, прокладываемых по выработкам с углом наклона менее 30°, углы измеряют одним повторением или приемом. При измерении углов способом повторений разность между одинарным и окончательным (средним) значением угла допускается не более 45". При измерении углов способом приемов расхождение углов между полуприемами допускается не более 1ϕ.²¹

Измерение углов в выработках с углом наклона более 30° выполняют двумя приемами с соблюдением следующих правил:

перед каждым приемом вертикальную ось вращения теодолита устанавливают в отвесное положение и повторно центрируют прибор;

перед повторным измерением угла начальный отсчет изменяют приблизительно на 180°.

Перед использованием постоянных пунктов подземной маркшейдерской опорной сети измеряют контрольный угол и контрольную длину линии; разность между предыдущим значением угла и контрольным допускается не более 1ϕ; разность между предыдущим значением длины линии и контрольным допускается не более 1:3000 ее длины.

²¹ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 417

Результаты измерений углов записывают в журнал угловых и линейных измерений.²²

Длины сторон в полигонометрических ходах измеряют стальными компарированными рулетками, светодальномерами и другими приборами, обеспечивающими необходимую точность. Стальные рулетки (ленты) компарируют с относительной погрешностью не более 1:15000.

Линейные измерения выполняют при постоянном натяжении мерного прибора, равном натяжению при компарировании. Силу натяжения фиксируют динамометром. Температуру воздуха учитывают в том случае, если изменение ее относительно температуры компарирования превышает 5°.

Длины сторон полигонометрических ходов измеряют дважды - в прямом и обратном направлениях. Разрешается измерять линии в одном направлении: со смещением промежуточных отвесов, с изменением угла наклона стороны или со смещением рулетки при повторном измерении.

В висячих ходах, примыкающих к гиросторонам, длины сторон обязательно измеряют в прямом и обратном направлениях.

При измерении рулетками отклонения промежуточных отвесов от створа и высотных меток от линии визирования при минимальной длине интервала 10 м допускаются не более 10 см. Отсчеты берут до миллиметров, каждый интервал измеряют два раза, второе измерение выполняют, сместив рулетку. Допустимое расхождение между двумя измерениями интервала не более 5 мм. Допустимые расхождения между двумя измерениями длины стороны, а также между горизонтальными проложениями в наклонных выработках не более 1:3000 длины линии.

Обработка подземных маркшейдерских опорных сетей включает контроль вычислений в журналах измерений, введение поправок в измеренные длины линий, вычисление невязок, уравнивание сетей, оценку погрешности положения наиболее удаленных пунктов.

В измеренную рулеткой длину линии вводят поправки за компарирование, температуру и провес, а светодальномером - поправки, предусмотренные инструкцией по эксплуатации прибора. В обоих случаях вводят поправку за приведение линии к горизонту.

Поправки за приведение к поверхности референц-эллипсоида вводят при высотных отметках пунктов более +200 м и менее - 200 м, а поправки за приведение на плоскость проекции Гаусса вводят при удалении от осевого меридиана более чем на 50 км. Поправки выбирают из специальных таблиц или вычисляют по формулам.

Линейная относительная невязка в замкнутых полигонах допускается не более 1:3000 длины хода, в разомкнутых полигонах - 1:2000. Расхождение между дважды пройденными полигонометрическими ходами (без предварительного уравнивания углов) допускается не более 1:2000 суммарной длины ходов. При длине хода менее 500 м абсолютная невязка в разомкнутых

²² Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.144

полигонах допускается не более 25 см.

На стадиях пополнения подземных маркшейдерских опорных сетей каждый полигонометрический ход уравнивают отдельно, а при реконструкции сети все полигонометрические ходы уравнивают совместно.

Уравнивание отдельных полигонометрических ходов (систем ходов) выполняют раздельно: вначале уравнивают угловые измерения, а затем - приращения координат.

При уравнивании замкнутых и разомкнутых ходов угловая невязка распределяется с обратным знаком поровну на все углы. По исправленным дирекционным углам вычисляют приращения координат. Линейные невязки, взятые с обратным знаком, распределяют в приращения координат пропорционально длине каждой линии.

Уравнивание дважды проложенных висячих ходов заключается в получении средних значений дирекционных углов общих сторон и координат общих пунктов. Участки хода между общими пунктами уравнивают самостоятельно как отдельные ходы.

Вычисление и уравнивание систем полигонометрических ходов, а также определение погрешностей положения пунктов рекомендуется выполнять на компьютере по программам, реализующим раздельное уравнивание дирекционных углов и координат.

Высоты в горные выработки на пункты подземной маркшейдерской опорной сети передают независимо дважды через вертикальные, наклонные или горизонтальные горные выработки.

Передачу высот через вертикальные горные выработки рекомендуется выполнять глубиномером, светодальномером или другими приборами и методами, в том числе по головному подъемному канату, обеспечивающими необходимую точность.

Передачу высот выполняют в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации приборов.

Температуру воздуха при передаче высот измеряют в начале и в конце работы на земной поверхности и на горизонте околоствольного двора.

Отсчеты по нивелирным рейкам, груз-рейке и контрольной рейке фиксируют до миллиметров. Расхождение между двумя результатами или двумя превышениями допускается не более 4 мм; за результат принимают среднеарифметическое.

Допустимое расхождение между двумя независимыми передачами высот по вертикальным выработкам определяется по формуле

$$Dh = 0,0003H, \text{ м,}$$

где H - глубина шахтного ствола.

При допустимом расхождении за окончательное значение высоты принимают среднеарифметическое из двух определений.²³

Техническое нивелирование выполняют по выработкам с углом наклона

²³ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.144

до 5° . Тригонометрическое нивелирование по наклонным выработкам допускается производить одновременно с проложением полигонометрического хода.

До начала нивелирования проверяют устойчивость реперов, используемых в качестве исходных. Допустимая разность между контрольными превышениями и ранее определенными превышениями между исходными реперами не более 15 мм при определении превышений техническим нивелированием и $0,0006l$ - при определении превышений тригонометрическим нивелированием, где l - длина линии, м.

При определении высот тригонометрическим нивелированием вертикальные углы измеряют теодолитами с паспортной средней квадратической погрешностью измерения вертикального угла не более $25''$ одним приемом в прямом и обратном направлениях. Расхождение значений места нуля допускается не более 1,5.

Стороны хода измеряют в соответствии с требованиями для линейных измерений в подземных полигонометрических ходах. Высоты инструмента и сигналов измеряют рулеткой дважды, отсчеты берут до миллиметров.

Разность превышений для одной и той же линии допускается не более $0,0004l$, где l - длина линии, м. Для ходов тригонометрического нивелирования, пройденных в прямом и обратном направлениях, допустимая невязка рассчитывается по формуле 100 , мм, где L - длина хода, км.

При техническом нивелировании прокладывают замкнутые ходы или висячие в прямом и обратном направлениях. Расстояние между нивелиром и рейками допускается не более 100 м. Отсчеты по рейкам берутся до миллиметров; расхождение в превышениях на станции, определенные по черным и красным сторонам реек или при двух горизонтах инструмента, допускается не более 10 мм.

Невязки ходов технического нивелирования допускаются не более значений, полученных по формуле 50 , мм, где L - длина хода, км.

Уравнивание замкнутых нивелирных ходов выполняют путем распределения поправок в превышения, взятых с обратным невязке знаком, пропорционально числу станций или длинам сторон хода. За окончательное значение высоты пункта, определенного из ходов разной длины, принимают весовое среднее, считая веса обратно пропорциональными длине ходов или числу штативов в ходе.

В настоящее время используют все более новые марки нивелиров, которые отличаются оперативностью выполнения полевых работ и получения окончательных результатов;



При уравнивании комбинированных сетей высотных ходов значения весов принимают в зависимости от точности метода передачи высот.

Подземные маркшейдерские съемочные сети являются основой для съемки горных выработок и состоят из теодолитных ходов.²⁴

Теодолитные ходы прокладывают замкнутыми, разомкнутыми или висячими проложенными дважды. Замыкание теодолитных ходов производят во всех случаях, где для этого есть возможность. При проложении теодолитных ходов в выработках, по которым впоследствии будут проложены полигонометрические ходы подземной маркшейдерской опорной сети, допускается прокладывать висячие ходы с измерением левых и правых углов. Перед измерением правого угла проверяют центрирование теодолита. Длина таких ходов допускается не более 300 м при составлении планов горных выработок в масштабе 1:1000 и 500 м - в масштабе 1:2000.

Отставание пунктов теодолитного хода от забоя подготовительной выработки допускается не более:

50 м - в выработках, проводимых по проводнику;

100 м - в выработках, проводимых по направлению.

При проведении выработки в направлении границы опасной зоны, вдоль

²⁴ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 417-418

нее или непосредственно в опасной зоне теодолитные ходы прокладывают по мере продвижения забоя с отставанием от него не более чем на 20 м. В этих случаях координаты пунктов определяют независимо дважды.

Пункты теодолитных ходов закрепляют как временные пункты подземной маркшейдерской опорной сети.

Ориентирование подэтажных выработок выполняют независимо дважды. Расхождение между двумя ориентированиями допускается не более 20ϕ.

Углы в теодолитных ходах измеряют теодолитами с паспортной средней квадратической погрешностью измерения горизонтального угла не более 30", центрирование теодолита и сигналов выполняют с помощью шнуровых отвесов.

В ходах, прокладываемых в выработках с углом наклона менее 30°, углы измеряют одним повторением или приемом. При измерении углов способом повторений разность между одинарным и окончательным (средним) значением угла допускается не более 1,5ϕ.

При измерении углов способом приемов расхождение углов между полуприемами допускается не более 2ϕ.

Измерение углов в выработках с углом наклона более 30° выполняют двумя приемами со смещением начального отсчета перед вторым приемом примерно на 180°. Расхождения в углах, полученных из отдельных приемов, допускаются не более 1,5.

Перед пополнением теодолитного хода измеряют контрольный угол и контрольную линию; разность между предыдущим и контрольным значениями угла допускается не более 2ϕ, линии - 1:1000 ее длины. В случаях, когда пункты подвергаются сдвигению, теодолитные ходы при пополнении могут опираться на стороны, гироскопически ориентированные со средней квадратической погрешностью 3ϕ. При ориентировании сторон подземной съемочной сети допускается определять положение равновесия чувствительного элемента по двум точкам реверсии.

В последнее время для измерения углов и съемки подробностей в горных выработках и на карьерах используют современные электронные измерительные приборы.

Классификация погрешностей электронных приборов для угловых и линейных измерений;

погрешности нарушения геометрической схемы прибора и ориентирования;

погрешности наведения;

погрешности светодальномерного блока;

погрешности систем отсчитывания направлений и углов;

динамические погрешности;

погрешности, вносимые отражателем или отражающей поверхностью;

погрешности за счёт влияния температурных и временных факторов;

погрешности оптического центра или лазерного отвеса.

Trimble



TS M3



Total Station
3600DR



Total Station S8



Total Station
3300DR



Total Station
5600DR

Длину линий в теодолитных ходах измеряют стальными компарированными рулетками и другими способами с соблюдением установленной в пункте 197 настоящей Инструкции точности измерений. Допускается натяжение рулеток без динамометра. Линии измеряют дважды. Отсчеты при измерении линий в теодолитных ходах берут до миллиметров.²⁵

Для измерений длин линий в настоящее время существуют следующие ручные лазерные дальномеры;

РУЧНЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ДАЛЬНОМЕРЫ Leica DISTO™

D2



**Диапазон измерения 0.05-60 м
Погрешность ± 1.5 мм**

D3a

D3a BT



**Диапазон измерения 0.05 -100 м
Погрешность ± 1 мм**

D5



**Диапазон измерения 0.05 - 100 м
Точность ± 1.0 мм**



**Диапазон измерения 0.05 - 200 м
Погрешность ± 1.0 мм**

DXT



**Диапазон измерения от 0,05 до 70 м
Погрешность измерения ± 1,5 мм**

D8



**Диапазон измерения 0.05 - 200 м
Погрешность ± 1 мм**

²⁵ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.145

Перед вычислением координат пунктов съемочных сетей проверяют записи и вычисления в журналах угловых и линейных измерений, а также соответствие выполненных измерений установленным допускам. В измеренную длину линий теодолитных ходов вводят поправки за компарирование и температуру в том случае, если они в сумме превышают 1:5000 длины измеренной линии.

Допустимые угловые невязки ходов съемочных сетей определяются по формулам пункта 184 настоящей Инструкции.

Допустимые относительные линейные невязки составляют:

1:1500 - в замкнутых теодолитных ходах;

1:1000 - в разомкнутых и дважды проложенных.

Уравнивание ходов съемочных сетей выполняют отдельным способом в соответствии с требованиями пунктов 187 - 188 настоящей Инструкции.

Значения координат округляют до сантиметров, дирекционных углов в теодолитных ходах - до 10".

Тригонометрическое нивелирование выполняют одновременно с проложением теодолитных ходов.

Вертикальные углы измеряют одним приемом в прямом и обратном направлениях или в одном направлении с изменением высоты сигнала перед вторым измерением.

В теодолитных ходах при передаче высот тригонометрическим нивелированием соблюдают следующие требования:

расхождение значений места нуля в начале и в конце хода не более 3¢;

расхождение между двумя определениями высоты теодолита или сигнала не более 10 мм;

разность в превышениях одной и той же стороны не более 1:1000 ее длины;

допустимая невязка хода - 120, мм, где L - длина хода, км.

При определении высот пунктов съемочных сетей геометрическим нивелированием руководствуются пунктом 195 настоящей Инструкции.

Нивелирные ходы уравнивают введением поправок в измеренные превышения с обратным невязке знаком, пропорционально длине сторон хода или числу штативов, отметки округляют до сантиметров.

Высоты пунктов съемочной сети в поэтажных выработках определяют путем передачи высоты с пунктов (реперов) основного горизонта через вертикальные восстающие выработки с помощью рулетки. Передачу высот выполняют дважды, разность в превышениях допускается не более 5 см.²⁶

Объекты съемки:

все горные выработки, как подготовительные, так и очистные; разведочные, гидрогеологические, технические скважины; камеры различного назначения, транспортные пути;

целики полезного ископаемого, оставленные у подготовительных

²⁶ Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 411-412

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, плавунцов 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 плавунцов, заиловки; места усиленного водопроявления; карсты и купола вывалов (высотой более 1 м) в горных выработках.

Съемку горных выработок, в которых запрещается пребывание людей, выполняют методами и приборами, обеспечивающими безопасность работ.

Горные выработки большого сечения рекомендуется снимать методами световых сечений и звуколокации.

Съемку горных выработок для пополнения планов производят не реже одного раза в месяц.

В условиях скоростной проходки или постоянно действующих забоев отставание съемки горной выработки от пунктов теодолитного хода допускается не более 60 м.

Данные о тектонике, структуре пласта и вмещающих пород, их пространственное положение определяет геологическая служба организации.

Съемку подготовительных выработок выполняют способом перпендикуляров, полярным или другими способами. Допускается съемка выработок от направления, инструментально заданного с пунктов подземной маркшейдерской опорной сети или подземной съемочной сети.

Контуры подготовительных выработок снимают в свету и по возможности в проходке.

Линейные измерения при съемке боков выработки в проходке производят с округлением до дециметров, при съемке в свету - до сантиметров.

Одновременно со съемкой боков выработок выполняют съемку всех элементов, указанных в пункте 213 настоящей Инструкции. Все детали съемки отражают на абрисах в журнале угловых и линейных измерений.

Замер проходки подготовительных выработок выполняют один раз в месяц по состоянию на конец отчетного периода в соответствии с требованиями отраслевых нормативных документов.

При съемке взрывных скважин определяют положение устья, глубину, направление и угол наклона оси скважины. Направление и угол наклона оси скважины определяют с погрешностью до 1° , глубины - до 0,2 м.

Съемку вертикальных рудоспусков большой протяженности, не имеющих крепи, рекомендуется выполнять с помощью ультразвуковых и других специальных приборов.²⁷

²⁷ Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p.145

Вертикальную съемку откаточных путей в выработках, близких к горизонтальным, выполняют техническим нивелированием. Нивелирование выполняют по пикетам через 10 или 20 м. Одновременно измеряют высоту выработки на каждом пикете и в характерных местах. Съемку рельсовых путей в наклонных выработках выполняют тригонометрическим нивелированием.

Для контроля уклонов рельсовых путей разрешается использовать профилографы с погрешностью определения уклона пути между пикетами не более 0,0005.

Периодичность нивелирования откаточных путей устанавливается не реже одного раза в год.

Положение очистных забоев определяют инструментальной съемкой или рулеточным замером от пунктов съемочной сети не реже одного раза в месяц по состоянию на конец отчетного периода. Погрешности определения длины линии забоя, подвигания и высоты выработки допускаются не более 1:100.

Положение очистного забоя при крутом падении с выемкой полезного ископаемого по простиранию определяют путем измерения расстояний от забоя до пунктов, расположенных в штреках верхнего и нижнего горизонтов. При потолкоуступной системе выемки положение очистного забоя определяют рулеточным замером с измерением элементов уступов.

При разработке крутопадающих залежей с выемкой полезного ископаемого по восстанию положение очистного забоя допускается снимать с помощью шнура и висячего полукруга или жезла. Расхождение в высотах пунктов в конце хода допускается не более 1:200 его длины.

Положение очистного забоя (контура камеры) при системе разработки подэтажными выработками определяют рулеточным замером от пунктов, расположенных в подэтажных выработках. При отбойке уступа штанговыми шпурами без заходов съемку камеры и контроль за размерами межкамерных целиков выполняют приборами, предназначенными для съемки недоступных контуров.

При системе разработки принудительным этажным обрушением границы отработанных участков блоков устанавливают по съемке взрывных скважин.

Результаты съемки заносят в журнал измерений, где составляют детальный абрис по каждой выработке. Результаты замера в целом по горному предприятию заносят в журнал замера горных выработок.

Контрольные вопросы

1. Размеры профильной линии наблюдательной станции определяются по простиранию и паданию залежи. Как определяются параметры сдвигания толщи горных пород над выработанным пространством?
2. Критических точки деформаций в мульде сдвижения могут ли служить основой для определения углов сдвижения?
3. Какие меры охраны сооружений рекомендуются правилами охраны?
4. Что является основным документом при решении вопросов по сдвигению горных пород?

Используемые литературы

1. Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2011, p. 141-154
2. Gamarasca M.A. Basics of Geomatics. Springer. 2009. P. 411-418

IV. МАТЕРИАЛЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическая работа № 1

Решение задач по маркшейдерским планам

Цель работы. Научиться читать горно-графическую документацию открытых горных работ и решать задачи по маркшейдерским планам.

Исходные данные

1. Комплект графической документации открытых горных работ.
2. Вертикальный разрез по линии простирания.

Порядок выполнения работы

1. Изучить условные обозначения для горно-графической документации.
2. На планах горных работ установить: границы горного и земельного отводов; пункты маркшейдерской опорной и съёмочной сети; вскрышные и добычные уступы, положение забоев за отдельный календарный срок; геологоразведочные выработки; дренажные выработки; транспортные машины и механизмы; опасные зоны; вид транспорта, применяемого на карьере, и уклоны транспортных линий.
3. По сводному плану горных работ в соответствии с вариантом построить профиль горных выработок.

Выбор оптимального способа создания съёмочного обоснования

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

Таблица 1

Исходные данные по вариантам

Номер варианта	Практическая работа № 1		Практическая работа № 2		Практическая работа № 4			Практическая работа № 6							
	Линия построения разреза	Участок плана	Горизонт	Способ подсчета объёма полезного ископаемого на складе			Отчётный период для учёта объёма вскрыши	Участок плана		Вид рекультивации			Отвала		
										карьера			пляж-ная зона	водоем	засыпка
				Г.С.	В.С.	О.П.									
1	скв. 521-509	120-125	270	+			Апрель, 2010	220-2	22	+					
2	скв. 514-548	125-130	270		+		Май, 2011	222-2	24		+				
3	скв. 723-794	130-135	270			+	Март, 2010	224-2	26			+			
4	лин. 220	135-140	270	+			Ноябрь, 2010	226-2	28					+	
5	лин. 222	120-125	260		+		Апрель, 2011	228-2	30						+
6	лин. 224	125-130	260			+	Октябрь, 2011	220-2	22	+					
7	лин. 226	130-135	260	+			Март, 2010	222-2	24		+				
8	лин. 228	135-140	260		+		Декабрь, 2010	224-2	26			+			
9	лин. 230	120-125	250			+	Февраль, 2011	226-2	28					+	

10	скв. 521-509	125-130	250	+			Октябрь, 2010	228-2	30					+
11	скв. 514-548	130-135	250		+		Ноябрь, 2010	220-2	22	+				
12	скв. 723-794	135-140	250			+	Октябрь, 2010	222-2	24		+			
13	лин. 220	120-125	220	+			Июнь, 2011	224-2	26			+		
14	лин. 222	125-130	240		+		Май, 2011	226-2	28				+	
15	лин. 224	130-135	240			+	Май, 2011	228-2	30					+
16	лин. 226	135-140	240	+			Март, 2011	220-2	22	+				
17	лин. 228	120-125	280		+		Март, 2011	222-2	24		+			

Номер варианта	Практическая работа № 1	Практическая работа № 2		Практическая работа № 4			Отчётный период для учёта объёма вскрыши	Практическая работа № 6		Вид рекультивации						
				Способ подсчёта объёма полезного ископаемого на складе	Участок плана	Горизонт		г.с.	в.с.	о.п.	Участок плана	карьера			отвала	
												обменная зона	рем.	рыпка	полаживание	террасирование
18	лин. 230	125-130	280			+	Апрель, 2010	224-226			+					
19	скв. 521-509	130-135	280	+			Апрель, 2012	226-228				+				
20	скв. 514-548	135-140	280		+		Июнь, 2012	228-2	30					+		
21	скв. 723-794	125-130	220			+	Май, 2011	220-2	22	+						
22	лин. 220	130-135	220	+			Май, 2012	222-2	24		+					
23	лин. 222	135-140	220		+		Октябрь, 2010	224-2	26			+				
24	лин. 224	130-135	230			+	Июль, 2012	226-2	28				+			

25	лин. 226	135-140	200	+			Ноябрь, 2010	228-2	30					+
26	лин. 228	130-135	270		+		Июль, 2011	220-2	22	+				
27	лин. 230	120-125	270			+	Март, 2011	222-2	24		+			
28	скв. 521-509	125-130	270	+			Июнь, 2012	224-2	26			+		
29	скв. 514-548	130-135	270		+		Апрель, 2011	226-2	28				+	
30	скв. 723-794	135-140	270			+	Апрель, 2012	228-230						+

В таблице приняты условные сокращения:

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

2. Вид рекультивации: пляжная зона - обустройство водоёма и оформление пляжной зоны; водоём - создание водоёма с максимальной глубиной; засыпка - засыпка выработанного пространства пустыми породами; выполаживание - рекультивация отвала способом выполаживания; террасирование - рекультивация отвала способом террасирования.

Исходные данные

1. План поверхности бурогоугольного месторождения (выдается преподавателем).
2. Участок плана горных выработок и горизонт для проектирования пунктов съёмочного обоснования.
3. Способ съёмки подробностей - тахеометрический.
4. Масштаб съёмки - 1:2000.

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с номером варианта установить участок плана горных работ, для съёмки которого необходимо запроектировать пункты съёмочного обоснования.
2. На ватмане вычертить сетку координат, нанести положение пунктов опорной сети и участок плана горных работ (по варианту).
3. С учётом требований «Инструкции...» [8] по проектированию съёмочного обоснования для тахеометрического метода съёмки наметить местоположение пунктов, обеспечивающих съёмку заданного по варианту участка горных работ.
4. Произвести привязку пунктов съёмочного обоснования к пунктам опорной сети (2-3 способами). В пояснительной записке начертить схемы привязки.
5. Из каталога координат выписать координаты пунктов опорной сети, к которым произведена привязка пунктов съёмочного обоснования.

Таблица 2

Каталог координат пунктов опорного обоснования (пример)

Номер пункта	Координаты			Высота наведения
	X	Y	Z	
227	2520925, 30	7512457, 30	288,200	1,4
229	2520952, 40	7512610, 50	289,100	1,4
231	2520957,50	7513237,50	288,100	1,4
233	2520950,00	7513590,00	286,100	1,4
235	2520900, 60	7513962, 40	285,200	1,4

6. На КОМПЬЮТЕР загрузить программу «zasechki.exe», в основном меню программы выбрать блок «Работа с каталогом», операцию «Редактирование, просмотр каталога».
7. Проверить, имеются ли в каталоге сведения о пунктах опорной сети, к которым произведена привязка запроектированных пунктов съёмочного обоснования, и верно ли занесены сведения о координатах:

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

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

8. Подготовить исходные данные для расчёта погрешности положения пунктов съёмочного обоснования:

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

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

исходные данные для расчёта погрешности положения пункта в плане, определенного прямой (два варианта) и обратной (четыре варианта) засечками свести в табл. 3; полярным способом (два варианта) - в табл. 4.

Таблица 3

Исходные данные для расчета погрешности положения пункта, определенного прямой и обратной засечками (пример)

Вид засечки	Вариант	Имена опорных пунктов	Внутренний угол на определяемый пункт	Направления на опорные пункты
Прямая	1	229 233	29.0000 112.0000	
	2	233 235	65.0000 84.0000	
Обратная	1	227 231 233		0.0000 60.0000 95.0000
	2	231 233 235		0.0000 35.0000 207.0000

Таблица 4

Исходные данные для расчета погрешности положения пункта, определенного полярным способом (пример)

Наименование характеристики	Исходные данные	
	вариант 1	вариант 2
Название определяемого пункта	P ₁	P ₁
Точка стояния	229	229
Точка наведения	233	235
Горизонтальный (левый) угол на определяемую точку	35.3230	48.1800
Горизонтальное проложение (расстояние до определяемой точки)	68.0	150.5
СКП измерения горизонтального угла	15	15

СКП измерения вертикального угла	10	10
Способ измерения длины:		
(постоянные светодальномера: $a = 1,0$; $b = 5,0$)	светодальномером	
	рулеткой	
	параллактически	

9. Произвести расчёт на компьютер погрешности положения пунктов съёмочного обоснования в плане для всех возможных способов привязки их к пунктам опорной сети. Результаты расчета свести в табл. 5.

В пояснительной записке привести математический аппарат, используемый в программе.

10. Подготовить исходные данные для расчёта погрешности положения пункта по высоте.

11. Произвести расчёт погрешности положения запроектированного пункта по высоте. Блок программы по расчёту погрешности по высоте тригонометрическим нивелированием вставлен в программу «Прямая засечка». Поэтому независимо от способа создания планового обоснования (обратная или прямая засечка) **при расчете погрешности по высоте** в основном меню программы необходимо выбрать блок «Вычисление координат», способ «Прямая засечка». Ввести исходные данные по запросу программы. После ввода исходных данных произвести расчёт и записать погрешность положения по высоте запроектированного пункта при определении его высотной отметки от различных опорных точек (табл. 5). В пояснительной записке привести математический аппарат, используемый для расчёта погрешности по высоте для выбранного способа¹.

12. На основе анализа результатов расчёта и трудоёмкости полевых работ выбрать оптимальный способ создания съёмочного обоснования.

13. Дать заключение о надёжности съёмочного обоснования.

Таблица 5

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

Вид засечки	Имена опорных пунктов	Погрешность пункта, м				Имена опорных пунктов
		в плане		по высоте		
		M_p	$M_{p(ож)}$	M_h	$M_{h(ож)}$	
	229,233	0,11	0,22	2,2	4,4	229
	233,235	0,12	0,24	0,48 0,15	0,96 0,302	233 235
	227, 231, 233	1,3	2,7			
	231, 233, 235	0,071	0,14			
	233, 235, 227	0,058	0,12			

	235, 227, 231	0,12	0,24			
	229,233					
	измерение длины: - светодальномером	0,0095	0,019			
	- рулеткой	0,052	0,104			
	- параллактически	1,112	0,976			

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

- предрасчёта ожидаемой погрешности на стадии проектирования,
- анализа результатов фактических измерений.

В настоящей работе выполняется проектирование пунктов съёмочного обоснования. Для выбора оптимального местоположения пунктов и схемы привязки проектируемых пунктов к опорной геодезической сети выполняется предрасчёт ожидаемой погрешности, для чего углы и длины снимают графически. Поэтому *координаты*, полученные при работе с блоком программы «вычисление погрешности положения пункта съёмочной сети», *использовать* для решения каких-либо задач *недопустимо*.

Контрольные вопросы

1. Что такое маркшейдерский план?
2. На каких проекциях составляются маркшейдерские планы?
3. Масштабы маркшейдерских планов?
4. Условные обозначения маркшейдерских планов?
5. Как планируются развития горных работ на маркшейдерских планах?

Используемые литературы

1. Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2010
2. William A. Hustrulid, Richard L. Bullock. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. Society for Mining. 2011
3. Barry A. Wills, James Finch. Wills' Mineral Processing Technology. Butterworth-Heinemann. 2012
4. Balbir S. Dhillon. Mining Equipment Reliability, Maintainability, and Safety. Springer 2011

Практическая работа № 2

Вычисление и оценка точности определения координат пункта съёмочной сети обратной геодезической засечкой

Цель работы. Обработать результаты полевых измерений и дать заключение о надёжности определения пункта съёмочной сети разреза для съёмки горных выработок в масштабе 1:2000.

Исходные данные

1. Координаты четырех пунктов опорной сети разреза и высота визирования на пункты.
2. Измеренные горизонтальные направления, высота инструмента на пункте съёмочной сети и углы наклона с определяемого пункта.

Порядок выполнения работы

1. Составить в удобном масштабе (1:10000 или 1:25000) схему расположения пунктов маркшейдерской опорной сети разреза и определяемого пункта съёмочной сети.

2. Загрузить на компьютер программу «zasechki.exe», выбрать в основном меню программы блок «Работа с каталогом», операцию «Редактирование, просмотр каталога». Проверить, имеются ли в каталоге сведения о пунктах опорной сети, к которым произведена привязка определяемого пункта съёмочной сети, и верно ли занесены сведения о координатах. В операцию «Редактирование, просмотр каталога» можно внести исправления, если неверно набраны координаты, при отсутствии в каталоге имени пункта необходимо выбрать операцию «Добавление новых пунктов в каталог» и произвести пополнение каталога.

3. Установить два возможных варианта определения пункта съёмочной сети обратной засечкой.

4. В основном меню программы выбрать блок «Вычисление координат», способ «Обратная засечка» вычислить на ПКОМПЬЮТЕР координаты X и Y пункта съёмочной сети из решения двух оптимальных схем обратной засечки и погрешность пункта в плане для каждой схемы. Привести математический аппарат, реализованный в программе для вычисления координат.

5. Установить из двух вариантов обратных засечек разность в положении пункта съёмочной сети в плане, сравнить её с допустимой по «Инструкции...» [8].

6. Вычислить из двух вариантов высотную отметку определяемого пункта съёмочной сети с учётом поправки за кривизну Земли и рефракцию, расхождение высотных отметок сравнить с допустимым по "Инструкции...".

Привести математический аппарат, реализованный в программе.

6. Дать заключение о надёжности определения пункта съёмочной сети разреза способом обратной геодезической засечки.

Контрольные вопросы

1. Виды геодезических засечек?
2. Что такое базис геодезической засечки?
3. Точность определения координат неизвестной точки на основе геодезических засечек?
4. Использование точки геодезических засечек в качестве съемочного обоснования?
5. Методы съемки горных выработок и ситуации с целью получения планов горного участка?

Используемые литературы

5. Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2010
6. William A. Hustrulid, Richard L. Bullock. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. Society for Mining. 2011
7. Barry A. Wills, James Finch. Wills' Mineral Processing Technology. Butterworth-Heinemann. 2012
8. Balbir S. Dhillon. Mining Equipment Reliability, Maintainability, and Safety. Springer 2011

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЗАДАНИЮ № 1

ПРОЕКТ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК

1. При проектировании наблюдательной станции для угольных месторождений:

1.1. По углу падения пласта α из «Правил охраны...» [5] определяют углы сдвига ρ , ρ' , γ , δ и граничный угол ϕ_0 в наносах, а также угол максимального оседания θ и угол полного сдвига $\psi/3$. Из «Инструкции...» [4] устанавливают поправки к углам $A\rho$, $D\rho'$, $A\gamma$, $A\delta$.

1.2. На разрезе по главному сечению вкрест простирания по углам ($\rho - A\rho$) - со стороны падения пласта, ($\gamma - A\gamma$) - со стороны восстания и углу ϕ - в наносах определяют длину рабочей части профильной линии вкрест простирания (АБ), а по углу θ - положение профильной линии по простиранию - точка О (рис. 1, а).

1.3. На разрезе по простиранию длину рабочей части профильной линии ГД и место положения профильных линий вкрест простирания - O1, O2 определяют углом (5 -A5) и расстояниями, указанными на рис. 1, б.

2. При проектировании наблюдательной станции для рудных месторождений

2.1. В зависимости от угла падения залежи, строения и крепости вмещающих пород по «Инструкции...» [5] устанавливают группу пород, углы сдвига ρ , ρ_1 , γ , δ , ϕ и поправки к углам сдвига.

2.2. Строят вертикальные разрезы вкрест простирания и по простиранию залежи, на которых определяют длину рабочей части профильных линий и их положение.

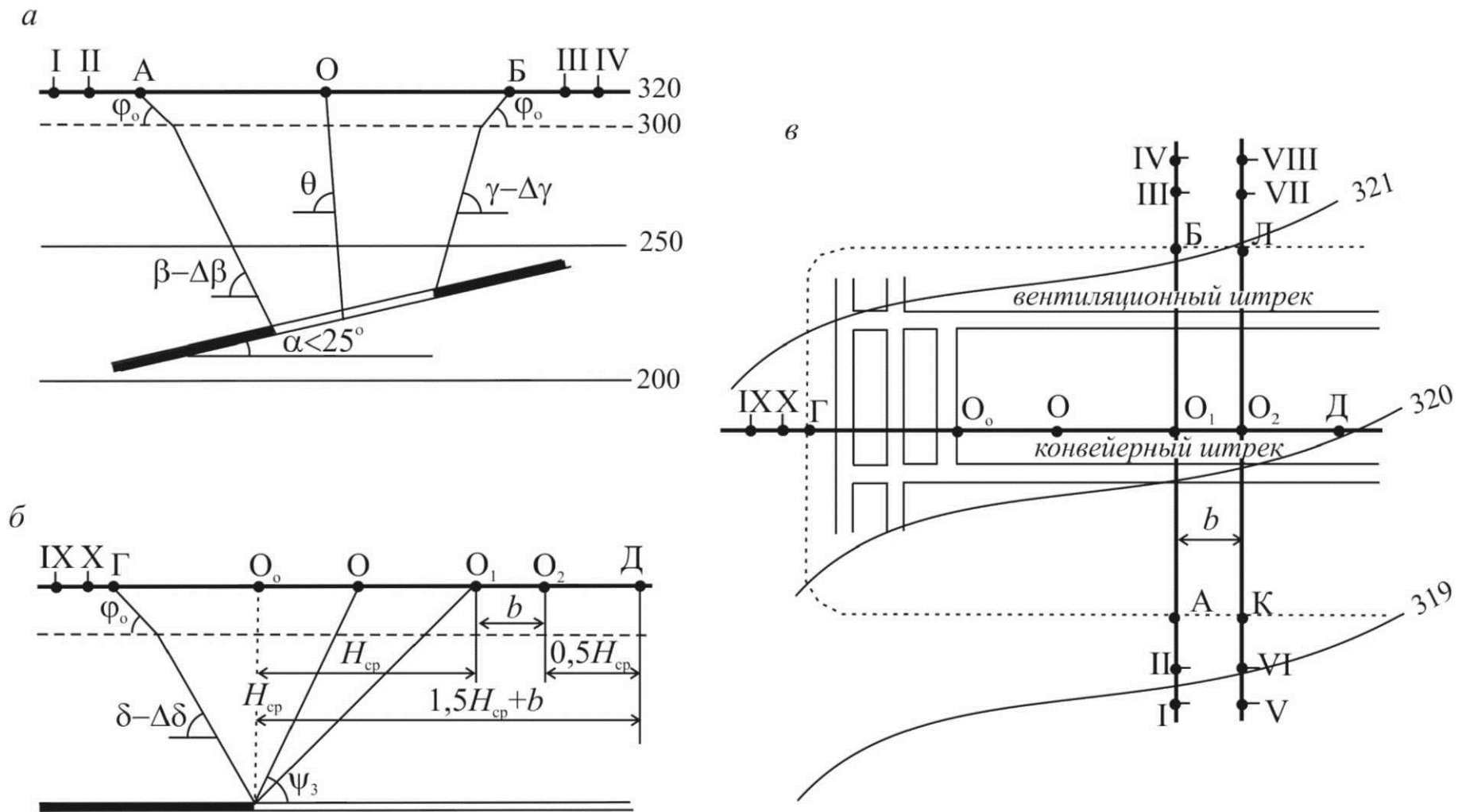


Рис. 1. Профильные линии на разрезах: *a* – вкрест простирания; *б* – по простиранию; *в* – на плане горных работ

3. На основании вертикальных разрезов профильные линии переносят на план. Намечают на плане положение опорных, исходных и рабочих реперов.

4. В пояснительной записке к проекту наблюдательной станции указывают [3, 4, 5]:

- расстояние между рабочими реперами;
- конструкцию опорных и рабочих реперов;
- способ выноса в натуру профильных линий;
- способ закладки реперов;
- способ привязки профильных линий в плане и по высоте;
- методику первичных и промежуточных наблюдений.

5. Составляют график работ по закладке наблюдательной станции и наблюдениям, который включает:

- рекогносцировку местности;
- вынос в натуру и разбивку профильной линии на местности;
- закладку реперов;
- схватывание бетона;
- привязку профильных линий в плане и по высоте;
- первичные наблюдения (две серии с перерывом не более

5 дней);

- промежуточные наблюдения.

Нормы времени и выработки на указанные виды работ определяют согласно.

Пример построения (рис. 1) приведен для пологого залегания пласта. Для других углов падения построения производят с учетом требований.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЗАДАНИЮ № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

Параметры процесса сдвижения земной поверхности в зависимости от вида профильной линии определяют на вертикальных разрезах вкрест простирания (граничные углы β_0 , γ_0 или β_{01} , углы сдвижения β , γ или β_1 , угол максимального оседания θ , углы полных сдвижений ψ_1 и ψ_2) и по простиранию пласта (граничный угол δ_0 , угол сдвижения δ , угол полного сдвижения ψ_3).

Расчет параметров сдвижений и деформаций для удобства рекомендуем производить в таблице (табл. 1).

Расстояния между соседними реперами L_n^o , L_n^k (табл. 1, графы 6 и 7) определяют из выражений

$$L_n^o = D_i^o - D_{i-1}^o \text{ и } L_n^k = D_i^k - D_{i-1}^k, \quad (1)$$

где D_i^o и D_{i-1}^o – горизонтальные расстояния от опорного до i -го и $(i-1)$ -го рабочих реперов из начального наблюдения, м (табл. 1, графа 4); D_i^k и D_{i-1}^k – то же из конечного наблюдения, м (табл. 1, графа 5).

Средняя длина интервала определяется как полусумма полученных значений (табл. 1, графа 8):

$$L_n = \frac{L_n^o + L_n^k}{2} \quad (2)$$

Средняя длина двух смежных интервалов (табл. 5, графа 9):

$$\bar{L} = \frac{L_n + L_{n+1}}{2}. \quad (3)$$

Основными параметрами сдвижений и деформаций земной поверхности являются:

Расчет параметров сдвижений и деформаций земной поверхности

Таблица 1

№ репера	Абсолютные отметки реперов, м		Горизонтальное расстояние от опорного до рабочих реперов, м		Расстояние между реперами, м			Средняя длина смежных интервалов, м	Оседание, мм	Горизонтальные сдвижения, мм	Наклоны, $\times 10^{-3}$	Кривизна, $\times 10^{-3}$, 1/м	Горизонтальные деформации, $\times 10^{-3}$	Скорость оседания, мм/сут	Скорость горизонтальных сдвижений, мм/сут
	из начального наблюдения	из конечного наблюдения	из начального наблюдения	из конечного наблюдения											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	Z_i^o	Z_i^k	D_i^o	D_i^k	L_n^o	L_n^k	L_n	\bar{L}	η	ξ	i	K	ε	V	U
1	307,926	307,926	87,532	87,532					0	0				0,00	0,00
2	307,349	307,340	101,897	101,904	14,365	14,372	14,369	14,496	9	-7	0,626	0,018	0,49	0,14	-0,11
3	307,413	307,391	116,516	116,532	14,619	14,628	14,624	14,539	22	-16	0,889	0,006	0,62	0,33	-0,24
					14,451	14,460	14,456				0,968		0,63		

1. Оседания (сдвигения в вертикальной плоскости, мм):

$$\eta_i = Z_i^o - Z_i^k, \quad (4)$$

где Z_i^o и Z_i^k – абсолютная отметка рабочего репера соответственно из начального и конечного наблюдения.

2. Горизонтальные сдвигения земной поверхности (мм):

$$\xi_i = D_i^k - D_i^o, \quad (5)$$

где D_i^o и D_i^k – горизонтальные расстояния вдоль профильной линии от опорного репера до рабочего репера (i) соответственно из начального и конечного наблюдения.

3. Деформации наклонов (безразмерная величина, 1×10^{-3}):

$$i_n = \frac{\eta_i - \eta_{i-1}}{L_n}, \quad (6)$$

где η_i и η_{i-1} – оседания последующего и предыдущего репера, мм; L_n – расстояние между реперами, м.

4. Деформация кривизны (1×10^{-3} , 1/м):

$$K = \frac{i_n - i_{n-1}}{\bar{L}}, \quad (7)$$

где i_n и i_{n-1} – наклоны последующего и предыдущего интервалов; \bar{L} – средняя длина смежных интервалов, м.

5. Радиус кривизны (величина, обратная кривизне мульды сдвигения (м):

$$R = \frac{1}{K}. \quad (7)$$

6. Горизонтальные деформации (безразмерная величина, 1×10^{-3}):

$$\varepsilon = \frac{L_n^k - L_n^o}{L_n^o}, \quad (8)$$

где L_n^o и L_n^k – длина интервала соответственно из начального и конечного наблюдений.

По рассчитанным значениям сдвижений и деформаций строят графики относительно рабочих реперов на вертикальных разрезах в масштабах, удобных для построения и использования (рис. 2, 3).

Для определения граничных углов β_0 , γ_0 , и δ_0 на графиках на краях мульды сдвижения отмечают граничные значения деформаций:

$$i = \pm 0,5 \cdot 10^{-3}; \quad \varepsilon = \pm 0,5 \cdot 10^{-3}.$$

Полученные точки проецируют на разрез и от крайней из них проводят линии под углом φ_0 в наносах и далее до границ очистных работ. Углы сдвижения в наносах φ_0 и φ принимаются по «Правилам охраны...» [5].

Аналогично определяют и углы сдвижения β , γ , δ по значениям опасных деформаций:

$$i = \pm 4 \cdot 10^{-3}; \quad K = \pm 0,2 \cdot 10^{-3}, 1/\text{м}; \quad \varepsilon = \pm 2 \cdot 10^{-3}.$$

Угол максимального оседания θ определяется на вертикальном разрезе вкrest простирания как угол со стороны падения пласта между горизонтальной линией и линией, соединяющей середину горных работ с точкой максимального оседания (по графику оседаний) на земной поверхности. На разрезе по простиранию определяют также угол полного сдвижения ψ_3 .

Полученные значения граничных углов (β_0 , γ_0 , и δ_0), углов сдвижений (β , γ , δ), угла максимальных оседаний (θ) и углов полных сдвижений (ψ_1 , ψ_2 , ψ_3) сравнивают с приведенными в «Правилах охраны...» [5].

Скорости оседаний и горизонтальных сдвижений (мм/сут) определяются по формулам:

$$V = \frac{\Delta\eta}{\Delta t} \quad \text{и} \quad U = \frac{\Delta\xi}{\Delta t}, \quad (9)$$

где Δt – время между наблюдениями, по которым определялись $\Delta\eta$ и $\Delta\xi$, сут.

Рекомендуемая литература: [1, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 18].

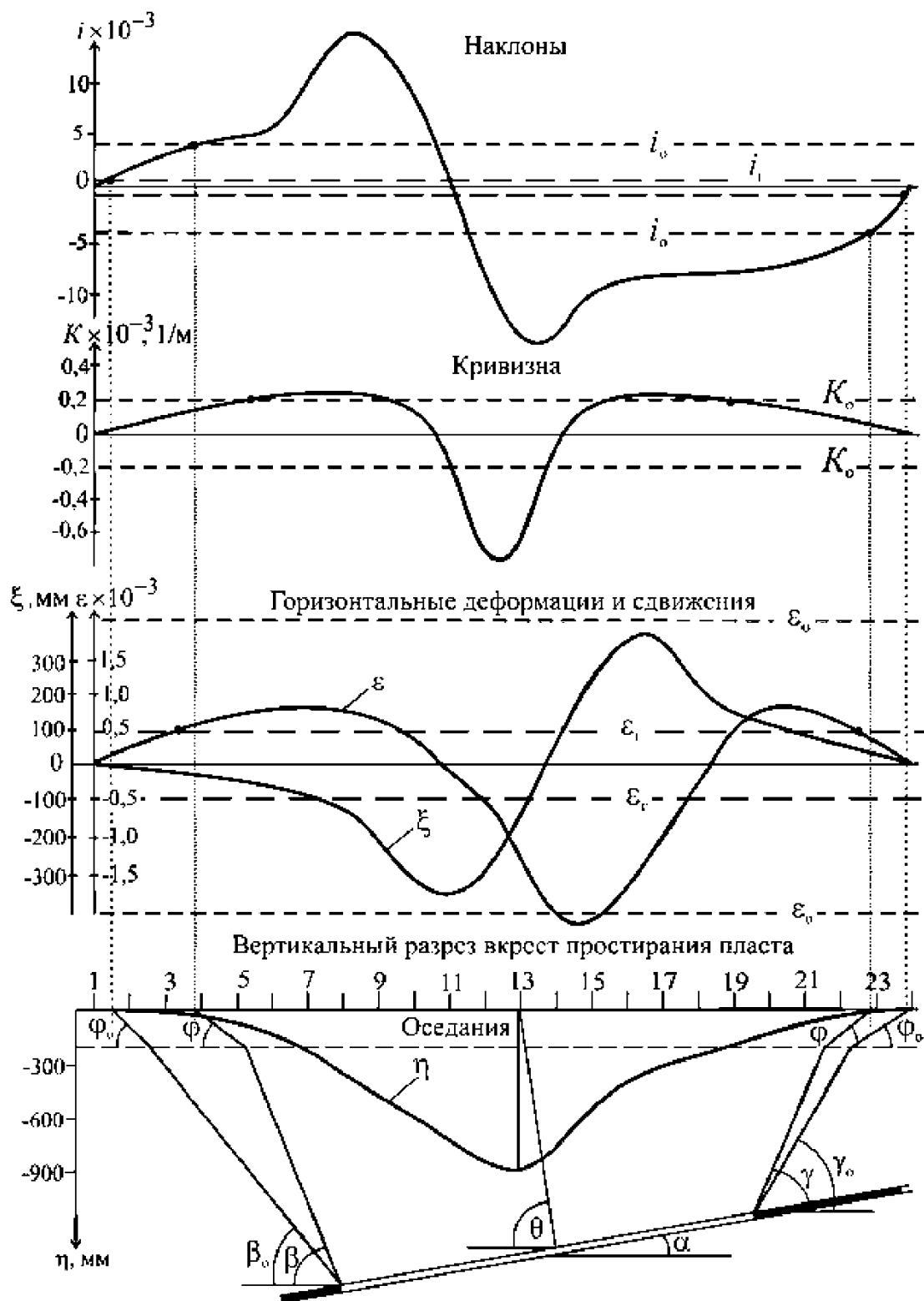


Рис. 2. Схема к определению параметров процесса сдвиги по результатам натурных наблюдений на разрезе вкрест простирания пласта

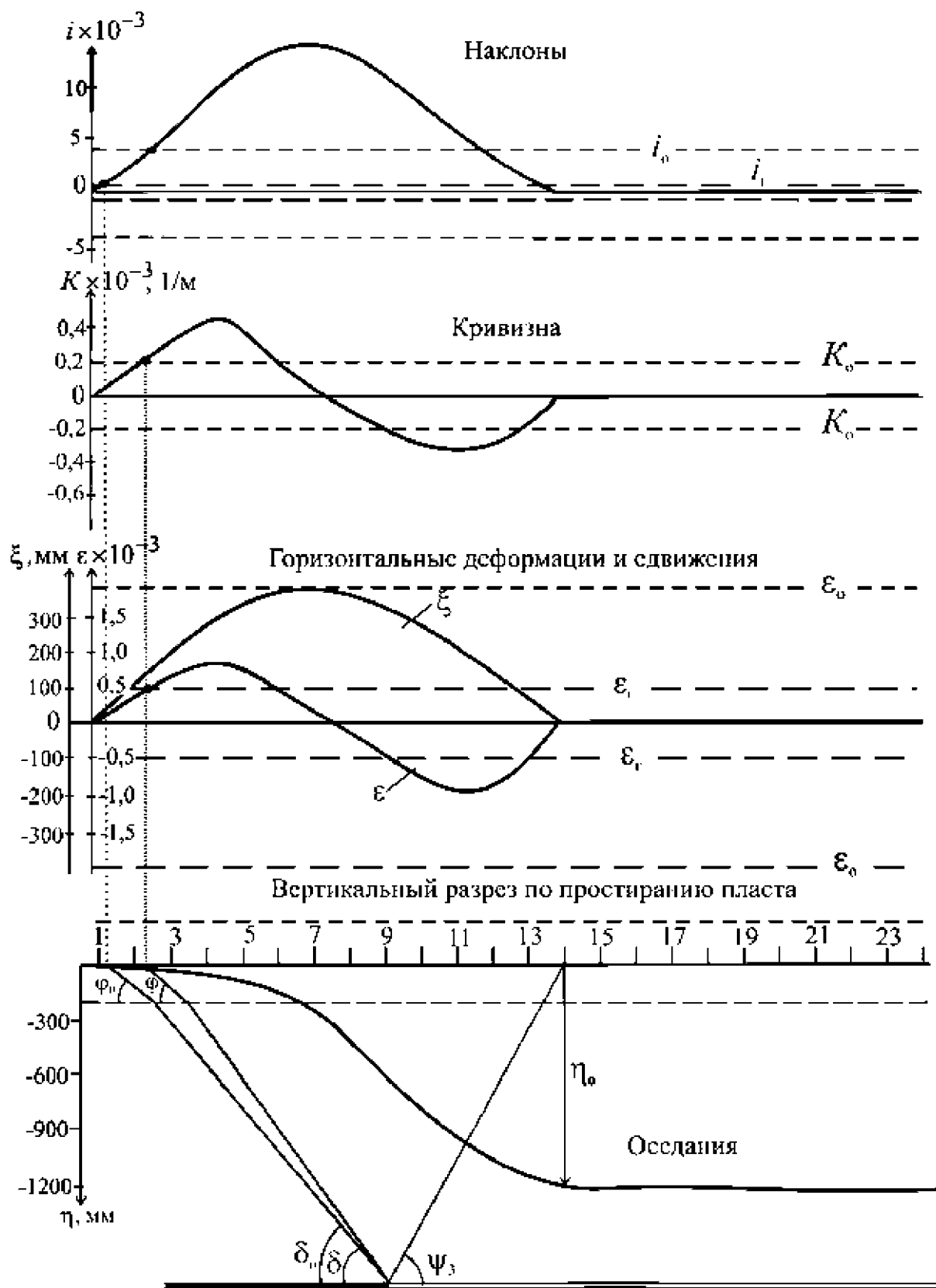


Рис. 3. Схема к определению параметров процесса сдвижения по результатам натурных наблюдений на разрезе по простиранию пласта

VI. БАНК КЕЙСОВ

КЕЙС № 1

Вычисление и оценка точности определения координат пункта съёмочной сети обратной засечкой



Цель работы. Обработать полевые измерения и дать заключение о надёжности определения пункта съёмочной сети разреза для съёмки горных выработок в масштабе 1:2000.

Исходные данные

1. Координаты четырех пунктов опорной сети разреза и высота визирования на пункты (прил. 3).
2. Измеренные горизонтальные направления, высота инструмента на пункте съёмочной сети и углы наклона с определяемого пункта (прил. 4).

Порядок выполнения работы

1. Составить в удобном масштабе (1:10000 или 1:25000) схему расположения пунктов маркшейдерской опорной сети разреза и определяемого пункта съёмочной сети.

2. Загрузить программу «zasechki.exe», выбрать в основном меню программы блок «Работа с каталогом», операцию «Редактирование, просмотр каталога». Проверить, имеются ли в каталоге сведения о пунктах опорной сети, к которым произведена привязка определяемого пункта съёмочной сети, и верно ли занесены сведения о координатах. В операцию «Редактирование, просмотр каталога» можно внести исправления, если неверно набраны координаты, при отсутствии в каталоге имени пункта необходимо выбрать операцию «Добавление новых пунктов в каталог» и произвести пополнение каталога.

3. Установить два возможных варианта определения пункта съёмочной сети обратной засечкой.

4. В основном меню программы выбрать блок «Вычисление координат», способ «Обратная засечка» вычислить координаты X и Y пункта съёмочной сети из решения двух оптимальных схем обратной засечки и погрешность пункта в плане для каждой схемы. Привести математический аппарат, реализованный в программе для вычисления координат.

5. Установить из двух вариантов обратных засечек разность в положении пункта съёмочной сети в плане, сравнить её с допустимой по «Инструкции...» [8].

6. Вычислить из двух вариантов высотную отметку определяемого пункта съёмочной сети с учётом поправки за кривизну Земли и рефракцию, расхождение высотных отметок сравнить с допустимым по "Инструкции..." [8].

Привести математический аппарат, реализованный в программе.

7. Дать заключение о надёжности определения пункта съёмочной сети разреза способом обратной геодезической засечки.

Кейс № 2

Учёт объёмов вскрыши и добычи полезного ископаемого

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

Исходные данные

1. Координаты пунктов съёмочного обоснования склада полезного ископаемого (табл. 6).
2. Результаты съёмки поверхности склада полезного ископаемого тахеометрическим способом (прил. 5).
3. План горных работ первого вскрышного уступа (образец 15).

Порядок выполнения работы

1. В соответствии с номером варианта установить способ подсчёта количества полезного ископаемого на складе и отчётный период (год и месяц) для учёта объёма вскрыши в экскаваторном забое (табл.1).
2. Определить объём полезного ископаемого на складе:
 - нанести на план масштаба 1:500 пункты съёмочного обоснования; вычислить отметки реечных точек (пикетов) и произвести накладку результатов съёмки поверхности склада на план;
 - установить границы развала штабеля полезного ископаемого; при подсчёте объёмов склада способом вертикальных параллельных сечений построить вертикальные сечения через 20 м перпендикулярно продольной оси склада;
 - при подсчёте объёмов склада способом горизонтальных сечений или способом объёмной палетки построить горизонтали основания склада (по отметкам контурных точек) и изосечения поверхности штабеля;
 - произвести контроль определения объёма поверхности склада аналитическим способом на ПЭВМ;
 - дать заключение о точности и производительности основного и контрольного способов определения кубатуры полезного ископаемого на складе;
 - определить массу штабеля угля на складе с учётом фактической и нормативной зольности угля и породы, приняв: плотность угля $\gamma = 1,03 \text{ т/м}^3$; норму зольности по разрезу $A_n = 15 \%$; фактическую зольность $A_f = 20 \%$; зольность засоряющей породы $A_n = 80 \%$.

Таблица 6

Координаты пунктов съёмочного обоснования

Номер пункта	Координаты, м			Варианты, для которых изменяется отметка соответствующего пункта ²
	X	Y	Z	

п. 12	200,040	004,031	90,58	
1	221,502	128,511	89,51	01 - 07
2	288,031	090,012	90,32	08 - 15
3	289,008	005,013	91,34	16 - 22
4	215,507	049,025	90,45	23 - 30

3. Определить объём вскрыши за отчётный период:

- с поуступного плана горных работ снять копию положения забоя вскрышного уступа на начало и конец отчётного периода;
- выбрать и обосновать способ подсчёта объёма вскрыши;
- произвести подсчёт объёмов вскрыши за отчётный период.

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

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

Список использованные литературы

1. Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2010
2. William A. Hustrulid, Richard L. Bullock. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. Society for Mining. 2011
3. Barry A. Wills, James Finch. Wills' Mineral Processing Technology. Butterworth-Heinemann. 2012
4. Balbir S. Dhillon. Mining Equipment Reliability, Maintainability, and Safety. Springer 2011

VI. ТЕМЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

1. Горно геометрический анализ изученности и изменчивости показателей месторождений полезных ископаемых.

2. Матиматический моделирование объектов и процессов подземной разработки месторождений полезных ископаемых.

3. Маркшейдерское обеспечение открытых горных работ.

4. Анализ строительства подземных сооружений, проектно-изыскательских работ.

5. Сдвезение горных пород и земной поверхности в результате вредного влияние горных работ при подземной разработки МПИ.

6. Маркшейдерское обеспечение промышленной безопасности на объектах недропользование.

VII. ГЛОССАРИЙ:

глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС)	система, состоящая из созвездия навигационных спутников, службы контроля и управления и аппаратуры пользователей, позволяющая определять местоположение (координаты) антенны приемника потребителя	a constellation of satellites providing signals from space transmitting positioning and timing data. By definition, a GNSS provides global coverage
ГЛОНАСС	ГНСС, разработанная в России	a space-based satellite navigation system operating in the radionavigation-satellite service and used by the Russian Aerospace Defence Forces
глобальная система определения местоположения (GPS)	ГНСС, разработанная в США	a space-based navigation system that provides location and time information in all weather conditions, anywhere on or near the Earth where there is an unobstructed line of sight to four or more GPS satellites.[1] The system provides critical capabilities to military, civil, and commercial users around the world
сегмент потребителя [пользователя]	часть ГНСС, состоящая из аппаратуры потребителей (спутниковых приемников)	consisting of consumer equipment of the GNSS
навигационный спутник (НС)	спутник, который излучает радиосигнал, содержащий навигационную информацию, прием которой необходим для определения местоположения приемника потребителя	satellite which emits radio signals containing navigation information, the reception of which the consumer is required to determine location of the receiver
созвездие спутников	совокупность, расположенных в пространстве всех НС, входящих в ГНСС	set located in the space of NS included in the GNSS

<i>рабочее созвездие</i>	совокупность НС участвующих в решении поставленной задачи в данный момент времени	NA set involved in the task at a given time
<i>группировка спутников</i>	спутники с одинаковыми техническими данными, входящие в созвездие	satellites with the same technical data included in the constellation
<i>конфигурация спутников</i>	взаимное расположение спутников в определенный момент времени, относящееся к конкретному пользователю	relative position of satellites at a specific time, specific to particular users
<i>зона обзора (спутника)</i>	участок земной поверхности, с которой возможно наблюдение за спутником (прием сигналов от спутника в данный момент времени)	portion of surface, which can be observed from satellite (receiving signals from a satellite at a given time)
<i>спутниковые геодезические сети</i>	геодезические сети, создаваемые методами спутниковых определений	geodetic network created by means of satellite definitions
<i>фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС)</i>	сеть, обеспечивающая высший уровень точности общеземной геоцентрической координатной системы на территории России.	network that provides a high level of precision common terrestrial geocentric coordinate system on territory of Russia.
<i>высокоточная геодезическая сеть (ВГС)</i>	сеть, обеспечивающая следующую по точности после ФАГС реализацию координатной системы, опирающаяся на пункты ФАГС.	network providing the following for accuracy after implementing FAGS
<i>спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1)</i>	сеть, обеспечивающая следующую по точности после ВГС реализацию координатной системы, опирающаяся на пункты ВГС.	network providing the following for accuracy after the implementation of the GHS coordinate system, based on HCV points.
<i>система WGS-84</i>	всемирная система геодезических параметров Земли 1984	worldwide system of geodetic parameters of the Earth 1984 years used in GPS, which include

	года, используемая в GPS, в число которых входит система геоцентрических координат	geocentric coordinate system
отсчётная основа [сеть] ITRF	международная земная отсчётная (геодезическая) основа, созданная и поддерживаемая IERS	International earth otshchëtnaya (geodetic) basis, created and supported by IERS
отсчётная основа [сеть] EUREF	европейская земная отсчётная (геодезическая) основа, созданная и поддерживаемая Европейской подкомиссией МАГ	European terrestrial otshchëtnaya (geodetic) basis, created and supported by the European subcommittee

Средства спутниковых определений

системная шкала времени (СШВ)	шкала времени высшей точности, предназначенная для синхронизации работы всех сегментов ГНСС, формируется и поддерживается наиболее стабильными эталонами времени, расположенными в системах контроля и управления и связанными с национальными стандартами частоты	High-precision time scale is designed to synchronize the work of all GNSS segments is formed and maintained most stable time standard, located in control and management systems, and related national frequency standards
время GPS	системная шкала времени GPS	GPS time scale system
время ГЛОНАСС	системная шкала времени ГЛОНАСС	GLONASS time scale
бортовая шкала времени (БШВ)	шкала времени, формируемая бортовым эталоном времени и частоты	time scale, formed by onboard standard time and frequency
шкала времени потребителя (ШВП)	шкала времени, формируемая кварцевым опорным генератором приемника	time scale, formed by a quartz oscillator reference receiver
синхронизация бортовых шкал времени НС	процесс введения поправки в БШВ после сверки с СШВ	process of introducing amendments after checking with GPS
альманах (навигационных)	набор справочных сведений о положении (о шкале времени и элементах орбит) и рабочем	set of background information about the situation (on the scale of time and the elements of the orbit) and

<i>спутников)</i>	состоянии всех НС данной ГНСС, входящих в информацию передаваемую со спутника	the operating condition of the National Assembly of the GNSS included in the information transmitted from the satellite
<i>навигационный спутниковый приемник</i>	аппарат, состоящий из антенны, радиоприемника и вычислителя [процессора], предназначенных для приема и обработки навигационных сигналов НС с целью получения необходимой потребителю информации (пространственно - временных координат, направления и скорости)	apparatus consisting of an antenna, a radio, a calculator, intended for the reception and processing of navigation signals of the National Assembly in order to obtain the necessary information to the consumer (spatial - temporal coordinates, direction and speed)
<i>спутниковая геодезическая аппаратура</i>	наземная часть аппаратуры потребителя [пользователя], предназначенная для выполнения геодезических работ	ground part of equipment user is designed to perform geodetic works
<i>геодезический спутниковый приемник</i>	приемник, обеспечивающий прием, кодово-фазовой информации, передаваемой со спутника, предназначенной для выполнения геодезических работ	a receiver capable of receiving, code-phase information transmitted from the satellite, designed to perform geodetic works
<i>высота антенны (геодезического приемника)</i>	расстояние по вертикали между центром знака и точкой относимости антенны	vertical distance between the center mark and the point of relevance antenna
<i>ориентирование антенны (геодезического приемника)</i>	процедура разворота антенны, таким образом, чтобы специальная отметка (стрелка) на поверхности антенны была направлена на Север.	antenna reversal procedure, so that the special mark (arrow) on the surface of the antenna has been directed to the North.
<i>многопутность (принимаемого приемником излучения с НС); многолучевость; переотражение</i>	фактор, влияющий на точность спутниковых определений и связанный с характером распространения сигнала со спутника (при котором он попадает на антенну приемника не только непосредственно от спутника, но и отразившись от поверхности Земли или различных предметов, окружающих антенну)	factor affecting the accuracy of satellite and definitions related to the nature of the signal propagation from the satellite (in which he finds himself on the receiving antenna not only directly from the satellite, but also reflected from the Earth's surface, or various objects surrounding the antenna)

Методы спутниковых геодезических определений

<i>наблюдение НС</i>	процесс приема и обработки измерительной информации от НС	process of receiving and processing the measuring information from unauthorized access
<i>спутниковые (геодезические) определения</i>	определение координат пунктов или приращений координат между пунктами, основанное на обработке измерительной информации, поступающей со спутников ГНСС	determining the coordinates of points or the increments of coordinates between the points, based on the processing of the measuring information received from the GNSS satellites
<i>благоприятный временной интервал (спутниковых) определений</i>	период времени, когда можно одновременно наблюдать необходимое число (не менее 4-х) спутников с предрасчитанным значением DOP.	period of time when you can simultaneously observe the required number (at least 4) satellites precalculated value DOP.
<i>абсолютные определения координат; автономный режим измерений</i>	получение координат в общеземной геоцентрической системе или отнесенных к земному эллипсоиду, как правило, по кодовым измерениям псевдодальностей до спутников с точностью не выше первых метров	obtaining coordinates in the common terrestrial geocentric system or related to the earth ellipsoid, as a rule, the code pseudo-range measurements to satellites with an accuracy of a few meters above
<i>относительные (спутниковые) измерения</i>	определение разности координат между пунктами в сеансе (как кодовых, так и фазовых) измерений	determining a difference between coordinate points in a session (both code and phase) measurements
<i>дифференциальные поправки (к измеренным значениям псевдодальности)</i>	поправки, определенные как разность между измеренными значениями псевдодальности по кодам и/или фазовым измерениям и значениям расстояний между приемником и спутниками, вычисленным по известным значениям координат пункта и бортовым эфемеридам спутника	determining a difference between the coordinate points in a session (both code and phase) izmereniypopravki defined as the difference between the measured values for the pseudo-code and / or phase measurements and the value of the distance between the receiver and the satellite, calculated from the known values of the coordinate points and on-board the satellite ephemeris

<i>дифференциальные измерения (в спутниковых определениях)</i>	измерения, основанные на введение дифференциальных поправок, определяемых базовой станцией, в результаты измерений, выполненных на перемещаемых приемниках	measurements based on the introduction of differential corrections determined by the base station to the results of measurements performed on movable receivers
Сторожевые наблюдения	Контрольное нивелирование части реперов наблюдательной станции, выполняемое после проведения начальной серии наблюдений с целью выявления начала процесса сдвига.	Control leveling of the frames of the observation station, is performed after the final series of observations to identify the beginning of the process of displacement.
Типовая наблюдательная станция	Наблюдательная станция на земной поверхности, заложенная для получения основных параметров процесса сдвига. Продолжительность существования станций от одного до нескольких лет	Observation stations on the ground, planted for the basic parameters of the process of displacement. Persistence stations from one to several years
Углы граничные	Внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по простиранию и вкрест простирания рудной залежи (по главным сечениям мульды сдвига) горизонтальными линиями и линиями, соединяющими границу выработанного пространства с границей мульды сдвига.	External relatively gob angles formed on the vertical sections along strike and across the strike of the ore deposit (on the main sections of the basin subsidence) horizontal lines and lines connecting the border-out space with boundary displacement trough.
Углы сдвига	Внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах по простиранию и вкрест простирания рудной залежи (по главным сечениям мульды сдвига) горизонтальными линиями и линиями, последовательно проведенными в коренных породах и наносах и соединяющими границу выработанного пространства с границей зоны опасных сдвижений на земной поверхности. Различают углы сдвига в наносах и в коренных породах при полной и при неполной подработке земной	External relatively gob angles formed on the vertical sections along strike and across the strike of the ore deposit (on the main sections of the basin subsidence) horizontal lines and lines consistently held in bedrock and alluvium and connecting the border-out space with the boundary zone of dangerous displacement on the Earth's surface. There are corners of displacement in sediments and bedrock at full and partial undermining of the earth's surface.

	поверхности.	
Углы разрывов	Внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах вкрест простирания и по простиранию рудной залежи (по главным сечениям мульды сдвига) горизонтальными линиями и линиями, соединяющими границу выработанного пространства с крайними внешними трещинами на земной поверхности.	External relatively gob angles formed by vertical cuts across the strike and the strike of the ore deposit (on the main sections of the basin subsidence) horizontal lines and lines connecting the border-out space with the extreme external cracks on the earth's surface.
Углы обрушения	Внешние относительно выработанного пространства углы, образованные на вертикальных разрезах вкрест простирания и по простиранию рудной залежи (по главным сечениям мульды сдвига) горизонтальными линиями и линиями, соединяющими границу выработанного пространства с границей зоны обрушения на земной поверхности.	External relatively gob angles formed by vertical cuts across the strike and the strike of the ore deposit (on the main sections of the basin subsidence) horizontal lines and lines connecting the border .vyrabotannogo space with a border of collapse zone on the earth's surface.
Угол максимального оседания	Угол со стороны падения залежи, образованный на вертикальном разрезе (по главному сечению мульды сдвига земной поверхности) вкрест простирания залежи горизонтальной линией и линией, соединяющей середину выработанного пространства с точкой максимального оседания.	The angle of incidence from deposits formed in the vertical section (the cross section along the main basin subsidence Earth's surface) across the strike of the deposit by the horizontal line and the line connecting the middle of the gob with the point of maximum subsidence.
Угол воронкообразования	Внешний относительно выработанного пространства угол, образованный на вертикальном разрезе в любом направлении горизонтальной линией и линией, соединяющей границу выработанного пространства с границей зоны воронок на земной поверхности.	External gob relative angle formed by a vertical cut in any direction of the horizontal line and a line connecting the gob boundary with the boundary zones on the earth's surface craters.

VIII. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

9. И.А.Каримов. Озод ва обод Ватан эркин ва фаровон ҳаёт пировард мақсадимиз, 8-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2000.
10. И.А.Каримов. Ватан равнақи учун ҳар биримиз масъулмиз, 9-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2001.
11. И.А.Каримов. Юксак маънавият – энгилмас куч. Т.: “Маънавият”. –Т.: 2008.-176 б.
12. И.А.Каримов. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. Т.: “Ўзбекистон”. –Т.: 2011.-440 б.
13. И.А.Каримов. Биз келажагимизни ўз қўлимиз билан қураимиз, 7-жилд. – Т.: Ўзбекистон, 1999.
14. И.А.Каримов. Оллоҳ қалбимизда, юрагимизда. – Т.: “Ўзбекистон”, 1996.
15. И.А.Каримов. Озод ва обод Ватан эркин ва фаровон ҳаёт пировард мақсадимиз, 8-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2000.
16. И.А.Каримов. Миллий истиқлол: мафкура – халқ эътиқоди ва буюк келажакка ишончдир. – Т.: “Ўзбекистон”, 2000.
17. И.А.Каримов. Истиқлол ва маънавият. – Т.: “Ўзбекистон”, 1994.
18. И.А.Каримов. Тарихий хотирасиз келажак йўқ. – Т.: “Шарқ”, 1998.
19. И.А.Каримов. Юксак маънавият – энгилмас куч. Т.: “Маънавият”. –13. Т.: 2008.-176 б.
20. И.А.Каримов. Ўзбекистон мустақилликка эришиш остонасида. Т.: “Ўзбекистон”. –Т.: 2011.-440 б.

Основные литературы

21. Boston, Louis F. Buff. High Grade Engineering, Surveying And Mining Instruments. Nabu Press. 2010
22. William A. Hustrulid, Richard L. Bullock. Underground Mining Methods: Engineering Fundamentals and International Case Studies. Society for Mining. 2011
23. Barry A. Wills, James Finch. Wills' Mineral Processing Technology. Butterworth-Heinemann. 2012
24. Balbir S. Dhillon. Mining Equipment Reliability, Maintainability, and Safety. Springer 2011
25. Н.Р. Юсупбеков, Р.А. Алиев, Р.Р. Алиев, А.Н. Юсупбеков. Интеллектуальные системы управления и принятия решений. Учебник для ВУЗов. – Тошкент: Узбекистон миллий энциклопедияси, 2014. – 490с.
26. Азизходжаева Н.Н. Педагогик технологиялар ва педагогик маҳорат. – Т.: “Молия”, 2003. – 192 б.
27. Арипов М. Интернет ва электрон почта асослари.- Т.; 2000. – 218 б.
28. Баркалов С.А. Системный анализ и принятие решений.– “Воронеж”: ННЦВГУ,2010. 662с.
29. DUET-Development of Uzbekistan English Teachers- 2-том. CD ва DVD материаллари, Т. 2008.
30. Michael McCarthy “English Vocabulary in use”. Cambridge University Press, 1999, Presented by British Council.
31. Исмаилов А.А, Жалалов Ж.Ж, Саттаров Т.К, Ибрагимходжаев И.И. Инглиз тили амалий курсидан ўқув-услубий мажмуа. Basic User/ Breakthrough Level A1/-Т.: 2011. – 182 б.
32. Ишмухамедов Р., Абдуқодиров А., Пардаев А. Таълимда инновацион технологиялар (таълим муассасалари педагог-ўқитувчилари учун амалий тавсиялар). – Т.: “Истеъдод” жамғармаси, 2008. – 180 б.
33. Ишмухамедов Р., Абдуқодиров А., Пардаев А. Тарбияда инновацион технологиялар (таълим муассасалари педагог-ўқитувчилари учун амалий тавсиялар). – Т.: “Истеъдод” жамғармаси, 2009. – 160 б.
34. Норенков И.П., Зимин А.М. Информационные технологии в образовании. Учебное пособие.М.: Изд. МГТУ им. Н.Баумана.2002.-336с.

35. Симонович СВ., Евсеев Г.А., Мураховский В.И. WINDOWS: лаборатория мастера: Практическое руководство по эффективным приемам работы с компьютером - М.: АСТ-ПРЕСС: «Информком-Пресс», 2000. - 656 с.
36. Спицнадель В.Н. Основы системного анализа. Учебное пособие.— Санкт-Петербург: Издательский дом «Бизнес-пресса», 2000.—17с.
37. Зеер Э.Ф., Шахматова Н. Личностью ориентированные технологии профессионального развития специалиста. – Екатеринбург, 1999. – 244 с.
38. Саттаров Э., Алимов Х. Бошқарув мулокоти. – Т.: “Академия”, 2003. – 70 б.
39. Маҳмудов И.И. Бошқарув психологияси. – Т.: 2006. – 230 б.
40. Маҳмудов И.И. Бошқарув профессионализи: психологик таҳлил. – Т.: “Академия”, 2011.- 154 б.
41. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. -СПб.: Профессия, 2004. - 752 с.
42. Благовещенская, М. М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами. Учеб.для вузов/М. М. Благовещенская, Л. А. Злобин.— М.: Высш. шк., 2005.
43. Методы классической и современной теории автоматического управления / Под ред. К.А.Пупкова. ТОМ 1-4. - М.: МГТУ им. Баумана, 2004.
44. Данилов А.И. Компьютерный практикум по курсу «Теория управления». SIMULINK – моделирование в среде MATLAB. Учебное пособие. –М.: МГУИЭ. 2002.
45. Вальков В. М., Вершин В. Е., Автоматизированные системы управления технологическими процессами. – С-Пб.: Политехника, 2001.
46. Технологик жараёнларни автоматлаштириш асослари: Ўқув қўлланма. 1,2-қисм. Юсупбеков Н.Р, Игамбердиев Х.З., Маликов А.В. – Тошкент: ТошДТУ, 2007.
47. Иванец В.Н., Бородулин Д.М. Процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие.— Кемерово: КТИПП, 2006. – 172 с
48. Каменских И.А. Ведерников В.А. Овчинникова В.А. Процессы и аппараты нефтяной и газовой промышленности. Учебник для вузов. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2002. – 192 с.
49. Юсупбеков Н.Р. вабошқалар. Технологикжараёнларни назорат қилиш ва автоматлаштириш. – Тошкент: Ўқитувчи. 2011. Федеров Ю.Н. Справочник инженера по АСУТП: Проектирование и разработка. Учебно-практическое пособие.-М.: Инфра-Инженерия, 2008.-928 с.
50. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. –М.: Изд-во МЭИ. 2004.

.Ссылка в интернете:

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг Матбуот маркази сайти: www.press-service.uz
2. Ўзбекистон Республикаси Давлат Ҳокимияти портали: www.gov.uz
3. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari izohli lug'ati, 2004, UNDP DDI: www.lugat.uz, www.glossary.uz
4. Infocom.uz электрон журнали: www.infocom.uz
5. www.press-uz.info
6. www.ziyonet.uz
7. www.edu.uz
8. www.springer.com
9. www.nabu.com