

Шығыс Қазақстан облысы  
әкімдігінің білім  
басқармасы  
КМКҚ «Геология барлау  
колледжі»



КГКП «Геологоразведочный  
колледж» управления  
образования Восточно-  
Казахстанского областного  
акимата

**Базовый опорный конспект по дисциплине**  
**«Геоэкологическое картографирование»**  
**для специальности 1514000 «Экология и рациональное**  
**использование природных ресурсов в недропользования»**

**Абикенева Г. М.**

**Базовый опорный конспект по дисциплине  
«Геоэкологическое картографирования»  
для специальности  
1514000 «Экология и рациональное использование природных  
ресурсов в недропользования»**

Утвержден на заседании  
методического совета колледжа

Разработан 2011  
(дата)

Переработан 2017  
(дата)

**г. Семей, 2017 г.**

Абикенева Г. М, Базовый опорный конспект по предмету «Геоэкологическое картографирования» - 67 стр.

Базовый опорный конспект разработан в соответствии с рабочей учебной программой и предназначен для студентов II курса колледжа специальности 1514000 «Экология и рациональное использование природных ресурсов в недропользования». Он содержит основные материалы теоретического и практического курса по дисциплине «Геоэкологическое картографирования» и состоит из 3 разделов, а также содержит контрольные вопросы и задания по курсу. Сведения наиболее полно систематизированы и конкретизированы. Благодаря четким определениям основных понятий, их признаков и особенностей студент может сформулировать ответ, за короткий срок усвоить и переработать важную часть информации, успешно сдать экзамен. Базовый опорный конспект будет полезен не только студентам, но и преподавателям при подготовке и проведении занятий

## СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем	стр
Раздел 1. Введение		
1.	Тема 1.1. Введение в структурную геологию, геологическое и геоэкологическое картографирование.	6-8
2.	Тема 1.2. Геологическая и геоэкологическая карты и другие виды графики.	8-10
3.	Тема 1.3. Классификация структурных форм геологических тел	10-14
Раздел 2. Структурная геология.		
4.	Тема 2.1. Слоистая структура в земной коре.	14-17
5.	Тема 2.2. Структуры согласного и несогласного залегания горных пород.	17-21
6.	Тема 2.3. Горизонтальное залегание слоев.	21-23
7.	Тема 2.4. Наклонное залегание слоев.	23-27
8.	Тема 2.5. Складчатые нарушения горных пород.	27-34
9	Тема 2.6. Разрывные нарушения в горных породах.	34-35
10.	Тема 2.7. Трещины в горных породах.	35-37
11.	Тема 2.8. Нетектонические дислокации и другие особые формы залегания осадочных горных пород.	37-39
12.	Тема 2.9. Формы залегания интрузивных горных пород.	39-43
13.	Тема 2.10. Формы залегания эффузивных и пирокластических горных пород.	43-45
14.	Тема 2.11. Формы залегания метаморфических горных пород.	45-46
15.	Тема 2.12. Основные структурные элементы земной коры.	46-51
Раздел 3. Геологическое и геоэкологическое картографирование		
16.	Тема 3.1. Задачи и виды геологического и геоэкологического картографирования.	51-53
17.	Тема 3.2. Аэро- и космические методы геологического и геоэкологического картографирования	53-57
18.	Тема 3.3 Подготовительный период геологической и геоэкологической съемок.	57-60
19.	Тема 3.4. Полевой период геологической и геоэкологической съемок.	60-62
20.	Тема 3.5. Камеральный период геологической и геоэкологической съемок.	62-64
21.	Тема 3.6 Современные проблемы региональных геоэкологических исследований.	64-67
22.	Использованная литература	

### 3. Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Наименование разделов и тем
1	2
	Раздел 1. Введение
1.1	Введение в структурную геологию, геологическое и геоэкологическое картографирование.
1.2	Геологическая и геоэкологическая карты и другие виды графики.
1.3	Классификация структурных форм геологических тел
	Раздел 2. Структурная геология.
2.1	Слоистая структура в земной коре.
2.2	Структуры согласного и несогласного залегания горных пород.
2.3	Горизонтальное залегание слоев.
2.4	Наклонное залегание слоев.
2.5	Складчатые нарушения горных пород.
2.6	Разрывные нарушения в горных породах.
2.7	Трещины в горных породах.
2.8.	Нетектонические дислокации и другие особые формы залегания осадочных горных пород.
2.9.	Формы залегания интрузивных горных пород.
2.10.	Формы залегания эффузивных и пирокластических горных пород.
2.11.	Формы залегания метаморфических горных пород.
2.12.	Основные структурные элементы земной коры.
	Раздел 3. Геологическое и геоэкологическое картографирование
3.1.	Задачи и виды геологического и геоэкологического картографирования.
3.2.	Аэро- и космические методы геологического и геоэкологического картографирования
3.3.	Подготовительный период геологической и геоэкологической съемок.
3.4.	Полевой период геологической и геоэкологической съемок.
3.5.	Камеральный период геологической и геоэкологической съемок.
3.6.	Современные проблемы региональных геоэкологических исследований.

## Раздел 1. Введение.

### Тема 1.1. Введение в структурную геологию, геологическое и геоэкологическое картографирование.

#### План:

1. Содержание и методы геоэкологического картографирования.
2. Теоретическое и практическое значение структурной геологии и геологического картирования и их связь с другими науками.
3. Краткая история развития.

1. *Структурная геология* представляет собой раздел геотектоники, изучающий формы залегания горных пород (малые и средние по размерам структурные формы геологических тел) и тектонические нарушения (складчатые и разрывные), закономерности размещения, простейшие сочетания, условия образования и историю развития их в земной коре.

*Залеганием* называется пространственное положение в земной коре блоков (тел) горных пород, а также возрастные, литологические и структурные отношения между смежными элементами стратиграфического разреза. Оно характеризуется различными условиями и формами.

*Формы залегания* горных пород, или структурные формы, - это простейшие составные части земной коры: отдельные слои осадочных пород, моноклинали, складки, отдельные трещины, разрывные смещения (сбросы, сдвиги, надвиги и др.).

Простые сочетания, состоящие из сходных по внешнему облику и условиям образования структурных форм, носят название местных тектонических структур или просто структур. Главные из них: осадочная слоистая, складчатая, трещинная, разрывная, магматогенная и метаморфогенная структуры. Кроме того, выделяются еще производные от первого или второго названных типов, но вполне самостоятельные структуры: согласного и несогласного залегания горных пород, горизонтальная и моноклиналиная.

В геотектонике (от греч. слова «тектонике» - строительное искусство) - науке о строении, движениях и развитии земной коры - структурная геология представляет прежде всего морфологическое или структурное направление в исследованиях.

Структурная геология ограничивается двумя прямыми задачами:

- 1) изучается морфология, т.е. внешний облик и размеры структурных форм (н-р, отдельной складки, трещины, магматического тела) и их простейших сочетаний-местных или коровых структур.
- 2) раскрывается механизм возникновения и последовательность развития этих структурных форм.

Структурно-геологические исследования проводятся в процессе геологического картирования.

Геологическое картирование (геологическая съёмка) представляет собой комплекс исследований, проводящихся с целью составления геологических карт и выявления перспектив изучаемой территории в отношении полезных ископаемых. Иначе говоря, является прикладной отраслью геологии, объединяющий многочисленные методы и технические приемы полевой работы исследователя, заключающейся в сборе непосредственно на местности первичного фактического материала и его обобщении для составления геологических карт и их практического использования.

При геологической съёмке всесторонне изучаются естественные обнажения, горные выработки и буровые скважины для определения состава пород, их происхождения, возраста и форм залегания.

*Геологическое картографирование* – ветвь картографической науки, разрабатывающей методы составления карт различных масштабов и содержания.

2. С помощью структурной геологии изучаются самые разнообразные теоретические и практические задачи. Так, геологоразведчика эти формы интересуют потому, что с ними связано размещение полезных ископаемых. Например, нефть и газ часто содержатся в солянокупольных структурах. Гидрогеолог находит объяснение динамики подземных вод и выделяет их типы, исходя из условий горных пород. Кроме собственно геологических дисциплин, структурная геология и геологическое картирование связаны с поисково-разведочным делом, с горной геометрией (и с горным делом), с геофизикой, математикой, механикой, геодезией, картографией.
3. Структурная геология и геологическое картирование развивались различными путями. Некоторые важные положения и методы структурной геологии были высказаны и разработаны еще Н.Стено и М.В. Ломоносовым.

Начало развития отечественного геологического картирования восходит к периоду становления горного дела в России и связано с именем М.В. Ломоносова. Он был организатором геологических наблюдений, а в его книгах, посвященных геологии и горному делу, заложены с начала структурной геологии и геологического картирования. Карты с изображением элементов геологического строения отдельных, преимущественно горнопромышленных районов начали появляться в конце XVIII века. Это были еще очень несовершенные, так называемые «геогностические» карты, и лишь в XIX веке составляются геологические карты, в основу которых кладется стратиграфический принцип, т.е. выделение отложений по их возрасту. Первая карта, на которой условными знаками изображалось распространение горных пород и минералов, составлена в 1644 г. Кулоном.

## Тема 1.2. Геологическая и геоэкологическая карты и другие виды графики.

План:

1. Топографическая карта и топографическая основа геологической карты.
2. Геологическая карта – содержание, масштабы, виды.

1. В настоящее время обязательным условием для сопоставления геологической карты является наличие топографической карты, точнее говоря, топографической основы, а также аэрофотосхемы.

*Топографической картой* называется графическое изображение поверхности Земли на плоскости в уменьшенном виде (с учетом кривизны Земли как шара), всех ее естественных и искусственных географических объектов, которое позволяет одновременно обзирать, оценивать и сопоставлять их взаиморасположение и свойства в пространстве. Возможность изображения объектов различных размеров на топографической карте и ее детальность зависят от масштаба карты. *Масштабом* топографической карты называется отношение длины линии на карте ( $d$ ) к длине горизонтального проложения линии местности ( $s$ ). Подобное отношение является масштабом длин. Математическая основа карты – это масштаб, рамка, опорные пункты, картографическая сетка. На каждой карте имеется 3 масштаба: численный, именованный, линейный (графический).

Численный масштаб ( $M$ ) выражают в виде простой дроби  $M = 1/m$ , где  $m$  является числом, показывающим, во сколько раз длина горизонтального проложения линии на местности уменьшается при изображении ее на карте. Так, например, если длина горизонтального проложения линии местности составляет 2500 м, то на карте  $M = 1/50000$  она изобразится отрезком длиной 5 см, так как  $d = 2500 \text{ м} * 1/50000 = 5 \text{ см}$ .

Масштаб выражается в одной величине, в см.

Именной масштаб присутствует на карте записными буквами. 1: 25000 в см 250 см. Это прямое указание длины линии на карте, соответствующее определенной длине на местности, например, в 1 см – 2 км \ 1: 200000. Масштаб позволяет не только изображать на карте объекты местности, различные по величине, но и решать обратную задачу. Карты масштабом более мелкого, чем 1: 1000000 относятся к географическим, карты масштабов от 1: 10000 до 1: 1000000 называются топографическими, а карты масштаба 1:5000, 1:2000, 1:1000 и крупнее – топографическими планами. Наиболее важным элементом топографической карты, используемой для геологической съёмки, является рельеф. На большинстве современных топографических карт рельеф изображается с помощью горизонталей, т.е. линий, соединяющих точки рельефа с одинаковой высотой над уровнем моря. Горизонтали проводятся через



равные интервалы высоты. Эти интервалы высоты называются сечением рельефа, или сечением горизонталей.

Упрощенная для геологических построений, или разгруженная, топографическая карта называется топографической основой (топоосновой) геологической карты. На топооснове не показывают растительный покров, заболоченность и снимают изменение подробности, но при этом полностью сохраняют горизонтали и гидрографическую сеть, т.е. реки, овраги. Топооснова должна удовлетворять следующим требованиям: 1. Масштаб топографической основы должен быть в два раза крупнее масштаба составляемой геологической карты. 2. Топографическая карта должна наиболее полно отражать гипсометрические особенности (рельеф) территории. 3. Топооснова должна быть четкой, сохранять точность топографической карты. ТК подразделяются на государственные и местные. Государственные ТК составляются в масштабах 1:1000000, 1:500000, 1:50000, 1:25000, 1:500 и крупнее.

2. Геологической картой называется графическое изображение на топографической или на географической основе геологического строения какой либо территории. ГК- основная в серии обязательных карт. ГК служат: изображения геологического строения земной поверхности в заданном масштабе; установление закономерностей распространения и прогноза ПИ; рационального выбора площадей под геологическую съёмку и прогноза ПИ; создания спец. карт и т.д. Также ГК классифицируются по масштабу, по этому признаку можно выделить следующие типы карт: *Обзорные карты* (мельче 1:1000000), дающие общее представление о геологии больших территорий-материков. Они составляются на географической основе. *Мелкомасштабные карты* (1:1000000 и 1:500000), характеризующие в общих чертах геологию крупных геоструктурных единиц или целых регионов. *Среднемасштабные карты* (1:20000 и 1:10000) с достаточной степенью детальности характеризуют основные стороны геологии средних по площади территорий. *Крупномасштабные карты* (1:50000 и 1:25000), детально освещающие геологию сравнительно небольших по площади территорий. *Детальные карты* (1:10000, 1:5000, 1:2000) дают подробную геологическую характеристику отдельных месторождений ПИ и рудопроявлений или освещают условия залегания тел ПИ. На обзорных картах обобщают материалы карт более крупных масштабов. Они характеризуют крупные регионы земной коры.

### Тема 1.3. Общие требования к оформлению геологических карт. Условные обозначения.

План:

1. Общие требования к оформлению геологических карт.
2. Обозначения стратиграфических, не стратиграфических подразделений.
3. Условные обозначения.

1. Главными элементами, дополняющими геологическую карту, являются условные обозначения, геологические разрезы и стратиграфическая колонка, которые выносятся за рамку геологической карты и составляют так называемое Зарамочное оформление. Общепринятые условные обозначения являются своеобразной азбукой различных символов, знание которых обязательно для геологов. С помощью этих символов (условных обозначений) однотипные геологические объекты и процессы независимо от территории и специалиста, составляющего карту, изображаются на геологических картах одинаково, что позволяет «читать» карту любому геологу. К обязательным элементам геологической карты относятся системы условных обозначений, геологические разрезы, стратиграфические колонки. Эти элементы расположены на полях карты и составляют так называемое зарамочное оформление. В левом поле карты находится стратиграфическая колонка, в правом - условные обозначения, внизу под картой - геологические разрезы. Над северной рамкой в заголовке даются следующие надписи (сверху вниз): министерство геологии, производственное геологическое объединение, название карты, численный масштаб, район, группа листов, номенклатура листов. Слева над северной рамкой указывается год составления карты. Под нижней (частью) рамкой приводится : в середине – линейный масштаб, справа – название предприятия, производившего работы, слева - наименование учреждения, в котором составлена карта.
2. Разновозрастные стратиграфические подразделения показывают с помощью раскраски, индексов, крапа. При этом возраст стратиграфических подразделений отображаются цветом и индексом, состав - крапом. Цветовые обозначения стратифицированных образований должны соответствовать цветам раскраски, принятым для подразделений геохронологической шкалы. Отделы и ярусы обозначаются оттенками цветов соответствующих групп и систем, при этом существует правило: чем моложе возраст образований, тем светлее их оттенок на геологической карте. Индексы состояются из прописных и строчных букв латинского алфавита, строчных букв греческого алфавита, строчных букв греческого алфавита, а также арабских и римских цифр. В начале ставится прописная или прописная и строчная буквы латинизированного названия системы. Отдел

обозначается арабской цифрой, помещаемой справа внизу у индекса системы.

3. Условные обозначения помещаются справа от карты и заключаются в прямоугольники размером 8\* 15мм. Все геологические подразделения располагаются в возрастной последовательности.

Условные обозначения стратиграфических подразделений (свиты, толщи) строятся в виде примыкающих прямоугольников, расположенных вертикально.

На стратиграфических колонках должны быть показаны в возрастной последовательности все дочетвертичные отложения, известные на изученной площади как обнажающиеся, так и вскрытые скважинами. Стратиграфические подразделения на самих колонках раскрашиваются цветами, использованными на геологической карте.

#### Тема 1.4. Классификация структурных форм геологических тел.

План:

1. Основные структурные формы.
2. Виды деформаций и их проявления в горных породах.
3. Методы изучения структурных форм.

1. Структурные формы классифицируют по морфологическому, климатическому, кинематическому и генетическому признакам. При морфологической классификации исходят только из внешнего облика и пространственного положения той или другой структурной формы, т.е. учитывают лишь геометрические признаки.

Выделяемые по морфологическому признаку многочисленные и разнообразные типы и разновидности структурных форм (слоев, складок, трещин) в их комбинациях характеризуют пространственные соотношения геологических тел в современной структуре Земли.

Кинематическая классификация учитывает движения, действующие при образовании различных типов структур, но только с точки зрения геометрии этих движений. При такой классификации структурные формы систематизируются в зависимости лишь от направленности движений, безотносительно к вызвавшим их причинам или силой. Сильной стороной кинематической классификации является то, что она основана на анализе механизма деформаций горных пород.

При генетической классификации получают наиболее полное представление об объекте исследования, так как она раскрывает его природу, механизм и историю образования. Из трех классификационных систем морфологическая пока остается наиболее хорошо разработанной и надежной.

Понятие «структурная форма» и «структура». Слово «структура» обозначает буквально: строение, устройство, расположение. В геотектонике под структурной понимают как общее строение целого

района, так и его крупные элементы строения. Кроме того, под тектонической структурной понимают и определенной тип структур, встречающихся в различных районах земной коры с комплексом присущих ему отличительных признаков состава и условий залегания пород.

Следующее понятие - нарушения, или дислокация – также очень широко используется в структурной геологии, так как большинство структурных форм образуются при дислокациях. Нарушением, или дислокацией (лат. *dislocatio* – смещение, буквально – выведение из первоначального места) называется всякое отклонение слоев горных пород от их первоначального (первичного, чаще всего горизонтального) положения, связанное с перемещениями вещества Земли. В результате первичные структурные формы переходят во вторичные или участвуют в их образовании.

2. В механике под деформацией твердого тела понимают изменение внешними силами формы или размера тела. Характер деформации горной породы определяется следующими основными факторами: 1) величиной и длительностью нагрузки, испытываемой горной породой; 2) отношением самой породы к этой нагрузке; 3) высоким давлением и высокой температурой больших глубин земной коры. В процессе деформации горные породы могут испытывать 3 последовательные стадии деформации: упругую, пластическую и разрушение.

Упругая деформация – способность тел восстанавливать свою первоначальную форму и размеры после устранения сил, вызывающих деформацию, но при определенных условиях может быть весьма ощутимой.

Пластическая деформация выражается в способности тела сохранять деформацию после снятия действие нагрузки. Почти все горные породы в той или иной степени обладают свойствами пластичности.

Разрывная деформация, или разрушение твердого тела, происходит при преодолении нагрузкой предела его прочности. Интенсивность напряжений в этой конечной стадии деформационного процесса настолько велика, что вдоль определенных направлений нарушаются связи между частицами веществами и в теле появляются тончайшие и крупные трещины. В соответствии с механизмом разрушения твердого тела существуют два рода трещин: трещины скалывания и трещины отрыва.

3. Методы исследования, применяемые в структурной геологии и геологическом картировании, многочисленны и разнообразны. К общим методам относятся стратиграфический, палеонтологический, палеогеографический и их разновидности – анализ фаций, мощности, формации, перерывы. К частным (специальным) методам, применяемым только в геотектонике и при структурно-геометрическом анализе механизма деформации. Главным методом структурной и полевой геологии является структурно-геометрический метод. Он служит для изучения внешнего облика структурных форм,

доступных прямому наблюдению в процессе геологической съёмки, так как любые формы залегания горных пород можно представить в виде геометрических фигур.

Особое место в исследованиях занимают теперь геофизические методы и аэрометоды, с помощью которых успешно решаются многие задачи структурной геологии.

Следует отметить, что успех применения полевых методов и составления геологической карты, объективно отражающей объемное строение земной коры.

Таким образом, природные условия, в которых производится геологическая съёмка, определяют собой возможности использования различных вариантов полевых, аэрогеологических, геофизических и других методов.

Контрольные вопросы:

### **Раздел 1. Введение**

1. Что называют залеганием, формы залегания?
2. Перечислите науки и дисциплины, с которыми взаимодействует структурная геология?
3. Определение геоэкологического и геологического картографирования, их цели и задачи?
4. Каково практическое значение структурной геологии и геологического картографирования?
5. Классификация масштабов карт.
6. В чем отличие топографической основы от топографической карты?
7. Классификация геологических карт по масштабу?
8. Элементы, дополняющие геологическую карту и составляющие зарамочное оформление?
9. Что такое масштаб карты? Его виды?
10. Как показывают разновозрастные стратиграфические подразделения?
11. Как отражаются на карте стратиграфические подразделения?
12. Что отображается на геологических картах при помощи крапа?
13. Как образуется полный индекс свиты?
14. Как правильно прочесть  $C_1 V_3$ ?
15. Опишите принцип действия упругой деформации.
16. Принцип действия разрывной деформации?
17. Принцип действия пластической деформации?
18. Общие методы структурной геологии?
19. Что относится к частным методам структурной геологии?

## Раздел 2. Структурная геология.

### Тема 2.1. Слоистая структура в земной коре.

План:

1. Слой и фация.
2. Слоистость, слоистые комплексы и происхождение слоистости.
3. Порядок наложения в толщах осадков.
4. Строение и морфологические типы слоя и слоистости.
5. Наблюдения над слоистой структурой в поле.

1. Наиболее характерной особенностью осадочных горных пород является их залегание в виде слоев. Слой представляет собой основной элемент осадочной оболочки земной коры. Слой или пластом, называется геологическое тело плитообразной формы сравнительно небольшой толщины и значительной протяженности, которое образовано осадочной породой, отличающейся по каким-либо признакам от смежных слоев разреза. Плитообразная форма, состав, текстура слоя не постоянны. Иногда в нижней части слой состоит из более крупных частиц, чем в средней, а сверху – из самых мелких.

Многие слои расчленены на очень тонкие прямые или неправильной изогнутой формы слойки. У каждого слоя различают подошву, кровлю и мощность. Подошва – наиболее древняя часть слоя, стратиграфически нижняя его поверхность. Кровля – наиболее молодая его часть, стратиграфически верхняя его поверхность. При нормальном (первичном) и наклонном (слабо нарушенном) залегании кровля слоя будет сверху, а при опрокинута и перевернутом залегании – внизу. Мощность – толщина пласта – расстояние между подошвой и кровлей. Когда говорят об мощности слоя, то подразумевают его истинную мощность, кратчайшее расстояние между кровлей и подошвой – величину постоянную, в отличие от видимой мощности – величины переменной, зависящей от угла среза пластов при выходе их на поверхность, т.е. в обнажениях. Постепенное или резкое уменьшение слоя до его полного исчезновения называется выклиниванием. Выклинивание может быть первичным, когда оно связано либо с прекращением отложения осадка, либо с фациальной изменчивостью, и вторичным, являющимся результатом либо последующего размыва слоя, либо горизонтального растяжения и размыва слоя при складкообразовании. Слой, быстро выклинивающийся во всех направлениях, называется линзой. При размыве или растяжении какой-то части слоя говорят о неполном выклинивании. Геологической осадочной фацией называют осадочные образования с комплексом сходных литологических, палеонтологических, гранулометрических, структурных, геохимических и ряда других признаков, отражающих физико-географические и геотектонические условия залегания слоев. Различают фации современных осадков и фации ископаемые. Фации нередко рассматривают либо со стороны ее

вещественного, литологического состава, либо со стороны заключенных в ней фауны и флоры.

2. Последовательное залегание различных слоев, образующих осадочную оболочку земной коры, называется слоистостью, или наслоением, стратификацией. Слоистость отражает различные по длительности промежутки времени ее образования, в связи с чем разработаны как единая глобальная стратиграфическая шкала, так и местные стратиграфические подразделения. К местным или региональным элементам разрезов земной коры, в первую очередь относятся серии, свиты и толщи.

Свита, являясь совокупностью слоев, представляет основную единицу местной стратиграфической шкалы и иногда соответствует значению яруса, но по объему может быть меньше или больше последнего.

Под серией понимают наиболее крупную единицу местных стратиграфических подразделений, охватывающую мощную и сложную по составу толщу осадочных, вулканогенных пород, ограниченную обычно значительными угловыми несогласиями. Серия делится на свиты и в возрастном отношении эквивалентна значению отдела или системы. Сериями часто называются мощные вулканогенно-осадочные и метаморфические комплексы.

Толща – совокупность пород, характеризующаяся общностью состава.

Часть толщи или свиты, объединяющая ряд пластов небольшой мощности по какому-либо признаку, называется пачкой. Иногда пачкой называют расщепленный прослойками пустой породы единый пласт угля.

Часть свиты или пласт, более или менее географически выдержанный и обладающий какими-либо характерными особенностями, называют горизонтом. Есть еще одна, часто употребляющаяся и очень крупная единица, нередко состоящая из нескольких свит или толщ – формация. Мощность ее может измеряться тысячами метров, а протяженность – сотнями и тысячами километров. Обычно формация представляет сообщество близких по происхождению фаций. С каждой формацией связан определенный комплекс полезных ископаемых.

Большинство осадков накапливалось в водной среде, где материал чаще всего отлагался горизонтально или почти горизонтально. Значительно менее распространены породы, образовавшиеся в воздушной среде в континентальных условиях. В обоих случаях слоистость возникла прежде всего благодаря периодическим изменениям состава под влиянием тектонических, климатических, гидрологических, биохимических и других факторов. Образование слоев, особенно в неподвижной и малоподвижной среде отложения, обусловлено кратковременными приостановками процесса осадконакопления.

3. При анализе слоистых толщ важным признаком является порядок напластования и фациальные соотношения слагающих пород. Существует

два основных вида залегания осадочных свит: трансгрессивное и регрессивное.

Трансгрессивное залегание – залегание осадочных пород, свидетельствующее о наступлении моря или озера на сушу, т.е. о сокращении области континентального осадконакопления. Так как при этом происходит постепенное перемещение осадочных фаций, движущихся вслед за морской береговой линией, то разрез трансгрессивно залегающих слоев снизу вверх характеризуется закономерной сменой мелководных осадков глубоководными. В основании трансгрессивной толщи обычно залегает конгломерат. Трансгрессивное залегание – это распространенный тип залегания осадочных пород.

Регрессивное залегание – залегание горных пород, указывающее на отступление моря или на расширение области континентальной седиментации. Разрез регрессивно залегающих пород характеризуется закономерным изменением фаций снизу вверх от глубоководных к мелководным. Регрессивно залегающие толщи сохраняются в разрезе хуже, чем трансгрессивные; нередко верхняя часть литологической колонки исчезает, так как при отступании моря начинается размыв осадков суши. Выделяют еще ингрессивный тип, который представляет собой частный тип трансгрессивного залегания, когда наступающее море или расширяющее озеро затопляет только низменные участки суши, проникая в долины рек и превращая их в эстуарии. При этом морские отложения, подобно аллювиальным отложениям, оказываются «вложенными» в эрозионную речную долину.

4. Чередование слоев называется слоистостью. Она представляет собой проявление неоднородности в толще осадочных пород и свидетельствует об изменениях условий отложения осадка. Слоистость – одно из самых характерных и важных свойств осадочных пород. На ней основано изучение литологии, стратиграфии, тектоники. При изучении слоистости прежде всего следует обращать внимание на состав, форму и мощность слоев.

Горизонтальная слоистость свидетельствует об относительной неподвижности среды отложения осадка, когда слои и слойки располагаются горизонтально и параллельно друг другу; она характеризует собой большей частью относительно глубоководные морские, а также озерные осадки. Волнистая слоистость образуется при движении среды в двух разных направлениях, когда слойки очерчивают волнистые поверхности; имеет относительно ограниченное распространение. Линзовидная слоистость связана с периодическим привнесом в спокойную часть водоема более грубозернистого материала. Косая слоистость образуется при движении водной и воздушной среды более или менее длительное время в одном направлении; при частных изменениях этого направления слойки ложатся под различными углами по



отношению друг к другу и к подошве слоя. Для понимания условий формирования слоистого разреза большое значение имеет изучение поверхности наслоения и особенностей ее строения: следы знаков ряби, первичные трещины усыхания, следы жизнедеятельности организмов. Знаки ряби представляют собой выступы в виде валиков с промежуточными корытообразными углублениями. Знаки ряби почти всегда встречаются лишь на кровле песчаников, алевролитов, известняков. Различают ветровую, волновую рябь и рябь течения. Ветровая рябь имеет относительно крупные размеры, асимметричное и дугообразное расположение валиков в плане. В ряби течения валики имеют более мелкие размеры с резко выраженными хребтиками. Волновая рябь имеет наименьшие размеры и симметричное расположение валиков.

5. При исследовании осадочных пород важнейшей задачей является анализ слоистой структуры, который включает:

- описание типичных особенностей каждого слоя в отдельности;
- описание закономерности сочетания слоев в их первичном залегании;
- фиксация всех признаков слоистости (типы, разновидности, масштаб слоев и прослоев в пласте);
- установление фациальных переходов между отдельными типами и разновидностями слоистости в свите.

При наблюдениях над слоистой структурой всегда стремятся определить начальное положение слоев – первичное их залегание. В большинстве случаев они отлагаются практически горизонтально. Небольшие наклоны, не превышающие  $1-2^{\circ}$ , свойственны почти всем слоям. Наклон слоев характеризует косую слоистость и встречается во многих мелководных и континентальных осадках.

Тема 2.2. Структура согласного и несогласного залегания горных пород.

План:

1. Согласное залегание слоев и его типы.
2. Несогласное залегание слоев.
3. Перерывы, структурные этажи.
4. Строение поверхности несогласия.
5. Критерии установления стратиграфического несогласия.

1. Соотношение между отдельными слоями или целыми свитами указывает на вехи истории образования всей толщи осадков в исследуемом разрезе земной коры. Оно характеризует либо относительную непрерывность, либо значительную прерывистость процесса осадконакопления и тем самым свидетельствует о тектоническом режиме, господствовавшем на данном участке в течение времени отложения или, наоборот времени размыва рассматриваемой толщи. Различают два основных типа соотношений слоев: тип согласного и тип несогласного залегания.

Согласным залеганием называют такое расположение слоев в земной коре, при котором соблюдается строгая стратиграфическая последовательность их образования, свидетельствующая об отсутствии перерывов в осадконакоплении. При таком залегании поверхности слоев, как правило, параллельны друг другу. При параллельности границ слоев различают нормальное согласное залегание, когда слои расположены горизонтально, и нарушенное согласное залегание, когда слои лежат наклонно или смяты в складки, но стратиграфическая последовательность наложения сохраняется. При несовпадении наложения в отдельных частях свиты с общим направлением напластования говорят о первично - наклонном согласном залегании, обусловленном особенностями накопления одновозрастных осадков, например, в случае косой слоистости речных и дельтовых отложений.

К согласному залеганию относят и так называемое ложное несогласие или внутриформационный перерыв, при котором время перерыва в отложении чрезвычайно мало и это никак не отражается в нормальной стратиграфической колонке напластования и не может быть установлено палеонтологическим методом.

2. Если слоистая толща формировалась с перерывами в осадконакоплении и об этом свидетельствует отсутствие в разрезе осадочных отложений какого-то возраста, различие в условиях залегания разновозрастных слоев и другие признаки, то такое залегание носит название несогласного залегания. Несогласное залегание, возникшее в результате перерыва в осадконакоплении, называется стратиграфическим, а возникшее в результате тектонических движений – тектоническим несогласием.

Несогласное залегание является важнейшим критерием при решении задач структурной геологии стратиграфии, геотектоники и других разрезов геологической науки. Параллельное несогласие характеризуется примерно параллельным наложением слоев, находящихся по обе стороны несогласного контакта, между которыми был перерыв в осадконакоплении. Угловое несогласие проявлено в перерыве осадконакопления между двумя толщами слоев, имеющими различный угол наклона. Географическое несогласие – это угловое несогласие с углом менее  $2^{\circ}$ .

3. Несогласие выражает перерыв в осадконакоплении, т.е. различие во времени и условиях отложения. Несогласия классифицируются по морфологическому признаку на параллельные и угловые. Оба типа несогласий, в общем случае образуются только при трансгрессии моря. Параллельное несогласие - взаимоотношение двух толщ, при котором границы пластов в них практически параллельны, но между толщами был перерыв в отложении осадков. В отличие от углового несогласия параллельное несогласие называют перерывом. Перерывы обусловлены медленными вертикальными колебательными движениями, вызывающими изменения условий осадконакопления. Различают явное и денудационное

несогласие, при котором поверхность перерыва выражена резко поверхностью разрыва, образовавшейся в результате интенсивной денудации нижнего слоя, на которой часто отлагается конгломерат, разделяющий базальный конгломерат и скрытое несогласие при нем поверхность размыва выражена очень слабо. Скрытые несогласия характеризуются постепенными переходами и мало заметными, на первый взгляд, отличиями между контактирующими толщами.

В структурной геологии несогласия являются главными при выделении структурных комплексов – этажей, ярусов, подъярусов. Структурные этажи и ярусы – комплексы различных по возрасту и составу нарушенных или ненарушенных пород, разделенные стратиграфическими несогласиями. В общем случае структурные этажи соответствуют эпохам складчатости, внутри каждого цикла или эпохи по перерывам в осадконакоплении и угловым несогласиям и могут выделяться структурные подэтажи и подъярусы. В простейшем случае угловое несогласие отделяет нижний структурный этаж, сформировавшийся в результате проявления процесса складкообразования и последующего срезания складчатых и разрывных структур агентами денудации, от недиссоциированных осадков верхнего этажа, накопившихся при опускании денудированной поверхности нижнего этажа под уровень моря. По площади распространения выделяют региональные несогласия, которые проявляются на огромных территориях и обуславливаются вертикальными движениями больших площадей. Местные несогласия – наблюдаются на небольших участках и отражают тектонические движения в пределах отдельных структур.

4. Все несогласия имеют поверхность, разделяющую две в той или иной степени разновидности толщи. Изучение строения несогласий необходимо для восстановления геологических условий. Однообразные осадочные толщи свидетельствуют о достаточно близких условиях седиментации, перерывы между ними отмечают какие-то переломные моменты в этом процессе. Очень часто на таких несогласиях наблюдаются резкая смена состава пород. Их поверхности могут быть неровными, бугристыми. Интенсивность подобных изменений пород в большей степени зависит от продолжительности формирования поверхности несогласия, т.е. времени, в течение которого на данном участке осадки не накапливались. Поверхность стратиграфического несогласия может быть сглаженной или с большим числом неровностей. Накопление осадков на неровной поверхности будет сопровождаться рядом особенностей. Наиболее типичны облекание и прилегание.

Облекание представляет собой плащеобразное перекрытие на отлогой поверхности размыва древних пород. Главная особенность этой формы несогласного залегания – прямое отражение выступов и понижений поверхности несогласия в строении несогласно залегающей серии слоев.

Прилегание. При крупных неровностях рельефа поверхности несогласия осадки накапливаются путем постепенного заполнения пониженных участков.

2. Установление несогласий в осадочных толщах чрезвычайно важно для понимания геологической истории района, а также потому, что к их поверхностям нередко приурочены месторождения ПИ, н-р: бокситов, железных руд и т.д. Несогласия могут быть обнаружены в поле прямым наблюдением в отдельных обнажениях. При залегании поверхности несогласия на большой глубине она может быть выявлена бурением или геофизическими методами.

К критериям установления поверхности несогласия, позволяющим отличать ее от обычных границ, относятся следующие:

1) характерное строение поверхности несогласия, имеющей в отличие от обычных поверхностей наслоения многочисленные неровности в виде вымоин и выступов.

2) угловое несогласие между толщами различного возраста.

3) резкий возрастной разрыв между палеонтологическими остатками в выше и нижележащих слоях.

4) резкое различие в степени метаморфизма двух соприкасающихся толщ.

5) присутствие базального конгломерата в основании несогласно залегающей толщи.

6) резкий переход от морских к континентальным отложениям

7) различные следы выветривания.

Пересечение поверхности несогласия дневной поверхности на местности дает линию несогласия. На карту она обычно проектируется в виде кривой линии и называется линией несогласия.

Тектонические несогласия.

Несогласные контакты между слоями различного возраста или литологического состава могут быть обусловлены тектоническими разрывами и перемещениями, по ним отдельных блоков горных пород. В условиях хорошей обнаженности и достаточной детальности геологических исследований обычно легко выявить и отличить стратиграфические и тектонические несогласия. При тектонических несогласиях толщи пород разделяются поверхностью разрыва, которая по строению резко отлична от стратиграфических поверхностей несогласия. Тектонические контакты, как правило, срезают слоистость выше и нижележащих отложений, а стратиграфические – только более древних отложений.

### Тема 2.3. Горизонтальное залегание слоев.

План:

1. Изображение горизонтального залегания слоев на геологической карте.
2. Измерение мощности горизонтального слоя.
3. Причины, вызывающие отклонения от горизонтального залегания в первичном ненарушенном положении слоистых толщ.
4. Составление геологических карт и разрезов.

1. Под горизонтальным залеганием подразумевается такое залегание слоев, когда поверхности напластования параллельны и совпадают с горизонтальной плоскостью. Идеальные горизонтальные поверхности в природе встречаются редко. Горизонтальное залегание характерно для молодых и древних толщ, распространенных во многих районах в пределах платформенных областей.

При горизонтальном залегании каждый вышележащий слой является более молодым и имеет большие абсолютные отметки кровли, что позволяет легко читать карту. На геологических картах горизонтально залегающие слои изображаются в виде площадей и полос. Ширина полосы выпадения слоя на карте представляет собой проекцию видимой мощности на горизонтальную плоскость и называется измеренной мощностью.

На картах с горизонталями стратиграфические границы слоев будут совпадать с горизонталями или располагаться между ними в виде линий, параллельных горизонталям. На картах без горизонталей рельефа горизонтально залегающие слои изображаются в виде параллельных линий, повторяющих очертания рельефа. При слабой расчлененности рельефа эрозионной сетью горизонтально залегающие слои будут изображаться на , карте либо как одно сплошное поле, либо несколькими широкими полосами, при значительной расчлененности рельефа слои будут иметь вид параллельных концентрических полос.

2. Измерение мощности горизонтального слоя на местности производится несколькими способами:

1. с помощью anerоида. Разница в отметках у подошвы  $h_1$  и кровли  $h_2$  слоя даст ему истинную мощность  $m = h_1 - h_2$  (рис. 1а).

С помощью угломера (клиномер на компасе). Измерив, угол склона  $\beta$  и высчитав расстояние  $a$  по склону от подошвы до кровли слоя (шагами, веревкой, рулеткой), определяют истинную мощность  $m = a \sin \beta$  (см. рис. 1б)

3. По геологической карте, на которой рельеф изображен с помощью горизонталей, истинную мощность слоя легко определить, зная сечение горизонталей (рис 1в).

4. При помощи геофизических методов. Эти способы применяют для установления положения поверхностей, залегающих на значительных глубинах.

5. По данным бурения скважин.

В поле истинная мощность горизонтального слоя устанавливается либо с помощью вертикальных геологоразведочных выработок (буровых скважин и

шурфов) и тогда ее определяют прямым измерением, либо в обнажениях, когда определяют по видимой мощности.

Для определения мощности горизонтального слоя широко применяются геофизические методы исследования. Это очень удешевляет и ускоряет работу, обеспечивая вместе с тем достаточную надежность ее результатов.

3. Колебания наклонов слоев обусловлено многими причинами, как первичными, так и вторичными.

Первичный наклон самих слоев обусловлен как особенностями формирования слоистости, так и характером ложа сидементации. Известно, что например отложения осадка может происходить неравномерно: в одних местах с большой скоростью, в других с меньшей. Соответственно меняются мощности на протяжении одного или нескольких слоёв и, следовательно, поверхности их уже не будут строго горизонтальными. Ко вторичным причинам относятся вертикальные движения. Последние часто сопровождают осадконакопления, а в дальнейшем, при регрессии вызывают поднятие морского дна, т.е всегда способствуют превращению отложившихся в море осадков в покрывающие континенты толщи горных пород. Слои при этом приобретают некоторый наклон, и если угол его не превышает 2 градуса, то такие толщи условно можно называть горизонтальными. Осадки, накапливающиеся в континентальных условиях, также отклоняются от своего первичного положения при вертикальных колебаниях суши.

4. Геологические разрезы при горизонтальном залегании слоев строят следующие способом. Построение начинается с определения его направления на карте, т.е с проведения линии разреза. При горизонтальном залегании слоев наиболее рациональным направлением разреза будет линия, проходящая через самую высокую и самую низкую точку рельефа. Глубина разреза ниже поверхности Земли определяется конкретными данными о мощностях и залегании пород, не обнажающихся на поверхности. Основным источником этих материалов служат буровые скважины и геофизические данные. Сначала проводят одну или несколько линий разрезов, которые могут пересекаться. Положение геологических границ на разрезах в точках их пересечения должно быть одинаковым. Затем выбирают горизонтальный и вертикальный масштабы. Горизонтальный масштаб разреза обычно соответствует масштабу карты. Вертикальный масштаб зависит от мощностей изображаемых на разрезе слоёв или стратиграфических подразделений. Вертикальный масштаб следует принимать равным масштабу карты. Однако при мелком масштабе карты и небольших мощностях пород это условие невыполнимо. В данном случае необходимо придерживаться следующего правила: самый маломощный слой и стратиграфический горизонт должны иметь на разрезе толщину не менее 1мм. При построении горизонтального залегания слоёв допускается увеличение масштаба вертикального по сравнению с горизонтальным, но не

более чем в 20 раз. Построение разреза осуществляется в соответствии с утвержденными правилами.

#### Тема 2.4. Наклонное залегание слоев

План:

1. Наклонное залегание слоя и его характеристика.
2. Элементы залегания.
3. Горный компас, его устройство.
4. Измерение элементов залегания слоя компасом.
5. Зависимость величины видимой мощности слоя и ширины изображения его на карте.
6. Построение выхода наклонного слоя на поверхность.
7. Изображение наклонно залегающих слоёв на геологической карте и геологических разрезах.

1. Наклонное залегание слоёв – самое распространенное. Такое залегание осадочных отложений возникает в результате тектонических процессов. Как отмечалось, первичные формы залегания слоёв осадочных отложений является горизонтальное или слабонаклонное их положение.

Наклонное залегание – простейшее и вместе с тем наиболее часто встречающаяся форма тектонических дислокаций. Наклонное залегание слоёв, как правило, свидетельствует о вторичном положении слоистости, т.е. о нарушении ее первичного горизонтального залегания.

При известной устойчивости наклонных пластов говорят о частном случае – моноклиналином залегании, т.е. наклоне слоёв в одну сторону под постоянным углом. Моноклиналиные структуры хорошо развиты в меловых и палеогеновых отложениях Крыма, Северного Кавказа и в некоторых других районах. Они хорошо развиты, отражаются в строении рельефа, образуя наклонные ступенчатые гряды. Ступени такого рельефа называются куэстами, а сам рельеф в целом – куэстовыми.

Куэстами – более или менее крупные возвышенности, один слой которых крутой, срезающий пласты, другой – пологий, совпадающий с углом падения структуры. Формирование куэст происходит в процессе денудации при условии чередовании мягких и прочных слоёв, слагающих моноклиналиную свиту.

При наклонном залегании иногда наблюдается обратная стратиграфическая последовательность – более молодые слои лежат под более древними. В этом случае принято говорить об опрокинутом залегании. Опрокинутое залегание получается при повороте слоя на угол  $> 90$  градусов, в результате чего подошва оказывается выше кровли.

2. Положение наклонно залегающих слоёв в пространстве определяется иначе, чем горизонтально залегающих пород. Для этого введено понятие об «элементах залегания».

Линия простирания слоя – линия пересечения горизонтальной плоскости с поверхностью (кровлей или подошвой) пласта или любая горизонтальная линия на поверхности пласта. В пределах кровли или подошвы слоя можно провести бесконечное число линий простирания.

Линия падения слоя – линия, лежащая на поверхности слоя, перпендикулярная линии простирания и направленная по падению слоя. Линия, направленная вверх, называется линией возрастания слоя.

Угол падения – угол между линией падения и ее проекцией на горизонтальную плоскость или угол, образованный поверхностью слоя (кровлей и подошвой) и горизонтальной плоскостью. Величина угла падения измеряется от 0 до 90 градусов.

Азимут простирания – угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного полюса магниты стрелки до линии простирания. Он измеряется от 0 до 180, имеет 2 направления, отличающихся на 180. Азимут падения – угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного полюса магнитной стрелки до линии падения.

3. Определение элементов залегания в полевых условиях на обнажениях производится с помощью горного компаса. С его помощью можно также ориентироваться на местности, вести глазомерную съёмку, привязку и нанесения точек наблюдений на карту. Корпус горного компаса изготовлен из немагнитного металла или пластмассы, длина его 9-11 см, ширина 7-8 см, толщина 0,8-1,5 см. Отличие от обычного компаса: 1) сочетание компаса с отвесом; 2) лимб градуирован не по часовой, а против часовой стрелки. Это связано с принципиально иным методом определения азимутов горным компасом по сравнению с обычным.

Горный компас состоит из корпуса, укрепленного на прямоугольной пластине. Внутри корпуса помещен лимб – круг, разделенный на 360. деление на лимбе от 0 до 360 нанесен в порядке, обратном движению часовой стрелки для удобства непосредственного отсчета азимутов. Для определения вертикальных углов в горном компасе имеется отвес (клинометр) и шкала для него, которая обычно наносится непосредственно на пластинке корпуса внутри лимба в виде полукруга с делениями от 0 до 90 в противоположные стороны от середины полуокружности. С целью предохранения компаса от повреждений корпус закрывается пластмассовой крышкой и помещается в кожаный чехол.

4. Для вычисления элементов залегания наклонного слоя необходимо найти на его поверхности направления линий падения и простирания и замерить их азимуты и угол падения. Для определения простирания компас в горизонтальном положении длинным ребром прикладывают к пласту вдоль линии простирания, т.к. простирание имеет два диаметрально противоположных направления, то берется отсчет лишь по одному из них, обычно в северных румбах. В практике геологосъёмочной работы большинство геологов ограничиваются, однако, замерами одного лишь падения измеряя простирание только в случае вертикального залегания



пластов. Для отсчета азимута падения пластинку компаса в горизонтальном положении прикладывают короткой стороной к пласту по линии простирания так, чтобы север на лимбе был направлен по падению и берут отсчет по северному концу стрелки.

Угол падения измеряют по показанию отвеса, прикладывая компас в вертикальном положении длинным ребром по линии падения предварительно ретировав магнитную стрелку.

Азимут линии простирания будет отличаться от азимута линии падения на 90. При вертикальном положении слоя азимут падения вычислить невозможно, т.к эта линия проецируется в виде точки. При вертикальном положении слоя измеряют и записывают азимут линии проектирования.

5. При неизменной истинной мощности слоя ширина его в обнажении и на карте зависит от: 1) угла наклона слоя; 2) формы земной поверхности (характера рельефа); 3) направление падения слоя по отношению к наклону поверхности рельефа.

Видимая мощность, которую мы наблюдаем на поверхности рельефа (в обнажении), будет соответствовать истинной лишь при вертикальном падении слоя и горизонтальной поверхности Земли или когда поверхность Земли и плоскость падения слоя образуют между собой прямой угол. Ширина выхода слоя будет равна истинной мощности только при горизонтальном залегании слоя; причем тогда она не будет зависеть от характера рельефа. Кроме видимой мощности и ширины выхода слоя у наклонного слоя различают еще вертикальную мощность – расстояние по вертикали между его подошвой и кровлей.

б. Рассмотренная зависимость между положением наклонного слоя и формами рельефа находит практическое применение при прослеживании выхода скрытого под четвертичными образованиями (наносами) пласта на площади данного участка, если имеется хотя бы одно обнажение искомого пласта и известны элементы его залегания. Необходимость в прослеживании выхода пласта на поверхность возникает при решении поисково-разведочных задач и при самой геологической съёмке, так как на большей части картируемой площади коренные породы скрыты под четвертичными отложениями, а на карте пласты коренных пород показывают без четвертичного покрова. Чтобы построить выход скрытого под «насосами» пласта на поверхность, прежде всего нужно располагать топоосновой, на которую должно быть точно привязано хотя бы одно обнажение этого пласта. второе условие - нужно знать элементы залегания и мощность пласта, которые устанавливаются прямым наблюдением в исходной точке. И наконец, обе поверхности пласта надо изобразить в изолиниях высот того же сечения, что и высотных стратоизогипс пласта и горизонталей рельефа получили точки выхода сначала кровли, а затем подошвы пласта. Изолинии высот поверхности моноклинально залегающего пласта представляют собой прямые линии, проведенные через те же интервалы высоты, что и

горизонтали рельефа. Каждая из таких изолиний является одновременно и линий простираения слоя. Значит, достаточно знать направление простираения слоя и прочертить первую, исходную линию его простираения через обозначенное на карте обнажение, чтобы построить остальное с помощью заложения стратоизогипс слоя. На карте, которую используют для построения, будет два заложения: для горизонталей рельефа и для горизонталей пласта. Заложение – проекция склона на горизонтальную плоскость между двумя соседними горизонталями.

7. На ГК наклонные пласты изображаются в виде полос, границы которых расположены под углом и горизонталями и реками. Форма и ширина этих полос зависят от рельефа и угла наклона пласта. При горизонтальной поверхности земли границы моноклинально залегающих пластов совпадают с линией простираения и образуют строго параллельные полосы. При неровном рельефе границы выхода пласта на поверхность изгибаются, причем чем меньше угол падения пласта, тем больше влияние на конфигурацию выходов оказывает рельеф. Элементы залегания пласта, если они не указаны, определяют по соотношению границы пласта с горизонталями рельефа, пользуясь следующим способом. Соединяют точки пересечения границы пласта с какой-либо одной горизонтально прямой линией. Это прямая и есть линия простираения. Перпендикуляр к ней, опущенный из точки пересечения той же границы пласта с другой горизонталью, дает линию падения. Геологический разрез: сначала строят топографический профиль. На нулевой линии откладывают точки пересечения границ пластов с линией разреза на карте. Затем эти точки с нулевой линии проектируют на линию топографического профиля. Через одну из таких точек на линии профиля проводят вспомогательную горизонтальную линию, параллельную нулевой. В этой точке от горизонтальной линии откладывают угол падения в соответствующем показанию штрихового условного знака направления. Разрезы наклонно залегающих слоёв, как правило, строят в одном и том же горизонтальном и вертикальном масштабе.

4. Изображение выхода наклонного слоя на геологической карте представляет собой проекцию его видимой мощности на горизонтальную плоскость. На геологических картах наклонно залегающий слой имеет вид полосы, ширина которой зависит от истинной мощности, угла падения слоя, угла наклона рельефа и направления падения слоев по отношению к наклону рельефа. Чем больше истинная мощность слоя при прочих равных условиях, тем более угол падения слоя, тем больше ширина полосы выхода приближается к его истинной мощности. Ширина полосы выхода слоя зависит и от угла наклона поверхности рельефа: при совпадении направления наклона слоя и рельефа они увеличиваются, а при противоположных – уменьшается.

При вертикальном залегании ширина полосы выхода слоя равна его истинной мощности и не зависит от рельефа.

## Тема 2.5. Складчатые нарушения горных пород

План:

1. Складчатые нарушения горных пород. Флексура и ее элементы.
2. Морфологическая классификация складок. Размеры складок.
3. Изображение складок на геологической карте.
4. Построение геологического разреза по карте на участке складчатого залегания пород.
5. Структурная карта и изображение на ней складчатых структур.
6. ПИ, связанные со складчатыми формами.

1. Складчатые нарушения, или связные дислокации, представляют собой более сложные, чем моноклинали, нарушения первичного залегания слоёв горных пород. Складчатые дислокации являются результатом изгиба слоёв и пластического течения вещества в слоистых толщах. Основными формами и основными элементарными единицами связных дислокаций являются флексура и складка.

Флексурами (лат. *flexura*-изгиб) называются коленчатые изгибы пластов, образующихся на фоне горизонтального или моноклиналичного залегания. Во флексуре различаются поднятое (верхнее) и опущенное (нижнее) крылья, в которых слои лежат горизонтально или полого, и соединительное (или смыкающее) крыло с более крутым наклоном слоёв, часто утонченных вследствие растяжения при образовании флексурного изгиба или при переходе его по простиранию флексуры в сброс. Расстояние по вертикали между крыльями флексуры называется ее высотой или амплитудой. Флексуры представляют практический интерес как структуры, благоприятные для скопления нефти и газа.

Складкой называется волнообразной односторонний изгиб слоёв, образовавшийся вследствие пластической деформации. Совокупность складок образует складчатость. Складчатость типична только для сколотых толщ. В каждой складке различают следующие элементы:

- 1) Замок – часть складки в месте перегиба слоёв.
- 2) Крылья – части складок, примыкающие к замку.
- 3) Угол складки – угол, образованный крыльями складки.
- 4) Осевая поверхность – воображаемая поверхность, делящая пополам угол, образованный крыльями складки.
- 5) Ось складки – линия пересечения осевой поверхности с поверхностью рельефа.
- 6) Шарнир складки – линия пересечения осевой поверхности с поверхностью одного из слоёв (кровлей или подошвой), составляющих складку. Размеры складок характеризуются длиной, шириной, высотой. Длина складки – расстояние вдоль осевой линии между смежными перегибами шарнира. Ширина складки складывается из расстояния между осевыми линиями двух соседних антиклиналей или синклиналей. Высотой складки называется расстояние по вертикали между замками антиклиналей смежной с ней

синклинали, измеренное по одному и тому же слою. Простейшими формами складок являются антиклинали (крылья, отклоненные от первоначально горизонтальной плоскости слоёв вниз), у вторых - вверх, - синклинали. То есть антиклиналь – это выпуклая, а синклиналь – вогнутая форма.

2. В морфологической классификации разделение складок основано на следующих признаках:

1. По положению осевой поверхности выделяют складки: а) Симметричные, когда осевая поверхность вертикальна, а углы наклона крыльев одинаковы.

б) Ассиметричные – осевая поверхность наклонная и крылья наклонены под разными углами. Ассиметричные делят на: 1) лежащие (осевая поверхность горизонтальна). 2) наклонные (осевая поверхность наклонная, а крылья наклонены в разные стороны под разными углами). 3) опрокинутые (осевая поверхность наклона и крылья наклонены в одну сторону).

2. По соотношению между крыльями складок:

1) обычные или нормальные складки – это те, у которых крылья наклонены в разные стороны;

2) изоклиальные – складки, у которых крылья залегают параллельно. Если крылья у изоклиальных складок залегают вертикально, их называют прямыми, а в случаях, когда крылья наклонные – опрокинутыми.

3) веерообразные – у которых слои изогнуты в виде веера, ядро складок иногда оказывается пережатыми, имеют округлую форму и отделены от остальных частей складки. Веерообразные складки могут быть прямыми, косыми, лежачими.

3. По форме замка различают складки:

а) острые - с углом складки меньше 90

б) тупые – с углом складки  $> 90$ .

в) сундучные (коробчатые) – с плоскими замками и крутыми крыльями.

По отношению длины складки к ее ширине выделяют складки линейные и брахиформные. В случае примерного равенства длины и ширины антиклинальные складки называют куполами, а синклинальные - мульдами.

Диapiroвые складки. Зависимость характера складчатости от тектонических условий.

План:

1. Простые и сложные складки, механизмы их образования. Основные и дополнительные складки.

2. разделение складок по механизму образования.

3. Диapiroвые складки и связанные с ними структурные формы.

4. Зависимость между строением складок и геологической историей. Зависимость характера складчатости от тектонических условий.

5. Строение геосинклинальной складчатости и складчатости платформенных областей.

6. Расположение складок в складчатых комплексах.

4. Простыми называются складки, которые состоят из согласно ориентированных слоёв во всей складке и не осложненные дополнительными изгибами породы, слагающие простую складку, имеют одинаковую степень пластичности.

Сложная складка представляет собой сочетание основной, относительно большой складки простого строения и нескольких или множества дополнительных складок, развивающихся в отдельных ее частях и усложняющих форму и рисунок в плане большой складки. При этом если дополнительные складки образуются только в отдельных, более пластичных слоях большой складки, такое сочетание складок называют дисгармоничным. Если же в дополнительную складчатость вовлекаются все или хотя бы внешние слои, находящиеся вне ядра основной складки, в результате чего ее крылья осложняются более мелкими складками второго порядка, то говорят о зигзагообразной или фестонной складке.

2. По механизму (кинематике) образования выделяют складки общего смятия и складке нагнетания. Поперечный изгиб слоёв возникают от действия пары сил, направленных нормально к плоскости слоя.

При продольном изгибе силы сжатия действуют параллельно напластованию, при этом слои утолщаются и изгибаются в зависимости от изменчивости деформационных свойств горных пород, однородности строения толщ, влияния сил тяжести и т.д.

Складки нагнетания связаны с перемещением материала от участков с большим давлением и образованием ядра нагнетания, а если протыкаются вышележащие слои, то образуются диапировые ядра различной формы в плане.

3. Диапировые складки представляют собой сложные антиклинали с ядрами, состоящими из соленосных или глинистых, т.е. пластичных, причем интенсивно смятых пород, которые протыкают менее пластичные вышележащие слои. Среди диапировых складок наиболее широко встречаются соляные купола и глиняные диапиры. Диапировые складки с глиняным ядром распространены преимущественно в межгорных пробах складчатых зон и в геосинклинальных частях передовых перегибов.

При росте соляных куполов в межкупольном пространстве образуется межкупольная депрессия.

4. В зависимости от причин и геологической обстановки различают эндогенную и экзогенную складчатость. В эндогенной выделяют: 1. конседиментационную складчатость – возникает одновременно или параллельно с накоплением осадков. 2. постседиментационная складчатость – развивается после и является наложенной на первичные структуры. В постседиментационной складчатости по условиям образования выделяют складки общего смятия, складки облекания, приразрывные складки, складки гравитационного скольжения, магматогенные складки и диапировые складки. Экзогенная складчатость обусловлена главным образом действием сил тяжести и связана со строением древнего и современного рельефа. К ней

относятся складчатые структуры, образовавшиеся в приповерхностных частях з.к. в результате эпигенеза и диагенеза осадков, надземных и подводных оползней, карстовых процессов, различной скорости накопления осадков и неравномерного распределения и движения вулканогенных потоков и покровов.

5. В геосинклинальных областях, характеризуются высокой степенью мобильности и преобладанием в главную фазу складчатости горизонтального сжатия формируется складчатости общего смятия. Слои образуют непрерывные комплексы складок вытянутые линейно и параллельно при равном развитии антиклиналей и синклиналей. Платформенные области отличаются относительно слабой тектонической активностью и преобладанием вертикальных движений. Складки здесь образуются только в чехле платформы путем поперечного изгиба слоев и пластического течения материала и по характеру площадного размещения в морфологическом отношении образуют прерывистую складчатость.

6. Совокупность складок различной формы и размеров приуроченных по площади к одному и тому же региону и образовавшихся в сходной тектонической обстановке представляет собой складчатый комплекс. В складчатом комплексе различают параллельное, цепочковидное, кулисообразное и веерообразное расположение складок в плане. Крупные синклинальные структуры, осложненные системой многочисленных более мелких синклиналей и антиклиналей, получили название синклинориев. Они присущи геосинклинальным областям и складчатому фундаменту платформ. По соотношению длины и ширины различают линейные, брахиформные и куполовидные складчатые комплексы.

1. На г.к. складки изображаются в виде симметричных полос, границы которых повторяют очертания проекция ядра складки и пересекают горизонтали и реки. При этом у антиклинальных складок в ядрах более древние породы, чем на крыльях, а у синклинальных более молодые. При горизонтальном залегании может быть подобное симметричное расположение полос, но уже параллельное горизонталям и рекам, поэтому если на карте отсутствуют горизонтали и реки и нет знаков, указывающих на элементы залегания, то о характере судить невозможно. В этом случае одна и та же картина может истолковываться и как горизонтальное залегание и как складчатая структура – антиклинали или синклинальная. На карте со складчатым залеганием складки изображаются полосами различной ширины и формы, что зависит от характера рельефа и угла падения крыльев. Тип складки и направление падения крыльев можно установить на карте по относительному возрасту пород, обращая внимание прежде всего на цвет легенды и индексы, и по значкам направления.

2. Геологический разрез складки в простейшем случае строят также, как и разрез наклонного пласта, принимая крылья складки на выходах за противоположные моноклинали. Построение складок начинают с построения

выходах в смежных крыльях до пересечения линий, дугу, изображающую перегиб слоя. При необходимости более точного изображения прибегают к дополнительным построениям. Из которых наиболее употребимы следующие: 1) способ использования данных о погружения шарнира. 2) способ перпендикуляров и биссектрис. 3) способ радиусов.

Однако, каким бы способом не строился разрез, следует учитывать положение осевых поверхностей и осей складок, используя их для правильного истолкования углов падения и мощностей пластов в ядрах и за контурами изображенных на карте структур. Необходимо помнить, что если линия геологического разреза пересекает оси или крылья складок не под прямым углом или если вертикальный масштаб преувеличен по сравнению с горизонтальным, то следует вводить соответствующие поправки на углы падения крыльев в начальной стадии построения разреза.

3. Обычная г.к не может отразить всех особенностей складчатой структуры на некоторой глубине от поверхности. Чтобы показать эти особенности, прибегают к построению структурных карт, которые обычно представляют собой разновидность глубинных карт. Структурной картой называется карта подземного рельефа структур, изображенных по их опорным поверхностям стратоизогипсам. Стратоизогипсы - линии, соединяющие точки равных абсолютных отметок поверхности пласта. Стратоизогипсы проводят по поверхности одного и того же слоя, обычно по кровле или подошве маркирующего пласта, к которому привязывают тектоническую структуру толщи в целом. Маркирующие горизонталы называют слои горных пород, обладающие относительно широким распространением, выдержанной мощностью и признаками, позволяющими легко выделить их среди окружающих пород. Изображение складок на структурных картах отличается большой точностью, что обуславливает широкое применение этих карт при разведке и эксплуатации месторождений ПИ, имеющих форму пластовых залежей. Однако для структурной карты характерны и недостатки. Основными из них является то, что изображаются лишь один или два горизонта, а не весь комплекс пород, слагающих представляемый на карте участок.

4. С геосинклинальной складчатостью, особенно с корнями складок в древних складчатых системах связаны многочисленные рудные и нерудные ПИ. Складки при этом контролируют размещение ПИ, т.к движение рудных растворов и газов и другие процессы рудообразования часто подчиняются ориентировке слоистости и рисунку складок. Кроме твердых ПИ с геосинклинальными складками связаны и месторождения нефти и газа. Соляные купола включают месторождения каменной и калийной соли, гипса и ангидрида и являются чрезвычайно благоприятными структурами для скоплений нефти и газа. На сводах многих соляных куполов, на стыках боковых стенок соляного штока с влияющими породами и в примыкающих слоях с коллекторскими свойствами часто образуются ловушки для нефти и газа.

Компенсационные надкупольные синклинали – в осадках молодой серии могут быть заключены мощные плотные точки бурого угля.

## Тема №15. Разрывные нарушения горных пород

План:

1. Характеристика разрывных нарушений, их классификация.
2. Сбросы, взбросы, их элементы.
3. Сдвиг, надвиг, их элементы.

1. Разрывным нарушениям физических тел в земной коре соответствуют разрывные дислокации горных пород, характеризующиеся повсеместным распространением и многообразием типов. Разрывными нарушениями или разрывными дислокациями называют структуры, характеризующиеся нарушением сплошности пород разделяющей их поверхностью разрыва. Разрывные нарушения подразделяются на две основные категории: 1) разрывы без смещения, 2) разрывы со смещением разобщенных блоков вдоль поверхности разрыва или по нормам к ней. В первую группу включаются трещины и кливаж. В них перемещение разделенных нарушением блоков горных пород или не происходит или происходит весьма незначительно. Во вторую группу включаются различные сбросы, взбросы, надвиги, сдвиги и др. разрывные нарушения, в которых блоки пород перемещены относительно друг друга в каком-либо направлении. Совокупность трещин, разбивающих тот или иной участок земной коры, называется трещиноватостью. По степени проявления трещины можно разделить на три группы: открытые, закрытые и скрытые.

Открытые трещины характеризуются четко видимой полостью. В закрытых трещинах разрыв хорошо заметен невооруженным глазом, но стенки трещин сближены до такой степени, что заметить полость разрыва не удастся. Скрытые трещины очень тонки, но их легко обнаружить при разбивании или окрашивании горных пород.

2. Сбросом называют разрывное нарушение с перемещением масс горных пород в направлении, близком к вертикальному, когда поверхность разрыва наклонена в сторону опущенного блока. При сбросе массы горных пород перемещаются вниз по поверхности разрыва, отчего и произошло название этой структуры. Бывают нормальные (наклонное разрывное нарушение) и вертикальные (радиальные смещения по строго вертикальным положениям поверхности разрыва). Сбросы развиваются в слабо пластичных породах, но при резких толчках, например землетрясениях, могут возникать в пластичных породах. Взбросом называют разрывное нарушение с перемещением масс горных пород в направлении, близком к вертикальному, когда поверхность разрыва наклонена в сторону поднятого блока. Взброс сопровождается сокращением данного участка. Большинство взбросов образуется в условиях вертикальных скалывающих напряжений и сжатия



земной коры, в жестких породах и в той же тектонической обстановке, что и сбросы, параллельно с ними.

У взбросов и сбросов выделяют следующие элементы:

- поверхность смещения, или сместитель;
  - угол падения сместителя, образованный пересечением поверхности сместителя с горизонтальной плоскостью;
  - бока (крылья и блоки) – участки по обе стороны сместителя. Плотно прижатые бока называют закрытыми, а неплотно прижатые – открытыми.
- Сбросы и взбросы имеют стратиграфическую, вертикальную, горизонтальную и наклонную амплитуды смещения.

3. Сдвигами называются разрывы, смещения по которым происходят в горизонтальном направлении – по простиранию сместителя. В сдвигах различаются крылья, сместитель, угол наклона сместителя и амплитуда смещения. По отношению к простиранию нарушенных пород сдвиги, как и сбросы, могут быть продольными, косыми и поперечными. Различают правые и левые сдвиги. Для установления характера смещения наблюдатель должен встать лицом к сместителю в пункте обрыва слоя. Если на противоположном крыле сдвига слой относительно наблюдателя будет смещен вправо, сдвиг будет называться правым, а если влево – левым.

Отличить сдвиги от сбросов и взбросов нередко столь сложно. Перемещение крыльев разрыва в сдвигах можно установить по бороздам скольжения, которые на поверхностях сместителей сдвигов имеют горизонтальное положение. Образование сдвигов обусловлено воздействием на горные породы противоположно направленных сил. Сдвиги могут быть хрупкими, так и вязкими разрывами. Первые широко развиты в чехлах платформ, вторые – в складчатых областях.

Надвиги – разрывные нарушения взбросного типа с углом наклона сместителя не более  $60^{\circ}$ , значительными горизонтальными перемещениями и наклоном сместителя в сторону поднятого блока. Образование надвигов связано со сжатием и перемещением пород при пластических деформациях в процессе формирования наклонных и опрокинутых складок. У надвигов выделяют сместитель, угол наклона сместителя, надвиговой, или висячий и поднадвиговой или лежащий, бока. Надвиги возникают там, где складки сильно сжаты или опрокинуты. Нередко отдельные надвиги объединяются, охватывая две или больше складок.

Покровы или тектонические покровы или шарьяжи – это крупные надвиги с очень большими горизонтальными перемещениями, но очень пологой или волнистой поверхности.

## Тема 2.6. Разрывные нарушения в горных породах.

План:

1. Признаки разрывных нарушений.
2. Изображение разрывных нарушений на геологических картах и определение элементов разрыва.
3. Изображение разрывных нарушений на структурной карте.

1. Основными методами разрывных нарушений является непосредственное наблюдение в обнажениях и горных выработок, геофизические исследования и Аэрометоды. Полные прямые наблюдения над разрывными нарушениями нередко из-за плохой обнаженности бывают затруднительными. Обычно удается проследить лишь отдельные части какого-нибудь нарушения. Но искусство геолога-съемщика, его квалификация в том и заключается, чтобы по отдельным частям воспроизвести нарушение, используя данные целого ряда полевых признаков. Полевые признаки могут быть прямыми или косвенными. При прямых наблюдениях можно проследить:

1. Смещение, повторение или исчезновение некоторых слоев вдоль сместителя, иногда различие в элементах залегания слоев, как в плане, так и в разрезе.
2. Сбросовую трещину со смещенными слоями и заключенными в ней обломками трения или несцементированными обломками.
3. Зону дробления по трещине.
4. Зеркало скольжения (сглаженную поверхность смещения, особенно хорошо и часто проявляющуюся в гранитах, когда она может быть отполирована до зеркального блеска) наблюдается на стенках карьеров для разработки камня. Нередко такое зеркало имеет штрихи и борозды, указывающие направление движения всякого бока сброса, взброса, сдвига. Борозды помогают установить тип структуры.

К косвенным признакам относятся выраженность разрывных смещений в рельефе, линейное расположение выходов подземных вод.

2. Разрывные нарушения можно изобразить на обычной и на структурной картах.

На обычной геологической карте разрывное смещение изображается жирной черной линией, на которой нередко ставят бергштрих или стрелку, указывающую направление падения сместителя. Эту линию называют линией тектонического нарушения. При вертикальном положении плоскости сместителя линия сброса на карте изображается прямой, положение которой не зависит от характера рельефа, а определяется простиранием сместителя. Если же поверхность сместителя не плоская, даже при ее вертикальном положении линия разрывного смещения может изгибаться.

При наклонном положении сместителя линия сброса будет прямой лишь при горизонтальной поверхности земли, а при расчлененном рельефе она изобразится извилистой кривой, отклоняющейся на участках понижения в сторону падения плоскости смещения.

Направление и угол падения сместителя наклонных разрывных нарушений на карте нередко обозначают черными штрихом и цифрой. Если условного штрихового знака не имеется, то направление и угол падения сместителя на карте устанавливают приблизительно, в соответствии с рельефом, по аналогии с определением элементов залегания пласта в наклонных и складчатых структурах.

При определении на карте относительного положения сброса, взброса или надвига в первую очередь сопоставляют возраст пород на смежных блоках. Благодаря денудации, которая срезает выступающую часть поднятого крыла, в приподнятом крыле обнажается более древние породы, чем в опущенном.

Чтобы определить тип разрывного нарушения, нужно установить: 1) не сдвиг ли это; 2) какой из двух блоков поднятый; 3) к какому блоку падает сместитель; 4) положение разрыва в плане.

3. На структурной карте разрывные нарушения принято изображать черными линиями одной прямой или двумя параллельными линиями или кривыми, к которым с обеих сторон подходят стратоизогипсы одного и того же слоя, имеющие разные гипсометрические отметки. При изображении наклонных структур одна из этих линий представляет собой след от пересечения опущенной части маркирующего горизонта с плоскостью сброса, другая – следом от пересечения с ней поднятой части слоя. У нормальных сбросов между указанными линиями не имеется стратоизогипс, так что получившаяся узкая белая полоса, ширина которой показывает горизонтальную амплитуду сброса. У взброса и надвигов обе системы стратоизогипс пересекают пространство между линиями, обозначая собой перекрытие и образуя заштрихованную полосу при пересечении разрывом складок. Если стратоизогипсы искривлены в ту же сторону, противоположную падению пласта, при обратном соотношении – по падению пласта.

Поверхность нарушения также может быть изображена в стратоизогипсах путем соединения изогипс с одинаковыми отметками пласта на линии сброса прямыми линиями, если сама поверхность плоская, или изогнутыми линиями, если сама поверхность разрыва искривлена.

## Тема 2.7. Трещины в горных породах.

План:

1. Характеристика трещин. Механизм их образования.
2. Кливаж, его геологическое значение.
3. Методы полевого изучения и графического изображения трещин.

1. Трещины представляют собой разрывы, перемещения по которым имеют незначительную величину. По степени проявления трещины можно разделить на три группы: открытые, закрытые, скрытые.

Трещины, имеющие одинаковую или близкую ориентировку, объединяются в ряд трещин. Трещины одного ряда ветвятся, но не пересекаются. В горных породах обычно развивается несколько рядов трещин. При этом ряды трещин

нередко взаимосвязаны: ориентировка одного ряда изменяется в соответствии с другим. Появление трещины осуществляется путем отрыва или скалывания, которые в природной обстановке возникают в результате растяжения, сжатия или сдвига. Движущими силами процесса служат тангенциальные (горизонтальные) и радиальные (вертикальные) тектонические движения и сила тяжести. Трещины среди разрывных нарушений пользуются наиболее широким распространением. Обычно они рассеяны в толщах горных пород, обуславливая их трещиноватость, но нередко образуют зоны дробления и трещиноватости. Подобно наклонно залегающим слоям, трещины характеризуются элементами залегания - простиранием, падением и углом падения.

Образованию трещин способствует делимость горных пород, т.е. способность их легко раскалываться по определенным направлениям. Группируясь в системы, часто строго ориентированные в пространстве трещины пересекают породы на блоки, т.е. создают отдельность горных пород. В генетической классификации трещин выделяют тектонические и нетектонические трещины. Нетектонические: 1) первичные, образующиеся при застывании магматических тел, при диагенезе осадочных пород; 2) вторичные, включающие трещины выветривания, оползней, обвалов и провалов, трещины расширения пород при разгрузке, гравитационные.

Тектонические трещины: кливаж, трещины с разрывом сплошности пород (отрыва, скалывания).

2. Кливаж – густая сеть параллельных поверхностей с ослабленным в результате пластической деформации связями между частицами горной породы, по которым в дальнейшем порода может раскалываться на очень тонкие пластинки. Кливаж можно представить как частую параллельную систему ослабленных зон в горной породе, возникающую в условиях медленно нарастающего горизонтального сжатия неоднородной по составу слоистой толщи.

Кливаж представляет собой частые открытые или закрытые трещины с ровными поверхностями простирания или скольжения, развивающуюся при пластических деформациях горных пород. Основным отличием кливажа является незначительное перемещение пород по плоскости скола (скольжения). В генетической классификации В.В. Белоусова выделяются разновидности: 1) кливаж, связанный со складчатостью, 2) послойный и секущий, 3) приразрывной. Послойный кливаж развивается параллельно слоистости на разных стадиях деформаций, а затем в процессе преобразования складок переходит в секущий, ориентированный к осевой поверхности в виде прямого сходящегося или расходящегося веера. Следует помнить, что кливаж, в отличие от сланцеватости метаморфических пород, образуется при механическом разрушении породы в процессе складкообразования, а сланцеватость – в процессе метаморфизма и образования новых пород.

3. Полевое изучение трещиноватости заключается, прежде всего, в массовости замеров элементов залегания трещин, в выяснении происхождения возраста, пространственного положения и связи трещин с геологическими структурами, минерализацией, обводненностью, составом и деформацией горных пород, физико-геологическими процессами и преобладающей приуроченностью рудных тел к системам трещин.

При среднемасштабных съемках участки изучения трещин располагают равномерно на площади трещиноватости, а при крупномасштабных – трещиноватость изучают на специально выбранных участках. Количество и расположение таких участков определяется в зависимости от сложности геологического строения с таким расчетом, чтобы получить полную характеристику трещиноватости как структур в целом, так и отдельных элементов. Все замеры трещин записываются в специальные таблицы с указанием их элементов залегания и элементов залегания пород. При изучении трещин используют не только прямые, но и косвенные методы. К косвенным методам обычно прибегают тогда, когда трещины и зоны минерализации скрыты под «наносами». Выбор метода и приемы работы зависят от геологической обстановки. Так зоны разломов и дробления учитывая их повышенное увлажнение, эффективно выявляют методами электроразведки. Трещины и трещиноватость горных пород имеют исключительно большое практическое значение. Во-первых, они служат проводниками и коллекторами, как нефти, так и различных рудоносных растворов и магматических газов. С ними связаны многочисленные жильные и контактово-метасоматические месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых. Во-вторых, трещинные зоны дробления кристаллических и осадочных пород нередко бывают водоносными.

Тема 2.8. Нетектонические дислокации и другие особые формы залегания осадочных горных пород.

План:

1. Ископаемые рифы.

2. Кластические дайки.

3. Нетектонические дислокации.

1. Помимо обычных осадочных форм залегания пород существуют особые формы из залегания, сравнительно редкие, не типичные по отношению к основной массе отложений, слагающих земную кору.

Ископаемые рифы и биогермы представляют собой неслоистые, первично обособленные массы органогенного известняка в форме подземных холмообразных возвышенностей или плоско-выпуклых линз, резко выделяющихся среди окружающих их слоистых карбонатных пород. Биогермы представляют собой мелкие, а рифы более крупные тела этого типа. Различают коралловые, водорослевые и другие рифы. Современные и

ископаемые рифы могут иметь коническую, кольцевую и валообразную форму (барные рифы).

Рифы более стойки к действию денудации, чем вмещающие породы, поэтому рифовые сооружения часто хорошо бывают выражены в рельефе.

Постройки колониальных кораллов и сопутствуют им известковых водорослей, мшанок и фораминифер отличаются, с одной стороны, высокой пористостью и чистотой известняка, его монолитностью и прочностью, а с другой – локальностью среди вмещающих пород. Эти свойства и сводообразная форма массивов превращают такие структурные, когда они бывают перекрыты слабо проницаемыми породами, в литологические ловушки для нефти. Из современных рифов наибольших размеров достигает Большой Барьерный риф в Австралии. Это гигантский известняковый массив длиной около 2000 км, шириной 200 км, мощностью не менее 400 м.

2. Кластические дайки имеют вид вытянутых тел, ограниченных более или менее правильными поверхностями осадочными породами и секущих вертикально или под крутыми углами вмещающих их толщ.

Кластический материал, слагающий дайки, может быть самым разнообразным, но большей частью – это песчаники и слабосцементированные и битуминозные пески, песчаники и алевролиты. значительно реже материал даек представлен глинами, аргиллитами, известняками, доломитами, каменным углем, бокситами и конгломератами.

Однако наиболее распространены они среди кремнистых глин и сланцев. По всей вероятности, это вызвано тем, что кремнистые глины как малопластичные породы способны легко раскалываться и давать зияющие трещины, в последствие заполняющихся кластическим материалом.

Возраст пород, в которых встречаются кластические дайки, может быть любым. Кластические дайки имеют различные размеры, но, как правило, их ширина изменяется от нескольких миллиметров до 3-5 м, обычно от 10 см до 1 м и лишь иногда встречаются крупные, вертикальные залегающие песчаные дайки мощностью до 300 м; длина даек варьирует от нескольких метров до 5-6 км и в исключительных случаях достигает 15 км.

По способу образования кластические дайки делятся на две группы: инъекционные и нептинические.

Инъекционные кластические дайки формируются путём проникновения кластического материала снизу вверх под действием различных сил. Внедрение кластического материала в трещины может происходить на глубине и вблизи поверхности.

Нептинические кластические дайки образуются на дне моря путём заплывания кластического материала в трещины путём заплывания кластического материала в трещины сверху. Заполнение происходит под действием сил тяжести, гидростатического давления.

3. Нетектонические дислокации представляют собой местные нарушения горных пород, вызванные различными экзогенными процессами. К нетектоническим дислокациям относятся некоторые моноклинали, складки,

разрывные структуры, перемещения на большие расстояния весьма крупных глыб или масс горных пород, оторванных от мест коренного залегания и трещины. Образуются они преимущественно в результате подводных и наземных оползней, под действием ледников, сезонного промерзания и отталкивания поверхностных отложений.

К явлениям оползневого происхождения относят и перемещения части оторженцев, т. е. крупных глыб передвинутых скальных пород. Наземные оползневые и обвальные нарушения широко развиты в современном рельефе на склонах речных долин и оврагов и по берегам морей и озер. Крупные оторвавшиеся блоки горных пород нередко перемещаются вниз по склону и по дну долины на сотни метров и толкают перед собой пластичные породы, которые либо выглядят в виде бесформенной массы, либо мелких, неправильной формы складочек с мелкими надвигами.

Ледниковые дислокации, или гляциодислокации, представляют собой надвиговые и складчатые нарушения в близких к поверхности горизонтах горных пород под давлениемдвигающихся масс льда.

## Тема 2.9. Формы залегания интрузивных горных пород

План:

1. Классификация интрузивных тел и их морфологическая характеристика.
2. Форма выхода интрузива на поверхность.
3. Внутреннее строение интрузивных массивов.
4. Элементы первично-магматической и трещиной тектоники.
5. Связь минерального состава породы и типа рудоносности с формой интрузива.
6. Контакты, их типы и формы.
7. Методы изучения контактов.
8. Контактные ореолы и пи, приуроченные к ним.
9. Изображения Интрузивов на геологической, структурно-петрологической картах и разрезах.

1. Простейшая классификация интрузивных тел основывается на соотношениях их формы с залеганием вмещающих пород. По этому признаку все интрузивные тела делятся на две больших группы – согласные (конкордатные) и несогласные (секущие, дискордантные). Согласные интрузивы: лакколиты, факолиты, лополиты, интрузивные купола.

Силлы - пластообразные тела, залегающие параллельно напластованию вмещающих пород образуются на сравнительно небольшой глубине. Мощность их колеблется от нескольких см до нескольких сотен метров, а площадь достигает нескольких тысяч км.

Лакколиты (от греч. ляккос - яма) небольшие грибовидные или караваяобразные тела, образовавшиеся в результате внедрения магмы между слоями под давлением и приподнявшие над собой вышележащие слои.

Размеры в поперечнике 3-6 км и толщиной обычно меньше горизонтальных размеров, уменьшающиеся к окраинам.

Интрузивные купола и магматические диапиры – штокообразные или каплеобразные интрузивные тела, расширяющиеся кверху и в кровле имеющие вид купола. По всем остальным признакам близки к лакколлитам.

Факолиты (греч. «факос» - чечевица) – относительно небольшие согласные интрузивы серповидной или чечевицеобразной формы, заполняющие замки крупных складок или образующиеся за счет вторичных дислокаций.

Лополиты (греч. «лопос» - чаша, простое блюдо) блюдцеобразное интрузивные тела различных размеров от не больших залежей до огромных массивов. Образуются при мульдообразных проседаниях и заполнении пространства магмой. Мощность их выклинивания от центра к периферии, а размеры в поперечнике достигают десятков км.

Несогласные: батолиты, штоки, дайки, жилы.

Батолиты – глубинные несогласия интрузивные тела линзовидной формы, площадью выхода более 100 км кв., иногда с вертикальными боковыми поверхностями. Кровля неровная с плавными пологими очертаниями. При вскрытии батолитов денудацией обнажаются огромные поля изверженных пород.

Штоки (палка и форма для шапок) – интрузивы вытянутой округлой формы, площадью на поверхности до 100 кв.км иногда являются ответвлениями от батолитов и имеют гребневидную или куполовидную форму.

Дайки – интрузивные тела мощностью в сотни метров и длиной в десятки км, образуются при заполнении очень крупных трещин и раздвигов интрузивными и эффузивными породами.

Жилы – плитообразные тела, возникающие при внедрения магмы по трещинам, размеры которых изменяются в широких пределах.

2. Кроме формы залегания интрузивных тел, особенно более или менее крупных, учитываются еще доступная прямому наблюдению форма выхода интрузива на поверхность. Очертания выхода интрузива на поверхность обусловлены, во-первых формой самого тела и, во-вторых, глубиной денудационного среза. Эти очертания бывают весьма разнообразны и очевидно, что даже для однотипных интрузий они меняются на разных участках площади исследования. Для выяснения подлинной формы интрузива прослеживают ореолы контактово-измененных пород.

3. Внутреннее строение интрузивного массива проявляется, в первую очередь, в его текстурах течения и сопряженных с ними трещинах, которые составляют элементы прототектоники, указывающие на эволюцию Плутона. Текстуры течения, т.е элементы прототектоники жидкой фазы, отражают изменявшиеся условия кристаллизации и перераспределения минералов. Различают текстуры: 1) линейные, 2) плоскостные, 3) эллипсоидально – шлиховые (блоковые).

Линейные текстуры течения выражаются в параллельно-линейной ориентировке: 1) кристаллов удлиненной формы. 2) сгустков темноцветных



минералов. 3) в «волокнистости». Линейные текстуры больше свойственны гранитным батолитам.

Плоскостные текстуры течения более широко распространены, встречаются во всех группах пород и подразделяются на первично-полосчатые и плоско-параллельные.

Эллипсоидально-шлировые текстуры проявляются в концентрической ориентировке вкрапленников, а иногда и основной массы породы и образуют эллипсоидально-шлировые тела, существенно отличающиеся не только по текстуре, но и по минералогическому составу от общей массы породы, нередко имеют зональное строение, размеры их колеблются от нескольких см до сотен метров.

4. К элементам прототектоники относятся распределения и ориентировка отдельных минералов в интрузивной породе, возникающих в еще не затвердевшей магме, а также трещины, образующиеся в отвердевшем, остывающем массиве.

В изучении прототектоники выделяют прототектонику жидкой и твердой фаз. Прототектоника жидкой фазы выражается в ориентировке минералов, вызывающей появление в интрузивах первичных полосчатых и линейных структур.

Прототектоника твердой фазы выражаются в том, что в каждом интрузивном массиве сразу после его остывания появляется закономерные ориентированные системы трещин. Трещины в зависимости от ориентировки по отношению к структурам течения подразделяются на поперечные, продольные, пластовые и диагональные.

6. При полевых исследованиях чрезвычайно важно проследить характер контактов, имеющих и большое геологическое и практическое значение. Контакты можно подразделять по происхождению, форме, резкости границы и мощности приконтактной зоны измененных пород. По происхождению контакты могут быть интрузивными, когда контактирующая порода подверглась воздействию внедрявшейся жидкой магмы, и стратиграфическими, когда с остывшей магматической породой соприкасается осадочная или метаморфическая порода.

Интрузивные контакты могут быть резкими и постепенными. Резкие контакты возникают при быстром застывании магмы, постепенные образуются при медленном ее охлаждении, сопровождающемся ассимиляцией материала вмещающих пород и их изменением в приконтактной зоне. В частности иногда наблюдаются совпадения ориентировки порфировых выделений на контакте между двумя разнозернистыми интрузивными породами, что можно объяснить направленным движением кристаллизующейся минеральной массы в приконтактной зоне.

Среди интрузивных контактов различают прямолинейный, зазубренный, глыбовый, волнистый, послойно-инъекционный и апофизный типы.

Стратиграфический контакт свидетельствует о более молодом возрасте осадочной породы, которая отлагалась на вскрытой в результате денудации, а затем опускавшейся под уровень моря поверхности интрузива.

Форма стратиграфических контактов зависит от очертаний древней денудационной поверхности магматического массива. При этом если подстилающая интрузивная порода относительно свежая, контакт виден отчетливо, если же кристаллическая порода выветрена, то он выражен недостаточно четко и прослеживается с большим трудом.

7. Исследования контактов интрузивных тел с вмещающими породами включают их прослеживания на поверхности, изучение поведения контактовых поверхностей на глубине, а также характер взаимоотношений интрузивного тела с окружающими породами. Контакты, скрытые под чехлом рыхлых отложений, устанавливаются геофизическими методами. Наклон контактовых поверхностей устанавливаются следующими методами:

1. непосредственными наблюдениями над наклоном контактовых поверхностей в условиях хорошей обнаженности.
2. по результатам бурения и проходки горных выработок.
3. по анализу положения линии контакта в плане.
4. по ширине эндоконтактовых и экзоконтактовых ореолов.
5. по изучению элементов прототектоники.

8. По обе стороны от интрузивного контакта развиваются контактовые ореолы, или зоны измененных трудировавших пород, вмещающих осадочных метаморфических или магматических пород экзоконтактовая зона. Особенно большие масштабы имеют экзоконтактовые изменения ширина зон которых, например вокруг интрузий гранитов может достигать 1-3 км. В этих зонах образуются роговики скарны и др. контактово-метаморфические породы, с которыми обычно связано оруденение. Поэтому изучение контактовых решать вопросы генезиса выявлять условия залегания интрузивного и др.

9. Интрузивные тела оконтуриваются сплошной линией их состав показывается цветом а возраст – индексом (н-р PZ1 нижнепалеозойские граниты). На стратиграфической колонке интрузивные породы не показываются. Метаморфические горные породы на геологической карте и стратиграфической колонке изображаются аналогично осадочным. На средне и крупномасштабных картах в осадочных и вулканогенных породах выделяются маркирующие горизонты, а вокруг интрузий показываются зоны контактового метаморфизма. На геологических разрезах метаморфические породы изображаются подобно наклонно залегающим или смятым в складки осадочным породам. Правила и порядок построения геологических разрезов районов распространения метаморфических пород такие же, как и для наклонного и складчатого залегания пород.

Структурно-петрологическая карта или структурная карта магматического массива заметно отличается от прежних петрографических карт и отражает не только границы между основными комплексами пород но и элементы первично- магматической тектоники (текстуры течения первичный трещины)

передает общий структурный рисунок массива. Поэтому на структурно-петрологической карте лучше прослеживаются соотношения между основными комплексами пород и можно с большей вероятностью устанавливать историю формирования магматического массива. Все это обеспечивает решение практических задач и помогает установить распределение в интрузивном массиве и окружающих его породах зон оруденения и нерудных полезных ископаемых.

Тема 2.10. Эффузивные и пирокластические горные породы.

План:

1. Формы залегания эффузивных и пирокластических горных пород.
2. Стратиграфическое расчленение вулканогенно-осадочных свит и определение возраста эффузий.
3. Изображение на карте эффузивных и пирокластических пород.

1. Тела эффузивных пород в английской литературе принято называть также экструзивными. Эффузивными называют тела, которые образовались в результате растекания жидкой лавы по земной поверхности, а экструзивными - тела, возникающие путем застывания лавы в кратере вулкана или других каналах, выводящих лаву на поверхность. Эффузивные образования в идее застывших лав, туфов, лавовых фракций и других продуктов вулканического происхождения широко развиты в земной коре. Форма залегания эффузивных пород определяется механизмом внедрения магмы, ее вязкостью и рельефом местности, на которую она изливается. Известны два типа действующих вулканов: центральный, когда магма поднимается по трубообразным каналам и трещинный, если движение магмы происходит по протяженным трещинам. Вязкость лавы определяет радиус ее распространения от центра извержения. Большая вязкость обуславливает также возникновение пробок в канале вулканов, что приводит к взрывам и появлению большого количества продуктов извержения: пепла, бомб и глыб, которые слагают некоторые эффузивные тела. Породы, сформировавшиеся при излиянии жидких лав на поверхность при перемещении магмы из глубинных корневых зон вулканов, называются эффузивными. Породы, образующиеся в результате вулканических взрывов, относятся к пирокластическим. Характерной общей формой залегания эффузивных пород и их туфов являются пластообразное залегание. По форме и размерам тела вулканогенных образований в плане подразделяются на покровы и потоки. Покровы представляют собой плоские тела, сложенные, как правило, базальтами, имеющие широкое распространение и относительно малую мощность, а также неправильно-изометрическую форму в плане. Потоки – более распространенные тела по сравнению с покровами. Они могут быть сложены как лавами, так и пирокластами. Для потоков характерны удлиненная, часто языковидная в плане форма, относительно малая мощность, неровная подошва, крутые боковые ограничения.

Для пирокластических пород наиболее характерной формой залегания являются слои морфологически сходные с формами залегания осадочных пород. Экструзивные купола представляют собой изометричные в плане, караване-штокообразные в разрезе тела, достигающие в поперечнике несколько метров.

2. Эффузивные породы описываются по той же схеме, что и осадочные: после названия фиксируется цвет, структура, текстура породы, состав вкраплений, раскристаллизованность основной массы, по возможности ее состав, а также вторичные изменения, включения и т.д.

Вулканогенные комплексы расчленяются на стратиграфические единицы, как и осадочные толщи. Помимо общепринятых геохронологических подразделений в них выделяются и местные: свиты, толщи, пачки. При расчленении следует руководствоваться положением вулканогенных комплексов в стратиграфическом разрезе, обращая внимание на условия их накопления, петрографический и химический составы. При определении элементов залегания эффузивов наиболее существенной может быть слоистость, которая иногда достаточно хорошо прослеживается в обнажениях. Слои вулканогенных пород часто переслаиваются с осадочными породами, с которыми они могут залегать согласно и несогласно. В таких толщах часто наблюдается смена фаций и потому может быть точно определен возраст эффузивов. В других случаях возраст эффузивных толщ устанавливается приблизительно по возрасту подстилающих и перекрывающих их осадочных пород, а также содержащихся иногда в лавах.

3. На геологических картах стратифицированные эффузивные породы и вулканические туфы изображаются, как и осадочные породы, но помимо возраста, показываемого тем же цветом и той же индексацией, которые применяются для осадочных образований, для вулканогенных пород указывается еще состав, обозначаемый различным черным крапом. При индексации новейших эффузивных образований, не перекрытых более молодыми отложениями, к индексу возраста прибавляют и индекс состава.

Нестратифицированные вулканогенные образования изображаются тем же цветом, что и интрузивные породы соответствующего состава, но отличаются от них индексом и крапом. На геологических картах в пределах распространения эффузивных пород помимо элементов залегания пластов показываются еще элементы первично-магматической и трещиной тектоники.

## Тема 2.11. Формы залегания метаморфических пород.

План:

1. Особенности внутреннего строения.
2. Методы определения возраста.
3. Изображение метаморфических горных пород на геологических картах и разрезах.

1. Формы залегания метаморфических горных пород построены наиболее сложно и с трудом поддаются изучению и расшифровке структурными методами. В основной массе они слагают самую глубокую докембрийскую и нижнепалеозойскую часть стратиграфического разреза земной коры. Эти структуры, как и составляющие их горные породы, формировались при многократно повторяющихся и накладывающихся циклах складчатых и разрывных движений и долгие другие образования находились в прямом или близком соприкосновении с магматическими очагами. Факторами метаморфизма являются высокое направленное и гидростатическое давление, высокая температура и химически активные вещества магмы, так называемые летучие. Различают довольно много видов метаморфизма, из которых наиболее распространенными являются региональный и контактовый. Региональный метаморфизм происходит на больших площадях и распространяется на большую глубину, причем магма в преобразовании пород прямого участия не принимает. Контактный метаморфизм локализуется на контакте интрузивных тел с вмещающими породами и вызван тепловым воздействием магмы. Различают унаследованные (реликтовые) и собственно метаморфические текстуры. К первым относятся слоистость, широко распространенная в метаморфических породах осадочного происхождения. В одних случаях она выражена слабо, в других проявляется даже лучше, чем была в осадочных породах. Кроме того, распространена еще ложная слоистость, унаследовавшая признаки осадочных толщ. Среди новообразованных текстур, т.е. связанных только с процессами метаморфизма, относительно редко встречается массивная текстура. Более типичны сланцеватые текстуры, которые отчетливо ориентированы в одной плоскости пластинчатых и линейных минералов. Метаморфические породы, образовавшиеся из осадочных, залегают то в виде относительно простых, то сложно построенных складчатых слоисто-сланцеватых комплексов. Второй тип метаморфогенных структур представляет собой сочетание двух или более структурных форм разных типов, которые накладываются одна на другую, причем более поздняя складка в той или иной степени искажает облик предыдущей. Образовавшиеся блоки плотных слоев вытянуты в цепочку и носят название будин, а такая четкообразная структура в целом называется будинажной структурой. Форма будин самая разнообразная: параллельные, остроугольные, бочонки, линзы, пласты. Материал, между слоями будин сильно перемят.

2. В метаморфических породах залегает много видов ценнейших металлических и неметаллических полезных ископаемых (железные руды, графит, асбест и др.), поэтому они давно служат объектом широкого изучения. Важнейшими задачами полевого изучения метаморфических толщ являются: определение исходного состава пород и вида метаморфизма, стратиграфическое расчленение толщ, изучение их внутреннего строения, выделение основных типов метаморфогенных структур и выяснение генетических и пространственных связей метаморфических пород их комплексов с месторождениями полезных ископаемых. В итоге этого изучения составляется геологическая карта. Чрезвычайно важно установить возраст и произвести стратиграфическое расчленение метаморфической толщи, выделив опорные горизонты. Если органические остатки отсутствуют или сохранены плохо, то в основу стратиграфического расчленения метаморфических толщ на свиты, серии, горизонты положены литолого-стратиграфические структуры, метаморфические и магматические критерии. Литолого-стратиграфические критерии и их применение основаны на изучении взаимоотношений метаморфических текстур с поверхностями первичного наслоения осадочных и других стратифицированных образований, а также на изучении хорошо выраженных в пределах значительных площадей таких образований, как горизонты и пачки мраморов, кварцитов и других пород, которые сохраняют признаки первично-осадочного происхождения. Наиболее действенным методом является расчленение толщ по угловым несогласиям и базальным образованиям, иногда прослеживаются и древние коры выветривания. Другим критерием служит привязка метаморфических комплексов к интрузиям, время внедрения которых можно определить радиологическим методом.

3. При картировании метаморфических пород, а также связанных с ними полезных ископаемых, в частности рудных, широко применяются геофизические методы. Например, электроразведка и магниторазведка используются для выявления зон метаморфизма и оруденения. Хорошие результаты дают гравиразведка и промысловая геофизика, а иногда также и сейсморазведка.

Геологическая карта, изображающая метаморфические толщи в зависимости от характера пород, условий их залегания и мощности, будет иметь вид либо обычной геологической, либо структурно-петрологической карты. Часто, однако, на такой карте одновременно отражены особенности обеих карт.

Тема 2.12. Основные структурные элементы земной коры.

План:

1. Земная кора и верхняя мантия.
2. Закономерности развития земной коры с позиции учения о геосинклиналях.
3. Геосинклинальные области.

#### 4. Платформы

1. Главными элементами рельефа Земли являются океанические впадины и выступы материков. Переход от материковых выступов к глубинам океанов происходит резко через узкую зону крутого материкового склона или посредством широкой переходной зоны, состоящей из окраинных морей. Глубоководным океаническим пространством соответствует маломощная кора, состоящая из очень тонкого чехла осадков, накапливающихся в океанах подстилающей его толщи пород, обладающей упругими свойствами базальтов. Ниже лежит подкорковая оболочка, или мантия Земли, имеющая скорее ультраосновной состав. Напротив, материки характеризуются гораздо более мощной корой, состоящей из осадочного чехла и так называемых гранитно-метаморфического и базальтового слоев. Таким образом основные черты рельефа земной поверхности отражают тектоническую структуру земной коры. Особенно большую роль играет астеносфера – зона пластического, близкого к расплавленному состоянию вещества, располагающиеся в интервале глубин от 100 до 200 км от земной поверхности и заключенная между жесткими под- и надастеносферными частями мантии.

2. Большинство геологов и геофизиков рассматривают развитие земной коры с позиции классической тектоники, т.е. учении о геосинклиналях. Эта концепция предполагает, что наиболее древним типом строения земной коры был тип, близкий к океаническому, точнее близкий к типу строения дна западной части современного Тихого океана, которая является древним, реликтовым элементом развития земной коры. В пределах геосинклинальных поясов погружения значительно преобладает над поднятиями. По мере утолщения земной коры в пределах геосинклинальных областей на отдельных крупных их участках, а затем и на всей территории этих поясов тектоническая активность ослабевает, они выключаются из дальнейшего геосинклинального развития и превращаются в относительно стабильные, малоподвижные зоны земной коры – платформенные области. Если первоначальные геосинклинальные пояса, по видимому закладывались между океаническими впадинами, то в последствии, после возникновения платформ, некоторые геосинклинальные области оказались расположенными между океаническими впадинами и возникшими на месте отмерших геосинклиналей платформами. Таким образом, общая закономерность развития земной коры может быть выражена схемой: океаническая платформа – геосинклинальная область – континентальная платформа.

3. Геосинклинальные области представляют собой вытянутые на тысячи километров пояса земной коры, обладающие высокой тектонической активностью и расположенные либо между океанами и материками, либо между двумя платформами, или, наконец, между двумя океанами. Для геосинклинальных областей характерны следующие особенности:

- большие скорости и амплитуды вертикальных движений и интенсивные горизонтальные движения, вызывающие линейную складчатость и разрывы;

- раздробленность земной коры в связи с развитием густой сети тектонических разрывов равного направления, с преобладанием линейно-вытянутых структур вдоль глубинных разломов и зон прогиба и поднятия;
- большая мощность осадочных пород в связи с общей тенденцией к прогибанию области на первых этапах ее формирования и широкое развитие процессов метаморфизма;
- сильная фациальная изменчивость отложений и наличие характерных для геосинклиналей особых типов отложений;
- широкое развитие эффузивных и интрузивных магматических процессов, дающих продукты различного состава, и богатство связанных с ними месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых эндогенного происхождения;
- интенсивная полная складчатость, охватывающая на определенных стадиях все зоны геосинклиналь;
- резко расчлененный, преимущественно подводный рельеф на ранних стадиях и главным образом наземный рельеф на поздних стадиях геотектонического цикла;
- как правило, высокая сейсмичность.

По структуре складчатые сооружения представляют собой либо антиклинории, т.е. складчатые зоны, имеющие в целом выпуклое, антиклинальное строение.

4. Платформы представляют собой обширные почти изометрические области, обладающие значительно меньшей по сравнению с геосинклинальными областями, тектонической подвижностью. Платформы, как правило, обрамляются геосинклинальными областями, но частично могут граничить с океаническими впадинами. Платформам свойственны следующие основные особенности:

- относительно небольшие амплитуды и скорости вертикальных тектонических движений и в связи с этим сравнительно малые мощности осадков и скорости осадконакопления;
- слабая дифференцированность вертикальных движений на площади и малые их градиенты;
- широкое развитие изометричных и овальных в плане, обширных зон поднятия и погружения;
- относительно редкая сеть различно ориентированных разломов глубокого заложения, контролирующая расположение главных структурных элементов платформ;
- относительно малая фациальная изменчивость осадков на площади, наличие специфических платформенных формаций;
- отсутствие или специфические формы магматических проявлений, продукты которых имеют преимущественно основной состав;
- отсутствие или локальное проявление складчатых структур;



- за исключением отдельных тектонически активизированных участков, представляющих плоскогорья, для платформ характерен слабо расчлененный равнинный рельеф;
- платформы асейсмичны.

Контрольные вопросы:

**Раздел 2. Структурная геология**

1. Типы выклинивания?
2. Определение, серии, формации?
3. Перечислите элементы слоя, дайте им характеристику.
4. Определение фации, горизонта?
5. Какие существуют виды залегания осадочных толщ?
6. Опишите регрессивный тип залегания?
7. Опишите трансгрессивный тип залегания?
8. Что называют согласным, несогласным залеганием?
9. Какие виды несогласий вы знаете, перечислите?
10. Опишите региональное и местное несогласие.
11. Каким образом можно изобразить горизонтальное залегание на геологической карте?
12. Каким образом измеряют мощность горизонтального слоя?
13. Какое положение слоев свидетельствует об отклонении от горизонтального залегания?
14. Каким образом необходимо составлять геологические карты и разрезы?
15. Что называют моноклиналим залеганием?
16. Перечислите элементы наклонного залегания?
17. Отличие горного компаса от обычного?
18. Измерение элементов залегания слоя компасом?
19. Укажите причины складчатых дислокаций слоев?
20. Что такое антиклиналь, синклиналь?
21. Опишите элементы складки?
22. Классификация складок по различным признакам?
23. Механизм образования складок.
24. Каким образом происходит развитие диапировых складок?
25. Полезные ископаемые, связанные со складчатыми формами?
26. Каким образом можно отобразить складчатое залегание на геологической карте?
27. Характеристика разрывных нарушений и их классификация?
28. Опишите кратко механизм образования сбросов и взбросов?
29. Какие полезные ископаемые связаны с разрывами?
30. Опишите разновидности надвигов?
31. Каким образом можно определить направления падения и угла наклона сместителя относительного положения блоков, высоты смещения?

32. Каким образом можно изобразить разрывное нарушение на геологической карте?
33. Опишите механизм образования трещин.
34. На какие виды делятся трещины по происхождению?
35. Типы кливажа, его происхождение.
36. Изображение трещин на геологической карте.
37. Полезные ископаемые, приуроченные к законам трещиноватости.
38. Что можно отнести к особым формам залегания осадочных пород?
39. В чем отличие биогерм от ископаемых рифов?
40. В чем отличие кластических даек?
41. Каким образом изображаются на карте тектонические дислокации?
42. Классификация интрузивных тел?
43. Что относится к несогласным интрузивным телам?
44. Связь минерального состава породы и типа рудоносности и форм интрузива?
45. Контакты, их типы и формы?
46. Изображение интрузивов на геологической структурно-петрологической карты и разрезах.
47. Кратко опишите процесс образования эффузивных пород?
48. Как определить возраст эффузий?
49. Как изображаются на геологической карте эффузивные породы?
50. Каким образом осуществляется стратиграфическое расчленение вулканических комплексов?
51. Укажите причины формирования метаморфических пород.
52. Каким образом происходит формирование магматических горных пород?
53. Методы определения возраста метаморфических пород.
54. Изображение метаморфических пород на геологической карте?
55. Какие полезные ископаемые залегают в метаморфических толщах?
56. Что представляют собой структурные элементы земной коры?
57. На какие слои делится земная кора?
58. Определите океанический тип земной коры?
59. В чем заключается процесс образования платформенных областей?
60. Что представляют собой геосинклинальные области?
61. Чем отличаются древние платформы от молодых?

### Раздел 3. Геологическое и геоэкологическое картографирование.

#### Тема 3.1. Задачи, подразделения и содержание геологических съемок.

план:

1. Цель, задачи и условия проведения геологических съемок.
2. Классификация и характеристика геологических съемок.
3. Специальные съемки.

1. Основная цель геологической съемки – представить сводку данных о геологии района и установить связь полезных ископаемых со стратиграфией, литологией, петрологией и тектоникой района. Результаты съемки, зафиксированные на геологической карте, либо дают прямой ответ на вопрос о характере выявленных в районе типов полезных ископаемых, их размещении и концентрациях в них полезных компонентов, либо позволяют делать прогнозы о вероятности обнаружения и возможных условиях нахождения полезных ископаемых. Поэтому геологическая съемка и поиски полезных ископаемых неотделимы друг от друга, и часто, особенно при крупномасштабных съемках, эти задачи решаются одновременно. Третьей задачей геологической съемки, проводимой в районе проектируемого строительства, является выяснение гидрологических и инженерно-геологических условий. Задачи и содержание геологической съемки зависят от заданного масштаба. В двух основных масштабных типах съемки – среднем - при региональной геологической съемке масштаба 1:200000-1:100000 и крупном – при геологической съемке масштаба 1:50000 и 1:25000 – эти задачи существенно различаются.

Работы масштаба 1:200000 как правило, ведутся групповым методом, т.е. одновременно на нескольких смежных листах, охватывающих крупную геологическую структуру. Целью этих работ – выяснение геологического строения крупного региона, обнаружений месторождений полезных ископаемых и проведение первичной оценки рудопроявлений, выявленных в ходе сопутствующих съемке поисков, с минимальным объемом наземных геофизических и геохимических работ. При крупномасштабной же съемке, включающей широкий комплекс подготовительных и сопровождающих видов работ, по современным требованиям не ограничиваются изучением одной лишь поверхности коренных пород, а с помощью бурения и геофизики, горных выработок, различных дистанционных и геохимических методов прослеживают условия залегания пород до глубины возможной эксплуатации полезных ископаемых для решения как картировочных, так и поисковых задач. Комплексная геологическая съемка общего типа характеризуется тем, что наряду с основным видом работ, производится съемка четвертичных отложений и поиски полезных ископаемых, а также весь комплекс сопутствующих исследований.

2. Одним из видов региональных геологических исследований в нашей стране является полистная геологическая съемка масштабов 1:200000-1:50000. Эта съемка проводится в последовательной очередности: сначала на

площади, соответствующей размерам одного листа геологической карты заданного масштаба, а затем распространяется на смежные территории региона с относительно однотипным геологическим строением. Продолжается съемка в течении нескольких лет и носит, обычно, сезонный характер. Групповой геологической съемкой сразу охватывается обширная площадь исследований в пределах, в среднем 10 листов карты. Предназначена она для труднодоступных районов и продолжается в течение 3-5 лет. Геологическое доизучение территорий производится с целью исправления и увязки с современными требованиями средне и крупномасштабных геологических карт, составленных в прошлом в разные годы. Многие из этих карт нуждаются в модернизации. По назначению геологические съемки делятся на съемки общего типа, специализированные и специальные.

Эталоном съемки общего типа или комплексного типа считается средний масштаб (1:200000), при котором производится весь комплекс геологосъемочных работ и попутные поиски всех видов полезных ископаемых, но в ограниченном объеме. Специализированная съемка ведется в крупном или детальном масштабе и имеет целью обеспечить поиски когонибудь одного-двух видов полезного ископаемого. Такая съемка проводится только на ранее заснятых в более мелком масштабе территориях. Особое внимание уделяется горным породам и структурным формам, в которых, скорее всего можно ожидать распространение данного вида полезного ископаемого. В этом и заключается ее специализация.

3. Кроме съемки общего типа в комплекс геологосъемочных работ входят еще специальные съемки. Различают:

- Структурная съемка производится, как правило, в закрытых районах, на платформах, в краевых и межгорных прогибах и обычно входит в комплекс детального и крупномасштабного картирования, но может выполняться и самостоятельно на уже заснятых в масштабе 1:200000 и крупнее площадях.
- Съемка древних структурных этажей производится с помощью глубокого опорного бурения и служит основой для составления карт прогноза глубокозалегающих полезных ископаемых.
- Гидрогеологическая съемка производится либо в комплексе с геологической, при средне и крупномасштабном картировании, и тогда составляется карта водоносности района, строго увязанная с основной геологической картой, либо независимо от общегеологической съемки на уже готовой геологической основе, и тогда составляется несколько гидрогеологических карт различных типов. При этих съемках определяются число и распространение водоносных горизонтов, их стратиграфическое положение, водообильность, режим и степень минерализации.
- Инженерно-геологическая съемка предназначена для проектирования городского и дорожного строительства, для освоения новых месторождений полезных ископаемых, используются в военно-инженерной службе и т.п.

- Геоморфологическое картирование – обязательный элемент комплексной геологической съемки. Основное внимание уделяется не самим породам, а формам рельефа, которые образуются этими породами, изучению их строения, происхождения и возраста.
- Картирование четвертичных отложений. Съемка четвертичных отложений тесно связана с приемами исследования горизонтально залегающих толщ осадков, а также с геоморфологическими исследованиями, с деятельностью грунтовых вод и современными рельефообразующими процессами.
- Металлометрическая съемка – один из геохимических методов поиска и разведки рудных месторождений полезных ископаемых. Сопутствует геофизическим съемкам.
- Радиометрическая съемка предназначена для установления степени радиоактивности горных пород с целью выявления промышленных месторождений радиоактивных руд.

### Тема 3.2. Аэрометоды при геологических исследованиях.

План:

1. Общая характеристика.
2. Виды аэрофотосъемок и аэрофотоматериалов.
3. Геологическое дешифрирование аэрофотоснимков.
4. Дешифровочные признаки.
5. Фотогеничность геологических объектов.

1. Первые фотографии с воздушного шара сделаны во Франции в 1855 г. Таким образом, составлен точный план Парижа. В настоящее время к аэрометодам принято относить комплекс методов изучения земной поверхности, выполняющих визуально или с помощью различных приборов с последующих анализов полученных данных наземными контрольными работами.

Аэровизуальные методы связаны с непосредственным наблюдением исследуемых объектов с воздуха. получаемый результаты переносят на карте и записывают на магнитофонную ленту. Аэрофотографические методы – наиболее универсальные и эффективные по широте применения при геологических исследованиях и в народном хозяйстве. Современные фотографические аппараты, негативные пленки и другие материалы позволяют получать изображения объектов в видимой и близкой к ней части спектра в любых нужных масштабах.

Фотоэлектрические методы получили распространение лишь в последнее двадцатилетие. В отличие от аэрофотографических методов, использующих узкий спектр излучений только в видимом диапазоне, фотоэлектронные Аэрометоды дают возможность вести изучение излучающих, отражающих свойств электромагнитных колебаний в различных геологических объектах с длиной волн от 0,03 до 100 см и частотой колебаний от  $10^{14}$  Мгц до

радиодиапазона. На основе аэрометодов производят геологосъемочные и поисковые работы всех масштабов, изучение тектоники и т.д.

2. При плановой съемке оптическая ось фотоаппарата направлена отвесно, перпендикулярно среднему уровню поверхности Земли. Плановые снимки имеют одинаковый масштаб во всех его точках. Допустимые отклонения оптической оси фотоаппарата от отвесного положения при плановой съемке не должны превышать 3 градусов.

При перспективной съемке оптическая ось фотоаппарата отклонена от отвесного положения, что приводит к разномасштабности изображения в различных точках снимка. Перспективную съемку наиболее часто используют при изучении крутых склонов, береговых обрывов, карьеров и т.п. Отклонения оптической оси от вертикали может достигать 30-60 гр.

Маршрутная съемка может быть плановой или перспективной вдоль определенного направления. На снимках в зависимости от назначения изображаются узкая полоса местности.

Виды аэроматериалов:

Контактная печать представляют собой контактные отпечатки с пленки и соответствует масштабу аэрофотосъемки. Наиболее широко распространены 1: 5000, 1:10000, 1: 17000, 1: 32000, 1:65000, 1:100000.

Репродукция накидного монтажа представляют собой заснятую трапецию и подобранных таким образом, что они дают изображение трапеции в целом и порядковые номера всех снимков. Репродукции накидного монтажа изготавливают в произвольном масштабе; на них должны быть даны: номенклатура, трапеции, названия населенных пунктов, крупных рек, озер, горных вершин и прочих опорных пунктов.

Фотосхемы составляются путем монтажа частей контактных отпечатков, передающих изображения заснятой местности. Для составления фотосхем центральные части снимков вырезаются и наклеиваются на картон в виде сплошной мозаики. Фотосхемы монтируются по трапециям масштабов 1:10000, 1:25000, 1: 50000, 1:100000 их масштаб соответствует масштабу контактных отпечатков.

3. Дешифрирование аэрофотоснимков производят для определения изображенных на снимках объектов. Дешифрирование может быть топографическим, геологическим или иметь иное назначение. При геологическом дешифрировании материалов аэрофотосъемки выявляются такие объекты, которые можно выразить геологическими условными обозначениями. Геологическое дешифрирование основано на использовании главнейших особенностей геологического строения и морфологии земной поверхности, отображенных на аэрофотоснимках. С помощью геологического дешифрирования можно решать следующие задачи:

- получать модель местности в заданном масштабе;
- определять параметры геологических объектов в камеральных условиях путем фотографических работ;

- точно иррационально располагать точки наземных наблюдений и осуществлять надежную их привязку;
- выявлять особенности геологического строения земной поверхности, не устанавливаемые обычными средствами полевых наблюдений;
- иметь возможность наблюдать не один, а несколько объектов исследования одновременно в их естественных соотношениях;
- производить геологическое, а также геоморфологическое и иное изучение земной поверхности, как по линиям маршрутов, так и на площадях, расположенных между маршрутами;
- заблаговременно получать данные о геологических и геоморфологических особенностях местности путем предварительного дешифрирования аэрофотоматериалов; разрабатывать наиболее рациональные планы полевых работ;
- выявлять степень обнаженности местности и расположения обнаженных участков и выбирать на этой основе полноценные полевые маршруты.

4. При дешифрировании используют как прямые так и косвенные дешифровочные признаки. К прямым дешифровочным признакам относятся: геометрическая форма, размеры, тон, рисунок форм земной поверхности. Форма – изображение на плановом снимке близко к ортогональной проекции и лишь высокие предметы по краям снимка видны наклоненными от центра. Размер изображения предмета на аэроснимке, умноженный на знаменатель масштаба снимка, дает размер предмета на местности, что в сочетании с формой служит существенным дешифровочным признаком.

Тоном называется степень почернения или яркость изображения предметов на аэрофотоснимке. Тон изображения зависит от большого числа факторов: яркость объекта, цвет, условия фотографирования, состав, пленка, бумага. Отражение зависит от структуры поверхности, которая может быть гладкой, матовой, шероховатой. Цвет зависит от спектра падающего света. Рисунок рельефа на аэроснимке часто полностью подчинен геологическому строению и геоморфологическим особенностям. Среди косвенных признаков различают: растительность – отдельные виды древесной, кустарниковой, травянистой растительности произрастают на почвах определенного состава; геоморфологические признаки – крепость пород и их устойчивость к процессам выветривания играют основную роль в формировании макро- и микрорельефа; почвы – основные индикаторы почв, их цветовые оттенки, проявляющиеся на аэрофотоснимках в изменении фототональности, окраска почв зависит от литологических особенностей исходных пород, соотношения гумусовых и минеральных частиц, механического строения; степень увлажнения почв, прежде всего, сказывается на характере травянистой растительности, что может служить важным дешифровочным признаком в степях, полупустынях и пустынях.

5. Эффективность применения аэрометодов зависит от естественных условий района, задач, поставленных перед исследователем, а также принятой общей методики работ. Важную роль при этом играет так называемая

фотогеничность района, т. е. степень отражения в физико-географическом ландшафте. Различают:

- хорошая дешифрируемость выделяет границы стратиграфических подразделений осадочных и эффузивных пород, контуры интрузивных массивов, основные разновидности слагаемых пород, генетические и возрастные группы новейших континентальных образований;
- средняя дешифрируемость выявляет только главные элементы геологического строения и тектоники;
- слабая дешифрируемость выявляет лишь некоторые элементы геологического строения и тектоники.

Дешифрируемость аэроснимков в значительной степени зависит от климатической зональности, а также степени обнажения пород. Растительный покров влияет на фотогеничность геологических структур двояко. В одних случаях густая древесная растительность маскирует геологические структуры, в других наблюдается зависимость растительности от состава горных пород, которая позволяет расшифровать геологическое строение. Деятельность человека, связанная с распаиванием почв и посевами, отрицательно влияет на дешифрируемость геологических структур.

Контрольные вопросы:

### **Раздел 3. Геологическое и геоэкологическое картографирование**

1. Что является основной целью геологической съемки?
2. Охарактеризуйте специализированную съемку?
3. Каково значение геоморфологических исследований?
4. Что представляет собой площадная съемка общего типа?
5. Охарактеризуйте структурную, гидрологическую съемку?
6. Чем характеризуются перспективная съемка?
7. Сколько видов аэроматериалов вы знаете?
8. Чем характеризуется плановая съемка?
9. За счет чего образуется искажение на снимке?
10. Чем характеризуются косвенные признаки дешифрирования?
11. От чего зависит эффективность применения аэрометодов?
12. Каким образом осуществляется космическая фотосъемка?
13. Чем характеризуется геологическая съемка акваторий?
14. Каким образом осуществляется дешифрирование различно залегающих слоев?
15. Каким образом осуществляется организация съемочных работ?
16. Перечислите периоды, входящие в подготовительный период.
17. Кто осуществляет организацию работы партии?
18. Какие этапы входят в полевой период?
19. Опишите личное снаряжение геолога?
20. Какие документы должны быть получены в ходе полевой работы геолога?



21. Опишите состав работ в ходе организационного, производственно-полевого, ликвидационного этапов полевого периода.
22. Основные задачи камерального периода геологической и геоэкологической съемок?
23. Опишите состав геологического отчета по съемке.
24. Каким образом осуществляется хранение первичной геологической и геоэкологической документации?
25. Изучена ли территория РК в геоэкологическом отношении?
26. Охарактеризуйте значение и методологические особенности космических методов при геологоэкологических исследований.
27. Существует ли перспектива развития методов экологического исследования Земли?

### Тема 3.3: Дешифрование различно залегающих слоев.

Форма слоев между слоями зависит главным образом от строения земной поверхности. При горизонтальном рельефе на значительном пространстве может быть обнажен один и тот же слой, на аэроснимке в таких случаях появятся поля с монотонной окраской, лишенные слоистости. При горизонтальной поверхности границы между слоями будут иметь сложный рисунок, очерчивающий основные формы рельефа. Формы рельефа и микрорельефа, присущие каждому из слоев или пачкам однородных по физическим свойствам пород, зависят от крепости пород и из сопротивляемости процессам выветривания. При значительных различиях на каждом из слоев возникают обособленные формы рельефа и микрорельефа, позволяющие проследить слои на большом расстоянии, и производить их корреляцию.

Стратиграфическое расчленение горизонтально наложенных толщ производят на специально подобранном и предварительно отдешифрованном участке с возможно более полным стратиграфическим разрезом. Такие участки должны иметь достаточно широкий диапазон высоких и низких отметок рельефа. Мощности выделяемых стратиграфических подразделений по аэроснимкам вычисляют путем определения разности высотных отметок их кровли и подошвы в опорном или другом разрезе.

Очень много дают аэроснимки для фацеального анализа горизонтально залегающих толщ. Изменение окраски пород, строения рельефа и микрорельефа, а также растительность реагирует на изменения состава и текстуры пород, что при внимательном и правильном анализе аэрофотоматериалов позволяет выявлять закономерности изменения фаций на широких площадях.

Покров новейших континентальных образований тесным образом связан, с одной стороны, со строением рельефа, с другой – с составом коренных пород.

Элювиальные образования. В горных районах на массивных крепких коренных породах в условиях интенсивно развивающегося физического

выветривания на плоских водоразделах и пологих склонах образуются поля глыбовых или щебенчатых элювиальных россыпей, которые дешифрируются по неровной пятнистой и точечной окраскам. В степных районах со скудной кустарниковой и травянистой растительностью элювиальный покров мощностью в несколько метров нередко незаметен на аэроснимках и сохраняет все детали строения коренных пород.

Делювиальные образования тесно связаны с формами рельефа, составом и условиями залегания коренных пород. На склонах с углами наклона круче  $25-35^\circ$  делювиальные отложения не накапливаются, если только они не закреплены растительностью. При оконтуривании делювиальных отложений ориентируются на характерные черты микрорельефа и фототон.

Пролювиальные отложения образуются как на склонах, так и на больших площадях в виде шлейфа, обычно лишённого растительного покрова. В местах интенсивного пролювиального смыва на склонах на общем светлом фоне аэроснимка виден густой, часто ветвистый рисунок, усиливающийся по резкости вниз по склону. На аэроснимках четко дешифрируются контуры пролювиальных конусов, которые имеют вид секторов.

Аллювиальные отложения. При их дешифрировании устанавливаются и геоморфологические элементы речных долин: русло, пойма, террасы, склоны и т.д. Аллювиальный покров террас дешифрируется по выровненным полосам с монотонной серой окраской, обрамленным либо крутыми уступами в рельефе, либо примыкающие к склонам речных долин. Для бровок речных террас очень характерна изрезанность овражной сетью, вследствие чего их грани неровные, как бы зазубренные. Очень близки по дешифровочным признакам современные озерные аллювиальные отложения и озерных террас. Особо сложно дешифрируются древние аллювиальные речные и озерные отложения, не связанные с современной гидрографической сетью.

При дешифрировании рыхлого покрова, развивающегося в условиях вечной мерзлоты и морозного выветривания, следует обращать внимание на различные геометрические рисунки, образующиеся на его поверхности. Они могут быть выражены в виде сетки полигональных трещин, образующихся на торфяно-бугристой тундре, каменных многоугольников и т.д.

Эоловые отложения обычно дешифрируются легко. Их наличие можно заранее предсказать, учитывая пустынные и полупустынные области их распространения. В большинстве областей и районов эоловые пески накапливаются на поверхности древних аллювиальных и озерных отложений, реже – на флювиотяциальных и пролювиальных накоплениях. В районах, где эоловые пески возникают за счет разрушения и переувлажнения коренных пород, расположение гряд, барханов, дюн и растительности нередко подчеркивает состав и структуру коренных пород. С эоловыми

образованиями тесно ассоциируют пониженные плоские пространства, перекрытые глинами, называемые такырами.

При наклонном залегании и выровненном, слабо расчлененном рельефе, слои вытягиваются вдоль их общего простирания. При расчлененном рельефе наклонно залегающие слои плавно или зигзагообразно изогнуты при сохранении их общего простирания. Направление наклона слоев на аэрофотоснимках могут быть установлены по пластовым треугольникам. Конфигурация выхода слоя на поверхность зависит от формы рельефа и угла наклона слоя. При выровненном рельефе очень трудно составить представление об условиях залегания пород по аэрофотоснимкам, а нередко и невозможно. Резкий расчлененный рельеф, наоборот, создает благоприятные условия для выявления элементов залегания.

При плавных водоразделах, широких долинах и небольших превышениях рельефа пластовые треугольники обычно широкие. При расчлененном крутом рельефе они частые, с резкими изгибами. Выходы слоев на поверхность в этих случаях нередко имеют вид непрерывных зигзагов.

При пологом залегании слоев пластовые треугольники вытягиваются, а угол, указывающий направление падения, становится острым. Этот угол с увеличением наклона слоев становится менее острым и при крутом залегании превращается в тупой. При вертикальном залегании слоев их выходы образуют на снимках прямые линии, пересекающие рельеф независимо от его формы. Изгибы слоев в таких случаях связаны только с изменением их простирания. Не следует путать пластовые треугольники с изгибами слоев при горизонтальном залегании, повторяющими расположение склонов рельефа.

Углы падения пластов на аэрофотоснимках можно вычислить по превышениям разности продольных параллаксов. Для этого выбирают достаточно четкий пластовой треугольник и строят линию простирания, через его вершину проводят проекцию линии падения. Затем измеряют превышения между линией простирания и вершиной пластового треугольника и определяют угол наклона пласта обычным графическим способом.

При дешифровании складок основное значение имеют пластовые треугольники, а также особенности литологического состава и замыкания складок. Каждый из указанных признаков может служить основанием для дешифрирования складчатых форм залегания, однако нередко приходится использовать все три признака. Большое значение при этом имеет изучение геоморфологических особенностей рельефа.

Строение складок с наклоном крыльев в разные стороны от их оси можно выявить по пластовым треугольникам, которые в антиклинальных структурах вершинами направлены в противоположные стороны, в синклиналях – навстречу друг другу.

В ассиметричных складках форма пластовых треугольников на крыльях неодинакова: на пологом крыле пластовые треугольники более острые, чем в крутом, и совершенно исчезают при вертикальном залегании. В опрокинутых складках вершины пластовых треугольников на обоих крыльях направлены в одну и ту же сторону.

При выровненном рельефе, однообразном составе пород и изоклинальных складках их замыкания могут быть единственным признаком дешифрования складчатых форм залегания.

Симметричное расположение одних и тех же пород относительно осевой линии на эрозионных срезах складки может служить основанием для дешифрования складчатых структур. Симметричность выражается в виде чередования слоев или пачек слоев с различным тоном или окраской, неодинаковой мощностью, или отличиями в строении микрорельефа. Последний признак особенно надежен в сочетании с тоном изображения.

#### Тема 3.4 : Подготовительный период.

Процесс любого вида геологосъемочных работ включает в себя три самостоятельных, но взаимно связанных, хотя и отличающихся по своим задачам, периода: подготовительный, полевой и камеральный. Эффективность результатов геологической съемки во многом зависит от подготовки к ней.

Подготовка к полевым работам включает:

- 1) изучение района по данным предшествующих исследований;
- 2) составление проекта и сметы работ;
- 3) обеспечение партии топографическими картами и материалами аэрофотосъемки;
- 4) предварительное дешифрование аэрофотоснимков;
- 5) продуманную организацию партии, обеспечение снаряжением и подбор оборудования.

Изучение района осуществляется путем сбора печатных рукописных материалов предшествующих исследований и их обработки. Это изучение рекомендуется начинать с обзорных работ, в которых освещаются общие черты строения района, его геологическое положение и состояние изученности. Затем следует переходить к изучению более детальных материалов, в том числе рукописных геологических отчетов по всем геологическим работам, проводившимся ранее в данном районе.

При планировании геологосъемочных работ учитывается и их преемственность. Например, крупномасштабная съемка планируется только при условии, если в исследуемом районе была проведена среднемасштабная съемка, и в связи с усложнившимися задачами при условии проведения опережающих структурно-профильного бурения и геофизических исследований.

Проект работ геологической партии, как и проект геологоразведочной или геофизической партии, состоит из двух частей: геологической и производственно-технической. Первая часть включает следующие разделы:

- 1) целевая установка;
- 2) географо-экономическая характеристика района;
- 3) обзор данных предыдущих исследований;
- 4) геология района и участка работ;
- 5) методика и объем работ.

Во второй части проекта рассматривается организация и технология ведения работ; там же проводятся необходимые технические и технико-экономические расчеты. В случае необходимости в виде особых разделов описываются специальные виды работ (буровые работы, горнопроходческие работы и др.), но чаще эта часть проекта не разделяется. Здесь же дается перечень оборудования, материалов, снаряжения, транспортных средств; кроме того, указываются мероприятия по технике безопасности и охране труда, приводится перечень штатных единиц партии и график ее работы.

К проекту прилагаются:

- 1) обзорная карта с указанием площади предстоящей геологической съемки;
- 2) картограмма геологической изученности;
- 3) геологическая карта района в масштабе проектируемой съемки, составленная по данным ранее проводившихся съемок, а также геофизических карт;
- 4) разрезы и колонки – фактические и проектные (для обоснования бурения, особенно структурного).

После его защиты в соответствующем учреждении, по заданию которого проводятся работы, проект утверждается начальником или главным инженером. Работа по составлению проекта поручается опытным специалистам. На основе проекта составляется смета работ. После утверждения сметы заказчиком она поступает в банк для финансирования работ.

Основной производственной единицей, ведущей геологосъемочные работы, является геологосъемочная партия. Поскольку перед геологами-съемщиками ставится чрезвычайно ответственная научно-производственная задача, требующая от исполнителей больших знаний и опыта, то подбор для партии сотрудников соответствующей квалификации очень важен. Штат партии (число и категория специалистов) зависит от объема работ и определяется проектом по соответствующим нормативам. Первостепенной задачей начальника партии (или ответственного руководителя) является правильная расстановка кадров с первых же дней ее работы.

В дальнейшие обязанности руководства партии заключается в обеспечении партии (до ее выезда в поле) необходимым исправным оборудованием и снаряжением, доставке их к месту работы и обеспечение партии транспортными средствами.

Немаловажное значение имеет и личное снаряжение геолога-съемщика. В личном распоряжении съемщика должны быть:

1. горный компас;
2. геологический молоток;
3. зубила для отбивания образцов скальных пород;
4. лупа;
5. полевые книжки;
6. простые и цветные карандаши;
7. перочинный нож (для разных целей, в том числе и для определения твердости материалов);
8. полевая сумка;
9. флакон с притертой пробкой для 5- или 100%-ного раствора соляной кислоты;
10. рюкзак, а также мешочки для образцов, бумага и вата (для обертывания образцов, остатков фауны и флоры).

Особое внимание следует обратить на личную обувь и одежду. Сапоги или юфтовые ботинки должны быть такого размера, чтобы можно было наверхнуть бязевую или холщовую портянку; одежда должна быть удобной, легкой, а при работе в горных районах или ранней весной и поздней осенью – теплой. Немалое значение для успешной работы имеет и физическая подготовка съемщика.

### Тема 3.5 : Полевой период геологической и геоэкологической съемок.

Продолжительность полевого сезона определяется проектом. В зависимости от климатических и организационных условий ведения работ она может изменяться от двух до пяти месяцев. При геологосъемочных работах полевой период является основным и наиболее ответственным. Обычно этот период в организационном плане делится на три последовательных этапа: организационный, производственно-полевой и заключительный.

В организационный этап создается или завершается создание базы партии, жилищно-бытовое устройство персонала, конкретное знакомство с районом работ путем проведения обзорных маршрутов. Обзорные маршруты (если не проводилась рекогносцировка в подготовительный период) проводят по всему району съемки. В первую очередь должны быть посещены все указанные предыдущими исследователями опорные стратиграфические разрезы, пункты находок окаменелостей и наиболее типичные обнажения интрузивных пород. Во время обзорных маршрутов устанавливают фотогеничность МАКС и приуроченность обнажений к определенным элементам рельефа (русла рек, склоны, водоразделы). Это важно для уточнения методики проведения геологосъемочных маршрутов.

Производственно-полевой этап – главный этап полевого периода. В течение этого периода анализируется геологическое строение. Собирается фактический материал, составляются и уточняются карты. Полевые

исследования при геологической съемке проводятся с помощью поисково-съемочных и поисковых маршрутов, аэровизуальных наблюдений, геофизических, геохимических, геоморфологических, гидрогеологических, петрографических, палеонтологических, стратиграфических и других исследований, бурения скважин и проходки горных выработок, выполнения различных видов опробовательских и полевых аналитических работ.

Заключительный, или ликвидационный, этап наступает после выполнения всей программы полевых исследований. В конце каждого полевого сезона проводятся обработка и оформление всех полевых материалов партии. Полевая камеральная обработка материалов включает:

1. составление, дополнение, уточнение и оформление предусмотренных проектом полевых карт;
2. уточнение и дополнение опорной легенды;
3. заполнение журналов образцов и проб, составление ведомостей геохимических проб и т.д.

Результаты геоэкологических исследований, проводимых для изучения состояния окружающей среды, могут быть изложены в самостоятельном отчете, а также представлены в виде отдельных глав в специальных отчетах, посвященных экономическому описанию конкретных районов (регионов), воздействию предприятий или промышленных комплексов на окружающую среду. В отчете в обязательном порядке должны быть приведены принятые для изучаемого района схемы выделения геохимических ландшафтов и геоэкологические карты.

В специальной главе необходимо указать принятые методы отбора, обработки и анализа проб. Все точки рядового отбора проб, наблюдения при ландшафтно-геохимической съемке контрольного отбора проб выносятся на карты фактического материала. На этих же картах должны быть вынесены все пройденные горные и буровые выработки. В отчете должны приводиться данные о вероятных источниках загрязнений и способах образования техногенных аномалий.

Полевая работа геолога заключается в изучении и увязке объектов съемки, их документирования и в обобщении исходных данных. В результате должны быть получены:

1. полевая геологическая карта (основная и дополнительная);
2. колонки обнажений и разведочных выработок;
3. сводная стратиграфическая колонка;
4. геологические разрезы;
5. иллюстрации в виде рисунков, фотоснимков, схем, вспомогательных карт и т.п.;
6. описание (полевые книжки, журналы);
7. коллекция;
8. пробы (шлиховые).

Основным объектом изучения при съемке общего типа является обнажение, а основным документом геолога – полевая книжка (дневник). Другими объектами при съемке являются буровые скважины, шурфы, канавы и расчистки. Их документирование проводится по стандартным формам на изготовленных бланках, равно как и документирование опробования.

Эколого-геологическое картирование является специальным методом экологической геологии. Геоэкологические исследования и картографирование является самостоятельным видом геологических работ для получения информации о локальном, региональном, глобальном, фоновом состоянии литосферы, характере нарушений внешнего облика ландшафта. Основными объектами исследований являются горные породы, почвы, подземные воды, геохимические, геодинамические и другие современные процессы, происходящие в естественных и нарушенных условиях, а также техногенные объекты и геолого-технические системы, влияющие на состояние и параметры верхних горизонтов литосферы. Метод геоэкологической съемки проводят на особых территориях; в районах экологического бедствия, на интенсивно-техногенно-территориальных и горнопромышленных комплексах, крупных промышленно-городских агломераций, на массивах интенсивного орошения. Проведение подобных специализированных исследований следует проводить лишь в регионах с особо сложной экологической обстановкой или на полигонах с типичными, характерными особенностями эколого-геологической обстановки, в рамках которых возможно решение принципиальных методологических, методических вопросов, позволяющих распространить полученные достижения на региона с аналогичными эколого-геологическими условиями.

### Тема 3.6 : Камеральный период.

Камеральный период – завершающий при проведении геологосъемочных работ. Содержание работ в этот период заключается в обработке и систематизации всех материалов, как накопленных в процессе полевых наблюдений, так и полученных при изучении образцов горных пород, фауны, флоры и полезных ископаемых в лабораторных условиях. По существу, камеральные работы проводят от начала изучения и сбора фондовых материалов в процессе подготовительного периода и до окончания работ полевого периода.

Для повседневного контроля и оценки результатов работы в полевой период проводится ежедневная камеральная обработка собранных материалов и полученных данных. Камеральную обработку материалов осуществляют в соответствии с проектом и разделяют на промежуточную (между полевыми сезонами) и окончательную.

В процессе камеральных работ должен быть обеспечен высокий научный уровень обработки и систематизации сведений о геологическом строении и полезных ископаемых площадей геологосъемочных работ и на этой основе проведена обоснованная прогнозная оценка в отношении



полезных ископаемых, определены направления и очередность дальнейших геологоразведочных работ на данной площади.

В промежуточную камеральную обработку входит:

1. Систематизация материалов проведенных полевых работ, данных химико-аналитических и других исследований.
2. Обработка всех данных с широким использованием МАКС.
3. Проведение специализированных исследований (петролого-петрографических, структурных, металлогенических и т.п.) с составлением предварительных вариантов дополнительных и вспомогательных карт (схем), необходимых для понимания геологического строения, истории развития района, выяснения рудоконтролирующей значимости металлогенических факторов, оценки перспектив обнаружения месторождений полезных ископаемых.
4. Дополнение и уточнение с учетом полученных данных (результатов анализов проб, определения фауны и флоры и т.п.) полевой геологической карты, карт и схем локальных площадей поисковых работ и объектов предварительной оценки.
5. Исследование закономерностей размещения полезных ископаемых для уточнения предварительного варианта карты закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых для всей площади работ и отдельных перспектив участков.
6. Дополнение и уточнение с учетом полученных данных опорной геологической легенды.
7. Уточнение представлений о палеогеографических обстановках формирования развитых в районе работ геологических образований.
8. Составление развернутой программы работ предстоящего полевого сезона.
9. Составление окончательных вариантов карт, схем и других графических приложений по участникам, где работы завершены.
10. Написание отдельных работ и глав отчета по объектам и темам, завершенным или близким к завершению.

В процессе камеральных работ составляют специальные карты и схемы. В конце каждого промежуточного камерального периода формируют нерешенные вопросы, намечаются пути их решения. После каждого промежуточного камерального периода проводится приемка выполненных работ. Партия представляет комиссии все материалы, предусмотренные поэтапным планом. Комиссия определяет их соответствие полноте обработки и характеру оформления задачам и требованиям, сформулированным в поэтапном плане, оценивает качество камеральных работ, рассматривает программу дальнейших работ и определяет готовность партии к выезду на полевые работы. Если не получены результаты лабораторных исследований проб полевых работ за предыдущий полевой сезон, то партия считается неподготовленной к выезду в поле.

Окончательную камеральную обработку производят после завершения полевых работ. Продолжительность этого этапа составляет от 7 до 18 месяцев. Включает:

1. Обработку материалов последнего полевого сезона.
2. Окончательную обработку, увязку и обобщение полевых, лабораторных данных.
3. Прогноз перспектив всего района (месторождения полезных ископаемых).
4. Окончательное дополнение и уточнение обязательных геологических карт и составление чистовых авторских оригиналов.
5. Составление, оформление отчета, графических и текстовых приложений к нему.

Прогнозные исследования – важнейшая часть камеральных работ. С их помощью получают:

1. Для всей площади района – общие закономерности распределения полезных ископаемых, участки возможного выявления скоплений полезных ископаемых по сочетанию геологических, геофизических, геохимических и других признаков.
2. Для перспективных участков – возможные факторы контроля тел полезных ископаемых, вероятность выявления в пределах участка месторождений, оценку его возможных размеров и генетического типа, рекомендации по направлению дальнейших поисковых работ.
3. Для проявлений полезных ископаемых, в пределах которых известны тела полезных ископаемых в коренном залегании, факторы контроля тел полезных ископаемых, масштаб возможного месторождения в цифрах прогнозных запасов.

Отчетные материалы по геологосъемочным работам включают текст отчета, комплект обязательных и специальных карт и других графических приложений.

Текст отчета должен содержать следующие обязательные разделы:

1. введение;
2. изученность района;
3. стратиграфические образования;
4. интрузивные и метаморфические образования;
5. тектонику;
6. историю геологического развития;
7. геоморфологию;
8. гидрогеологию и инженерную геологию;
9. полезные ископаемые;
10. закономерности размещения полезных ископаемых и оценку перспектив района;
11. заключение;
12. список литературы.

В тексте отчета помещаются обзорная карта района работ, схемы геологической, геофизической и поисковой изученности, условий ведения

поисков, стратиграфические колонки опорных разрезов, корреляционные схемы, зарисовки, фотографии, МАКС, доказывающие отдельные положения отчета. Все описания в тексте должны сопровождаться ссылками на фактический материал, графику и иллюстрации. Графические материалы отчета включают: комплект обязательных карт; специальные карты и схемы, перечень которых определяется проектом; разрезы, геологические схемы и другие материалы, связанные с проведением буровых и горных работ.

К обязательным картам масштаба 1:50000 относятся: геологическая; полезных ископаемых; закономерностей размещения и прогноза полезных ископаемых; фактического материала по всем видам проведенных работ. Обязательные карты оформляются в соответствии с требованиями инструкций.

Специальные карты по содержанию должны отвечать требованиям соответствующих инструкций и методических руководств. При их оформлении необходимо использовать основные принципы, разработанные для обязательных карт. Окончательно оформленные материалы по геологосъемочным работам рецензируются, рассматриваются и оцениваются научно-техническим советом ПГО. В этом решении отражаются: полнота и качество выполнения геологического задания; соответствие геологической карты масштабу съемки, практическая значимость результатов сопутствующих поисковых работ, новые организационные и методические приемы проведения работ. По окончании камеральной обработки первичные журналы документации, таблицы замеров физических параметров, лабораторных определений, рабочие и полевые карты, полевые дневники, перфокарты, отдешифрованные аэрофотоснимки и другие материалы в оформленном виде сдаются по акту на хранение в архив предприятия. Колонки керна направляются в кернаохранилище вместе с дубликатами проб и коллекциями образцов. Утвержденный на НТС отчет сдается в геологические фонды.