

БАЗОВЫЙ (опорный) конспект

По предмету: «Структурная геология и геологическое
картографирование»

Для специальности:

0704000 «Геофизические методы поиска и разведки месторождений
полезных ископаемых»

Подготовлен преподавателем:

 Махмутовой Ю.С.

Рассмотрены на заседании ГР ПЦК.

Протокол № 8 от «11»

01 2013 г.

Председатель ПЦК

 Москальцева М.С.

г. Семей

Базовый (опорный) конспект составлен в соответствии с рабочим учебным планом, утвержденным в 2009 году, и рабочими учебными программами, утвержденными в 2011 году.

Рекомендованы учебной частью для использования.



Зам. директора по УР

Савушкіна Е.В.

Общее количество часов на предмет: 70 часов

В том числе:

I семестр _____

II семестр _____

III семестр _____

IV семестр _____

V семестр 70

VI семестр _____

VII семестр _____

Количество обязательных контрольных работ: 1 в V семестре.

Итоговый контроль: Обязательная контрольная работа, зачет
(ОКР., зачет, экзамен)

Тематический план и содержание дисциплины

Тематический план дисциплины

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество учебного времени при очной форме обучения (час)	
		Специалист среднего звена	
		0704000	
		всего	Практические занятия
1	2	3	4
1	Раздел 1 Тема 1.1. Геологическая карта и другие виды графики	5	4
2	Тема 1.2 Классификация структурных форм геологических тел	1	
3	Раздел 2. Тема 2.1. Слоистая структура в земной коре	2	
4	Тема 2.2. Структуры согласного и несогласного залегания горных пород	4	2
5	Тема 2.3. Горизонтальное залегание слоёв	4	2
6	Тема 2.4. Наклонное залегание слоёв	6	4
7	Тема 2.5. Складчатые нарушения горных пород	6	4
8	Тема 2.6. Разрывные нарушения	6	4
9	Тема 2.7. Трещины в горных породах	3	2
10	Тема 2.8. Нетектонические дислокации и другие формы залегания	3	2
11	Тема 2.9. Формы залегания интрузивных пород	4	2
12	Тема 2.10. Формы залегания эффузивных пород	4	2
13	Тема 2.11. Формы залегания метаморфических пород	4	2
14	Тема 2.12. Основные структурные элементы земной коры	1	
15	Тема 2.13. Общий анализ геологического строения региона по карте	5	4
16	Раздел 3. Тема 3.1. Задачи и виды геологического картирования	3	2
17	Тема 3.2. Аэро-космические методы	3	2
18	Тема 3.3. Подготовительный период геологической съёмки	1	
19.	Тема 3.4. Полевой период геологической съёмки	3	2
20	Тема 3.5. Камеральный период	1	
21	Тема 3.6. Современные проблемы региональных исследований	1	
22	Итого	70	40

Оглавление

Раздел №1.

Урок № 1.

Тема: Геологическая карта и другие виды графики. Классификация структурных форм геологических тел..... 7

Раздел №2.

Урок № 2.

Тема: Слоистая структура в земной коре.....10

Урок № 3.

Тема: Структуры согласного и несогласного залегания горных пород..... 15

Урок № 4.

Тема: Горизонтальное залегание слоев. Наклонное залегание слоев и его характеристика..... 17

Урок № 5.

Тема: Складчатые нарушения горных пород..... 24

Урок № 6.

Тема: Разрывные нарушения в горных породах..... 29

Урок № 7.

Тема: Трещины в горных породах. Нетектонические дислокации и другие формы залегания..... 36

Урок № 8.

Тема: Формы залегания интрузивных пород. Формы залегания эффузивных пород..... 44

Урок № 9.

Тема: Формы залегания метаморфических пород.....53

Урок № 10.

Тема: Основные структурные элементы земной коры. Общий анализ геологического строения по карте..... 55

Раздел №3.

Урок № 11.

Тема: Задачи и виды геологического картирования. Аэро-космические методы..... 58

Урок № 12.

Тема: Подготовительный период геологической съемки. Полевой период геологической съемки.....65

Урок № 13.

Тема: Камеральный период. Современные проблемы региональных исследований..... 70

Практические занятия.

Урок № 1.

Тема: Знакомство с разнообразными геологическими картами и их оформлением. Построение топографического профиля по геологической карте масштаба 1:10000 по 1:50000. 73

Урок № 2.

Тема: Знакомство с разнообразными геологическими картами и их оформлением. Построение топографического профиля по геологической карте масштаба 1:10000 по 1:50000	73
Урок № 3.	
Тема: Построение геологического разреза с согласным и несогласным залеганием слоев	75
Урок № 4.	
Тема: Составление геологической карты с горизонтальным залеганием на топографической основе (1:1000 - 1:1000) с указанием выходов 5-6 слоев или по данным бурения.....	76
Урок № 5.	
Тема: Измерение элементов залегания наклонного слоя горным компасом на моделях.	78
Урок № 6.	
Тема: Измерение элементов залегания наклонного слоя горным компасом на моделях.	78
Урок № 7.	
Тема: Определение по карте количества, типа складок и мощности слоя на крыле складки.....	80
Урок № 8.	
Тема: Определение по карте количества, типа складок и мощности слоя на крыле складки.....	80
Урок № 9.	
Тема: Построение разреза по геологической карте через разрывное смещение...81	
Урок № 10.	
Тема: Построение разреза по геологической карте через разрывное смещение.. 81	
Урок № 11.	
Тема: Построение розы-диаграммы трещин и нанесение полученных усредненных данных на бланковую карту.....	82
Урок № 12.	
Тема: Построение разреза по геологической карте с изображением интрузий.....	82
Урок № 13.	
Тема: Работа с геологической картой района распространения вулканогенно- осадочных серий.....	83
Урок № 14.	
Тема: Работа с геологической картой района распространения магматических и метаморфических пород.	83
Урок № 15.	
Тема: Установление по геологической карте количества структурных этажей, последовательности отложений морфологических типов геологических структур	83
Урок № 16.	
Тема: Установление по геологической карте количества структурных этажей, последовательности отложений морфологических типов геологических структур	83
Урок № 17.	

Тема: Работа с картами разных масштабов, отображающих один и тот же район исследования.....	83
Урок № 18.	
Тема: Просмотр аэрофотоснимков под стереоскопом.....	83
Урок № 19.	
Тема: Разбор карты фактического материала.....	84
Урок № 20.	
Тема: Разбор карты фактического материала.....	84
Список использованной литературы.....	84

Раздел 1.

Урок № 1.

Тема: Геологическая карта и другие виды графики.

Классификация структурных форм геологических тел.

План урока:

1. Геологическая карта.
2. Типы геологических карт.
3. Виды геологических карт.
4. Классификация структурных форм геологических тел.

1- Геологическая карта и другие виды графики.

Геологическая карта представляет собой изображение на **топооснове** с помощью условных знаков распространения и условий залегания горных пород на земной поверхности, разделенных по возрасту и составу.

Важнейшее значение при составлении геологических карт имеют стратиграфия, структурная геология, геотектоника, историческая геология, минералогия, петрография, геофизика и учение о полезных ископаемых.

С помощью геологических карт могут быть сделаны выводы о формировании земной коры и закономерностях распространения полезных ископаемых.

Качество геологической карты зависит кроме прочих (точность и добросовестность) и от топографической основы. С увеличением масштаба и увеличением точности топоосновы более полной и детальной должна быть и геологическая карта.

Геологическая карта – итог коллективного труда, при котором высоких результатов можно достичь, когда каждый и все вместе работают качественно

Типы геологических карт

Различают:

- 1) геологические карты;
- 2) карты четвертичных отложений;
- 3) геоморфологические карты;
- 4) литологические карты;
- 5) тектонические карты;
- 6) гидрогеологические карты;
- 7) инженерно-геологические карты;
- 8) карта полезных ископаемых;
- 9) карты прогнозов по отдельным видам минерального сырья и т.д.

Геологические карты. Так как на поверхности Земли широко развиты четвертичные отложения, чтобы карта была более информативной их с карты снимают, кроме тех случаев, когда четвертичные отложения являются

ценным сырьем, или в них содержится что-то полезное, или они имеют большую мощность, особенно вдоль крупных рек.

На **геологических картах** с помощью цвета, штриховки, буквенных, цифровых и других условных знаков показывают возраст состав и происхождение горных пород, условия их залегания, характер границ между отдельными комплексами.

Различают три основных **вида условных знаков: цветовые, штриховые, буквенные и цифровые.**

Цветовые обозначают возраст осадочных, вулканогенных и метаморфических пород. Для интрузивных пород – это состав пород.

Штриховка – состав пород, иногда – возраст (когда карты одноцветные).

Буквенные и цифровые обозначения (**индексы**) служат для обозначения возраста и происхождения, состав интрузивных пород также обозначается буквами.

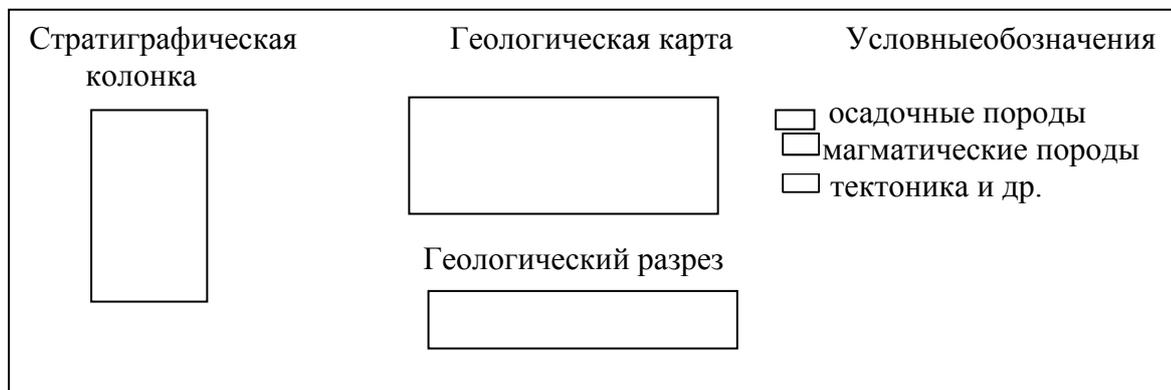


Рис. Последовательность расположения геологических материалов.

Карты четвертичных отложений. На них все коренные породы показываются одним цветом (фиолетовым) без расчленения, с указанием их возраста и ...

Четвертичные отложения на картах должны быть разделены по генезису, возрасту, приводятся данные о мощностях, палеогеографические характеристики стратиграфических подразделений.

Литологические карты. Обычно бывают масштаба 1:50000 и крупнее. На фоне окраски (возраст пород) штрихами изображается состав пород.

Тектонические карты. На них условными знаками изображаются формы залегания, время и условия образования структурных категорий земной коры. Они делятся на **общие (сводные), региональные и детальные.**

Гидрогеологические карты отражают водоносные свойства горных пород: их водообильность, условия распространения, залегания, химическую характеристику и другие свойства подземных вод. Основой для гидрогеологической карты является геологическая карта, на которой горные породы объединены в комплексы с одинаковой водоносностью.

Геоморфологические карты. На них условными штрихами и цветом изображаются основные типы рельефа и его отдельные элементы с учетом их

происхождения и возраста. При составлении геоморфологической карты помимо полевых наблюдений учитываются топокарта, аэрофото- и космофотоснимки, а также карта четвертичных отложений.

На **инженерно-геологических картах** изображаются инженерно-геологические условия местности, показывающие возможность строительства на ней тех или иных сооружений или её хозяйственного использования. Здесь отмечаются физические свойства горных пород, пористость, проницаемость, устойчивость и др.

На **карте полезных ископаемых** условными знаками различной формы и цвета указываются все сведения о полезных ископаемых. Основой служит геологическая карта. Изображаемые на карте полезные ископаемые делятся на горючие, металлические, неметаллические и т.д. (для каждого выделяют – крупные, средние, мелкие месторождения, проявления, точки ...).

Карты закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых отражают результаты металлогенического анализа и синтеза всех геологических данных по данной территории и являются основой дальнейших поисковых и геологоразведочных работ.

Виды геологических карт

В зависимости от масштаба геологические карты делятся на:

- 1. Обзорные**
- 2. Мелкомасштабные**
- 3. Среднемасштабные**
- 4. Крупномасштабные**
- 5. Детальные.**

1. Обзорные карты М 1:1000000 и мельче. Изображены общие черты геологического строения отдельных регионов, государств, континентов. Составляются путем обобщения более крупномасштабных карт с применением дистанционных и геофизических исследований.

2. Мелкомасштабные карты М 1:1000000 и 1:500000 дают представление о геологическом строении и закономерностях распространения полезных ископаемых обширной территории и отдельных государств. Топооснова сильно упрощена, сохраняются крупные реки, населенные пункты, очертания водоемов. Сопровождаются объяснительной запиской к каждому листу.

3. Среднемасштабные карты М 1:200000 – 1:100000 составляются в рамках листов международной номенклатуры. Передают основные черты геологического строения данной территории, МПИ, дают прогнозную оценку. На топооснове разрежена сеть горизонталей. Сопровождаются стратиграфической колонкой, разрезами и объяснительной запиской.

4. Крупномасштабные карты М 1:50000 – 1:25000 составляются полистно на точных топоосновах с подробным изображением геологического строения районов, должны дать возможность составить ясное представление

о глубинном строении территории. Карты М 1:50000 сопровождаются стратиграфической колонкой и разрезами. Для группы смежных листов со сходными чертами строения составляется общая объяснительная записка.

5. Детальные геологические карты М 1:25000 и крупнее и составляются на специальных топоосновах. Это геологическая карта района, участка или месторождения.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите виды геологических карт по масштабу?
2. Перечислите виды геологических карт по назначению?
3. Какие масштабы топографических карт вы знаете?
4. Что такое номенклатура карт?
5. Как составляется стратиграфическая колонка?
6. Виды условных знаков для геологических карт?
7. Что является основным объектом изучения структурной геологии?
8. Что такое земная кора, литосфера, тектоносфера, астеносфера?
9. Каковы методы структурной геологии?
10. Какие виды деформаций вы знаете?
11. Какие методы изучения структурных форм вы знаете?

Раздел 2.

Урок № 2.

Тема: Слоистая структура в земной коре

План урока:

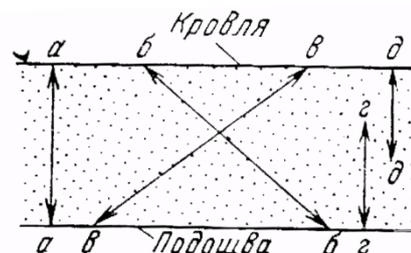
1. Слой.
2. Формы слоистости (форма и мощность слоев).
3. Генетические типы слоистости.
4. Строение поверхностей наслоения.
5. Взаимоотношение слоистых толщ.

2- Слоистая структура в земной коре.

Слоем называют однородный первично обособленный осадок (горная порода), ограниченный поверхностями наслоения.

Пласт – тоже самое только этот термин применяется для обозначения слоев содержащих полезные ископаемые, например, каменный уголь, известняки, гематит и т.д. Однородность слоев может быть выражена в составе, окраске, текстуре, присутствии одинаковых включений или окаменелостей.

Слоистостью называют чередование слоев в разрезе. Это проявление неоднородности в толще осадочных пород, которое указывает на изменение условий осадконакопления. **Слоистость** – самое характерное и важное свойство осадочных пород.



Слоистость позволяет сопоставлять стратиграфические разрезы, определять направление и амплитуду вертикальных тектонических движений, вести поиски и прослеживать рудные залежи, скопления нефти, воды и др.

Элементы слоя

1. Верхняя поверхность – кровля
2. Нижняя поверхность – подошва
3. Истинная мощность – расстояние от подошвы до кровли
4. Видимая мощность (по склону)/
5. Неполная мощность (когда не весь слой обнажается).

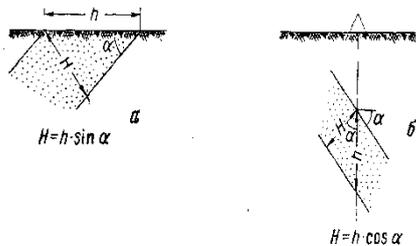
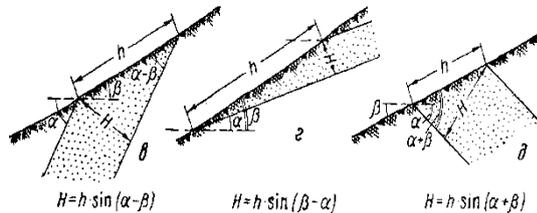


Рис.. Различные виды мощности слоя (пласта)

aa - истинная мощность; бб, вв - видимая мощность; ee, dd - неполная мощность



Определение (измерение) мощности

a – видимая мощность
 α - угол падения пласта
 m – истинная мощность

$$m = a \cdot \sin \alpha$$

β - угол наклона склона
 α - угол наклона пласта

$$m = a \cdot \sin(\beta - \alpha)$$

α - угол наклона пласта
 β - угол наклона склона

$$m = a \cdot \sin(\alpha - \beta)$$

Формы слоистости (форма и мощность слоев)

1. **Параллельная слоистость** наблюдается, когда поверхность наслоения плоски и параллельны друг другу. Она характерна для глубоководных отложений.

2. **Волнистая слоистость** наблюдается, когда поверхности волнистые, но параллельны. Она характерна для береговой зоны (приливы, отливы).

3. **Косой слоистостью** (слойчатость по Н.Б. Вассоевичу) называется слоистость с прямолинейными и криволинейными поверхностями наслоения, под различными углами которых внутри слоя располагается мелкая слоистость. Континентальные песчаные отложения образуются при движении среды (морское течение).

4. **Линзовидная слоистость** характеризуется быстрым изменением мощности. Она характерна для мелководья в движущейся среде.

Генетические типы слоистости

1. Градационная слоистость наблюдается, когда процесс осадконакопления происходил в водной среде. Характерна смена в вертикальном разрезе слоев с уменьшением зерен терригенного материала. Например, крупно-, средне- и мелкозернистый песчаник, алевролит, аргиллит или наоборот.

2. Седиментационная слоистость формируется в спокойной водной среде, ниже уровня действия волн, образуются тонко- и мелкообломочные породы, а также хомогенные породы.

3. Косая слоистость формируется при движениях среды. Различают речные и морские (дельтовые), эоловые слоистости.

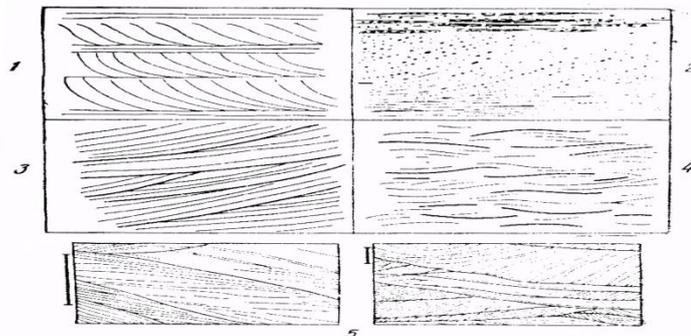


Рис. Различный типы косой слоистости: 1 - косая слоистость речных потоков; 2 - дельтовая косая слоистость; 3 - косая слоистость в морских отложениях; 4 - косая слоистость мелководья; 5 - эоловая косая слоистость

4. Турбидитная слоистость образуется в пределах действия морских придонных течений, характеризуется появлением крупнообломочного материала на больших глубинах вдали от прибрежных зон.

5. Слоистость подводных оползней образуется при нарушении гравитационной устойчивости. Свойственна глинистым массивам с брекчиевой текстурой с обломками известняков, песчаников, кварцитов.

Олистостромы – обвальные, перемешанные в результате оползания по морскому дну породы; большие обломки (> 5 м) называются **олистолитами**.

6. Слоистость взламывания. На крутых участках морского дна образуются твердые, но хрупкие породы (кремнистые известняки, песчаники, яшмы и т.д.), которые оползают и при этом ломаются. При непрерывном осадконакоплении в глинистую, карбонатную или другую массу такие обломки придают слоям вид брекчий.

Строение поверхностей наслоения

Особенности строения помогают выяснить происхождение и условия залегания осадочных толщ. На поверхности наслоения можно видеть элементы микрорельефа:

1. Ископаемые знаки ряби (по условиям образования):

- а) ветровая рябь
- б) рябь течения
- в) волновая рябь

2. **Первичные трещины** – трещины, сохранившиеся на поверхности слоев, имеют различное происхождение: трещины высыхания, подводные и мерзлотные трещины; заполнены инородным материалом, образующим на поверхности наслоения валики и рубцы.

3. **Следы движения организмов** (следы ползания крабов, червей и т.д.).

4. **Флишевые иероглифы (гиероглифы)** – следы ползания илоедов, оплывины и борозды размыва; они развиваются на еще не затвердевшей поверхности илистого осадка. При накоплении следующего слоя образовавшиеся неровности отпечатываются на его нижней поверхности. Это негативные отпечатки – иероглифы.

Флиш – ритмичное чередование пород в вертикальном разрезе. Ритм состоит из нескольких разновидностей слоев – элементов. Каждый ритм в кровле и подошве отделяется поверхностью явного или скрытого размыва. Снизу вверх состав элементов ритма меняется от грубообломочного к мелкообломочному и завершается карбонатными породами.

Взаимоотношение слоистых толщ

По характеру связи между слоями и отношению их к более древнему основанию выделяются три различных типа залегания осадочных горных пород:

1. **Трансгрессивное** формируется в прогибах, при длительном опускании и быстром поднятии пород. Каждый более молодой слой перекрывает более старый.

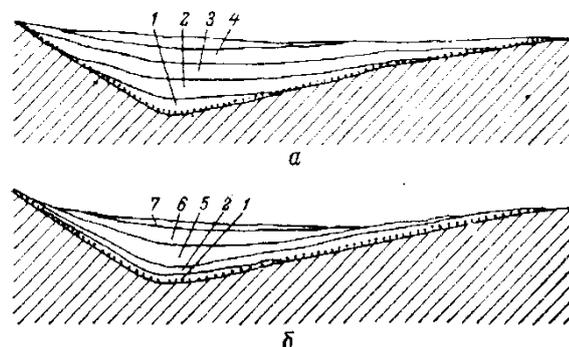
2. **Регрессивное** образуется при последовательном сокращении площадей; характеризуется быстрым опусканием и длительным поднятием пород.

3. **Миграционное** (смещенное) образуется при последовательном смещении области накопления осадков в одном направлении.

При трансгрессии могут образовываться **регрессивные осадки** и наоборот (влияние тектонических подвижек).

Рис. Схема строения трансгрессивного (а, слои 1-4) и регрессивного (б, слои 7-5) комплексов, точечный пунктир - поверхность несогласного залегания.

По М. В. Муратову



Образование слоистых толщ

Существуют два фактора образования слоистости:

1. Смена времен года (сезон, чередование летних и зимних осадков)
2. Колебательные движения земной коры (главная причина)
3. Физико-географическая обстановка
4. Физико-химические процессы

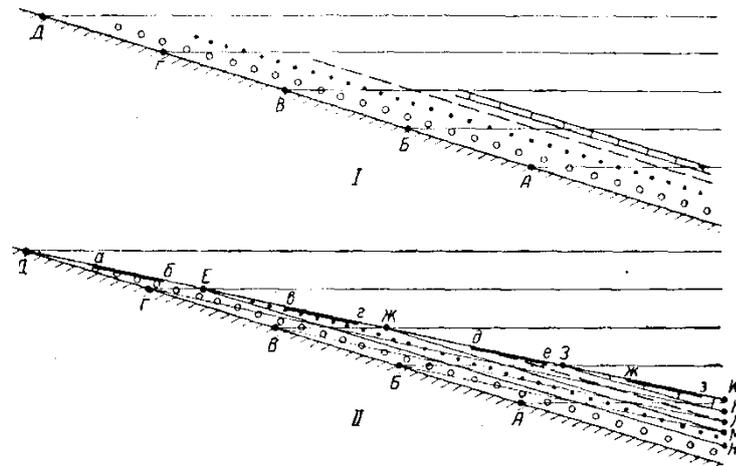


Рис. . Схема образования слоистых толщ. По Н. А. Головкинскому

Из схемы Головкинского следует, что основную роль в образовании слоистых толщ играют вертикальные тектонические движения, смешиваются береговая линия и фациальная зона осадконакопления.

Понятие о стратиграфических и петрографических горизонтах

Стратиграфическим горизонтом называется одновозрастная группа слоев различного состава, связанных постепенными переходами в горизонтальном направлении

Петрографическим – серия одинаковых по составу, но разновозрастных по времени образования .Границы между петрографическими горизонтами представляют собой условные поверхности, имеющие сложное строение (на что впервые обратил внимание А.А. Иностранцев, 1869г).

Контрольные вопросы:

1. Что такое слой и слоистость?
2. Каково значение слоистости при изучении вопросов литологии и стратиграфии?
3. Какие элементы слоя различают и что такое истинная и видимая мощность слоя?
4. Какие формы слоистости различают?
5. Что такое регрессивное и трансгрессивное залегание слоёв залегание ? В чём оно выражается?

Раздел 2.

Урок № 3.

Тема: Структуры согласного и несогласного залегания горных пород.

План урока:

1. Несогласия.
2. Строение поверхностей несогласия.
3. Критерии установления стратиграфического несогласия.

3-Структуры согласного и несогласного залегания горных пород.

Несогласия

Несогласия бывают двух видов:

1. **Стратиграфическое** возникает в результате перерыва в осадконакоплении

2. **Тектоническое** возникает при тектонических перемещениях одних толщ относительно других.

По величине угла несогласия могут быть выделены:

1. **Параллельное** несогласие, когда нет разницы в углах залегания

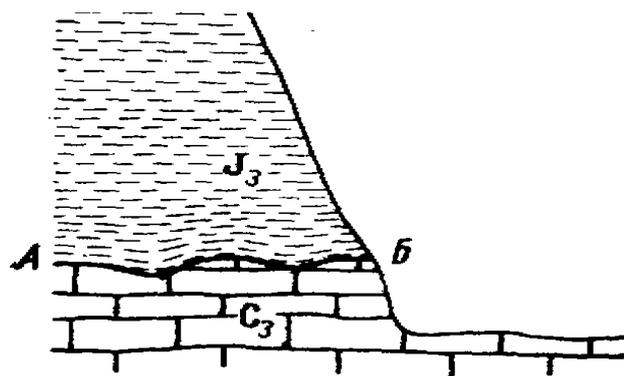
2. **Географическое** несогласие, когда разницы в углах залегания $< 1^\circ$

3. **Угловое** несогласие, когда разница в углах залегания $> 1^\circ$.

Параллельное несогласие выражается стратиграфическим перерывом между сериями слоев, залегающими выше и ниже поверхности несогласия параллельно друг другу. Параллельные несогласия бывают **явные** (открытые) и **скрытые** (в этом случае поверхность несогласия не видна, а о его наличии можно догадываться по таким признакам как, резкая разница в возрасте пород подстилающих и налегающих; наличие базального конгломерата; горизонт коры выветривания; переход морских отложений в континентальные погребенные почвы).

Рис. . Разрез правого берега р. Москвы (окрестности г.Москвы)

C_3 - верхнекаменноугольные известняки; J_3 - верхнеюрские глины; AB - поверхность несогласия



Географическое несогласие вследствие малого угла может быть установлено только при изучении обширных территорий (породы более молодого возраста перекрывают более древние).

Угловое несогласие отчетливо выражено в вертикальных разрезах и на геологических картах.

По площади распространения выделяются **региональные** и **местные** несогласия. По условиям возникновения – **истинные**, **ложные** и **внутриформационные**.

Внутриформационные несогласия включают несогласия, возникающие в результате размыва, происходящего одновременно (сингенетически) с накоплением осадка. Основная роль в этом принадлежит донным течениям. Наблюдаются в основании грубозернистых пород, песчаников и конгломератов, залегающих на тонкозернистых отложениях – глинах, алевролитах.

Строение поверхностей несогласия

Поверхность стратиграфического несогласия может иметь различные формы. Она бывает сильно сглаженной или возможны и резко выраженные неровности древнего рельефа. Накопление осадков на неровной поверхности будет отличаться рядом особенностей, из которых наиболее характерными являются случаи **облегания** и **прилегания**.

Облегание. Мощность слоев в нижней части несогласно залегающей толщи уменьшается над повышениями древнего рельефа и увеличивается над понижениями. Различие мощностей постепенно выравнивается вверх по разрезу.

Прилегание. Характеризуется постепенным заполнением пониженных участков. Различают: 1) **параллельное** и 2) **несогласное** облегание.

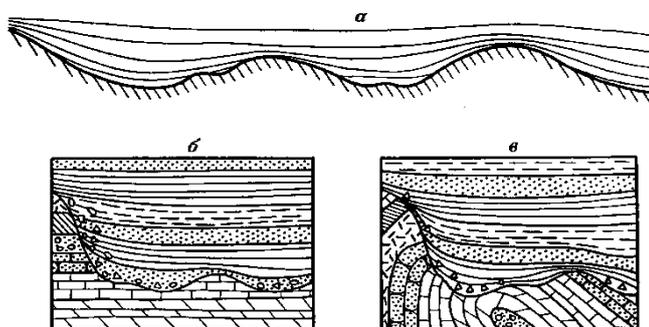


Рис. . Облегание (а) и прилегание:

согласное (б) и несогласное (в)

Критерии установления стратиграфического несогласия

Основными признаками поверхности несогласия, позволяющими отличать её от обычных границ между слоями являются следующие:

1. **Характерное строение поверхности несогласия** – она имеет многочисленные неровности – вымоины и выступы
2. **Угловое несогласие между свитами различного возраста**
3. **Резкий возрастной разрыв по палеонтологическим остаткам** выше и ниже лежащих слоев (на меле залегает юра)
4. **Резкое различие в степени метаморфизма**
5. **Наличие базального конгломерата**
6. **Резкий переход от морских отложений к континентальным и наоборот**
7. **Следы выветривания (физического и химического).**

Пустынный загар на поверхности галек; скопление фосфорита вместе с глауконитом, пиритом и марганцевыми конкрециями; ожелезненные зоны, образующиеся в пустынях при испарении воды на поверхности. Стратиграфические несогласия фиксируют смену знака в направлении вертикальных движений.

Тектонические несогласия

Несогласные залегания между слоями различного возраста и литологического состава могут быть вызваны тектоническими разрывами и перемещениями по ним отдельных блоков горных пород.

Контрольные вопросы:

1. Понятие о согласном и несогласном залегании слоёв.
2. Каковы особенности строения поверхности наслоения?
3. Перечислите критерии установления тектонического несогласия.
5. Какие геофизические методы применяют при изучении несогласий.

Раздел 2.

Урок № 4.

Тема: Горизонтальное залегание слоев. Наклонное залегание слоев и его характеристика.

План урока:

1. Признаки горизонтального залегания.
2. Измерение мощности слоя.
3. Наклонное залегание слоев
4. Элементы залегания.
5. Определение истинной мощности (наклонное залегание).

Горизонтальное залегание слоёв.

Признаки горизонтального залегания слоев

Горизонтальное залегание слоев характеризуется общим горизонтальным или близким к нему расположением поверхности наслоения.

Идеальных горизонтальных поверхностей наслоения в земной коре не встречается. Уже в процессе осадконакопления слои приобретают некоторый наклон. Чаще всего это составляет несколько минут редко до нескольких градусов.

Первичные углы наклона появляются в результате неравномерных вертикальных движений, одновременных с осадконакоплением. Образование первичных наклонов может быть вызвано также неравномерным уплотнением осадков или неровностями поверхностей несогласия.

Толщи осадочных пород с горизонтальным или небольшим наклоном (менее 1°) широко развиты в чехлах Восточно-Европейской и Восточно-Сибирской древних платформ и других областях.

При горизонтальном залегании слоев абсолютные высоты границ между слоями приблизительно одинаковы.

На геологической карте с изображением рельефа границы между слоями или стратиграфическими подразделениями либо совпадут с горизонталями, либо будут им параллельны.

При изучении данных буровых скважин горизонтальное залегание слоев определяется по совпадению высот выбранной границы между слоями не менее чем в трех вертикальных скважинах

Измерение мощности слоя

Истинная мощность (H) при горизонтальном залегании определяется как разница между отметками кровли и подошвы слоя.

При расчлененном рельефе истинная мощность вычисляется по данным измерений **видимой мощности (h)** и **угла наклона поверхности рельефа (α)**.

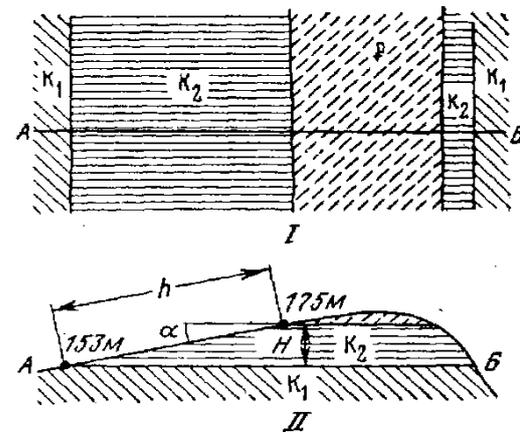


Рис. . Зависимость ширины выхода горизонтально залегающих слоев о рельефа и определение истинной мощности слоя при горизонтальном залегании

I - геологическая карта; II - разрез; h - видимая мощность; H - истинная мощность; α - угол наклона рельефа; 175 м - абсолютная отметка кровли слоя; 153 м - абсолютная отметка подошвы слоя;

$$H = h \sin \alpha; H = 175 - 153 = 22 \text{ м}$$

Ширина выхода слоев на поверхность зависит от мощности и рельефа

Изображение горизонтального залегания слоев на геологической карте

При изображении горизонтального залегания слоев на геологической карте необходимо установить положение границ между слоями на местности и их абсолютные отметки.

При чтении геологической карты, на топооснове которой изогипсы отсутствуют, горизонтальное залегание устанавливается предположительно;

границы между слоями повторяют очертания основных элементов рельефа (в низинах – более древние породы, на водоразделах – молодые).

Контрольные вопросы:

1. Какое залегание слоёв называют первичным, ненарушенным?
2. Каковы признаки горизонтального залегания пород?
3. Что называют видимой мощностью пласта?
4. Как определяют истинную мощность слоя при горизонтальном залегании?

Наклонное залегание слоёв

При наклонном залегании слои на больших пространствах наклонены в одном направлении (примеры: Крым, Северный Кавказ).

Элементы залегания

При наклоне залегания для определения положения поверхностей наложения в пространстве пользуются следующими элементами залегания: **линия простирания, линия падения и угол падения (\angle пад.).**

Линия простирания – линия пересечения поверхности слоя с горизонтальной плоскостью или любая горизонтальная линия на поверхности слоя (Рис.).

Линия падения – вектор, линия перпендикулярная линии простирания, лежащая на поверхности слоя и направленная в сторону его наклона (Рис.).

Угол падения (α) – угол между линией падения и ее проекцией на горизонтальную плоскость.

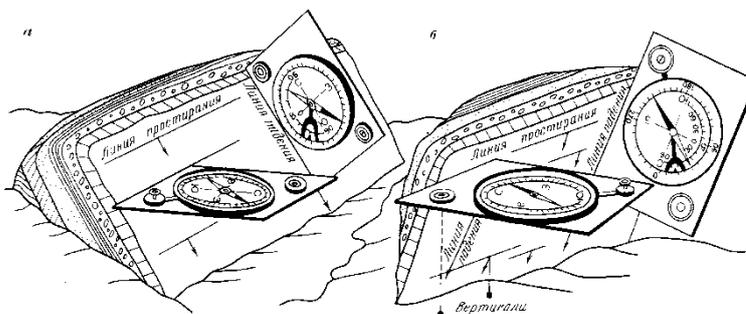


Рис. Определение элементов залегания:

а - при нормальном наклонном положении слоев; *б* - при запрокинутом положении слоев

Азимут простирания имеет два противоположных направления, различающихся на 180^0 , но его принято замерять в северных румбах.

$$\text{Азимут простирания} = \text{Азимут падения} \pm 90^0$$
$$\angle \text{ падения} = 0\text{--}90^0$$

Работа горного компаса

Определяются линии азимута простирания и азимута падения. Для замера азимута простирания к линии простирания компас прикладывают длинной стороной, причем как одной длинной стороной, так и другой (рис.).

Для замера азимута падения компас прикладывают короткой стороной к линии простирания так, чтобы северный конец (О) был направлен в сторону падения слоя и берут отсчет по северному концу стрелки.

Чтобы измерить \angle пад., горный компас прикладывают длинной стороной к линии падения и, держа его в вертикальном положении, берут отсчет по отвесу. Точность отсчетов горным компасом $\approx 2-3^0$. Замеры горным компасом дают углы между данным направлением и магнитным меридианом. Топокарты ориентируются относительно географического меридиана. Магнитный и географический полюса находятся в различных точках.

Угол между направлениями на магнитный и географический полюсы, называется **магнитным склонением**. На территории СНГ магнитное склонение равно $0-30^0$. Магнитное склонение обычно указывается на карте, при этом оно бывает **восточным** и **западным**.

При восточном – к величине прибавляют величину восточного склонения. Часто на компасе устанавливают магнитное склонение; при восточном склонении – отсчет берут по часовой стрелке (например, $5^030'$) при западном – против часовой стрелки, например, $354^030'$). После этого показания компаса будут истинными.

Измерение истинных элементов залегания по данным бурения и видимым наклонам

При определении элементов залегания слоя по буровым скважинам можно воспользоваться слоистостью пород в керне, для чего нужно иметь ориентированный керн. В других случаях при определении элементов залегания необходимы данные по трем скважинам.

Для определения угла падения откладываем в масштабе карты вдоль линии простирания от точки А расстояние, равное превышению точки Б над точкой А, получим угол φ .

Определение элементов пласта по двум видимым замерам при помощи сетки Баумана (см. рис., Михайлов).

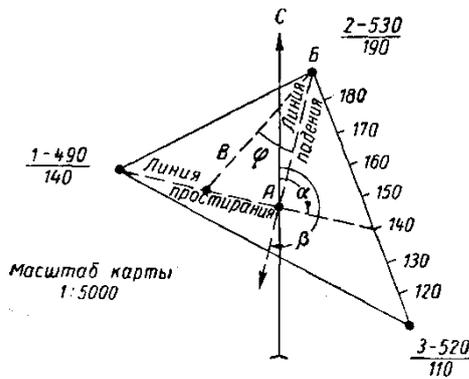


Рис. . Определение элементов залегания по трем вертикальным скважинам

Определение истинной мощности

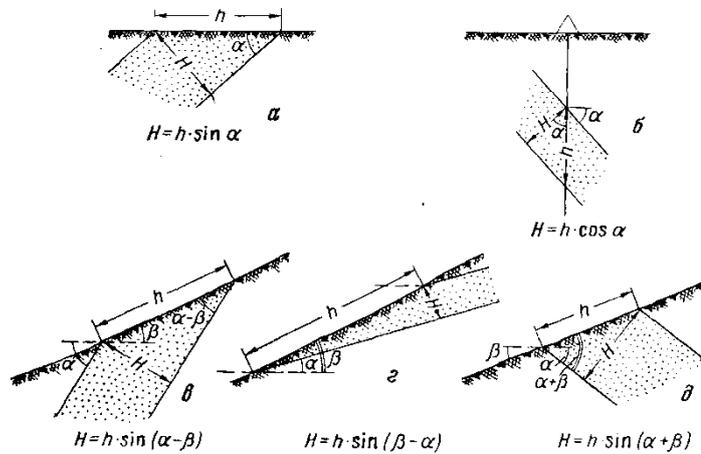
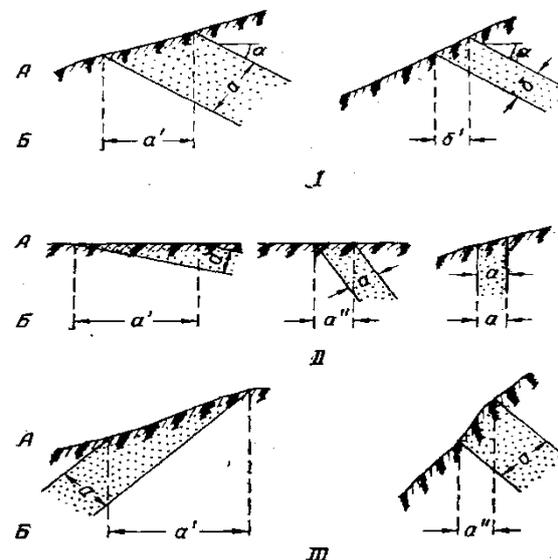


Рис. . Различные случаи определения истинной мощности наклонно залегающих слоев в сечениях, перпендикулярных простиранию слоя
 а - при горизонтальной поверхности рельефа, б - по керну буровой скважины, в - при наклонной поверхности рельефа (слой падает в сторону наклона поверхности рельефа, положе рельефа), г - то же, но слой падает в сторону наклона рельефа, положе рельефа; д - то же, слой падает в сторону, противоположную относительно наклона поверхности рельефа. H - истинная мощность; h - видимая мощность; α - угол падения слоя; β - угол наклона рельефа

Нормальное и опрокинутое залегание

При нормальном залегании кровля слоя располагается выше подошвы, при опрокинутом – кровля ниже подошвы, т.е. молодые образования расположены ниже более древних.



Зависимость ширины и формы выхода слоя на поверхности от его истинной мощности, угла падения и формы рельефа

Чем больше истинная мощность слоя, тем при прочих равных условиях шире его выход на поверхность. Ширина выхода слоя на поверхность зависит от формы рельефа; увеличивается при совпадении угла наклона склона и угла падения пласта.

Рис. . Зависимость ширины выхода наклонно залегающего слоя от истинной мощности (l), угла наклона ($//$) и формы рельефа ($///$)

A — вертикальные разрезы; B — плановые изображения; a , b — истинная мощность; a' , a'' , b' — проекция ширины выхода слоя на горизонтальную плоскость; α — угол падения слоев

Для изображения наклонно залегающего слоя или его кровли, или подошвы на карте пользуются **заложением** (рис.).

Заложением называется проекция отрезка линии падения слоя на горизонтальную плоскость, заключенного между двумя линиями простираения, проведенными по подошве или кровле слоя.

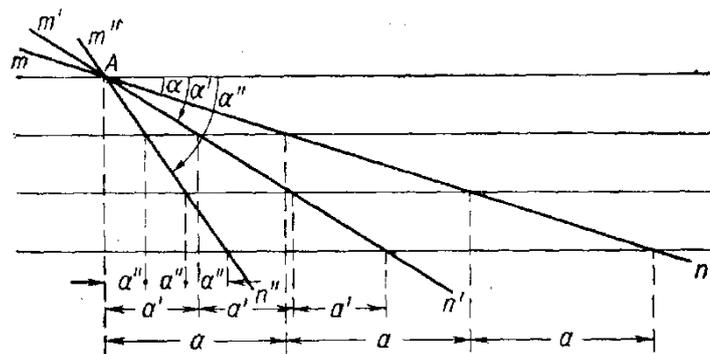


Рис. Изменение величины заложения в зависимости от угла падения слоя mn , $m'n'$, $m''n''$ - кровля или подошва пласта; α , α' , α'' соответствующие углы падения; a , a' , a'' величина заложения

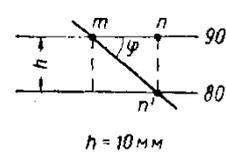
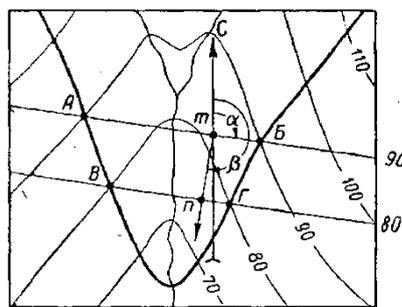


Рис. Определение элементов залегания по линии выхода пласта на поверхность с помощью заложения
 α - азимут линии простираения; β - азимут линии падения; φ - угол падения пласта.

Пластовые треугольники

На карте с изображением выхода пласта на поверхность легко подметить одну характерную особенность в форме изгиба — линия выхода пласта на поверхность изогнута так, что образует сравнительно резко выраженные углы в самой низкой точке рельефа и в самой высокой. Вершина угла, лежащего в самой низкой точке рельефа, направлена по падению пласта, а в самой высокой - в направлении его восстания. Если мысленно соединить стороны этих углов прямыми линиями, получим треугольники, которые носят название **пластовых треугольников**.

Величина угла при вершине треугольника тем больше, чем меньше угол наклона пласта и наоборот.

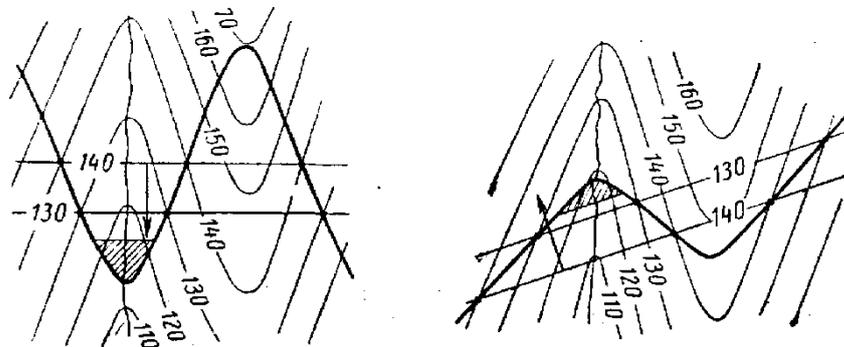


Рис. . Примеры определения направления наклона пород по пластовым треугольникам

Изображение наклонно залегающих слоев на геологических картах и разрезах

Следует учитывать ориентировку линии разреза относительно линии падения.

При косом разрезе применяют специальные таблицы и номограммы (см. прил.1, 2, Михайлова).

Контрольные вопросы:

1. Как определяют истинную мощность слоя при наклонном залегании?

2. Что понимают под опрокинутым залеганием слоёв?
3. Что необходимо учитывать при построении геологического разреза?
4. Что такое заложение? Как определить выход наклонного пласта с помощью заложения?
6. Какими косвенными методами можно определить элементы залегания наклонного слоя?

Раздел 2.

Урок № 5.

Тема: Складчатые нарушения горных пород.

План урока:

1. Складки и их элементы.
2. Морфологическая классификация складок.

Складчатые нарушения в горных породах

Складками называют волнообразные изгибы в слоистых толщах осадочных, вулканогенных и метаморфических пород, образующиеся при пластических деформациях. **Совокупность складок составляет складчатость.** Складки могут возникнуть и в процессе образования пород (структура облекания) или при движении застывающих лав.

Складки и породы, смятые в складки, имеют различные возрасты и широко распространены там, где распространены горизонтальные или наклонно залегающие толщи, их ложем или фундаментом являются породы, смятые в складки.

Складчатость является результатом пластических деформаций горных пород и развивается только в слоистых толщах.

Пластические деформации, вызывающие изгибы слоев складки, отражают напряжение в земной коре, обусловленные, главным образом, **эндогенными процессами**, важнейшими среди которых являются **тектонические движения.**

Складки и их элементы

Выделяют две основные разновидности складок:

1. **Антиклинальные** – изгиб, в центральной части которого находятся более древние горные породы (рис. , а)
2. **Синклинальные** – изгиб, в центральной части которого находятся более молодые горные породы (рис. , б).

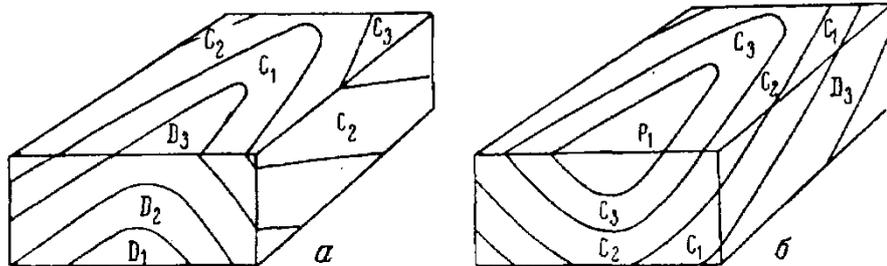


Рис. . Антиклинальная (а) и синклиальная (б) складки

В сильно деформированных толщах (метаморфические горные породы) пользуются терминами: **антиформа** – складки, обращенные выпуклостью вверх и **синформа** – складки, обращенные выпуклостью вниз.

Элементы складки

1. **Замок или свод** – место перегиба слоев (1-2, 3-4, 5-6, 7-8)
2. **Крылья складки** – часть примыкающая к своду (замку), (2-3, 4-5, 6-7)
3. **Угол складки** – угол между продолжением крыльев (α)

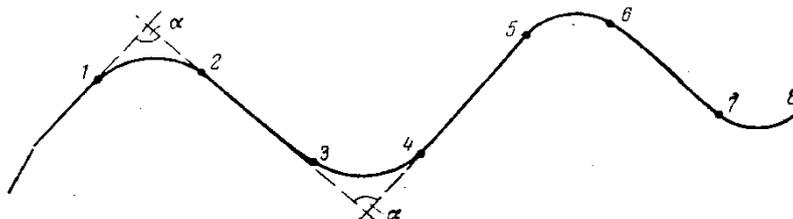


Рис. . Элементы складки

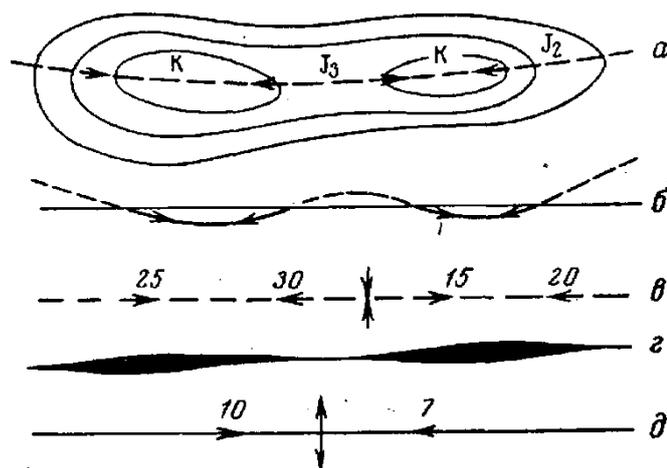
4. **Осевая поверхность** – поверхность, проходящая через точки перегиба слоев

5. **Осевая линия или ось складки** – линия пересечения осевой поверхности с поверхностью рельефа. Осевая линия характеризует ориентировку складки в плане. Её положение определяется азимутальным простираем. На карте осевая линия определяется соединением точек перегиба слоев.

6. **Шарнир складки** – линия пересечения осевой поверхности с поверхностью одного из слоев (кровли или подошвы). **Шарнир погружается в сторону более молодых пород.**

Рис. . Положение шарнира в синклиальной складке в плане (а) и в разрезе (б).

Условные знаки для изображения на картах: шарниров синклиальных (в)



и антиклинальных (г, д) складок; направление погружения шарниров указано стрелками (а, б, в, д) и утолщениями (г);
цифры - углы погружения шарниров

7. **Длина складки** – расстояние вдоль осевой линии между смежными перегибами шарнира

8. **Ширина складки (горизонтальный размах)** – расстояние между осевыми линиями двух соседних антиклиналей или синклиналей

9. **Высота складки (вертикальный размах)** – расстояние по вертикали между замком складки и замком смежной, измеренной по одному и тому же слою.

Морфологическая классификация складок

В основу классификации положена форма складок. Складки подразделяются по ряду признаков.

По положению осевой поверхности:

А. Симметричные складки с вертикальной осевой поверхностью и одинаковыми углами наклона крыльев

Б. Асимметричные складки:

1) **наклонные** – падение крыльев в противоположные стороны с различными углами и наклонной осевой поверхностью

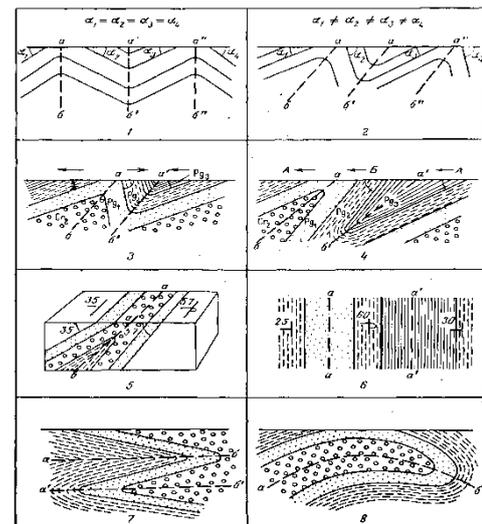
2) **опрокинутые** – крылья наклонены в одну и ту же сторону с наклоненной осевой поверхностью

3) **лежачие** – с горизонтальным положением осевых поверхностей.

4) **ныряющие** или **перевернутые** – с изогнутой осевой поверхностью до обратного падения.

Рис. . Деление складок по положению осевой поверхности

Складки: 1 - симметричные, 2 - асимметричные, 3 - наклонные, 4 - опрокинутые - в вертикальном разрезе, 5 - опрокинутые - на блок-диаграмме в - опрокинутые - в плане, 7 - лежачие, 8 - ныряющие (изображены разрезы); $aa, a'a'$ - осевые линии складок; $ab, a'b', a''b''$ - осевые поверхности складок



По соотношению между крыльями складок:

1) **обычные** или **нормальные** – падение крыльев в разные стороны (рис. , а)

2) **изоклиналильные** – при вертикальном расположении крыльев:

- а. Прямые (рис. , б)
- б. Опрокинутые (рис. , в)
- в. веерообразные (рис. , г)

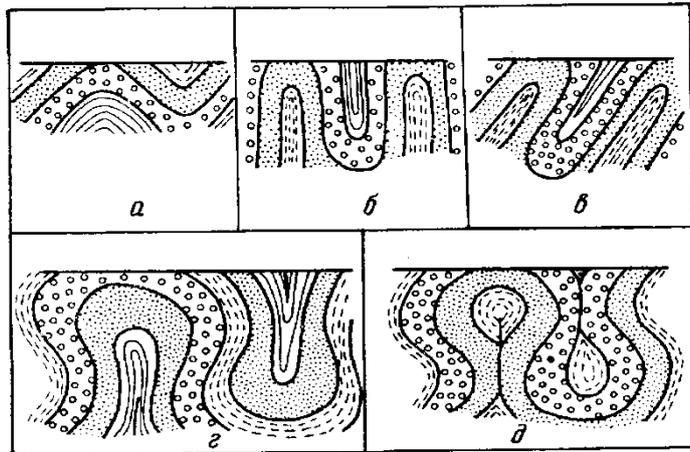


Рис. . Деление складок по соотношению между крыльями
Складки: а - простые, б - изоклиральные прямые, в - изоклиральные
опрокинутые, г - веерообразные, д - веерообразные с пережатым
ядром (изображены разрезы)

По форме замка:

- 1) острые складки с углом складки $< 90^\circ$ (рис. ,1)
- 2) тупые складки с углом складки $> 90^\circ$ (рис. ,2)
- 3) сундучные (коробчатые) складки. (рис. ,3)

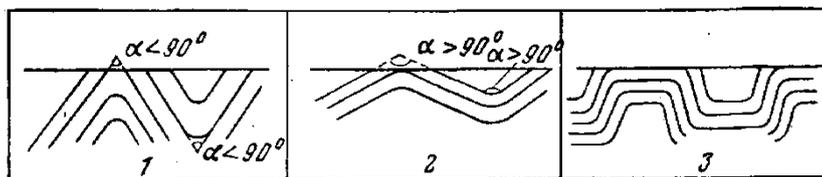
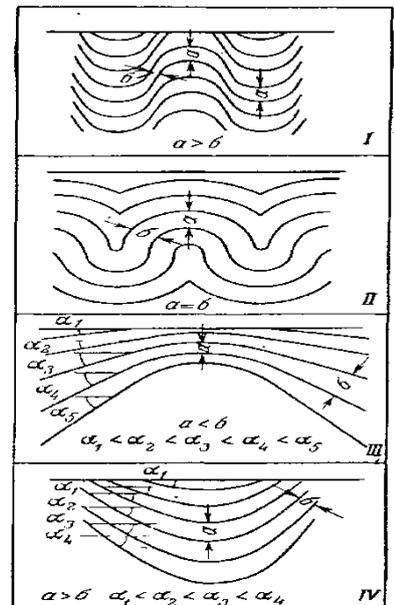


Рис. . Деление складок по форме замка (изображены разрезы)
Складки: 1 — крутые; 2 — пологие; 3 — коробчатые (сундучные)

**По соотношению мощностей слоев на крыльях и в сводах
складок:**

- 1) **подобные** — мощность крыльев больше
мощности свода, форма замка с глубиной не меняется

- Рис. . Деление складок по соотношению мощностей
на сводах и на крыльях (изображены разрезы).
Складки: I - подобные, II - концентрические, III -
с утоняющимися слоями в своде,
IV - с повышенными мощностями пород в замках



- 2) **концентрические** – мощность крыльев совпадает с мощностью свода
- 3) **антиклинальные** – мощность свода больше мощности на крыльях, с глубиной увеличивается угол падения
- 4) **синклинальные** – увеличивается мощность свода (замка)

По отношению длинной оси складки к её короткой оси:

- 1) **линейные** – отношение длинной оси к короткой больше 3
- 2) **брахиоморфные** – отношение длинной оси к короткой меньше 3
- 3) **куполовидные** – отношение длинной оси к короткой приблизительно одинаково. Среди синклинальных складок это называется **чашевидными складками** или **мульдами**, среди антиклинальных – **куполами**.

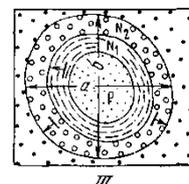
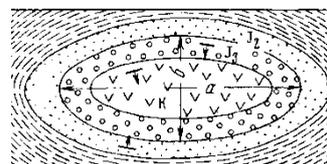
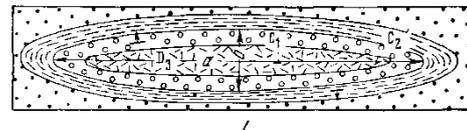


Рис. . Деление складок в плане

Складки: I - линейные ($\frac{a}{b} > 3$),

II - брахиформные ($\frac{a}{b} < 3$), III - куполовидные ($\frac{a}{b} \cong 1$)

Флексуры – коленообразные изгибы, выраженные наклонным положением слоев при общем горизонтальном залегании.

В флексуре в вертикальном разрезе выделяются следующие элементы (рис.):

- 1) **верхнее или поднятое крыло (АБ)**
- 2) **нижнее или опущенное крыло (ВГ)**
- 3) **смыкающее крыло (БВ)**
- 4) **угол наклона смыкающего крыла**
- 5) **амплитуда смещения крыла (а).**

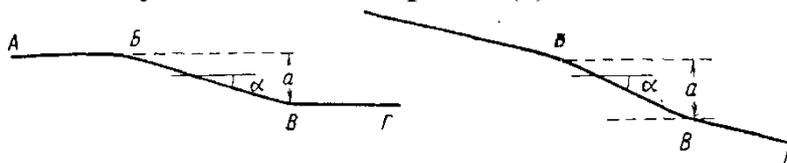


Рис. . Схема строения флексуры

АБ - верхнее или приподнятое крыло; *ВГ* - нижнее или опущенное крыло; *БВ* - смыкающее крыло; α - угол наклона смыкающего крыла; *a* - вертикальная амплитуда смыкающего крыла

Контрольные вопросы:

1. Что называют складками и складчатостью?
2. Какие элементы различают у складок?

3. Что такое длина, ширина и высота складок?
4. Какие типы складок различают в разрезе? Что такое флексура?
5. Как изображаются складки на геологических и структурных картах?
6. Какие разновидности складок выделяют в плане?
7. Как изображаются складки на аэрофотоснимках и разрезах?
8. Генетическая классификация складок?
9. Морфологическая классификация складок?
10. Какие полезные ископаемые связаны со складчатостью?

Раздел 2.

Урок № 6.

Тема: Разрывные нарушения в горных породах.

План урока:

1. Классификация разрывов.

- сбросы
- взбросы
- сдвиги
- раздвиги
- надвиги
- покровы

Разрывные нарушения в горных породах

Классификация разрывов

1. Сбросы
2. Взбросы
3. Сдвиги.
4. Раздвиги
5. Надвиги
6. Покровы

Образуются при различных динамических и кинематических условиях. Поэтому данная классификация является как морфологической, так и генетической.

Сбросы

Сбросы – нарушения, в которых поверхность разрыва наклонена в сторону расположения опущенных пород. В сбросах различают следующие элементы:

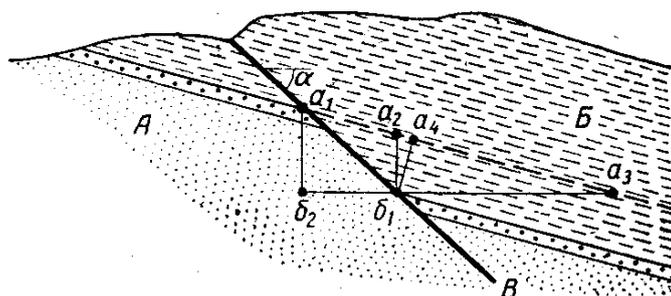


Рис. . Элементы сброса

1. Приподнятое (лежащее) крыло (А)
2. Опущенное (висящее) крыло (Б)
3. Смеситель (В)
4. Угол падения сместителя (α)
5. Амплитуда по сместителю

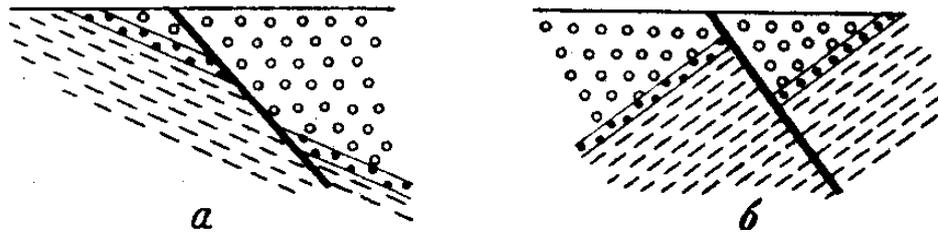
- 6. Вертикальная амплитуда
- 7. Горизонтальная амплитуда
- 8. Стратиграфическая амплитуда

Классификация сбросов

I. По углу наклона смесителя: а) пологие (\angle до 30°), б) крутые ($30-80^\circ$), в) вертикальные ($> 80^\circ$).

II. По отношению к простираанию нарушенных пород: а) продольные, б) косые, в) поперечные.

III. По соотношению наклонов смесителя и нарушенных пород: а)



согласные, б) несогласные.

Рис. . Согласный - (а) и несогласный (б) сбросы в вертикальном разрезе

IV. По направлению движения крыльев: а) прямые, б) обратные, в) шарнирные, г) цилиндрические.

V. По взаимному расположению сбросов в плане: а) параллельные, б) радиальные, в) перистые.

VI. По отношению ко времени образования нарушенных пород разрывами: а) конседиментационные (одновременные), б) постседиментационные (наложенные).

Строение смесителя

Смесители не всегда одинаковы. Когда смеситель изогнут, вдоль него возникают полости, которые впоследствии могут быть заполнены рудным или жильным веществом.

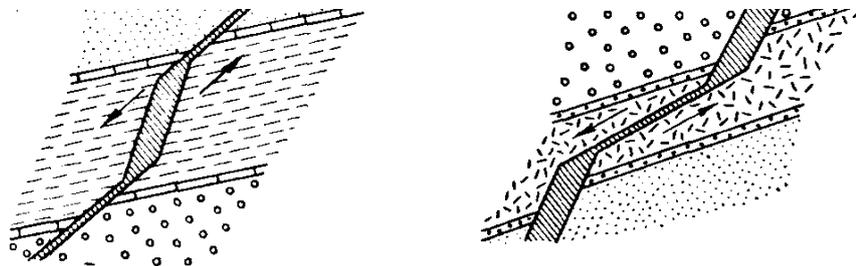


Рис. . Полости, образующиеся при перемещении крыльев сброса по искривленной поверхности смесителя

При движении поверхности смесителя притираются и становятся гладкими, отполированными, блестящими и называются **зеркалами скольжения**. На зеркалах скольжения образуются штрихи и бороздки, ориентированные по направлению движения.

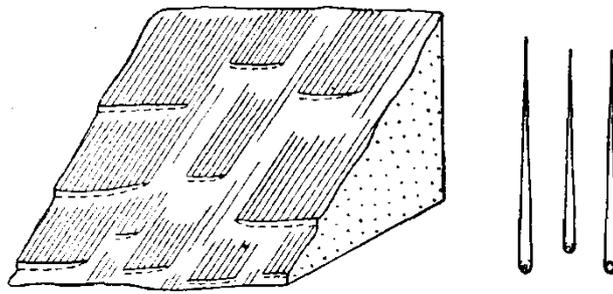


Рис. . Строение зеркала скольжения с поперечными отрывами (а) и борозд скольжения (б)

При смещениях с амплитудой в десятки и сотни метров в результате разрушения неровностей и выступов поверхность смесителя между крыльями развивается **брекчия трения**.

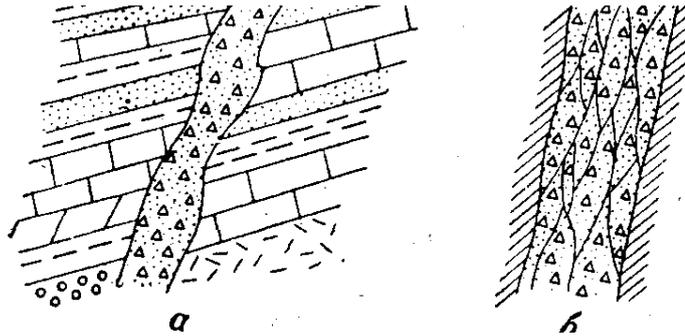


Рис. . Брекчия трения (а) и разлинзо-ванная брекчия трения (б)

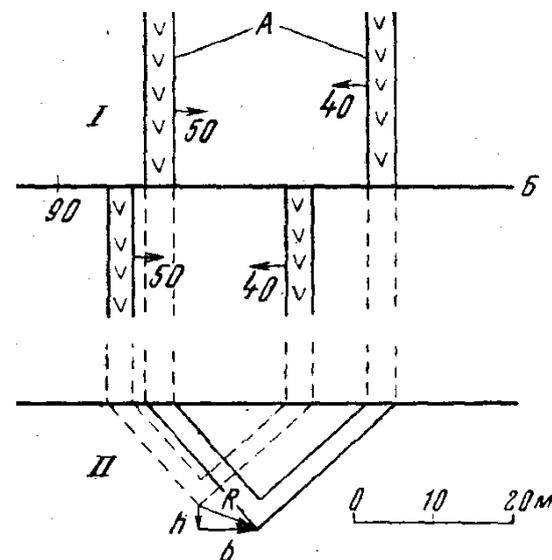
В зависимости от величин обломков различают несколько видов тектонических брекчий:

- 1) размеры обломков < 1 см – **какирит** (орешник)
- 2) размеры обломков мм и доли мм – **катаклазит**, а процесс образования - **катаклаз**
- 3) при еще более тонком перетирании – **милонит**.

Определение амплитуды смещения сбросов

Строится разрез по сместителю, чтобы на опущенном и поднятом крыле был пересечен один и тот же слой или горизонт.

Рис. . Определение горизонтальной и вертикальной амплитуды смещения
 I - план двух даек лампрофиров (А), смещенных по нарушению, II - их разрез вдоль сместителя (Б)



На разрезе показывается положение даек и точек их пересечения для обоих крыльев разрыва. Если затем эти точки соединить между собой линией, получим величину перемещения в виде вектора **R**. Направление вектора

определяется в данном случае условно. Если принять за неподвижное южное крыло, то он будет ориентирован сверху вниз и слева направо, т. е. северное крыло относительно южного опущено и смещено в горизонтальном направлении.

Обычно в практической деятельности необходимо знать вертикальную и горизонтальную составляющие амплитуды перемещения, для чего результирующий вектор R раскладывается на горизонтальную и вертикальную составляющие. Зная масштаб построения, можно подсчитать и истинные значения амплитуд горизонтального (b) и вертикального (h) смещения (рис.).

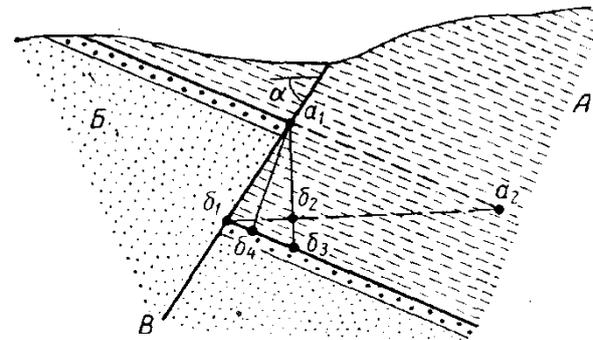
Определение возраста сбросов

Возраст сбросов определяется по возрасту нарушенных пород, по времени формирования складчатости в данном районе, по времени внедрения интрузии и т.д.

Взбросы

Взбросами называются нарушения, в которых поверхность разрыва наклонена в сторону расположения приподнятых пород.

Рис. . Элементы взброса



Элементы взброса:

А – опущенное (лежачее) крыло

Б – поднятое (висячее) крыло

В – смеситель

α - угол наклона смесителя

1 – амплитуда по смесителю

2 – амплитуда по вертикали

3 – амплитуда горизонтальная

4 – амплитуда стратиграфическая

Классификация взбросов (см. классификацию сбросов)

Системы сбросов и взбросов

Блоки горных пород, разделенные сбросами и взбросами, получили название **горстов** и **грабенов**.

Грабен (в переводе с нем. «ров») – линейная структура, образованная сбросами или взбросами, центральная часть которой опущена и сложена

более молодыми породами, чем крылья. **Грабены простые** образованы двумя-тремя сбросами или взбросами. **Грабены сложные** образованы многочисленными разрывами.

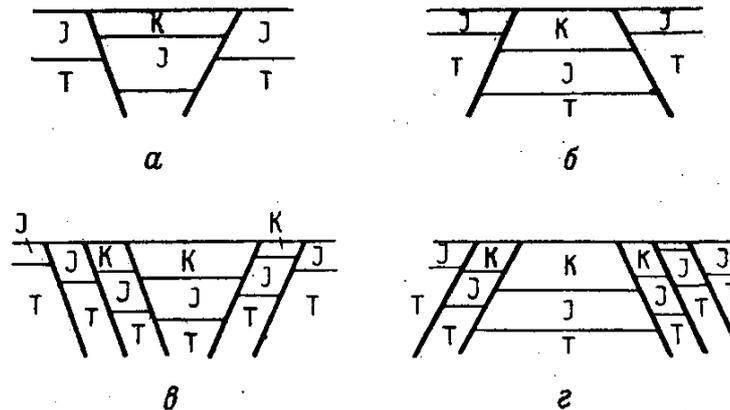
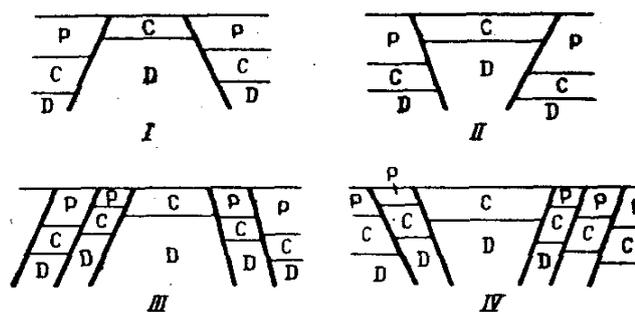


Рис. . Схемы грабенов в разрезах

а - простого, образованного двумя сбросами, б - простого, образованного двумя взбросами, в - сложного, образованного сбросами, г - сложного, образованного взбросами

Горст (в переводе с нем. «холм») – линейная структура, образованная сбросами, взбросами, центральная часть которой приподнята и сложена более древними породами, чем крылья.

Рис. . Схемы горстов в разрезах: простого, образованного двумя



сбросами (I); простого, образованного двумя взбросами (II); сложного, образованного сбросами (III); сложного, образованного взбросами (IV)

Сдвиги.

Сдвиги – разрывы, смещение по которым происходит в горизонтальном направлении – по простиранию смесителя.

Элементы сдвига: крылья, смеситель, угол наклона смесителя и амплитуда смещения.

По углу наклона смесителя различают сдвиги: 1) горизонтальные (0-10°), 2) пологие (10-45°), 3) крутые (45-80°), 4) вертикальные (80-90°).

По отношению к простиранию: продольные, косые, диагональные, поперечные.

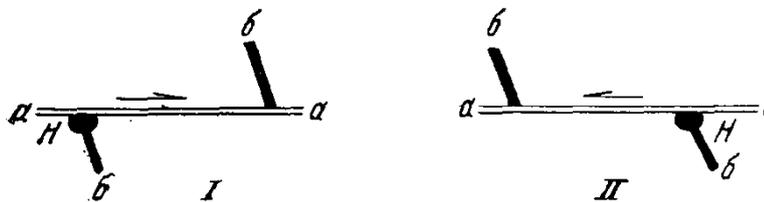


Рис. . Схема правого (I) и левого (II) сдвигов *aa* — поверхность сместителя; *б* — разорванные слои; *H* — положение наблюдения (плановые изображения)

Если стать лицом к смесителю в пункте обрыва и при этом слой будет сдвинут вправо, то сдвиг правый, если влево – сдвиг левый.

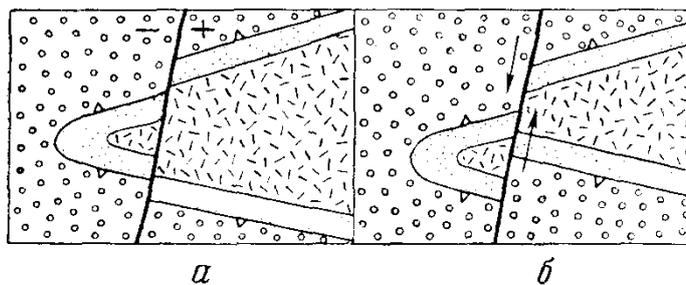


Рис. . Схемы, иллюстрирующие различие плане между сбросом (а) и сдвигом (б)

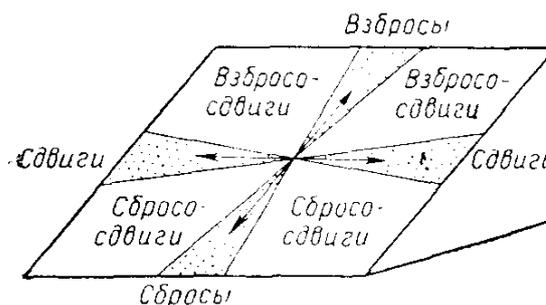
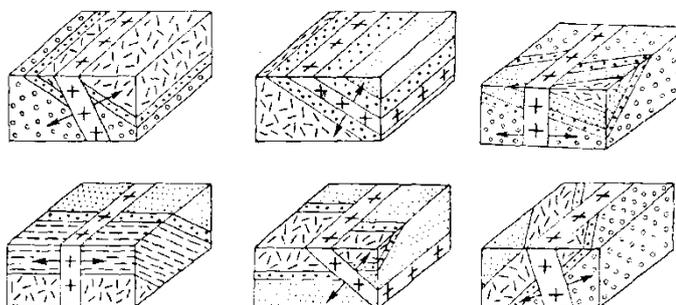


Рис. . Схема, показывающая различие в направлении смещения сбросов, сдвигов, сбросо - сдвигов и взбросо - сдвигов. Изображена поверхность сместителя. Стрелки - направление относительного смещения

Раздвиги

Раздвиги – разрывы, в которых перемещение крыльев происходит под прямым углом к поверхности отрыва (по В.В. Белоусову). **Амплитуда раздвига** измеряется перпендикулярно к поверхности разрыва и может быть различной: от нескольких до десятков метров. Раздвиги обычно заполнены горными породами или минералами, с ними связаны одиночные вертикальные дайки.

Рис. . Различные виды сочетания раздвигов и слоистости.

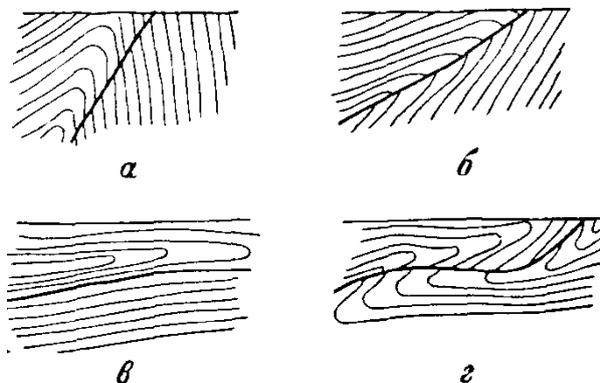


Раздвиг выполнен жилой гранита.

Надвиги

Надвиги – разрывы взбросового строения, возникающие одновременно со складчатостью или накладывающиеся на складчатые структуры. Надвиги возникают в сильно сжатых наклонных или опрокинутых складках.

По наклону поверхности разрыва различают надвиги: крутые ($\langle \rangle$



45°), пологие ($\ll 45^\circ$), горизонтальные и ныряющие (изогнутые).

Рис. . Различные виды надвигов:

а - крутой, б - пологий, в - горизонтальный, г – ныряющий

Разрывы появляются в замке или на крыльях складок в виде поверхностей скалывания двух направлений, но в дальнейшем хорошо развивается только одно из них. Чаще разрывы зарождаются в антиклиналях, причем подвигание происходит по антиклинали на соседнюю синклинали. Поверхности надвига – не прямые, а волнистые и по падению и по простиранию.

Изогнутые поверхности говорят о том, что складкообразование продолжалось и после надвига. Подвинутая часть надвига называется **аллохтоном**, не перемещенная часть – **автохтоном**.

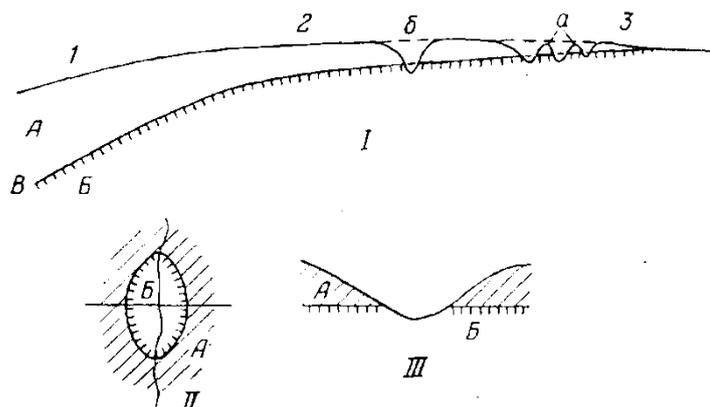
Надвиги развиваются со складчатостью:

- 1) направление надвигов параллельно простиранию осей складок
- 2) надвиги нередко сами участвуют в складкообразовании
- 3) надвиги обычно развиваются в подвернутых крыльях запрокинутых складок.

Тектонические покровы (шарьяжи)

Это горизонтальный, пологий или волнистый крупный надвиг с перемещением до многих десятков километров, который также называется **шарьяжем**.

Покровы возникают и развиваются только при геосинклинальном режиме и распространены в областях со сложным складчатым строением: в Альпах, Аппенинах, Карпатах и Гималаях; в бывшем СССР – Карпатах, Юго-



Восточном Кавказе, Алтае, западном склоне Урала.

Рис. . Схема строения покрова

I - строение покрова: *1* - корни покрова, *2* - тело или панцирь покрова, *3* - голова или фронт покрова, *а* - эрозионные останцы, *б* - эрозионное окно; тектоническое окно: *II* - в плане, *III* - в разрезе; *А* - аллохтон, *Б* - автохтон, *В* - поверхность волочения

Перемещение аллохтона сопровождается интенсивным разрушением его фронтальной, лобной части и образуется тектоническое месиво – **меланж** (в пер. с франц. «*мешанина, смесь*»).

Контрольные вопросы:

1. На чём основана классификация разрывов со смещениями?
2. Какие элементы различают в разрывах со смещениями?
3. Какими способами определяют вертикальную амплитуду разрыва?
4. Как устанавливают возраст разрывного нарушения?
5. Как распознаются поднятые или опущенные блоки по разрыву?

Раздел 2.

Урок № 7.

Тема: Трещины в горных породах. Нетектонические дислокации и другие формы залегания.

План урока:

1. Трещины в горных породах.
 - классификация трещин
 - тектонические трещины
 - классификация кливажа
2. Нетектонические дислокации и другие формы залегания.
 - нетектонические трещины
 - особые формы залегания осадочных горных пород

Трещины в горных породах

Разрывы в горных породах делятся на две большие группы:

- 1) **трещины отрыва** без существенного перемещения
- 2) **разрывы** с заметными перемещениями пород.

Совокупность трещин, разбивающих тот или иной участок земной коры, называются **трещиноватостью**.

По степени проявления трещины бывают:

1. **Открытые** – четко видимая полость
2. **Закрытые** – разрыв виден, но стенки сдвинуты
3. **Скрытые** – легко обнаруживаются при разбивании

Отдельностью называются блоки и глыбы, на которые разделяется трещинами горная порода.

В осадочных горных породах развиваются: *прямоугольная, кубическая, параллелепipedальная, призматическая, плитчатая, шаровая, глыбовая отдельность*.

В метаморфических горных породах – *плитчатая, пластинчатая, ребристая, остроугольная*.

В лавах – *призматическая, столчатая или шаровая отдельность*.

В интрузивных массивах – *кубическая, прямоугольная, параллелепipedальная* и др.

Классификация трещин

Трещины в породах можно классифицировать либо относительно **текстурных особенностей** (слоистость, сланцеватость, ориентировка линейных и пластинчатых минералов), либо относительно **сторон света**, либо исходя из **условий их образования**. В первом случае классификация отражает лишь ориентировку в пространстве и при этом называется **геометрической**. Во втором случае – отражает обстановку их возникновения и носит **генетический** характер. Классификации дополняют друг друга.

Геометрическая классификация трещин

В осадочных и метаморфических породах трещины обладают ясно выраженной слоистостью или имеют неясную слоистость, но четко ориентированную текстуру. Выделяют:

а) **поперечные трещины**, секущие в плане слоистость, в разрезе – либо вертикальные, либо наклонные;

б) **продольные трещины** – параллельные линии простирания, но секущие слоистость (в вертикальных разрезах);

в) **косые трещины**, секущие слоистость или сланцеватость под углом относительно простирания и направления падения;

г) **согласные трещины**, параллельны слоистости как в плане, так и в разрезах.

В массивных, слоистых и сланцеватых породах нередко трещины удобнее классифицировать по углу наклона:

- 1) **вертикальные (80-90°)**;

- 2) крутые ($45-80^{\circ}$);
- 3) пологие ($10-45^{\circ}$);
- 4) слабонаклонные и горизонтальные ($0-10^{\circ}$).

Генетическая классификация трещин

А. Нетектонические трещины: 1) первичные; 2) трещины выветривания; 3) трещины оползней, обвалов, провалов; 4) трещины расширения пород при разгрузке.

Б. Тектонические трещины: 1) трещины отрыва; 2) трещины скалывания; 3) кливаж.

Основные признаки, по которым выделяют отдельные виды трещин: геологическая обстановка, характер механического разрушения пород, источник нагрузок, морфологические особенности трещин.

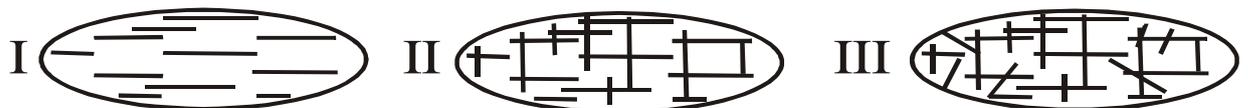
Тектонические трещины

Они появляются в горных породах под **действием тектонических сил**, вызываемых в земной коре эндогенными процессами. Тектонические трещины отличаются выдержанностью по простиранию и по падению, не меняют ориентировку в различных по составу породах.

1. Трещины отрыва возникают при появлении в породах нормальных напряжений, превышающих пределы их прочности ориентированы перпендикулярно к растягивающим усилиям. Они обычно приоткрыты, обладают неровной зернистой поверхностью и лишены следов перемещения. Трещины отрыва быстро выклиниваются по простиранию и падению.

Региональные трещины отрыва развиты в чехлах платформ, в орогенных комплексах. Они обычно крутые или вертикальные, ровные, открытые; часто речная и овражная сеть вырабатываются согласно планам расположения таких трещин.

Местные трещины отрыва образуются на участках, испытавших растяжение при формировании складок и разрывов. Они возникают на сводах пологих куполовидных поднятий, на участках крутого погружения шарниров и в ядрах складок, на смыкающих крыльях флексур.



Стадии развития трещин отрыва в брахиантиклинали поперечного изгиба

В овальных поднятиях появляются два направления трещин отрыва: **более ранние** – параллельные длинной оси поднятия и **поздние** – параллельные короткой оси поднятия.



Рис. . Схема расположения трещин в ядре антиклинальной складки

В ядрах линейных складок трещины отрыва могут возникнуть по одному или двум направлениям. Одно из них совпадает с простиранием осей,

другое - поперечное. Поперечные возникают там, где шарниры складок образуют антиклинальные перегибы.

Трещины отрыва образуются и при сжатии пород и под действием пары сил. При сжатии они возникают параллельно оси сжатия и нормально к оси поперечного растяжения; это возможно в зонах тектонического дробления или в тектонических брекчиях. Они обычно короткие, четкие.

2.Трещины скалывания образуются в направлении максимальных касательных напряжений при нагрузках, превышающих прочность пород. Стенки трещин обычно плотно сжаты и имеют гладкую поверхность, нередко покрытую штрихами скалывания. Трещины скалывания сохраняют свою ориентировку по простиранию и падению и обладают большой протяженностью.

Широко распространены трещины скалывания на участках, нарушенных сбросами и сдвигами. Образование этих структур происходит в условиях сжатия земной коры или под воздействием пары сил. Прежде чем появятся разрывы, в породах разовьются трещины скалывания, ориентированные по двум направлениям под углом к оси сжатия или по одному направлению соответствующему действию пары сил.

У сбросов трещины отрыва направлены в противоположную сторону по отношению к наклону смесителя и перпендикулярно к оси наибольших растягивающих напряжений. Один ряд трещин параллелен поверхности смесителя, другой –соответствует второму направлению максимальных касательных напряжений. В плане большая часть оперяющих трещин ориентирована параллельно поверхности смесителя. При сдвиге трещины отрыва образуют тупой угол с направлением движения.

3.Кливажем называют частые параллельные поверхности скольжения, развивающиеся при пластической деформации горных пород. Образование кливажа соответствует последней стадии развития пластической деформации, характеризующийся потерей прочности перед разрывом.

Классификация кливажа

А.Кливаж, связанный со складчатостью

I.Послойный кливаж

II.Секущий кливаж:

- 1) веерообразный
- 2) обратный веерообразный
- 3) параллельный (главный)

Б.Приразрывный кливаж

- 1)послойный
- 2)2-5–секущий:
 - 2)веерообразный,
 - 3)обратный веерообразный,
 - 4)s- образный,
 - 5)параллельный.

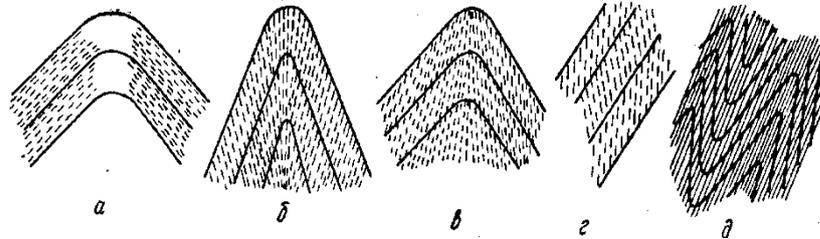


Рис. . Разновидности клинажа

а — последний клинаж; секущий клинаж: б — веерообразный, в — обратный веерообразный,

г — S-образный, д — параллельный

Контрольные вопросы:

1. На чём основана классификация трещин?
2. Какие трещины относятся к тектоническим?
3. Какие разновидности выделяются в трещинах нетектонического происхождения?
4. Что такое клинаж и какие виды его различают?
5. Какими способами проводится обработка данных трещиноватости?
6. Методика построения розы-диаграммы?

Нетектонические дислокации и другие особые формы залегания осадочных горных пород *Нетектонические трещины*

Образование обусловлено изменениями внутренних свойств пород под влиянием сил, проявляющихся при экзогенных процессах на поверхности Земли.

1. Первичные трещины возникают в породах при их усыхании, уплотнении, изменении объема и температуры при физико-химических превращениях в результате проявления внутренних сил. Первичные трещины в осадочных породах возникают при процессах диагенеза, т.е. в стадии превращения осадка в горных породах и по своей природе являются **трещинами отрыва**. Важным физическим изменением осадка при диагенезе является **потеря воды**.

По отношению к слоистости они располагаются **перпендикулярно, косо, параллельно**, могут иметь сложную форму. Частота трещин находится в полной зависимости о мощности слоев.

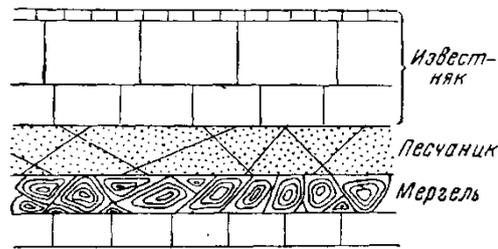


Рис. . Схема расположения первичных трещин в зависимости от состава пород.

По А. С. Новиковой Первичные трещины в эффузивных породах развиваются под воздействием напряжений, возникающих при сжатии в результате их охлаждения.

Для лав характерны плитчатая, столбчатая и шаровая отдельность, реже прямоугольная и остроугольная отдельность. Особенно примечательны столбчатая и шаровая отдельности в лавах.

Пример: диабазовые столбы по ВГД.

2.Трещины выветривания. При выветривании порода теряет свою монолитность, происходит раскрытие и расширение ранее существовавших в ней трещин и образование новых, которые образуются за счет перепада температуры и являются **трещинами отрыва**. Степень разрушения породы и частота трещин с удалением от дневной поверхности быстро уменьшается.

Трещины выветривания распространены на глубине 10-15 м, редко проникают до 30-50 м.

3.Трещины оползней, обвалов и провалов встречаются часто, четко выражены, но имеют местное распространение.

4.Трещины расширения пород при разгрузке. При высвобождении пород от действия сжимающих сил у поверхности Земли, в горных выработках, бортах речных и овражных долин и при других подобных условиях породы начинают выдавливаться в свободное пространство, что приводит к образованию трещин отрыва, параллельных поверхностям свободного пространства. Часто встречаются трещины отслаивания и бортового отпора (отседания); в бортах речных долин и оврагов. Угол наклона этих трещин $30-50^{\circ}$ в сторону долины и распространены на глубину до уровня долины реки, оврага.

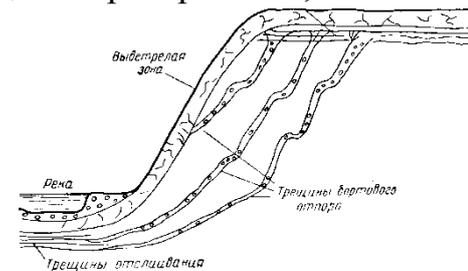


Рис. . Схема расположения трещин бортового отпора и трещин отслаивания.

По А. Г. Лыкошину (упрощено)

Особые формы залегания осадочных горных пород

Рассмотренные ранее формы горизонтального, наклонного и складчатого залегания свойственны большинству осадочных толщ, обнажающихся на земной поверхности или вскрытых в горных выработках. Лишь очень редко встречаются иные формы залегания, отличающиеся крайним своеобразием. Рассмотрим некоторые из них.

Кластические дайки (в переводе с шотл. «стена из камня, дерна») представляют собой вытянутые тела, ограниченные правильными поверхностями, сложенные осадочными породами и секущие вертикально или под крутым углом вмещающие толщи. Часто породы, слагающие дайки, более крепкие и менее денудированные, поэтому дайки на поверхности имеют вид сильно разрушенных стен.

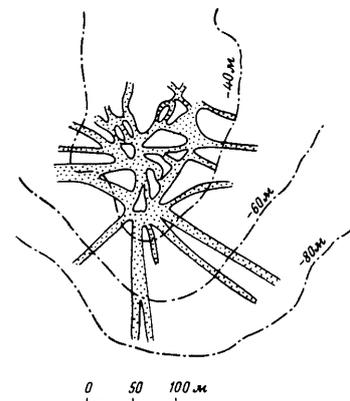


Рис. . Кластические дайки (глина) в гребце антиклинали (план) Делен, Саксония

Изогипсы вмещающего угольного пласта показаны в метрах от нулевой плоскости (Hause, 1892)

Кластический материал даек может быть любым, но чаще всего это песчаники, слабо сцементированные пески, битуминозные песчаники и пески, алевролиты; очень редко глины, аргиллиты, известняки, доломиты, уголь, бокситы и конгломераты. Породы, вмещающие дайки, также разнообразны: граниты, гранитогнейсы, трещины которых заполнены материалом вышележащих осадочных пород. Они наблюдаются в эффузивных и осадочных породах, широко распространены среди кремнистых глин⁴ это объясняется тем, что кремнистые породы малопластичны, легко раскалываются и дают зияющие трещины, заполняющиеся материалом. Возраст пород, в которых встречаются кластические дайки – любой. Размеры кластических даек : ширина до 3-5 м (чаще 10см-1 м), редко до 300 м; длина до 506 км, редко 15 км. Глубина распространения даек: 10-40 м до 1,5 км.

По способу образования дайки подразделяются на:

1. **Иньекционные**, когда проникновение материала происходит снизу вверх

2. **Нептунические**, когда образование происходит на дне моря, заплывание материала идет в трещины сверху вниз. Трещины на дне – тектонические, возникают редко при усадке глинистых отложений.

Подводно - оползневые нарушения

Первичные нарушения залегания осадочных толщ образуются еще во время отложения осадка. Они выражаются в виде разнообразных смятий, спирально закрученных линз и комьев мелких опрокинутых складок,

языковидных и беспорядочно перепутанных натеков, а местами в виде разрывов. Они образуются при подводных оползнях, при наклонении осадков на дне водоемов. Насыщенный водой осадок может плыть даже при 3^0 наклона. Самые крупные подводные оползни происходят в области континентального склона морских бассейнов. На оползание осадков огромное влияние оказывают землетрясения. Мощность оползневых осадков колеблется в пределах от десятков сантиметров до первых метров. Наиболее подвижны осадки с алевролитовой размерностью частиц и известковые илы. Нижний слой более причудливо смят (трение), чем верхний.

Важнейшие последствия, возникающие в толщах затронутых подводными оползнями, следующие:

1. Увеличение мощности осадков в более глубоких частях дна
2. Уменьшение мощности осадков в тех участках, откуда происходит оползание
3. Перекрытие более молодых осадков ранее отложившимися
4. Смещение фации (более мелководные отложения оказываются среди более глубоководных)
5. Развитие местных несогласий
6. Возникновение нарушений в слоистости
7. Появление древних пород среди молодых отложений

Рифы (биогермы)

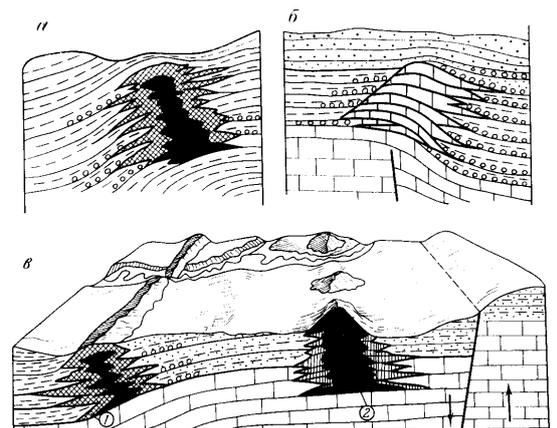
Картирование и изучение ископаемых рифов – сложная задача. Д.В. Наливкин указывает следующие характерные особенности рифовых массивов:

1. Преобладание или большое развитие массивных неслоистых органогенных известняков; по окраинам массивов и в середине их встречаются слоистые известняки
2. Неправильная конусовидная, холмовидная или выпукло-линзовидная форма
3. Отчетливые резкие очертания
4. Определенные закономерности в распространении, чаще всего вызываемые связью с тектоническими структурами (поднятиями или опусканиями).

Размеры и формы рифов разнообразны. Из современных – это Большой Барьерный риф Австралии: гигантский известковый массив длиной 2000 км, шириной 200 км и мощностью не менее 400 м.

Рис. . Типы рифовых биогермных массивов и несогласные соотношения их с вмещающими породами:

a — флексурный; *и* — падфлексурный; *n* — барьерный па флексуре (1) и береговой (2)



Ископаемые рифы широко развиты в Приуралье, в юрских и меловых отложениях Памира, Крыма, Кавказа и т.д.

При картировании рифов помимо решения вопросов об их возрасте и условиях развития необходимо обращать внимание на внутренне строение рифовых массивов и соотношения рифовых построек с подстилающими, разновозрастными и покрывающими породами.

Склоны ископаемых рифов – крутые (до 60°), особенно крутые они в верхней части – в зоне роста кораллов. Обычный наклон боков поверхности – $8-17^{\circ}$. Рифы могут подстилаться любыми породами (глинистые песчаники). Седиментация осадков на рифах или вокруг них, происходящая одновременно или после образования рифов, придает контакту облекающее или прилегающее строение. Более молодые отложения резко оканчиваются у крутых боковых поверхностей рифов, а при облекании массивов уменьшаются в мощности или выклиниваются.

Изгибы слоев на склонах под влиянием силы тяжести

На крутых склонах нередко наблюдаются изгибы слоев по склону под влиянием силы тяжести пород, особенно интенсивно в мягких породах, обнажающихся на крутых склонах.

В таких условиях могут возникнуть ложные, нормальные и опрокинутые складки, которые легко принять за настоящие и составить неверные представления о тектонике. Изгиб пластов по склону может достичь нескольких метров в глубину и иметь широкое площадное распространение.

Контрольные вопросы:

1. Какие разновидности выделяются в трещинах нетектонического происхождения?
2. Назовите отличительные признаки нетектонических дислокаций?
3. Охарактеризовать структурные формы соляной тектоники
4. Дать характеристику биогермам.
5. Охарактеризовать подводно-оползневые складки.

Раздел 2.

Урок № 8.

Тема: Формы залегания интрузивных пород. Формы залегания эффузивных пород.

План урока:

1. Формы залегания интрузивных пород.
 - Ареал-плутоны
 - Батолиты
 - Штоки
 - Лакколиты (гриб)
 - Лополиты (блюдце)

- Факолиты (серп)
 - Магматические диапиры
 - Дайки
 - Интрузивные залежи (силлы)
 - Апофизы (языки)
2. Определение возраста интрузий.
 3. Формы залегания эффузивных и пирокластических пород.
 - Строение вулканических аппаратов
 - Фации и формы залегания эффузивных пород
 - Особенности подводных и наземных вулканогенных образований
 - Текстурные особенности эффузивных пород
 - Определение возраста эффузивных пород
 - Изображение эффузивных пород на геологических картах

Формы залегания интрузивных горных пород.

Интрузивные породы широко развиты в земной коре и сосредоточены в фундаментах древних платформ и складчатых областях, слабо развиты или вообще отсутствуют в платформенном чехле.

85 % всех интрузивных пород – гранитоиды
10 % - средние, нормальной щелочности и щелочные породы
3-5 % - основные и ультраосновные породы

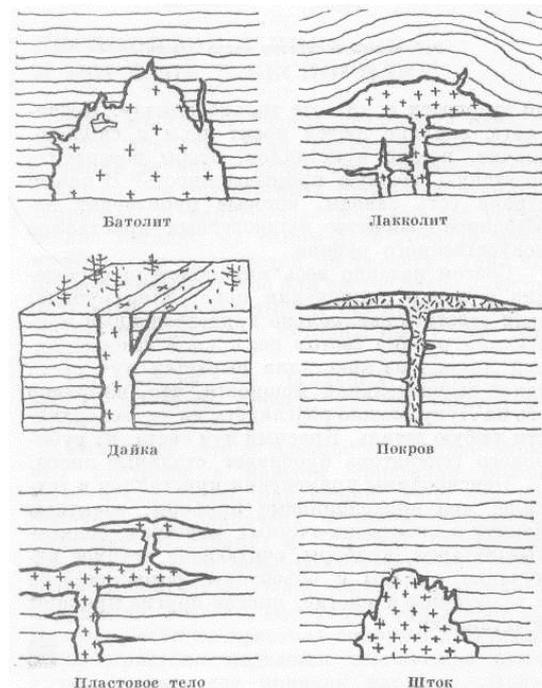
Возраст основной массы обнаженных на поверхности гранитоидов – древний. Чем моложе складчатая область, тем меньше количество и размеры интрузивных массивов, это возможно за счет меньшей эрозии.

Формы интрузивных тел

В порядке убывания размеров интрузивных тел выделяются следующие типы:

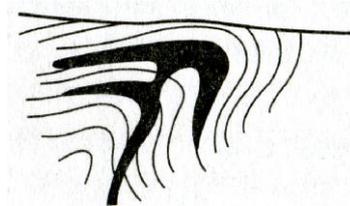
- 1.Ареал-плутоны
- 2.Батолиты
- 3.Штоки
- 4.Лакколиты (гриб)
- 5.Лополиты (блюдце)
- 6.Факолиты (серп)
- 7.Магматические диапиры
- 8.Дайки
- 9.Интрузивные залежи (силлы)
- 10.Апофизы (языки)

Ареал-плутоны – огромные по площади массивы гранитов и гранитогнейсов, не имеющих определенных очертаний, в



гранитоиды. Размеры – различные, от небольших до огромных тел. Лополит Бушвельда (длина 300 км).

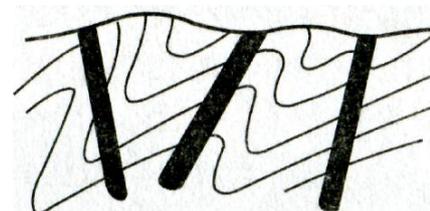
Факолитами называются небольшие интрузии, имеющие **серповидную форму** в разрезе.



Образуются они в ядрах антиклинальных или реже синклиналиных складок. Мощность – сотни метров, реже тысячи метров. Магма внедряется в ослабленные участки между слоями в замках складок.

Магматические диапиры – гипабиссальные вертикальные или крутые интрузии. Характеризуются резко вытянутой веерообразной или грушевидной формой в плане и разрезе. Размеры небольшие (от десятков метров до нескольких километров). Во вмещающих породах при внедрении образуют разрывы и зоны смятия.

Дайки – плитообразные тела, образующиеся в трещинах земной коры. Это секущие тела, которые по составу могут быть как интрузивными, так и эффузивными. Размеры даек очень различны. На Алдане описана дайка, сложенная габбродиабазами, длиной более 100 км при мощности 250 м. В Зимбабве находится Великая Дайка, заполняющая раздвиг длиной 540 км при мощности 3-13 км.



Но, в основном, дайки имеют длину в десятки-сотни километров, мощность до нескольких метров и крутое или вертикальное падение. Часто встречаются группы даек, образующие пояс; здесь они могут иметь параллельную, кулисообразную и кольцевую формы (диаметр системы достигает 25 км).

Интрузивные залежи, или силлы, образуются при внедрении магмы вдоль поверхности наслоями. Известны интрузивные залежи площадью до 10000 км².

Мощность колеблется от тонких инъекций до 600 м, чаще в пределах 10-50 м. Состав: от гранитов до габбро,

на чаще это породы основного состава.



Апофизы (языки) – небольшие, слепо заканчивающиеся ответвления от крупных магматических тел.

Приведенные выше формы залегания интрузивных тел по отношению к слоистости вмещающих пород делятся на две группы: **согласные** и **несогласные (секущие)**. К первым относятся: **лакколиты, факолиты и силлы**. Ко вторым – **батолиты, штоки, некки, жилы (дайки)**

Эндо- и экзоконтакты

Внедряющаяся магма изменяет и перекристаллизовывает (пары, газы и температура) вмещающие породы. Степень изменения постепенно убывает при удалении от контакта интрузии. Ширина зон контактов измененных пород (**экзоконтактовых зон**) неодинакова, наиболее широки они у кислых пород (до 3 км), у средних и основных пород – несколько метров. Мощность верхних горизонтов больше чем боковых пород; она зависит также от состава вмещающих пород. Сами интрузивные породы также могут быть изменены на контакте (**эндоконтактовая зона**). Эти изменения могут быть выражены появлением мелкозернистых агрегатов, более кислых пород.

Внутренняя структура интрузивных массивов

Изучение процессов остывания и затвердевания магмы (это распределение и ориентировка в породе отдельных минералов, текстурных особенностей и трещин) важны для размещения МПИ в пределах интрузий. Все эти изменения называются **прототектоникой** или **первичной тектоникой интрузива**.

Прототектоника жидкой фазы. Ориентировка минералов обуславливает появление в них первичных полосчатых и линейных текстур. **Полосчатые текстуры течения** – послойное чередование пород различного состава или чередование полос, обогащенных одним или несколькими минералами (мощность полос от миллиметров до 10-100 м). Первичная полосчатость – горизонтальное, наклонное или вертикальное положение. Структура первичного расслоения массива наиболее четко видна на разрезах вкрест простирания полосчатости. Первичное расслоение в интрузивах может встречаться повсеместно, но чаще лишь по краям, но бывает и отсутствует.

Линейные текстуры течения. Параллельно-линейные текстуры. Характеризуются параллельным расположением игольчатых, таблитчатых или удлиненно-призматических кристаллов (слюда, роговая обманка и т.д.), шпиров и ксенолитов. Линейность также может быть горизонтальной, вертикальной или наклонной. Выделяют четыре основных типа массивов с первичным положением линейности:

- а) массивы, где слои течения образуют купола (купола слоев течения)
- б) массивы со сводами (арками) из слоев течения
- в) массивы с куполами линий течения
- г) массивы со сводами линий течения

Прототектоника твердой фазы. При кристаллизации и отвердении магмы уменьшение объема вызывает появление объемных стягивающих напряжений, что приводит к образованию трещин (**поперечных, продольных, пластовых и диагональных**). **Поперечные трещины (трещины Q, Клооса)** ориентированы нормально к структурам течения, прямые и лучше выражены в краевых частях массивов. Развиваются на ранних стадиях и минерализованы. **Продольные трещины (трещины S, Клооса)** располагаются по пространству линейных структур течения. Раздвинуты меньше поперечных, но также часто минерализованы. Они вертикальные, либо крутые. **Пластовые трещины (трещины L, Клооса)** совпадают с первичной полосчатости, перпендикулярно трещинам Q и S ,

полого залегают в верхних частях массива. Играют существенную роль в формировании рельефа и часто минерализованы. **Диагональные трещины (STR)** располагаются косо к структурам течения, крутые; возникают под воздействием горизонтального и вертикального давления. Выполняются дайками аплитов, лампрофиров, гранитпорфиров.

Определение возраста интрузий

1. Определение абсолютного возраста производится по продуктам распада радиоактивных элементов, содержащихся в минералах магматических горных пород. Чаще используются методы Рb-изотопный и Rb-стронциевый, менее надежен К-аргоновый (25 г роговой обманки или биотита, или 100 г калиевого полевого шпата).

2. Сопоставление времени образования магматических горных пород со вмещающими породами. Активный контакт указывает на более молодой возраст интрузивных пород, активный контакт на: а) наличие ксенолитов измененных окружающих пород; б) наличие апофиз, отходящих от интрузий; в) перекристаллизация и другие изменения вмещающих пород

Контрольные вопросы:

1. По какому признаку различаются интрузивные тела?
2. Какие основные формы залегания интрузивных тел выделяют?
3. Что понимают под внутренней структурой интрузива?
4. Как определяют возраст интрузивного тела?
5. От чего зависят контактовые ореолы интрузивных тел?
6. Как на геологических картах обозначаются интрузивные тела?
7. Что такое экзоконтактная и эндоконтактная зона интрузий?
8. Какие полезные ископаемые связаны с интрузиями?

Формы залегания эффузивных и пирокластических пород.

Эффузивные образования в виде застывших лав, пепловых туфов, лавовых брекчий и других продуктов вулканических извержений широко развиты в земной коре. **Возраст эффузивных образований** – начиная от древнейших времен и заканчивая четвертичным временем. Докембрийские эффузивные образования – метаморфизованы и превращены в зеленые сланцы, порфириоиды, порфиритоиды, краснокаменные породы.

Строение вулканических аппаратов

Извержение вулканических продуктов происходит из вулканических аппаратов – **вулканов**, имеющих сложное, разнообразное строение. Различают вулканы:

1. Центрального типа

2. Линейного типа

3. Щитового типа

Вулканы центрального типа. Вокруг жерла развивается четко выраженный, пологий либо крутой слоистый конус - **стратовулкан**. **Склоны** вулкана имеют крутизну – $20-30^{\circ}$, сложены из переслаивающихся лав, туфов, лавовых брекчий, шлаков, шлаколав, а также осадочных пород морского или континентального происхождения. Их мощность убывает по мере удаления от центра извержения. **Размеры стратовулканов** различны: крупные диаметром 60-80 км и высотой 6-8 км. Строение конусов зависит от состава лав. **Основные лавы**, бедные кремнеземом, подвижны и распространяются на значительные расстояния от места извержения, такие конуса имеют большие размеры и пологие склоны (до 10°). **Кислые лавы** накапливаются вблизи центров излияния, образуя конусовидные постройки с крутыми склонами.

Вулканы линейного типа. Излияние лав происходит из трещин. Например, в Исландии современные лавы длиной 3-4 км, шириной несколько сот метров. В Армении на протяжении 30-40 км расположено более 10 центров излияния. В Центральном Казахстане палеозойский вулкан Момонтау вытянут на 60 км.

Вулканы щитового типа. Простые невысокие вулканические постройки, сложенные, главным образом, **базальтами** в диаметре до нескольких десятков километров на склоне не круче $3-4^{\circ}$. Примеры: Армения – влк. Цхун, Камчатка – влк. Узон, Курильские о-ва – влк. Головина. Все типы вулканических аппаратов сопровождаются периодически действующими боковыми (паразитическими) кратерами. Современный действующий **вулкан Этна** (Средиземное море) имеет более 200 боковых кратеров. При сближении вулканических аппаратов образуются сплошные покровы (Центральный Казахстан, Охотско-Чукотский эффузивный пояс, эффузивы Армянского нагорья).

Фации и формы залегания эффузивных пород

Фации эффузивных пород отражают разные условия их образования, различия в физико-географической среде накопления пород, особенности проявления вулканизма, соотношения газовых, жидких и твердых продуктов извержения, состав магмы, глубинность образования. Фации могут переходить друг в друга, отражая сложную и неустойчивую обстановку вулканических процессов.

Общее деление фаций:

1. Морские (подводные)

2. Континентальные (наземные)

В каждой из них могут быть выделены: **покровные, эксплозивные, экструзивные (жерловые), субвулканические и пирокластические (пирокласто-осадочные) фации.**

Покровные фации. Потоки лав группируются вокруг жерла вулкана, спускаясь со склонов. Форма и размеры потоков в значительной степени зависят от рельефа, состава пород и газового режима вулкана. Подошва лав обычно оказывает заметное тепловое воздействие (обжиг) на породы, на которые они изливаются, вызывая их покраснение.

Эксплозивные фации. Это взрывы, сопровождающиеся выбросами в воздух или в водный бассейн под большим давлением газов и паров, увлекающих за собой затвердевшие или полужидкие куски лавы, имеющие форму брызг, сгустков или иную форму. Подобный тип извержения характеризует выделение лав кислого и щелочного состава, реже среднего и основного. При извержении кислых и щелочных лав могут возникнуть тяжелые горячие облака из газовой-пирокластической смеси, которые при остывании расплющиваются и свариваются, образуя породы – **игнимбриты** (палящие тучи). Игнимбриты могут покрывать площадь до десятков квадратных километров мощностью до 1-2 км. Имею полосчатую текстуру. Среди эксплозивных фаций распространены **тефры**, сложенные вулканическими бомбами, гравием и песком, **пирокласты**, **агломераты** и **пемзы**.

Экструзивные фации. Происходит выдавливание лавы, находящейся в вязком или уже затвердевшем состоянии на поверхность. Форма тел зависит от формы вулканического канала, по которому они выдавливаются. Они образуют купола,obelisks, раздутые тела, могут переходить в покровы и потоки. Экструзии слагаются более крепкими породами, чем вмещающие их образования и хорошо выделяются в рельефе.

Жерловые фации (некки). Каналы, по которым магма поднимается на поверхность, являются частью эруптивного аппарата вулкана. Форма их в плане – круглая, овальная или неправильная диаметром от десятков метров до 1-1,5 км. Боковые стенки неков крутые, иногда расширяющиеся кверху. Породы неков – мелкозернистые или полустекловатые изверженные породы, которые образуют на поверхностиobelisks и купола. Трубки взрыва (кимберлитовые) имеют овальную форму и к низу сужаются.

Субвулканические фации. В районах вулканической деятельности образуются вертикальные и крутые тела, не достигающие поверхности и сложенные застывшими лавами, лишенными флюидности, полосчатости и другими текстурными течениями. Слагают они небольшие штоки, факолиты, силлы, крутые дайки, диаметр которых редко превышает 102 км.

Пирокластические (пирокласто-осадочные) фации. Пирокластический (пепловый) материал иногда покрывает огромные пространства, мощность убывает по мере удаления от вулкана, причем вместе с уменьшением размеров обломков тонкий пепел может переноситься на сотни и тысячи километров. Широко развиваются пирокласты при извержении лав щелочного и кислого состава. **Лахаровые отложения** образуются смывом накопившегося материала со склонов вулканов (дождями и т.д.) и в виде грязевых брекчий отлагаются у подножия вулканов и по долинам.

Условия накопления вулканогенных толщ в наземных и подводных средах редко различимы. В наземных условиях лавовые штоки покрывают поверхность земли, неровности рельефа, часто это речные террасы, что позволяет установить время их образования.

Вулканогенные толщи, образованные в наземных условиях, отличаются резкой изменчивостью мощностей и насыщенностью плохо отсортированным пирокластическим материалом. Стекло лав и туфов со временем окисляется и приобретает красно-бурый цвет. Для них характерна плитчатая, параллельная и столбчатая отдельность.

Вулканогенные толщи подводного излияния во многом отличаются от вышеописанных. Относительно ровный рельеф морского дна способствует формированию выдержанных по мощности покровов, залегающих согласно среди морских осадков. Прослой пепла нередко хорошо отсортированы. Осадочные породы, часто переслаивающиеся с лавами, имеют морское происхождение (известняки, песчаники, аргиллиты и т.д.). Эти же породы замещают лавы по простиранию. Для них характерна подушечная и шаровая отдельность (образующиеся при быстром остывании), размеры которых достигают 3м в поперечнике.

Текстурные особенности эффузивных пород

Текстуры эффузивных пород сложны и отражают скорость остывания, условия накопления лавовых потоков и характер их движения, химический состав и газовый режим магмы.

Слоистость. Чередование потоков различного состава, обладающих разной окраской, текстурой и структурой (в кровле и подошве).

Флюидалность часто присутствует среди пород кислого и щелочного состава, как правило, граничным поверхностям, отражает движение частиц внутри потока (спиралеобразные, круговые, сложные завихрения).

Определение возраста эффузивных пород

Сложная и трудная задача, которая решается с той или иной степенью достоверности, следующими методами:

1. Пустоты от разложившихся организмов и их скелетов, захваченных лавами при подводных излияниях. Если эти пустоты залить гипсом, то можно получить слепки форм ископаемых организмов и по ним определяется относительный возраст. Но такие случаи редки.

2. Среди вулканогенных толщ часто заключены слои осадочных пород с остатками фауны, флоры, спор и пыльцы. Для окаменелостей благоприятны известняки и мергели, спор и пыльцы – глинисто-мергелистые и сланцевые породы.

3. По возрасту перекрывающих и подстилающих их осадочных пород, если между ними постепенный переход.

4. Верхняя возрастная граница может быть определена по залеганию на них фаунистически охарактеризованных толщ. Эффузивы в таких случаях – более древние.

5. Нижняя возрастная толща устанавливается по обломкам пород, захваченных лавами из верхних границ подстилающих толщ. Эффузивы в таких случаях – более молодые.

6. Косвенные – пространственное размещение туфогенных пород.

Выявление очагов излияния важно для понимания условия образования и залегания эффузивных пород. Большую помощь в этом оказывают аэрофотоснимки. Молодые вулканы хорошо выражены в рельефе (влк. Эльбрус, Казбек), более древние – эродированы, определяемые косвенными признаками: увеличением мощности к центру, наличием грубообломочного материала, по геоморфологическим признакам: неки и жерловые фации – останцы.

Изображение эффузивных пород на геологических картах

Эффузивные породы на геологических картах изображаются также, как и осадочные, т.е. расчленяются по возрасту и составу. Для них также измеряются мощность слоев и их элементы залегания.

В отличие от осадочных пород, состав которых не указывается на картах, состав вулканогенных образований наносится на карту черным крапом по возрастной окраске. Форма крапа обозначает состав пород.

В мощных толщах выделяются отдельные циклы или этапы вулканической деятельности. Основное значение имеет состав пород, условия образования и форма залегания.

Контрольные вопросы:

1. Какие типы вулканов различают по их строению?
2. Какие фации выделяют среди вулканогенных образований?
3. Как называются формы залегания, образуемые вулканитами?
4. Как устанавливается возраст эффузивных толщ?
5. Какие полезные ископаемые связаны с эффузивными породами?

Раздел 2.

Урок № 9.

Тема: Формы залегания метаморфических пород.

План урока:

1. Определение исходного состава метаморфических пород.
2. Стратиграфическое расчленение метаморфических толщ.
3. Внутренняя структура метаморфических пород.

Формы залегания метаморфических горных пород

Метаморфические породы возникают за счет преобразования осадочных (**парапороды**) и изверженных (**ортопороды**) пород в результате метаморфизма. Перекристаллизация пород в земной коре происходит за счет высоких температур (**термометаморфизм**), высокого давления (**динамометаморфизм**), а также привноса газообразного и парообразного вещества из глубины. Метаморфизм может быть:

1. **Локальный** (местный, контактовый) – изменение вмещающих пород

2. **Региональный** проявлен, в основном, в породах архея, нижнего реге верхнего протерозоя.

Метаморфические породы обладают слоистостью, которая иногда имеет ритмичное строение. Для метаморфических пород также характерна ясная ориентировка в одно направлении линейных и пластичных минералов (слюда, хлорит, амфиболит и т.д.). Это явление называется **кристаллизационной сланцеватостью**, а в гнейсах - **гнейсевидностью**. Эти свойства приобретаются при метаморфизме, поэтому являются вторичными, наложенными.

Определение исходного состава метаморфических пород

Для решения данного вопроса особое значение имеют сохранившиеся в них первичные минералы, структуры и текстуры. О **магматическом происхождении** исходных пород говорят реликты магматических структур (порфировой, офитовой) и текстур (флюидальной и миндалекаменной); о **первично-осадочном** - остатки слоистости, остатки кластической структуры конгломератов, брекчии, туфов, изредка сохранившиеся органические остатки, а также частично сохранившиеся остатки первичного минерального и химического составов. Облик акцессорных минералов (окатанность, царапины, ячеистость) – циркона, монацита, ксенотима и рутила также может свидетельствовать о первично обломочном происхождении.

Стратиграфическое расчленение метаморфических толщ

Докембрийские (доС) делятся на архейские (AR) и протерозойские (PR). Архейские – это все образования древнее 2600 млн лет. Протерозой подразделяется на: 1) PR₁(нижний, ранний): 2600-1600 млн лет; 2) PR₂ (верхний, поздний): 1600-675 млн лет; 3) V (венд): 675-570 млн лет.

Докембрийский возраст определяется по радиометрическим данным. Протерозойский – имеются остатки органики – определяется надежными стронциевым и свинцовым методами, но наиболее доступный – аргоновый метод.

При стратиграфическом расчленении метаморфических толщ в них выделяются комплексы, серии, свиты и горизонты. При этом во внимание принимаются родственный петрографический состав пород и общность происхождения пород. Свиты могут залегать согласно и несогласно. Несогласия выделяются с трудом. Время внедрения интрузий (гранитных) является опорной вехой в истории формирования метаморфических толщ.

Возраст гранитов широко используется для стратиграфического расчленения метаморфических комплексов.

Внутренняя структура метаморфических пород

В метаморфических толщах при перекристаллизации возникает сланцеватость; здесь в них различают **полосчатые** и **линейные** текстуры. Полосчатые возникают при перекристаллизации в глубинных условиях или при привносе нового вещества, или остаточное. В породах с линейной текстурой пластинчатые и игольчатые минералы располагаются параллельно сланцеватости. В генетическом отношении в метаморфических породах распространены складки течения, образующиеся в условиях высоких температур и значительного стресса. Течение пород происходит вверх или в сторону понижения давления. Часто образуются острые, сильно сжатые (скошенные) и изоклиналильные складки, осложненные мелкими и мельчайшими складками.

«**Зеркало складчатости**» - условная поверхность, соединяющая замки антиклинальных и синклиналильных складок по поверхности одного и того же стратиграфического горизонта.

При образовании складок пласты, обладающие достаточной пластичностью, разрываются на отдельные части, из которых образуются цилиндрические или чёткообразные тела, заключенные в более податливых слоях. Эти структуры называются **будинаж-структурами**. Будинаж (в пер. с франц. «колбаса») возникает в толщах, неоднородных по механическим свойствам пород. Твердые породы разрываются, образуя будины. Будинаж широко развит в глубокометаморфизованных породах. В метаморфических толщах докембрийского возраста распространены образования с включенными в них жилами пегматита, аплита и гранитоидов – **мигматиты**.

Контрольные вопросы:

1. Каковы особенности текстур и структур в метаморфических породах?
2. На чём основывается стратиграфическое расчленение метаморфических толщ?
3. Какие элементы внутренней структуры различают в метаморфических породах?
4. Каковы особенности построения геологических разрезов через метаморфические комплексы пород?
5. Какие полезные ископаемые связаны с метаморфическими породами?
6. Что понимают под сланцеватостью?
7. Чем характеризуется гнейсовидность?

Раздел 2.

Урок № 10.

Тема: Основные структурные элементы земной коры. Общий анализ геологического строения по карте.

План урока:

1. Главнейшие структурные элементы земной поверхности.

2. Этапы тектогенеза.

Основные структурные элементы земной коры.

Главнейшие структурные элементы з/п.

К главнейшим структурным элементам относятся: щиты, плиты, краевые прогибы, геосин.область.

Платформы – обширные малоподвижные участки з/к, характеризуются 2-ух ярусным строением: верхний – чехол, нижний – фундамент (сложен AR и PR) сильно дислоцированными и метаморфизованными породами.

Верхний структурный этаж или чехол сложен горизонтальными или слабонаклонными нормально залегающими породами. Возраст платформ определяется по возрасту фундамента, различают докембрийские, герцинские, альпийские, киммерийские.

- 1) Докембрийская платформа (Сибирская, Австралийская)
- 2) Каледонская платформа (Каратау, Алатау)
- 3) Герцинская платформа (Урал, Центральный Казахстан, Алтай)
- 4) Киммерийская платформа (Верхоянская область)
- 5) Альпийская платформа

Щит – это область выходов древних пород на дневную поверхность (Украинский щит, Балтийский щит, Алданский щит).

Плита – область древних пород перекрытых маломощным ковром молодых пород.

Геосинклинали – подвижные части з/к хар-ся большой мощностью осадков, вулканогенно-осадочного типа с сильным проявлением складчатых движений. Для геосинклиналей характерно:

- 1) Полная складчатость.
- 2) Увеличение мощностей осадков в замках складок в связи с выявлением пластических течений складок.
- 3) Наличие разрывных нарушений (горсты, сбросы, взбросы, наволок, шарьяж).
- 4) Наличие интрузии.

Между древними платформами и геосинклиналей располагаются краевые приборы.

Глубинные разломы – имеют следующие характерные особенности.

- 1) Большая глубина проникновения и большую протяж.в плане.
- 2) Большая протяженность жизни (Урал, Камчатка, Сем.область).

Общий анализ геологического строения региона по геологической карте. Структурные этажи, типы структур складчатости, магматизм.

Этапы тектогенеза.

Q } N ₂ -Q	Валохская фаза	
--------------------------	----------------	--

N_2 N_2 } N_1-N_2 Аттическая фаза N_1 N_1 } $P-N_1$ Савская фаза P_3 P_3 } P_2-P_1 Пиренейская фаза P_2	Альпийский тектонез желтый цвет
P_2 } K_2-P_2 Ларомийская фаза K_2 K_2 } K_1 Верхоянская фаза K_1 K_1-J_3 } J_3-J_2 } J_2-J_1 Новокемберльская фаза J_3-J_2 J_2-J_1 T_2-P_2 Тянь-Шанская фаза P_2-P_1 Уральская фаза C_2-C_3 Астурийская фаза C_1-C_2 Судетская фаза D_3-C_1 Бретонская фаза	Киммерийский тектогенез зеленый цвет Герцинский тектогенез коричневый цвет
S_2-D_2 Эрийская фаза O_3-S_1 Токонская фаза C_3-O_1 Салаирская фаза	Каледонский тектогенез сиреневый цвет
PR_2 Байкальский тектогенез	сиренево-серый цвет

PR ₁	Карельский тектогенез	розовый цвет
AR	Беломорский тектогенез	красновато-розовый цвет

Контрольные вопросы:

1. Каковы особенности строения геосинклинальных областей?
2. Какие формации характерны для геосинклинальных областей?
3. Какие основные структурные элементы выделяются в геосинклинальных областях?
4. Что такое срединные массивы и краевые прогибы?
5. Каковы особенности строения платформ?
6. Какие формации характерны для платформ?
7. Какие структурные элементы выделяют в строении платформ?
8. Как различают древние и молодые платформы?
9. Какие периоды и этапы выделяются в развитии земной коры?
10. В каком периоде развития наметились основные структурные элементы современного строения земной коры?
11. Какие общие закономерности наблюдаются в развитии земной коры?
12. Какие геотектонические этапы развития земной коры выделяются в фанерозое?
13. Как объясняет закономерности развития земной коры современная концепция «тектоники плит»?
14. Дать понятие структурный этаж? Чем он характеризуется? Как определяется на геологической карте?
15. Что такое тектоническая схема? Как она составляется?
16. Как определяется возраст интрузии на геологической карте?
17. С чем связаны проявления минерализации и рудные образования?

Раздел 3.

Урок № 11.

Тема: Задачи и виды геологического картирования. Аэро-космические методы.

План урока:

1. Методы геологического картирования.
2. Классификация и характеристика геологических съемок.
3. Аэро - и космические методы геологического картирования.
 - содержание, принципы и методы аэрометодов
 - материалы аэрофотосъемки
 - масштабы аэрофотоснимков

Задачи и виды геологического картирования

Методы геологического картирования.

Общие задачи и виды геологических съемок.

Геологическая съемка – это комплекс работ, направленных на составление геологических карт того или иного типа.

Основная цель геологосъемок: получение полных геологических сведений о геологическом строении района и установлении связи ПИ со стратиграфией, литологией, петрологией, техникой района. На основании геологических карт мы устанавливаем геологическое строение земной поверхности и глубокие горизонты з/к. Объективная ГК помогает в поисках и разведке МПИ, т.к. устанавливает общее распределение ПИ. Съёмочные работы в нашей стране проводятся планомерно и комплексно, с постепенно возрастающей детальностью исследования начиная с мелкомасштабных съёмок до крупномасштабных. В основе составления геологических карт лежит стратиграфический метод, который все геол.явл. рассматривает в исторической последовательности, учитывая взаимосвязь и взаимообусловленность результатов этих исследований.

Большое значение при геологическом картографировании имеет также:

- а) палеонтол. метод определения возраста пород
- б) все шире внедряется метод определения абс. возраста г/п.

При установлении географической обстановки осадконакопления пользуются методами:

- а) палеографическим
- б) фациальным
- в) принципом актуализма

За последние годы при геокартографировании широко используются аэрогеологические методы:

- а) геологическое дешифрование снимков
- б) цветная и спектральная аэрофотосъемка

Используются также геофизические исследования:

- а) электроразведка
- б) гравиразведка
- в) магниторазведка
- г) сейсморазведка
- д) радиометрия

Во время геологической съемки необходимо своевременно проводить минеролого-петрографические исследования с одновременным определением химического состава и радиоактивности пород.

Классификация и характеристика геологических съёмок.

По назначению геологические съёмки делятся на:

- а) съёмки общего типа
- б) специализированные съёмки
- в) специальные съёмки

Съёмки общего типа – эти съёмки явл. госуд-ми и в зависимости от масштаба съёмки в свою очередь делятся на:

- а) м/м-ба 1:1000000 - 1:500000
- б) ср/м-ба 1:200000 - 1:100000
- в) кр/м-ба 1:50000 - 1:25000

Причем съемки м-ов 1:1000000; 1:200000; 1:50000 явл. основными и проводятся на участках с простым геологическим строением (осадочный комплекс). А съемки 1:500000; 1:100000; 1:25000 явл. дополнительными и проводятся в районах с особосложным геологическим строением и высокогорным рельефом.

Основными отличительными признаками съемки общего типа явл. ее комплексность, и параллельное проведение поисков всех без исключения ПИ.

Мелкомасштабная съемка (1:1000000; 1:500000) в результате этих съемок составляется обзорная и региональные карты и выделяются районы, перспективные для постановки дальнейших. Исследования ведутся маршрутами, расположенными через 5, 10, 15 км. Сопровождаются визуальными поисками (шлиховыми, гидрогеологическими, гидрогеологическими, геохимическими, аэрогеофизическими).

Среднемасштабная съемка (1:200000; 1:100000) при этой съемке подробно выясняются геологическое строение района и устанавливается общая закономерность распределения ПИ. При среднемасштабной съемке применяют методы: маршрут в крест простирания реке по простиранию пород, а также методы буровых, геофизических работ, шлиховое опробование, геохимические методы, аэрометоды.

Крупномасштабная съемка (1:50000; 1:25000) проводится на участках распространения отдельных комплексов ПИ. Дается оценка практического значения по каждому виду ПИ. На основе этих карт проектируются в небольшом количестве буровые работы на перспективных участках.

Специализированная съемка – проводится в масштабах 1:10000; 1:5000; 1:2000; 1:1000 эта съемка проводится с целью обеспечения поисков 1-го или 2-х компонентов ПИ. Такая съемка может проводиться только на ранее заснятых более мелких масштабах территории. При этом особое внимание уделяется г/п и структурным формам, в которых скорее всего можно ожидать распр-ния данного вида ПИ. В этом и заключается ее специализация.

Специальная съемка – они преследуют узкую цель в сравнении со съемками общего типа и осуществляются специальными методами и средствами. Эти съемки предназначаются для удовлетворения нужд отдельных отраслей народного хозяйства и способствуют более полному раскрытию отдельных особенностей геол.строение картируем. тер. К ним относятся съемки – структурная съемка для закрытых районов древних струк.этажей, гидрогеологическая съемка, инженерно-геологическая, геоморфологическая съемка, различные виды геофизических съемок.

Кроме названных видов геологической съемки по способу выполнения съемки делятся на:

- а) маршрутные
- б) площадные.

Виды геологических съемок по способу их привязки.

Современные геологические съемки проводятся на аэрофотосъемках, поэтому приводимые ниже традиционные способы привязки нужно

рассматривать как вспомогательные. В данное время существуют следующие виды привязок во время геолого-съёмочных работ:

1. глазомерная
2. полуинструментальная
3. инструментальная

При глазомерной съёмке расстояние измеряется шагами, а направление определяется с помощью горного компаса. Обычно этот способ применяется при мелко и среднемасштабной съёмках.

При полуинструментальных съёмках расстояние измеряется мерной лентой, а направление буссолью превышение точек определенным барометром, анероэдом.

При инструментальной съёмке используются точные геодезические инструменты (теодолиты, нивелиры, линзулы) при этом ошибка в привязках геологических данных не должна превышать ± 0.2 мм от масштаба карты. Высотная привязка должна осуществляться с точностью изображения рельефа на топокарте

Контрольные вопросы:

1. Геологическое картографирование четвертичных отложений, особенности составления геологических карт четвертичных отложений.
2. Назовите цели и задачи геологической съёмки?
3. Перечислите виды съёмки по масштабу?
4. Какие гидрогеологические наблюдения проводят при комплексных съёмках?
5. Какие методы изучения полезных ископаемых вы знаете

Аэро - и космические методы геологического картирования

Аэрометоды при геологическом картографировании.

I. Содержание, принципы и методы аэрометодов.

Аэрометоды представляют собой совокупность различных методов изучения поверхности рельефа и верхние зоны з/к с воздуха на основе использования визуального наблюдения, фотографирования и геофизических методов.

Аэрометоды с высокой степенью точности устанавливаются на местности и отражают на геологической карте границы и многие детали объектов геологического строения. Также можно выделить:

1. Элементы рельефа
2. Характер и расположение обнажений
3. Крупные структуры
4. Древние выработки
5. Водопункты

Можно построить по материалам аэрофотосъёмки можно построить топографические карты. Эффективность применения аэрофотосъёмки зависит от:

- а) строения рельефа
- б) от степени обнаженности
- в) геологического строения территории
- г) климата.

Хорошие результаты дает в пустыне, полупустыне, горных районах и слабозалесенных.

Техника съемки

Различают аэрофотосъемку:

- 1) Плановую, при отвесном положении оптической оси фотоаппарата.
- 2) Перспективную, при косом положении оптической оси фотоаппарата, когда снимок отображает поверхность на большом расстоянии.

Залеты на самолетах проводят в широтном направлении в связи с чем на снимке верхняя граница аэроснимка явл. севером. Съемка ведется таким образом, чтобы каждый последующий снимок покрывал предыдущий на 60-70% вдоль полосы съемки и на 20% между полосами. Это необходимо для совмещения смежных снимков и для обеспечения стереоскопического эффекта. Съемки проводят на высоте от 25 м до 15 км с борта самолета ИЛ-12, ЛИ-2, АН-2, ЯК-2, а космические съемки делают с высоты:

- а) 200-400 км
- б) 600-1500 км
- в) 30000-90000 км.

II. Материалы аэрофотосъемки:

1. Аэрофотоснимки контактной печати (18x18, 24x24, 30x30), которые рассматриваются под стереоскопом.
2. Репродукция накидного монтажа, представляющая собой уменьшенную фотографию группы снимков черепитчато наложено друг на друга в порядке их маршрут
3. Фотосхемы монтируются из летрансформированных центральных участков отдельных аэрофотоснимков.
4. Фотопланы составляются из аэрофотоснимков путем соответствующей трансформации их, т.е. приведение к 1-ой системе координат к одному уровню и поэтому не имеющих искажения.

III. Масштабы аэрофотоснимков.

Масштаб аэрофотоосновы для геологической съемки зависит от характера рельефа, от степени обнаженности геологических структур, от сложности геологического строения и задач съемки.

Обычно масштаб съемки равен 1:10000; 1:30000; 1:65000, но применяются масштабы 1:50000; 1:500000. Расчет масштабов производится по формуле:

$$M = H / f$$

где М – масштаб контактового фотоснимка

Н – высота полета (м)

F – фокусное расстояние объектива (мм)

Фотографирование поверхности земли производится специальными аппаратами с большим фокусным расстоянием 36-500 мм, имеющими автоматические затворы со счетчиками снимков. Наиболее распространенным явл. черно-белая фотография. Однако, в данное время используют цветную фотографию и фотографию в инфракрасных лучах (сквозь облаков), обеспечивающие лучшую дешифрируемость снимков. Применяют стереоскопы марки: СЗП-2 старые; П-5, Т-3, ДС-4 новые; 2009г.

Дешифрование аэрофотоснимков.

Дешифрование – чтение, толкование геологического содержания аэрофотоснимков. Дешифрование аэрофотоснимков производится с помощью стереоскопа, который 2-а плоскостных изображения стереопару какого-либо объекта суммирует в одно объемное. Каждый предмет воспринимается нами дважды, но под разными углами зрения, а в зрительном центре мозга воспроизводится одно объемное изображение предмета. Благодаря этому свойству мы видим рельефность предметов. Стереоскоп помогает на аэрофотоснимках объекты, которые могут быть выражены геологическими условными обозначениями.

Дешифрование геологических структур возможно лишь в условиях достаточной расчлененности рельефа овражно-балочной сетью, и обнаженности склонов или водораздельных пространств. Дешифрование аэрофотоснимков по литологическому составу пород. Литологический состав пород дешифрируется по степени устойчивости пород к выветриванию, что сказывается в развитии форм рельефа. Лавы на снимках имеют поля с темной окраской, лишенной растительного и почвенного покрова. Глубинные интрузии на аэрофотоснимках дают однородный рисунок земной поверхности. Слоистые осадочные, вулканогенные, метаморфические породы изображаются в виде полос с различной световой окраской. Верховья оврагов развивающихся в песках имеет характерный «лапчатый» облик. Склоны оврагов и речных долин сложенные глинами имеют большую крутизну и более резкие контуры, чем при эрозии песка.

При цветной фотографии можно использовать цветовые различия г/п и почв, для установления их литологии. Литологический состав пород дешифрируется по принципу поглощения и отражения света различными породами, которые в зависимости от состава имеют различные коэффициенты отражения.

Н: глинистые сланцы имеют коэффициент отражения 9%

Бурый уголь 14%

Известняк 26%

Песчаник 40%

Глина 42%

Гипс 49%

Это обуславливает неодинаковую степень почернения эмульсии и может быть точно учтено коллометрическим способом. Кроме того, необходимо знать структурные особенности г/п залегающие:

- 1) горизонтально
- 2) наклонно
- 3) вертикальное и крутое падение слоев
- 4) складчатые структуры
- 5) разрывные нарушения

Техника использования аэрофотоснимков.

Изучение аэрофотоматериалов при геологических исследованиях разделяются на 3 этапа:

1. Предварительный этап осуществляется до выезда в поле.
2. Полевой этап проводимый в период геолого-съемочных работ.
3. Окончательный этап проводимый в камеральный период после окончания полевых работ.

Дешифрование различных структур района.

1. Горизонтально и слабонаклонно залегающие слои на фотоизображении выглядят примерно так же, как и на геологической карте при расчлененном рельефе т.е. в виде более или менее параллельных полос оконтуривают возвышенности в виде шлейфа, или притягиваются вдоль склонов рек и оврагов. Причем полосы имеют различные цветовые оттенки (темный, серый, пепельно серый).
2. Наклонное залегание на аэрофотоснимках ($d > 20-30^\circ$) устанавливаются по пластовым треугольникам. Причем положение чем больше угол падения пласта, тем больше высота треугольника, и наоборот. Пользуясь специальным шаблоном, составленным в соответствии с масштабом снимка можно определить угол падения, а направление падения определяется по направлению вершины треугольника в самой низкой точке рельефа.
3. Вертикальное или крутое падение слоев представляется в виде резко ограниченных темных прямоугольных полос и прямоугольников, т.к. на поверхности крутопадающие пласты образуют барьеры (если твердые г/п) и ложбины (если мягкие).
4. Складчатые структуры вырисовываются на снимке очень четко и выглядят так же как и на ГК, т.е. представляют систему симметричных полос по обе стороны от ядра складки. При наличии на крыльях пластовых треугольников можно определить тип складки и углы падения пластов.
5. Разрывные нарушения распознаются по резким боковым смещениям однотипных (однотонных) полос вдоль линии сброса, которое тоже резко обозначается при наличии сбросового уступа. Направление падения пластов и тектонического нарушения определяют по пластовым треугольникам, а сами разрывные нарушения дешифрируются по приуроченности к ним особенности рельефа (овраги, водотоки, промоины).

Контрольные вопросы:

1. Каковы условия применения аэрометодов?
2. Как изображаются горизонтальные и наклонно залегающие слои на снимках?
3. Какие виды космических съёмок вы знаете?
4. Как изображаются на снимках осадочные и эффузивные породы?

Раздел 3.

Урок № 12.

Тема: Подготовительный период геологической съемки. Полевой период геологической съемки.

План урока:

1. Организация геологосъемочных работ.
2. Составление проекта работ.
3. Техника полевых работ.
4. Полевой период.

Подготовительный период геологической съемки

Организация геологосъемочных работ.

Проведение геологосъемочных и поисковых работ распадается на 3 периода:

Подготовительный, Полевой, Камеральный.

Подготовительный период. Подготовка к работам по геологической съемке играет большую роль и продолжается в течение 2-х, 3-х месяцев. Основные задачи подготовительного периода заключаются:

1. составление проекта работы
2. в организации партии
3. в обеспечении партии необходимым снаряжением и оборудованием
4. в обеспечении партии необходимыми топографическими картами и материалами аэрофотосъемки (контактные отпечатки репродукции накидного монтажа, фотосхемы и фотопланы), а также в проведении предварительного дешифрования
5. в изучении фондовых и литературных материалов по району работ.

Составление проекта работ.

На весь период действия партии составляется проект работ. Он должен быть кратким, четким и ясным. Проект освещает задачи, объем и условия производства работ. Содержит необходимые сведения для составления смет. Проект состоит из следующих частей:

1. геологической
2. производственно-технической
3. сметно-расчетной

Нормы даются на партию поэтапно (помесячно) в зависимости от:

- а) масштаба карты
- б) сложности геологического строения района
- в) степени обнаженности
- г) проходимости

По сложности геологические строения могут быть:

- а) простое строение
- б) средней сложности
- в) сложного строения

Нормы зависят также и от проходимости района:

- А) хорошая проходимость
- б) удовлетворительная проходимость
- в) плохая проходимость

Норма в месяц дается партией, учитывая:

- а) 1:200000 – 2220 км² в месяц
- б) 1:100000 – 800 км² в месяц
- в) 1:50000 – 400 км² в месяц
- г) 1:25000 – 100 км² в месяц.

Проект сопровождается графическим материалом:

- 1. обзорная карта района работ
- 2. геологическая изученность. Схема
- 3. схематическая геологическая карта, составленная по данным предыдущих исследований.

Состав партии.

Состав обычной 2-х отрядной (съёмочный, поисковый) входят:

- 1. начальник партии 1
- 2. инженер-геолог 1
- 3. старший техник-геолог 1
- 4. техники геологи 2
- 5. старший рабочий 1
- 6. младший рабочий 1
- 7. техники геофизики 2

Транспорт и снаряжение партии транспорт может быть:

- 1. пеший
- 2. колесный
- 3. вьючный
- 4. на лодках
- 5. авиация

Наиболее рациональный вид транспорта выбирается в зависимости от рельефа района, условий проходимости, наличие транспортных путей. Личное снаряжение: геологический молоток, компас, записная книжка, карандаш, резинка, линейка, рюкзак, мелочки для сбора, флакон с HCl, фляжка и паёк с завтраком, спички в непромокаемой обертке, этикетная книжка, рулетка, топографические карты. Топографические карты

заказывают через главное управление геодезии и картографии. Необходимо иметь топографическую основу в 2-а раза более крупного масштаба, чем масштаб составляемой карты. Такая топооснова заказывается не только для территории, подлежащей съемке, но и для прилегающих районов.

Кроме этого, необходимо иметь обзорную карту масштаба 1:1000000 или 1:500000. Для составления различных схем необходимы карты в 2-а раза более мелкого масштаба, чем масштаб съемки.

Отбор аэрофотоснимков.

Аэрофотосъемочные работы производятся терр.аэрогеодезическими предприятиями подчиненными главному управлению геодезии и картографии. Все аэрофотоматериалы должны быть получены не позднее, чем за 1-5 месяца до выезда в поле. До выезда в поле необходимо произвести дешифрование и составить общую структурную схему терр.подлежащей съемке.

Ознакомление с фондами и литературными материалами.

При изучении фондов следует составить карту геологической изученности, указав на ней контуры, время и масштаб съемок. Далее последовательно изучаются все имеющиеся материалы. Тщательно должны быть изучены вопросы, связанные с возрастом пород, составом, условиями залегания. По этим материалам следует составить сводную геологическую карту, особое внимание должно быть уделено изучению всех известных рудопроявлений, МПИ и данных шлихового опробования. Все рудные точки и данные шлихового оборудования должны быть нанесены на специальные карты. Перед выездом в поле следует также просмотреть все опубликованные работы, касающиеся района работ.

Контрольные вопросы:

1. Что такое стадийность геологоразведочных работ?
2. Какие требования предъявляются к подготовительному периоду?
3. Охарактеризуйте цели и задачи подготовительного периода?
4. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при ведении геологосъемочных работ?

Полевой период геологической съемки.

Полевой период.

Полевой период делится на 3-и последовательных этапа:

- а) в 1-ом этапе продолжительностью 2-3 недели производится общее знакомство с районом работ
- б) во 2-ом этапе выполняется основной объем полевых работ
- в) в 3-ем этапе производится увязка всего полевого материала.

Рекогносцировочный маршрут по району работ.

Сразу после приезда на базу организуются обзорные маршруты по всему району работ должны быть посещены все опорные стратиграфические

разрезы, пункты находок окаменелостей и производится знакомство с наиболее рас-ными типами интрузивных пород, посещаются все МПИ. Должна быть изучена обнаженность района и приуроченность обнажения к элементам рельефа. В результате реногищсцировки коллектив партии намечает рабочую схему стратиграфического расчленения пород, устанавливает индексы и названия всех стратиграфических подразделений и раз-ти г/п.

Техника полевых работ.

Геологическая съемка и поиски широко распространенный вид геологических работ, при котором используется обширный комплекс исследования и методов:

- Поисково-съемочные и поисковые маршруты
- Аэровизуальные наблюдения
- Геофизические наблюдения
- Геохимические
- Геоморфологические
- Гидрогеологические
- Петрографические

Кроме того, на перспективных участках задаются каналы, а также бурят одиночные поисковые скважины.

Поисково-съемочные маршруты.

Их целью являются составление геологической карты и выявление общих перспектив поисков ПИ, т.е. сбор информации о геологических телах и структурах их положению в пространстве и взаимоотношения друг с другом, проверка результатов ДШ/МАКС-материалы аэрокосмических съемок. Сеть маршрутов зависит от геологической обстановки и масштаба съемки.

Все маршруты выполняются с использованием МАКС, на которые заранее переносятся с топографической карты наз. ориентиров, высотные отметки, геофизические, геохимические аномалии.

Маршрутные наблюдения фиксируются в дневнике на перфокартах или на заранее разработанных блоках.

GPS – глобальная positional

Описание маршрута вкл. следующие:

1. дата маршрута
2. номер маршрута
3. привязка района маршрута
4. характеристика ожидаемых объектов наблюдений и цель маршрута
5. привязка начала маршрута
6. описание маршрута
7. выводы по маршруту

Номер маршрута. Перед началом полевых работ за каждым исполнителем закрепляется своя серия номеров маршрута и точек наблюдения.

3 Привязка делается в таком виде, чтобы его можно было легко найти на карте фактического материала.

4 Характеристику ожидаемых объектов наблюдения и цель маршрута обычно совмещают в 1-ой записи.

5 Привязка начала маршрута дается по отношению к четко определенным элементам рельефа, дорогам, плотинам, родникам, террасам и т.д.

6 Включает фиксацию всех наблюдений над геологическими объектами, геоморфологическими элементами, гидрогеологическими наблюдениями. По ходу маршрута описываются геологические образования и тектонические элементы, осущ.поиски ПИ, и сбор остатков ископаемой фауны и флоры, отбираются необходимые образцы пробы, обязательно проверяются результаты ДШ аэрофотоснимков и интерпретации геофизических данных.

Объекты наблюдения при геологической съемке.

Объектами наблюдений при геологической съемке явл.: г/п, водные источники, характер растительности, особенности рельефа, а также обнажение г/п (естественные и искусственные).

Порядок документации обнажения. Все обнажения в районе работ должны быть задокументированы. Докум.обн.слагается из:

1. привязки обн.
2. описания обн.
3. составление стратиг. колонки
4. составление эскиза или фотографирование обл.
5. взятие образцов пород
6. сбора ископанной флоры и фауны
7. отбора ПИ
8. замер элементов залегания г/п и трещиноватости

Привязкой обн. Называется совокупность операции по определению положения обн. относительно тех или иных реперов, обозначенных на топокартах. Привязка осуществляется способом засечек ил способом ходов.

Описание обн. В описании обн. указывается привязка обн., геоморфологическое положение обн., характер обн. И его размеры, литологический состав пород, степень выветрелости, элементы залегания пород, трещиноватость, степень метаморфизма и минерализации. Записи ведутся на правой стороне полевой книжки, а на левой стороне делаются зарисовки.

Полевая книжка – явл. основным документом, характеризующим работу геолога. Записи должны производиться с предельной точностью и аккуратностью, чтобы в них мог разобраться не только автор, но и все сотрудники партии. Книжка должна иметь твердый переплет и не более 60-70 стр. В конце книжки должны быть миллиметровка и калька. Все листы нумеруются. На титульном листе указывается адрес организации,

производящей съемку, фамилия владельца, номер книжки, дата начала записей, записанные в книжке номера обнажений и образцов.

Зарисовка обн. Выполняется карандашом и тщательно в условных обозначениях. На зарисовках показываются разновозрастные толщи, характерные границы, складчатые и разрывные нарушения поверхности несогласия, поверхности интрузии, жилы, выходы подземных вод, заболоченные, задернованные участки. Литологические разновидности на зарисовках обозначаются стандартными общепринятыми условными знаками. Каждый выделенный слой обозначается номером, указываются элементы залегания пород, пункты их замеров. Соответствующими знаками указываются пункты отбора образцов и пород, находки фауны и флоры, задернованные участки оставляются пустыми не закрашенными.

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте полевой период геологической съёмки?
2. На какие этапы разбивается полевой периоды?
3. Какие работы выполняются в организационный, производственно-полевой и заключительный периоды?
4. С какой целью проводятся поисково-съёмочные маршруты?
5. Что такое геологическая документация?
6. Назовите формы регистрации каменного материала?

Раздел 3.

Урок № 13.

Тема: Камеральный период. Современные проблемы региональных исследований.

План урока:

1. Камеральный период геологической съемки
2. Современные проблемы региональных геологических исследований

Камеральный период геологической съемки

Содержание работ в этот период заключается в обработке и систематизации всех материалов, как накопленных в процессе полевых наблюдений, так и полученных при изучении образцов г/п, фауны, флоры и ПИ в лабораторных условиях. Длительность камерального периода 4-5 месяцев. И завершается составление отчета и граф. материала к нему.

Картографический материал отчета:

1. карта фактического материала
2. геологическая карта
3. геологические разрезы и блок-диаграммы
4. стратиграфическая колонка
5. карта ПИ
6. тектоническая карта
7. геоморфологическая
8. карта водопунктов

9. карта четвертичных отложений
10. материалы окончательного дешифрирования аэрофотоснимков
11. геохимические, геофизические, шлиховые карты

Камеральный период приводится в порядок каменный материал, дается петрографическое описание на основании изучения шлифа.

Составляется окончательный геологический отчет защищается на НТС и передается в фонды

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют формы первичной документации при геологосъемочных работах?
2. Какие требования предъявляются к составлению полевых геологических карт?
3. Какие виды документации вы знаете?
4. Когда проводится окончательная камеральная обработка материала?
5. Перечислите содержание отчёта по геологосъемочным работам?
6. Как оформляются геологические отчёты?

Современные проблемы региональных геологических исследований

Современные проблемы региональной геологии.

Научные и научно-технические организации на новом этапе МСТН – международный союз геологических наук – самая высшая организация, созданная более 130 лет тому назад. МСТН объединяет 110 стран мира, через каждые 4 года проводят сессии, т.е. МГК.

РК вступила в МСГН в 1992 г.

НКГК – национальный комитет налогов Казахстана. В этой организации осуществляется связь геологов РК с МСГН.

Цели и задачи НКГК:

1. объединение геологической общественности Республики для содействия развитию геологической науки, и рационального использования природных ресурсов.
2. представление геологических наук на различных уровнях для информирования, консультирования и влияния на общественную политику.
3. развитие международного сотрудничества ученых и инженерно-технических работников геологической сферы.
4. осуществление обмена научными достижениями ч/з организацию и проведение совещаний, конференции, проведение выставок.

Казахстанское геологическое общество КазГео.

Осуществляет международное сотрудничество ч/з НКГК. КазГео учреждена в 1994 г. и имеет 5 региональных отделений.

1. Восточно-Казахстанское (Усть-Каменогорск)
2. Северо-Казахстанское (Кустанай)
3. Западно-Казахстанское (Актюбинск)
4. Южно-Казахстанское (Алматы)
5. Центрально-Казахстанское (Караганда)

Основные цели и задачи КазГео:

1. содействие развитию научного и технического творчества.
2. социально-правовая защита своих членов и эффективное использование их интеллектуального потенциала.
3. участие в определении приоритетных направлений научных и ГРР.
4. поддержка перспективных идей и предложений.
5. участие в подготовке специалистов высшей научной квалификации.

Взаимосвязь геокартирования с поисково-разведочными работами.

Геолого-съёмочные работы, проводимые на отдельных регионах РК сопровождается поисковыми, а в дальнейшем разведочными работами. При ГК терр. особое внимание следует обратить на поисковые критерии и признаки, а также на поисковые критерии не геологического характера.

Используются следующие виды критериев:

1. стратиграфические
2. фациально-литологические критерии
3. структурные
4. магматоченные
5. геоморфологические
6. изменение вмещающих пород (As, Ag, Sn)
(Sn, Cu, Pb, Zn)
(W, Fe, Mo, Cu, Вc, Zn, Pb)
7. геохимические
8. метаморфогенные
9. климатические
10. геофизические.

Контрольные вопросы:

1. Перспективы развития методов геологического исследования?
2. Задачи дешифрирования геологических объектов и основные примеры дешифрирования?
3. Поисковые методы, применяемые на этапах геологического картирования и их краткая характеристика?
4. Стадийность геолого-съёмочных работ и основные виды картирования?

Практические занятия.

Урок № 1.

Урок № 2

Тема: Знакомство с разнообразными геологическими картами и их оформлением. Построение топографического профиля по геологической карте масштаба 1:10000 по 1:50000

План урока:

1. Геологические карты.
2. Построение топографического профиля.

Геологическая карта представляет собой изображение на **топооснове** с помощью условных знаков распространения и условий залегания горных пород на земной поверхности, разделенных по возрасту и составу.

Типы геологических карт

Различают:

- 1) геологические карты;
- 2) карты четвертичных отложений;
- 3) геоморфологические карты;
- 4) литологические карты;
- 5) тектонические карты;
- 6) гидрогеологические карты;
- 7) инженерно-геологические карты;
- 8) карта полезных ископаемых;
- 9) карты прогнозов по отдельным видам минерального сырья и т.д.

Геологические карты. Так как на поверхности Земли широко развиты четвертичные отложения, чтобы карта была более информативной их с карты снимают, кроме тех случаев, когда четвертичные отложения являются ценным сырьем, или в них содержится что-то полезное, или они имеют большую мощность, особенно вдоль крупных рек.

На **геологических картах** с помощью цвета, штриховки, буквенных, цифровых и других условных знаков показывают возраст состав и происхождение горных пород, условия их залегания, характер границ между отдельными комплексами.

Различают три основных вида условных знаков: **цветовые, штриховые, буквенные и цифровые.**

Цветовые обозначают возраст осадочных, вулканогенных и метаморфических пород. Для интрузивных пород – это состав пород.

Штриховка – состав пород, иногда – возраст (когда карты одноцветные).

Буквенные и цифровые обозначения (**индексы**) служат для обозначения возраста и происхождения, состав интрузивных пород также обозначается буквами.

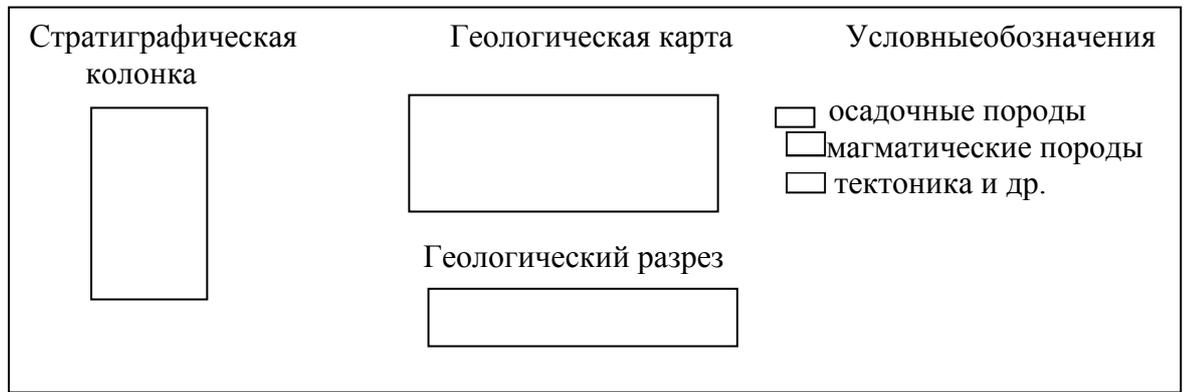


Рис. Последовательность расположения геологических материалов.

Карты четвертичных отложений. На них все коренные породы показываются одним цветом (фиолетовым) без расчленения, с указанием их возраста и ...

Четвертичные отложения на картах должны быть разделены по генезису, возрасту, приводятся данные о мощностях, палеогеографические характеристики стратиграфических подразделений.

Литологические карты. Обычно бывают масштаба 1:50000 и крупнее. На фоне окраски (возраст пород) штрихами изображается состав пород.

Тектонические карты. На них условными знаками изображаются формы залегания, время и условия образования структурных категорий земной коры. Они делятся на **общие (сводные), региональные и детальные.**

Гидрогеологические карты отражают водоносные свойства горных пород: их водообильность, условия распространения, залегания, химическую характеристику и другие свойства подземных вод. Основой для гидрогеологической карты является геологическая карта, на которой горные породы объединены в комплексы с одинаковой водоносностью.

Геоморфологические карты. На них условными штрихами и цветом изображаются основные типы рельефа и его отдельные элементы с учетом их происхождения и возраста. При составлении геоморфологической карты помимо полевых наблюдений учитываются топокарта, аэрофото- и космофотоснимки, а также карта четвертичных отложений.

На **инженерно-геологических картах** изображаются инженерно-геологические условия местности, показывающие возможность строительства на ней тех или иных сооружений или её хозяйственного использования. Здесь отмечаются физические свойства горных пород, пористость, проницаемость, устойчивость и др.

На **карте полезных ископаемых** условными знаками различной формы и цвета указываются все сведения о полезных ископаемых. Основой служит геологическая карта. Изображаемые на карте полезные ископаемые делятся на горючие, металлические, неметаллические и т.д. (для каждого выделяют – крупные, средние, мелкие месторождения, проявления, точки ...).

Карты закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых отражают результаты металлогенического анализа и синтеза

всех геологических данных по данной территории и являются основой дальнейших поисковых и геологоразведочных работ.

Виды геологических карт

В зависимости от масштаба геологические карты делятся на:

- 1. Обзорные**
- 2. Мелкомасштабные**
- 3. Среднемасштабные**
- 4. Крупномасштабные**
- 5. Детальные.**

1. Обзорные карты М 1:1000000 и мельче. Изображены общие черты геологического строения отдельных регионов, государств, континентов. Составляются путем обобщения более крупномасштабных карт с применением дистанционных и геофизических исследований.

2. Мелкомасштабные карты М 1:1000000 и 1:500000 дают представление о геологическом строении и закономерностях распространения полезных ископаемых обширной территории и отдельных государств. Топооснова сильно упрощена, сохраняются крупные реки, населенные пункты, очертания водоемов. Сопровождаются объяснительной запиской к каждому листу.

3. Среднемасштабные карты М 1:200000 – 1:100000 составляются в рамках листов международной номенклатуры. Передают основные черты геологического строения данной территории, МПИ, дают прогнозную оценку. На топооснове разрежена сеть горизонталей. Сопровождаются стратиграфической колонкой, разрезами и объяснительной запиской.

4. Крупномасштабные карты М 1:50000 – 1:25000 составляются полистно на точных топоосновах с подробным изображением геологического строения районов, должны дать возможность составить ясное представление о глубинном строении территории. Карты М 1:50000 сопровождаются стратиграфической колонкой и разрезами. Для группы смежных листов со сходными чертами строения составляется общая объяснительная записка.

5. Детальные геологические карты М 1:25000 и крупнее и составляются на специальных топоосновах. Это геологическая карта района, участка или месторождения.

Урок № 3.

Тема: Построение геологического разреза с согласным и несогласным залеганием слоев.

План урока:

1. Построение геологического разреза.

1. Методика построения разреза

При построении разреза со складчатым залеганием пород необходимо выделить на карте оси крупных и мелких осложняющих складок и вынести их на профиль местности.

Геологические границы, ближайшие к осям складок, короткими штрихами наклоняют в сторону осей синклинальных складок и в сторону от осей антиклинальных складок.

Углы наклона слоев на крыльях складок определяются исходя из элементов залегания, если их нет.

Определив угол наклона слоя в крыле складки, под этим углом параллельно проводят серию слоев в сторону оси синклинали или от оси антиклинали. При этом необходимо иметь в виду, что крыло синклинальной складки одновременно является и крылом соседней антиклинали. Если по другую сторону оси складки ширина выхода одноименных слоев такая же, то слои проводятся под такими же углами до соединения их с одноименными слоями смежного крыла складок. Различная ширина выходов слоев на крыльях складки может быть обусловлена разными углами наклона крыльев или дополнительной складчатостью. Узкие выходы слоев в одном крыле говорят о крутом залегании слоев, а широкие выходы в другом — о пологих углах наклона. В этом случае складки будут наклонные по положению осевой поверхности. При рисовке складок надо обратить внимание на геологическую карту: форма замков складок на разрезе повторяет форму их замыканий на геологической карте.

Урок № 4.

Тема: Составление геологической карты с горизонтальным залеганием на топографической основе (1:1000 -1:10000) с указанием выходов 5-6 слоев или по данным бурения.

План урока:

1. Общие понятия о построении разреза
2. Алгоритм построения разреза
3. Зарамочное оформление

1. Общие понятия о построении разреза

Для построения геологического разреза необходимы: геологическая карта с обозначенной линией разреза, лист миллиметровой бумаги длиной немного более линии разреза, транспортир, линейка, простой и цветные карандаши. Прежде, чем строить разрез, необходимо проанализировать карту: определить тип залегания пород, типы складок и разрывных нарушений. Если линию разреза предлагается выбрать самостоятельно, ее следует проводить вкрест простирания основных структур, по возможности проводя через точки бурения и захватывая максимальный стратиграфический интервал.

2. Алгоритм построения геологического разреза

Нарисовать топографический профиль.

Прежде, чем отстраивать рельеф, необходимо проанализировать топографическую основу. Так, если колебания рельефа в масштабе карты составляют 1-2,5 мм, то отстраивать рельеф не надо, достаточно определить

среднюю высоту рельефа и провести горизонтальную линию на этой высоте. В любом другом случае отстраивать рельеф необходимо.

Для этого необходимо приложить лист миллиметровки вдоль по линии разреза и отметить штрихами на краю миллиметровки ("снести") точки пересечения горизонталей с линией разреза, подписав высотные отметки снесенных точек. После этого, отчертив нулевую линию, необходимо отстроить от нее перпендикулярно высоты этих точек в масштабе, равном горизонтальному масштабу карты (в случае горизонтального залегания слоев вертикальный масштаб можно увеличить, но не более чем в 5 раз).

Соедините построенные точки плавной линией. Топографический профиль готов.

Проблемы часто возникают с участками профиля между крайними снесенными точками и рамкой разреза. В этом случае необходимо проводить линию рельефа в промежутке между последней из пересеченных высотных отметок и следующей за ней, продолжая направление уклона рельефа, если по карте не предполагается иного.

Также часто возникают проблемы с горизонталями, касающимися, но не пересекающими линию разреза. В таком случае я предлагаю отмечать сразу две точки одинаковой высоты на минимальном расстоянии друг от друга.

Снести геологические границы.

Таким же образом, как и горизонтали. Не забудьте подписать возраст выходящих на этих отрезках пород. Лучше сносить выходы границ прямо на линию рельефа, короткими тонкими вертикальными штрихами.

Нижняя граница нижнего слоя не рисуется, нижний слой просто закрашивается на величину мощности.

Проставить индексы возраста и крапы пород, закрасить слои в соответствии с международной стратиграфической шкалой.

Индексы возраста лучше ставить ещё в процессе отрисовки слоёв, чтобы не путаться. Каждая отдельная часть слоя должна быть подписана отдельно. Как правило, индексы ставятся внутри слоя, но если это невозможно, допускается делать выноски.

Выполнить зарамочное оформление разреза.

3. Зарамочное оформление

К зарамочному оформлению относятся:

Заголовок разреза, где указывается, к какой карте и по какой линии он проведен;

Масштабы: линейные (шкалы по бокам разреза и линейка под ним) и числовые (надпись под разрезом, как правило справа или по центру: "Масштаб горизонтальный 1:200000 и вертикальный 1:200000");

Буквенные обозначения точек окончания линии разреза (ставится ровно над шкалами высот) и ориентировка по сторонам света*;

Подпись: Выполнил: Ф. И. О., номер группы* (располагается под разрезом, как правило - слева).

Условные обозначения (если разрез идет на отдельном от карты листе)

Урок № 5.

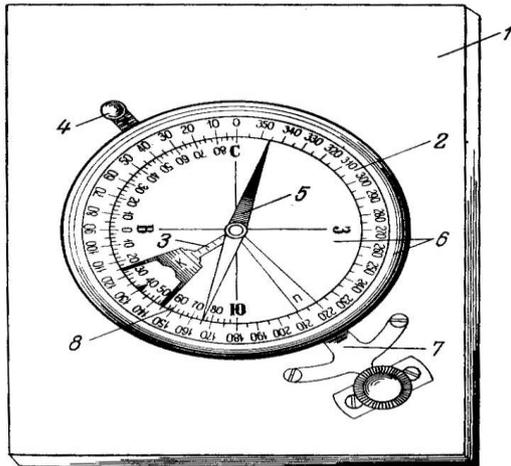
Урок № 6.

Тема: Измерение элементов залегания наклонного слоя горным компасом на моделях.

План урока:

1. Устройство горного компаса.
2. Методы измерения.
3. Определение азимутов простираия и падения.
4. Измерение угла падения пласта.

Устройство компаса



Его обычно монтируют на прямоугольной пластине.

На лимбе компаса деления идут от 0° до 360° в направлении против движения часовой стрелки. У обозначения 0° стоит буква **С** (**север**), у 90° буква **В** (**восток**), у 180° буква **Ю** (**юг**), у 270° буква **З** (**запад**). С (север) и Ю (юг) расположены против коротких сторон компаса; В (восток) и З (запад) — против его длинных сторон.

В центре компаса установлена короткая вертикальная ось, вокруг которой в горизонтальной плоскости может вращаться магнитная стрелка с чёрным (синим) северным и светлым (красным) южным концами.

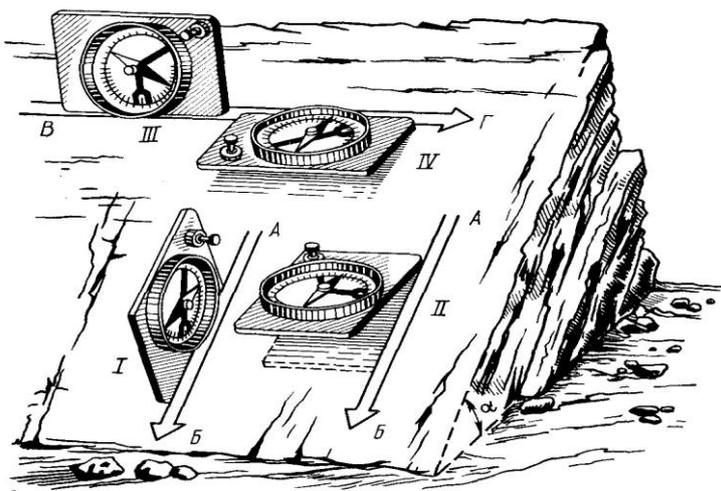
1-пластина, 2- лимб, 3- клинометр, 4- винт, 5- магнитная стрелка, 6- стекло и крепление, 7- арретир, 8- полулимб.

Посредством арретира магнитная стрелка может быть приподнята кверху, прижата к стеклу компаса и выведена из действия или, наоборот, опущена на остриё вертикальной оси и введена в действие.

При помощи магнитной стрелки и лимба определяют азимуты различных направлений вообще, а также азимуты простираия и падения слоёв.

Второй частью компаса являются клинометр (отвес К) и полулимб с делениями от 0° до 90° в обе стороны.

Клинометром и делениями на полулимбе определяют углы падения слоёв.



Методы измерения

При помощи геологического молотка очищают на породе площадку, соответствующую естественной слоистости породы. Если хотят вначале определить положение линии

простираения пласта (при углах падения $> 10^\circ$), придают пластинке компаса вертикальное положение. Прикладывают длинную сторону компаса к плоскости (естественной площадке) пласта так, чтобы клинометр показывал 0° . Вдоль длинной стороны пластинки компаса прочеркивают линию, которая указывает направление простираения пласта (ВГ). Если сначала хотят определить положение линии падения (при малых углах падения пласта), придают пластинке компаса вертикальное положение (АБ).

Прикладывают длинную сторону компаса к плоскости пласта так, чтобы клинометр показывал максимальный угол. Это и будет угол падения слоя. По длинной стороне пластинки компаса прочеркивают линию, которая указывает направление падения

слоя.

Определения азимутов падения и простираения

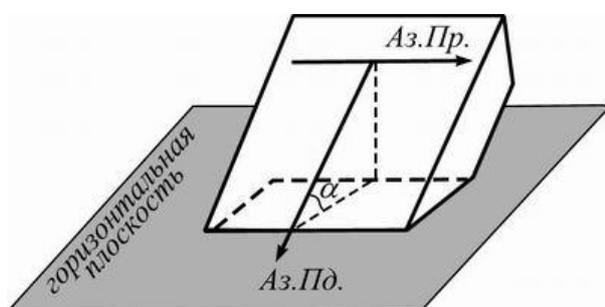


Рис. 3. Элементы залегания пласта

Когда на очищенной площадке пласта прочерчены линии простираения и линия падения слоя, определяют азимут его падения.

Для этого короткой южной стороной компаса прикладывают к линии простираения так, чтобы его северная короткая сторона была обращена в сторону падения слоя. Компасу придают горизонтальное положение. Опускают

арретиром магнитную стрелку, дают ей успокоиться и отсчитывают по лимбу азимут падения слоя.

Затем магнитную стрелку арретиром приподнимают и прижимают к стеклу компаса.

Зная азимут падения слоя, вычисляют оба азимута его простираения.

Для определения одного из них к азимуту падения прибавляют 90° , а для определения другого из азимута падения вычитают 90° .

Если всё же хотят при помощи компаса найти азимуты простираения, то придают компасу горизонтальное положение. Длинную сторону его прикладывают к линии простираения и отсчитывают по лимбу азимут простираения слоя.

Для получения другого азимута к отсчитанному азимуту прибавляют 180° . Так как, зная азимуты простираения слоя, нельзя вычислить азимут его падения, то совершенно ясно, что удобнее сначала определить азимут падения.

Измерение угла падения пласта

- 2) *Замок (свод)* – место перегиба складки.
- 3) *Крылья* – боковые части складки, соприкасающиеся в сводовой части.
- 4) *Осевая плоскость* – плоскость разделяющая складку в ее центре.
- 5) *Осевая поверхность* – линия пресечения – линия пересечения осевой плоскости с плоскостью Земли.
- 6) *Угол складки* – угол, образованный при мысленном продолжении линий крыльев на месте их пересечения.

Урок № 9.

Урок № 10.

Тема: Построение разреза по геологической карте через разрывное смещение.

План урока:

1. Копирование карты.
2. Построение разреза.

Алгоритм построения геологического разреза

Нарисовать топографический профиль.

Прежде, чем отстраивать рельеф, необходимо проанализировать топографическую основу. Так, если колебания рельефа в масштабе карты составляют 1-2,5 мм, то отстраивать рельеф не надо, достаточно определить среднюю высоту рельефа и провести горизонтальную линию на этой высоте. В любом другом случае отстраивать рельеф необходимо.

Для этого необходимо приложить лист миллиметровки вдоль по линии разреза и отметить штрихами на краю миллиметровки ("снести") точки пересечения горизонталей с линией разреза, подписав высотные отметки снесенных точек. После этого, отчертив нулевую линию, необходимо отстроить от нее перпендикулярно высоты этих точек в масштабе, равном горизонтальному масштабу карты (в случае горизонтального залегания слоев вертикальный масштаб можно увеличить, но не более чем в 5 раз).

Соедините построенные точки плавной линией. Топографический профиль готов.

Проблемы часто возникают с участками профиля между крайними снесенными точками и рамкой разреза. В этом случае необходимо проводить линию рельефа в промежутке между последней из пересеченных высотных отметок и следующей за ней, продолжая направление уклона рельефа, если по карте не предполагается иного.

Также часто возникают проблемы с горизонталями, касающимися, но не пересекающими линию разреза. В таком случае я предлагаю отмечать сразу две точки одинаковой высоты на минимальном расстоянии друг от друга.

Снести геологические границы.

Таким же образом, как и горизонтали. Не забудьте подписать возраст выходящих на этих отрезках пород. Лучше сносить выходы границ прямо на линию рельефа, короткими тонкими вертикальными штрихами.

Нижняя граница нижнего слоя не рисуется, нижний слой просто закрашивается на величину мощности.

Проставить индексы возраста и крапы пород, закрасить слои в соответствии с международной стратиграфической шкалой.

Индексы возраста лучше ставить ещё в процессе отрисовки слоёв, чтобы не путаться. Каждая отдельная часть слоя должна быть подписана отдельно. Как правило, индексы ставятся внутри слоя, но если это невозможно, допускается делать выноски.

Выполнить зарамочное оформление разреза.

Урок № 11.

Тема: Построение розы-диаграммы трещин и нанесение полученных усредненных данных на бланковую карту.

План урока:

1. Построение розы-диаграммы.

Урок № 12.

Тема: Построение разреза по геологической карте с изображением интрузий.

План урока:

1. Копирование карты.
2. Построение разреза.

Алгоритм построения геологического разреза

Нарисовать топографический профиль.

Прежде, чем отстраивать рельеф, необходимо проанализировать топографическую основу. Так, если колебания рельефа в масштабе карты составляют 1-2,5 мм, то отстраивать рельеф не надо, достаточно определить среднюю высоту рельефа и провести горизонтальную линию на этой высоте. В любом другом случае отстраивать рельеф необходимо.

Для этого необходимо приложить лист миллиметровки вдоль по линии разреза и отметить штрихами на краю миллиметровки ("снести") точки пересечения горизонталей с линией разреза, подписав высотные отметки снесенных точек. После этого, отчертив нулевую линию, необходимо отстроить от нее перпендикулярно высоты этих точек в масштабе, равном горизонтальному масштабу карты (в случае горизонтального залегания слоев вертикальный масштаб можно увеличить, но не более чем в 5 раз).

Соедините построенные точки плавной линией. Топографический профиль готов.

Проблемы часто возникают с участками профиля между крайними снесенными точками и рамкой разреза. В этом случае необходимо проводить линию рельефа в промежутке между последней из пересеченных высотных отметок и следующей за ней, продолжая направление уклона рельефа, если по карте не предполагается иного.

Также часто возникают проблемы с горизонталями, касающимися, но не пересекающими линию разреза. В таком случае я предлагаю отмечать сразу две точки одинаковой высоты на минимальном расстоянии друг от друга.

Снести геологические границы.

Таким же образом, как и горизонтали. Не забудьте подписать возраст выходящих на этих отрезках пород. Лучше сносить выходы границ прямо на линию рельефа, короткими тонкими вертикальными штрихами.

Нижняя граница нижнего слоя не рисуется, нижний слой просто закрашивается на величину мощности.

Проставить индексы возраста и крапы пород, закрасить слои в соответствии с международной стратиграфической шкалой.

Индексы возраста лучше ставить ещё в процессе отрисовки слоёв, чтобы не путаться. Каждая отдельная часть слоя должна быть подписана отдельно. Как правило, индексы ставятся внутри слоя, но если это невозможно, допускается делать выноски.

Выполнить зарамочное оформление разреза.

Урок № 13.

Тема: Работа с геологической картой распространения вулканогенно-осадочных серий.

План урока:

1. Работа с картой.

Урок № 14.

Тема: Работа с геологической картой района распространения магматических и метаморфических пород.

План урока:

1. Работа с картой.

Урок № 15.

Урок № 16.

Тема: Установление по геологической карте количества структурных этажей, последовательности отложений морфологических типов геологических структур.

План урока:

1. Работа с картой.

Урок № 17.

Тема: Работа с картами разных масштабов, отображающих один и тот же район исследования.

План урока:

1. Работа с картой.

Урок № 18.

Тема: Просмотр аэрофотоснимков под стереоскопом.

План урока:

1. Просмотр аэрофотоснимков.

Урок № 19.

Урок № 20.

Тема: Разбор карты фактического материала.

План урока:

1. Работа с картой.

1. Основная учебная литература:

1. Куликов В.Н., Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картографирование. М., Недра, 1991.

2. Куликов В.Н., Михайлов А.Е. Руководство к практическим занятиям по структурной геологии и геологическому картографированию. М., Недра, 1993.

2. Дополнительная учебная литература:

1. Атлас учебных геологических карт. Под ред. Ю.А. Зайцева, В.В. Козлова, М.М. Москвина. Л.. Ленинградская картографическая фабрика. Мингео СССР, 1986.

2. Инструкция по организации и производству геологосъемочных работ по составлению Государственной карты СССР масштаба 1:50000 (1:25000). JL , ВСЕГЕИ, 1987.

3. Кац Я.К. и др. Космические методы в геологии. М.,Изд. Московского университета, 1976.

4. Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура. М.,Недра,1965.