



Министерство образования и науки Самарской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области
«САМАРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»
(ГБПОУ «СЭК»)

А. А. Захарова

МДК.03.01 ОСНОВЫ УЧЁТА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ

Методические указания к практическим занятиям
для студентов специальности 21.02.14
Маркшейдерское дело

Самара 2020

Методические указания к практическим занятиям по МДК 03.01 Основы учёта извлечения полезных ископаемых для студентов специальности 21.02.14 / сост.: Захарова А. А. – Самара: ГБПОУ «СЭК», 2020. – 95 с.

Издание содержит методические указания к практическим занятиям по МДК 03.01 Основы учёта извлечения полезных ископаемых.

Замечания, предложения и пожелания направлять в ГБПОУ «СЭК» по адресу: 443001, г. Самара, ул. Самарская, 205 А или по электронной почте info@sam-ek.ru

Уважаемый студент!

Методические указания созданы в помощь Вам для подготовки к практическим занятиям и выполнения работ.

Правила выполнения работы на практических занятиях

1. Вы должны прийти на практическое занятие подготовленным.
2. По итогам занятия нужно представить отчёт, т. е. изложить ход выполнения практической работы с указанием всех формул и приложением расчётов.
3. Оценку по практическому занятию Вы получаете, если:
 - можете пояснить выполнение любого этапа работы; отчёт выполнен в соответствии с требованиями.

Критерии оценки:

- **оценка «отлично»** ставится, если выполнены все требования, объект нарисован верно; размеры проставлены,
- **оценка «хорошо»** ставится, если выполнены не все требования, объект нарисован верно, но размеры не проставлены,
- **оценка «удовлетворительно»** ставится, если выполнены не все требования, объект нарисован верно,
- **оценка «неудовлетворительно»** ставится, если не выполнено ни одно требование, объект нарисован не в соответствии

Внимание! Если в процессе подготовки к практическим занятиям или при выполнении работы у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удаётся, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений.

Желаем Вам успехов!

Перечень практических занятий

Практическое занятие 1	Проекция точки и прямой. Взаимное расположение прямых
Практическое занятие 2	Решение задач на построение плоскости
Практическое занятие 3	Решение задач методом совмещения плоскостей
Практическое занятие 4	Определение истинных размеров отрезков, углов, площадей
Практическое занятие 5	Изображение топографических поверхностей
Практическое занятие 6	Построение многогранника в проекции с числовыми отметками
Практическое занятие 7	Изображение горных выработок в аксонометрической проекции
Практическое занятие 8	Изображение горных выработок в аффинной проекции
Практическое занятие 9	Построение векторных проекций
Практическое занятие 10	Определение элементов залегания залежи горным компасом
Практическое занятие 11	Определение элементов залегания полезного ископаемого косвенными способами
Практическое занятие 12	Построение гипсометрического плана пласта
Практическое занятие 13	Построение гипсометрического плана способом нормалей
Практическое занятие 14	Определение элементов залегания складок по гипсометрическим планам
Практическое занятие 15	Решение задач на определение элементов залегания складок
Практическое занятие 16	Способы изображения дизъюнктивов
Практическое занятие 17	Определение вида смещения, его линейных и угловых величин
Практическое занятие 18	Построение плана изоглубин
Практическое занятие 19	Построение плана изомощностей
Практическое занятие 20	Построение кривой изменчивости содержания полезного компонента по разведочным выработкам
Практическое занятие 21	Сглаживание полигональной кривой методом скользящего «окна»
Практическое занятие 22	Оконтуривание залежи в условиях ограниченной экстраполяции
Практическое занятие 23	Оконтуривание залежи в условиях неограниченной экстраполяции
Практическое занятие 24	Определение площади различными способами
Практическое занятие 25	Определение объема способом объемной палетки
Практическое занятие 26	Подсчет запасов способом среднего угла падения залежи
Практическое занятие 27	Подсчет запасов способом среднего арифметического
Практическое занятие 28	Подсчет запасов способом изолиний
Практическое занятие 29	Подсчет запасов способом параллельных сечений
Практическое занятие 30	Подсчет запасов способом треугольников внутреннего контура
Практическое занятие 31	Подсчет запасов способом треугольников межконтурной полосы
Практическое занятие 32	Подсчет запасов способом многоугольников
Практическое занятие 33	Подсчет запасов способом эксплуатационных блоков
Практическое занятие 34	Подсчет запасов способом геологических блоков
Практическое занятие 35	Определение погрешности подсчета запасов
Практическое занятие 36	Способы определения потерь полезного ископаемого
Практическое занятие 37	Определение показателей извлечения
Практическое занятие 38	Заполнение форм отчетности по определению потерь и учета движения запасов

Практическое занятие 1

Проекция точки и прямой. Взаимное расположение прямых

Цель занятия: научиться строить проекцию точки и отрезка прямой по заданным координатам на плоскости чертежа и в наглядном пространственном изображении.

Алгоритм выполнения задания:

1. Отложить заданные координаты: на оси Ox – широту точки, на оси Oy – глубину и на оси Oz – высоту.
 2. На пересечении линий связи отметить проекции точки: A_1 – горизонтальную проекцию, A_2 – фронтальную и A_3 – профильную.
 3. Провести оси для построения наглядного изображения: ось Ox горизонтально, ось Oz – вертикально, ось Oy – под углом 45° к горизонтальной прямой.
 4. На осях отложить заданные координаты точки. При этом глубину точки (на оси Oy) уменьшить в 2 раза.
 5. На пересечении линий связи, проведенных параллельно осям, найти и обозначить проекции точки. Из этих точек провести прямые, параллельные осям, на пересечении которых отметить точку, расположенную в пространстве.
 6. Линии на чертеже должны быть сплошные тонкие. Нанести обозначения.
- Пример выполнения задания на рисунке 1. Исходные данные в таблице 1

Задания на практическое занятие

Задание 1

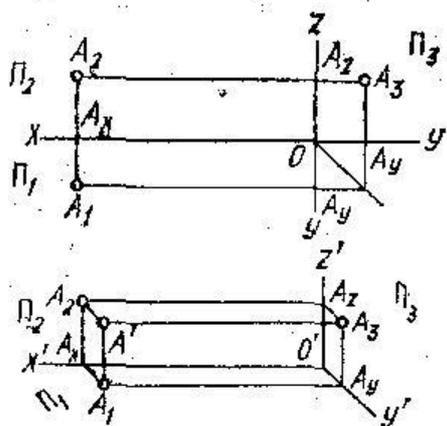


Рисунок 1 – Пример выполнения задания 1

Таблица 1– Исходные данные к заданию 1

Вариант	Точка	Координата		
		x	y	z
1	A	70	50	50
2	B	40	70	10
3	C	50	30	70
4	D	10	60	40

Вариант	Точка	Координата		
		x	y	z
5	A	60	10	30
6	B	10	40	70
7	C	20	70	20
8	D	70	20	60
9	A	50	20	10
10	B	60	70	30
11	C	70	40	50
12	D	50	70	20
13	A	20	10	60
14	B	60	30	70
15	C	70	10	40
16	D	50	70	60

Задание 2. Построить комплексный чертеж и наглядное изображение отрезка прямой и найти проекции точки C, делящий отрезок в отношении 1:2.

Методические указания

1. По координатам точек A и B построить их проекции на комплексном чертеже и обозначить.
2. Одноименные проекции точек A и B соединить сплошными основными линиями – это проекции отрезка AB. По комплексному чертежу уметь называть прямую в зависимости от ее положения в пространстве.
3. Фронтальную проекцию разделить в отношении 1:2 и отметить фронтальную проекцию точки C. При помощи линий связи найти две другие проекции точки C, принадлежащей отрезку AB и делящей ее в заданном отношении.
4. Пример выполнения задания на рисунке 2. Исходные данные в таблице 2.

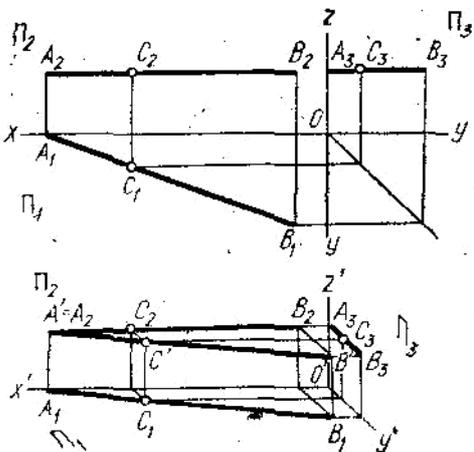


Рисунок 2 – Пример выполнения задания 2

Таблица 2 – Исходные данные к заданию 2

Вариант	Точка	Координата		
		x	y	z
1	A	100	40	30
	B	10	40	30
2	A	100	0	30
	B	10	40	30
3	A	100	40	30
	B	10	40	0
4	A	100	10	30
	B	10	40	10
5	A	10	30	40
	B	100	30	40
6	A	10	30	40
	B	100	0	40
7	A	10	30	40
	B	100	30	0
8	A	10	10	40
	B	100	30	60
9	A	100	50	25
	B	10	50	25
10	A	100	50	0
	B	10	50	25
11	A	100	0	25
	B	10	50	25
12	A	100	25	25
	B	10	50	50
13	A	10	25	50
	B	100	25	50
14	A	10	25	50
	B	100	0	50
15	A	10	25	50
	B	100	25	0
16	A	10	50	50
	B	100	25	10

Практическое занятие 2

Решение задач на построение плоскости

Цель занятия: развить пространственное мышление, разобраться с условиями принадлежности прямых плоскостям.

Краткое теоретическое описание

Фигурой в геометрии называют любую совокупность точек (содержащую по крайней мере одну точку).

Будем предполагать, что в пространстве дана некоторая плоскость, которую назовем основной плоскостью. Ограничимся рассмотрением только таких фигур, которые принадлежат этой плоскости.

Одна фигура называется частью другой фигуры, если каждая точка первой фигуры принадлежит второй фигуре. Так, например, частями прямой будут: всякий, лежащий на ней отрезок, лежащий на этой прямой луч, точка на этой прямой, сама прямая.

Соединением двух или нескольких фигур называется совокупность всех точек, принадлежащих хотя бы одной из этих фигур.

Пересечением или общей частью двух или нескольких фигур, называется совокупность всех точек, которые являются общими для этих фигур.

Разностью двух фигур Φ и Φ называется совокупность всех таких точек фигуры Φ , которые не принадлежат фигуре Φ .

Может оказаться, что пересечение (или разность) двух фигур не содержит ни одной точки. В этом случае говорят, что пересечение (или соответственно разность) данных фигур есть пустое множество точек.

Раздел геометрии, в котором изучаются геометрические построения, называют конструктивной геометрией. Основным понятием конструктивной геометрии является понятие построить геометрическую фигуру.

Если о какой-либо фигуре сказано, что она дана, то при этом естественно подразумевается, что она уже изображена, начерчена, т.е. построена (рисунок 3, исходные данные для построения в таблице 3). Таким образом, первое основное требование конструктивной геометрии состоит в следующем:

Каждая данная фигура построена.

1. Заметим, что не следует смешивать понятия «данная фигура» и «фигура, заданная (или определенная) такими-то данными ее элементами».

2. Если построены две (или более) фигуры, то построено и соединение этих фигур.

3. Если разность двух построенных фигур не является пустым множеством, то эта разность построена.

4. Если построены две фигуры, то можно установить, является ли их разность пустым множеством или нет.

5. Если пересечение двух построенных фигур не пусто, то оно построено.

В следующих трех основных требованиях говорится о возможностях построения отдельных точек.

- 6. Можно построить любое конечное число общих точек двух построенных фигур, если такие точки существуют.
- 7. Можно построить точку, заведомо принадлежащую построенной фигуре.
- 8. Можно построить точку, заведомо принадлежащую построенной фигуре.

Задание на практическое занятие

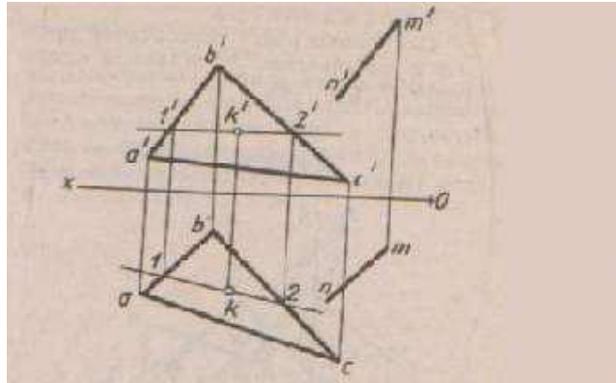


Рисунок 3 – Пример выполнения задания

Таблица 3 – Исходные данные

№ варианта	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M
X	70	15	65	30	50	95	75	20	40	80	80	100	75	20	65	30	60	100
Y	—	15	—	25	—	50	—	10	—	50	—	15	—	50	—	45	—	10
Z	30	35	30	50	20	40	10	0	20	35	25	5	25	35	15	25	10	10

№ варианта	10		11		12		13		14		15		16		17		18	
	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M	K	M
X	60	95	40	95	60	20	70	30	55	10	45	25	50	20	75	30	80	15
Y	—	45	—	55	—	55	—	40	—	50	—	25	—	25	—	45	—	30
Z	30	0	25	50	30	45	35	0	20	15	30	0	35	0	30	10	25	40

Практическое занятие 3

Решение задач методом совмещения плоскостей

Цель занятия: получение опыта в решении задач методом совмещения плоскостей

Краткое теоретическое описание

Этот метод является частным случаем метода вращения вокруг линии уровня. (Рисунок 4) В качестве оси вращения выбирается линия пересечения плоскости, в которой лежит та или иная фигура, с одной из плоскостей проекций. Иначе говоря, осью вращения служит горизонтальный или фронтальный след плоскости. При этом каждая точка, принадлежащая рассматриваемой фигуре, при вращении перемещается в плоскости, перпендикулярной к следу той плоскости, в которой она лежит. Например, плоскость θ , заданную своими следами θ_0 и θ_1 , необходимо совместить с горизонтальной плоскостью проекций Π_1

Практическое занятие 4

Определение истинных размеров отрезков, углов, площадей

Цель занятия: уяснить понятия; научиться определять размеры; научиться применять на практике полученные знания.

Краткое теоретическое описание и алгоритм выполнения

Если отрезок прямой занимает общее положение, то определить истинную величину прямой на плоскостях проекций нельзя. Поэтому для определения длины отрезка по его проекциям используют способ прямоугольного треугольника: длина отрезка измеряется гипотенузой прямоугольного треугольника, одним катетом которого является проекция отрезка на плоскость, а другим – разность расстояний концов его до этой плоскости. Рассмотрим прямую общего положения в пространстве.

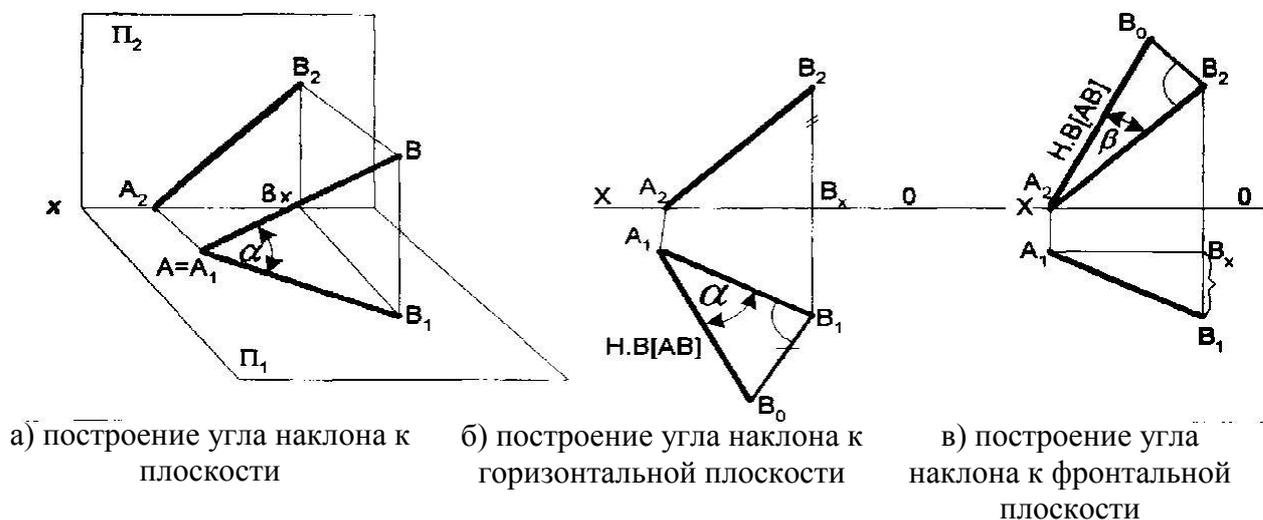


Рисунок 7 – Пример выполнения

Треугольник ABV_1 – прямоугольный. Гипотенуза AB является натуральной длиной отрезка (рисунок 7а), а проекция A_1V_1 – катетом. Второй катет VV_1 определяет превышение одного конца отрезка над другим относительно плоскости проекций Π_1 и проецируется без искажения на фронтальную плоскость проекций Π_2 . Угол $\alpha = \angle VAV_1$ – это угол наклона прямой AB к горизонтальной плоскости проекций.

Построения см. на рисунок 7, б. Из точки V_1 проведём перпендикуляр к проекции A_1V_1 , отложим на нём отрезок $V_1V_0 = V_xV_2$ и соединим прямой точки A_1 и V_0 . Построенный треугольник $\triangle A_1V_0V_1 = ABV_1$ (рисунок 7, а), так как равны их катеты и угол между ними составляет 90° . Следовательно, отрезок A_1V_0 равен отрезку AB и угол $\angle V_1A_1V_0$ определяет угол наклона отрезка AB к горизонтальной плоскости проекций.

Аналогичное построение можно сделать на фронтальной плоскости проекций, только в качестве второго катета нужно будет взять разность глубин его концов B_1B_x (рисунок 7, в).

Практическое занятие 5

Изображение топографических поверхностей

Цель занятия: уметь свободно и осмысленно читать изображение рельефа земной поверхности на карте, чтобы отчетливо и цельно воспринять изображения местности по ней.

Краткое теоретическое описание

Рельеф – совокупность неровностей суши, дна океанов и морей, разнообразных по очертаниям, размерам, происхождению, возрасту и истории развития. Слагается из положительных (выпуклых) и отрицательных (вогнутых) форм. Основными формами рельефа являются: гора, котловина, хребет, лощина и седловина. Кроме перечисленных форм, рельеф имеет детали. К деталям рельефа относятся: овраги, промоины, курганы, насыпи, выемки, уступы, каменоломни и т.д.

Все разновидности форм и деталей рельефа состоят из элементов. Основными элементами рельефа (рисунок 8) являются: основание (подошва), склон (скат), вершина (дно), высота (глубина), крутизна и направление ската, линии водораздела и водосбора (талвег). Основные формы, детали и элементы рельефа показаны на рисунке 8.



Рисунок 8 – Основные формы, детали и элементы рельефа

Горой называют куполообразную или конусообразную возвышенность земной поверхности. Самую высокую точку горы называют вершиной, от которой во все стороны местность понижается. Остроконечную верхнюю часть горы называют пиком, а плоскую – плато. Боковая поверхность горы называется скатом или склоном. Основание горы, являющееся линией перехода скатов в окружающую ровную поверхность, называется подошвой горы. Небольшую гору, высотой до 200 м, называют холмом. Насыпной холм называют курганом.

Котловина представляет собой замкнутое углубление земной поверхности конусообразной формы. Нижнюю часть котловины называют дном, боковую поверхность – скатом, линию перехода боковой поверхности в окружающую местность – бровкой. Небольшую котловину называют ямой, воронкой или впадиной.

Хребет – это вытянутая в одном направлении возвышенность с двумя противоположными скатами. Линию пересечения его скатов, проходящую по самым высоким точкам хребта, называют водоразделом, от которого вода и атмосферные осадки скатываются вниз по двум скатам.

Лощина – углубление удлинённой формы. Линию вдоль лощины, проходящую по самым низким точкам, называют водотоком или тальвегом, а бока – скатами, которые заканчиваются бровками. Если посмотреть вниз по водотоку, то превышения в этом направлении будут отрицательными, а вправо, влево и назад – положительными. Широкие лощины с пологими скатами называют долинами, а с крутыми и каменистыми – ущельями. Лощины в виде глубоких промоин в долинах, образующиеся под действием текущих вод, называют оврагами. С течением времени обрывы оврага осыпаются, зарастают травой, древесной растительностью и образуют балки.

Седловина – это пониженный участок водораздела между двумя возвышенностями и двумя лощинами, расходящимися от седловины в противоположные стороны. В горной местности седловину называют перевалом. Для изображения рельефа местности в характерных точках седловин, на вершинах гор, на дне котловин, на водоразделах хребтов, водотоках лощин, на бровках котловин и лощин, на подошвах гор и на точках перегибов скатов при топографической съёмке определяют их высоты, которые затем подписывают на карте около этих точек.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРАЖЕНИЯ РЕЛЬЕФА

На топографических картах рельеф изображается горизонталями, т. е. кривыми замкнутыми линиями, каждая из которых представляет собой изображение на карте горизонтального контура неровности, все точки которого на местности расположены на одной и той же высоте над уровнем моря. Чтобы лучше уяснить сущность изображения рельефа горизонталями, представим себе остров в виде горы, постепенно затопляемой водой. Допустим при этом, что уровень воды последовательно останавливается через одинаковые промежутки по высоте, равные h метров (рисунок 9).

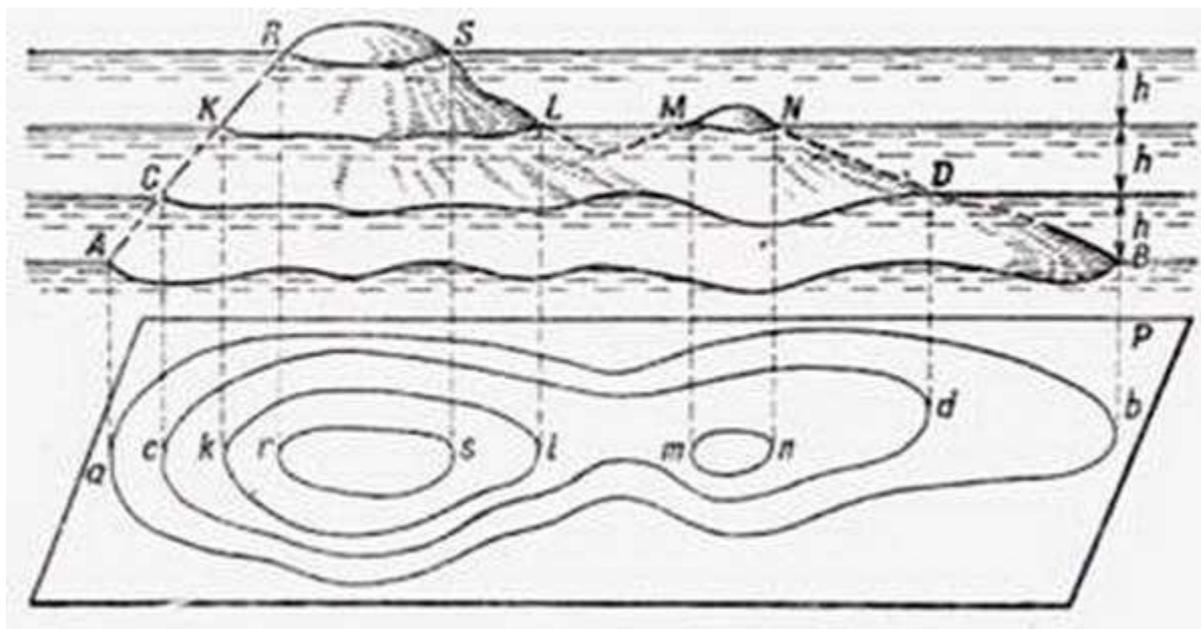


Рисунок 9 – Сущность изображения рельефа горизонталями

Каждому уровню воды, начиная с исходного (AB), будет, очевидно, соответствовать своя береговая линия (CD, KL, MN, RS) в виде замкнутой кривой, все точки которой имеют одну и ту же высоту.

Эти линии можно рассматривать и как следы сечения неровностей местности уровнями поверхностями, параллельными уровенной поверхности моря, от которой ведется счет высот. Исходя из этого, расстояние h по высоте между смежными секущими поверхностями называют высотой сечения. Если все эти линии равных высот спроектировать на поверхность земного эллипсоида и изобразить в заданном масштабе на карте, то получим на ней изображение горы в плане в виде системы замкнутых кривых линий ab , cd , kl , mn и rs . Это и будут горизонтالي.

Рассматривая сущность горизонталей, можно сделать следующее заключение:

а) каждая горизонталь на карте представляет собой горизонтальную проекцию линии равных высот на местности, изображающую плановое очертание неровностей земной поверхности. Таким образом, по рисунку и взаимному положению горизонталей можно воспринимать формы, взаимное положение и взаимосвязь неровностей;

б) так как горизонтали на карте проводятся через равные промежутки по высоте, то по числу горизонталей на скатах можно определять высоту скатов и взаимные превышения точек земной поверхности: чем больше горизонталей на скате, тем он выше;

в) заложения горизонталей, т. е. расстояния в плане между смежными горизонталями, зависят от крутизны ската: чем скат круче, тем меньше заложение. Следовательно, по величине заложения можно судить о крутизне ската.

Задание на практическое занятие. Определить границы насыпи и выемки при проектировании горизонтальной строительной площадки (рис.10).

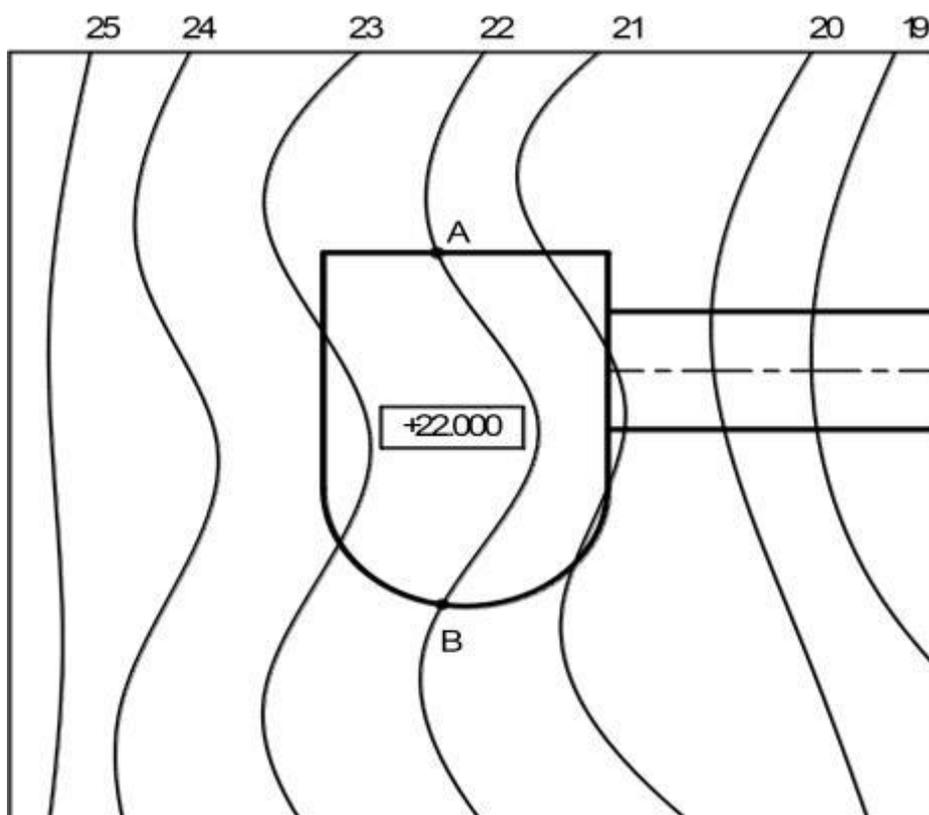


Рисунок 10 – Проектируемая горизонтальная площадка

Решение:

1. Сравним отметку площадки с отметками горизонталей топографической поверхности.
2. Установим, что левая часть площадки будет находиться в выемке, а правая – на насыпи.
3. Горизонталь поверхности земли, имеющая одинаковую с площадкой отметку +22,000 м и расположенная с ней на одном уровне, называется линией нулевых работ.

Точки *A* и *B*, в которых линия нулевых работ пересекается с бровками площадки, называются точками нулевых работ и являются точками раздела насыпи и выемки.

Практическое занятие 6

Построение многогранника в проекции с числовыми отметками

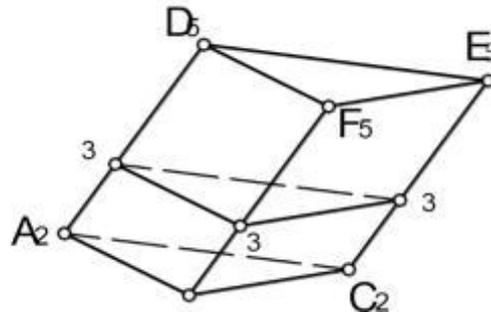
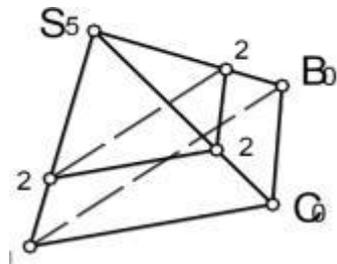
Цель занятия: формирование у учащихся навыков решения задач на построение.

Краткое теоретическое описание

Геометрическими или правильными поверхностями называются поверхности, образование которых подчинено определенному закону.

Многогранники в проекциях с числовыми отметками задаются своей проекцией на плоскость нулевого уровня с указанием отметок характерных точек этих поверхностей.

На рисунке 11 (а) дано изображение трехгранной пирамиды, основание которой расположено в плоскости H_0 , а вершина отстоит от этой плоскости на 5 метров выше. На рисунке 11 (б) изображена трехгранная наклонная призма, основания которой расположены в горизонтальных плоскостях, имеющих соответственно отметки двух и пяти метров.



А) трехгранная пирамида с отстоящей вершиной на 5 м

B_2

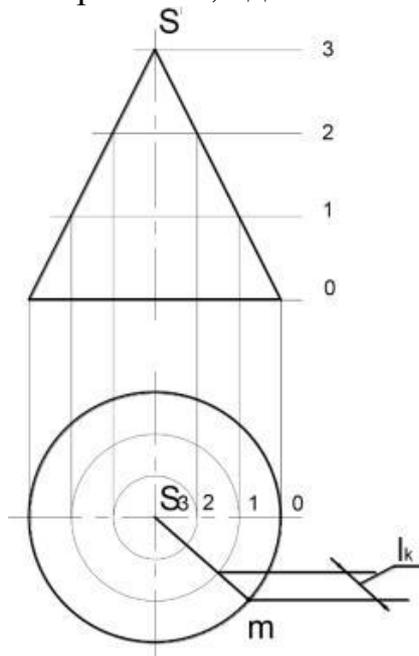
Б) наклонная призма с отметками 2 и 5 м

Рисунок 11 – Трехгранная пирамида

Кривые поверхности в проекциях с числовыми отметками задаются с помощью горизонталей – линий сечения этих поверхностей плоскостями, параллельными плоскости проекций и отстоящими друг от друга на определенную единицу длины.

Такие линии с нанесенными на них отметками позволяют легко представлять форму поверхности, заданную одной горизонтальной проекцией.

На рисунке 12 дано изображение прямого кругового конуса. Горизонтальные сечения такого конуса представляют собой концентрические окружности, расстояния между которыми по направлению образующих являются интервалами, одинаковыми для всех горизонталей поверхности.



У наклонного конуса с круговым основанием горизонтальные сечения – круговые, но располагаются они эксцентрично. Уклоны образующих этого конуса разные, следовательно, разными будут и их интервалы (рис. 13). Горизонталями наклонного цилиндра служат окружности одинакового радиуса с центрами, лежащими на оси этой поверхности (рисунок 13).

Рисунок 12 – Прямой круговой конус

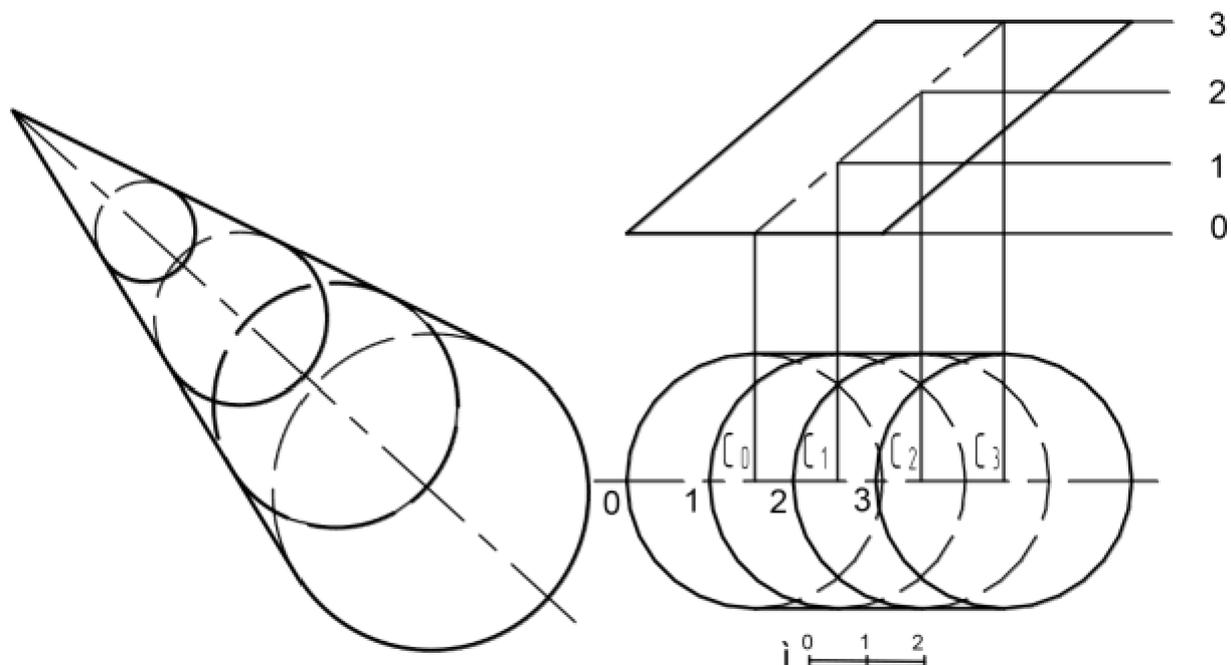


Рисунок 13 – Сечения кругового конуса

Познакомимся с изображением еще одной поверхности в проекциях с числовыми отметками, так называемой поверхностью одинакового ската. Она представляет собой огибающую семейства прямых круговых конусов с одинаковым уклоном, вершины которых расположены на некоторой пространственной кривой линии (рисунок 14).

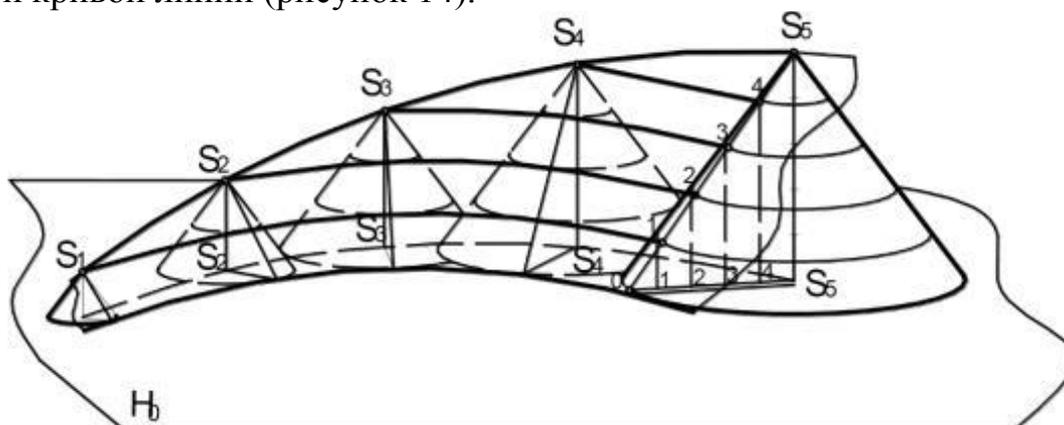


Рисунок 14 – Поверхность одинакового ската

Задание. Построить поверхность одинакового ската с уклоном $i = 1:1,5$, проходящую через кривую SS (S_1S_5). Масштаб чертежа 1:200.

Методика выполнения задания

Точки 1, 2, 3, 4 и 5 направляющей кривой принимаются за вершины прямых круговых конусов. Из указанных точек, как из центров, проводим концентрические окружности, расстояние между которыми $l = 1 = 1,5$ м (7,5 мм в i масштабе чертежа). Проставляем отметки каждой окружности и проводим лекальные кривые, касательные к окружностям одного уровня, являющиеся горизонталями искомой поверхности (рисунок 15).

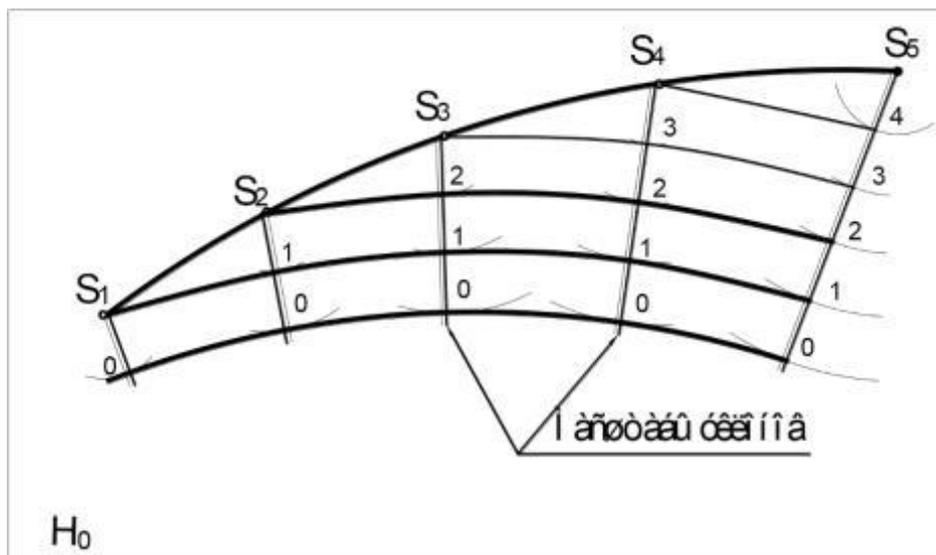


Рисунок 15 – Пример выполнения

Практическое занятие 7

Изображение горных выработок в аксонометрической проекции

Цель занятия: приобрести навыки построения аксонометрических проекций плоских фигур и научиться применять их в практической работе.

Краткое теоретическое описание

АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ – наглядное изображение предмета путём его параллельного проецирования вместе со связанной с ним системой трёх взаимно перпендикулярных координат на плоскость. В зависимости от угла α между направлением проецирования и плоскостью проекции различают прямоугольные и косоугольные аксонометрические проекции. Прямоугольные пространственные координаты (и параллельные им основные размеры изображаемого объекта) при аксонометрическом проецировании искажаются в определённых отношениях. Различают аксонометрические проекции изометрические (показатели искажения вдоль всех координатных осей одинаковы), диметрические (одинаковы по двум осям), триметрические (по всем осям различны). При косоугольном проецировании (на основании теоремы Польке) за аксонометрические оси принимают любые три прямые на плоскости чертежа, пересекающиеся в одной точке, а за показатели искажения – три произвольных конечных числа, обеспечивающих простоту построения, наглядность и удобоизмеряемость чертежа.

Аксонометрические проекции в горном деле используют для изображения отдельных сложных узлов горных выработок (рисунок 16) или геологических структур и составления специальных планов горных работ (вентиляционных, аварийных, энергооборудования и т.д.).

Исходными материалами для построения аксонометрических проекций горных выработок и геологических структур являются горизонтальные (погоризонтные планы) и вертикальные разрезы. Построение аксонометрических изображений проводят по координатам с помощью вспомогательных сеток и аксонографов.

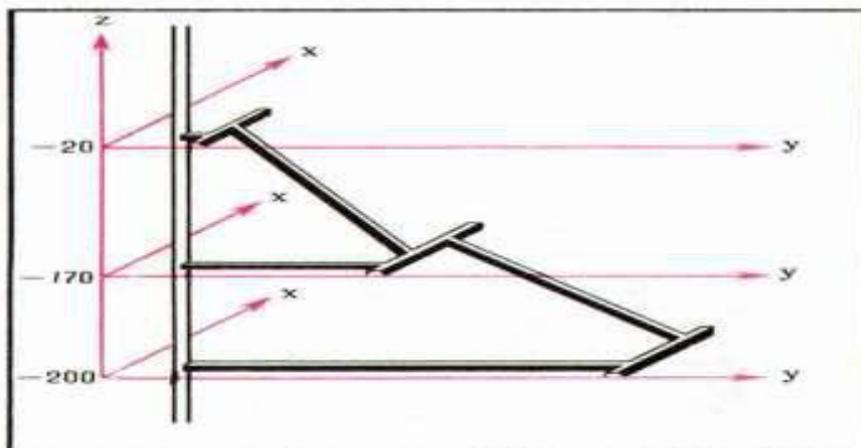


Рисунок 16 – Горная выработка в аксонометрической проекции

Задание на практическое занятие

Таблица 4 – Исходные данные к заданию

Вариант	Точка	Координата		
		x	y	z
1	A	0	10	40
	B	10	0	20
	C	15	40	10
2	A	5	10	30
	B	25	40	10
	C	30	10	5
3	A	70	5	30
	B	75	20	40
	C	65	45	20
4	A	55	15	5
	B	70	0	35
	C	75	30	35

Методика выполнения задания

1. Разделить формат на 4 равные части, в каждой из которых вычертить две проекции заданного треугольника.

2. Определить натуральную величину треугольника, используя для этого четыре способа: вращения, совмещения, плоскопараллельного перемещения и замены плоскостей.

3. Для проверки правильности построений сравнить результаты, полученные при помощи каждого из способов.

4. На свободном поле чертежа поместить табличку с условиями задания – координатами точек.

5. Пример выполнения задания смотри на рисунке 17. Исходные данные приведены в таблице 4

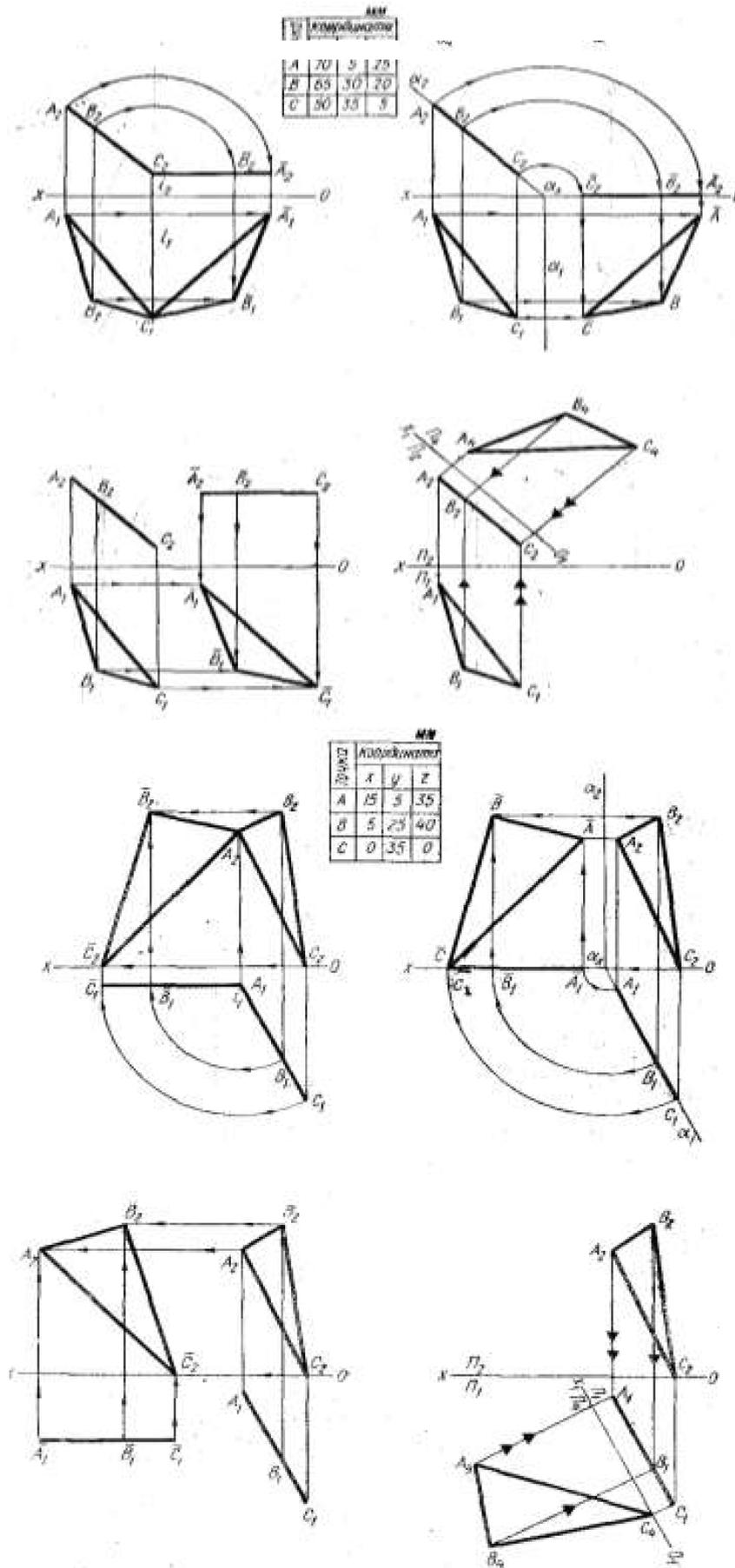


Рисунок 17 – Пример выполнения

Практическое занятие 8

Изображение горных выработок в аффинной проекции

Цель занятия: приобрести навыки построения изображения горных выработок в аффинной проекции и научиться применять их на практике.

Краткое теоретическое описание

Аффинные проекции нашли широкое применение в решении задач горного дела и геологии. Ими пользуются при построении наглядных изображений горных выработок, блок-диаграмм и т.п. Аффинные проекции дают более простое решение задач по сравнению с другими методами.

Аффинное или родственное преобразование чертежа заключается в параллельном проецировании предметной плоскости на аффинную (картинную) плоскость Σ' в заданном направлении проецирования S . На рисунке 18 представлена геометрическая схема аффинного проецирования точки A , где угол наклона проецирующих лучей S к предметной плоскости (плоскости плана) равен углу ϵ^0 . Прямая $X'X'$, являющаяся линией пересечения плоскости U и Γ , называется осью родства. Точка O начало отсчета координат. Угол ι^0 между северным направлением меридиана и осью родства называется дирекционным. Измеряя дирекционный угол, можно регулировать качество наглядности изображения.

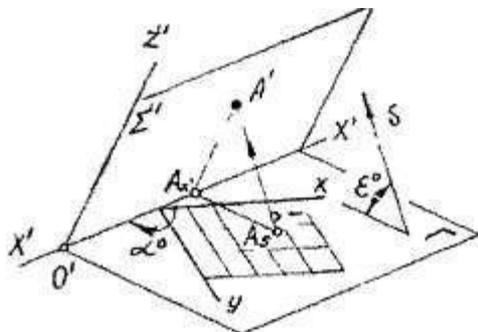


Рисунок 18 – Схема аффинного проецирования

Алгоритм выполнения задания

Общий порядок построения аффинной проекции горных выработок, следующий:

1. На плане (рис. 19) проводится ось родства. При выборе положения оси родства необходимо учитывать форму и условия залегания пластов. Направление проецирования следует выбрать со стороны висячего бока залежи и так, чтобы направление проецирования на плане составило бы угол $30-60^0$ с направлением основных горизонтальных выработок (штреков, квершлаггов).

2. Все характерные точки горных выработок проецируются на аффинную ось. Аффинные координаты определяются по формулам:

$$X_{\text{аф}} = x; Y_{\text{аф}} = y \sin E; z = z \cdot \cos e,$$

где $X_{\text{аф}}$ – аффинная ось абсцисс,

$y_{\text{аф}}$ – аффинная ордината точки, имеющая на плане ординату,

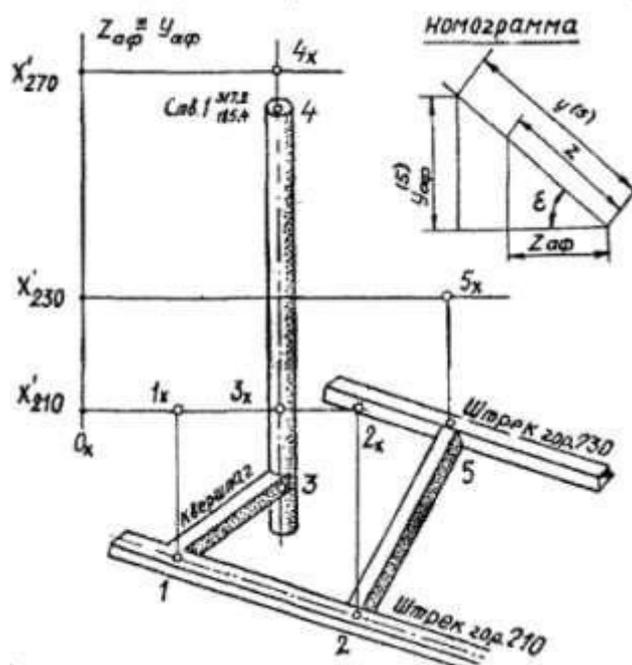


Рисунок 20 – Аффинное изображение горных выработок

Практическое занятие 9

Построение векторных проекций

Цель занятия: приобрести практические навыки по построению векторных проекций и научиться применять их на практике.

Краткое теоретическое описание

Определить длину сбойки (кратчайшее расстояние), соединяющей площадку складированной продукции (M) с рудоспуском (наклонная горная выработка AB).

Решение задачи на эюре обосновано следующими теоретическими положениями и свойствами проекций.

1. Кратчайшее расстояние от точки до прямой – это перпендикуляр.
2. Прямой угол проецируется без искажения на плоскость, одна сторона которого ей параллельна, а вторая – не перпендикулярна. Прямая AB занимает общее положение, поэтому необходимо ввести дополнительную плоскость, которой прямая была бы параллельна.

В проекциях с числовыми отметками задача решается следующим образом:

1. Перпендикуляр к прямой лежит в плоскости, которая перпендикулярна этой прямой.

2. Если прямая и плоскость взаимно перпендикулярны, то на плане проекция прямой параллельна масштабу заложения (перпендикулярна к проекциям горизонталей плоскости); интервал прямой по величине обратно пропорционален интервалу плоскости; числовые отметки прямой и плоскости увеличиваются в противоположных направлениях.

3. Точку пересечения перпендикуляра и прямой находят с помощью плоскости-посредника, которой принадлежит данная прямая.

4. Линия пересечения двух плоскостей проходит через точки пересечения одноименных горизонталей.

5. Искомая точка находится на пересечении построенной линии и данной прямой.

6. Натуральную величину перпендикуляра, который занимает общее положение, можно найти способами: проецирования на дополнительную плоскость; прямоугольного треугольника; вращения и плоскопараллельного перемещения.

Методика решения задачи в проекциях с числовыми отметками (рис. 21):

1) $M \Sigma; \Sigma \perp AB$;

2) $AB \perp \Omega$;

3) $\Sigma \cap \Omega = k$;

4) $k \cap AB = N$;

5) MN .

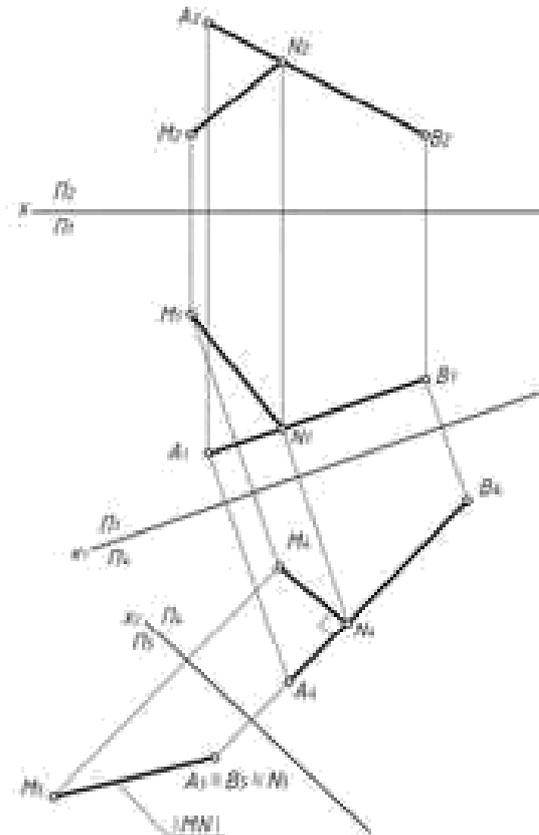


Рисунок 21 – Решение задачи в проекциях с числовыми отметками

Практическое занятие 10

Определение элементов залегания залежи горным компасом

Цель занятия: изучить устройство горного компаса, освоить методику определения элементов залегания слоев горных пород с помощью компаса.

Краткое теоретическое описание

Во всех случаях, когда залегание различных геологических тел, в частности пластов горных пород, отличается от горизонтального, для определения их ориентировки в пространстве вводится понятие об элементах залегания. К ним относятся: простирание, падение и угол падения.

Простирание – это протяженность слоя на горизонтальной поверхности Земли. Оно определяется ориентировкой линии простирания.

Линия простирания – линия пересечения горизонтальной плоскости с поверхностью геологического тела, т.е. любая горизонтальная линия, лежащая на поверхности геологического тела (рис.5а, линии аб, a_1b_1 , a_2b_2). Соответственно, пересечение горизонтальной плоскости с кровлей пласта даст линию простирания кровли, а пересечение с подошвой – линию простирания подошвы пласта. В проекции на горизонтальную плоскость (на плане или на карте) линии простирания кровли и почвы (подошвы) могут совпадать, накладываясь друг на друга, но будут иметь разные высотные отметки, differing на величину вертикальной мощности пласта. Положение линии простирания относительно стран света определяется азимутом простирания. **Азимут простирания** – это правый горизонтальный векториальный угол, отсчитываемый от северного направления географического меридиана до линии простирания. Азимут может изменяться от 0 до 360°. Так как любая линия простирания имеет два взаимно противоположных направления, то азимут простирания может быть выражен двумя значениями, различающимися на 180°.

Падение слоя определяется двумя показателями: направлением и углом падения.

Направление падения слоя (или любой плоскости) характеризуется ориентировкой его линии падения по отношению к странам света и определяется азимутом линии падения.

Линия падения слоя (рис. 22а, линия $вг$) – линия на поверхности пласта (жилы, трещины), перпендикулярная к линии простирания и ориентированная в направлении максимального наклона пласта. Таким образом, линия падения – вектор, указывающий направление наибольшего наклона. Иначе говоря, линия падения – это линия наибольшего ската.

Другая линия, лежащая в плоскости наложения и перпендикулярная к линии простирания, но направленная вверх, в сторону, обратную линии падения, называется **линией восстания слоя** (рис. 22а, линия $вд$). **Азимут падения** – угол между проекцией падения на горизонтальную плоскость и северным направлением географического меридиана. Азимут падения может

изменяться от 0 до 360° и всегда имеет только одно значение.

Угол падения – угол между линией падения ($вг$) и ее проекцией ($ве$) на горизонтальную плоскость (рис.22 а, углы α и α_1), т.е. угол максимального наклона геологического тела. Угол падения может изменяться от 0 до 90°. При опрокинутом залегании слоев угол падения также составляется линией падения и ее проекцией на горизонтальную плоскость и не может превышать 90°.

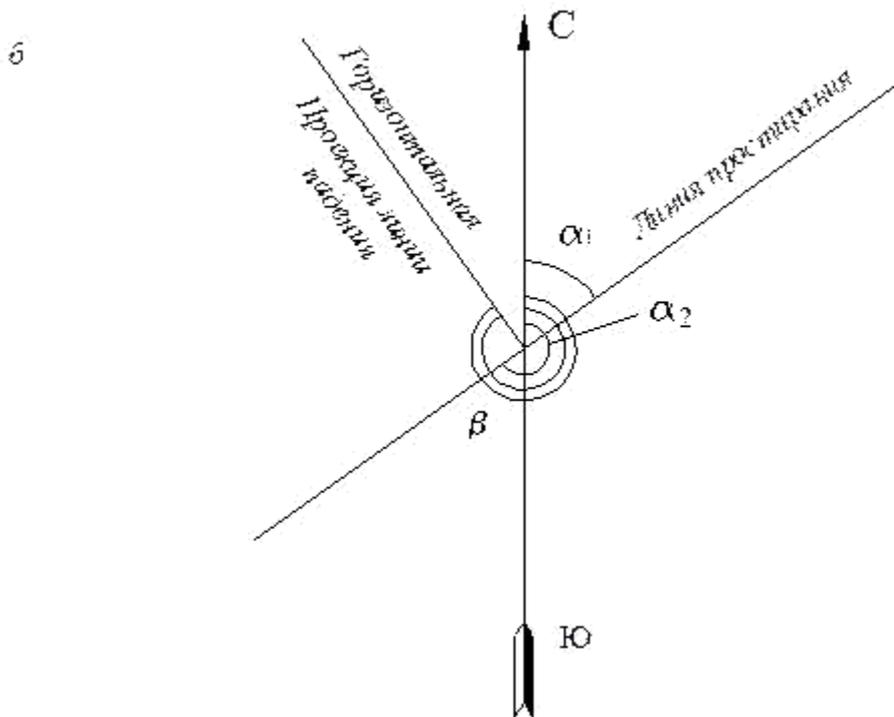
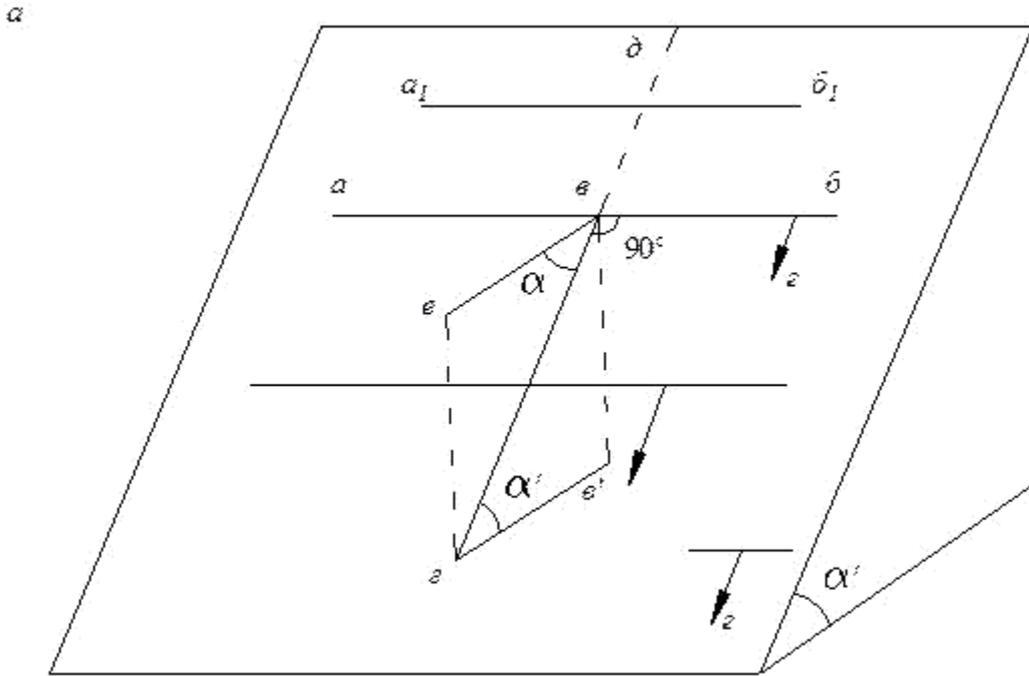


Рисунок 22 – Элементы залегания залежи

Количественные значения элементов залегания определяются с помощью горного компаса (рис. 23), который имеет ряд конструктивных особенностей, отличающих его от обычного, туристического:

1. На лимбе (шкале) горного компаса значения градусов увеличиваются в направлении против часовой стрелки. При таком построении шкалы азимут любого направления определяется прочтением цифры, на которую указывает северный (синий) конец стрелки компаса, а не вычитанием из 360° этой цифры, как это делается при пользовании обычным компасом.

2. Лимб горного компаса закреплен на прямоугольной пластинке и смещен к северному краю компаса.

3. Для определения угла падения горный компас снабжен отвесом (клинометром), укрепленным на той же игле, что и магнитная стрелка, и полулимб. Полулимб градуирован от 0 до 90° в одну и другую стороны от центра. Отвес свободно перемещается при вертикальном положении компаса.

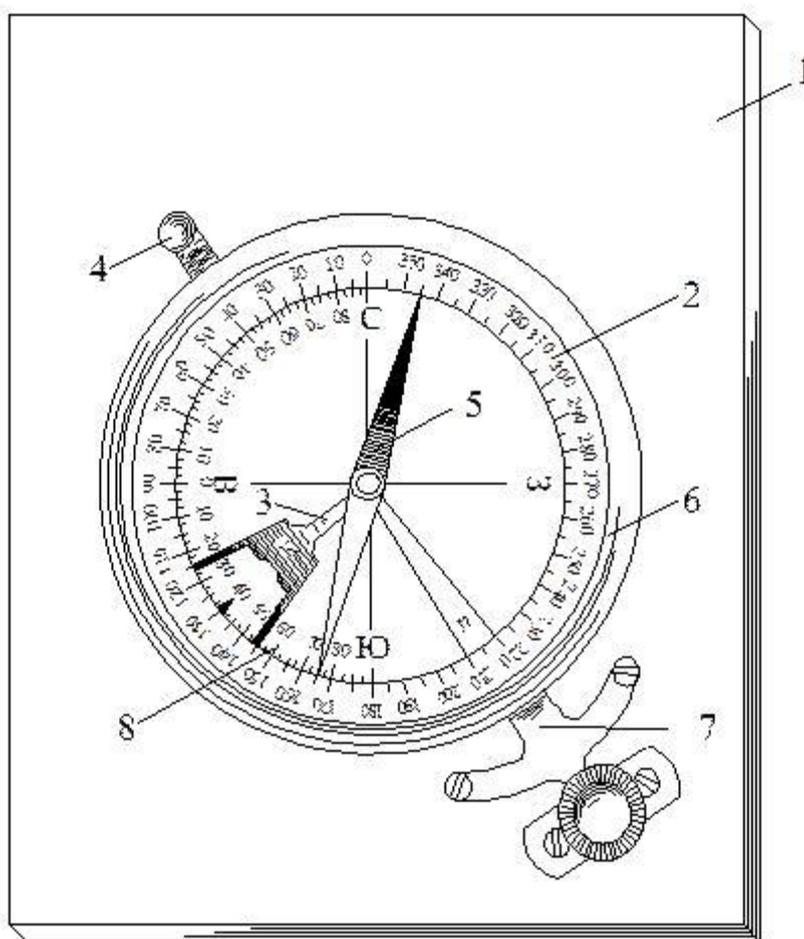


Рисунок 23 – Горный компас: 1 – прямоугольная пластинка; 2 – большой лимб; 3 – клинометр; 4 – рычажок закрепления; 5 – стрелка; 6 – стекло, укрепленное кольцевой пружиной; 7 – конец рычага; 8 – полулимб.

Работая с горным компасом, надо помнить основные правила:

1. При определении любого азимута компас должен располагаться горизонтально.

2. При определении азимута линии падения компас короткой стороной

прикладывается к линии простирания, при этом северный конец компаса (отсчет на лимбе 0°) устанавливается в направлении падения.

3. При определении азимута линии простирания компас прикладывается длинной стороной к линии простирания. Отсчет значения азимута простирания или азимута падения берется в направлении против часовой стрелки по цифре, на которую указывает северный конец стрелки.

4. При определении угла падения компас прикладывают к линии падения длинной стороной. Компас при этом следует держать вертикально. Отсчет значения угла падения берется по цифре полулимба, на которую указывает стрелка отвеса. Ввиду того, что линия падения и линия простирания перпендикулярны друг другу, значения азимутов падения и простирания отличаются друг от друга на 90° . Поэтому для определения элементов залегания необходимо и достаточно определить азимут линии падения и угол падения. Азимут простирания получится вычислением: азимут падения плюс или минус 90° .

Измеренные значения элементов залегания записываются по определенной форме: вначале азимут падения (Аз.пад.), затем угол падения (ставится значок Δ) и азимут простирания (Аз.пр.). Поскольку азимут простирания имеет два значения, отличающихся на 180° , то записываются оба (одно из них в скобках). *Пример записи: Аз. пад.15, Δ 45, Аз.пр.105(285).*

Определенные элементы залегания геологических тел в ряде случаев наносятся на геологические карты и планы в форме значка элементов залегания:

 30. В значке длинная линия (6-8 мм) расположена по линии простирания, короткий штрих (2 мм) указывает направление падения (т.е. направлен по линии падения), а цифра у штриха показывает угол падения.

Нанести значок элементов залегания на план (карту) можно с помощью горного компаса или транспортира. В первом случае следует ориентировать план в сторонах света. Затем (не сдвигая плана!) положить на план к точке замера компас и поворачивать его до тех пор, пока намагниченный конец стрелки не укажет на лимбе отсчет соответствующего азимута (простирания или падения). При этом длинная сторона подставки компаса расположится параллельно той линии, азимут которой указывает магнитная стрелка.

Нанести значок элементов залегания с помощью транспортира совсем просто: от направления север - юг на карте (чаще всего эта линия параллельна вертикальным рамкам карты, но иногда обозначена стрелкой) отметить по часовой стрелке соответствующий угол.

Задание 1. Изучить устройство горного компаса.

Основание горного компаса имеет вид прямоугольника с двумя длинными и двумя короткими ребрами. Длинные ребра параллельны линии север-юг лимба компаса, а короткие – линии восток-запад. В корпусе закреплена круглая коробочка с лимбом, разделенным на 360° . Нулевое деление лимба совпадают с буквой С (север). Отсчет делений – против часовой стрелки.

На острие шпильки в центре корпуса надета стальная магнитная стрелка. Верхняя плоскость стрелки находится на одном уровне со шкалой компаса.

В нерабочем положении стрелка закреплена рычагом-арретиром, который одним концом надет на шпиль, а другой его конец выведен в юго-западный конец корпуса и управляет винтом. Стрелка освобождается только на время работы.

Под стрелкой компаса на шпиль насажен отвес - клинометр, который может свободно двигаться только при вертикальном положении компаса. В основании компаса имеется полукруглая шкала клинометра. Отсчёт градусов по этой шкале идет от нулевого положения в две противоположные стороны. Все части компаса, кроме стрелки, изготавливаются из немагнитных материалов: алюминия, латуни, бронзы или пластмассы.

На круглую коробку компаса надевается крышка для защиты стекла при хранении и переноске компаса.

В отличие от обыкновенного компаса в горном компасе восток и запад обменены своими местами. Эта перестановка сделана с целью удобства и упрощения производства измерений.

При измерении простирания и падения компас следует держать в руках так, чтобы стрелка и шкала приняли горизонтальное положение. При измерении угла падения компас ставят так, чтобы свободно двигался клинометр (вертикальное положение). Компас необходимо оберегать от толчков и ударов.

Задание 2. Определить элементы залегания слоев горных пород.

2.1. Найдите линию простирания на поверхности слоя. Для этого на очищенный участок наклонного пласта поставьте компас на ребро так, чтобы отвес принял положение 0° . Линия соприкосновения поверхности слоя с ребром компаса и будет линией простирания. Вдоль длинного ребра компаса проведите карандашом или иглой линию. Линия простирания пласта найдена. Азимут простирания возьмите по черному концу стрелки при горизонтальном положении компаса, приложенного длинной стороной к линии простирания.

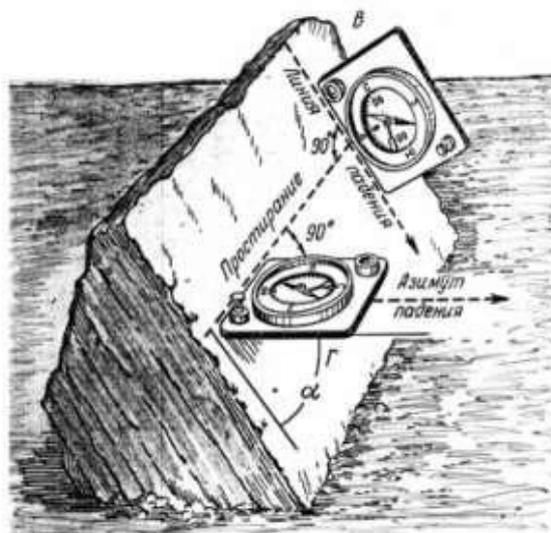


Рисунок 24 – Порядок замеров элементов залегания слоя горным компасом

2.2. Найдите азимут падения. Падение будет перпендикулярно простиранию в направлении наклона пласта. Компас приложите короткой, южной стороной к линии простирания так, чтобы северное ребро (где находится буква С, рисунок 24) лежало по направлению падения пласта. Осторожно поднимая корпус компаса за северное ребро, приводите инструмент в горизонтальное положение. Отпустите зажим винта, закрепляющего стрелку, и берите отсчет по темному концу стрелки.

2.3. Определить угол падения. Закройте зажим стрелки и, приложив компас длинной стороной по линии падения, по отвесу найдите угол наклона (рис. 25).

Если определено падение, то простирание можно найти, прибавляя к полученной цифре 90° (или вычитая 90° в том случае, если эта цифра больше 90).

Задание 3. Выполнить контрольные упражнения по определению залегания слоёв горных пород.

3.1. Пользуясь двумя-тремя книгами или досками и какой-либо подставкой, постройте модель наклонно залегающих пород с падением пластов в любом направлении. Определите горным компасом падение, угол падения и простирание этой пачки пластов.

3.2. Так же как в предыдущей задаче, постройте модель наклонно залегающих пластов по заданному направлению северо-восток 70° , падение – 45° .

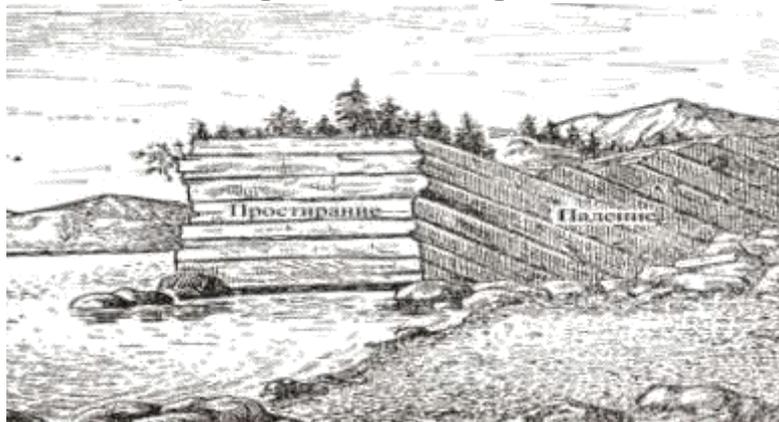


Рисунок 25 – Наклонное залегание слоёв горных пород

Практическое занятие 11

Определение элементов залегания полезного ископаемого косвенными способами

Цель занятия: является приобретение студентами начальных навыков графических решений и построений горно-геологических задач в профиле будущей специальности и предназначенных для закрепления знаний студентов, полученных при изучении начертательной геометрии, проекции с числовыми отметками, геологии и основ горного дела.

Краткое теоретическое описание

В целях подчинения реальной ситуации учебным задачам сделаны некоторые упрощения обстановки, имеющих место в действительности.

Например, количество скважин ограничено тремя, форма скважины в пространстве упрощена, в качестве рудного тела рассматривается пласт. С этой же целью заданы не истинные величины зенитных углов, а их проекции на фронтальную плоскость; фактическая траектория (трасса), ось разведочных скважин искривлены как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях проекций, однако они также заданы упрощенно – ломаными линиями; рельеф местности и формы залегания рудного тела упрощены.

В силу существенных отличий горных чертежей от технических, для определения элементов залегания пласта приведены совокупность метода проекций, изучаемого в начертательной геометрии и метода проекций с числовыми отметками, как одного из основных методов, применяемых в горноинженерной практике.

В решении этой задачи нашли отражения многие разделы курса начертательной геометрии, в частности: прямоугольное проецирование точки, прямой линии, плоскости, взаимное положение плоскостей, точки, прямой и плоскости, определение истинной величины отрезка прямой, определение угла наклона плоскости, точки пересечения прямой с плоскостью, параллельность плоскостей, способ перемены плоскостей проекций и др.

Задача определения элементов залегания пласта полезного ископаемого решаются графическим способом и аналитически, при этом строго выдерживаются основные требования, предъявляемые к чертежам: наглядность и удобоизмеряемость.

Формы и пространственное положение залежи полезного ископаемого в недрах земли определяются совокупностью линейных и угловых величин, называемых геометрическими параметрами. К элементам залегания пласта (рисунок 26) относятся: углы простираания (α) и падения (δ), мощность (m) и глубина его залегания (h).

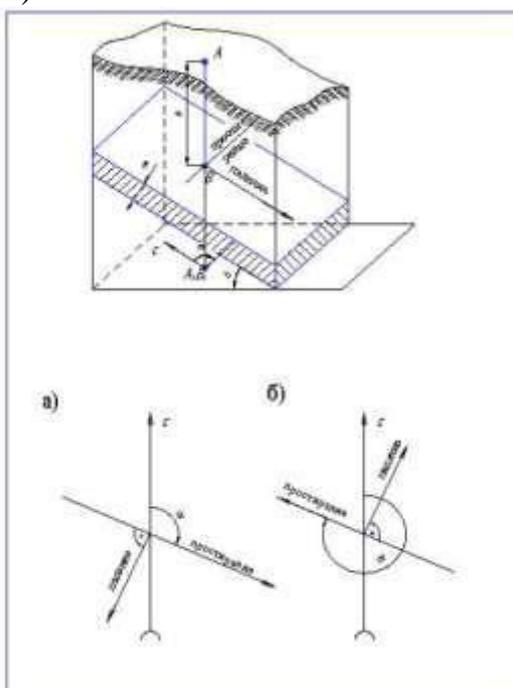


Рисунок 26 Изображение залежи полезного ископаемого

Положение линии простирания в пространстве определяется азимутом, а положение линии падения – азимутом и углом ее падения, мощность пласта (истинная) измеряется отрезком перпендикуляра, опущенного на какой-либо точки плоскости кровли на плоскость подошвы. Горизонтальная мощность определяется кратчайшим расстоянием между линиями пересечения плоскостей кровли и подошвы пласта с горизонтальной плоскостью.

Истинная мощность пласта определяется позднее на разрезе пласта вкрест простирания. Положение секущей плоскости на виде сверху выбирают таким образом, чтобы скважины находились перед секущей плоскостью.

Методика выполнения

В процессе выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

- построить проекции точек **K, L, M, P, Q** и **R** пересечения скважинами плоскостей кровли и подошвы пласта и определить координаты этих точек;
- построить проекции плоскостей кровли и подошвы пласта;
- построить (определить) элементы залегания рудоносного пласта – азимута падения и простирания, угла падения и мощности пласта;
- построить вертикальный разрез по линии падения пласта с нанесением скважин и точек пересечения скважинами кровли и подошвы пласта.

Исходные данные приведены в таблице 5.

Исходные данные				
Точки заложения скважин		A	B	C
Координаты точек заложения скважин, мм	X	95	15	30
	Y	25	56	35
	Z	200	200	200
Точка пересечения скважиной кровли пласта		K	L	M
		100	120	200
Пределы изменения глубин скважин по интервалам, м		0 - 80	0 - 80	0-140 140 - 200
		- 180	- 180	
Величина фронтальной проекции зенитного угла по длине интервала, град.		Левая 22 Левая 41	Правая 7 Правая 14	Левая 8 Левая 18
Азимут скважин по длине интервала, град.		244 244	149 164	147 222
Глубина точки P пересечения скважины с подошвой пласта, м		130	-	-

Построение (рисунок 27) точки **P** производят таким же образом, как и построение точек **K, L** и **M**. Для построения точек **R** и **Q** используют свойства параллельных плоскостей из начертательной геометрии (по условиям задачи кровля и подошва пласта параллельны), которые заданы пересекающимися прямыми **PR** и **PQ** ($PR \parallel KL$ и $PQ \parallel KM$).

Как известно, алгоритм решения задачи на пересечение прямой линии с плоскостью состоит из следующих операций:

1. Через прямую проводят вспомогательную плоскость частного положения.
2. Строят линию пересечения вспомогательной плоскости с заданной;
3. Отмечают общую точку для найденной линии пересечения и заданной прямой.

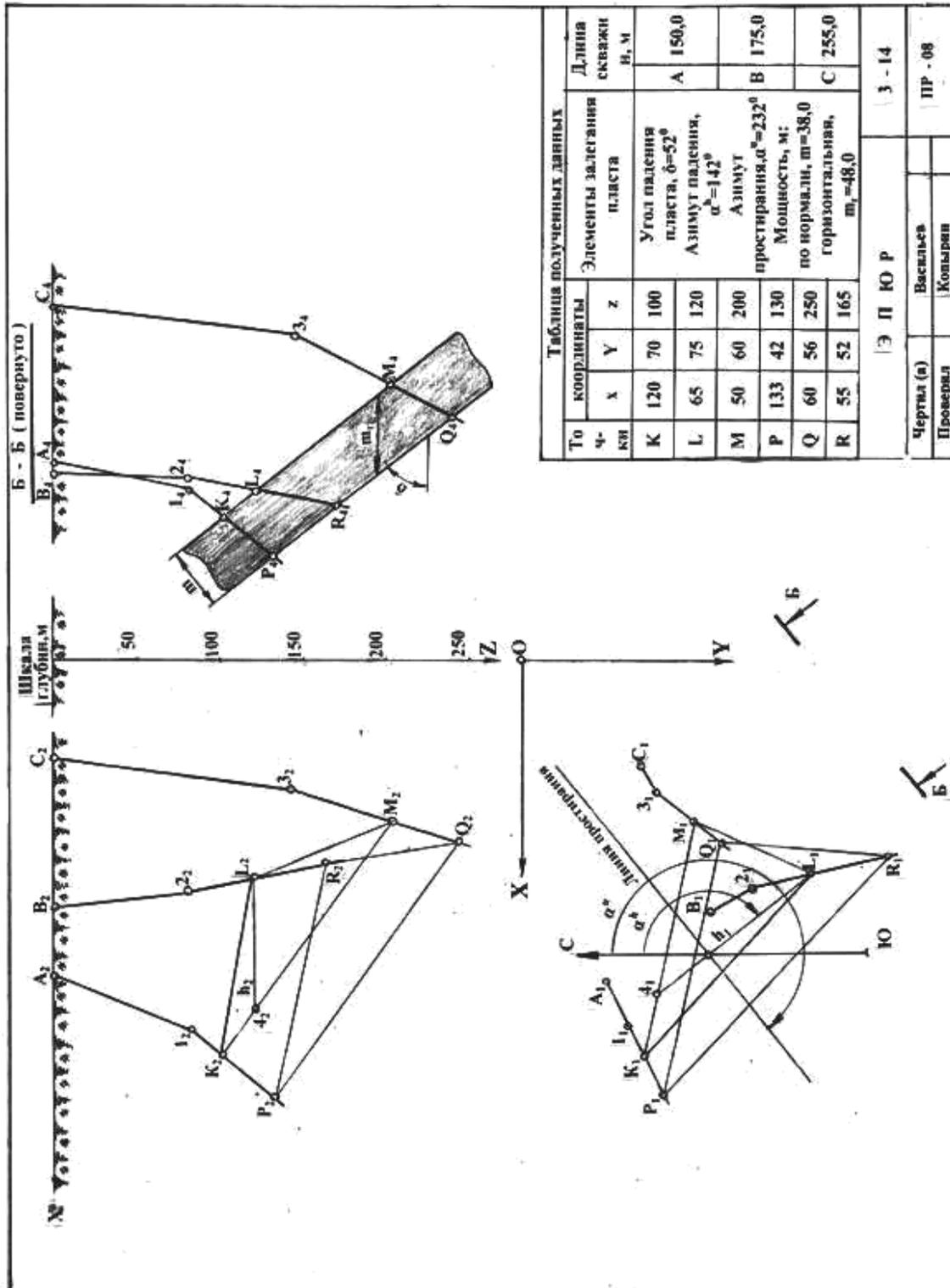


Рисунок 27 – Пример выполнения

1. По координатам наносим на план масштаба 1: 1000 точки входа А, В и С в пласт вертикальных скважин 1, 2 и 3 и выписываем возле этих точек числовые отметки (отметка кровли пласта).

2. Соединив точки А, В и С прямыми, градуируем АС, СВ и АВ и находим на этих прямых ступенчатые отметки (по условию кратные 5 м), а затем проводим изогипсы кровли пласта.

3. Проводим параллельно оси х направление NS и при точке Р измеряем транспортиром азимут линии простирания пласта (дирекционный угол) $\alpha = 82^{\circ}$; азимут падения пласта $\alpha + 90^{\circ} = 172^{\circ}$; построив профиль по линии падения PQ, находим угол PQL, равный углу падения пласта (в натуральную величину), т.е. $\delta = 22^{\circ}$.

Практические занятия 12 - 13

Построение гипсометрического плана пласта (способом нормалей)

Цель занятия: приобрести практические навыки по построению гипсометрического плана пласта и научиться применять их на практике.

Теоретическое описание

Гипсометрический план – это чертеж поверхности напластования (маркирующего горизонта) в уменьшенном виде (в определенном масштабе), изображенной с помощью изогипс. *Изогипса* — линия равных высот точек кровли или почвы залежи. Различают гипсометрические планы кровли пласта и гипсометрические планы почвы.

Гипсометрические планы составляют в крупных масштабах; аналогичные графики в изогипсах (стратоизогипсах), составляемые в мелких масштабах, называют *структурными картами*. Гипсометрические планы дают пространственное представление о форме угольной залежи и условиях ее залегания в недрах.

Такие планы используют для проектирования горных выработок, подсчета запасов угля в недрах (метод Баумана) и других целей.

Гипсометрический план кровли (почвы) иногда называют *графиком рельефа пласта*. В ряде случаев строят график погребенного рельефа коренных пород, когда на размытой поверхности этих пород залегают рыхлые отложения. Во всех случаях для построения гипсометрического плана необходимо знать положение точек поверхностей пласта и их высотные отметки.

Важным условием построения гипсометрического плана является правильный выбор сечения изогипс. Проф. Г.И. Вилесов рекомендует выбирать величину сечения изогипс в зависимости от численного масштаба гипсометрического плана и преобладающего угла падения пласта (табл. 6).

При построении гипсометрических планов более крупного масштаба (1:500 и 1:1000) сечение изогипс принимают меньшим, руководствуясь наглядностью изображений.

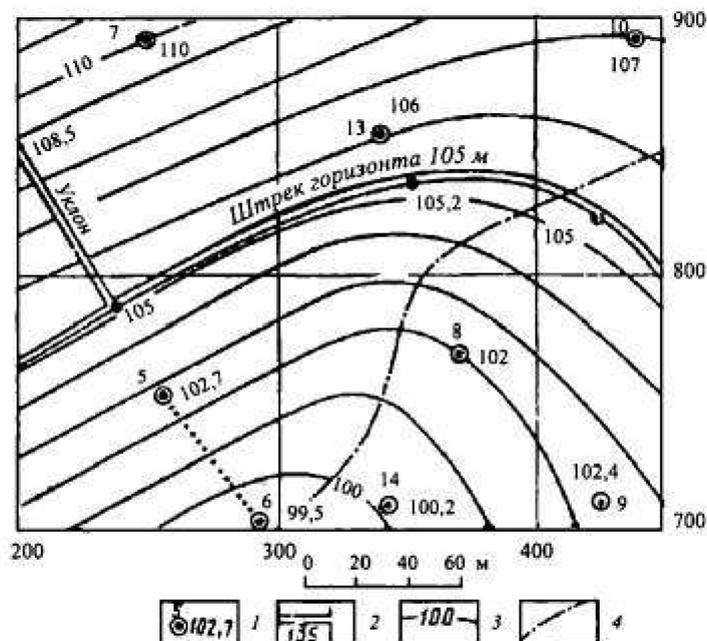
Таблица 6 – Величина сечения изогипс в зависимости от численного масштаба гипсометрического плана

Данные для выбора сечения изогипс

Угол падения пласта, градусы	Сечение изогипс (м) при масштабах		
	1:2000	1:5000	1:10 000
10	5	10	20
20	10	20	25
30	10	25	50
40	20	50	50
50	20	50	100
60	50	100	200

Построение гипсометрических планов производят в зависимости от типа угольного месторождения и принятой методики разведки следующими способами: 1) по группе точек, имеющих высотные отметки; 2) при помощи вертикальных разрезов; 3) при помощи вычитания поверхностей (карт схождения).

Построение гипсометрических планов почвы (кровли) по группе точек, имеющих высотные отметки. В этом случае гипсометрический план почвы (кровли) строят следующим образом (рис.29).



1 — номер скважины и высотная отметка пласта; 2 — горная выработка по пласту; 3 — изогипсы почвы пласта; 4 — ось синклинали

Рисунок 29 – Гипсометрический план почвы пласта

1. На план выбранного масштаба по координатам наносят устья разведочных скважин, точки входа скважин в пласт при построении плана кровли, точки выхода скважин (для плана изогипс почвы), а также все другие точки, например точки горных выработок, в которых были определены высотные отметки поверхности пласта.

2. Возле этих точек, входа или выхода, выписывают на плане высоту точек поверхности пласта (залежи) в виде числовых отметок.

3. Проанализировав выписанные числовые отметки поверхности пласта, намечают на плане так называемые инвариантные линии – скелет поверхности пласта. К инвариантным линиям относят оси синклинальных и антиклинальных складок. К этим линиям будут приурочены повороты и изгибы изогипс на плане.

4. Выбрав высоту сечения изогипс, выполняют прямолинейное интерполирование по линиям скатов между точек с высотными отметками и находят на плане так называемые ступенчатые отметки, которые кратны выбранному сечению.

5. Соединив одноименные ступенчатые отметки плавными кривыми, получают изогипсы поверхности (кровли, почвы пласта). Построение изогипс угольной залежи (пласта) рекомендуется начинать с наиболее изученной части шахтного поля. Если на некоторых участках месторождения можно провести изогипсы угольной залежи по-разному, то данных для построения плана изогипс недостаточно и требуются дополнительные сведения.

Построение гипсометрических планов при помощи вертикальных разрезов. Так как обычно разведочные колонковые скважины располагаются по разведочным линиям, то по этим линиям, как правило, строят вертикальные геологические разрезы (рис. 30, б). Имея на вертикальном разрезе шкалу глубин и проведя горизонтально секущие линии, можно найти на поверхности почвы пласта (кровли) ступенчатые отметки, кратные принятому сечению, например на линии I – I – точки с отметками 200, 225, 225 и 200. Если эти точки с разреза I – I и аналогичные точки с других разрезов перенести на план (см. рисунок 30, а) на соответствующие разведочные линии, а затем одноименные точки соединить на этом плане плавными кривыми, то получим изогипсы почвы пласта.

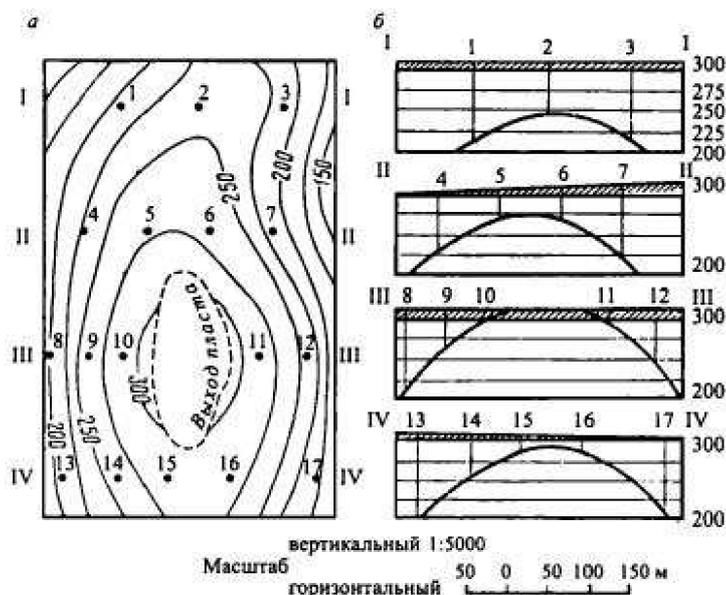


Рисунок 30 – Построение гипсометрического плана по разрезам

Графики изолиний мощности и их построение

Как уже отмечалось ранее, различают простые и сложные угольные пласты. Простой пласт состоит из сплошной массы угля, заключенной между породами кровли и почвы, а сложный – из нескольких угольных пачек, разделенных породными прослойками.

Небольшие участки почвы и кровли пласта принимают за плоскости (рисунок 31). Расстояние между кровлей и почвой называется мощностью пласта m . Причем различают вертикальную, горизонтальную и истинную мощности пласта, а также мощность по наклонной скважине. При сложном строении угольного пласта (рисунок 32) различают так называемые технологические мощности.

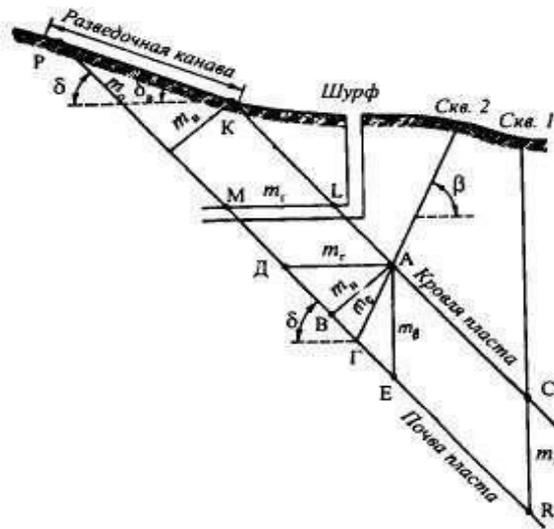


Рисунок 31 – Зависимость между мощностью пласта, углом наклона скважины и углом падения пласта

Задание. На основании данных разведочного бурения построить гипсометрический план кровли пластообразной залежи в масштабе 1:5000. Сечение изолиний принять равным 20 м.

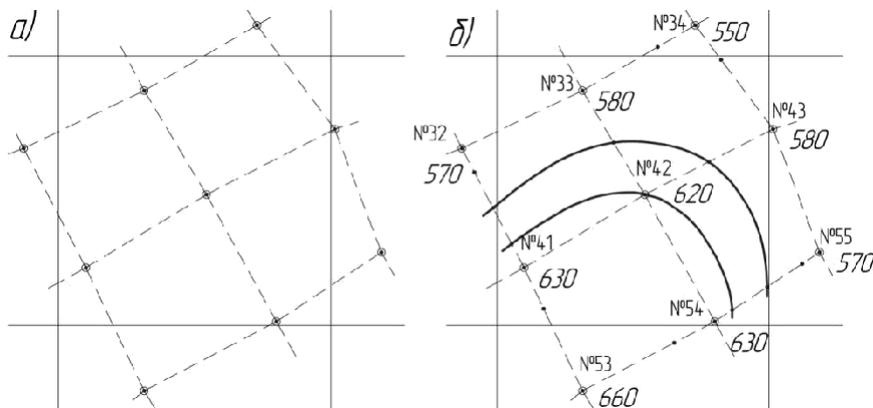


Рисунок 32 – Построение изогипс пласта способом интерполяции

Координаты устьев разведочных скважин

Номер скважины	х, м	у, м	х, м	у, м
	Вариант I		Вариант II	
32	25017.8	12982.2	25867.2	11932.9
33	25311.0	12964.6	25935.3	12161.6
34	25529.5	12978.7	26052.2	12359.2
44	25011.6	12734.8	25603.2	12048.3
45	25323.0	12718.2	25764.5	12310.6
46	25553.8	12733.3	25851.2	12493.8
53	25048.3	12472.0	25382.4	12193.7
54	25295.3	12474.1	25510.9	12405.8
55	25537.6	12478.1	25655.4	12622.3
	Вариант III		Вариант IV	
32	26078.8	12175.0	25954.9	12025.4
33	25930.6	12391.2	25962.2	12275.0
34	25817.4	12621.6	25983.7	12531.0
44	25857.8	12039.5	25705.7	12025.0
45	25737.7	12272.7	25746.3	12278.2
46	25599.0	12489.6	25731.8	12543.8
53	25621.6	11948.1	25474.0	12025.0
54	25501.9	12165.0	25473.7	12287.2
55	25383.5	12366.5	25475.1	12547.5
	Вариант V		Вариант VI	
32	25832.0	11936.3	26084.6	12181.1
33	25937.5	12153.0	25961.5	12415.2
34	26061.5	12366.3	25816.6	12618.2
44	25605.7	12050.4	25867.0	12051.0
45	25745.3	12272.8	25746.2	12277.6
46	25862.8	12511.5	25600.7	12486.6
53	25379.9	12189.3	25607.0	11943.8
54	25508.5	12397.4	25515.0	12144.6
55	25636.3	12597.3	25377.7	12377.5

Отметки кровли пласта по разведочным скважинам

№	Отметки кровли пласта по скважинам, м									Координаты
	32	33	34	44	45	46	53	54	55	
1	-550	-590	-550	-580	-640	-580	-610	-660	-620	см.вар.I
2	-550	-580	-570	-600	-630	-580	-640	-660	-570	см.вар.II
3	-560	-590	-550	-570	-630	-620	-580	-630	-670	см.вар.III
4	-560	-570	-560	-610	-620	-580	-650	-640	-560	см.вар.IV
5	-580	-570	-550	-630	-620	-580	-660	-610	-560	см.вар.V
6	-540	-570	-560	-580	-620	-590	-620	-660	-600	см.вар.VI
7	-600	-580	-550	-650	-630	-580	-620	-590	-540	см.вар.I
8	-640	-600	-560	-660	-630	-580	-580	-580	-560	см.вар.II
9	-580	-570	-560	-630	-630	-580	-670	-620	-540	см.вар.III
10	-650	-600	-550	-640	-620	-560	-560	-580	-560	см.вар.IV
11	-660	-630	-580	-610	-620	-560	-560	-580	-540	см.вар.V
12	-610	-580	-540	-660	-640	-570	-600	-600	-560	см.вар.VI
13	-620	-650	-600	-580	-630	-580	-560	-580	-540	см.вар.I
14	-580	-670	-630	-580	-620	-600	-560	-560	-550	см.вар.II
15	-670	-620	-570	-620	-620	-560	-560	-580	-560	см.вар.III
16	-560	-640	-650	-580	-620	-600	-560	-560	-550	см.вар.IV
17	-560	-600	-660	-580	-620	-630	-550	-570	-580	см.вар.V
18	-620	-660	-610	-590	-620	-580	-560	-570	-540	см.вар.VI
19	-560	-600	-630	-600	-640	-660	-560	-590	-620	см.вар.I
20	-570	-580	-580	-590	-540	-660	-560	-610	-640	см.вар.II
21	-560	-620	-670	-590	-640	-630	-560	-580	-580	см.вар.III
22	-560	-580	-560	-570	-620	-640	-560	-610	-650	см.вар.IV
23	-550	-580	-550	-560	-620	-610	-580	-640	-660	см.вар.V
24	-550	-590	-550	-580	-640	-590	-610	-660	-640	см.вар.VI

Пример. Пусть определена сеть разведочных скважин и отметки кровли пласта в них (табл. 15).

Таблица 15

Исходные данные примера решения				
№	Номер скважины	Координаты устья скважины		Отметка кровли пласта H , м
		x , м	y , м	
1	32	11932.93	25867.23	-570.0
2	33	12161.59	25935.26	-580.0
3	34	12359.23	26052.20	-550.0
4	41	12048.28	25603.19	-630.0
5	42	12310.61	25764.53	-620.0
6	43	12493.80	25851.22	-580.0
7	53	12193.70	25382.42	-660.0
8	54	12405.76	25510.92	-630.0
9	55	12622.27	25655.37	-570.0

На основе исходных данных составляют план в требуемом масштабе (1:5000), на который наносят по координатам устья всех разведочных скважин (рис. 32). Так как скважины вертикальны, точки устьев и точки встречи скважин с пластом будут совпадать на плане (виде сверху). Следовательно, можно сразу выписать на план отметки кровли пласта рядом с соответствующей скважиной и проанализировать распределение отметок по участку плана, в частности определить самую низкую и самую высокую точку кровли пласта.

Для построения поверхности кровли пласта следует определить местоположение точек изогипс на основе интерполяции (а иногда и экстраполяции) значений отметок в скважинах. В виду того, что сеть разведочных скважин представляет собой практически прямоугольную сетку, интерполяцию отметок наиболее целесообразно производить по линиям, соединяющим оси соседних скважин, т.е. по линиям, описывающим геометрию разведочной сети (см. рис.3а). Интерполяция по линиям находящимся на диагоналях прямоугольников разведочной сетки не совсем корректна.

В процессе ручной интерполяции, использующей линейный закон распределения отметок между точками (скважинами) с известными отметками, получают точки с кратными отметками, через которые проходят определенные изолинии (см. рис.3б). Полученные таким образом точки с кратными 20-и метрам (-560, -580, -600 и т.д.) отметками соединяются плавными линиями – изогипсами. Данное построение следует начинать с анализа распределения исходных отметок по площади, и выявления тех изогипс, конфигурация которых однозначно определяется максимальным количеством интерполированных точек. Все остальные изогипсы следует строить с учетом геометрии этих изогипс.

После первичной прорисовки всех изогипс их форма корректируется с учетом очертаний соседних изолиний, т.е. производится увязка полученной геометрии пласта («укладка» изогипс). Острые очертания изогипс сглаживают, добиваясь при этом согласованности форм соседних изолиний. Все изолинии обводят начисто и подписывают.

Практическое занятие 14

Определение элементов залегания складок по гипсометрическим планам

Цель занятия: ознакомиться с инклинометрией скважин, стоящими перед ней задачами, формой представления и интерпретацией результатов.

Краткое теоретическое описание и алгоритм выполнения задания

Плоскость почвы пласта в точке с координатами X , Y , Z определяются углом падения δ и дирекционным углом линии простирания α . Дирекционным углом линии простирания α называется горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северной части осевого меридиана до положительного направления линии простирания. Линией простирания называется горизонтальная прямая, лежащая в плоскости почвы пласта.

Углом падения пласта δ называется вертикальный угол, образованный линией падения с горизонтальной плоскостью. Линией падения называется линия наибольшего ската.

Элементы залегания пласта определяют непосредственно горным компасом по обнажениям пласта или косвенно по трем точкам встречи с почвой пласта, или по гипсометрическому плану.

Определение элементов залегания пласта по трем точкам выполняют в такой последовательности:

1. На чертежной бумаге разбивают координатную сетку со стороной квадрата 100 мм и подписывают ее в соответствии с масштабом плана и значениями координат X , Y точек встречи с пластом (рис. 35).

2. Наносят точки встречи с пластом на план и вычисляют их высотные отметки. Если это точки встречи пласта с вертикальными скважинами, то

$$Z_{ПЛ} = Z_{устья} - H, H - \text{глубина скважины, м.}$$

3. Соединяют три точки между собой и на сторонах треугольника, путем интерполяции, находят следы изогипс, кратных принятой высоте сечения h .

4. Соединив точки на сторонах треугольника с одинаковыми отметками, получают изогипсы пласта (рис. 35).

В любой точке изогипсы (т. Д, рис. 35) проводят линию параллельно оси X и от северной части осевого меридиана по ходу часовой стрелки транспортиром измеряют дирекционный угол α до положительного направления линии простирания.

За положительное направление линии простирания принято такое, став лицом по направлению которого, линия падения будет направлена вправо. Для определения угла падения δ перпендикулярно изогипсам проводят линию падения пласта и от нее на соседней изогипсе в масштабе плана откладывают высоту сечения изогипс h . Соединив полученную точку E с точкой D , измеряют построенный угол δ при точке D (рис. 35).

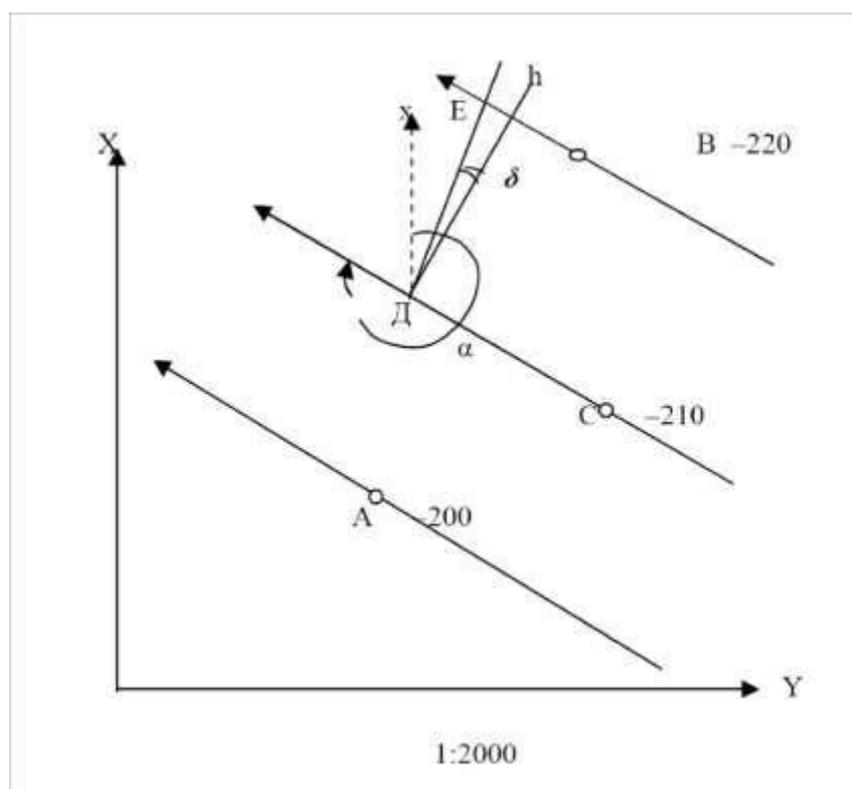


Рисунок 35 – Схема определения элементов залегания пласта по трем точкам встречи с пластом

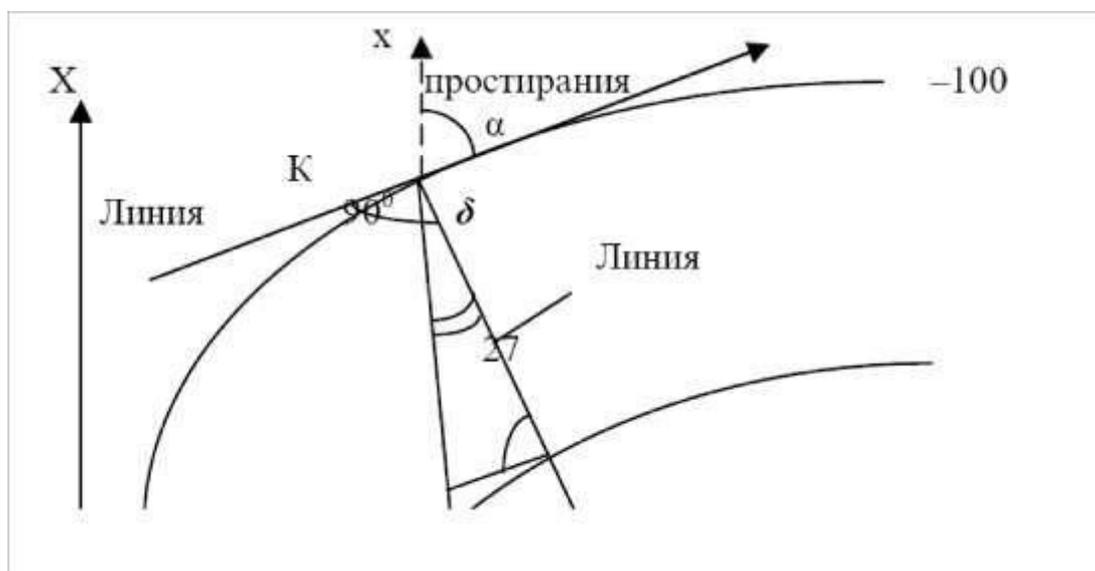


Рисунок 36 – Определение элементов залегания по гипсометрическому плану

Определение элементов залегания пласта по гипсометрическому плану

В необходимой точке **К** проводим касательную к изогипсе – это будет линия простирания пласта (рисунок 36). Определяем положительное ее направление и показываем его стрелкой. От северной части линии, параллельной оси **X**, по ходу часовой стрелки измеряем, дирекционный угол линии простирания **α**.

Под углом 90° к линии простираения проводим линию падения и на пересечении с соседней изогипсой по перпендикуляру откладываем в масштабе высоту сечения изогипс h . Соединив точку K с вершиной перпендикуляра (точка M), получаем построенный угол падения δ , величину которого измеряем на плане транспортиром.

Практическое занятие 15

Решение задач на определение элементов залегания складок

Цель занятия: приобрести практические навыки по решению задач на определение элементов залегания складок и научиться применять их на практике.

Краткое теоретическое описание

Складка – физическое и геометрическое тело, образованное в результате пликативных дислокаций. Геометрическими параметрами складки являются линейные и угловые величины, характеризующие форму, размер и положение складки в недрах. К ним относят: элементы залегания крыльев, оси, осевой плоскости и угол складки, длину, высоту, ширину и амплитуду складки.

Алгоритм выполнения задания

Известно, что положение плоскости в пространстве однозначно задается координатами трех точек этой плоскости, не лежащих на одной прямой. В нашем случае такими точками служат обнажения на земной поверхности или буровые скважины, в которых вскрыта поверхность (подошва или кровля) пласта. Координаты X и Y задаются плановым положением точек (обнажений, устьев скважин) и масштабом карты, а координата Z (высотная отметка) определяется по горизонталям рельефа и глубине скважины.

Задание представляет собой фрагмент топографической карты (с указанием ее масштаба), на которой нанесены три обнажения или три скважины, причем возле каждой скважины указана глубина, на которой эта скважина вскрыла поверхность пласта. Для решения задачи делается следующее построение (рис. 37).

Сначала определяются высотные отметки поверхности пласта в каждой точке. Для обнажений они легко узнаются по горизонталям рельефа. Для скважин сначала определяется высотная отметка устья скважины по горизонталям рельефа, а затем из нее вычитается глубина скважины до поверхности пласта. Полученная вычитанием отметка может иметь как положительные, так и отрицательные значения. Далее точки с наибольшей (А) и наименьшей (С) отметками соединяют отрезком прямой. На этом отрезке путем пропорционального деления или градуирования находят точку (В) с такой же отметкой, как и в оставшейся точке (В). Таким образом получают две точки (В и В) на поверхности пласта с равными отметками. Из точки с наибольшей отметкой (А) проводят перпендикуляр к линии простираения, который представляет собой проекцию линии падения на горизонтальную плоскость. Падение направлено в сторону уменьшения высотных отметок.

Для определения угла падения на линии простирания от точки пересечения с линией падения (D) откладывают отрезок (DE), равный превышению h точки с наивысшей отметкой (A) над проведенной линией простирания (BB), выраженному в масштабе карты. Конец этого отрезка (E) соединяют с точкой с наибольшей отметкой (A). Полученный угол DAE – искомый угол падения (α). Полученные азимуты простирания, падения и угол падения измеряются транспортиром и записываются на свободном месте рядом с построением.

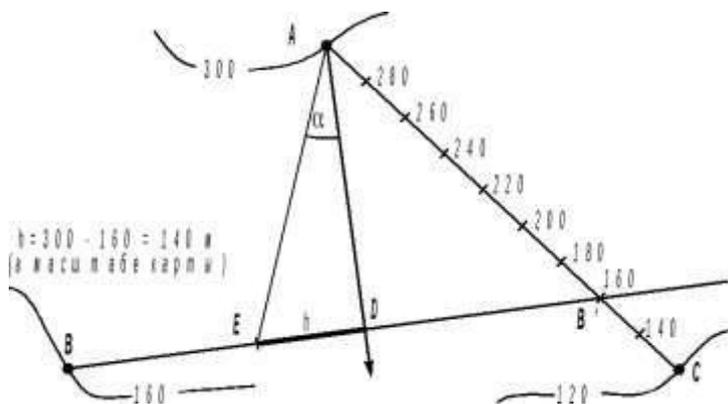


Рисунок 37 – Определение элементов залегания по трем обнажениям

Образец оформления выполненной работы приведен на рисунок 38.

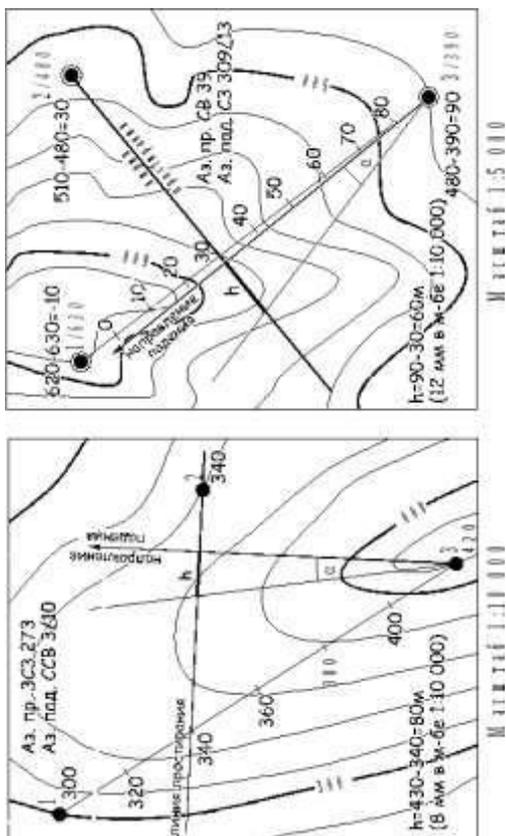


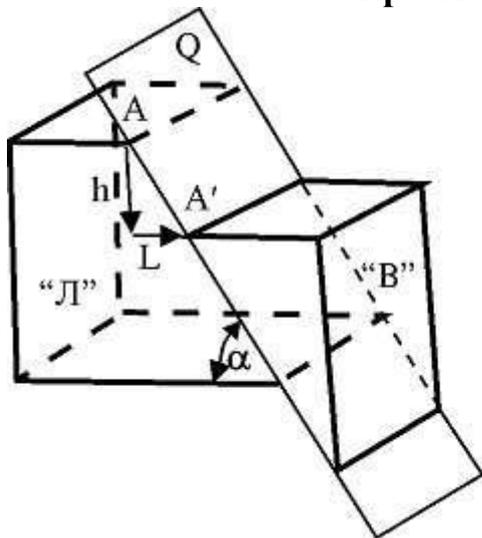
Рисунок 38 – Образец оформления работы

Практическое занятие 16

Способы изображения дизъюнктивов

Цель занятия: приобрести практические навыки по изображению дизъюнктивов и уметь применять полученные знания на практике.

Краткое теоретическое описание



- а) плоскость сместителя (сместитель) - Q
- б) лежащее крыло (бок) - "Л"
- в) висячее крыло (бок) - "В"
- г) угол падения сместителя - (α)
- д) амплитуду по сместителю A-A'
- е) вертикальную амплитуду - h
- ж) зияние (отход) - L

Рисунок 39 – Дизъюнктив

У дизъюнктива различают: **лежащий и висячий блоки** дизъюнктива (рис. 39), которые выделяются в том случае, если сместитель имеет **наклонное залегание**. Тот блок, который расположен под плоскостью сместителя, называется «**лежачим**», а тот, который нависает над плоскостью сместителя – «**висячим**».

Активным принято считать висячий блок.

При смещении крыльев относительно друг друга важной характеристикой является **амплитуда перемещения**. Различают: **полную амплитуду** (амплитуда по сместителю A-A'), **вертикальную амплитуду** – h и **горизонтальную амплитуду**.

Кинематическая классификация

1) **Поступательные дизъюнктивы** – элементы залегания пород перемещенного блока не меняются.

2) **Шарнирные дизъюнктивы (вращательные)** – элементы залегания пород в висячем (активном) блоке меняется (то есть меняются угол падения и азимут простираения).

Шарнирные дизъюнктивы (рис. 40):

- а) – с осью вращения у конца;
- б) – с осью вращения в средней части и цилиндрический дизъюнктив;
- в) – практически все природные дизъюнктивы являются шарнирными.

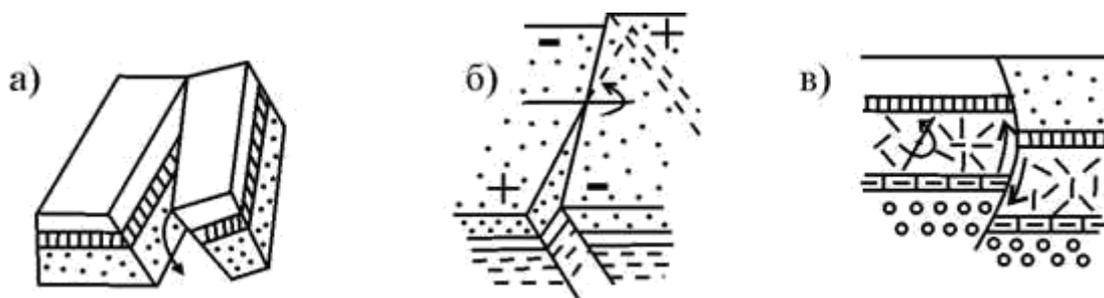


Рисунок 40 – Шарнирные дизъюнктивы

По направлению активного (висячего) крыла (рис. 41).

1. **Сбросы** – нарушения, у которых висячее крыло опущено относительно лежачего. Возникают в результате растяжения земной коры.

2. **Взбросы** – нарушения, у которых висячее крыло поднято относительно лежачего. Угол падения сместителя у взбросов более 45° . Возникают в результате сжатия земной коры.

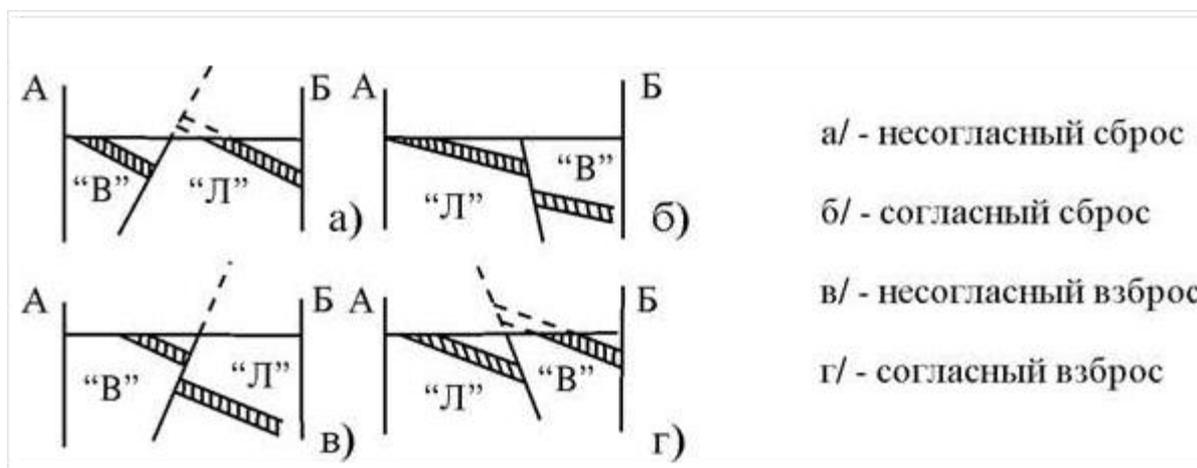


Рисунок 41 – Виды взбросов

Среди взбросов различают **надвиги** и **шарьяжи**. **Надвиг** – взброс с пологим наклоном сместителя, по которому висячий блок поднят относительно лежачего и надвинут на него. Угол падения сместителя у надвигов меньше 45° .

В надвигах более древние слои, как правило, надвигаются на более молодые слои. Очень пологие надвиги с большой амплитудой перекрытия (десятки-сотни км) именуется **тектоническими покровами** или **шарьяжами** (рис. 42). Они обычно широко развиты в областях со сложным складчатым строением. Смещения охватывают огромные массы горных пород, заключающих целые складчатые комплексы.

В тектонических покровах выделяются перемещенные массы висячего крыла, называемые **аллохтоном**, а оставшееся на месте лежачее крыло – **автохтоном**. Породы автохтона моложе пород аллохтона. Поверхность, по которой перемещается аллохтон, называют поверхностью волочения.

От тектонического покрова эрозия может отделить участки, которые утрачивают связь с аллохтоном и называются **тектоническими останцами**.

Выходы пород автохтона на поверхность и окружённые отложениями, слагающими аллохтон, называются «**тектоническими окнами**».

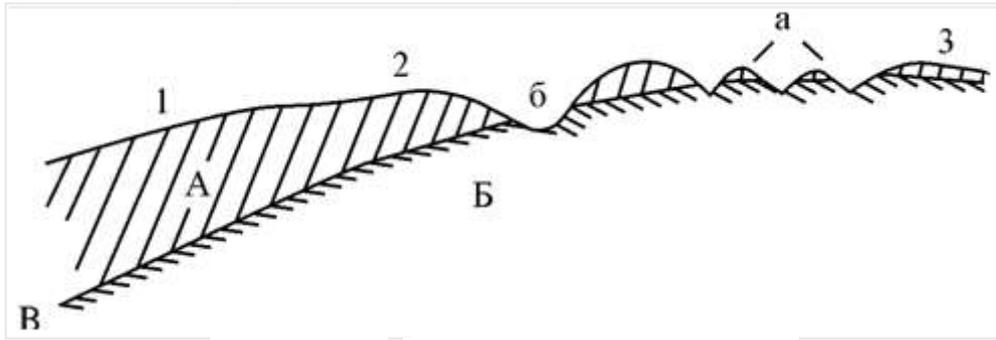


Рисунок 42 – Схема строения шарьяжа.

1 – корни покрова; 2 тело или панцирь покрова; 3 – голова (фронт) покрова;
а – тектонические останцы; б – эрозионное (тектоническое) окно.
А – аллохтон, Б – автохтон, В – поверхность волочения.

3. Раздвиги формируются при растяжении земной коры, в результате образуется полость, которая обычно «залечивается» магматическим расплавом (дайки).

4. Сдвигами называются разрывы, по которым происходят смещения в горизонтальном направлении.

По направлению смещения крыльев различают **правый** и **левый** сдвиги (рисунок 43). Если смотреть в плане на линию сдвига по перпендикуляру к ней, то в правом сдвиге дальнейшее крыло смещается вправо. В левом сдвиге при тех же условиях смещение происходит влево.

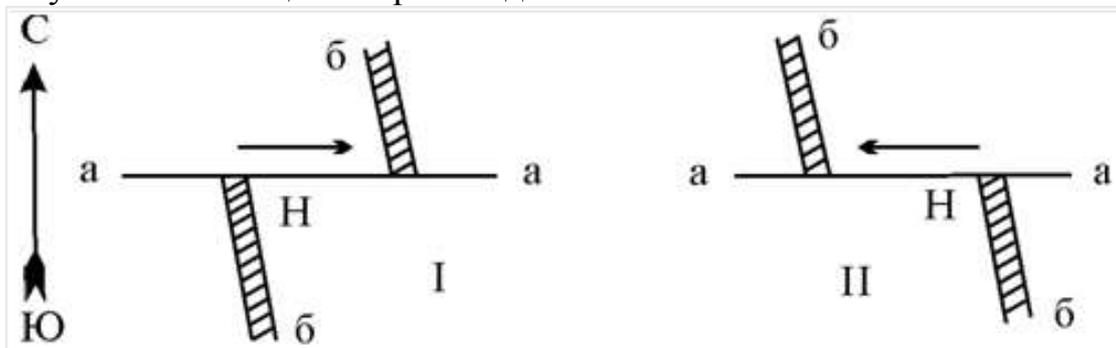


Рисунок 43 – Схема правого (I) и левого (II) сдвигов:

а – сместитель; б – разорванный слой; Н – положение наблюдателя.

Образование сдвигов вызывается воздействием на горные породы противоположно направленных сил (пары сил).

Очень часто смещение крыльев в разрывах происходит не строго вверх (взбросы), вниз (сбросы) или в горизонтальном направлении (сдвиги), а косо по отношению к горизонту. В этом случае в разрывах появляется как сдвиговая, так и сбросовая или взбросовая составляющие разрывы называются сбросо-сдвигами, взбросо-сдвигами.

По углу падения сместителя дизъюнктивы подразделяются на **пологопадающие** ($<45^\circ$), **крутопадающие** ($>45^\circ$) и **вертикальные** (90°).

Морфологическая классификация дизъюнктивов

1) **Послойные дизъюнктивы.** Элементы залегания дизъюнктива совпадают с элементами залегания слоев. Амплитуду перемещения определить сложно.

2) **Секущие дизъюнктивы** (рисунок 44, 45).

а) **продольные:**

- **продольные согласные** – совпадает простирание и направление падения дизъюнктива и слоев, различие в величине угла падения;
- **продольные несогласные** – совпадает простирание дизъюнктива и слоев, различие в направлении падения.

б) **диагональные:**

- диагональные согласные;
- диагональные несогласные.

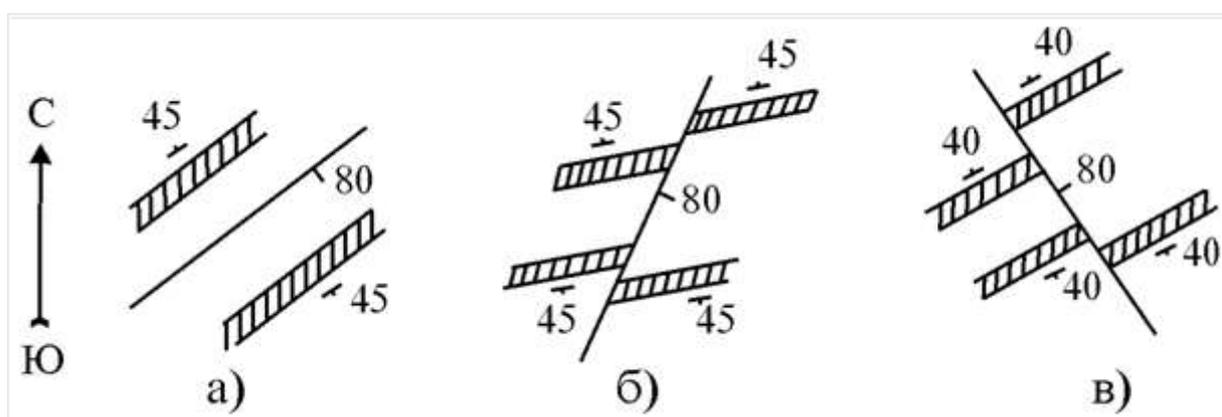


Рисунок 44 – Виды дизъюнктива

Продольный (а), диагональный (б) и поперечный (в) дизъюнктивы.

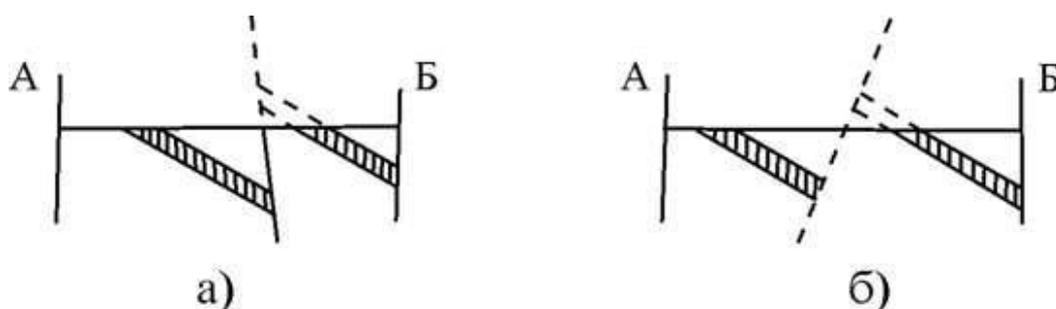


Рисунок 45 – Дизъюнктивы в разрезе

По соотношению наклонов сместителя и нарушенных пород (пластов, контактов) выделяют **согласные и несогласные** дизъюнктивы. У согласных дизъюнктивов плоскость сместителя и наклон пород направлены в одну сторону, а у несогласных дизъюнктивов - в противоположные стороны.

Согласный (а) и несогласный (б) дизъюнктивы в разрезе.

По отношению к времени образования нарушенных отложений дизъюнктивы делятся на **конседиментационные**, т. е. возникающие и развивающиеся одновременно с накоплением осадков, **постседиментационные** (наложенные), образующиеся после накопления осадков. В конседиментационных в поднятых блоках мощности пород уменьшаются, и отдельные горизонты могут выпасть из разреза.

В постседиментационных разрывах мощность пород в опущенных и поднятых крыльях не имеют различий.

Системы дизъюнктивов

Дизъюнктивы нередко развиваются группами, охватывающими значительные территории. Наиболее широко распространены (рисунок 46): грабены, горсты, ступенчатые сбросы, чешуйчатые надвиги и чешуйчатые взбросы. Разбитая тарелка, конский хвост

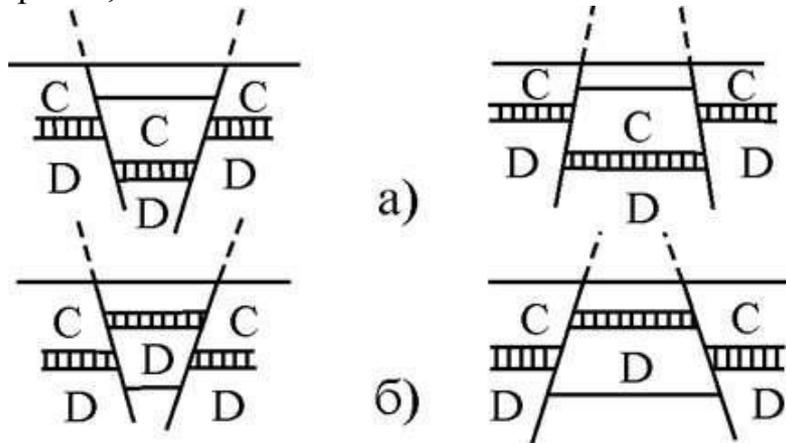


Рисунок 46 – Грабены и горсты в разрезе

Грабены – структуры, образованные парными сбросами или взбросами, центральная часть которых опущена и сложена на поверхности более молодыми породами по сравнению с породами в приподнятых краевых блоках.

Схема грабенов (а) и горстов (б) в разрезе.

Горсты – структуры, образованные парными сбросами или взбросами, центральные части которых приподняты и на поверхности сложены более древними породами по сравнению с породами в опущенных краевых блоках.

Грабены – структуры, образованные парными сбросами или взбросами, центральные части которых опущены и на поверхности сложены более молодыми породами по сравнению с породами в опущенных краевых блоках.

Ступенчатые сбросы характеризуются последовательным смещением (опусканием) в одном направлении каждого следующего блока.

Чешуйчатые взбросы и надвиги (рисунок 47) представляют собой несколько поверхностей разрыва, наклонённых в одну сторону, по которым наблюдается последовательное смещение (воздымание) в одном направлении каждого следующего блока.

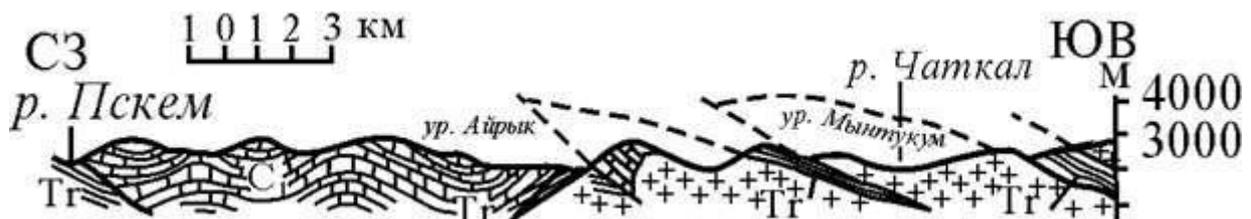


Рисунок 47 – Чешуйчатые надвиги в Чаткальских горах (по).

Задание на практическое занятие. Решить дизъюнктив – значит определить их тип и амплитуды смещения по ним (вертикальную, горизонтальную, полную).

Задача 1. Крутопадающим дизъюнктивом, имеющим СВ простирание и крутое ЮВ падение (угол падения 80°), горизонтальная толща разорвана на два блока, которые претерпели вертикальное смещение. Решить дизъюнктив (рисунок 48).

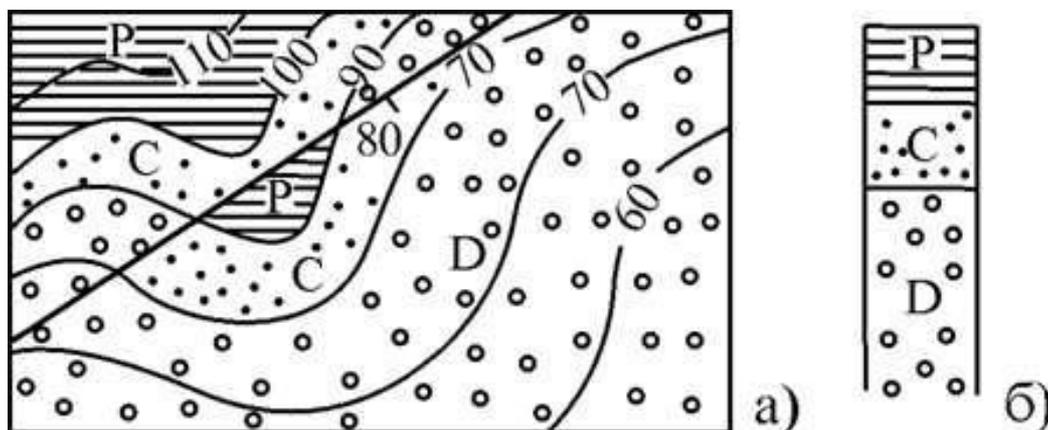


Рисунок 48 – Определение амплитуды сброса при горизонтальном залегании слоёв:
а – план; б – стратиграфическая колонка.

При горизонтальном залегании пород на размытой поверхности вдоль линии сброса происходит соприкосновение различных слоёв. Мощность размытых в приподнятом крыле слоёв составит вертикальную амплитуду сброса (**h**). На геологической карте с горизонталями рельефа амплитуда такого сброса может быть определена как разность отметок одной и той же поверхности слоя по обе стороны линии сброса. В данном примере граница между песчаниками и алевролитами в СЗ блоке (лежащее крыло) имеет абсолютную отметку 100 м, а в ЮВ блоке (висячее крыло) - 90 м. Таким образом, вертикальная амплитуда сброса составляет 10 м.

Задача 2. Крутопадающим дизъюнктивом, имеющим СВ простирание сместителя и крутое СЗ падение (угол падения 70°), моноклиналичная толща разорвана на два блока, которые претерпели смещение. Решить дизъюнктив.

При решении этой задачи рассмотрим два варианта:

- а) смещение по дизъюнктиву в вертикальном направлении;
- б) смещение по дизъюнктиву в горизонтальном направлении.

а) Если перемещение (вертикальное) происходит в наклонных слоях (рисунок 49), то при размыве приподнятого крыла границы слоёв в нём перемещаются по направлению падения слоя; отсюда формулируется правило: **видимое перемещение слоя на горизонтальной поверхности в направлении его падения определяет приподнятое крыло (правило 5 П: поднятый пласт перемещается по падению)**. Величина перемещения зависит от угла падения слоя. Чем круче падение, тем величина видимого смещения меньше.

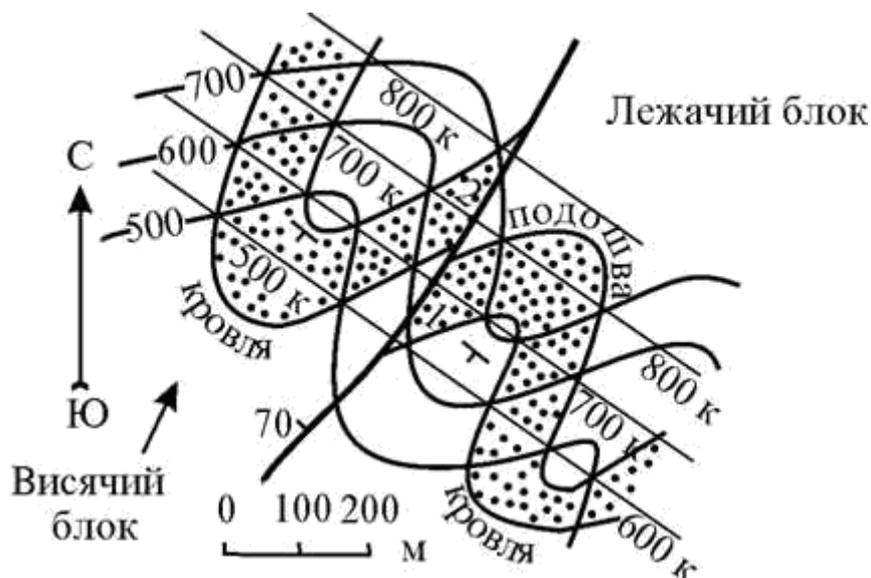


Рисунок 49 – Крутопадающий дизъюнктив

В данной задаче при СЗ падении сместителя висячим крылом дизъюнктива является СЗ блок. Вертикальная амплитуда смещений по нему определяется с помощью стратоизогипс одной из поверхностей пласта (подошвы или кровли). Для определения стратоизогипс кровли пласта песчаника находим две точки пересечения линии выхода кровли с горизонталью 600 м в ЮВ блоке. Через эти точки проводим линию простираения кровли (стратоизогипсу) с отметкой 600 м и продолжаем её в СЗ блок, где она уже имеет отметку 500 м.

Определение вертикальной амплитуды сброса при моноклинальном залегании слоя.

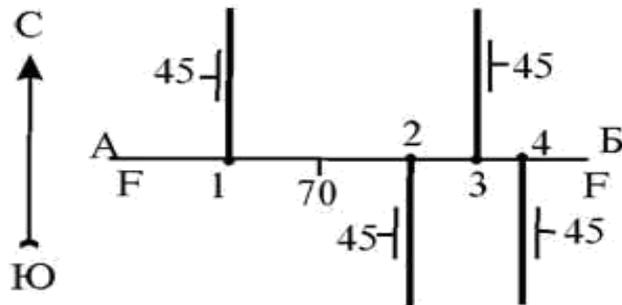
Следовательно, вертикальная амплитуда смещения по сместителю составит 100 м, т. е. она равна разности отметок стратоизогипсы кровли пласта песчаника в разных блоках. Таким образом, данный дизъюнктив – поперечный крутопадающий сброс.

б) Если перемещение по дизъюнктиву произошло в горизонтальном направлении, то границы наклонных слоев также будут смещены на поверхности. Амплитуда горизонтального смещения определяется по величине смещения одноимённых стратоизогипс какой-либо поверхности в разных блоках. Так, например, стратоизогипса кровли пласта с отметкой 700 м в лежащем блоке пересекается с дизъюнктивом в точке 1; эта же стратоизогипса с отметкой 700 м в висячем блоке смещена и пересекается с дизъюнктивом в точке 2. Кратчайшее расстояние между этими точками и составляет горизонтальную амплитуду смещения, равную в масштабе карты 100 м. Дадём название кинематического типа дизъюнктива. Это поперечный правосторонний сдвиг.

Задача 3. Поперечный крутопадающий дизъюнктив (рисунок 50) рвёт антиклинальную прямую складку. Сместитель под углом 70° падает на юг. Решить дизъюнктив.

Из плана хорошо видно, что ширина выхода складки в южном блоке стала меньше, а блок сдвинут к востоку.

План



Разрез по АБ

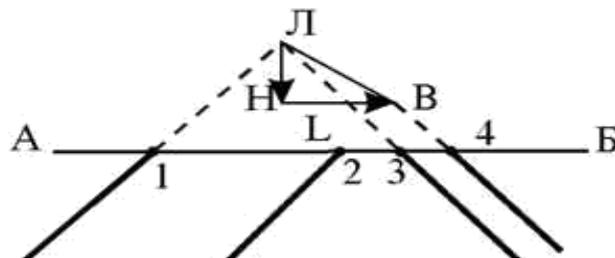


Рисунок 50 – Поперечный крутопадающий дизъюнктив

Следовательно, висячее крыло дизъюнктива сброшено и сдвинуто. Тип дизъюнктива – поперечный крутопадающий сбросо-сдвиг. Амплитуду перемещения по дизъюнктиву определяем по смещению характерных (сопряжённых) точек, для чего строим разрез по простиранию сместителя (линия АБ). По линии АБ отмечаем точки пересечения крыльев складки с дизъюнктивом (точки 1, 2, 3, 4 на плане) и переносим эти точки на линию профиля (разрез по АБ). Из этих точек под указанными на плане углами падения крыльев складки (в нашем случае – 45°) проводим следы маркирующего пласта ниже линии профиля и продолжаем их пунктиром выше профиля до их пересечения в замке складки для каждого блока (лежащего и висячего) в отдельности. Получаем точки "Л" и "В". Линия, соединяющая эти две точки, является проекцией полной амплитуды смещения на вертикальную плоскость и указывает направление перемещения в плоскости разрыва. Она легко разлагается на вертикальную амплитуду Н (сбросовую) и горизонтальную L (сдвиговую). При крутых углах падения сместили более) проекция полной амплитуды на вертикальную плоскость незначительно отличается от истинной, поэтому принимаем ее за действительную полную амплитуду смещения. Переведя эти отрезки, с учётом масштаба карты, в цифровые значения, получим амплитуду смещения в метрах.

Практическая работа 17

Определение вида смещения, его линейных и угловых величин

Цель занятия: научиться применять полученные знания по определению вида смещения на практике в своей профессии.

Краткое теоретическое описание Определение амплитуды смещения

Вертикальную амплитуду (C_2) смещения (при условии сохранения постоянства простираия пород на смежных блоках) можно определить по разности высотных отметок пласта на линии его простираия, продолженной с одного бока на другой, или по заложению пласта (рисунок 51.). На приведённом рисунке вертикальная амплитуда составляет 100 м. Если линия простираия (или стратоизогипса) не пересекает пласт или границу пласта в смежном блоке, пользуясь масштабом заложения, определяют высотную отметку разорванного пласта на смежном боку, так как если бы смещения по разрыву не было. По разности отметок в точке пересечения вспомогательной линии падения и выхода пласта на соседнем блоке находят вертикальную амплитуду (рисунок 52) и она будет равна 50 м, т.е. юго-восточный блок опущен на 50, так как стратоизогипса с отметкой 140 м совпадает в нём со стратоизогипсой с отметкой 90 м.

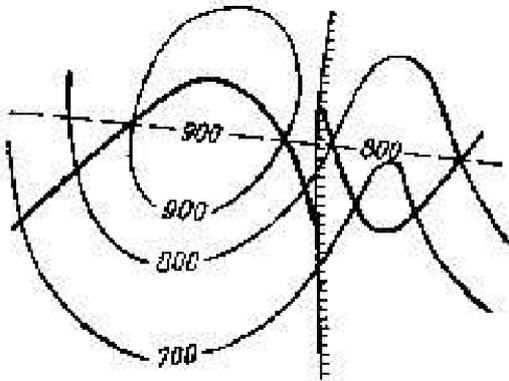


Рисунок 51 – Определение вертикального отхода сброса по линиям простираия или стратоизогипсам

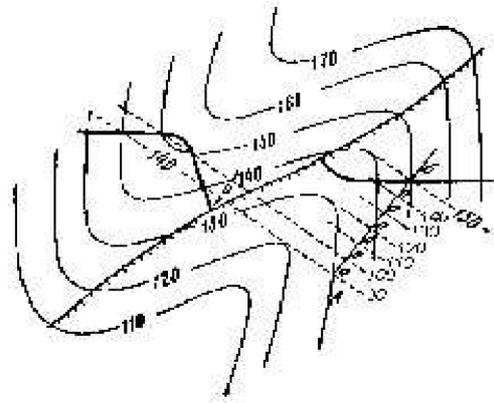


Рисунок 52 – Определение вертикального отхода сброса с помощью заложения

В более сложных случаях пользуются методом построения ортогональных разрезов, заключающимся в построении трёх проекций разрывного нарушения (одной горизонтальной и двух вертикальных).

Определив вертикальную амплитуду смещения, можно определить и все прочие амплитуды. Зависимости величин амплитуд отражены в формулах ниже.

Вертикальная амплитуда (C_2) определяется по формуле: $C_2 = C_4 \sin \delta$

Стратиграфическая амплитуда (C_1) определяется по формуле:

$$C_1 = C_4 \sin (\delta \pm \alpha) \text{ или } C_1 = [C_2 \sin (\delta \pm \alpha)] : \sin \delta$$

Горизонтальная амплитуда (C_3) определяется по формуле:

$$C_3 = C_4 \cos \delta \text{ или } C_3 = [C_2 \cos \delta] : \sin \delta$$

Истинная или наклонная амплитуда (C_4), или амплитуда по сместителю определяется по формуле:

$$C_4 = C_1 : [\sin (\delta \pm \alpha)] \text{ или } C_4 = C_2 : \sin \delta$$

Практические занятия 18 - 19

Построение плана изоглубин и изомощностей

Цель занятия: научиться применять полученные знания по построению планов изоглубин и изомощностей на практике в своей профессии.

Краткое теоретическое описание

Одним из характернейших свойств залежей полезных ископаемых является их изменчивость. Форма и размеры, характер залегания, минеральный и химический составы, текстурно-структурные особенности, объемная масса и многие другие параметры изменяются в разных частях одной и той же залежи. Выяснение природной неоднородности тел полезных ископаемых является одной из важнейших задач разведки.

Неоднородность рудных тел и вмещающих пород возникает в процессе их формирования и впоследствии может существенно изменяться в результате преобразований под влиянием процессов диагенеза, эпигенеза, метаморфизма, тектонических деформаций и др.

При характеристике изменчивости различают две ее стороны: характер изменчивости и ее интенсивность. Под характером изменчивости понимается направленность, закономерность или случайность. Степень изменчивости определяется размахом колебаний анализируемых величин (содержаний различных компонентов, мощности тел и т. д.).

На основе количественных характеристик изменчивости важнейших свойств полезных ископаемых (в первую очередь содержания полезных компонентов, мощности рудного тела, объемной массы и др.) решаются все методические вопросы разведки, опробования, оконтуривания и геолого-экономической оценки разведанных запасов.

При разведке наиболее важна закономерная изменчивость, которая позволяет оценить характер анизотропии рудного тела и выдержанность его свойств по различным направлениям. Ее характеристика служит основой для ориентировки сети наблюдений и выбора расстояний между смежными точками по каждому из наблюдаемых направлений.

По Л. Четверикову (1980), анизотропия тел полезных ископаемых проявляется в том, что неслучайная изменчивость изучаемого свойства оказывается различной в разных направлениях; обычно максимальная изменчивость наблюдается по направлению мощности залежей, а минимальная – по их вытянутости.

Одним из показателей степени анизотропии может служить величина:

$$A_0 = J_{\max} / J_{\min},$$

представляющая отношение «длин» большой оси (J_{\max}) и малой оси (J_{\min}) анизотропии, выраженных в условных единицах. Каждая из осей определяется как отношение среднего числа элементов неоднородности N , пересекаемых линиями, проведенными в заданном направлении, к средним длинам этих линий \bar{l} в пределах изучаемого объема полезного ископаемого: $J = N / \bar{l}$.

В общем случае выделяются три главных направления анизотропии, которые часто совпадают с направлениями мощности, падения и простираения. По этим направлениям наблюдаются наиболее значительные различия количественных характеристик неслучайной изменчивости изучаемых свойств.

Статистические методы изучения изменчивости месторождений

В качестве количественной характеристики признака (мощности, содержания компонентов и т. д.) при разведке и подсчетах запасов принято использовать среднеарифметическую величину этого признака (например, содержания полезного компонента):

$$C = \sum c_i / n,$$

где c_i – содержание полезного компонента в i -ый пробе;
 n – количество проб.

Мерой степени изменчивости этого признака в статистике принято среднеквадратичное отклонение:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (c_i - c)^2}{n-1}}.$$

Для сравнения степени изменчивости залежи по различным признакам в разведочной практике широко используется коэффициент вариации V , который показывает отношение степени изменчивости исследуемого признака к среднеарифметическому его значению c , выраженное в процентах:

$$V = S/C \cdot 100\%.$$

Важной статистической характеристикой является абсолютная величина ошибки вывода среднеарифметического значения признака по данным n наблюдений:

$$\delta = S/\sqrt{n}.$$

Коэффициент вариации широко применяется в разведочном деле: как показатель степени изменчивости содержаний полезных компонентов при отнесении месторождений к той или иной группе; в качестве основы для определения необходимого числа проб (наблюдений) при оценке средней величины исследуемого признака (содержания, мощности). Зная V , можно определить относительную величину погрешности среднего:

$P = Vt / \sqrt{n}$; для грубого определения расстояний между пробами.

Мощность – расстояние между висячим и лежачим боками залежи. В зависимости от направления измерения различают:

- истинную или нормальную мощность m_H – расстояние по нормали между поверхностями лежачего и висячего боков залежи;
- вертикальную мощность m_B – расстояние по вертикали между поверхностями висячего и лежачего боков залежи;
- горизонтальную мощность m_T – кратчайшее расстояние в горизонтальной плоскости между поверхностями висячего и лежачего боков залежи;

- видимую или кажущуюся мощность m_K – расстояние между поверхностями лежачего и висячего боков, измеренное по данному направлению (например, по направлению скважины).

Алгоритм выполнения задания

Для залежей неправильной формы составляется график изолиний вертикальных или горизонтальных мощностей, который можно рассматривать как гипсометрический план поверхности «осажденной» на плоскость проекции залежи.

Эта поверхность реально в природе не существует. Геометрически она представляет поверхность, которая образуется, если мысленно всю массу полезного ископаемого разделить на элементарные столбики и осадить их на плоскость проекции (рисунок).

Если поверхность осажденной залежи рассечь горизонтальными плоскостями, отстоящими на одинаковом расстоянии друг от друга, и линии пересечения спроектировать на горизонтальную плоскость (рис 53, б, в), то получаемые при этом горизонтали поверхности тождественны изолиниям равной мощности залежи.

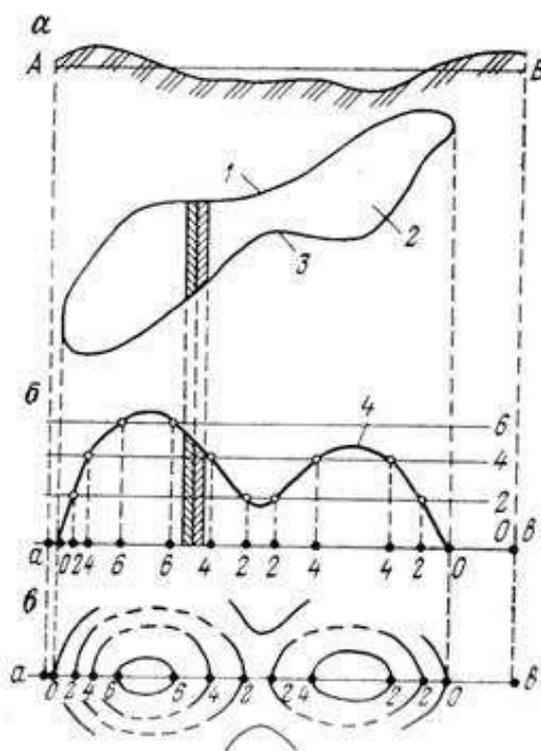


Рисунок 53 – Построение горизонталей осажденной залежи:

- 1, 2, 3 – соответственно лежачий бок, тело и висячий бок рудной (исходной) залежи;
4 – поверхность осажденной залежи.

Осажденное тело обладает следующими свойствами:

- 1) объемы исходной залежи и осажденного тела равны;
- 2) отметка любой точки поверхности тела равна вертикальной мощности залежи.

Крутопадающие залежи осаждают на вертикальную плоскость и в результате получают изолинии равных горизонтальных мощностей.

Порядок построения графика изомощностей. На чертеж наносят проекции точек, в которых измерена мощность залежи, возле них выписывают значения мощности. Принимая значения мощности за отметки поверхности осажженной залежи, по методу многогранников (путем интерполяции) строят изолинии мощностей.

Графики изомощностей используются при планировании горных работ, для учета добычи и потерь полезных ископаемых, а также для оконтуривания участков нерабочей мощности.

Планы изоглубин залегания полезных ископаемых

Глубиной считают расстояние по вертикали от данной точки до земной поверхности, другими словами, это вертикальная мощность вышележащей толщи. **Изоглубинами** называются линии равных вертикальных глубин от земной поверхности до поверхности залежи.

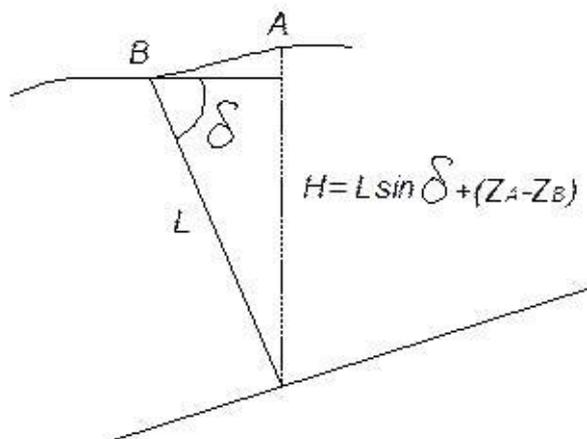


Рисунок 54 – Схема определения глубины точки встречи пласта скважиной

Построение. Непосредственный способ состоит в том, что изоглубины строят по данным вертикальных и наклонных разведочных скважин и выработок. Точки встречи скважин с поверхностью залежи наносят на план по координатам. Для каждой точки определяется глубина (рисунок 54) и выписывается рядом с точкой. Затем способом многогранника строят план изоглубин.

Косвенный способ применяется при наличии топографического плана земной поверхности с горизонталями и гипсоплана поверхности висячего бока залежи в одном масштабе. Два плана совмещают по координатной сетке или опорным точкам. В точках пересечения изолиний 2-х поверхностей находят разности (глубины) и соединяют одноименные точки плавными линиями, которые являются изолиниями глубин. По полученному графику можно определить глубину залежи в любой точке.

Графики изоглубин применяются для определения объема вскрышных работ при открытых разработках.

Залежи полезных ископаемых и вмещающие их породы под воздействием тектонических сил подвергаются различным деформациям. Происходящие

при этом изменения элементов залегания залежи и вмещающих пород называются тектоническими нарушениями или дислокациями.

Тектонические нарушения по характеру делятся на складчатые (пликативные) и разрывные (дизъюнктивные).

Складчатыми называются такие сравнительно плавные нарушения, при которых отдельные слои пород вместе с заключенной в них залежью подвергаются пластической изгибающей деформации без разрыва сплошности.

Разрывными называются такие нарушения, в результате которых происходит разрыв сплошности залежей, а также перемещение отдельных их частей (блоков) относительно друг друга. Другим видом проявления разрывного нарушения является трещинообразование в массиве горных пород, которое имеет более широкое распространение.

Практическая работа 20

Построение кривой изменчивости содержания полезного компонента по разведочным выработкам

Цель занятия: в результате изучения профессионального модуля обучающийся должен иметь практический опыт:

- управления качеством добываемых полезных ископаемых;
- задания направления на перемещенный блок залежи;
- обработки результатов документирования трещиноватости;
- оконтуривания залежи;
- составления гипсометрических планов качественных показателей залежи; учета движения запасов и управления качеством добываемых полезных ископаемых.

Краткое теоретическое описание

Главными задачами разведки являются определение количества, качества и условий залегания полезных ископаемых, что позволяет оценить промышленную значимость разведываемого месторождения.

Однако для окончательной промышленной оценки месторождения еще необходимо знать общие природные и экономические условия, в которых оно находится.

Целью всякой разведки является выявление вышеназванных характеристик месторождений.

Методами же всякой стадии разведочных работ являются: разведочные разрезы, опробование, оценочные сопоставления. С помощью *разведочных разрезов* выясняются: форма рудных тел, их размеры, т.е. решается одна из основных задач разведки – определение количества полезного ископаемого. Разведочные разрезы также позволяют выяснить внутреннее строение и условия залегания тел полезных компонентов. В зависимости от природы месторождения и применяемых технических средств разведки, разрезы могут быть вертикальными, горизонтальными, комбинированными.

Вторая задача разведочных работ – определение качества полезного ископаемого, решается *методом опробования*, под которым понимается весь комплекс исследований, связанных с определением качественного показателя полезного ископаемого. Это различного рода анализы: химические, спектральные, технологические, минералогические, петрографические и др., которые дают возможность определить, исследовать и оценить качественные показатели полезного ископаемого. Немаловажное значение имеет при разведочном опробовании применение различных геофизических средств (гамма-гамма-каротаж, радиометрия, магнитометрия) и люминесценции с целью определения качества полезного ископаемого непосредственно на месте его залегания.

Третья задача разведки – оценка месторождения, решается *методами оценочных сопоставлений*, которые сопутствуют непрерывно всему процессу разведки. В связи с тем, что каждая новая разведочная выработка дает новые сведения о размерах, качестве полезного ископаемого, которые подвергаются оценке, а также сравниваются с данными ранее пройденных выработок, то такие оценочные сопоставления дают возможность выявить промышленные границы залежи, наметить сорта руд и т.д. Данные оценочных сопоставлений сравниваются с данными другого месторождения этого типа, что дает возможность оценить необходимость промышленного освоения объекта.

Алгоритм выполнения задания

Математические методы рационализации разведочной сети основаны на познании пространственной изменчивости рудопродуктивных залежей, особенностях их геологического строения. Природная изменчивость геологических свойств может быть случайной и неслучайной. Случайная изменчивость оценивается вероятностно-статистическими методами.

При математическом анализе разведочной сети ориентируются на максимальный параметр изменчивости. Им чаще всего оказывается изменчивость содержания полезного компонента. Статистическими характеристиками его распределения служат: среднее содержание (C); дисперсия (σ^2); среднее стандартное отклонение или стандарт (σ); коэффициент вариации (V); асимметрия (A); эксцесс (E). Они определяются по формулам:

$$C = \sum_{i=1}^n C_i / n;$$

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (C_i - C)^2 / (n - 1)};$$

$$V = \sigma / C \cdot 100\%;$$

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C)^3}{n \sigma^3};$$

$$E = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C)^4}{n \sigma^4} - 3.$$

Здесь C – частные значения содержания по выборке (числу точек наблюдений) объемов в «-значений, а для логнормального – логарифмы значений.

При большой выборке значений и нормальном распределении достаточно надежно оценивается математическое ожидание случайной величины.

Дисперсия характеризует рассеяние значений случайной величины около ее математического ожидания. Она имеет размерность квадрата случайной величины, а квадратный корень из дисперсии называют стандартом. Его отношение к среднему значению называется коэффициентом вариации. Он может выражаться в процентах.

Асимметрия характеризует отклонение распределения случайной величины, например содержание полезного компонента, от симметричного нормального распределения. Показатель асимметрии может быть положительным или отрицательным, для нормального распределения он равен нулю.

Эндогенные месторождения легирующих, цветных, благородных и редких металлов обычно характеризуются логнормальным и гиперболоподобным левоасимметричным распределением полезных компонентов. Это значит, что проб с содержанием выше среднего значения встречается меньше, чем проб с низким содержанием. Правоасимметричное (отрицательное) распределение типично для месторождений неметаллического сырья с равномерным распространением полезных компонентов и невысокими значениями стандарта.

Эксцесс характеризует кривизну линии плотности распределения. Для нормального распределения он равен нулю. Кривая с более острой вершиной по сравнению с нормальной имеет положительный эксцесс, со сглаженной вершиной – отрицательный.

Оптимизация параметров разведочной сети математическими методами основана на вероятностно-статистических моделях, отражающих изменчивость геологических свойств изучаемого объекта. Конструкция таких моделей связана с особенностями изменчивости содержания полезного компонента, характеризующимися вариационными кривыми.

Для построения вариационной кривой выборку содержаний полезных компонентов по полным пересечениям группируют в классы, так чтобы оценка математического ожидания находилась во втором или третьем классе. На графике по оси абсцисс откладывают значения этих классов, а по оси ординат – относительную частоту их встречаемости (частность). Кривые распределения имеют волнообразный вид. Среди них выделяют четыре основных типа эмпирических кривых (рисунок 55).

При нормальной форме кривой большая частота приходится на величину среднего содержания (класса), а остальные классы содержаний располагаются симметрично относительно среднего содержания. Такая кривая характеризует нормальный закон распределения случайной величины. При асимметрии кривой различают лево- и правоасимметричные распределения. Первые также называют кривыми с положительной асимметрией, вторые – с отрицательной.

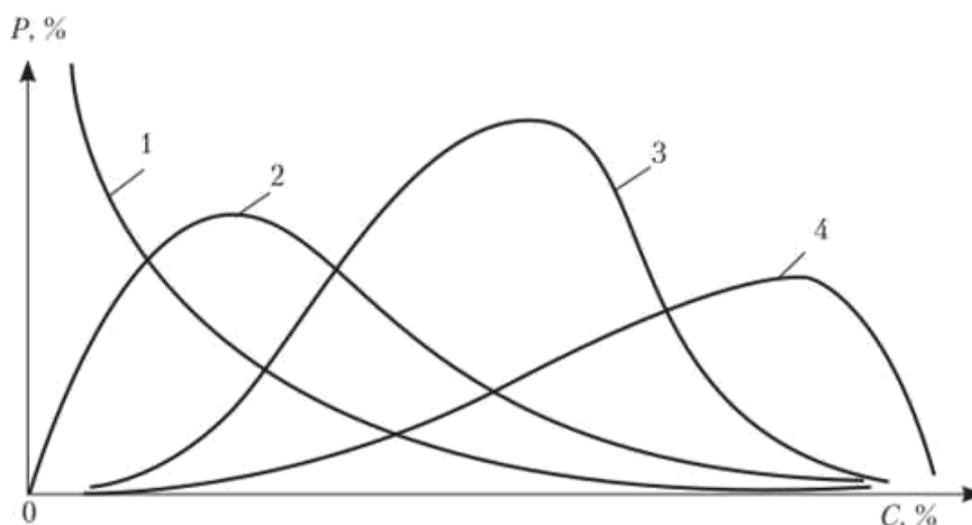


Рисунок 55 – Кривые распределения частот содержаний полезных компонентов (по В. Ф. Мягкову, В. В. Богацкому): 1 – гиперболическая; 2 – логнормальная; 3 – нормальная; 4 – «зеркальный» аналог логнормальной кривой; P – частота; C – содержание компонента

Левоасимметричные распределения характеризуют большую изменчивость, чем симметричные или правоасимметричные. До определенной величины изменчивости левоасимметричные распределения содержаний могут стать симметричными, если их отложить в логарифмическом масштабе. Максимальное значение этой величины должно отвечать условию

$$C_{\max}/C \leq 11, \quad (11)$$

где C_{\max} – наибольшее значение содержания в выборке;
C – среднее содержание по выборке.

В этом случае наиболее близким значением истинному среднему содержанию будет величина среднего логарифмического. При более высокой изменчивости левоасимметричное распределение приобретает вид гиперболоподобной кривой. Тогда близким к истинному среднему значению является среднее гармоническое.

Правоасимметричные кривые распределения характерны для месторождений с высоким средним содержанием полезных компонентов и равномерным их распределением.

Статистические модели применимы для оценки рудопродуктивности залежи, крупных по размерам и площади распространения, при достаточно большом числе разобщенных и функционально не связанных между собой точек наблюдений.

При нормальном законе распределения одна из таких моделей выражается формулой (12)

$$n = \left(\frac{t \cdot V}{m_{\text{отн}}} \right)^2, \quad (12)$$

где n – необходимое количество точек наблюдения;

V – коэффициент вариации;

$m_{\text{тп}}$ – заданная допустимая относительная погрешность;

t – коэффициент, отвечающий, с какой вероятностью погрешность не будет выше допустимой.

При увеличении значения t от 1 до 2 величина вероятности возрастает с 68,3 до 95%.

Чтобы перейти к расстоянию между точками наблюдения (13), нужно разведываемую площадь репродуктивной залежи (S) разделить на n , тогда

$$l = \sqrt{\frac{S}{n}}. \quad (13)$$

Сближение точек наблюдения при детализации разведки ведет к выявлению неслучайной изменчивости, характерной для рудных залежей. В этом случае модель, построенную на использовании приведенных выше формул, следует применять с поправками на смещенность статистических оценок случайных величин, вызванных асимметричным распределением полезных компонентов, а также их связью с мощностью рудных тел.

При обработке и интерпретации данных геофизических исследований нефтегазовых залежей для решения прямой и обратной задач используют различные математические способы – осреднение, сглаживание, фильтрацию, пересчет поля – нижнее и верхнее пространство и т.д. С их помощью по аномальным параметрам полей определяют геометрические характеристики и физические свойства залежей для построения первичной модели геологической среды.

Практическое занятие 21

Сглаживание полигональной кривой методом скользящего «окна»

Цель занятия: научиться применять полученные на практике знания по сглаживанию полигональной кривой в своей профессии.

Теоретическое описание

Локальное усреднение показателя, позволяющее снять влияние случайных явлений с эмпирических кривых и вскрыть закономерные пространственные изменения изучаемого признака. Наблюденные в ближайших точках (в пределах окна) данные суммируются и делятся на число точек в окне; полученное значение присваивается средней точке. Затем в заданном направлении окно перемещается на 1 точку, и операция повторяется. Размер окна зависит от характера распределения и при обработке геол. признаков обычно включает 3 – 5 близлежащих точек наблюдения. Результаты сглаживания зависят от числа точек в окне и числа приемов сглаживания.

При анализе рядов динамики возникает важная задача: определения основной тенденции в развитии исследуемого явления.

В некоторых случаях общая тенденция ясно прослеживается в динамике, в других ситуациях она может не просматриваться из-за случайных колебаний. Для нивелирования влияния случайных колебаний с целью выявления основных тенденций развития временного ряда и используются процедуры сглаживания.

Методы сглаживания разделяют на два класса, два подхода: аналитический и алгоритмический.

Аналитический метод сглаживания основан на допущении, что исследователь может задать общий вид функции, описывающей неслучайную составляющую (на основе визуального анализа графика временного ряда, знания процесса, логических соображений). Тогда на следующем этапе проводится статистическая оценка коэффициентов модели, по сути дела регрессионный анализ, где одним из многих или единственным фактором является временной параметр (текущая переменная).

Алгоритмическое сглаживание в отличие от аналитического не ставит задачу установления общего вида функции.

Алгоритмическое сглаживание представляет собой некоторый способ локального усреднения данных, при котором несистематические (случайные) компоненты взаимно погашают друг друга.

Обычно алгоритмический этап предшествует аналитическому этапу, т.к. он позволяет точнее установить общую тенденцию развития ряда и обоснованно выбрать вид модели для аналитического этапа.

Основные приемы алгоритмического сглаживания

1. «Укрупнение интервалов» – наиболее простой прием. Например, ряд данных о ежедневной производительности можно преобразовать в ряд динамики помесечной производительности. Тем самым истинно «случайные» колебания производительности и колебания производительности, объективно существующие на протяжении рабочей недели, усредняются и лучше просматривается динамика изменения производительности по месяцам, годам. Уровни эго ряда могут быть получены суммированием уровней исходного ряда, используя свойство аддитивности интервальных временных рядов либо могут представлять средние значения моментных временных рядов, усреднённых на большем интервале «текущей переменной».

2. «**Собственно сглаживание**» временного ряда – замена фактических уровней временного ряда расчетными значениями, в меньшей степени подверженными случайным колебаниям. При этом способы получения этих расчетных значений различают следующим образом.

А. «Метод скользящей средней» (называется также методом «простой скользящей средней», методом «подвижного среднего» или «окном Даниэля») заключается в том, что вычисляется средний уровень из определенного числа первых по порядку уровней ряда, затем – средний уровень из такого же числа уровней, начиная со второго, далее – начиная с третьего и т.д. Это число, данный интервал уровней ряда (как правило, нечётное число) часто называют «ОКНОМ».

То есть сам выбранный интервал («окно») как бы скользит вдоль ряда. Чем больше размер «окна», тем более гладкий вид имеет график скользящих средних, но слишком большой размер «окна» может привести к упущению сглаживанию каких-то высокочастотных детерминированных колебаний.

Б. «Медианное сглаживание» – вместо средней можно использовать медиану значений, попавших в окно. Основное преимущество медианного сглаживания в сравнении со сглаживанием скользящей средней состоит в том, что результаты становятся более устойчивыми к выбросам, имеющимся внутри окна. Основной недостаток медианного сглаживания в том, что при отсутствии явных выбросов он приводит к более «зубчатым» кривым, чем сглаживание скользящей средней, и не позволяет использовать «веса», см. ниже.

Когда тренд выравниваемого ряда имеет явно нелинейный характер и желательно сохранить мелкие волны, использование для сглаживания ряда рассмотренных выше методов нецелесообразно, так как может привести к значительным искажениям исследуемого процесса. В таких случаях более надежным является использование таких методов, которые не просто усредняют уровни ряда в пределах «окна», а придают им при этом разные «веса» в зависимости от расположения в пределах «окна».

В. Методы «взвешенной скользящей средней», в которых в отличие от метода простой скользящей средней, где все расположенные в окне наблюдения временного ряда при усреднении имеют равный «вес», эти веса (выраженные коэффициентами) различаются, увеличиваясь по мере увеличения координаты «текущей переменной». Это увеличение объяснимо, т.к. наиболее «свежие» результаты предположительно оказывают наибольшее влияние на текущее значение ряда. Эти методы увеличения «веса» скользящей средней w_j , то есть свойства «окна» различаются. Перечислим наиболее известные способы или «окна»:

- «окно Тьюки»;
- «окно Хемминга»;
- «окно Парзена»;
- «окно Бартлетта».

Г. «Метод экспоненциального сглаживания» в современных условиях использования компьютерной техники находит наиболее частое применение. В отличие от всяческих методов скользящей средней (2А – 2В) в определении экспоненциальной средней участвуют все наблюдения исходного временного ряда, но с разными весовыми коэффициентами, а не только те, что попали в определенное окно. Для экспоненциального сглаживания, как и в случае взвешенной скользящей средней, момент времени, в который наблюдалось значение временного ряда (в общем случае – значение «текущей переменной»), играет решающую роль. Здесь более «старым» наблюдениям (значительно удаленным от текущего момента) приписываются экспоненциально убывающие веса. Экспоненциальная средняя обладает большей временной устойчивостью по сравнению со скользящей средней.

Формула метода простого экспоненциального сглаживания «рекуррентна», то есть каждый последующий член сглаженного ряда (S_t) можно выразить через предыдущий (S_{t-1}) член ряда. Новое теоретическое сглаженное значение (S_t) вычисляется как взвешенное среднее текущего наблюдения (C_t) и теоретического сглаженного значения предыдущего периода (S_{t-1}):

$$S_t = \begin{cases} C_t & : t = 1 \\ S_{t-1} + \alpha * (C_t - S_{t-1}) & : t > 1 \end{cases} \quad (14)$$

где S_t – сглаженный ряд, C_t – исходный ряд, $0 < \alpha < 1$ – «коэффициент экспоненциального сглаживания», иначе «фактор затухания» (как правило, берётся $\alpha = 0,1 - 0,3$).

Практические занятия 22 – 23

Оконтуривание залежи в условиях ограниченной (неограниченной) экстраполяции

Цель занятия: приобрести практические навыки оконтуривания залежи полезного ископаемого разными способами.

Краткое теоретическое описание

Запасы полезных ископаемых подсчитываются в установленных контурах. При построении подсчетных контуров максимально учитываются геологические данные, определяющие закономерности пространственного размещения полезных ископаемых в структурах земной коры, и требования горной технологии, обеспечивающие рациональное использование недр и высокую экономическую эффективность разработки месторождения.

Оконтуривание запасов в недрах сводится к проведению общего промышленного контура, которым запасы полезного ископаемого ограничиваются от вмещающих их пород. В пределах общего контура выделяются участки и блоки, различные по строению, морфологии, степени разведанности или составу полезного ископаемого. Эта операция называется блокировкой запасов.

Оконтуривание запасов по результатам геологоразведочных работ производится последовательно – сначала по разведочным пересечениям, затем по разведочным разрезам и после этого – в продольных плоскостях продуктивных залежей.

Оконтуривание запасов по разведочному пересечению производится по данным геологической документации и сплошного опробования разведочных скважин или горных выработок в соответствии с утвержденными кондициями к подсчету запасов. Если продуктивные интервалы полезного ископаемого выделяются макроскопически, по данным геолого-геофизической документации, в задачу оконтуривания входит только проверка их соответствия утвержденным кондициям.

Кондиционными считаются интервалы с содержанием полезных компонентов не ниже установленного минимального промышленного и с содержанием вредных примесей не более установленного предела при мощностях не ниже рабочей мощности (или соответствующего метро-процента). Интервалы вмещающих пород (и некондиционных полезных ископаемых) мощностью менее допустимой максимальной мощности пустых прослоев включаются в продуктивный интервал с учетом их разубоживающего влияния, а участки с большими мощностями остаются за пределами продуктивных интервалов.

Алгоритм выполнения задания

Процесс установления в натуре и на плане контура полезного ископаемого в массиве горных пород, в пределах которого проводится подсчет его запасов, называется *оконтуриванием месторождения*.

Контуром залежи или месторождения может быть естественная граница распространения полезного ископаемого, в пределах которой полезное ископаемое имеет промышленную мощность или содержание (на данном уровне развития техники извлечения и обогащения данного полезного ископаемого), или граница степени разведанности месторождений – контур той или иной категории запасов.

В процессе оконтуривания (рисунок 56) следует различать два вида контуров: внутренний и внешний.

Внутренним контуром называется контур, образованный линией, соединяющей граничные выработки, обнаружившие полезное ископаемое.

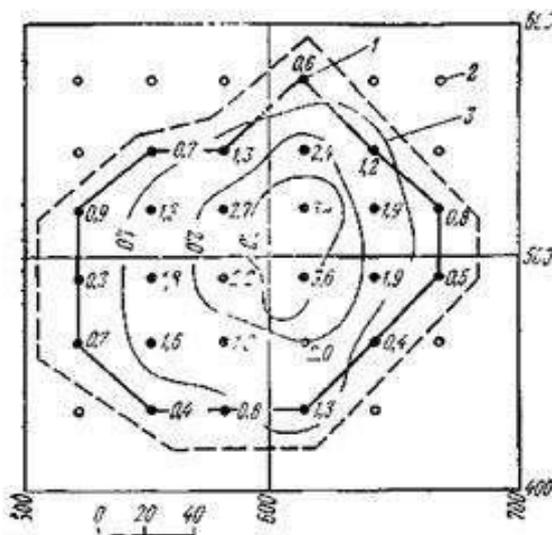


Рисунок 56 – Оконтуривание залежи: 1 – рудные скважины; 2 – безрудные скважины; 3 – изолинии вертикальной мощности

Внешним контуром называется контур, проходящий через точки естественной границы полезного ископаемого. Если естественные границы по данным разведки залежи полезного ископаемого установить нельзя, то внешний контур проводится посередине между рудными и безрудными скважинами (рисунок 57).

Соединяем прямыми линиями рудные скважины и получим внутренний контур залежи. Далее соединяем прямыми линиями безрудные скважины и получим внешний контур. Затем делим пополам точками расстояние между рудными и безрудными скважинами и соединяем их между собой. Таким образом получим **внешний контур залежи**.

Внутренний контур залежи может также устанавливаться по промышленной мощности, меньше которой разработка залежи представляется пока экономически нецелесообразной. Допустим, что по разведочной скважине промышленная мощность залежи равна 1 м, тогда внутренним контуром будет контур, ограниченный изомощностью с отметкой 1 (рисунок 57).

Сложнее оконтуривать рудные месторождения, если нет естественных контактов залежи с пустыми породами.

Рассмотрим наиболее часто встречающиеся способы оконтуривания залежи при разведке месторождений полезных ископаемых.

Определение внешнего контура линзовидной залежи при ее разведке скважинами глубокого бурения. Линзовидная залежь разведали с поверхности глубокими скважинами. Необходимо определить внешний контур залежи.

По данным разведочного бурения строим вертикальные разрезы /—/, //—//, ..., *NN* и *1—1*, *2—2*, ..., *MM* (рис.57). Линии разрезов приурочены к разведочным профилям.

По разрезу *III—III* экстраполируем по скважинам 51, 57 кровлю и почву линзообразной залежи до предполагаемого выклинивания в точках *A* к *B*. Проецируем полученные точки на линию разреза – точки *a*, *b*, а затем наносим их на план. Выполнив аналогично экстраполяцию по всем остальным разрезам и перенеся точки предполагаемого выклинивания на план, соединим их. В результате получим внешний контур линзообразной залежи рудных конгломератов.

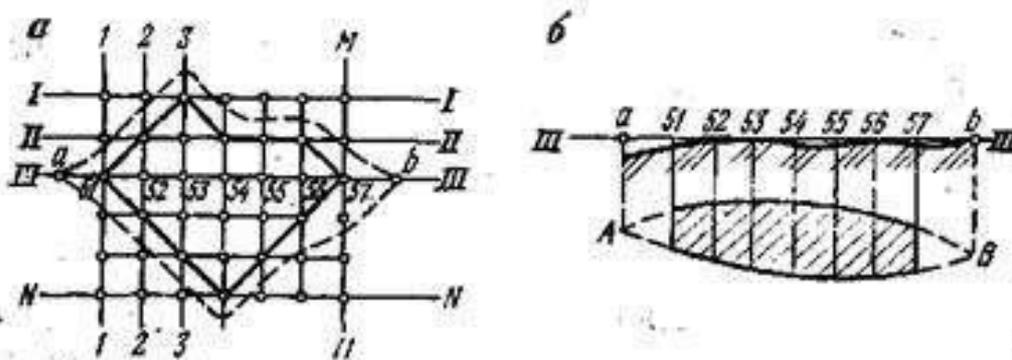


Рисунок 57 – Оконтуривание залежи способом вертикальных разрезов:
а – план; б – разрез

Определение контура балансовых запасов по бортовому содержанию компонента. На рис. 58 показан план меднорудной залежи с изолиниями содержания меди. Изолинии проведены по данным химических анализов керновых проб, отобранных на полную мощность рудной залежи

Требуется построить внешний контур залежи при условии, что минимальное промышленное или бортовое содержание меди 0,5 %. Выберем сечение 1, 0.5% и методом изолиний строим гипсометрический качественный план. Изолиния с содержанием полезного компонента 0,5% будет внешним контуром медной залежи (рисунок 58).

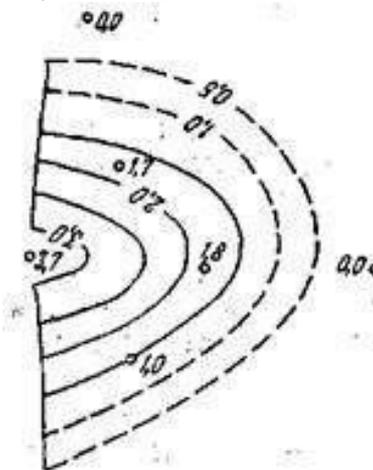


Рисунок 58 – Оконтурирование залежи по изолиниям содержания компонента

Построение внешнего контура залежи методом угла выклинивания (рисунок 59).

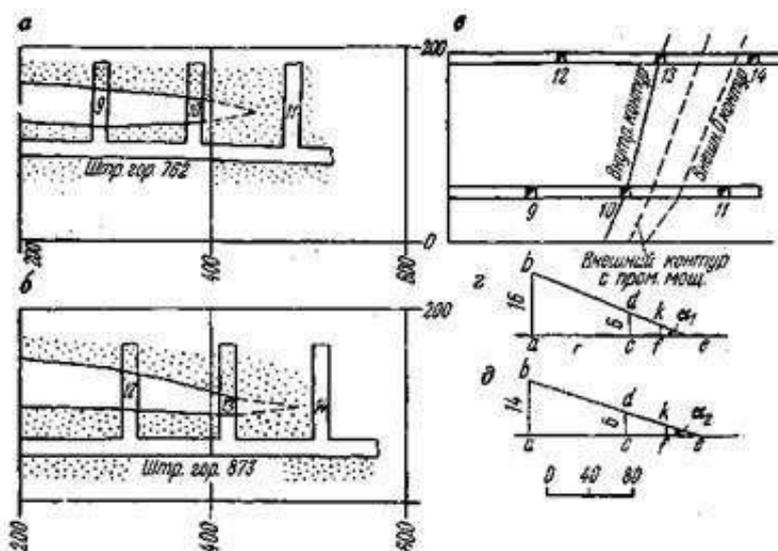


Рисунок 59 – Оконтурирование залежи по углу выклинивания: а, б – погоризонтные планы; в – проекция залежи на вертикальную плоскость; г, д – вспомогательные разрезы

Крутую пластообразную залежь разведывают системой горных выработок из этажных полевых штреков рассечками через 50 м. Этажные штреки по падению проходят через 75 м. На горизонте 762 м рассечка 9 вскрыла рудное тело мощностью 16 м, рассечка 10 – мощностью 6 м, а рассечка II не вскрыла рудного тела. На горизонте 837 м рассечка 12 вскрыла рудное тело мощностью 14 м, рассечка 13 – мощностью 6 м, а рассечка 14 не вскрыла рудного тела.

Определить:

1. средний угол выклинивания залежи между горизонтами; внешний контур с нулевой и промышленной (2 м) мощностями.

2. На рисунке 59, а, б представлены планы подэтажных выработок.

Для построения внешнего контура с промышленной и нулевой мощностями сделаем дополнительные построения. На горизонтальной прямой намечаем точку a и от нее в масштабе плана откладываем отрезок ac , равный расстоянию между рассечками. Из точек a и c восстанавливаем перпендикуляры и на них откладываем отрезки ab и cd , равные мощностям залежи в рассечках 9, 10 горизонта 762 м и 12, 13 горизонта 837 м. Соединяем точки b и d и проводим прямую be до пересечения с горизонтальной линией. Углы $a\backslash$ и az будут углами выклинивания залежи на соответствующих горизонтах, точка e – искомой точкой выклинивания. Отрезок $ce = h$ представляет собой искомое расстояние, которое надо отложить на вертикальной проекции от рассечки 10 (15) по штреку, чтобы получить соответствующие точки внешнего контура с нулевой мощностью.

Величину h можно определить по формуле

$$h = (z m_k) / (m_n - m_k), \quad (15)$$

где z – расстояние между разведочными выработками;

m_n и m_k – мощности залежи, фиксированная соответственно в предыдущей и в последней рассечках.

Угол выклинивания залежи a находим по формуле

$$\operatorname{tg} a = m / h. \quad (16)$$

Внешний контур с промышленной мощностью определяют после фиксирования на горизонтальной линии вспомогательных разрезов точки f , отложив отрезок kf , равный в масштабе промышленной мощности для данной залежи. Перенеся на вертикальную проекцию от центра рассечек 10 (15) отрезок cf и соединив полученные точки, найдем внешний контур с промышленной мощностью.

В некоторых случаях тангенс среднего угла выклинивания можно вычислить по формуле

$$\operatorname{tg} a_{cp} = 2m_0 / r_0, \quad (17)$$

где m_0 – средняя арифметическая мощность по месторождению;

r_0 – среднее арифметическое расстояние между разведочными выработками по месторождению.

Описанные способы построения положения внешнего контура залежи дают лишь приблизительное представление. Поэтому контур необходимо тесно увязывать с геологическим строением месторождения, особенностями его морфологии и структуры.

Практическая работа 24

Определение площади различными способами

Цель занятия: закрепить знания о способах определения земельных площадей; проверить умения применять палетку для определения площади земельного участка, применять аналитический способ определения площадей.

Методические рекомендации

1. Для выполнения задания 1 вычертите квадратную и палетку с параллельными линиями на кальке, так как сказано в лекции.

2. На топографической карте (масштаб 1:25 000) (**цветная**) определите для себя участок для измерения. Лучше выбрать участок леса.

Наложите попеременно палетки квадратную и палетку с параллельными линиями на выбранный вами участок. Произведите измерения, так как учит материал лекции палеткой квадратной (59 а) и пример решения, приведенный ниже для палетки с параллельными линиями (59 б).

3. Для выполнения задания 2. примените геометрический способ.

Алгоритм выполнения задания

Задание 1а. Двумя способами с помощью палетки измерить площадь участка леса, результаты записать, сделать рисунок определяемого участка.

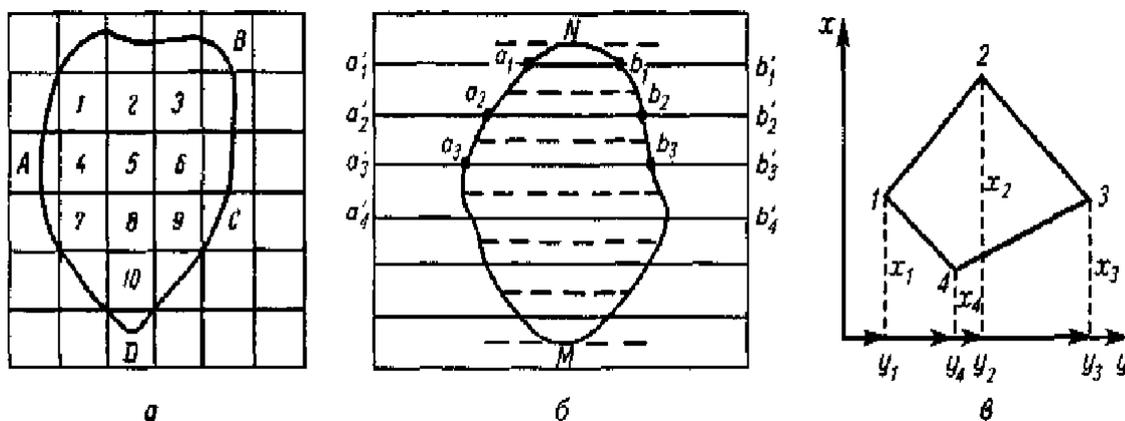


Рисунок 59 – Палетка участка леса

Пример оформления ответа:

Задание 1 б. Измерила участок леса палеткой с параллельными линиями и циркулем, получила результат – $4,175 \text{ км}^2$

Измерения: 6 отрезков по $2\text{см}+4\text{см}+2,3\text{см}+3\text{см}+1,8\text{см}+2,6\text{см}+1\text{см}=16,7\text{см}$

Масштаб: 1: 25000; в 1см 250м

$$250\text{м} \cdot 16,7\text{см} = 4175\text{м}^2 = 4,175\text{км}^2$$

Задание 2. Определить площадь плана (рисунок 60.) геометрическим графическим способом.

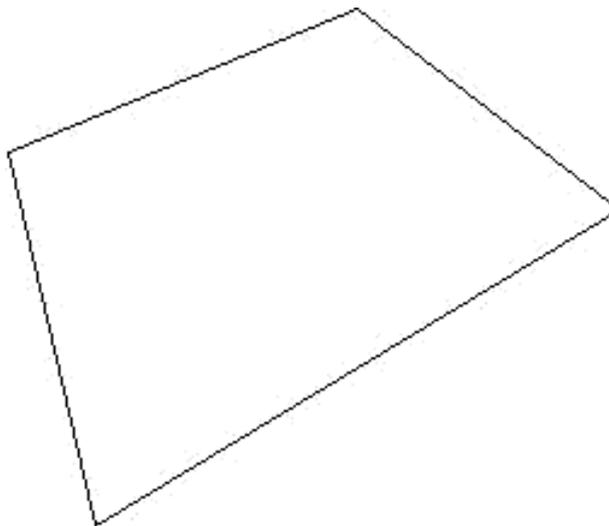


Рисунок 60 – Масштаб: в 1 см 100м 1:10000

Пример оформления ответа задания 2:

Для определения площади плана геометрическим способом четырехугольник разделила на два треугольника и по формуле определила S двух, затем сложила полученные результаты, получила S земельного участка четырехугольной формы – например, 10000м^2 .

Практическое занятие 25

Определение объема способом объемной палетки

Цель занятия: научиться применять полученные знания по определению объема запасов на практике по своей профессии.

Краткое теоретическое описание

Способ, который именуется **способом объемной палетки** нередко используется в случае проведения подсчетов объемов горных пород, но только когда они отмечены в проекции на плане с числовыми обозначениями. В свою очередь такой способ применяют, когда есть потребность в проведении подсчетов объема вынутых горных пород. Использование такого способа возможно, когда контур подсчета неправильной сложной формы. Такой способ используют при условии, что площадь участка выемки в плане гораздо больше среднего показателя вынимаемой мощности. Так же уместно использовать способ объемной палетки в тех случаях, когда вынимаемая мощность не равномерная по всей площади подсчета.

$$\sum_{i=1}^n A_i$$

(17)

Алгоритм выполнения задания

Сущность метода заключается в том, что в пределах контура подсчета запасов вся площадь залежи разбивается на элементарные ячейки (рис. 61).

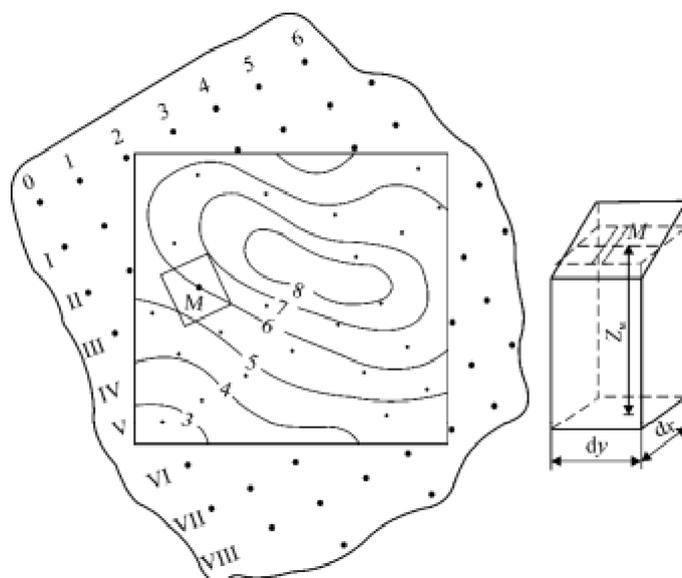


Рисунок 61. Определение объема залежи методом объемной палетки:
 а – план изомощности залежи с наложенной на него палеткой; б – вертикальный призматический столбик (на подобные мысленно делится весь объем залежи наложением палетки)

Объем такой ячейки V_i и залежи в целом V будут

$$V_i = s_0 m_i, \quad (18)$$

$$V = \sum V_i = s_0 \sum m_i, \quad (19)$$

где s_0 – площадь элементарной ячейки, м^2 ;

m_i – мощность залежи в i -й ячейке, м.

Практически подсчет запасов объемной палеткой осуществляется следующим способом. На прозрачной бумаге (восковке, кальке) изготовляют сетку квадратов. Чтобы линии квадратной сетки не мешали определению соответствующей высоты m_i , сетку не вычерчивают, а наносят лишь точки – центры квадратов сетки. Изображенная на рисунке 61 палетка изготовлена на основе квадратной сетки со стороной в 1 см, т.е. каждая точка палетки эквивалентна площади в $1 \times 1 \text{ см}^2$ плана.

Палетку набрасывают на план изомощностей в произвольном положении. В пределах контура подсчета производят определение у точек палетки мощностей и их суммирование.

Объемную палетку можно использовать при подсчете двумя способами:

Первый способ. Наиболее быстро объем можно определить следующим путем. На план набрасывают палетку. Подсчитывают число точек n палетки между двумя смежными изолиниями мощности, умножают его на среднее значение m значений двух смежных изомощностей. Объем залежи будет

$$V = \sum V_i = s_0 \sum m_i n. \quad (20)$$

Если точка попала непосредственно на изолинию мощности, то ее следует принимать со значением 0,5 и относить поровну в обе смежные полосы изолиний мощности.

Второй способ. Набросив палетку на план, последовательно определяют значения m_i у каждой точки палетки и простым суммированием находят значение $\sum m_i$, умножая которое на основание палетки s_0 в масштабе плана, получают искомый объем.

При подсчете запасов полезного ископаемого Q объем залежи V , определенный по формуле (20), умножают на объемный вес γ .

При подсчете запасов компонента P предварительно строят в изолиниях план производительности залежи по значениям в каждой скважине произведения мощности залежи на содержание компонента и объемный вес. Далее производят определение значения P аналогично тому, как это описано выше.

Способ объемной палетки является достаточно простым и быстрым, как правило, не требует построения вспомогательных графиков и обеспечивает необходимую точность определения запасов залежи полезного ископаемого.

Практическое занятие 26

Подсчет запасов способом среднего угла падения залежи

Цель занятия: научиться применять полученные знания по подсчету запасов на практике по своей профессии.

Краткое теоретическое описание

Способы подсчета запасов

В литературе описано более 20 способов подсчета запасов полезных ископаемых, из которых в практике геологоразведочных работ широким применением пользуются только три способа: способ разрезов, блоков и статистические. Другие способы подсчета запасов не получили широкого распространения из-за формально-геометрического подхода к выделению подсчетных блоков (способы треугольников, четырехугольников, изолиний, изогипс и другие) либо потому, что по существу, они являются вспомогательными приемами и обеспечивают выполнение только отдельных операций подсчета запасов (способы косинусов, средней образующей, среднего угла падения, геоморфологический, способ объемной палетки Соболевского и т.д.).

Практика подсчета запасов показывает, что применяются обычно наиболее простые способы, не требующие громоздких вычислений и больших графических работ. Установлено, что точность подсчета запасов определяется не выбранным способом, а достоверностью исходной информации и детальностью разведки.

Подсчет запасов полезных ископаемых проводится после завершения каждой стадии геологоразведочных работ. Наиболее важное, значение подсчет запасов имеет по окончании детальной разведки, когда месторождение передается в промышленное освоение.

Общие формулы для подсчета запасов твердого ПИ в недрах: $Q = S m_{CP}$
 γ_{CP} , – количество полезного ископаемого,
 $P = Q * c_{CP} * 10^{-2}$ – количество полезного компонента.

Величины, входящие в формулы, являются параметрами подсчета запасов.

S – площадь залежи или ее части, m^2 ;

m_{CP} – средняя мощность залежи, м;

γ_{CP} – средняя объемная масса ПИ, t/m^3 ;

c_{CP} – среднее содержание полезного компонента, %.

Подсчету запасов предшествует оконтуривание месторождений, разбивка его на блоки (определение границ залегания полезных ископаемых на плане или разрезе).

Внутренним контуром залежи называют линии, соединяющие крайние рудные скважины, встретившие полезные ископаемые.

Внешний контур – линия, соединяющая точки предполагаемой границы залежи.

Выбор способа подсчета запасов определяется формой тела полезного ископаемого, его залеганием, системой разведки, характером распределения содержания полезного компонента и способом разработки.

Алгоритм выполнения задания

Способ среднеарифметического принимается при сравнительно равномерном распределении разведочной сети, небольших колебаниях мощности и полезного компонента в пределах контура подсчета, постоянном угле падения залежи. Количество ПИ определяется по формуле

$$Q = \frac{S_{\Gamma}}{\cos \delta_{CP}} \times m_{CP} \times \gamma_{CP} \quad (21)$$

$$\text{где } m_{CP} = \frac{\sum m}{n}; \quad \gamma_{CP} = \frac{\sum \gamma}{n}; \quad \delta_{CP} = \frac{\sum \delta}{n} \quad (22)$$

среднее арифметическое параметров подсчета по всем точкам наблюдений.

Достоинства способа – предельная простота. Однако он не применим при отдельном учете запасов по сортам, категориям разведанности, поэтому его называют **суммарным**. Способ среднего арифметического применяется для получения предварительных данных об общих запасах, а также для проверки результатов, полученных при подсчете другими способами.

Практическое занятие 27

Подсчет запасов способом среднего арифметического

Цель занятия: разобраться в теме и научиться применять на практике полученные знания по подсчету запасов.

Краткое теоретическое описание

Залежь приравнивают к равновеликой фигуре-диску с высотой равной средней мощности и периметром соответствующему внешнему контуру (рис. 62). Площадь измеряют планиметром, а среднюю мощность вычисляют по совокупности всех разведочных пересечений.

Алгоритм выполнения задания

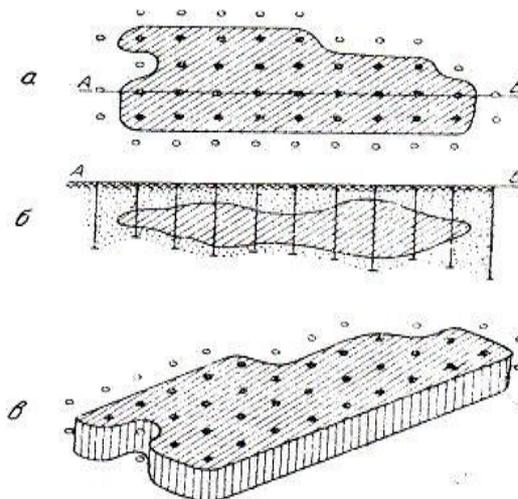


Рисунок 62 – План рудного тела при подсчете запасов среднеарифметическим методом
а – план рудного тела; б – разрез по линии АБ; в – аксонометрическая проекция преобразованного рудного тела

Запасы подсчитываются по формулам:

$$V=S*m; (24)$$

$$Q=V*d; (25)$$

$$p=Q*C/100(26)$$

Практическое занятие 28

Подсчет запасов способом изолиний

Цель занятия: разобраться в теме и научиться применять на практике полученные знания по подсчету запасов.

Краткое теоретическое описание

Подсчет запасов методом изолиний заключается в следующем. На плане или, в некоторых случаях, на разрезе, проведенном в плоскости рудной залежи, строятся изолинии равных мощностей m , изолинии равных произведений мощности на объемный вес md , изолинии равных произведений мощности на содержание mc или изолинии равных произведений mdc . Далее измеряются площади, ограниченные этими изолиниями, по которым и вычисляется запас, выраженный в объеме и в весе руды или в весе заключенного в ней компонента.

Алгоритм выполнения задания

Предположим, что надо провести изолинии равных мощностей (рисунок 63) на плане рудной залежи через 1 м, т. е. соединить изолиниями точки, где рудная залежь имеет мощность 1, 2 м и т. д.

Метод изолиний

Изолинии проводятся путем интерполяции между выработками, причем допускается, что мощность и другие свойства залежи от одной выработки к другой изменяются совершенно постепенно и пропорционально расстоянию.

Например (рисунок 63), мощность залежи m_1 в первой выработке а равна 0,5 м, а мощность m_2 в выработке б равна 3,5 м; следовательно, между ними должны пройти изолинии 1, 2 и 3 м. Обозначив расстояние ab через L , имеем разницу в мощностях $m_1 - m_2 = 3,5 - 0,5 = 3$ м, соответствующую расстоянию L . Изменению мощности на 1 м, таким образом, будет соответствовать расстояние и на $0,5 - 1/6$ всего расстояния L между выработками а и б.

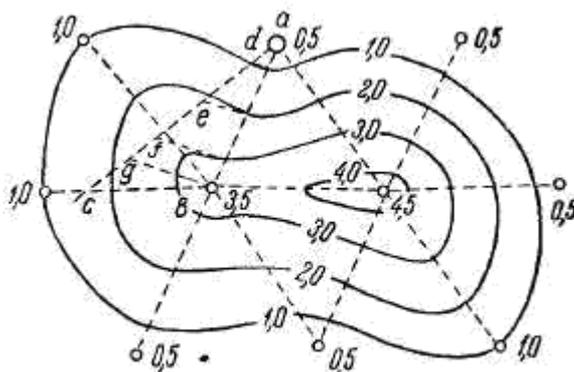


Рисунок 63 – Метод изолиний

Отложив от а к б расстояние L , затем L и снова $-L$, получим точки, через которые должны проходить изолинии 1 м, 2 м и 3 м.

Интерполяцию можно производить и графическим способом. Для этого из точки а под любым острым углом к ab проводится линия ac и на ней от точки а в произвольном масштабе откладываются последовательно отрезки, длина которых в соответствующем подходящем масштабе пропорциональна 0,5 м (точка d), 1 м (точка e), 1 м (точка f) и 0,5 м (точка g). Точку g соединяют с точкой b и через d , e , f проводят линии, параллельные gb . В точках пересечения этих линий с ab и будут проходить искомые изолинии 1 м, 2 м и 3 м.

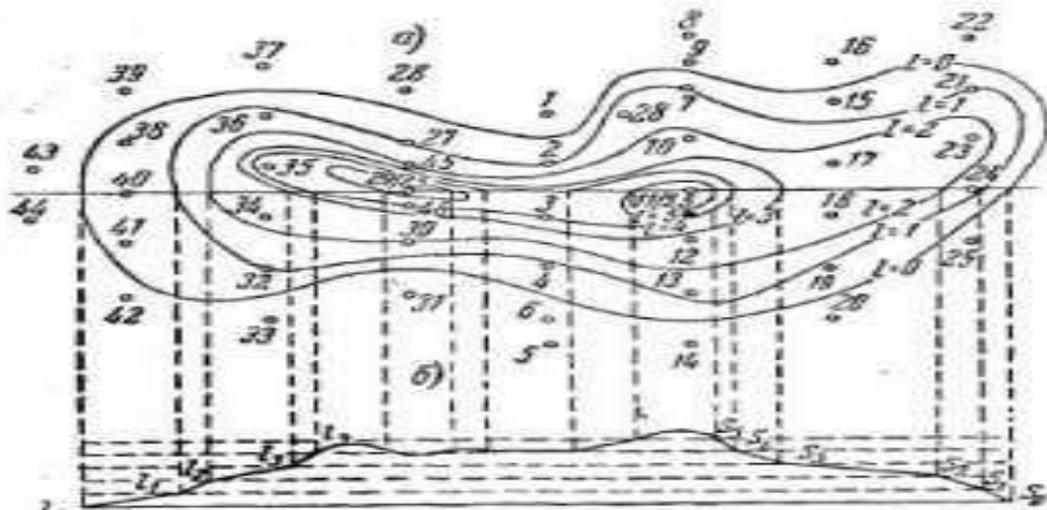


Рисунок 64 – Подсчет запасов методом изолиний

На рисунке 64 представлены схематический план и разрез рудной залежи. Изолинии равных мощностей проведены на плане через 1 м. Объем залежи в пределах контура, ограниченного изолинией с нулевой мощностью, определяется несколькими способами, описываемыми ниже.

Объем рудной залежи, представленной на плане (рисунок 65) или разрезе в изолиниях равных мощностей, можно вычислить по формуле Симпсона, по формуле усеченного конуса и по формуле трапеций.

Формула Симпсона:

$$V = \frac{l}{3} \left[(S_0 + S_n) + 4(S_1 + S_2 + S_3 + \dots) + 2(S_4 + S_6 + \dots) \right], \quad (27)$$

где V – объем рудного тела в пределах площади, оконтуренной на плане изолинией с нулевой мощностью;

S_0 – площадь, ограниченная изолинией с нулевой мощностью, т. е. вся площадь внутри этой изолинии;

$S_1, S_2 \dots S_n$ – площади, ограниченные соответствующим изолиниями равных мощностей с $l = 1; l = 2; l = 3$ м и т. д.

Формула усеченного конуса:

$$V = \frac{l}{3} (S_0 + S_1 + \sqrt{S_0 S_1}), \quad (28)$$

где l – высота конуса;

S_0 и S_1 – площади его нижнего и верхнего оснований.

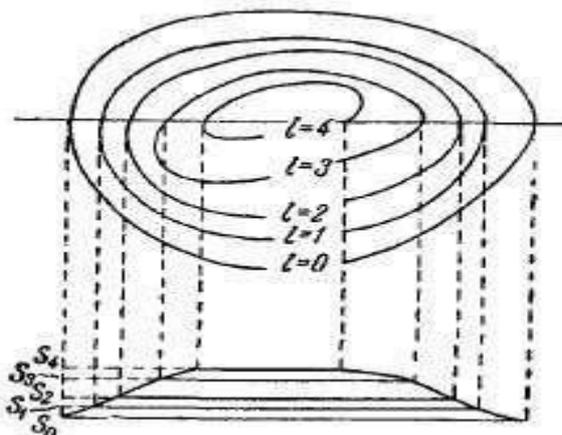


Рисунок 65 – План залежи в изолиниях и разрез

При подсчете объема рудной залежи по формуле трапеций принимается следующая последовательность вычислений.

1. Определяется площадь горизонтальных плоскостей, ограниченных изолиниями 10, 11, 12, 13, 14 и т. д.

2. Вычисляются объемы отдельных участков рудного тела, ограниченных двумя смежными изолиниями.

Объем, заключенный между площадями S_0 и S_1 , определяется по формуле:

$$V = \frac{S_0 + S_1}{2} l. \quad (29)$$

Практическое занятие 29

Подсчет запасов способом параллельных сечений

Цель занятия: разобраться в теме и научиться применять на практике полученные знания по подсчету запасов.

Теоретическое описание

Метод параллельных сечений наиболее распространен при подсчете запасов рудных месторождений, так как большей частью они отличаются весьма изменчивой морфологией и очень неравномерным распределением оруденения. При этом способе тело полезного ископаемого разбивается на ряд блоков, расположенных между параллельными линиями разведочной сети.

В зависимости от применявшейся сети геологоразведочных или эксплуатационно-разведочных работ сечения могут быть вертикальными или горизонтальными. Например, если месторождение разведывалось, профилями вертикальных или наклонных скважин, подсчет методов вертикальных сечений обеспечивает наиболее полное и непосредственное использование всех полученных при бурении данных. Для применения в данном случае метода горизонтальных сечений необходимо усреднять данные бурения и проектировать их в виде отдельных точек на плоскости сечения, что усложняет подсчет и неизбежно снижает его достоверность. Наоборот, при наличии ряда этажей горных выработок с подземными горизонтальными скважинами целесообразней подсчет вести горизонтальными сечениями.

Огромным достоинством метода параллельных сечений является то обстоятельство, что он позволяет четко отразить геологические особенности месторождения: морфологию тел полезных ископаемых, распределение отдельных типов и сортов руд, характер изменения минерализации по падению, простиранию и мощности. Этот метод дает возможность подсчитывать запасы при крайне сложных контурах залежей, наличии перемежающихся рудных и безрудных прослоев.

Еще одна проблема возникает в случае непараллельности разведочных сечений. Из множества существующих способов определения объема блока наиболее приемлемым является метод Ю.А.Колмогорова.

Блок делят на два подблока. Объем первого подблока находят по формулам пирамиды

$$V_1 = \frac{S_1 + S_2 \cos \alpha + \sqrt{S_1 S_2 \cos \alpha}}{3} L \quad \text{или клина} \quad V_1 = \frac{S_1 + S_2 \cos \alpha}{2} L, \quad (30)$$

где α – угол между сечениями.

Объем второго подблока определяют по формуле клина

$$V_2 = \frac{S_2 h \sin \alpha \cos \alpha}{2} L \quad (31)$$

где h – длина линии сечения.

Метод ближайшего района основан на выделении вокруг каждой разведочной выработки области ее влияния (ближайшего района), на которую распространяются параметры оруденения, определенные в разведочной выработке. Данный метод особенно эффективен при неравномерной разведочной сети. Вначале на горизонтальной или вертикальной проекции, как и в методе геологических блоков, оконтуривают рудные тела и подсчетные блоки. Далее вокруг каждой разведочной выработки строят область ее влияния в виде многоугольника, поэтому метод называют также методом многоугольников. Построение заключается в том, что через середины отрезков, соединяющих соседние разведочные выработки, проводят перпендикуляры, совокупность которых образует многоугольники. Объем руды в каждом многоугольнике рассчитывают как объем призмы с площадью основания S , перпендикулярной площади влияния выработки, и высотой m , равной мощности рудного тела, перпендикулярной к проекции в данной выработке: $V = Sm$. Запасы руды в многоугольнике определяют по формуле $Q = Vr$, где плотность r принимается либо средней, либо рассчитывается по формуле в зависимости от состава руды. Запасы компонента в многоугольнике $q = QC$, где C – содержание компонента (компонентов) в рудном пересечении. Общие запасы руды и компонентов в рудных телах получают суммированием.

Практические работы 30-31

Подсчет запасов способом треугольников внутреннего контура

Цель занятия: разобраться в теме и научиться применять на практике полученные знания по подсчету запасов.

Краткое теоретическое описание

Сущность этого метода заключается в том, что вся разведанная площадь месторождения (рудного тела) разбивается на трехгранные косоусеченные призмы. Верхними и нижними основаниями таких призм являются треугольники, вершины которых представляют собой точки входа и выхода разведочных выработок из тела полезного ископаемого, а боковыми ребрами – мощности полезной толщи по соответствующим выработкам (скважинам, шурфам и т.д.). На плане (рисунок 66) треугольники строятся соединением точек разведочных выработок прямыми линиями. При этом выработки следует подбирать таким образом, чтобы получались по возможности равносторонние треугольники.

Алгоритм выполнения задания

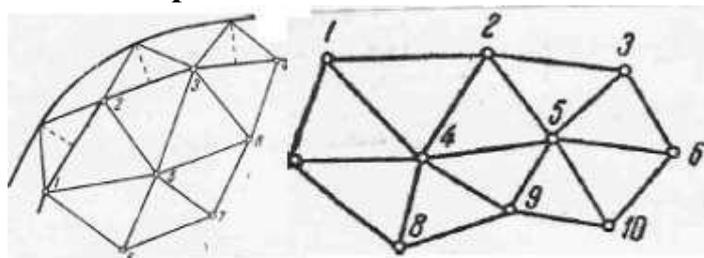


Рисунок 66 – Схема построения треугольников

Площадь треугольников определяется измерением оснований и высот их обычным методом.

Объем трехгранных призм определяется по формуле:

$$V = S \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3} \quad (32)$$

Запасы руды подсчитываются по каждой призме как произведение ее объема на объемный вес руды, а запас полезного компонента по каждой призме высчитывается по формуле:

$$P = q C, \quad (33)$$

где C – среднее содержание компонента, а q – запас руды в призме.

Общие запасы руды и полезного компонента по рудному телу или месторождению получаются путем суммирования запасов по всем призмам.

Практическое занятие 32

Подсчет запасов способом многоугольников

Цель занятия: разобраться в теме и научиться применять на практике полученные знания по подсчету запасов.

Краткое теоретическое описание

Метод многоугольников, устаревший уже 50 лет назад и ныне нигде не применяемый, предусматривал построение многоугольников вокруг каждой одиночной выработки (скважины).

Это делалось так:

- 1) Все выработки (скважины) соединялись прямыми линиями со всеми соседними выработками;
- 2) Полученные соединяющие линии делились ровно пополам;
- 3) Через эти средние точки между скважинами проводились линии, в результате вокруг каждой выработки получался многоугольник (четырёхугольник, пятиугольник, треугольник...);
- 4) Тем или иным способом вычисляется площадь этого многоугольника (по сетке, делением на треугольники и т.п.);
- 5) Мощность рудного тела по многоугольнику принималась соответствующей мощности тела по выработке;
- 6) Далее в таблице производились вычисления.

Наряду с подсчетом запасов по методу осреднения по соседним выработкам, близкому методам «треугольников» и «геологических блоков соседней увязки», более геологичным и более точным!) можно рассчитывать запасы и этим методом, (многоугольниками по зонам влияния выработок).

Алгоритм выполнения задания

Метод основан А.К. Болдыревым. При использовании его разведанное (оконтуренное) рудное тело разбивается на участки по числу разведочных выработок, относя к каждой из них ближайший к ней участок разведанного тела.

В результате этого к каждой выработке подвешивается свой собственный блок, а все точки этого блока будут более близкими к этой выработке, чем к другим остальным. При подсчете запасов этим методом за исходные данные при подсчете запасов по каждому блоку средняя мощность, объемный вес руды и содержание полезных компонентов для этого блока принимается по той единственной выработке, на которую опирается блок. Каждый из выделенных участков представляет собой по форме геометрическую призму, высота которой является мощностью рудного тела. Объем ее получим при умножении площади основания многоугольника на мощность рудного тела по этой выработке.

Сумма объемов всех выделенных на участке призм даст объем всего рудного тела. Определение средних объемных весов и средних содержаний полезных компонентов производится в зависимости от необходимости среднеарифметическим или средневзвешенным способами, как и при любом другом методе подсчета запасов.

Следует обратить внимание на методику построения многоугольников при применении этого метода подсчета запасов. Для этого надо прямыми линиями соединить каждую разведочную выработку с ближайшими выработками пунктирными линиями. После этого из середины полученных пунктирных линий восстановить перпендикуляры, которые при пересечении друг с другом и образуют многоугольники. При этом любая точка такого многоугольника будет располагаться ближе к этой разведочной выработке, чем к любой другой.

Построение многоугольников можно также осуществить с помощью шаблона или способом засечек, применяемых для точного деления сторон на две равные части.

Таким образом, проводится контур залежи по выработкам.

Площади отдельных многоугольников определяются как суммы площадей, составленных из простых фигур: прямоугольников, трапеций и треугольников.

При подсчете запасов способом ближайшего района пользуются следующими формулами:

$$\begin{aligned} v &= Sm; \quad q = Smd = vd; \quad p = SmdC = qC; \\ V &= \Sigma v; \quad Q = \Sigma q \quad \text{и} \quad P = \Sigma p, \end{aligned} \quad (34)$$

где V – объем призмы ближайшего района;

S – площадь ближайшего к разведочным выработкам района;

m – мощность по разведочной выработке;

q – запас полезного ископаемого в объеме v ;

d – средний объемный вес полезного ископаемого по разведочной выработке;

p – запас компонента в призме весом q ;

C – среднее содержание полезного компонента по разведочной выработке;

V – общий объем залежи;

Σ – знак суммы;

Q – запас полезного ископаемого в объеме V;

P – запас компонента в объеме V.

Практическое занятие 33

Подсчет запасов способом эксплуатационных блоков

Цель занятия: разобраться в теме и научиться применять на практике полученные знания по подсчету запасов.

Краткое теоретическое описание

Метод, эксплуатационных блоков является одним из наиболее распространенных методов подсчета запасов жильных и пластовых месторождений, когда разведка производится, в основном, горными выработками, с одновременной нарезкой блоков для их отработки. Под блоками в данном случае принято понимать отдельные части рудных тел, оконтуренные с четырех или менее сторон штреками и восстающими.

Алгоритм выполнения задания

Запасы подсчитываются для каждого оконтуренного блока отдельно по следующей схеме.

Определяется средняя мощность (рисунок 67) M и среднее содержание промышленно-ценного компонента C по каждой из выработок, оконтуривающих блок с двух, трех, четырех сторон:

$$M = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}{n};$$
$$C = \frac{c_1 + c_2 + c_3 + \dots + c_n}{n}. \quad (35)$$

Когда же содержание металла в пробах и мощность рудного тела, замеренная в местах отбойки проб, взаимосвязаны (например, содержание увеличивается с уменьшением мощности), то C подсчитывается как среднее взвешенное, пропорциональное мощностям m рудного тела в пунктах опробования:

$$C = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + c_3 m_3 + \dots + c_n m_n}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n}. \quad (36)$$

Эти средние показатели распространяются на весь разведанный или подготовленный к добыче блок.

Средняя мощность блока M₀ вычисляется по формуле:

$$M_0 = \frac{M_1 L_1 + M_2 L_2 + \dots}{L_1 + L_2 + \dots}. \quad (37)$$

Среднее содержание блока C₀ вычисляется по формуле:

$$C_0 = \frac{C_1 M_1 L_1 + C_2 M_2 L_2 + \dots}{M_1 L_1 + M_2 L_2 + \dots}, \quad (38)$$

где L₁, L₂ – длины отрезков выработок, оконтуривающих блок.

Запас руды $Q(m)$ определяется по формуле:

$$Q = SM_0d_0, \quad (39)$$

где S – площадь блока;

M_0 – средняя мощность в пределах блока;

d_0 – средний объемный вес руды блока.

Запас металла P определяется по формуле:

$$P = Q \cdot C_0 \quad (40)$$

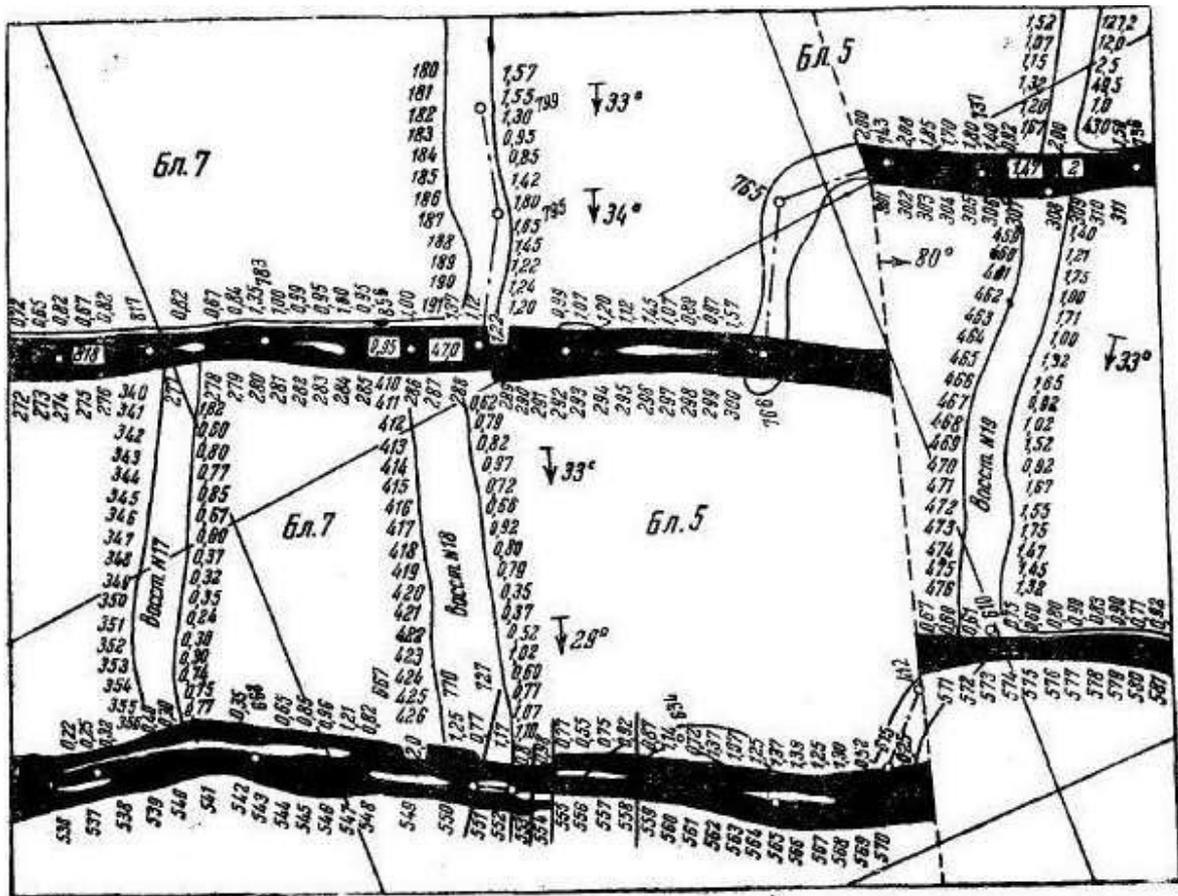


Рисунок 67 – Проекция жилы на вертикальную плоскость

Формуляр 1 к подсчету запасов методом эксплуатационных блоков

Выработки	№ пробы	Расстояние между пробами, м	Мощность (m), м	Содержание (с), г/т	Произведение m·с
Восстающий № 17	341	2,0	1,82	10,0	18,2
	342	2,1	0,60	3,2	1,9

	356	2,0	0,77	3,7	2,8
Сумма . . .	13	—	10,25	—	211,0
Штрек 48 горизонта	277	1,8	0,82	2,3	1,9
	278	2,0	0,67	3,4	2,3

	286	2,0	1,0	98,0	98,0
Сумма . . .	13	—	9,57	—	308,3

Рисунок 68 – Данные для подсчета запасов

Практическое занятие 34

Подсчет запасов способом геологических блоков

Цель занятия:

- 1) Определять точки контура по естественным обнажениям, горным выработкам и скважинам;
- 2) Уметь составлять планы подсчета запасов;
- 3) Измерять площади выделенных контуров;
- 4) Вести подсчет средних содержаний и мощностей;
- 5) Заполнять формуляры подсчета запасов.

Краткое теоретическое описание

Метод геологических блоков является самым простым и наименее трудоемким. Наиболее элементарным частным случаем подсчета запасов этим методом является случай, когда все рудное тело рассматривается как один блок, без расчленения его на отдельные части. Графические построения при этом ограничиваются построением внешнего контура рудного тела, в пределах которого производится подсчет запасов. Площадь рудного тела измеряют планиметром или палеткой.

Алгоритм выполнения задания

Мощность рудного тела определяется как среднее арифметическое из данных, полученных по всем горным выработкам, пересекающим рудное тело, по формуле:

$$M = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n},$$

(41)

где M – средняя мощность;
 $m_1, m_2 \dots m_n$ – мощности по отдельным выработкам;
 n – количество выработок, участвующих в подсчете.

Среднее содержание полезного компонента определяется так же, как среднее арифметическое, по данным содержаний отдельных выработок по формуле:

$$C = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n}, \quad (42)$$

где C – среднее содержание полезного компонента;
 $C_1, C_2 \dots C_n$ – содержание полезного компонента в отдельных выработках, участвующих в подсчете;
 n – количество выработок, участвующих в подсчете.

Объем рудного тела определяется по общей формуле:

$$V = SM, \quad (43)$$

где V – объем рудного тела;
 S – площадь его;
 M – мощность его.

Запасы руды вычисляются по формуле:

$$Q = Vd, \quad (44)$$

где Q – запасы руды;
 d – объемный вес руды.

Запасы металла подсчитываются по формуле:

$$P = Q \cdot \frac{C}{100} = \frac{SMdC}{100}, \quad (45)$$

где P – запасы металла;
 C – среднее содержание полезного компонента в процентах; или по формуле:

$$P = QC = SMdC, \quad (46)$$

где P – запасы металла,
 C – среднее содержание полезного компонента в г/т.

Для определения запасов благородных металлов чаще пользуются последней формулой.

При подсчете описанным вариантом метода геологических блоков сложный контур рудного тела приводится к равновеликой фигуре, имеющей форму пластины, площадь которой равна площади рудного тела, а мощность (толщина) соответствует средней мощности, вычисленной по всем горным выработкам. Схема такого преобразования формы рудного тела см. на рис. 69.

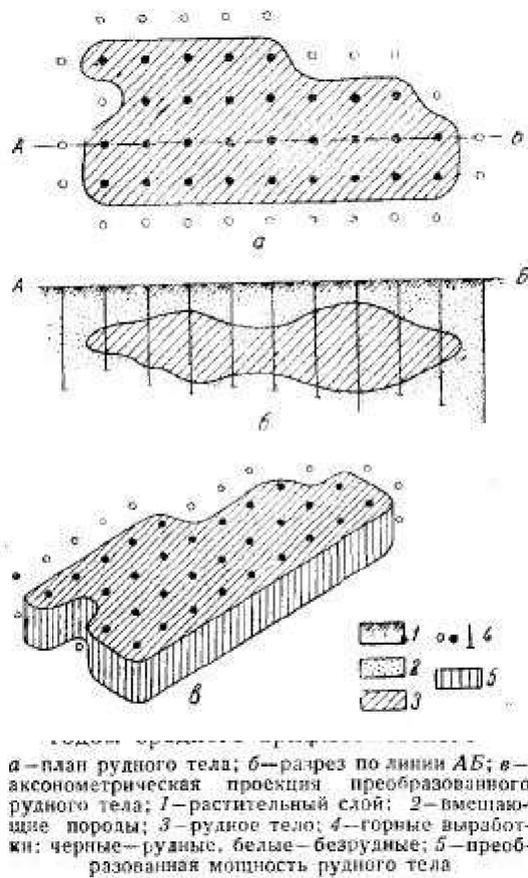


Рисунок 69 – Схемы преобразования формы рудного тела

На месторождениях, где наблюдается прямая или обратная зависимость между содержанием полезного компонента и мощностью рудного тела, подсчитывают среднее содержание для тела не как среднее арифметическое, а как среднее взвешенное на опробованные мощности рудного тела. Формула для вычисления среднего содержания (С) соответственно изменяется:

$$C = \frac{c_1 m_1 + c_2 m_2 + \dots + c_n m_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad (47)$$

В случае, когда руды приконтурной полосы резко отличаются от руд основной части рудного тела (по мощности, содержанию, объемному весу или другим показателям), эту полосу выделяют отдельно при подсчете запасов. При этом необходимо, кроме внешнего контура рудного тела, графически построить по крайним рудным выработкам внутренний контур. Выделенная межконтурная полоса по принципу ближайшего района разбивается на две части: а) прилегающую к внутреннему контуру, запасы которой определяются по средним данным внутреннего контура, и б) прилегающую к внешнему контуру, запасы которой определяются по минимальным данным, принятым для подсчета запасов (кондиционный минимум по мощности и содержанию).

Формуляр для подсчета по способу среднего арифметического вместе с примером подсчета запасов железной руды приводится на рисунке 70.

Формуляр подсчета запасов по способу среднего арифметического
 а) Определение средней мощности и содержания

№ скважин	Мощность, м	Содержание железа, %
2	8	48
4	6,5	50
7	4	47
8	4,5	45
9	5	51
11	6	47
13	6,5	50
17	3,5	48
21	5,4	46
22	4,5	47
23	3	49
25	6,2	46
Всего 12	63,1	574
Среднее	5,3	47,8

б) Подсчет запасов

Площадь, тыс. м ²	Средняя мощность, м	Объем, тыс. м ³	Объемный вес	Запасы железной руды, тыс. т	Среднее содержание железа, %
462	5,3	2450	3	7350	47,8

Рисунок 70 – Подсчет запасов по среднему арифметическому

При недостаточной разведанности месторождения и небольшом количестве исходных данных этот метод является единственно рациональным, так как точность подсчета в этих условиях незначительна и применение других методов только усложнит подсчет.

Благодаря простоте и скорости получения конечных результатов подсчета, этот метод обычно применяется для получения предварительных данных и очень часто для проверки подсчетов, произведенных другими методами. Особенно хорошие результаты он дает при большом количестве данных, входящих в подсчет запасов, при равномерном распределении разведочных выработок в пределах рудного поля, малой изменчивости содержаний полезного компонента и мощностей и при отсутствии зависимости между содержанием и мощностью.

Практическое занятие 35

Определение погрешности подсчета запасов

Цель занятия: научиться производить расчеты абсолютной и относительной погрешности при измерениях

Краткое теоретическое описание

Любой результат измерения содержит погрешность.

Погрешность измерений – это отклонение значений величины, найденной путем ее измерения, от истинного (действительного) значения отклоняемой величины.

Погрешность прибора – это разность между показанием прибора и истинным (действительным) значением измеряемой величины.

При анализе измерений сравнивают истинные значения физических величин с результатами измерений. Отклонение результатов измерений (X) от истинного значения измеряемой величины ($X_{\text{ИСТ}}$) называют погрешностью измерений (ΔX).

$$\Delta X = X - X_{\text{ИСТ}}. \quad (48)$$

Это теоретическое определение, так как истинное значение величины неизвестно. При метрологических работах вместо истинного значения используют действительное $X_{\text{дейст}}$, соответствующее показаниям эталонов.

$$\Delta X = X - X_{\text{дейст}}. \quad (49)$$

По форме числового выражения погрешности измерений подразделяются на абсолютные и относительные.

Абсолютной называют погрешность измерения, выраженную в тех же единицах, что и измеряемая величина.

Например, 0,25В; 0,006 мм и т.д. Абсолютная погрешность определяется по формулам (48) и (49). Практического применения абсолютные погрешности не имеют. Например, по образцовому вольтметру сравнивали показания двух рабочих вольтметров. Измеряли напряжение 10 В и получили погрешность 0,4 В, а другим — измеряли напряжение 1000 В и получили погрешность 10 В. На первый взгляд более точным кажется первый вольтметр, так как у него меньшая погрешность. Однако достоверную оценку приборов можно получить, используя относительную погрешность.

Относительная погрешность δ , равна отношению абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой:

$$\delta = (\Delta X / X_{\text{дейст}}) \cdot 100\%. \quad (50)$$

Определим относительную погрешность вольтметров предыдущего примера: для первого вольтметра $\delta = (0,4/10) \cdot 100\% = 4\%$, а для второго вольтметра $\delta = (10/1000) \cdot 100\% = 1\%$.

Как видно из примеров, меньшей относительной погрешностью обладает второй вольтметр.

Погрешности измерений обычно классифицируют по причинам их возникновения и по видам погрешностей.

В зависимости от причин возникновения выделяют следующие погрешности измерений.

Погрешность метода – это составляющая погрешности измерения, являющаяся следствием несовершенства метода измерений.

Суммарная погрешность метода измерения определяется совокупностью погрешностей отдельных его составляющих (погрешности показаний прибора и блока концевых мер, погрешности, вызванные изменением температурных условий, и т.п.).

Погрешность отсчета – это составляющая погрешности измерения, являющаяся следствием недостаточно точного отсчета показаний средства измерений и зависящая от индивидуальных способностей наблюдателя.

Погрешность отсчета можно разделить на две составляющие: погрешность интерполяции и погрешность от параллакса.

Погрешность интерполяции при отсчитывании происходит от недостаточно точной оценки на глаз доли шкалы, соответствующей положению указателя (например, стрелки прибора).

Погрешность от параллакса возникает вследствие визирования (наблюдения) стрелки, расположенной на некотором расстоянии от поверхности шкалы.

Случайные погрешности – составляющие погрешности измерения, изменяющиеся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Случайными являются погрешности, возникающие вследствие нестабильности показаний измерительного прибора, колебаний температурного режима в процессе измерения и т.д.

Эти погрешности нельзя установить заранее, но можно учесть в результате математической обработки данных многократных измерений, изменяющихся случайным образом при измерении одной и той же величины.

К грубым погрешностям относятся случайные погрешности, значительно превосходящие погрешности, ожидаемые при данных условиях измерения.

Причинами, вызывающими грубые погрешности, могут быть, например, неправильный отсчет по шкале прибора, неправильная установка детали в процессе измерения и т.д.

От погрешности измерения зависит точность измерения, которая является качеством измерения и отражает близость его результата к истинному значению измеряемой величины. Высокая точность измерений соответствует малым погрешностям.

Алгоритм выполнения задания

Введением поправок исключают:

– погрешность, возникающую из-за отклонений действительной температуры окружающей среды при измерении от нормальной;

- погрешность, возникающую из-за отклонений атмосферного давления при измерении от нормального;
- погрешность, возникающую из-за отклонений относительной влажности окружающего воздуха при измерении от нормальной;
- погрешность, возникающую из-за отклонений относительной скорости движения внешней среды при измерении от нормальной;
- погрешность, возникающую вследствие искривления светового луча (рефракции);
- погрешность шкалы средства измерения;
- погрешность, возникающую вследствие несовпадения направлений линии измерения и измеряемого размера.

Поправки могут не вноситься, если действительная погрешность измерения не превышает предельной.

Пример. Получен результат измерения длины стальной фермы

$$x_i = 24003 \text{ мм.}$$

Измерение выполнялось 30-метровой линейкой из нержавеющей стали при $t = -20 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\text{При этом } \alpha_1 = 20,5 \cdot 10^{-6}, \alpha_2 = 12,5 \cdot 10^{-6}, t_1 = t_2 = -20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\delta\chi_{\text{cor},t} = -24003 [20,5 \cdot 10^{-6} (-20 - 20) - 12,5 \cdot 10^{-6} (-20 - 20)] \approx 7,7 \text{ мм.}$$

Действительную длину x_i фермы с учетом поправки на температуру окружающей среды следует принять равной

$$x_i + \delta\chi_{\text{cor},t} = 24003 + 7,7 = 24010,7 \text{ мм}$$

Не учитываемые погрешности измерений приводят к недостоверным результатам. Например, при контроле продукции, параметры качества которой находятся близко к границе допускаемых значений, из-за погрешностей измерений часть годных изделий может быть забракована, а бракованные изделия могут быть приняты как годные.

Задание 1. Произвести трехкратные измерения одного и того же предмета на электронных весах.

Задание 2. Определить абсолютную и относительную погрешности при измерениях.

Задание 3. Запишите алгоритм вычислений с помощью формул.

Практическое занятие 36

Способы определения потерь полезного ископаемого

Цель занятия: научиться применять на практике полученные знания по определению потерь полезного ископаемого.

Алгоритм выполнения задания:

1. Эксплуатационные потери f_3 складываются из потерь в подошве, при зачистке и в бортах карьера. Потери при зачистке:

$$f_{\text{з}}^3 = \frac{V_{\text{з}}}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\%, \frac{V_{\text{з}}}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\%, \quad (51)$$

где объем потерь полезного ископаемого при зачистке,
 V – объем полезного ископаемого в контурах карьера, $V = m^3 = h^3 \cdot S_{\text{к}}$,
 где h^3 – толщина потерь полезного ископаемого при зачистке,
 $h^3 = 0,25 \text{ м}$, $S_{\text{к}}$ – площадь карьера в контурах подсчета запасов,
 $S_{\text{к}} = m = 0,25^2 = 171587,5 \text{ м}^2$,

$$f_{\text{з}}^3 = \frac{171587,5}{14771729,32} \cdot 100\% = 1,16\% \quad \frac{171587,5}{14771729,32} \cdot 100\% = 1,16\% \quad (52)$$

2. Эксплуатационные потери в подошве f

$$f = \frac{h^n \cdot (S_{\text{к}} - S'')}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\%, \frac{h^n \cdot (S_{\text{к}} - S'')}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\%, \quad (53)$$

где h^n – толщина потерь полезного ископаемого в подошве,
 $h^n = 0,3 \text{ м}$. $S = B_{\text{понижу}} \cdot P = 39 \cdot 3694 = 144066 \text{ м}^2$;
 P – периметр месторождения. $P = 3694 \text{ м}$,

$$f_{\text{з}}^n = \frac{0,3 \cdot (686350 - 144066)}{14771729,32} \cdot 100\% = 1,1\% \quad f_{\text{з}}^n = \frac{0,3 \cdot (686350 - 144066)}{14771729,32} \cdot 100\% = 1,1\% \quad (54)$$

3. Потери в бортах при внутренней разбортовке определяется объемом полезного ископаемого, оставляемого в бортах, тогда:

$$f_{\text{з}}^{\text{б}} = \frac{V_{\text{нш}}^{\text{б}}}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\% = \frac{B_{\text{понижу}} \cdot h_{\text{нш}}^{\text{б}} \cdot 0,5 \cdot P}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\% \quad \frac{44,7 \cdot 21,78 \cdot 0,5 \cdot 3694}{14771729,32} \cdot 100\% = 10,5\% \quad (55)$$

$$\frac{V_{\text{нш}}^{\text{б}}}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\% = \frac{B_{\text{понижу}} \cdot h_{\text{нш}}^{\text{б}} \cdot 0,5 \cdot P}{V_{\text{нр}}} \cdot 100\% \quad \frac{44,7 \cdot 21,78 \cdot 0,5 \cdot 3694}{14771729,32} \cdot 100\% = 10,5\% \quad (56)$$

Потери отделенного от массива полезного ископаемого $f_{\text{м}}$ складываются из потерь при транспортировке, разгрузке и перегрузках. Принимаем $f_{\text{м}} = 0,4\%$. Эти потери уже учтены при расчете необходимой производительности карьера $P'_{\text{к}}$.

Практическое занятие 37

Определение показателей извлечения

Цель занятия: научиться применять на практике полученные знания по определению показателей извлечения ГП.

Краткое теоретическое описание

Показатели извлечения руды для каждого предприятия нормируются, поэтому полученные на производстве потери и разубоживание относятся к

отчетным показателям, по которым контролируют правильность ведения горных работ.

Учитывает потери и разубоживание геолого-маркшейдерская служба. Учет ведется по этажу, участку, блоку, слою за сутки, неделю, декаду, месяц. Учетные единицы устанавливаются свои для каждого рудника в зависимости от горно-геологических условий, системы разработки и т. д.

Качество рудной массы (содержание в ней полезных компонентов, а иногда и полезных или вредных примесей) с точки зрения переработки ее периодически контролирует служба отдела технического контроля (ОТК). Наряду с проверками, выполненными по тем же методикам, что и геолого-маркшейдерской службой рудника, служба ОТК регулярно производит контрольные анализы на обогатительной фабрике, опробуя хвосты, промпродукты и концентраты. Составляется баланс металла на стадии обогащения, из которого видно, сколько рудной массы и с каким содержанием металла (а следовательно, и сколько металла) получено от рудника. С этими данными сравнивают сведения, поступившие от рудника, и в случае необходимости корректируют их.

Существуют прямые и косвенные методы определения фактических показателей извлечения руды.

При прямых методах замеряют количество теряемой руды и засоривших ее пород. Прямые методы в принципе более точны и применяются везде, где возможно, если единственным источником разубоживания является засорение руды.

При косвенных методах замеряют количество и качество обрабатываемых запасов и получаемой рудной массы; затем рассчитывают потери и разубоживание по формулам, в которые входят замеряемые показатели.

Алгоритм выполнения задания

Показатели извлечения руды для каждого предприятия обязательно нормируются. Поэтому полученные на производстве Π и R относятся к отчетным показателям, по которым контролируют правильность ведения горных работ.

Потери руды можно определять прямым методом:

При прямых методах потери и разубоживание руды (рисунок 71) устанавливаются непосредственно замером их по составляющим источникам.

По каждому виду потерь замеряются величины Π и a_{Π} , а по засорению замеряются B и b .

При этом количество руды, потерянной в связи с неполнотой отбойки, находят по геолого-маркшейдерской документации путем сравнения контуров, а содержание металла определяют опробованием.

Обеспечить указанные замеры можно лишь при наличии безопасного доступа людей в очистное пространство. Изыскиваются более совершенные методы (лазеры, эхолокационные и др.)

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot a_{\text{к}} - B \cdot b}{B \cdot c} \quad (57)$$

где $i=1,2,\dots,n$ – индексы видов потерь;

Π_i – непосредственно замеряемое количество теряемых запасов в i -м виде потерь, т;

$a_{\text{к}}$ – содержание в i -м виде потерь, % или г/т.

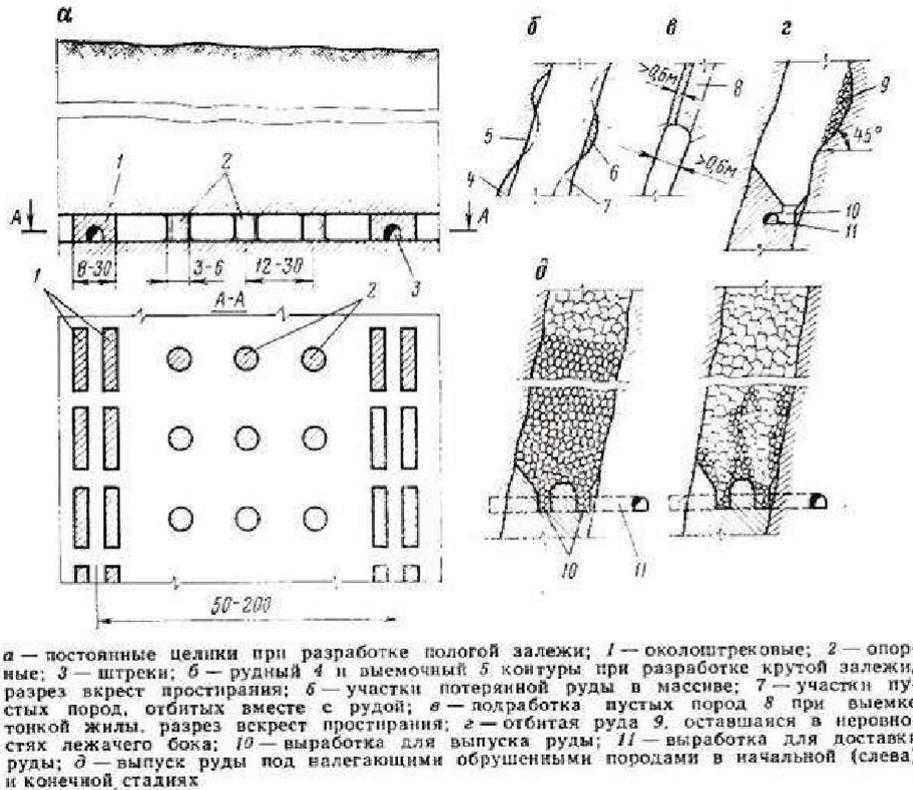


Рисунок 71 – Схема, объясняющая образование потерь и разубоживание руд

В случае, когда содержание металла в различных видах потерь мало отличается от среднего содержания металла в балансовых запасах, т. е. когда $a_{\text{к}} \approx \text{const} = c$ пользуются выражением

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i \cdot c - B \cdot b}{B \cdot c} \quad (58)$$

Если при этом $b=0$, то $\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n \Pi_i}{B}$ (59)

Разубоживание можно определять прямым методом лишь тогда, если источникам разубоживания является засорения руды и при этом количество пород, засоривших руду, поддается замеру.

В этих случаях содержание металла в рудной массе

$$\alpha = \frac{B \cdot c - \Pi a_{\text{к}} + B \cdot b}{B - \Pi + B} \quad (60)$$

Отсюда разубоживание за счет засорения

$$p = 1 - \frac{B * c - Pa_0 + B * b}{(B - П + B) * c} \quad (61)$$

При $b=0$

$$p = 1 - \frac{B - П}{B - П + B} = p_2 \quad (62)$$

Сравнение: Косвенные методы менее точны. Для повышения точности метода необходимо повысить точность замеров (ошибка относительная $\pm 2 \div 3\%$), а на практике замеряют с ошибкой $\pm 10 \div 15\%$. Отсюда ошибка метода – до 30-40 %.

Методы замеров исходных величин следующие. Балансовые запасы подсчитывают по геолого-маркшейдерской документации.

Полученные объемы руды пересчитывают на тоннаж через среднюю плотность в массе.

Количество рудной массы определяют весовым методом или по количеству вагонеток в околоствольном дворе. Содержание полезных компонентов в балансовых запасах находят опробованием массива руды при проведении подготовительно-нарезных выработок и скважин.

Применяют геофизические методы опробования – радиометрический, магнитометрический и т.д., химический метод – с анализом в химлаборатории.

Для руд радиоактивных, железных, медно-никелевых, свинцовых, полиметаллических, апатитнефелиновых все шире применяют радиометрическое опробование ($\gamma - \gamma$ метод) массива, скважин, отбитой руды. Этот метод применяют для ориентировочной оценки. Однако на ряду рудников он стал основным. Данный метод сократил продолжительность от нескольких суток до минут. На рудниках Горной Шории и др. разрабатывающих магнетитовые руды, применяются рудничные измерители магнитной восприимчивости РИМВ-1 для опробования руды на стенках выработок и скважин, в рудоспусках и вагонах.

Содержание металла в рудной массе (a) определяют опробованием в вагонах. Пробы берут на поверхности вагонеток «конвертом» по 0,25-0,5 кг. В каждой вагонетке имеется бирка, с какого блока и когда погружена руда. Пробу сортируют по бокам и направляют на химический анализ. Можно применять радиометрический метод.

Несмотря на большую погрешность, метод применяется широко, а иногда становится единственным.

Практическое занятие 38

Заполнение форм отчетности по определению потерь и учету движения запасов

Цель занятия: научиться заполнять формы отчетности по определению потерь и учёту движения запасов.

Для повышения эффективности выполнения практических занятий каждый студент должен заранее готовиться к очередной работе.

Подготовка к работе складывается из освоения теоретического материала, относящегося к работе, изучения цели и содержания практической работы. Практические работы выполняются на занятии каждым студентом индивидуально. По результатам выполненной практической работы каждый студент получает дифференцированную оценку. Небрежно оформленные отчеты не принимаются. Результаты выполнения работы оформляются в отдельной тетради или с обратной стороны тетради, где записывается теоретический материал по данной дисциплине.

Оформление каждой практической работы:

1. Название работы.
2. Дата выполнения работы.
3. Цель работы.
4. Краткий теоретический материал
5. Выполнение работы согласно алгоритму.

При необходимости (если предусмотрено заданием практической работы) оформление чертежей происходит согласно ГОСТ Р 21.1101-2013, Системе проектной документации для строительства (СПДС), Основным требованиям к проектной и рабочей документации (с Поправкой).

Содержание

Правила выполнения работы на практических занятиях	3
Перечень практических занятий	4
Практическое занятие 1	5
Практическое занятие 2	8
Практическое занятие 3	9
Практическое занятие 4	11
Практическое занятие 5	12
Практическое занятие 6	15
Практическое занятие 7	18
Практическое занятие 8	21
Практическое занятие 9	23
Практическое занятие 10	25
Практическое занятие 11	30
Практическое занятие 12	35
Практическое занятие 13	35
Практическое занятие 14	41
Практическое занятие 15	43
Практическое занятие 16	45
Практическое занятие 17	52
Практическое занятие 18	54
Практическое занятие 19	54
Практическое занятие 20	58
Практическое занятие 21	62
Практическое занятие 22	65
Практическое занятие 23	65
Практическое занятие 24	70
Практическое занятие 25	71
Практическое занятие 26	73
Практическое занятие 27	74
Практическое занятие 28	75
Практическое занятие 29	78
Практическое занятие 30	79
Практическое занятие 31	79
Практическое занятие 32	80
Практическое занятие 33	82
Практическое занятие 34	84
Практическое занятие 35	88
Практическое занятие 36	90
Практическое занятие 37	91
Практическое занятие 38	95