

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Историческая геология и основы палеонтологии»
для специальности 21.05.03 Технология геологической разведки

Ставрополь
2026

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие

Лабораторная работа 1. Изучение коллекции руководящей флоры и фауны для палеозоя	
Лабораторная работа 2. Изучение коллекции руководящей флоры и фауны для мезозоя.....	
Лабораторная работа 3. Изучение коллекции руководящей флоры и фауны для кайнозоя.....	
Лабораторная работа 4. Составление литолого-стратиграфического разреза.....	
Лабораторная работа 5. Анализ литолого-стратиграфического разреза с целью восстановления вертикальных движений земной коры (построение палеогеографической кривой).....	
Лабораторная работа 6. Анализ литолого-стратиграфического разреза с целью восстановления вертикальных движений земной коры (построение палеотектонической кривой).....	
Лабораторная работа 7. Составление литолого-фациального разреза.....	
Лабораторная работа 8. Составление и анализ литолого-палеогеографической карты (изучение генетических типов отложений, определение климатических условий, определение направления морских течений).....	
Лабораторная работа 9. Составление и анализ литолого-палеогеографической карты (построение литолого-палеогеографической карты).....	

Лабораторная работа № 1

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ РУКОВОДЯЩЕЙ ФЛОРЫ И ФАУНЫ ДЛЯ ПАЛЕОЗОЯ

Тема: Методы восстановления древних физико-географических обстановок

Цель: приобретение практических навыков работы с ископаемыми окаменелыми остатками органических форм жизни прошлых геологических эпох.

Теоретическая часть

Стратиграфические исследования опираются на ряд теоретических положений. Одним из важнейших является принцип последовательности напластований, сформулированный в 1669 году Н. Стенсеном (Стеноном): «При ненарушенном залегании каждый нижележащий слой древнее покрывающего слоя». Этот принцип – принцип суперпозиции – позволяет установить простые временные отношения типа «раньше — позже». Другим важным критерием стратиграфической корреляции является принцип, сформулированный Н. А. Головкинским в 1868 году и, независимо от него, немецким геологом И. Вальтером в 1869 году. Согласно этому принципу, именуемому законом Головкинского – Вальтера, в непрерывном разрезе осадочных толщ друг над другом отлагаются осадки, которые могут образоваться рядом на поверхности суши или на дне бассейна седиментации. Поэтому при трансгрессии или регрессии моря смена осадков по вертикали соответствует их горизонтальной зональности. Таким образом, в каждой осадочной толще уверенно можно считать одновозрастными лишь те осадки, которые простирались параллельно береговой линии древнего бассейна.

Биостратиграфическое расчленение и корреляция разрезов основаны на принципе У. Смита. Согласно этому принципу, одновозрастные осадки содержат одни и те же или близкие остатки ископаемых организмов. С этим принципом связан и другой, его дополняющий, – ископаемые фауны и флоры сменяют друг друга в определенном порядке. Наряду с перечисленными, при относительной геохронологии используются еще два закона, сформулированные в XVIII столетии Дт. Хаттоном (Геттоном). Один из них – «закон пересечений»: секущая магматическая порода всегда моложе той породы, которую она рассекает, и другой – «закон включений»: включение всегда старше вмещающей породы.

Биостратиграфические методы. Эти методы базируются на широком использовании ископаемых органических остатков. В основе биостратиграфических методов лежит принцип непрерывного и необратимого изменения органического мира Земли, когда каж-

дому отрезку геологического времени отвечают характерные, только ему присущие растения и животные. Закон необратимости эволюционного процесса впервые установил Ч. Дарвин. Он отметил, что исчезнувший по тем или иным причинам вид организмов никогда не может появиться вновь. Исходя из этого закона, каждый комплекс ископаемых органических остатков, встречающихся в том или ином слое, отражает определенный этап развития органического мира и является неповторимым.

Именно этот принцип лежит в основе использования ископаемых остатков организмов при определении относительного возраста горных пород. Кроме того, в основе биостратиграфических методов лежит явление широкого пространственного распространения ископаемых остатков организмов. Это позволяет проводить корреляцию разрезов весьма удаленных друг от друга регионов. По ряду организмов можно проводить планетарные корреляции. Такими, к примеру, являются ордовикские и силурийские граптолиты, мезозойские аммониты, палеогеновые нуммулиты. Это в основном пелагические планктонные и нектонные формы, с большой скоростью расселяющиеся по поверхности Земли. Время, затраченное на их расселение по всему Мировому океану, в геологических масштабах практически ничтожно, с одной оговоркой – если организмы при своем расселении не встречают какие-либо препятствия.

Определение возраста толщи горных пород и отнесение ее к той или иной стратиграфической единице осуществляют путем сравнения найденных ископаемых остатков с теми, которые встречаются в опорном или стратотипическом разрезе. При расчленении разрезов и их корреляции важно знать вертикальное распределение ископаемых органических остатков по всему разрезу. В случае если одни и те же ископаемые остатки встречаются от подошвы до кровли пачки слоев, полученные данные о возрасте будут относиться ко всей этой пачке. Однако чаще, вследствие ряда причин, ископаемые остатки встречаются не по всему разрезу, а спорадически, т. е. бывают сосредоточены на каких-то определенных уровнях, в определенных пластах. Несмотря на это, возраст, установленный по таким формам, условно распространяется на всю пачку слоев.

Не все ископаемые организмы имеют одинаковое значение для биостратиграфии. Их ценность определяется не только распространенностью во времени и в пространстве, но и особенностью приуроченности к конкретным типам горных пород и темпами их эволюции.

В связи с этим среди ископаемых организмов выделяют архистратиграфические и парастратиграфические группы. Первые характеризуются быстрой эволюцией, широким географическим распространением и захоронением в различных по вещественному составу осадочных породах. К ним относятся граптолиты, археоциаты, трилобиты, гониатиты, ам-

мониты, планктонные фораминиферы. Эти группы организмов позволяют проводить детальное расчленение разреза и осуществлять подробную корреляцию разрезов. К парастратиграфическим группам относят в основном бентосные организмы, такие как брахиоподы, мшанки, губки, сверлящие и зарывающиеся двустворчатые моллюски, которые благодаря тесной связи с определенными типами осадков и морского дна образуют различные ассоциации и комплексы. Они в меньшей степени, чем архистратиграфические, используются для региональных и межрегиональных сопоставлений и расчленения толщ осадочных пород. Однако в определенных регионах и для определенных участков морского дна эти организмы имеют важное значение для стратиграфии.

Разделение органических остатков на архи- и парастратиграфические группы условно и зависит от уровня наших знаний. До последнего времени к парастратиграфическим группам относились радиолярии и конодонты, но с началом использования электронной микроскопии и детального изучения их строения они стали применяться при расчленении широкого возрастного диапазона отложений.

Оборудование и материалы

При выполнении лабораторной работы необходимо использовать геохронологическую и стратиграфическую шкалу, принятую Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК), наличие которой является обязательным в лаборатории.

Исходными данными для выполнения работы являются коллекции окаменелых органических остатков фауны и флоры геологических эпох прошлого, выдаваемые студентам преподавателем.

Указания по технике безопасности

Во избежание несчастного случая, поражения электрическим током, поломки оборудования, рекомендуется выполнять следующие правила:

- 1 Не входить в помещение, где находится лабораторное оборудование без разрешения лаборанта (преподавателя).
- 2 Не включать без разрешения осветительные приборы.
- 3 При несчастном случае или поломке оборудования позвать лаборанта (преподавателя). Знать где находится пульт выключения оборудования (выключатель, красная кнопка, рубильник).
- 4 Не трогать провода и разъемы (возможно поражение электрическим током).
- 5 Не допускать порчи оборудования.
- 6 Не работать в верхней одежде.
- 7 Не шуметь.

8 Так как занятия проходят в лаборатории «Общей геологии», где предполагается наличие химически активных реактивов (кислота, щелочи и т. д.), студентам следует быть осторожными с неизвестными жидкостями и внимательно следить за целостностью химической посуды.

9 При выполнении лабораторных работ следует внимательно следить за острыми предметами (треугольниками, линейками, карандашами) во избежание травм.

Данные правила распространяются на все лабораторные занятия.

Задания

1. Получив для работы коллекции окаменелых органических остатков фауны и флоры геологических эпох прошлого, студент должен тщательно изучить их, классифицировать и установить принадлежность окаменелости к соответствующей геологической эпохе.
2. На листах формата А 4 тщательно зарисовать наиболее примечательные экземпляры органических остатков и объединить их в альбом. Рисунки должны быть выполнены карандашом и по возможности раскрашены.

Характерные ископаемые остатки организмов для различных геологических периодов приведены ниже на рисунках 1 – 3.

Содержание отчета

В отчете следует отразить цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

- 1 Указать руководящую фауну и флору для раннего палеозоя.
- 2 Указать руководящую фауну и флору для позднего палеозоя.
- 3 Что является предметом биостратиграфического анализа?
- 4 Как следует проводить классификацию окаменелых органических остатков фауны и флоры геологических эпох прошлого?

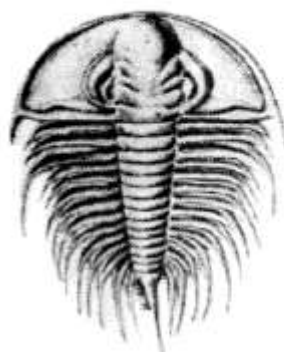
Литература:[1]

Археоциаты



Archaeocyathus
Ранний кембрий

Трилобиты



Olenellus
Ранний кембрий, аттабанский ярус



Pagetia
Ранний и средний кембрий

Трилобиты

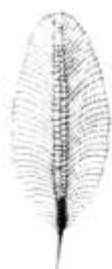


Agnostus
Средний и поздний кембрий



Olenus
Поздний кембрий

Граптолиты



Phillograptus
Ранний ордовик



Didymograptus
Ранний и средний ордовик



Dictyonema
Ранний ордовик и ранний карбон

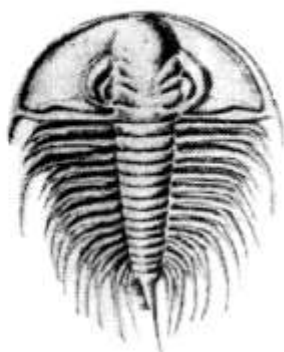
Рисунок 1 - Характерные ископаемые остатки для раннего палеозоя

Археосциаты



Archaeoscyathi
Ранний кембрий

Трилобиты



Olenellus
Ранний кембрий, аттабанский ярус



Pagetia
Ранний и средний кембрий

Трилобиты

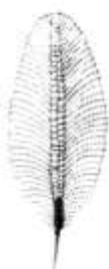


Agnostus
Средний и поздний кембрий



Olenus
Поздний кембрий

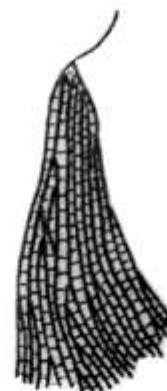
Граптолиты



Phillograptus
Ранний ордовик



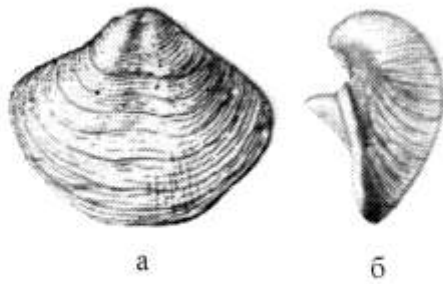
Didymograptus
Ранний и средний ордовик



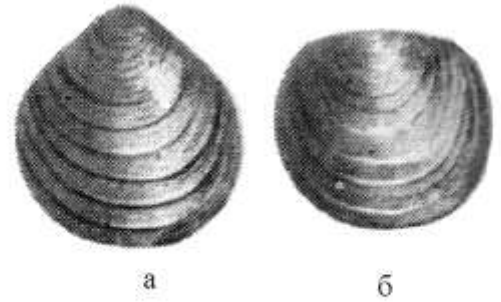
Dictyoneta
Ранний ордовик и ранний карбон

Рисунок 1 - Характерные ископаемые остатки для раннего палеозоя

Беззамковые брахиоподы

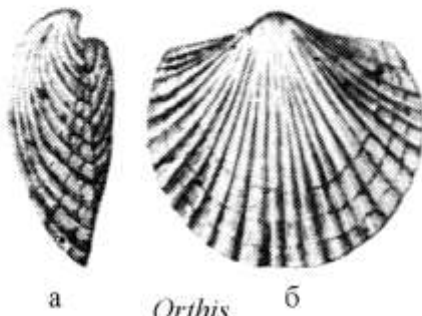


Kutorgina
Ранний и средний кембрий
(а - брюшная створка снаружи, б - вид сбоку)

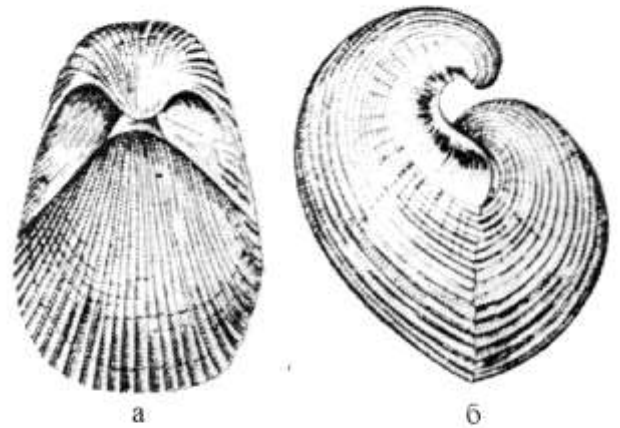


Obolus
Средний кембрий и ранний ордовик
(а - брюшная створка, б - спинная створка)

Замковые брахиоподы

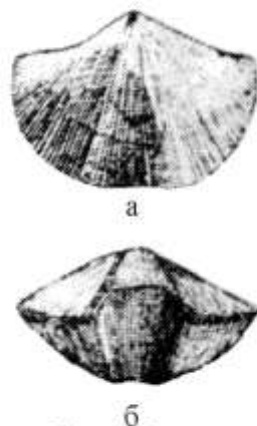


Orthis
Ранний и средний ордовик
(а - вид сбоку, б - брюшная створка снаружи)



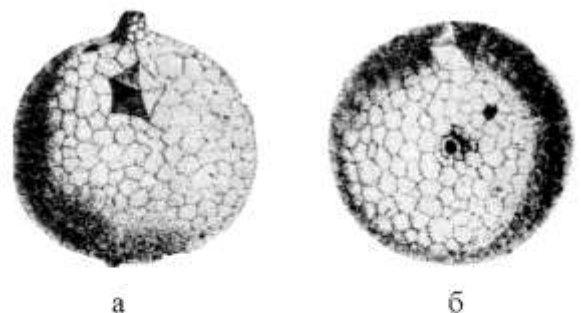
Conchidium
Силур
(а - вид со спинной створки, б - вид сбоку)

Замковые брахиоподы



Eospirifer
Силур - средний девон
(а - брюшная створка снаружи, б - вид спереди)

Морские пузыри



Echinospaerites
Средний и поздний ордовик
(а - вид сбоку, б - вид сверху)

Рисунок 2 - Характерные ископаемые остатки для раннего палеозоя

Простейшие



б



а

Fusulina

Средний и поздний карбон
(а - раковина, б - осевое сечение)



Pseudofusulina

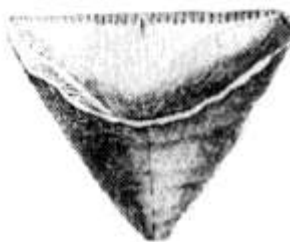
Пермь

Осевое сечение

Одиночные четырехлучевые кораллы



а



б

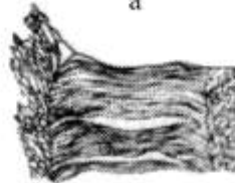
Calceola

Средний девон

(а - кораллит, б - крышечка)



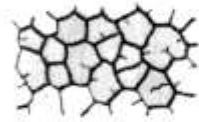
а



б

Caninia

Карбон и ранняя пермь
(а - поперечное сечение,
б - продольное сечение)



а



б

Chaetetes

Карбон

(а - поперечное сечение,
б - продольное сечение)

Климении



Cyrtoclymenia

Поздний девон, фаменский ярус

Морские лилии



Crotmyocrinus

Ранний и средний карбон

Папоротниковидные



Neuropteris

Карбон

Рисунок 3 - Характерные ископаемые остатки для позднего палеозоя

Лабораторная работа № 2
ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ РУКОВОДЯЩЕЙ ФЛОРЫ И ФАУНЫ ДЛЯ МЕ-
ЗОЗОЯ

Тема: Методы восстановления древних физико-географических обстановок

Цель: приобретение практических навыков работы с ископаемыми окаменелыми остатками органических форм жизни прошлых геологических эпох.

Теоретическая часть

См. лабораторную работу № 1.

Оборудование и материалы

При выполнении лабораторной работы необходимо использовать геохронологическую и стратиграфическую шкалу, принятую Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК), наличие которой является обязательным в лаборатории.

Исходными данными для выполнения работы являются коллекции окаменелых органических остатков фауны и флоры геологических эпох прошлого, выдаваемые студентам преподавателем.

Указания по технике безопасности

См. лабораторную работу № 1.

Задания

1. Получив для работы коллекции окаменелых органических остатков фауны и флоры геологических эпох прошлого, студент должен тщательно изучить их, классифицировать и установить принадлежность окаменелости к соответствующей геологической эпохе.
2. На листах формата А 4 тщательно зарисовать наиболее примечательные экземпляры органических остатков и объединить их в альбом. Рисунки должны быть выполнены карандашом и по возможности раскрашены.

Характерные ископаемые остатки организмов приведены ниже на рисунках 4, 5.

Содержание отчета

В отчете следует отразить цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

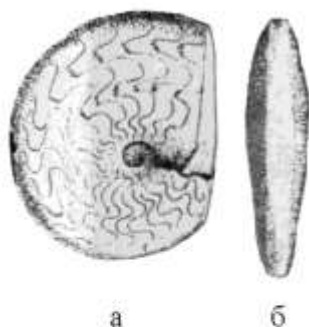
Контрольные вопросы

- 1 Указать руководящую фауну и флору для мезозоя.

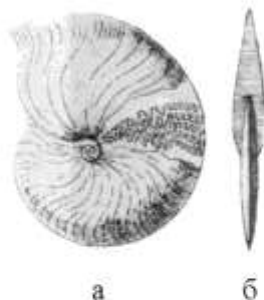
Литература:[1]

Аммоноидеи

Цератиты



Meekoceras
Ранний триас
(а - вид сбоку,
б - вид с брюшной стороны)



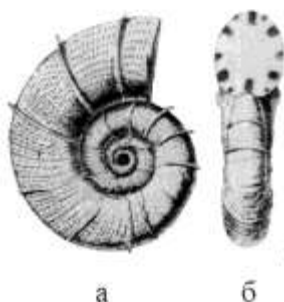
Pinacoceras
Средний и поздний триас
(а - вид сбоку,
б - вид со стороны устья)

Аммониты



Arietites
Ранняя юра
(а - вид сбоку,
б - вид со стороны устья)

Литоцератиты



Litoceras
Ранняя и средняя юра
(а - вид сбоку,
б - вид со стороны устья)



Biasaloceras
Ранний мел

Белемниты



Cylindroteuthis
Поздняя юра

Беззубые двустворки



Claraia
Ранний и средний триас



Monotis
Поздний триас и ранняя юра



Aucella
Поздняя юра и ранний мел

Рисунок 4 - Характерные ископаемые остатки для мезозоя

Толстоzubые двустворки



Diceras
Поздняя юра



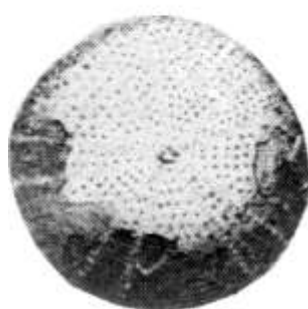
Hippuritella
Поздний мел

Морские лилии

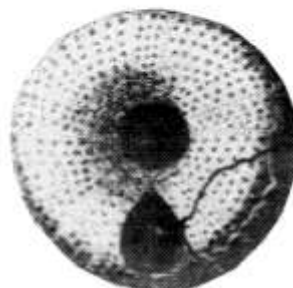


Marsupites
Поздний мел

Неправильные морские ежи



а

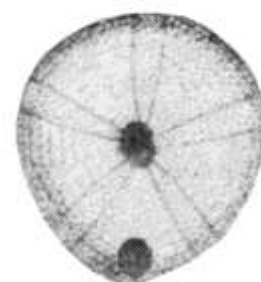


б

Holoctypus
Юра и мел
(а - вид сверху, б - вид снизу)



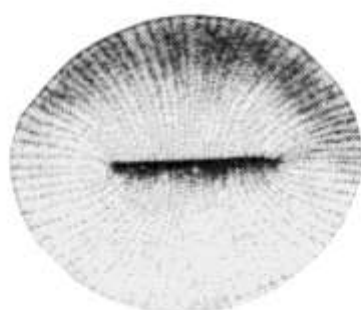
а



б

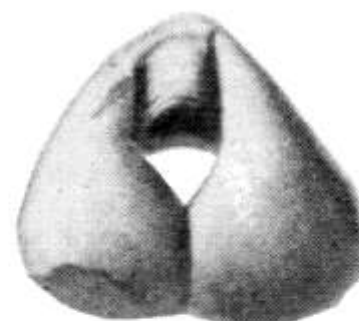
Comulus
Мел
(а - вид сбоку, б - вид снизу)

Шестилучевые кораллы



Cyclolites
Мел - средний палеоген

Замковые брахиоподы



Pygope
Юра и ранний мел

Рисунок 5 - характерные ископаемые остатки для мезозоя

Лабораторная работа № 3

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛЕКЦИИ РУКОВОДЯЩЕЙ ФЛОРЫ И ФАУНЫ ДЛЯ КАЙНОЗОЯ

Тема: Методы восстановления древних физико-географических обстановок

Цель: приобретение практических навыков работы с ископаемыми окаменелыми остатками органических форм жизни прошлых геологических эпох.

Теоретическая часть

См. лабораторную работу № 1.

Оборудование и материалы

При выполнении лабораторной работы необходимо использовать геохронологическую и стратиграфическую шкалу, принятую Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК), наличие которой является обязательным в лаборатории.

Исходными данными для выполнения работы являются коллекции окаменелых органических остатков фауны и флоры геологических эпох прошлого, выдаваемые студентам преподавателем.

Указания по технике безопасности

См. лабораторную работу № 1.

Задания

1. Получив для работы коллекции окаменелых органических остатков фауны и флоры геологических эпох прошлого, студент должен тщательно изучить их, классифицировать и установить принадлежность окаменелости к соответствующей геологической эпохе.
2. На листах формата А 4 тщательно зарисовать наиболее примечательные экземпляры органических остатков и объединить их в альбом. Рисунки должны быть выполнены карандашом и по возможности раскрашены.

Характерные ископаемые остатки организмов приведены ниже на рисунке 6.

Содержание отчета

В отчете следует отразить цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

- 3 Указать руководящую фауну и флору для кайнозоя.

Литература:[1]

Разнозубые двустворки



б



а

Limnocardium

Неоген

(а - левая створка снаружи,
б - левая створка изнутри)



Arcicardium

Поздний неоген

Простейшие



б



в



а

Assilina

Ранний и средний палеоген

Гастроподы



Comus

Средний палеоген -
современные



Rapana

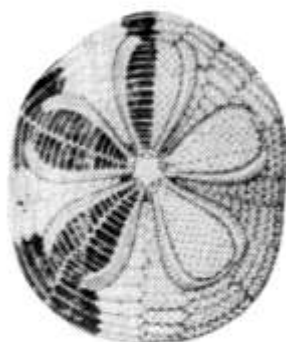
Поздний палеоген, неоген
и современные



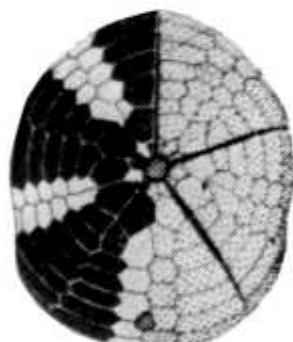
Helix

Поздний палеоген -
современные

Морские ежи



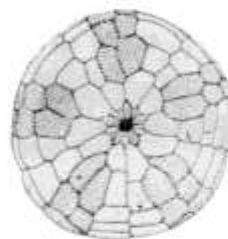
а



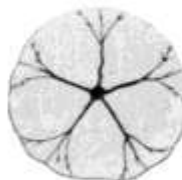
б

Clypeaster

Средний палеоген - современные
(а - вид сверху, б - вид снизу)



а



б

Echinarachnius

Неоген и современные
(а - вид снизу, б - расположение
пищевых желобков)

Рисунок 6 - Характерные ископаемые остатки для кайнозоя

Лабораторная работа № 4

СОСТАВЛЕНИЕ ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА

Тема: Методы восстановления древних физико-географических обстановок

Цель: приобретение практических навыков составления по описанию горных пород литолого-стратиграфического разреза и его анализ.

Теоретическая часть

Стратиграфия и геохронология

Историко-геологическое направление рассматривает развитие геологических событий во времени и в пространстве. Изучение этих событий немыслимо без стратиграфических и геохронологических исследований. При стратиграфических исследованиях осуществляют две последовательные операции:

1) расчленение разреза на отдельные стратиграфические подразделения (слои, пачки, горизонты, подъярусы, ярусы и т. д.) на основании различий состава горных пород и заключенных в них ископаемых органических остатков, а также проявлений перерывов и несогласий;

2) сопоставление или стратиграфическая корреляция выделенных в разных разрезах слоев, пачек, горизонтов, т. е. установление их геологической đồngовозрастности.

Фактической основой стратиграфических исследований служат конкретные геологические объекты – естественные или искусственные обнажения горных пород и керн скважин, а также определяемые геофизическими методами (электро-, сейсмо- и другой каротаж) изменения физических свойств горных пород в скважинах.

После обобщения ряда частных геологических разрезов составляется сводная стратиграфическая колонка, в которой все слои горных пород располагаются в строгой последовательности своего образования и залегания, т. е. в определенном хронологическом порядке, обычно от древних (низ) к более молодым (верх).

Геохронология преследует цель восстановить строгую временную последовательность геологических событий, происходивших в прошлом, путем установления хронологических взаимоотношений между накопившимися слоями горных пород, в которых эти события оказались запечатленными.

Историческая геология, как и любая другая наука, изучающая историю развития живой и неживой природы, невозможна без хронологии. Однако хронология – это еще далеко не история, а лишь механическое последовательное расположение событий во времени. В

прошлом происходило великое множество различных событий, и для того, чтобы ориентироваться среди них, необходимо не только установить формальные временные соотношения между ними, но и найти внутренние связи между событиями и явлениями прошлого и определить их пространственные взаимоотношения и относительное значение. При этом выявляются естественные временные группировки, разграниченные событиями более высоких рангов, и тем самым намечаются последовательные этапы исторического развития. В таком случае речь идет о *естественной периодизации геологической истории*.

Стратиграфия (лат. *stratum* – слой, *grapho* – пишу) – раздел исторической геологии, занимающийся изучением исторической последовательности первичных взаимоотношений и географического распространения осадочных, вулканогенно-осадочных и метаморфических образований, слагающих земную кору и отражающих естественные этапы развития Земли и населявшего ее органического мира.

Перед стратиграфическими исследованиями стоят следующие важнейшие задачи:

- 1) детальное расчленение разрезов горных пород и выделение разных по рангу стратиграфических подразделений;
- 2) на основе расчленения создаются местные, региональные и межрегиональные стратиграфические шкалы, которые отражают хронологическую последовательность геологических событий;
- 3) проведение региональной и межрегиональной стратиграфической корреляции;
- 4) создание единой стратиграфической и геохронологической шкалы.

Стратиграфия играет важнейшую роль при геологических исследованиях. Без нее невозможно проводить геологическое картирование, решать проблемы эволюции органического мира, геологического развития отдельных регионов и Земли в целом, реконструировать палеогеографические обстановки. Без детальных стратиграфических исследований невозможно раскрывать сложное строение структур земной коры и проводить поиски и разведку полезных ископаемых.

Типы стратиграфических единиц и критерии их выделения

Критерии расчленения и определения ранга стратиграфических подразделений основываются на особенностях эволюции земной коры и органического мира, населявшего земную поверхность. Эволюция земной коры и ее поверхности выражалась в периодичности усиления и ослабления тектонических движений разного ранга, развитии трансгрессий и регрессий Мирового океана, других изменениях физико-географических условий земной поверхности. Факторы, изменяющие состав органического мира и определяющие его диф-

ференциацию, тесно связаны как с собственно биологическим процессом, так и с особенностями расселения и вымирания групп организмов под влиянием изменения условий окружающей среды.

Для определения рубежей стратиграфических единиц главное значение должны иметь факторы, обуславливающие эволюцию земной коры. Однако при расчленении разрезов или периодизации событий чаще всего используются более ярко и наглядно выраженные, быстро протекающие и к тому же необратимые проявления эволюции органического мира. Поэтому именно эволюция органического мира составляет основу геологической периодизации. Это связано с тем, что палеонтологические данные многочисленны и многообразны. Они отражают этапы развития органического мира в строго определенное время, в конкретном месте и одновременно показывают необратимость эволюционного развития организмов. В связи с этим палеонтологические данные – не только главная, но и, что самое важное, доступная основа для относительной геохронологии и стратиграфической корреляции.

Таким образом, любое стратиграфическое подразделение – от самого крупного, глобального, до местного – должно отвечать определенному этапу развития Земли или отдельного ее региона. Стратиграфические единицы являются реальными геологическими телами, состоящими из комплекса горных пород, обладающих характерным вещественным составом и сформировавшихся в определенный этап развития земной коры. Между собой эти этапы могут различаться по характеру и продолжительности геологических событий.

Стратиграфия и относительная геохронология неразрывно связаны между собой. Поэтому стратиграфическую классификацию нельзя рассматривать в отрыве от геохронологической классификации. Обе они отражают один и тот же исторический процесс развития Земли. Тем не менее, вследствие неполноты геологической летописи и недостаточного знания всех геологических событий, а также неоднозначности их расшифровки на практике существуют две самостоятельные шкалы: стратиграфическая и геохронологическая.

Стратиграфическая шкала отражает последовательность отложений, расчленение их на отдельные стратиграфические единицы, выражает их временной объем и соподчиненность. Геохронологическая шкала показывает длительность и последовательность основных этапов развития земной коры и Земли. Обе шкалы свидетельствуют об общем ходе и результатах единого закономерного процесса формирования земной коры. Каждому стратиграфическому подразделению соответствует геохронологическое, и, в свою очередь, любое стратиграфическое подразделение должно быть хроностратиграфическим.

Стратиграфическая шкала базируется на реально наблюдаемой в природе последовательности горных пород в конкретных разрезах, на вещественном составе слоев и напластований, на соотношениях между собой групп слоев и на их пространственных изменениях, на составе и особенностях заключенных в них остатков животных и растений. Основываясь на вещественном составе горных пород, на их структурно-текстурных особенностях, на морфоанатомическом строении ископаемых органических остатков, условиях их нахождения и степени сохранности, геологи от реально наблюдаемых фактов переходят к более широким обобщениям о характере тех или иных явлений и событий, особенностях осадконакопления, среде обитания организмов и условиях их захоронения. Геологи не могут напрямую наблюдать особенности древних областей осадконакопления, в частности, непосредственно измерять глубину и соленость морского бассейна, температуру и влажность воздуха древних геологических эпох. Но могут делать достаточно надежные выводы об этих и других параметрах древней геологической среды на основе тщательного анализа геологического разреза с применением различных современных физических методов исследования горных пород и ископаемых организмов. Отсюда следует, что стратиграфическая шкала базируется, с одной стороны, на исследовании реально наблюдаемых объектов и на их особенностях, т. е. на основе реально существующих фактов, а с другой – на выводах и обобщениях, построенных в результате строгого анализа этих фактов.

Вся история Земли представляется как смена эволюционных и революционных этапов. Эта особенность отражается и в периодичности геологических процессов и в эволюции органического мира. Крупным этапам развития Земли соответствуют и этапы развития органического мира. Поэтому границы различных по рангу историко-геологических этапов принимают за естественные рубежи, по которым проводят границы выделяемых стратиграфических единиц. Сами эти единицы следуют друг за другом в хронологическом порядке, отражая объективный ход исторического процесса развития Земли.

Основой для выделения геохронологических и стратиграфических единиц служат следующие критерии, тесно связанные между собой:

- 1) дифференциация по этапам в ходе эволюции органического мира;
- 2) периодическая изменчивость процессов осадконакопления и денудации;
- 3) палеогеографические критерии (изменение распределения морских бассейнов и особенности рельефа суши и дна моря, климата, смена ландшафтных обстановок и т. д.);
- 4) степень активности и характер проявления магматической деятельности и процессов метаморфизма;
- 5) проявление крупных тектонических движений и деформаций.

Перечисленные явления взаимосвязаны и отражают единый процесс развития Земли. Но, как указывалось выше, из всех геологических процессов развитие органического мира наиболее ярко и наглядно отражает необратимость развития Земли. Поэтому в позднем докембрии и фанерозое изменчивость органического мира выступает в качестве основного и объективного критерия при выделении стратиграфических единиц, корреляции разрезов и определении таксономического ранга стратиграфических подразделений.

Международная геохронологическая шкала

Основные подразделения международной стратиграфической шкалы, на базе которой в дальнейшем была создана геохронологическая шкала, были выделены в Европе к середине XIX в. Все они вначале устанавливались как региональные стратиграфические подразделения и, следовательно, отвечали естественным этапам развития конкретной территории. Первоначально существовало ошибочное мнение, что каждый выделенный этап имеет планетарное значение. Впоследствии было выяснено, что каждому региону свойственен свой, присущий только ему, ход геологического развития, в общем отражающий глобальное развитие.

В своей основе современная международная геохронологическая шкала в качестве «общей стратиграфической классификации» была принята в 1881 году на II сессии Международного геологического конгресса (МГК) в Болонье (Италия). По праву приоритета стратиграфическая шкала Европы была признана международным стандартом, с которым стали проводить корреляцию стратиграфических подразделений различных регионов мира.

Созданию стратиграфической шкалы предшествовала довольно длительная история. Первая схема этапности геологического развития была предложена ученым Д. Ардуино в 1759 году. Проводя исследования в Северной Италии, этот ученый выделил три этапа времени формирования горных пород: первичный, вторичный и третичный. Такое деление было прообразом выделения в более позднее время палеозойских, мезозойских и кайнозойских отложений. С появлением палеонтологического метода на рубеже XVIII и XIX веков началось расчленение отложений, распространенных в Англии, Франции, Германии и России на системы и на отделы. К середине XIX в. осадочные фанерозойские толщи Европы были полностью расчленены на группы и системы, а в дальнейшем стали выделять более дробные стратиграфические подразделения – отделы, ярусы и зоны.

На II сессии МГК была утверждена иерархия стратиграфических подразделений: группа, система, отдел и ярус, и для них введены единые для всех стран названия. На VIII сессии МГК в 1900 году (Париж) к ним была добавлена самая мелкая стратиграфическая единица международной шкалы – зона. Указанным стратиграфическим подразделениям соответствовали геохронологические эквиваленты: эра, период, эпоха, век и время (или фаза).

Горные породы, входящие в каждое стратиграфическое подразделение, формировались в течение определенного этапа геологической истории Земли, и поэтому они отражают эволюцию земной коры и органического мира за конкретный отрезок времени. Стратиграфические единицы применяются для обозначения комплексов горных пород, а соответствующие геохронологические единицы – для обозначения времени, в течение которого эти комплексы формировались.

Достаточно очевидно, что единицы времени имеют повсеместное значение, в то время как толщи горных пород в эти отрезки времени формировались не повсеместно. В одном месте они отлагались, а в другом происходил размыв, на одних участках существовали континентальные условия, а на других – морские. Да и не везде эти условия были одинаковыми, а соответственно отлагались осадки разного состава.

По мере расширения геологических исследований стало все труднее применять стратиграфические названия, имеющие европейское происхождение, для других континентов. Если наиболее крупные стратиграфические подразделения, группы и системы удавалось выделить практически повсеместно, то ярусы подчас было невозможно установить. Поэтому стали выделять местные стратиграфические единицы на основании совокупности литологических и палеонтологических данных. Эти региональные стратиграфические подразделения стали основой при составлении региональных геологических карт.

В нашей стране на протяжении долгого времени использовались два типа стратиграфических подразделений: единицы международной геологической шкалы и местные стратиграфические подразделения, утверждаемые Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК). С течением времени выявилась недостаточность этих шкал, т. е. необходимость наведения порядка в установлении региональных и местных стратиграфических подразделений. С последней целью был создан первый Стратиграфический кодекс СССР, утвержденный и опубликованный МСК в 1977 году. Ныне действующим для России является «Стратиграфический кодекс», утвержденный Межведомственным стратиграфическим комитетом и опубликованный в 1992 г., и его дополнение от 2000 г. При этом местные стратиграфические подразделения считаются равноправными по отношению к подразделениям международной шкалы.

Эталоны стратиграфических подразделений

Ныне в России и в некоторых других странах, например США, действуют стратиграфические кодексы, выполнение требований которых обязательно при проведении геологических работ. Эти кодексы являются сводом основных правил и рекомендаций, определяющих содержание и применение стратиграфических понятий, терминов и названий.

В Стратиграфическом кодексе предложена новая структура стратиграфической классификации (таблица 1). Вместо применявшихся ранее местных подразделений и единой стратиграфической шкалы, кодексом предусмотрено существование трех равноправных самостоятельных шкал. Кроме того, в кодексе предусматривается использование трех групп стратиграфических подразделений: основных, частных и вспомогательных.

Стратиграфические исследования проводят на конкретных разрезах осадочных, вулканогенно-осадочных и вулканогенных пород.

Таблица 1 – Структура стратиграфической классификации, принятая в кодексе МСК

Стратиграфические подразделения	Категории стратиграфических подразделений		
	Общие	Региональные	Местные
Основные	Эонотема Эратема (группа) Система Отдел Ярус Зона Звено	Горизонт Лона (провинциальная зона)	Комплекс Серия Свита
Частные	Категория зональных биостратиграфических подразделений: биостратиграфические зоны разных видов		
Вспомогательные	Категория литостратиграфических подразделений: толща, пачка, пласт (слой), маркирующий горизонт; категория биостратиграфических подразделений: слои с фауной (флорой)		

С помощью различных методов выделяют конкретные стратиграфические подразделения, представляющие естественные геологические тела, выясняют их последовательность и взаимоотношения.

Разрез, на котором впервые выделено данное стратиграфическое подразделение, носит название *стратотипа*, а район, где он располагается, называется стратотипической местностью.

Основные стратиграфические подразделения

Общие стратиграфические подразделения представляют собой совокупности горных пород, естественное геологическое тело, время формирования которых соответствовало определенному этапу геологической истории Земли. Общие подразделения устанавливаются с помощью различных методов. Для докембрийских образований в основном используют радиогеохронологические методы, а для фанерозоя – палеонтологические.

Общим стратиграфическим подразделениям соответствуют геохронологические эквиваленты:

эонотема – эон;

эратема (группа) – эра;

система – период;

отдел – эпоха;

ярус – век;

зона – фаза;

звено – пора.

Практически все стратиграфические подразделения крупнее яруса имеют единые международные наименования.

Эонотема – это отложения, образовавшиеся в течение самой крупной геохронологической единицы – *зоны*, длительностью во многие сотни миллионов и даже более миллиарда лет. Выделяют три эонотемы – архейскую, протерозойскую и фанерозойскую. Архейскую и протерозойскую эонотемы объединяют под названием «криптозой», но чаще используют название «докембрий», т. е. совокупность пород, образовавшихся до кембрийского периода. Основным критерием разделения криптозоя и фанерозоя является присутствие только бесскелетных организмов в криптозое и появление большого разнообразия скелетных форм в фанерозое.

Эратема, или *группа*, составляет часть эонотемы и характеризует отложения, образовавшиеся в течение *эры* продолжительностью в первые сотни миллионов лет (в фанерозое). Эратемы отражают крупные этапы развития Земли и органического мира. Границы между эратемами соответствуют переломным рубежам в истории развития органического мира. В фанерозое выделяют три эратемы: палеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую.

Система составляет часть эратемы и характеризует отложения, образовавшиеся в течение *периода* длительностью в десятки миллионов лет. Системе свойственны типичные для нее семейства и роды фауны и флоры. В настоящее время в фанерозое выделяются следующие системы – кембрийская, ордовикская, силурийская, девонская, каменноугольная (карбоновая), пермская, триасовая, юрская, меловая, палеогеновая, неогеновая и четвертичная (антропогеновая). Названия большинства систем происходят от географических названий тех местностей, где они были впервые установлены. Для каждой системы на геологических картах приняты определенный цвет, являющийся международным, и индекс, образованный начальной буквой латинского названия системы.

Отдел – часть системы; он характеризует отложения, образовавшиеся в течение одной *эпохи*, длительность которой обычно составляет первые десятки миллионов лет. В палеонтологическом отношении отделам свойственны характерные роды или группы видов фауны и флоры. Названия отделов даны по положению их в системе: нижний, средний, верхний или только нижний и верхний; эпохи соответственно называют ранней, средней, поздней. Некоторые отделы имеют собственные названия. Так, в юрской системе выделяют лейас, доггер и мальм, в палеогеновой – палеоцен, эоцен и олигоцен.

Ярус – часть отдела. Ему отвечают отложения, образовавшиеся в течение *века* продолжительностью в несколько миллионов лет. Для яруса характерен определенный комплекс ископаемых организмов с типичными родами и видами. Названия ярусов обычно происходят от названий областей, районов, рек, гор, населенных пунктов, где находятся стратотипические разрезы. Иногда выделяют подъярусы: нижний и верхний. На геологической карте ярусы окрашиваются оттенками цвета системы, а индексы их образуют путем добавления к индексу отдела начальной буквы латинского названия яруса; K_{1v} – валанжинский ярус, K_{2c} – коньякский ярус, P_{1a} – артинский ярус. В том случае, если отдел имеет ярусы, начинающиеся с одной и той же буквы, к первой букве добавляется следующая согласная буква K_{1a} – аптский ярус, K_{1al} – альбский, K_{2cm} – сеноманский, K_{2cp} – кампанский ярус.

Зона является частью яруса и охватывает отложения, образовавшиеся в течение одной *фазы* порядка 1 – 3 млн лет. Ее границы устанавливаются по определенному зональному комплексу видов ископаемых организмов. Комплекс содержит формы, имеющие широкое географическое распространение и быстро эволюционировавшие. Название зоны дается по наиболее характерному виду зонального комплекса. Зона и фаза имеют название одного и того же вида-индекса. Например, зона или фаза *Amaltheus margaritatus*, зона или фаза *Deshayesites deshayesi*.

Звено выделяется в составе четвертичной системы. В звено объединяют горные породы, сформированные во время одного цикла климатических изменений: похолодания (ледниковье) и потепления (межледниковье). Звено должно иметь свой стратотип и климатостратиграфическое или литолого-экологическое обоснование. Четвертичная система состоит из четырех звеньев: нижне-, средне-, верхнечетвертичного и современного. Их иногда называют нижним, средним и верхним плейстоценом и голоценом.

В Америке серии соответствует супергруппа, а свите – группа.

Региональные стратиграфические подразделения

В их состав входят горизонт и лона. *Горизонт* – основное региональное подразделение. Он прослеживается на всей площади региона и характеризуется определенным комплексом литологических и палеонтологических признаков. Горизонту присваивается название места, где располагается его стратотип. Геохронологическим эквивалентом служит *время*. Например, мячковский горизонт в среднем карбоне, мячковское время.

Лона является частью горизонта и представляет собой провинциальную зону. Она устанавливается по комплексу фауны и флоры, характерному для данного региона, и отражает определенную фазу развития населявшего его органического мира данного региона. Границы лоны определяются по характерным видам зонального комплекса. Лона должна

иметь стратотип, содержащий зональный комплекс, и ее название происходит от вида – индекса. Геохронологическим эквивалентом лоны является *время*.

Местные стратиграфические подразделения

Они представляют собой толщи пород, выделяемые по ряду признаков, в основном по литологическому или петрографическому составу. Эти подразделения должны иметь ясно выраженные границы и относительно широкое распространение.

Комплекс – самое крупное местное стратиграфическое подразделение. Чаще всего оно применяется при расчленении докембрия.

Комплекс имеет очень большую толщину, сложный состав горных пород, сформированный в течение какого-то крупного этапа развития. На границе комплексов часто наблюдаются крупные несогласия, скачки метаморфизма горных пород. Комплексу присваивается географическое название по характерному месту его развития; например, байкальский или беломорский комплекс.

Серия охватывает достаточно мощную и сложную по составу толщу горных пород и объединяет в своем составе несколько свит, для которых имеются какие-то общие признаки: сходные условия образования, преобладание определенных типов горных пород, близкая степень деформаций и метаморфизма и т.д. Серии часто разделяются стратиграфическими и угловыми несогласиями.

Свита представляет собой толщу пород, образованных в определенной физико-географической обстановке и занимающих установленное стратиграфическое положение в разрезе. Она может состоять из однородных пород, или из переслаивания нескольких определенных их типов. Главные особенности свиты – наличие устойчивых литологических признаков на всей площади ее распространения и четкая выраженность границ. Если остатки организмов не обнаружены, возраст свиты устанавливается косвенным путем, исходя из возраста подстилающих или перекрывающих толщ, или путем сопоставления с разрезами соседних районов. Возрастной объем свиты может изменяться от места к месту.

На геологической карте площадь развития свиты закрашивается оттенками цвета системы, к которой она относится по возрасту. Индексы образуются путем прибавления к индексу отдела начальной латинской буквы названия свиты. Свое название свита получает по географическому местонахождению стратотипа. Например: D_{3d} – Дудинская свита.

Стратиграфические подразделения частного обоснования

Они включают категории биостратиграфических зон разных видов. Они имеют локальное распространение, и их выделение обосновывается только палеонтологически.

Биостратиграфическая зона представляет собой толщу горных пород, которая охарактеризована комплексом органических остатков. Время ее образования определяется временем эволюции отдельных групп фауны или флоры либо сменой экологических ассоциаций.

Вертикальное распространение зоны по разрезу ограничивается появлением и исчезновением комплекса органических остатков, а географическое распространение – ареалом развития зонального комплекса. Зональное деление разреза может быть проведено по разным группам ископаемых организмов. Например, наряду с зональным делением каменноугольной системы по аммоноидеям имеет место зональное деление этой системы по фузулинам, брахиоподам и конодонтам.

Биостратиграфическая зона имеет свой стратотип и разделяется на подзоны. Ее название образуется из названия одного или двух видов-индексов. Геохронологическим эквивалентом является то же название с добавлением слова «время».

Вспомогательные стратиграфические подразделения

Довольно часто геологи сталкиваются с необходимостью выделения различных вспомогательных стратиграфических единиц свободного пользования. Эти единицы не имеют строгого соподчинения, не являются обязательными, но в то же время они способствуют расчленению и сопоставлению ранее неизвестных отложений, в которых еще не обнаружены ископаемые остатки организмов, позволяющие установить основные или частные стратиграфические подразделения. Наиболее часто употребляются литостратиграфические и биостратиграфические вспомогательные подразделения.

В качестве литостратиграфических подразделений применяют следующие: толща, пачка, слой, залежь, маркирующий горизонт, линза и т. д. Название толщи может происходить от наименования горной породы либо от географического названия. Например: толща мергелей, толща известняков, толща красноцветов, макаровская толща и т. д.

Пачки обозначаются числами или буквами с названием горной породы в скобках. Например, пачка 1 (известняки), пачка 2 (мергели), пачка 3 (серые песчаники). Пачки, слои, маркирующие горизонты и другие литостратиграфические подразделения называются обычно по характерным породам, цвету, литологическим особенностям или по характерным органическим остаткам.

Название биостратиграфических подразделений происходит от характерных групп фауны или флоры, которые отличаются от организмов, встречающихся в ниже- и вышележащих слоях. Они, например, называются: слои или толщи с *Ginkgo*, слои с *Turrilites*. Гео-

хронологическим эквивалентом вспомогательных стратиграфических подразделений является время. В этом случае выражаются следующие образом: «время образования... толщи, пачки, слоя; время образования слоев с...».

Оборудование и материалы

Лабораторная работа выполняется в лаборатории «Общей геологии». При выполнении лабораторной работы необходимо использовать геохронологическую и стратиграфическую шкалу, принятую Межведомственным стратиграфическим комитетом (МСК), наличие которой является обязательным в лаборатории.

Исходными данными для выполнения работы являются эталонные описания разрезов горных пород, выдаваемые студентам преподавателем. Эти точки используются и в дальнейших лабораторных работах.

Указания по технике безопасности

См. лабораторную работу 1.

Задания

Получив для работы одно из описаний литолого-стратиграфических комплексов горных пород (по точкам, приведенным в приложении 1), студент должен составить литолого-стратиграфический разрез (рисунок 7) по стандартной схеме с использованием приведенных на рисунках 8 – 11 условных обозначений.

Для этого, выбрав масштаб, достаточный для размещения разреза на стандартном листе миллиметровой бумаги (формат А4), показать в центре условными знаками в виде колонки положение и соотношение в разрезе разновозрастных слоев горных пород. Слева дать привязку выделенных слоев к единицам общей стратиграфической шкалы, справа указать толщину каждого слоя и описать кратко их литологические и палеонтологические особенности. При составлении разреза необходимо обратить особое внимание на порядок перечисления пород, составляющих каждый слой. Иногда в описании прямо указано соотношение различных типов пород: «песчаники с прослоями аргиллитов». Однако часто дается просто перечень пород: «песчаники, аргиллиты, мергели»; в этом случае следует иметь в виду, что преобладают в разрезе песчаники, среди которых обычны прослои аргиллитов и изредка встречаются прослои мергелей.

Содержание отчета

В отчете следует отразить цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

- 1 Последовательность операций при стратиграфических исследованиях.
- 2 Основные задачи стратиграфических исследований.
- 3 Основные критерии для выделения геохронологических и стратиграфических единиц.
- 4 Привести примеры эталонов стратиграфических подразделений.
- 5 Дать характеристику терминам «комплекс», «серия», «свита», «слой».

Литература: [1, 2].

Система	Отдел	Ярус	Подярус	Индекс	Литология	Толщина, м	Характеристика пород
Меловая	Нижний	Алтынский		K _{ar}		13	Пески кварцевые мелкозернистые с отпечатками листьев папоротников
		Барремский		K _{sm}		29	Песчаники разномзернистые с железистым цементом; редкие раковины аммонитов
		Берриаский		K _{br}		13	Пески кварцевые, слюдистые с желваками фосфоритов и аммонитами
Юрская	Верхний	Волжский	Верхний	J _{3v}		29	Пески мелкозернистые зеленовато-желтые с глауконитом; масса аммонитов, белемнитов и двустворок
			Нижний	J _{3v}		25	Песчанистая глина глауконитовая с аммонитами и белемнитами; в основании конкреции фосфоритов
		Оксфордский		J _{3o}		52	Глина почти черная неясно микро-слоистая с остатками плохо сохранившихся ростров белемнитов и аммонитов; масса раковин брахиопод и двустворок. Редкие включения пирита и конкреции фосфоритов
				J _{3k}			

Рисунок 7 - Пример литолого-стратиграфического разреза
по И.А. Гречишниковой, Е.С. Левицкому [1]

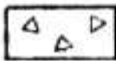
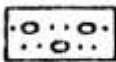
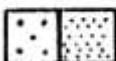
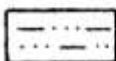
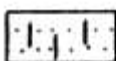
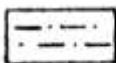
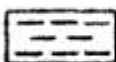
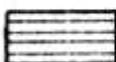
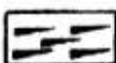
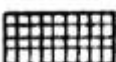
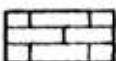
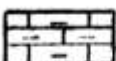
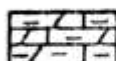
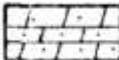
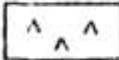
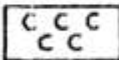
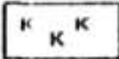
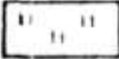
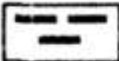
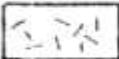
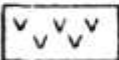
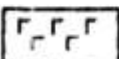
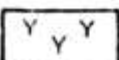
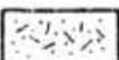
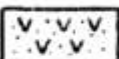
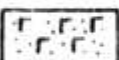
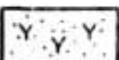
-  - Брекчии
-  - Галечники, гравий, конгломераты
-  - Галечники (конгломераты) с песком
-  - Песчаники (слева) и пески (справа)
-  - Глинистые пески и песчаные глины
-  - Песчаники с известковым цементом
-  - Алевролиты (алевриты)
-  - Глины
-  - Аргиллиты
-  - Глины (аргиллиты) известковистые
-  - Горючие и сильно битуминозные сланцы
-  - Писчий мел
-  - Известняки
-  - Известняки битуминозные
-  - Известняки глинистые, битуминозные
-  - Известняки песчанистые (песка 10-15%)
-  - Мергели, глинистые известняки
-  - Мергели доломитовые
-  - Известняки доломитовые

Рисунок 8 - Условные обозначения для стратиграфических колонок, литолого-палеогеографических карт и разрезов

-  - Доломиты
-  - Доломиты песчанистые
-  - Ангидриты и гипсы
-  - Каменная соль
-  - Калийная соль
-  - Кремнистые породы
-  - Угли
-  - Кислые эффузивы
-  - Средние эффузивы
-  - Основные эффузивы
-  - Эффузивы смешанного состава
-  - Туфы, туфогенного породы и вулканические породы кислого состава
-  - Туфы, туфогенного породы и вулканические породы среднего состава
-  - Туфы, туфогенного породы и вулканические породы основного состава
-  - Туфогенного породы смешанного состава

*П р и м е р ы ч е р е д о в а н и я
т и п о в п о р о д
а) для двух типов пород*

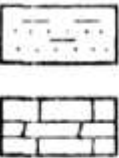
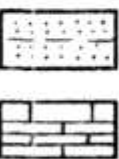
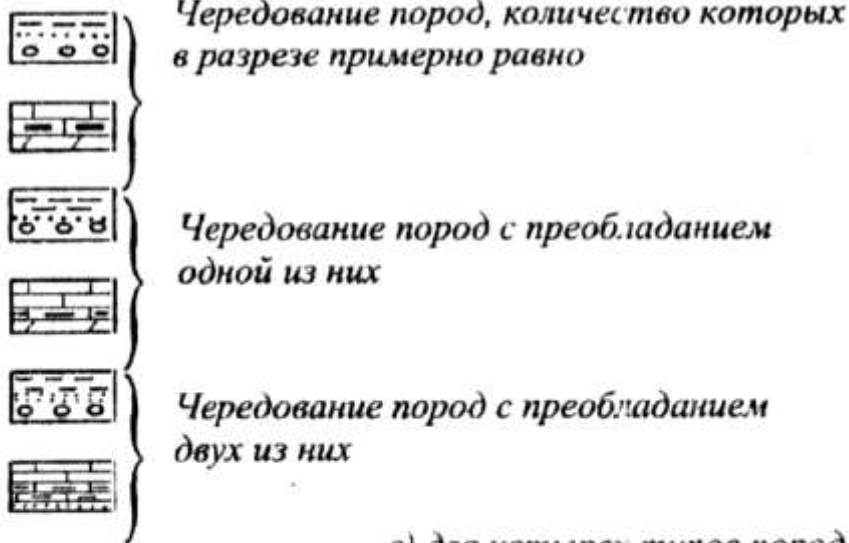
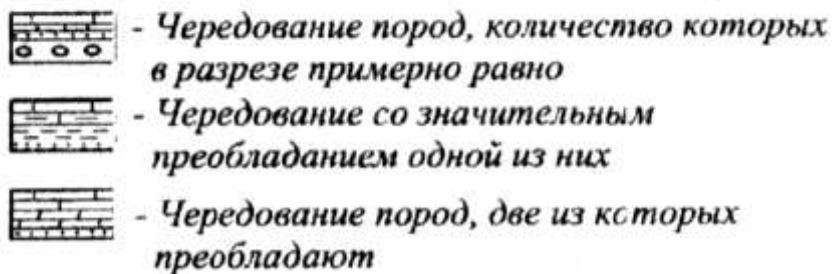
- 
}
Чередование пород, количество которых равно
- 
}
Чередование пород со значительным преобладанием одной из них

Рисунок 9 - Условные обозначения для стратиграфических колонок, литолого-палеогеографических карт и разрезов

б) для трех типов пород



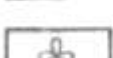
в) для четырех типов пород



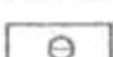
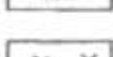
Х а р а к т е р н ы е г р у п п ы
ф а у н ы и ф л о р ы



Рисунок 10 - Условные обозначения для стратиграфических колонок, литолого-палеогеографических карт и разрезов

-  - Двустворки
-  - Гастроподы
-  - Трилобиты, эвриптериды
-  - Остракоды
-  - Морские лилии
-  - Морские ежи
-  - Рыбы
-  - Наземные растения

А у т и г е н н ы е м и н е р а л ы ,
к о н к р е ц и и и д р у г и е
п о к а з а т е л и с р е д ы

-  - Сидерит
-  - Глауконит
-  - Фосфорит
-  - Кремни и окремнение
-  - Оолиты шамотитовые
-  - Оолиты окислов железа (бурый железняк)
-  - Пирит, марказит
-  - Пирит, красноцветность

Г р а н и ц ы в с т р а т и г р а ф и ч е с к о й к о л о н к е

-  - Граница согласного залегания
-  - Граница углового несогласия
-  - Граница несогласного стратиграфического залегания
-  - Граница залегания на неровной (с карманами) поверхности

Рисунок 11 - Условные обозначения для стратиграфических колонок,
литолого-палеогеографических карт и разрезов

Лабораторная работа № 5

АНАЛИЗ ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА С ЦЕЛЬЮ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ (ПОСТРОЕНИЕ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КРИВОЙ)

Тема: Методы восстановления древних тектонических движений

Цель: приобретение практических навыков анализа литолого-стратиграфического разреза. Построение палеогеографической кривой.

Теоретическая часть

Земная кора непрерывно испытывает вертикальные перемещения. В связи с этим определенный участок земной поверхности в течение более или менее длительного времени может быть:

- 1 высоко поднят и представлять собой размываемую сушу;
- 2 погружен и находится в пределах низменной суши, где идет образование континентальных осадков и, наконец,
- 3 располагаться ниже уровня моря, представляя собой морское дно, где формируются морские осадки.

Во времени смена условий происходит постепенно и непрерывно; в разрезе же смена осадков (пород) происходит либо постепенно и непрерывно, либо соседние слои резко сменяют друг друга, будучи отделены поверхностью размыва и несогласия. В последовательно формирующихся слоях разнообразных осадков и на поверхностях размыва запечатлены все происходившие изменения, которые можно восстановить, используя метод фациального анализа. Для этого необходимо изучить каждый слой, входящий в стратиграфическую колонку (разрез), характер перехода от одного слоя к другому и, увязав все это с геохронологической шкалой, попытаться восстановить последовательные во времени положения земной поверхности относительно уровня Мирового океана (нулевой линии). Обычно невозможно указать положение поверхности относительно нуля в линейных мерах, в связи с чем рекомендуется ограничиться указанием на положение поверхности в той или иной биомической зоне моря, в пределах низменной или высокой (размываемой) суши.

Следует помнить, что тектонические движения не всегда приводят к изменению палеогеографических условий. Так, например, при компенсированном прогибании палеогеографические условия могут оставаться длительное время неизменными при значительной

амплитуде погружения земной коры. Для того чтобы выяснить истинную картину вертикальных движений земной коры в данной точке, необходимо учесть толщину отложений и построить палеотектоническую (эпейрогеническую) кривую.

Палеотектоническая кривая отражает характер вертикальных движений земной коры в течение рассматриваемого отрезка времени; палеогеографическая кривая – положение земной поверхности (поверхности осадка) в тот же отрезок времени.

Оборудование и материалы

См. лабораторную работу № 4.

Указания по технике безопасности

См. лабораторную работу № 1.

Задания

Составленный в ходе выполнения лабораторной работы № 4 литолого-стратиграфический разрез используется в качестве исходного материала для выполнения задания по восстановлению движений земной коры.

Все полученные данные следует изобразить в виде палеогеографической кривой. Для этого по оси абсцисс откладывают время в произвольном масштабе (либо в виде отрезков равной длины, либо с учетом продолжительности периодов, эпох и т. д. в абсолютных цифрах), не забывая о том, что время течет непрерывно. По оси ординат выше нулевой точки располагают зоны низменной суши (т. е. участки, где идет накопление осадков) и высокой суши (области размыва), ниже нуля – биономические зоны моря: литораль, сублитораль, псевдоабиссаль и верхнюю часть батииали. Затем установленное для каждого отрезка времени положение точки на земной поверхности (поверхности осадконакопления или размыва) фиксируют точкой на графике. Кривая, соединяющая эти точки, и будет палеогеографической кривой. Естественно, чем больше подобных точек, тем точнее будет палеогеографическая кривая (рисунок 12).

Содержание отчета

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

1 Последовательность операций при построении палеогеографической кривой.

2 Основные задачи построения палеогеографической кривой.

Литература: [2]

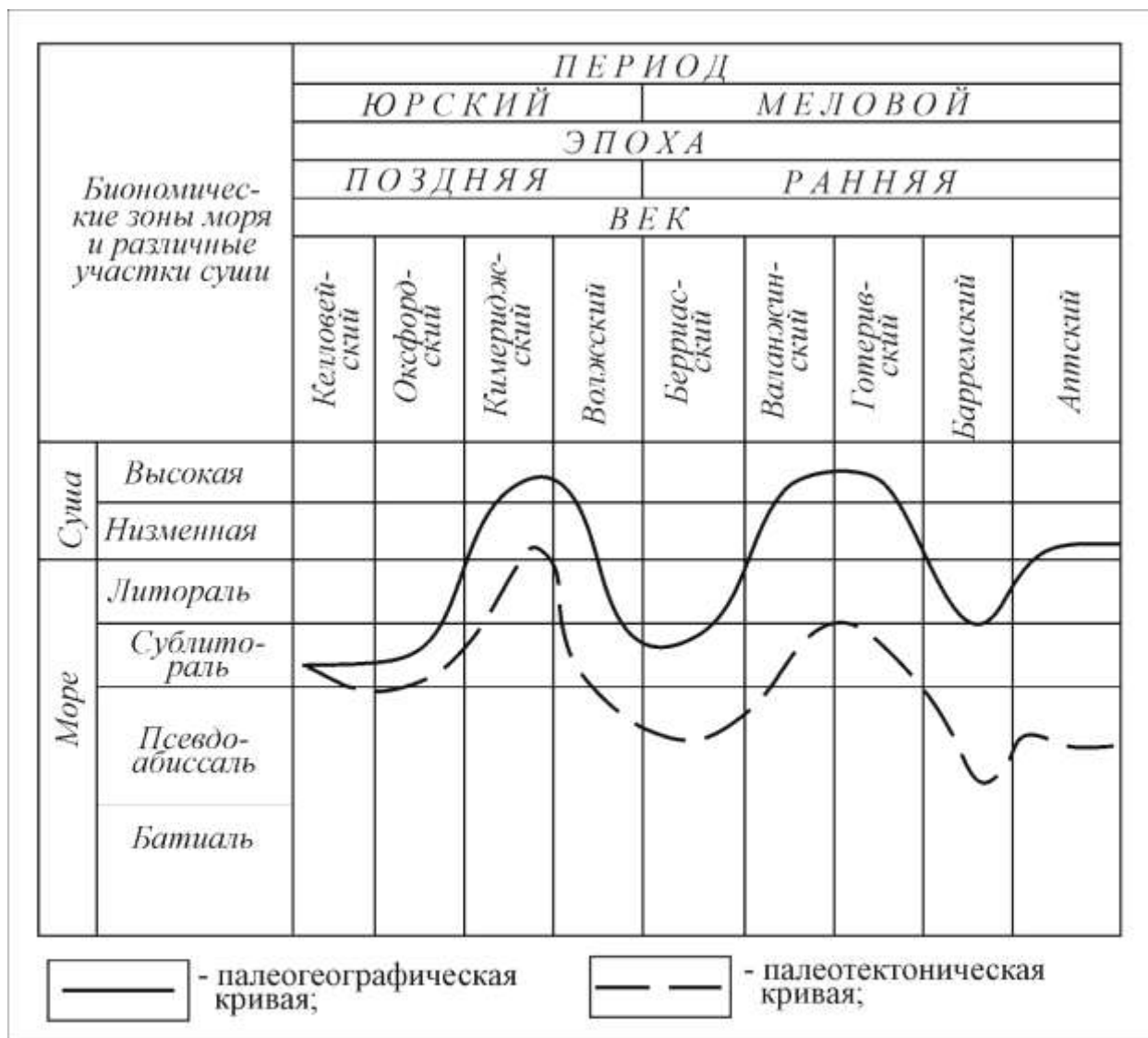


Рисунок 12 - Палеотектоническая и палеогеографическая кривые, построенные по результатам анализа литолого-стратиграфического разреза (по И.А. Гречишниковой, Е.С. Левицкому)

Лабораторная работа № 6

АНАЛИЗ ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА С ЦЕЛЬЮ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ (ПОСТРОЕНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКОЙ КРИВОЙ)

Тема: Методы восстановления древних тектонических движений

Цель: приобретение практических навыков анализа литолого-стратиграфического разреза. Построение палеотектонической кривой.

Теоретическая часть

Земная кора непрерывно испытывает вертикальные перемещения. В связи с этим определенный участок земной поверхности в течение более или менее длительного времени может быть:

- 1 высоко поднят и представлять собой размываемую сушу;
- 2 погружен и находится в пределах низменной суши, где идет образование континентальных осадков и, наконец,
- 3 располагаться ниже уровня моря, представляя собой морское дно, где формируются морские осадки.

Во времени смена условий происходит постепенно и непрерывно; в разрезе же смена осадков (пород) происходит либо постепенно и непрерывно, либо соседние слои резко сменяют друг друга, будучи отделены поверхностью размыва и несогласия. В последовательно формирующихся слоях разнообразных осадков и на поверхностях размыва запечатлены все происходившие изменения, которые можно восстановить, используя метод фациального анализа. Для этого необходимо изучить каждый слой, входящий в стратиграфическую колонку (разрез), характер перехода от одного слоя к другому и, увязав все это с геохронологической шкалой, попытаться восстановить последовательные во времени положения земной поверхности относительно уровня Мирового океана (нулевой линии). Обычно невозможно указать положение поверхности относительно нуля в линейных мерах, в связи с чем рекомендуется ограничиться указанием на положение поверхности в той или иной биомической зоне моря, в пределах низменной или высокой (размываемой) суши.

Следует помнить, что тектонические движения не всегда приводят к изменению палеогеографических условий. Так, например, при компенсированном прогибании палеогеографические условия могут оставаться длительное время неизменными при значительной

амплитуде погружения земной коры. Для того чтобы выяснить истинную картину вертикальных движений земной коры в данной точке, необходимо учесть толщину отложений и построить палеотектоническую (эпейрогеническую) кривую.

Палеотектоническая кривая отражает характер вертикальных движений земной коры в течение рассматриваемого отрезка времени; палеогеографическая кривая – положение земной поверхности (поверхности осадка) в тот же отрезок времени.

Оборудование и материалы

См. лабораторную работу № 4.

Указания по технике безопасности

См. лабораторную работу № 1.

Задания

Составленный в ходе выполнения лабораторной работы № 4 литолого-стратиграфический разрез используется в качестве исходного материала для выполнения задания по восстановлению движений земной коры.

Для построения палеотектонической кривой в конце каждого выбранного интервала времени (века, эпохи и т. д.) от палеогеографической кривой, т. е. поверхности осадконакопления, следует отложить вертикально вниз в принятом масштабе толщину (в метрах) образований, накопившихся за этот отрезок времени. В следующий отрезок времени при непрерывном погружении толщина увеличивается. В конце нового интервала времени от палеогеографической кривой вертикально вниз следует отложить толщину как ранее, так и вновь накопившихся осадков (см. рисунок 12). Если толщина осадков небольшая, то эпейрогеническая кривая будет почти параллельна палеогеографической кривой. В противном случае эти кривые будут значительно расходиться.

Содержание отчета

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

1 Последовательность операций при построении палеотектонической кривой.

Литература: [2]

Лабораторная работа № 7
СОСТАВЛЕНИЕ ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Тема: Методы восстановления древних физико-географических обстановок

Цель: приобретение практических навыков построения литолого-фациального разреза.

Теоретическая часть

Фациальный анализ и палеогеография

Под фацией понимается часть слоя со всеми характерными литологическими и палеонтологическими признаками, по которым эта часть слоя отличается от соседствующих частей. Подобные признаки следует называть фациальными.

Фациальный анализ, как метод восстановления географической обстановки прошлого, опирается на сравнительно-исторический метод, являющийся современным развитием принципа актуализма. Фациальный анализ распадается на две части: литологический анализ – метод восстановления палеогеографической обстановки по породам и биономический анализ – метод восстановления палеогеографической обстановки по ископаемым остаткам организмов.

Основная масса осадков образуется в морях и океанах, гораздо меньше их формируется на суше.

В Мировом океане выделяют две крупнейшие области: пелагиаль, представляющую всю толщу воды, и бенталь – донную область. Дно по геоморфологическим особенностям разделяют обычно на материковую отмель (шельф), материковый склон и ложе океанов. Шельф и материковый склон образуют подводную окраину континента, куда простираются основные материковые структуры и где земная кора имеет гранитно-метаморфический слой. В пределах ложа океанов господствуют свои специфические структуры и развита кора океанского типа. Глубины на шельфе изменяются от нулевых отметок до 200 м, изредка вблизи края достигая 500 м; углы наклона обычно не более десятых долей градуса. Материковый склон простирается до глубин 3 – 4 км; средние углы наклона около 5°. Океанское ложе с глубинами 3 – 6 км представляет сочетание равнин и плато, океанских хребтов и глубоководных желобов (с глубинами 6 – 11 км).

Донную область (бенталь) подразделяют на ряд вертикальных фаунистических зон, которые называют также биономическими зонами моря. Однако общепринятой схемы такого деления не существует. Сверху вниз можно выделить следующие зоны: литораль, сублитораль, псевдоабиссаль, батраль и абиссаль.

Границей океана принято считать линию наибольшего понижения приливного уровня; это линия нулевых глубин. Литораль, расположенная выше нулевой линии, формально принадлежит суше, но влияние океана здесь так сильно, что эта зона считается зоной моря.

Морские отложения формируются главным образом в пределах материковой ступени и подножия материкового склона; гораздо меньшее количество осадков образуется на склоне (в силу активного перемещения неуплотненных осадков к подножию склона) и в пределах абиссальных равнин.

На шельфе развиты преимущественно пески; илы отлагаются в защищенных от волнения местах или в понижениях; грубообломочные осадки, наоборот, приурочены к местам действия сильных течений и волн. На характере осадконакопления сильно сказываются и климатические особенности соответствующих районов: илы обильны в районах влажных тропиков; пески развиты повсюду, но в максимальных количествах известны в зонах умеренного климата; гравий и галька чаще встречаются в областях низких температур; рифовые известняки известны главным образом в тропиках, а ракушечники наиболее характерны для аридных областей.

У подножия материкового склона, вероятно, формируется основная масса терригенного материала и морских осадков в целом. Толщина осадков достигает здесь 8 – 10 км. Кроме того, сравнительно много осадков аккумулируется в глубоководных желобах, где их толщина достигает 3 км.

На континентах формирование осадков идет в ограниченных масштабах. Континентальные образования весьма разнообразны по генезису; их облик в значительной степени зависит от климата. Основные области распространения континентальных отложений – равнины аридных и гумидных областей (часто прибрежные), горные подножия и межгорные котловины, области материкового оледенения.

Кроме того, обособляются районы, где идет образование отложений переходных от континентальных к морским; это дельты рек, лагуны и лиманы. Здесь характер осадконакопления также существенно зависит от климата.

Основы литологического анализа

Литологический анализ позволяет восстановить древнюю географическую обстановку путем изучения горных пород в целом и отдельных особенностей их минерального состава и строения.

Сведения об основных типах горных пород и условия их образования. Одни и те же типы осадочных горных пород (например, песчаники, глины и др.) могут образовываться в разных физико-географических условиях. Несмотря на сходство литологического состава,

эти породы обладают целым рядом различных структурных, текстурных и других признаков, по которым можно с большей или меньшей степенью достоверности определить место и условия их накопления на земной поверхности.

Брекчии осадочные – наземные образования, формирующиеся осыпями, обвалами и временными потоками в зоне горных подножий и как результат выветривания в пустынных и горных областях (элювиальные брекчии); морские брекчии образуются в зоне прибоя в результате обвалов, а также на склонах рифов в результате разрушения последних.

Галечники и конгломераты, образовавшиеся во временных потоках и конусах выноса, отличаются плохой сортировкой, различной, часто плохой степенью окатанности обломочного материала. В зоне прибоя для них типичны хорошая сортировка и окатанность материала; они обычны в морях, редки в озерах и, вероятно, не формируются на глубинах более 10 – 15 м. В долинах и дельтах горных рек галечники состоят из хорошо окатанного обломочного материала.

Пески и песчаники временных потоков и конусов выноса характеризуются неоднородным составом, наличием глинистых частиц, плохой сортировкой, угловатыми зернами. Подобные образования в речных долинах имеют однородный состав, хорошо сортированные, с высокой степенью окатанности обломочного материала. Озерные пески напоминают морские (особенно в крупных озерах); эоловые – хорошо сортированные, с мелкими, очень хорошо окатанными зернами. Морские пески обычно хорошо сортированные, зерна окатанные; они развиты в зоне мелководья и прибоя, редко встречаются на глубине в несколько сот метров (пески донных течений).

Глины и аргиллиты. Глины на континентах образуются в зоне выветривания, в речных долинах и озерах. Глины коры выветривания иногда сохраняют реликтовое строение исходной породы; в глинистой основе породы могут встречаться в виде песчаной или гравийной примеси неразложившиеся минералы и обломки материнской породы. Озерные и старичные глины отличаются тонкой и правильной, местами ленточной слоистостью, обычно чистые, лишённые песчаной примеси. Морские глины накапливаются во всех бионических зонах: от литорали до абиссали. Литоральные глины отличаются плохой сортировкой, присутствием глиняных «окатышей»; они формируются в заливах и проливах, отделяющих острова от материка. Глины сублиторали и особенно псевдоабиссали встречаются в ископаемом состоянии очень часто; они хорошо сортированные, ясно слоистые. Глубоководные глины похожи на псевдоабиссальные и выделение их в ископаемом состоянии затруднено. Следует отметить, что разделение глин (аргиллитов) по условиям образования можно проводить только с учетом минералогических, текстурных и палеонтологических признаков.

Известняки образуются в условиях разной солености на любых глубинах моря от абиссали до зоны прибоя, в лагунах, реже в озерах полупустынных областей. Обычно известняки связаны с открытыми морями, граничащими с низменной сушей. Оолитовые известняки характерны для литорали и самых верхних участков сублиторали (в тропиках и субтропиках).

Мел представляет собой биогенную осадочную породу, состоящую преимущественно из обломков известковых оболочек морских планктонных водорослей – кокколи-тофорид и раковин мелких фораминифер; мел образовался из пелагического осадка тепловодных морей, отлагавшегося на глубинах порядка 100 – 300 м и более.

Доломиты распространены локально. Они формируются в лагунах, в приливно-отливной зоне изолированных морей, в озерах, обычно в условиях повышенной солености. Иногда встречаются в бассейнах с нормальной или даже пониженной соленостью воды. Вторичные доломиты образуются в результате процессов, идущих в породах (доломитизация известняков), и не должны рассматриваться при восстановлении палеогеографической обстановки. В качестве признака вторичных доломитов может быть указано их «пятнистое» распространение в слоях карбонатных пород, что связано с развитием в породе трещин, облегчающих циркуляцию подземных вод.

Мергели обычны среди морских отложений и редки среди континентальных (озерного происхождения).

Кремнистые породы, сформированные в морских условиях, представлены разнообразными типами. Диатомиты, трепелы и опоки в мезозое часто формировались на мелководье эпиконтинентальных морей при накоплении на дне кремневых оболочек диатомей (диатомиты) или имели биогенно-хемогенное и хемогенное происхождение (трепелы, опоки). В современных океанах диатомовые и радиоляриевые илы располагаются ниже «критических глубин», где растворяются карбонатные скелеты мельчайших организмов. Разнообразные силицилиты, вероятно, могли формироваться на различных по глубине участках моря в зонах действия подводных термальных источников, выносящих из глубин растворенный кремнезем. Особым типом пород являются яшмы, которые, скорее всего, связаны с деятельностью подводных вулканов.

Бокситы образуются первоначально как элювий в зонах жаркого и влажного климата. Транспортировка и переотложение бокситов в континентальных условиях приводят к тому, что глиноподобные и бобово-обломочные разности встречаются в делювиальных шлейфах, заполняют карстовые депрессии, слагают прослои и линзы в аллювиальных, озерных и болотных осадках. Особенности бокситов последнего типа – ассоциации с сидеритом, углистыми прослоями. Оолитовые и бобовые бокситы могут накапливаться в верхней

части шельфа (до глубин 50 – 60 м) вблизи низменных берегов; они иногда связаны с рифовыми постройками. Цвет бокситов красный, серый, зеленый.

Бурый железняк (смесь гетита и лимонита) распространен очень широко в областях гумидного климата. В этих областях скопления окислов и гидроокислов железа изредка наблюдаются в элювии, где они сохраняются на месте образования. Переотложение этих соединений приводит к тому, что они образуют скопления в карстовых полостях, среди аллювиальных и дельтовых осадков, в озерах и болотах. В виде оолитов, бобовин и сплошных масс бурый железняк накапливается в море в прибрежной песчаной зоне (в лагунах, в заливах и проливах) до глубин 50 – 60 м. Образуется всегда в окислительной среде.

Марганцевые руды, состоящие из псиломелана и других минералов этой группы, образуются в процессе накопления осадков в мелководной части шельфа (до глубин 50 – 60 м) в зонах гумидного климата в спокойной гидродинамической обстановке при незначительном поступлении терригенного обломочного материала. На различных (часто больших) глубинах появление соединений марганца обусловлено деятельностью подводных вулканов; в этом случае соединения марганца встречаются обычно с кремнистыми породами.

Рассмотренные выше бокситы, осадочные железные и марганцевые руды образуют единый ряд, отдельные элементы которого обнаруживают последовательное смещение в сторону моря. Скопления бокситов тяготеют к континентам, железные руды образуются на континентах и в море, в то время как марганцевые руды в подавляющем большинстве имеют морское происхождение.

Угли образуются из торфяников, располагавшихся на обширных приморских и внутриконтинентальных аллювиально-дельтовых равнинах в условиях влажного климата. Угли, связанные в своем образовании с приморскими равнинами, слагают выдержанные по площади пласты небольшой толщины и имеют малую зольность. Угли аллювиальных равнин образуют часто мощные, но быстро выклинивающиеся по простиранию пласты и отличаются повышенной зольностью.

Горючие сланцы образуются обычно в море на значительном удалении от берега. Иногда они образуются в прибрежной мелководной зоне (в связи с развитием донных растений).

Соли (хлориды и сульфаты натрия, калия, кальция и магния) садятся в отшнурованных от моря (обычно мелководных) лагунах, в замкнутых бассейнах с повышенной соленостью вод в аридных областях.

Минералы-индикаторы условий осадкообразования. *Пирит и марказит* встречаются в виде кристаллов, конкреций, псевдоморфоз по органическим остаткам, в тонкорассеянном состоянии. Образуются на дне морских водоемов в застойных водах без доступа кислорода, в условиях сероводородного заражения (в этом случае в породе отсутствуют остатки бентосных организмов) или в осадке в восстановительной среде (при наличии в породе остатков бентосных организмов).

Псиломелан и другие минералы этой группы встречаются в виде натечных и землистых масс. Цвет – от черного до красно-бурого. Образуются в зонах окисления.

Гематит (железная слюдка, красный железняк) встречается в виде кристаллов, скрытокристаллических и порошкообразных масс; образует скопления, но часто тонко распылен в кремнистых, карбонатных и терригенных породах. В порошке имеет вишнево-красный цвет. Образуется всегда в окислительной среде.

Гётит, лимонит (гидроокислы железа) обычно встречаются в натечных или порошкообразных массах, реже в виде кристаллов; часто тонко распылены в горных породах. В порошке имеют желто-бурый цвет. Образуются в условиях полного доступа кислорода и влаги.

Сидерит известен в тонкорассеянном виде, в конкрециях и прослоях. Образуется в осадках в мелководных лагунах и морских заливах или на значительных глубинах и в псевдоабиссали, но всегда в застойных водах при недостатке кислорода. Иногда встречается среди болотных отложений.

Гипс встречается в виде кристаллов, конкреций, прослоев; обычно образуется в лагунах, реже в озерах в аридных областях.

Ангидрит известен обычно в виде сплошных мелкозернистых скоплений; образуется в замкнутых бассейнах в областях аридного климата.

Фосфорит (агрегат землистых, аморфных и тонкокристаллических разновидностей апатита) встречается в конкрециях, псевдоморфозах и пластах. Образуется в зоне шельфа на глубинах до 100 м в областях как гумидного, так и аридного климата. Пластовые фосфориты обычны для закрытого шельфа, конкреционные – более мелководные образования, формирующиеся не только на открытом шельфе, но и в заливах, лагунах, проливах. Большие скопления фосфоритов указывают на замедленный снос с суши обломочного материала.

Вивианит известен в осадочных породах в виде землистых масс вместе с железными рудами. Образуется в восстановительных условиях в болотах.

Каменная соль (галит) и *калийная соль* (сильвин) образуют как отдельные кристаллы, так и пласты разной толщины. Формируются в замкнутых морях, лагунах в условиях интенсивного испарения воды (в области аридного климата).

Шамозит образует тонкодисперсные массы и микроконкреции (округлые зерна и бобовины) среди алевроито-глинистых морских осадков, обогащенных железом и органическим веществом, глубина образования 10 – 70 м в тропической зоне (?).

Глауконит в виде тонкодисперсных масс и микроконкреций образуется в море за пределами литорали до глубин 300 – 500 м в океанах и 100 – 200 м в эпиконтинентальных морях. Формирование глауконита происходит в поверхностном слое донных осадков при обогащении последних органическим веществом. Для широкого развития глауконита, вероятно, необходимы теплый и ровный климат, низкое положение континентов, развитие трансгрессий и кор выветривания. В зонах мелководья глауконит уступает место шамозиту.

Ратовкит – землистая разность флюорита. Обычно встречается вместе с доломитами, гипсами и ангидритами; свидетельствует о повышенной солености вод.

Цвет породы. Окраска пород может зависеть от цвета минералов, составляющих основную массу породы, или от малых примесей ярко окрашенных минералов. Она нередко указывает на условия образования первичного осадка.

Белый (светло-серый) цвет является естественным цветом многих минералов, входящих в состав осадочных пород. Это минералы группы кремнезема, карбонатов (кальцита, доломита), сульфатов (гипса) и хлоридов (галита). Этот цвет сохраняется в случае отсутствия окрашивающих примесей.

Черный и серый цвет терригенных и карбонатных пород обычно обусловлен присутствием органического вещества (углистого, битуминозного) и сопутствующих ему сульфидов железа и меди. *Черный и серый* цвета пород типичны для отложений области гумидного климата.

Зеленый цвет и его оттенки связаны с присутствием глауконита, соединений закисного железа, реже меди. Типичен для отложений области гумидного климата, если цвет не обусловлен вторичными изменениями или присутствием обломков минералов зеленого цвета (листочков, зерен или обломков таких минералов, как хлорит, эпидот, роговая обманка и др.).

Красный цвет и его оттенки терригенных и карбонатных пород связаны обычно с присутствием тонкорассеянных окислов железа (чаще безводных). Эти соединения образуются при выветривании коренных пород с высоким содержанием железа как в зонах гумидного, так и аридного климата. Они накапливаются в латеритах – элювии, формирующемся в условиях жаркого и влажного климата. Если происходит транспортировка окислов железа

в виде обломков, коллоидов или растворов, то красная окраска осадка обычно возникает при отложении этих соединений в континентальных бассейнах или в морской обстановке в различных климатических зонах (гумидных, аридных). Однако эти окраски сохраняются, как правило, при образовании осадка в окислительной обстановке.

Бурый и желтый цвет различных по составу осадочных пород обусловлен развитием водных окислов железа и возникает в тех же условиях, что и красный цвет. Предполагается, что первичная окраска осадка обычно бывает желтой или бурой и только в процессе диагенеза появляются красные цвета.

Текстурные признаки осадочных горных пород. Под текстурой пород следует понимать совокупность признаков, обусловленных ориентировкой, распределением и относительным расположением составных частей породы (обломков или кристаллов).

Слоистость пород. Слоистость обязана своим происхождением перерывам (иногда кратковременным) или изменениям обстановок в процессе образования осадка.

Косая слоистость характеризуется расположением слоев косо, под углом к поверхности ограничения (подошве, кровле) основного слоя. Она образуется под действием воздушного или водного потока. В речных и подобных им потоках косая слоистость однонаправленная, с общим наклоном в сторону движения воды (в дельте более крупная, чем в русле). В прибрежной зоне моря – разнонаправленная мелкая. Особой неправильностью отличается косая слоистость олового типа.

Волнистая слоистость характеризуется волнисто изогнутыми поверхностями наложения. Она образуется при периодически изменяющихся движениях воды, главным образом, в морях в зоне прибрежного мелководья выше уровня действия волн (выше линии ила).

Параллельная слоистость характеризуется близкими к плоскостям поверхностями напластования; она образуется в относительно неподвижных водах морей (озер) ниже уровня действия волн (ниже линии ила). В зависимости от толщин слоев выделяют крупную слоистость (толщина отдельных слоев до метров), мелкую (до сантиметров), тонкую (до миллиметров).

Неслоистая (однородная) текстура образуется в зоне спокойного морского осадконакопления. Отсутствует слоистость и в некоторых континентальных образованиях (ледниковых, элювиальных).

Знаки и следы на поверхности слоя.

Многоугольники и трещины высыхания образуются на суше (такры) и на плоских берегах морей (отливная зона); встречаются часто в пустынных областях. Знаки от дождевых капель и града – на суше и в отливной зоне в областях аридного климата (редки).

Струйчатые желобки возникают в приливно-отливной зоне, реже в зоне придонных течений как следы струй течения.

Следы, оставляемые колышущимися водорослями и плавающими предметами (следы волочения), в виде дугообразных и прямых борозд известны ниже зоны отлива и в приливно-отливной зоне. Следы от ползания и движения животных могут появляться на суше, в приливно-отливной зоне в областях холодного климата.

Знаки от кристаллов льда изредка встречаются на суше и в приливно-отливной зоне в областях холодного климата.

Знаки от кристаллов гипса и соли образуются на суше по берегам соленых озер, обсыхающих лагун в областях аридного климата.

Волноприбойные знаки (рябь) эолового типа асимметричные, низкие и длинные; они развиты в аридных областях. Знаки речного типа асимметричные, но более высокие и короткие, чем эоловые; развиты преимущественно в гумидных областях. Симметричные знаки волн с острыми гребнями и округлыми впадинами образуются в морях на глубинах до 20 – 40 м (изредка до 200 м) и реже в крупных озерах.

Основы биономического анализа

Биономический анализ позволяет восстановить по остаткам ископаемых организмов генезис отложений, физико-географические условия и их смену во времени.

При проведении палеогеографических реконструкций исследуется комплекс ископаемых организмов, встреченных в одном месте, в одном слое (ориктоценоз). Изучение ориктоценозов позволяет подойти к восстановлению палеобиоценозов, т.е. сообществ некогда совместно живших организмов. Задача эта крайне трудна, но без ее решения невозможно установить характер среды, в которой жили эти организмы. Например, при анализе морского ориктоценоза необходимо выделить бентосные, планктонные и нектонные формы, а среди бентосных следует обособить подвижные и прикрепленные формы; затем выясняют прижизненное положение, степень разрушения скелетов, дальность их возможного переноса до момента захоронения. Только после решения этих вопросов можно говорить об образе жизни отдельных организмов, об условиях обитания палеобиоценоза и, наконец, о физико-географической обстановке прошлого.

Исследователь, восстанавливающий геологическую историю изучаемого района, должен прежде всего решить в какой области – на суше или в море – шло накопление осадков. Континентальные отложения распознаются по остаткам наземных животных, пресноводных беспозвоночных (двустворок, гастропод и др.), а также по остаткам наземных растений. В отложениях морского генезиса содержатся остатки морских животных и растений

(водорослей). Если среди них будут находиться остатки наземных растений, то совершенно очевидно, что последние занесены в море реками или ветром с суши.

Сведения об образе жизни отдельных групп растений и беспозвоночных животных.

Синезеленые водоросли (цианофиты) – многочисленные и широко распространенные микроскопических размеров растительные организмы; обитают в самых разнообразных условиях, как водных, так и наземных. При жизни водоросли нуждаются в солнечном свете, поэтому живут в пресных водоемах на незначительных глубинах, а в морях – в области литорали и сублиторали (до глубины 60 м). Они приспосабливаются к воде различной степени солености: от сильносоленой до совершенно пресной, а также к разной температуре: от $-1,8^{\circ}$ до $+80^{\circ}\text{C}$. Многие из них колониальные. В водоемах среди цианофитов имеются как бентосные, так и планктонные формы. Наибольший интерес представляют известковывделяющие синезеленые водоросли, продуктами жизнедеятельности которых являются строматолиты и онколиты, указывающие на морское мелководье.

В образовании строматолитовых построек участвовали, вероятно, совместно разные виды цианофитов, которые выделяли известь, цементируя осаждавшийся из взвеси обломочный материал. Внешний вид строматолитов обусловлен в значительной степени характером движения воды и интенсивностью осадконакопления, а тонкое внутреннее строение определяется систематическим составом водорослей.

Кокколитофорида – микроскопические одноклеточные планктонные морские организмы, относящиеся к золотистым водорослям. Ископаемые кокколитофорида, наиболее известные в мезозойских и кайнозойских отложениях, являются микропланктоном экваториальных и теплых морей. Современные кокколитофорида живут в чистой воде, богатой кислородом, при температуре от $+10$ до $+26^{\circ}\text{C}$, на небольшой глубине. Некоторые кокколитофорида обитают в солоноватоводных бассейнах.

Зеленые водоросли – обширная группа преимущественно морских планктонных водорослей, характеризующихся зеленым цветом пигмента и большим разнообразием строения. Большинство современных зеленых водорослей обитают в морях на глубинах 50 – 60 м в тропической и субтропической зонах; группа харовых водорослей живет в пресных водах. Некоторые зеленые водоросли (сифонеи) выделяют известь и участвуют в построении рифов.

Багряные водоросли – группа растительных многоклеточных организмов, обитающих исключительно в водной среде (главным образом в морях нормальной солености), на глубине от 0 до 150 м. Некоторые из них (литотамнии) являются известковывделяющими и участвуют в построении рифов.

Фораминиферы в настоящее время встречаются во всех водоемах: озерных, болотных, морских. Бентосные и планктонные. В морях бентосные формы обитают на всех участках шельфа, континентального склона и океанического ложа до глубин 5 – 10 км. Бентосные толстостенные палеозойские фузулиниды и кайнозойские нуммулитиды обитали на небольших глубинах (около 20 – 40 м) в теплых морях. Планктонные пористые тонкостенные формы могут заноситься морскими течениями во все области. Они могут быть погребены в отложениях любых глубин, но фораминиферовые илы все же свойственны пелагическим областям океана и образуются на больших глубинах вплоть до «критической границы», ниже которой растворяются карбонатные раковины.

Радиолярии – планктонные организмы. Для определения глубины почти не имеют значения. Однако радиоляриевые илы чаще всего накапливаются на дне океана на глубинах более 4 км. В теплых водах раковина в виде колпачка, шлема или плоского колокола с граничными иглами; в холодных – узкая, башенковидная, булавовидная или простая эллиптическая с иглами округлого сечения.

Археоциаты – вымершие раннекембрийские морские бентосные, одиночные или колониальные животные. Обитали на мелководье (от 20 до 100 м) теплых морей преимущественно на карбонатных илистых грунтах. Являются рифостроителями.

Кораллы – морские стеногалинные бентосные животные. В настоящее время встречаются в морях различных широт и обитают на разных глубинах от 0 до 10 км. Наиболее благоприятные для них глубины от 180 до 550 м, где они многочисленны и разнообразны. Обычно много кораллов в тропических морях. Колониальные коралловые полипы являются рифостроителями и они живут на глубинах от 0 до 45 м при температуре от +18,5 до 36°C. Кораллы-рифостроители известны в палеозое (табуляты, четырехлучевые кораллы), в мезозое и кайнозое (шестилучевые и восьмилучевые кораллы). В морях прошлых геологических эпох коралловые полипы, не строящие рифы, так же как и современные, обитали, очевидно, на самых различных глубинах.

Гастроподы – в подавляющем большинстве бентосные животные. Они обитают главным образом в морях с нормальной или близкой к ней соленостью, населяя прибрежные и мелководные участки; лишь отдельные виды могут опускаться до абиссальных глубин. Гастроподы обитают также на суше в пресноводных бассейнах и в субаэральной среде.

Двустворки – бентосные животные, обитающие главным образом в морях, но также и в пресных водоемах на суше. Большинство двустворок принадлежит к зарывающимся и полужарывающимся формам. Некоторые прикрепляются к грунту путем цементации (устрицы и рудисты) или при помощи биссуса. Особую группу двустворок составляют камне-

точцы и древоточцы. Холодным, а также солоноватоводным и пресноводным морям свойственно однообразие родового и видового состава при многочисленности особей. Теплым морям свойственно развитие видов, прикрепляющихся цементом. Наибольшее количество двустворок приурочено к области мелководья (мелкий шельф), хотя некоторые виды опускаются до глубины в несколько тысяч метров.

Аммоноидеи – вымершие морские стеногалинные подвижные животные. Аммоноидеи с широкой раковиной, а также имевшие плоскую брюшную сторону или сильно развитую скульптуру, обладавшие полусвернутой, спирально-конической и неправильно свернутой раковиной, вели придонный образ жизни; обладавшие дисковидной раковиной были хорошими пловцами. В палеозойскую эру гониатиты обитали на сравнительно небольшой глубине (мелкий шельф); особенно благоприятны для их жизни были заливы и бухты со спокойной водой и зарослями водорослей; они жили также поблизости от рифов, но избегали открытых пространств морей. В триасе цератиты освоили более глубоководные зоны, а в юре и мелу одни группы аммонитов заселили мелкие эпиконтинентальные моря, а другие приспособились к жизни в батимальной области.

Белемниты – вымершие морские нектонные животные; жили в открытых морях и, вероятно, хорошо плавали.

Тентакулиты – вымершие морские пелагические животные, обитавшие в морях нормальной солености. После гибели животных захоронение их скелетов происходило в осадках различных фациальных типов – от прибрежно-морских до глубоководных, образовавшихся в спокойной обстановке, часто при недостатке кислорода или в условиях сероводородного заражения.

Трилобиты – вымершие морские донные животные, обитатели преимущественно мелководных палеозойских морей.

Эвриптериды – вымершие членистоногие. Обитали, по-видимому, в пресных и солоноватых водах лагун; в большинстве хищники.

Остракоды – в настоящее время обитают в самых разнообразных условиях: морских бассейнах, различных континентальных водоемах (включая подземные) и даже на суше в сырых местах. Морские остракоды заселяют прибрежные участки – одни из них селятся на водорослях, другие распределяются на различных участках дна до глубины 200 м; они ведут ползающий или зарывающийся образ жизни и лишь немногие плавают. Остракоды обитают также в пресных и соленых озерах, прудах, реках и в периодически пересыхающих водоемах. В геологическом прошлом остракоды жили также в самых разнообразных водоемах.

Мшанки – морские и пресноводные бентосные животные. В настоящее время известны во всех морях мира и на всех широтах. Они обитают на различных глубинах – от прибрежной зоны до 400 – 500 м; на больших глубинах встречаются редко. Мшанки являются эвритермными животными. В литорали они селятся на камнях, водорослях, раковинах; здесь обычны уплощенные колонии, прикрепляющиеся всей нижней поверхностью (обрастающие). В более спокойных водах сублиторали развиваются листообразные и сетчатые колонии, а также свободно лежащие массивные и ветвистые. Многие мшанки вместе с выделяющими известь водорослями участвуют в построении рифов.

Брахииподы – морские бентосные, преимущественно стеногалинные животные; однако они известны и в отложениях осолоненных и опресненных (солонатоводных) бассейнов. Современные брахииподы живут на глубине от 0 до 5800 м; однако часть их приурочена к мелководной зоне. На небольших глубинах (несколько метров) обитают прирастающие толстостенные кранииды; в литорали живут лингулиды, зарывающиеся в песок. В палеозое брахииподы достигли наивысшего расцвета и являлись обитателями небольших глубин. В зоне активного действия волн тропических морей жили своеобразные толстостенные прирастающие формы, конвергентно сходные с одиночными кораллами. Пентамэриды, некоторые продуктиды, спирифериды образовывали банки на глубинах в несколько метров. Для более глубоководных участков застойных вод были характерны тонкостенные гладкие или слабоскладчатые теребратулиды, атириды и некоторые ринхонеллиды.

Криноидеи – морские прикрепленные, реже подвижные животные. Морские лилии палеозоя обитали преимущественно на небольших глубинах прибрежной полосы нормально соленого моря или на средних глубинах; часто жили совместно с рифостроящими организмами. В мезозое стебельчатые криноидеи стали переселяться в более глубокие участки моря. Современные морские лилии живут на разных глубинах – от приливно-отливной зоны до –9700 м.

Морские ежи – морские стеногалинные подвижные бентосные животные. Современные морские ежи обитают в морях на разных широтах и на различных глубинах – от зоны прибоя до абиссали. Однако подавляющая масса морских ежей живет в теплых морях и на небольшой глубине.

Граптолиты – вымершие морские планктонные, реже бентосные животные, широко расселившиеся в морях палеозоя. Скелеты колоний после гибели организмов захоронялись на разных глубинах в осадках различных фациальных типов.

Отсутствие ископаемых остатков организмов. В природе нередко встречаются толщи осадочных пород, в которых отсутствуют ископаемые остатки организмов. Такие толщи называются палеонтологически «немыми». Причинами этого явления: могут быть:

большая глубина накопления осадков (батиаль); сероводородное заражение придонных вод; чрезмерно повышенная соленость; близость к очагам вулканической деятельности (повышение температуры воды и отравление ее продуктами извержения); большая скорость накопления осадка; растворение раковин в процессе преобразования осадка в породу. Но отметим, что иногда вышеперечисленные факты способствуют формированию толщ, насыщенных органическими остатками, например, «рыбные слои» палеогена на Кавказе.

Определение физико-географических условий прошлых геологических эпох по остаткам вымерших организмов представляет собой сложную задачу. Ее успешное решение может быть осуществлено только на основе всестороннего и комплексного изучения всех признаков как палеонтологических (систематический состав, количественные соотношения отдельных групп, морфологические особенности скелетных образований, ориентировка, сохранность, распределение остатков ископаемых организмов в породе и др.), так и литологических. Отдельно взятый признак может отражать совершенно различные условия существования морских организмов, а следовательно, и условия осадконакопления. Например, бедность видового состава может быть обусловлена следующими причинами: изменением солености (опреснением или осолонением); низкой температурой вод при незначительной глубине; значительной глубиной бассейна, периодическим понижением содержания кислорода в придонных слоях, высокой подвижностью воды и т.д.

Фациальные признаки отложений

Континентальные отложения. Для восстановления условий древнего осадконакопления на континентах необходимо иметь представление о литологических и биомических особенностях континентальных отложений.

Озерные отложения. Отложения этого типа обычно имеют ограниченное распространение. Для них характерна параллельная, часто тонкая слоистость; косая развита редко. Толщины небольшие, расположение осадков зональное. Отложения терригенные (от галечников до глин с преобладанием тонких осадков), хемогенные (известняки, доломиты, соли, железные руды, бокситы и пр.) и органогенные (известняки, горючие сланцы и т. д.); развитие хемогенных и органогенных осадков связано в первую очередь с климатическими особенностями. Типичное для озер зональное распределение осадков сходно с распределением последних в мелководных морях. Однако береговые и прибрежные отложения развиты на меньшей площади, так как линия ила находится на меньшей глубине; переход от прибрежных осадков к глубоководным более резкий. В соленых озерах в прибрежной зоне преобладают илистые осадки; по периферии развиты наименее растворимые, в центре – наиболее растворимые соли.

Болотные отложения имеют ограниченное распространение, небольшие толщины и параллельную слоистость, как в озерных осадках. Специфичным является углистость осадков, прослой угля и иногда сидеритов, отсутствие песков и галечников, отсутствие зонального расположения осадков.

Речные аллювиальные отложения распространены в виде полос, но иногда развиты на значительных площадях в пределах аллювиальных аккумулятивных равнин. Русловые отложения горных рек представлены галечниками с гравием, равнинных – различными песками. В обоих случаях для отложений характерна косая слоистость и асимметричные знаки ряби. Обычно у плоских удлиненных галек длинная ось ориентирована перпендикулярно течению реки, а плоская поверхность наклонена против течения. Пойменные отложения встречаются лишь в долинах равнинных рек; они более тонкозернистые, чем русловые, и обычно представлены алевроитовыми и алевроито-глинистыми осадками; слоистость обычно параллельная, реже косая. Старичные отложения характерны развитием глинистых осадков с прослоями торфа (угля). Толщины речных отложений, как правило, невелики.

Отложения временных потоков распространены в виде широких шлейфов или образуют конусы выноса у подножия возвышенностей, толщины значительные, грубослоистые или неслоистые. Литологически эти отложения представлены плохо сортированными песчанистыми глинами с обломками разных размеров. Часто находятся совместно с другими типами осадков (речными, склоновыми).

В ископаемом состоянии обычно трудно различить отдельные генетические типы континентальных отложений, в связи с чем возникает необходимость выделять генетические комплексы. В качестве примера рассмотрим комплексы отложений прибрежной равнины. Рельеф прибрежных равнин на больших пространствах плоский, низменный; незначительные опускания приводят к проникновению морских вод иногда на сотни километров в глубь материка. Небольшие по амплитуде поднятия приводят к осушению значительных территорий. Отсюда следует чередование морских и континентальных отложений. Континентальные отложения весьма разнообразны – речные, временных потоков, озерные (соленосные или угленосные в зависимости от климата), эоловые. Толщины отложений прибрежных равнин могут быть большими. Характер органических остатков, слоистость, цвет – все это находится в непосредственной связи с различными генетическими типами отложений.

Для континентальных отложений характерен целый ряд биомических особенностей. На суше разнообразные беспозвоночные и низшие позвоночные животные в прошлом заселяли главным образом водоемы – озера, реки, в меньшей степени болота. Низменные

участки суши вокруг таких водоемов являлись наиболее благоприятными для развития растений и наземных позвоночных. В связи с этим именно озерные, речные и болотные континентальные отложения содержат иногда обильные остатки наземных животных (кости амфибий, рептилий и млекопитающих), отпечатки и скопление углефицированных остатков растений.

Перечисленные образования часто содержат также ископаемые остатки двустворок и гастропод, ракообразных, насекомых, рыб. Следует отметить, что чем древнее фаунистический комплекс, тем труднее установить его связь с пресными водами. В целом же континентальные отложения гораздо беднее ископаемыми остатками организмов, чем морские.

Отложения, переходные от континентальных к морским.

Дельтовые отложения. Среди дельтовых отложений есть чисто континентальные (надводная часть). Это пески, глины, редко галечники; слоистость косая; трещины высыхания, следы капель дождя; следы животных и пр. Подводная часть дельты характерна присутствием песка и глины, прослоями известняков, косой слоистостью; сортировка материала хорошая. Дельтовые отложения умеренных широт имеют серый и буроватый цвет; в тропических областях – яркие пестрые (зеленые и красные) окраски. В речных дельтах обычны скопления остатков наземных позвоночных и растений, пресноводных беспозвоночных, принесенных течением. Здесь же встречаются и морские ископаемые.

Лагунные отложения. Для нормальносоленых или опресненных лагун характерно развитие илов и тонких песков обычно серого цвета, углистых или битуминозных, иногда с пиритом, указывающим на сероводородное заражение, известняки редки.

В областях интенсивного длительного испарения и при постоянном притоке морской воды формируются осолоненные лагуны. В таких лагунах терригенный материал представлен тонким песком и глиной; чем их меньше, тем чище соли. В них образуются хемогенные осадки, дающие начало породам группы известняк – доломит, прослоям ангидрита, гипса, галита и карналлита.

В условиях влажного климата, как в тропиках, так и в умеренных зонах, возникают опресненные лагуны. В этих лагунах накапливается тонкий песчаный и глинистый материал, принесенный с суши и обогащенный органическим веществом; при заболачивании в них образуются прослой торфа или сапропеля. Толщины лагунных отложений невелики.

Морские отложения. Фациальный анализ отложений бывших морских бассейнов позволяет наметить контуры этих бассейнов, а также выявить биономические зоны. Особенно важным является установление литорали, указывающей на береговую линию. Ниже

приводятся характерные признаки всех биономических зон современных морских бассейнов, знание которых необходимо для восстановления аналогичных зон в ископаемых водоемах.

Литораль – зона, расположенная между уровнями прилива и отлива. По специфическому комплексу организмов она лучше выражена в умеренных зонах. Наибольший размах вертикальных отметок около 16 м, а ширина – первые километры; средняя ширина литорали 10 – 15 м. Характеризуется богатой растительностью. Зона аккумуляции осадков.

Для литорали характерно: периодическое осушение, наличие сильных движений воды, хорошая освещенность, осадки весьма разнообразны и находятся в прямой зависимости от рельефа прилегающей суши и климата.

Галечники практически немые и мало известны вдоль берегов эпикон-тинентальных морей. Пески, развитые в зоне прибоя, имеют косую слоистость и скопление битой и окатанной ракушки. Пески обычно большой толщины, илистые прослои отсутствуют (в связи с постоянным перемывом материала).

Глины, развитые в защищенных от волнения и прибоя местах, имеют незначительную толщину, плохо сортированные (нередки песчаные и гравийные зерна), обычно битуминозные. Встречается глиняная галька («окатыши»), а на поверхности осадка – следы капель дождя, ползания и хождения различных, в том числе, и наземных, животных, трещины и многоугольники высыхания.

Для литорали характерны различные известняки биогенного происхождения. Фораминиферовые известняки сложены раковинами крупных бентосных форм. Известняки-ракушняки состоят из обработанной волнами, часто битой разнообразной ракушки. Коралловые, мшанковые, водорослевые известняки слагают береговые рифы на небольших глубинах в зоне интенсивного движения воды.

Одним из биономических признаков литорали является наличие в осадках скелетов наземных форм совместно с морскими. Для этой зоны характерны береговые валы, состоящие из перебитой и окатанной ракушки, песка, гравия и гальки, а также намывные валики, которые располагаются параллельно берегу водоема и содержат сортированные и закономерно ориентированные раковины и другие остатки организмов.

Встречаются следы жизнедеятельности роющих организмов, обитающих на литорали: норы роющих морских раков, червей-пескожилов, двустворок и беззамковых брахиопод; норки камнеточащих двустворок; следы наземных позвоночных и птиц, оставленные на мягком грунте во время отлива. Раковины гастропод, служившие домиками ракам-отшельникам, обычно потерты в определенных местах.

Органический мир литорали зависит от состояния грунта и подверженности берега прибою. Скальные литорали населены усоногими раками, гастроподами, крабами, полихетами, морскими ежами. Также они заселены асцидиями, фораминиферами, зелеными, бурыми и красными водорослями (часто известковидными), кораллами, губками, мшанками. Кишечнополостные, губки и мшанки тяготеют к нижней части зоны и участвуют в построении рифов. Песчаные и илисто-песчаные литорали населены значительно беднее, особенно прибойные пляжи; здесь известны высшие ракообразные, черви, гастроподы и двустворки. На участках слабого развития прибоя органический мир представлен теми же группами, но несколько богаче; в таких местах появляются водоросли. Повсюду живут рыбы.

Сублитораль – зона в пределах шельфа от нулевых отметок до –200 м. Ширина этой зоны зависит от ширины шельфа. Сублитораль может быть разделена на две части: верхнюю (освещенную) с колониальными кораллами, известковыми и другими водорослями и нижнюю (слабо освещенную) с бедной растительностью. Верхняя граница сублиторали четко определяется по смене комплексов видов. Зона аккумуляции осадков. Галечники редки; обычно это скопления неподвижной гальки с песчаным или илистым заполнителем. Пески распространены значительно шире, обычно умеренной толщины, с параллельной слоистостью, мелкозернистые.

Глины распространены очень широко, имеют большую толщину, параллельную слоистость. В верхах зоны они обычно песчанистые, в нижней части – известковистые. В отдельных впадинах или даже в обширных бассейнах, расположенных над погруженными частями шельфа (глубже –100 м), при отсутствии донных течений накапливаются темные илы, обогащенные органическим веществом, кремнеземом и карбонатом кальция. Для подобных отложений характерны: наличие пирита, своеобразных ископаемых остатков – водорослей, обилие планктонных и однообразных донных животных.

Известняки как биогенного, так и хемогенного происхождения. Коралловые известняки могут слагать крупные барьерные рифы в верхней части зоны; ниже (до –50 м) встречаются водорослево-мшанковые рифы-онкоиды, известные в редких климатических поясах и в водах различной солености. Рифовые известняки массивные, большой толщины, но занимают небольшую площадь. Известняки-ракушники формируются либо из мертвых разнообразных раковин, принесенных донными течениями, либо из однообразных в видовом отношении раковин, образующих прижизненное скопление (банки) в верхней части зоны, на глубине нескольких метров.

Слоистые известняки образуются на разных глубинах за счет накопления обломочного карбонатного материала (как, например, вокруг рифовых массивов), химического осаждения и накопления остатков скелетных элементов организмов.

Для сублиторали характерны такие биономические признаки, как обилие ископаемых остатков организмов, принадлежащих разным типам животного царства, сравнительно хорошая сохранность скелетов, наличие осколков различных известковых водорослей (зеленых и красных).

Можно считать, что литораль и сублитораль соответствуют мелкой части шельфа.

Псевдоабиссаль – зона в пределах шельфа от глубин –200 до –500 м; развита спорадически. Характерно смешение тонких терригенных и пелагических осадков (образование гемипелагических илов), а также обедненный состав донной фауны и ее относительно глубоководный облик: тонкостенные раковины у моллюсков и других донных организмов, наличие в осадках раковин планктонных фораминифер и прочих организмов.

Батиаль – зона, приуроченная к материковому склону от глубины –200 (500) до –3000 м. Населена относительно бедной и специфической фауной. Верхняя граница батиаля определяется по смене видов. Батимальные осадки отличаются тонким составом; илы часто имеют темный цвет, обусловленный рассеянным органическим веществом или пиритом. Иногда это зона денудации, перемещения осадков, действия мутьевых потоков.

Абиссаль – зона в пределах океанского ложа в интервале глубин от –3000 до –6000 м. Фауна эндемичная глубоководная, представленная главным образом иглокожими, червями и членистоногими. Абиссальные осадки представлены разнообразными илами и отложениями мутьевых потоков. Фораминиферовые илы накапливаются на глубинах от –3000 до –4500 м и состоят из раковин планктонных фораминифер, птеропод, иногда кокколитофорид и содержат примесь глинистого материала. Кремнистые илы (радиоляриевые и диатомовые) распространены на глубинах более 4500 м. На этих же глубинах встречается красная глубоководная глина, представляющая собой очень тонкий осадок с повышенным содержанием соединений марганца и железа. Отложения мутьевых потоков накапливаются у подножия континентального склона и, вероятно, в глубоководных желобах; для этих отложений типична градиационная слоистость (чередование пачек осадков, в каждой из которых крупность обломочного материала постепенно уменьшается снизу вверх), повторение в разрезе пачек с такой слоистостью, наличие обломков уплотненных глин и следы подводных оползней.

Считают, что батимальные и абиссальные отложения распространены среди пород разного возраста относительно широко; однако доказать их глубоководное происхождение

достаточно трудно. В связи с этим следует учитывать весь комплекс литологических и биомических признаков, пространственное положение пород и их соотношение с иными генетическими типами разновозрастных образований. Вероятно, флишевые толщи обязаны своим происхождением действию мутьевых потоков.

Для современных образований этого типа характерно почти полное отсутствие донной фауны, наличие остатков планктонных и нектонных организмов.

Оборудование и материалы

В лабораторной работе, помимо описаний разрезов горных пород, приведенных в приложении 1, используется топографические схемы, на которую нанесены положения точек разрезов осадочных пород (рисунок 13).

Задания

На литолого-фациальном разрезе показывается соотношение фаций в пределах слоя пород заданного возраста и делается литологическая характеристика каждой отдельной фации. Подобные разрезы могут нести элементы палеогеографического характера – например, профиль древнего рельефа (палеорельефа).

Студенту предлагается определенная линия разреза, проходящая через несколько точек. На листе бумаги размером 20х30 см строится разрез, горизонтальный масштаб которого соответствует масштабу карты, а вертикальный – в 5, 10 и 20 раз крупнее. Оформление литолого-фациального разреза такое же, как и разреза геологического (рисунок 14). Составление разреза следует проводить следующим образом:

1 На нулевую линию, которая принимается за кровлю толщи пород заданного возраста, нанести точки, через которые проходит линия разреза.

2 Из каждой точки провести вертикально вниз прямые линии. На линиях, в выбранном вертикальном масштабе, отложить толщины пород заданного возраста. Это позволит наметить целый ряд точек на подошве толщи; линия, соединяющая эти точки, будет представлять собой ее подошву. В ряде точек интересующие нас породы могут отсутствовать; в этом случае выклинивание толщи следует показать на половине расстояния между соседними точками, в которых присутствуют и отсутствуют эти породы.

3 В каждой точке показать в виде небольшой колонки, используя принятые для этой цели условные знаки, строение толщи пород заданного возраста.

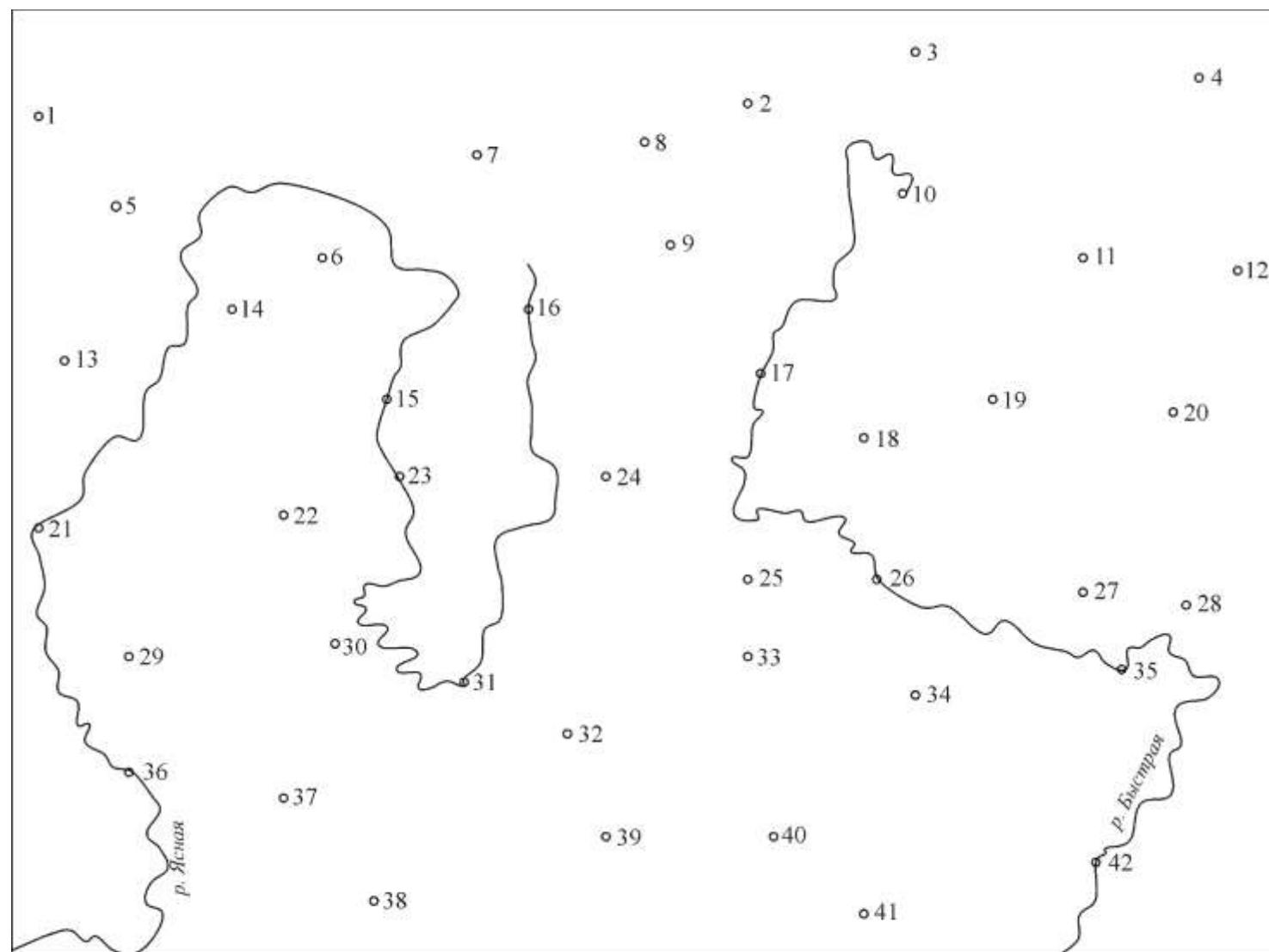


Рисунок 13 - Топографическая схема расположения точек наблюдения

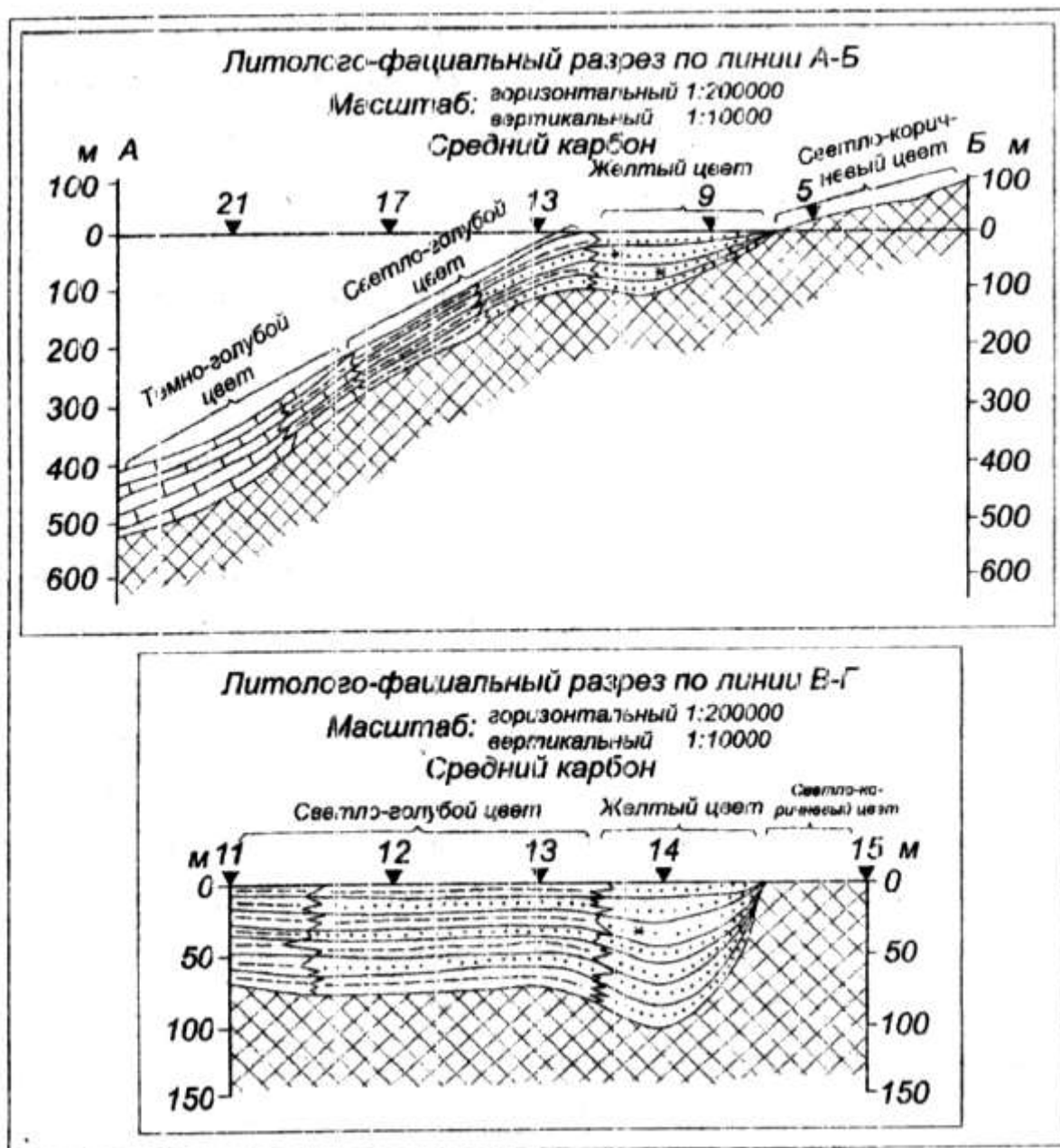


Рисунок 14 - Примеры литолого-фашиальных разрезов по И.А. Гречишниковой, Е.С. Левицкому, условные обозначения на рисунках 8 - 11

4 Сравнить строение разреза в каждой точке; выделить участки в пределах толщи с одинаковыми литологическими и палеонтологическими особенностями (т. е. выделить фации). Границы между соседними фациями показать в виде зигзагообразной ломаной линии, перпендикулярной к подошве и кровле толщи.

5 Показать на разрезе литологическую и палеонтологическую особенности каждой фации. Следует помнить, что накопление каждого слоя в начале рассматриваемого отрезка времени идет либо параллельно поверхности основания по всей территории (если процессы накопления осадков на данном этапе продолжают таковые предыдущего), либо каждый

кроющий слой распространен шире подстилающего (когда имеет место трансгрессия моря от участков погруженных к участкам возвышенным). Аналогичная картина наблюдается и в верхней части толщи соответственно при непрерывно продолжающемся процессе осадконакопления и при регрессии моря. В том случае, когда при параллельном напластовании от участка к участку меняется толщина, следует пропорционально изменять толщину каждого показываемого на разрезе прослоя.

6 Раскрасить разрез в принятых для литолого-палеогеографических карт цветах, с тем, чтобы показать условия формирования каждой фации.

7 Все породы, имеющие возраст древнее избранного возрастного интервала и образующие основание, на котором происходят процессы накопления осадков или размыва, показать перекрещивающейся штриховкой. Литолого-фациальный разрез можно также составить, используя литолого-палеогеографическую карту (см. лабораторную работу № 5). В этом случае рекомендуется дополнить разрез профилем палеорельефа, существовавшего в конце рассматриваемого отрезка времени. Этот профиль должен отражать самые общие представления о палеорельефе, базирующиеся на анализе фаций и всей палеогеографической обстановки. Условно принимаем отметки гористой суши более +200 м, холмистой размываемой: суши от 0 до +200 м, области континентального осадконакопления 0 м, мелкой части шельфа (литорали и сублиторали) от 0 до –200 м, глубокой части шельфа (псевдоабиссали) от –200 м до –500 м. При определении подошвы толщи учитывается не только ее толщина по отдельным скважинам (обнажениям), но и изопакиты (линии равных толщин). Найденная в какой-либо точке на линии разреза толщина слоя откладывается в выбранном вертикальном масштабе от профиля палеорельефа. Точки пересечения линии разреза и фациальных границ находим по карте, переносим на разрез и проводим границы фаций. В остальном построение ведется, как в первом случае.

Содержание отчета

В отчете следует отразить: цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислить условия образования основных типов осадочных пород.
- 2 Как влияет глубина бассейна на формирование осадочных пород?
- 3 Перечислить фациальные признаки осадочных отложений.
- 4 Последовательность операций при построении фациального разреза.

Литература: [1, 2]

Лабораторная работа № 8

СОСТАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ (ИЗУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОТЛОЖЕНИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОРСКИХ ТЕЧЕНИЙ)

Тема: Методы восстановления древних физико-географических обстановок

Цель: приобретение практических навыков определения генетических типов отложений, древних климатических условий, направления морских течений.

Теоретическая часть

Нередко методы восстановления палеогеографических обстановок отождествляют с фациальным анализом, понимая под ним метод восстановления древней географической обстановки по горным породам и содержащимся в них окаменелостям.

Понятие о фациях было введено в геологию А. Грессли в 1838 году, а позднее расширено Н. А. Головкинским в 1868 году для выражения изменения состава отложений определенного стратиграфического уровня на всей площади их распространения. За прошедшие почти полтора столетия термин «фация» по-разному трактовался и воспринимался исследователями. Одни полагали, что фация – это особенность осадков, указывающая на условия их образования, а другие, что это физико-географические условия, в которых накопились соответствующие типы осадков. Вместе с тем фации неразрывно связаны с определенными стратиграфическими интервалами разреза. Наиболее полно и объективно отразили сущность понятия «фация» Д. Е. Наливкин (1956), Г. Ф. Крашенинников (1971) и В. Е. Хаин (1973). В их представлении фация – это комплекс отложений, отличающихся составом и физико-географическими условиями образования от соседних отложений того же стратиграфического уровня [2, 3]. Общим понятием, не имеющим стратиграфического содержания, является генетический тип. *Генетический тип* – это более широкий комплекс отложений, образованных в определенных физико-географических условиях (элювиальный, делювиальный, пролювиальный, аллювиальный, прибрежно-морской и т. д.).

В пределах суши, наряду с денудационными процессами, происходит образование кор выветривания и накопление осадков в различных по генезису, размерам и форме впадинах. Формирование осадков идет в долинах рек, в озерных котловинах, в зонах распространения ледников и в областях наземной вулканической деятельности. Континентальные осадки характеризуются неустойчивым вещественным составом, различной толщиной,

структурами и текстурами и сильной изменчивостью в латеральном направлении. Основные типы пород – обломочное и глинистые, реже присутствуют биогенные (угли) и хемогенные (известняки и соли). Это обусловлено тем, что в процессе дифференциации на суше концентрируются только продукты начальных стадий размыва и выветривания, а тонкообломочные и растворимые соединения в большинстве случаев выносятся в морские бассейны.

Районы накопления континентальных отложений располагаются чаще всего недалеко от области сноса. Ввиду того, что перемещение продуктов разрешения материнских пород происходит на небольшие расстояния, среди континентальных отложений преобладают грубообломочные, плохо отсортированные и слабоокатанные образования. Большинство континентальных отложений, исключая осадки болот, заболоченных пойм и озер, накапливаются в условиях свободного доступа кислорода и поэтому они обогащены окисными соединениями железа. Слоистость отложений разнообразная. Наряду с неслоистыми (морены и обвальные образования) распространены косо- и горизонтально-слоистые толщи.

Для континентальных отложений характерна связь с зональным типом климата. В ледовом типе климата основными источниками осадочного материала являются физическое выветривание и транспортировка обломочного материала льдом, талыми водами и ветром. Низкие температуры обуславливают практически полное отсутствие биогенных осадков и химической переработки материала.

В гумидном типе климата наряду с процессами механической дезинтеграции исходных пород принимают участие биологические и химические процессы. Перенос материала осуществляется в виде растворов, взвесей и перекачиванием по дну рек. Осаждение происходит как в процессе переноса, так и в конечных бассейнах стока. Легкорастворимые соединения выносятся в крупные внутриконтинентальные и морские бассейны. Осадки гумидной области разнообразны: это галечники, пески, алевроиты, глины, карбонаты, лигниты и бурые угли. Для литогенеза в гумидном климате характерны высокие концентрации железа, марганца, алюминия, органического углерода, серы, элементов-гидролизатов и т. д.

Аридный тип литогенеза характеризуется отсутствием осадков, обогащенных органическим углеродом, присутствием легкорастворимых солей и соединений. Большим распространением наряду с полимиктовыми неотсортированными отложениями пользуются хемогенные, в частности, карбонаты, гипсы и соли.

Наиболее полная классификация континентальных отложений разработана Е. В. Шанцером (таблица 2). Континентальные отложения могут быть сгруппированы следу-

ющим образом: элювиальные, речные, озерные, болотные, ледниковые, пустынные и вулканогенные. Вместе с тем, каждая из перечисленных групп включает несколько генетических типов, связанных между собой. Большим распространением среди осадочных толщ пользуются отложения морского происхождения. Они характеризуются устойчивым составом на значительной площади и обилием разнообразных морских органических остатков. На состав и строение морских фаций большое влияние оказывают климат, гидрохимический и гидродинамический режимы морских бассейнов, характер подводного рельефа и окружающей суши, состав и объем твердого стока, вулканизм и тектонические условия. Классификация генетических типов морских отложений представлена в таблице 3.

Таблица 2 – Классификация генетических типов континентальных осадочных образований по Е.В. Шанцеру [2]

Парагенетический ряд	Парагенетическая группа		Генетический тип
I Элювиальный	а. Почвы		почвы
			автохтонные торфяники
	б. Кора выветривания		элювий
II Склоновый (коллювиальный)	а. Гравитационные отложения	а) подгруппа коллювия обрушения	обвальные накопления
			осыпные накопления
		б) подгруппа коллювия сползания	оползневые накопления
			солифлюкционные накопления
	б. Делювиальные отложения (коллювий смывания)		делювий
III Водный	а. Отложения русловых потоков (флювиальная)		пролювий
			аллювий
	б. Озерные накопления (лимническая)		озерные накопления
IV Ледниковый (гляциальный)	а. Ледниковые отложения		краевые морены
			основные (конечные) морены
	б. Водно-ледниковые	а) подгруппа ледниково-речная (флювиогляциальная)	внутриледниковые накопления
			приледниковые (перигляциальный)
		б) подгруппа ледниково-озерная	озерно-ледниковые (лимногляциальные) отложения
V Эоловый			эоловые пески
			эоловые лессы
VI Подземно-водный	а. отложения пещер (субтерральная)		пещерные отложения
	Б. отложения источников (фонтальная)		туфы и травертины

Характер морских фаций в значительной степени изменяется с глубиной, и нередко по мере удаления от берега терригенные осадки становятся более тонкозернистыми, изменяется состав фауны, особенно бентосных форм. Наблюдается уменьшение количества знаков ряби, исчезают водоросли. Рельеф морского дна обуславливает распространение течений, регулирует возникновение котловин с застойными водами, влияет на распреде-

Таблица 3 – Классификация генетических типов морских отложений по В.Т. Фролову [2]

Генетический ряд	Генетическая группа	Генетический тип
Накопления аллотигенного и переотложенного материала (отложения миграционного потока)	Подводно-коллювиальная	Подводно-обвальный
		Подводно-осыпной
		Подводно-оползневой
		Подводно-солифлюкационный (?)
	Волновая	Прибойного потока
		Участков волнения
	Течений	Приливно-отливный
		Речных выносов
		Вдольбереговых течений
		Стоковых течений
		Донных течений
		Суспензионных потоков
		Мутьевых потоков
	Застойных вод	Лагунный
		Западин и затишных участков
		Пелагический
	Подводно-ледовая (мариногляциальная)	Льда берегового припоя
		Подводных морен (акваморен)
		Айсберговый
	Подводно-вулканогенная	Туфы, туффиты, отложения гидротерм
Накопление седиментогенного (аутигенного) материала	Органогенная	Отложения подводных лугов
		Рифовые образования
		Ракушняковые банки
		Планктоногенный
Накопление остаточного и преобразованного материала	Хемотрогенно-седиментогенная	Отложения активной гидродинамики
		Отложения спокойных вод
	Остаточные накопления	Каменистые развалы
		Горизонты конденсации
		Ихтиолиты; твердый грунт
	Подводно-элювиальная	Подводная кора выветривания

ление хемотрогенных и терригенных осадков. На подводных возвышенностях в связи с сильной подвижностью вод формируются более крупнозернистые осадки.

От рельефа прилегающей суши зависит состав и объем выносимого в море обломочного материала. При пологом рельефе выносятся продукты глубокого химического преоб-

разования горных пород и относительно более тонкозернистый материал, а при расчлененном рельефе – грубообломочные разности. Обособление морей, возникновение лагун и заливов приводит к нарушению солевого и газового режима и к изменению состава органического моря. Характерной особенностью отложений, возникших в зоне перехода от континента к морю, является их образование в водоемах с нарушенной соленостью. К данной группе относятся фации дельт, лагун и лиманов. Различная соленость в пределах лагуны в той или иной степени отражается на видовом составе организмов. В отложениях лагун наиболее часто захоронены остатки известковых водорослей, беззамковых брахиопод, остракод, ракообразных, мшанок, двустворчатых и брюхоногих моллюсков и рыб.

Фации переходной группы возникают вблизи равнинной и возвышенной частей суши и поэтому в их составе могут присутствовать грубообломочные образования. Для них характерны в основном песчано-глинистые отложения, но довольно часто встречаются соленосные, гипсоносные, хемогенные и органогенные карбонатные осадки.

Для правильного установления генезиса особую ценность приобретает анализ совокупности признаков или комплексное исследование отложений. В большинстве случаев отдельные признаки могут истолковываться по-разному, а иногда практически не дают определенных указаний на условия образования осадка. Вместе с тем нельзя ограничиваться только комплексным изучением отдельных пород, а желательно проследить и выявить характер переходов одновозрастных, но разнофациальных отложений и условия образования всего парагенезиса, составляющего отдельные разрезы или группы разрезов. Таким образом, выявление и исследование взаимных переходов одновозрастных отложений на площади – это фациальный анализ и один из главных методических приемов генетического анализа осадочных пород и толщ, а фации – основные звенья в этой работе.

Важнейшими критериями при фациальном анализе являются следующие:

1 Тип и вещественный (химический и минеральный) состав пород (осадков), включая аутигенные минералы, конкреции и особенности цемента.

2 Гранулометрия породы, ее цвет, структура, состав обломков, их окатанность, характер поверхности напластования и размыва, следы перерывов в осадконакоплении, ориентировка обломочных компонентов и органических остатков, присутствие подводных оползневых деформаций и нептунических даек.

3 Текстурные особенности – типы и характер слоистости и слойчатости, изучение цикличности и ритмичности осадочных и осадочно-вулканических толщ.

4 Формы залегания пород, их толщины; характер переходов в другие породы.

5 Палеонтологические особенности. Состав, сохранность и распределение фауны и флоры. Соотношение между отдельными группами и сообществами, следы жизнедеятельности организмов, степень сохранности следов роющих животных и их особенности.

6 Наличие минералов-индикаторов солености и газового режима водоемов, геохимические особенности осадочных толщ.

7 Кислотно-щелочные и окислительно-восстановительные условия. Определение Eh, pH, содержание окисных и закисных форм железа.

8 Определение соотношения изотопов кислорода, стронция, серы, углерода, палеотермометрические данные (магнезиальный, изотопный, стронциевый методы), присутствие вулканогенного и метеоритного материала.

Палеогеографическая карта – карта, на которой изображена физико-географическая обстановка в областях размыва и отложения осадков, существовавшая в течение отдельного, по возможности минимально короткого промежутка геологического времени.

Палеогеографические карты, как правило, строят на современной топографической основе. Ввиду неполноты геологической летописи они в значительной степени гипотетичны, в связи с чем рекомендуется выбирать для них масштаб в 2 – 5 раз мельче, чем масштаб исходных геологических карт. Палеогеографические карты тем более точны и достоверны, чем больше фактических данных (естественных и искусственных обнажений горных пород) положено в основу карты и чем более равномерно на площади распределены эти фактические данные. Следует четко отделять фактический материал от предполагаемых данных, так как палеогеографические карты являются важным геологическим документом, по которому ведется прогнозирование поисков полезных ископаемых.

Составление палеогеографических карт проводится в следующей последовательности:

1 Среди изучаемых толщ производят выделение стратиграфической единицы, отвечающей выбранному временному интервалу. При этом используются все палеонтологические и непалеонтологические методы определения относительного возраста, а также методы радиогеохронологии.

2 Определяют площади распространения выбранного одновозрастного, но разнофациального комплекса, проводят фациальный анализ и выделяют фации. В этом случае путем изучения состава пород, их структурных и текстурных особенностей (литологический анализ), а также путем углубленного всестороннего исследования содержащихся в породах ископаемых остатков организмов (биомический анализ) устанавливают характерные особенности фаций, указывающих на условия образования осадка в течение выбранного отрезка, времени.

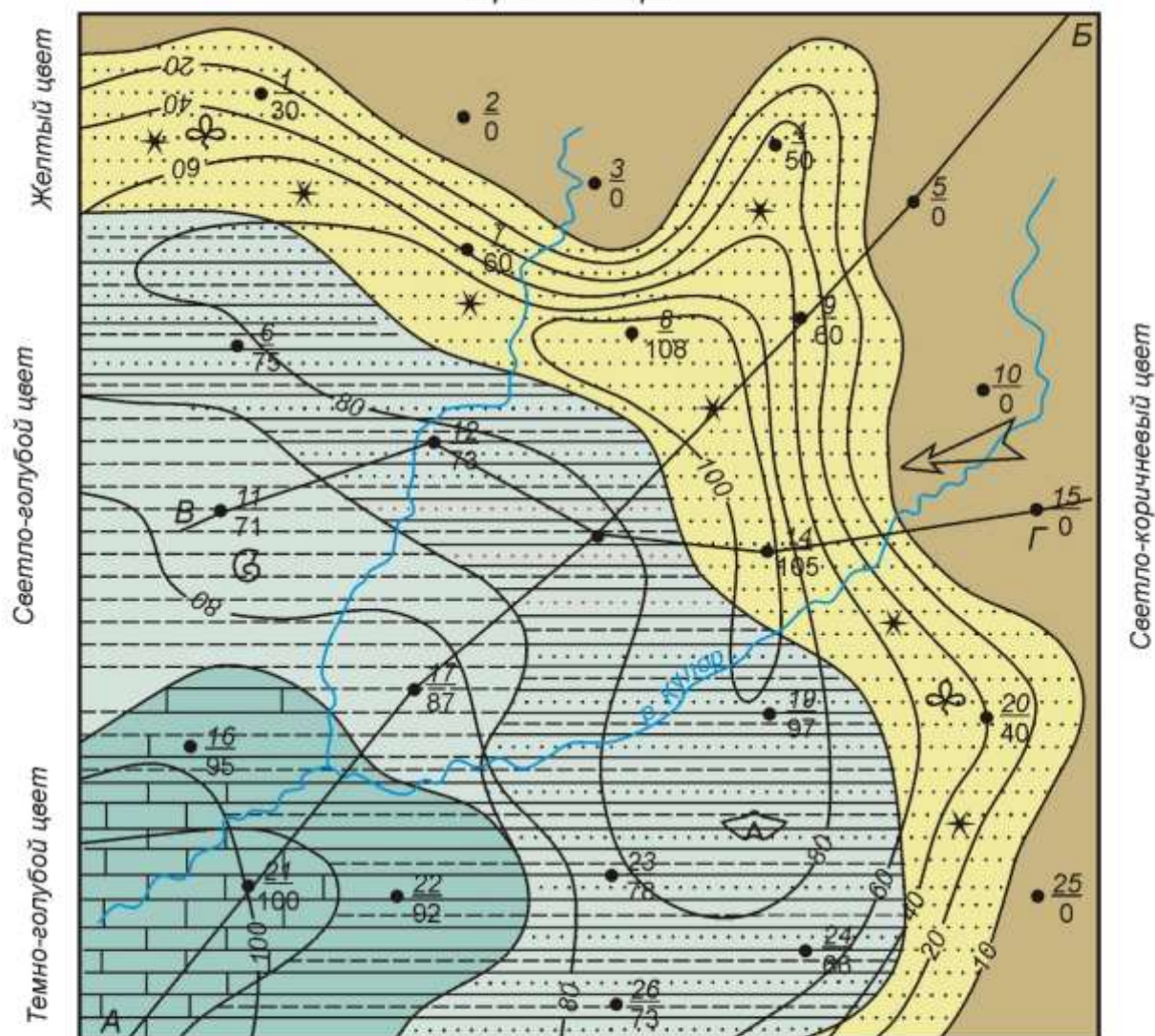
3 Опираясь на сравнительно-исторический принцип (являющийся современным развитием принципа актуализма), восстанавливают физико-географическую обстановку древней суши (в областях размыва и накопления осадков) и разнообразных морских бассейнов.

На карте различным цветом показывают (рисунки 15, 16) моря открытые с нормальной соленостью вод; внутренние моря, заливы и лагуны с повышенной соленостью вод; прибрежные равнины, временами заливавшиеся водами моря; внутриматериковые равнины; озера пресные и болота; горные подножия; размываемую сушу. Так как палеогеографические карты не представляют собой отражения физико-географической обстановки в какой-то момент времени, а отражают усредненные условия, имевшие место в течение более или менее длительного этапа развития данного участка Земли, на них выделяют в силу необходимости участки, где обстановка периодически менялась в течение этого этапа.

При реконструкции древних морских бассейнов прежде всего устанавливают положение береговой линии. Это возможно только в том случае, если существуют отложения или другие следы литорали. Если рельеф прилегающей суши был возвышенным, ширина литорали ничтожно мала и граница суши и моря должна быть проведена через ту точку, где есть отложения литорали. В случае плоского никого рельефа прилегающей суши ширина литорали может быть значительной, положение береговой линии расплывчато и следует выделять лишь зону, в пределах которой была расположена береговая линия. Кроме того, восстанавливают рельеф дна и глубину бассейна. Определение глубины бассейна в метрах является очень сложной и в настоящее время редко решаемой задачей. На карте следует выделять мелкий шельф (литораль и сублитораль, глубина от 0 до 200 м), глубокий шельф (псевдоабиссаль, глубина от 200 до 500 м), континентальный склон (батиаль, глубина более 500 м).

Необходимо определить физико-химические особенности бассейна (соленость, газовый и температурный режимы), а также его гидродинамические условия (волнения, донные течения и их направление). *Определение солености морского бассейна.* В настоящее время нормальная соленость морской воды равна 3,5% или 35 ‰. В геологическом прошлом она была, вероятно, несколько меньше. Соленость ископаемого водоема можно считать нормальной, если его осадки (породы) содержат богатый и разнообразный в систематическом отношении фаунистический комплекс, который состоит из представителей различных типов животного мира и особенно тех его групп, которые в настоящее

Литолого-палеогеографическая карта бассейна р. Кулор
Средний карбон



Условные обозначения

Темно-голубой	- море, глубокий шельф;		- известняк;		- брахиоподы;
Светло-голубой	- море, мелкий шельф;		- чередование аргиллитов и известняков;		- моллюски головоногие;
Желтый	- суша, аккумулятивная прибрежная равнина;		- границы фаций;		- главное направление сноса материала;
Светло-коричневый	- суша размываемая;		- изопахиты;		- обнажения пород (номер в числителе, толщина в знаменателе);
	- песчаник;		- наземные растения;		- линии разреза.
	- аргиллит;		- первичная красноцветность;		

Рисунок 15 - Пример литолого-палеогеографической карты по И.А. Гречишниковой, Е.С. Левицкому [1]

Динамика среды переноса и накопления осадка



Палеогеографические обстановки

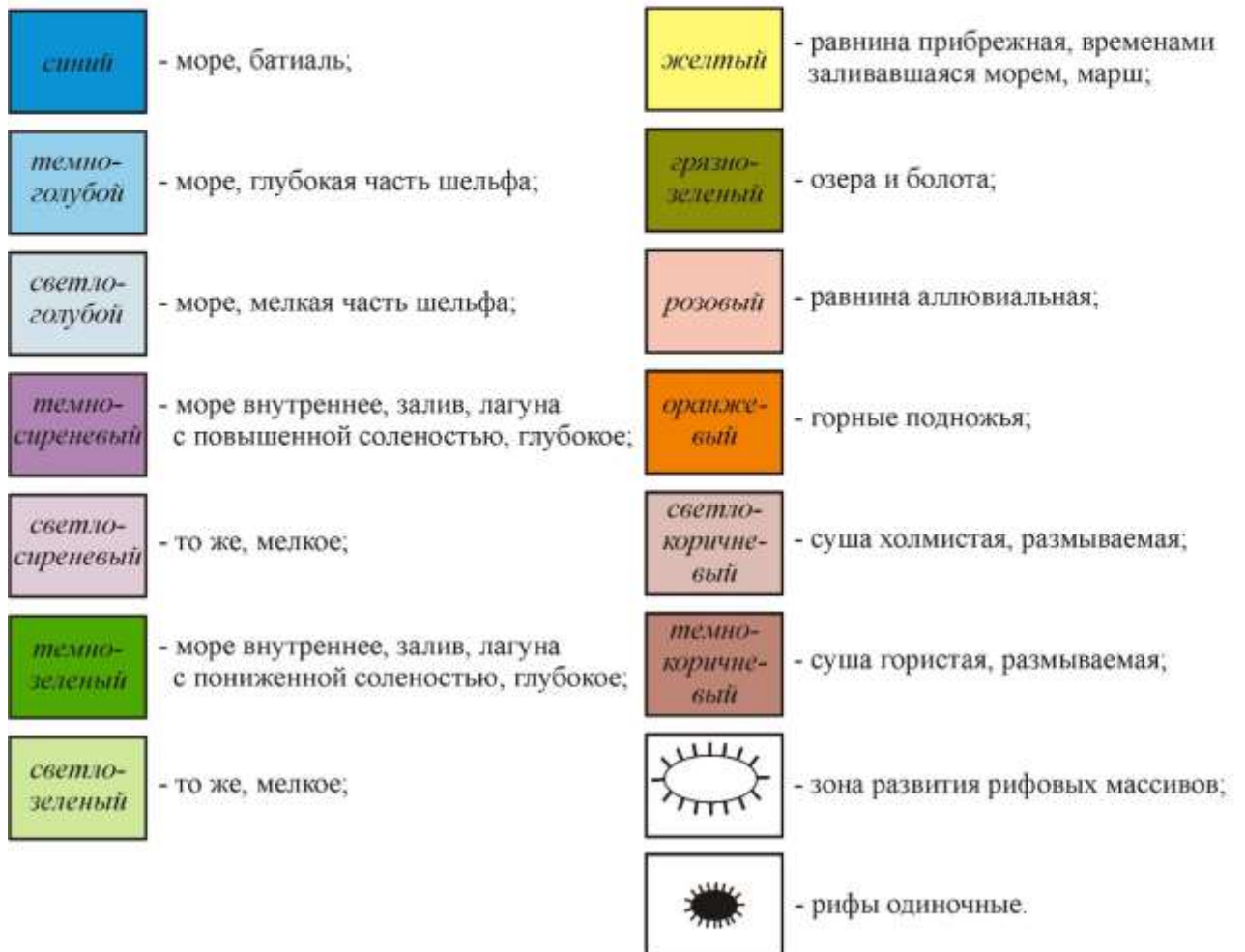


Рисунок 16 - Условные обозначения для палеогеографических карт

время являются стеногалинными (головоногие моллюски, иглокожие, рифостроящие кораллы, птероподы и т. д.). Отклонение от нормальной солености в сторону ее уменьшения (опреснение) или увеличения (осолонение) приводит к обеднению систематического состава фауны, угнетению ее представителей (к уменьшению размеров, упрощению скульптуры).

В осадках таких водоемов отсутствуют стеногалинные формы, но широко представлены эвригалинные (двустворки, гастроподы и др.). Для последних характерен однообразный родовой и видовой состав при очень большом количестве особей.

Решить по палеонтологическим данным какой был бассейн – опресняющийся или осолоняющийся – достаточно трудно. На опреснение указывают постепенное сокращение и исчезновение нормально-морских групп организмов и появление форм, способных обитать в пресных или полупресных водах, бедность видами, но богатство особями. В опресненных морях существуют рифы, но строят их водоросли и мшанки без участия кораллов. В осолоняющихся бассейнах происходит массовая гибель организмов, и лишь немногие виды членистоногих продолжают жить в значительно осолоненных водах. Цитологические данные в сочетании с палеонтологическими позволяют уточнить характер солености древних морских водоемов. Отсутствие коралловых рифогенных известняков или уменьшение разнообразия известняков вообще (сохраняются лишь ракушняки и глинистые разности) говорит об опреснении. Наличие в породах гипса и ангидрита, а также появление в разрезе доломитов или доломитизированных известняков указывают на существование в прошлом осолоняющегося бассейна.

Определение климатических условий. Температурный режим морских вод находится в прямой зависимости от географического положения бассейна (широтной зональности). Температура поверхности воды океана в экваториальной области в настоящее время достигает 27 – 30°C. Если удаляться от экватора на север или на юг, то температура воды постепенно уменьшается и в приполярных областях опускается ниже нуля. Понижение температуры происходит также с глубиной. Даже в тропической области на глубине 1000 м она равна 4 – 5°C, а на больших глубинах 1,87 – 2°C.

Для водных организмов благоприятна относительно высокая температура воды, так как в теплой воде все жизненные процессы протекают наиболее интенсивно. Поэтому комплексы организмов теплых и холодноводных морей будут качественно и количественно отличаться друг от друга.

Для *тепловодных* (тропических) *морей* характерно разнообразие фауны и флоры и наличие устричных банок – скоплений устриц, прикрепленных друг к другу. Устрицы живут на скальном грунте в мелководье современных теплых морей. Они размножаются при температуре не ниже 21°C. Очевидно, близкие условия обитания устриц были в мезозое и кайнозое. Банки, в отличие от скоплений перенесенной ракушки, образованы из целых раковин преимущественно одного вида; в таких скоплениях отсутствуют следы переноса и механической сортировки. Типично наличие рифостроящих кораллов, так как современные колониальные кораллы обитают исключительно в тропических морях при температуре

воды от 18,5 до 36°C. Толстостенные и богато скульптурированные грубоскладчатые раковины донных беспозвоночных также характерны для тепловодных морей. На это же указывают значительное количество и большое видовое разнообразие планктонных фораминифер и одноклеточных водорослей – кокколитофорид, иногда образующих целые пласты пород (писчий мел), или радиолярий, имеющих раковину в виде колпачка, шлема, плоского колокола с гранеными иглами.

Для *холодноводных морей* типична сравнительная бедность видового состава при богатстве представителей видов, тонкостенные и слабо скульптурированные раковины донных организмов. Наблюдаются недонасыщенность воды карбонатом кальция и ослабление у животных способности создавать массивные известковые скелеты. В таких морях обильны среди планктонных форм одноклеточные диатомовые водоросли, имеющие кремневые оболочки, беден родовой и видовой состав радиолярий. Последние имеют раковины своеобразного строения – узкие башенковидные, булавовидные и простые эллиптические.

Присутствие в ископаемом состоянии скелетных образований как тепловодных, так и холодноводных форм является основанием для суждения об отложении осадка на значительной глубине древних морей с высокотемпературным режимом поверхностных вод.

Определение направления морских течений. Морские придонные течения приводят к упорядоченному распределению на дне раковин погибших организмов. Если чашеобразные или блюдцеобразные, вогнуто-выпуклые раковины лежат на дне на выпуклой стороне, то более толстый конец раковины направлен против течения (очень слабого). Если у раковины отсутствуют выступы, то они всегда направлены против течения. Скелетные образования, имеющие цилиндрическую или удлиненную коническую форму (раковины ортоцератитов, тентакулитов, белемнитов и др.), ориентируются основанием (узким концом) против течения, если при переносе не трутся о дно, и основанием по течению, если они перекатываются по дну. На сравнительно больших глубинах (глубокий шельф) донные течения сохраняют свое направление длительное время. Поэтому о наличии их может свидетельствовать направление одинаково ориентированных раковин в следующих друг за другом слоях. На малых глубинах происходят частые изменения направления течений и поэтому раковины в двух соседних слоях могут иметь разную ориентировку.

При реконструкции древней суши указывают сначала области размыва (как устойчивые, так и временного типа источники сноса различного материала) и области аккумуляции. В характеристику суши входят: определение рельефа, распределение рек, направление их течения и место впадения в море (дельты), положение озер и болот, направление ветров, основные направления сноса обломочного материала, климатическая зональность.

Климатические условия на древних континентах можно установить по составу и морфологическим особенностям ископаемых растений. На жаркий и влажный (тропический) климат указывают отсутствие в древесине годовичных колец, сильно расчлененные листья и наличие особых воздушных корней. Умеренный климат определяется по годовичным кольцам в древесине, листопадности и слабо расчлененным простым листьям. Всегда созданию палеогеографических карт предшествует составление карт, на которых показано развитие по площади литологических разностей пород данного возраста и разнообразных ориктоценозов. Это фактический материал, положенный в основу географических построений; такие карты часто называют литофациальными или картами фаций. Штриховые знаки на них дают представление о различных типах пород, составе ориктоценозов, полезных ископаемых, наличии характерных специфических минералов, особенностях текстуры и цвета пород. Особые знаки указывают на местоположение рифовых массивов и вулканических аппаратов. Часто на палеогеографических картах сохраняют этот фактический материал; в таком случае получают литолого-палеогеографические карты. Они хорошо дополняются данными о толщинах пород, обычно выраженными изопахитами.

Оборудование и материалы

См. 2 и 4 лабораторные работы.

Указания по технике безопасности

См. лабораторную работу № 1.

Задания

Каждый студент получает на руки схему расположения на современной топографической основе пунктов, в которых изучены горные породы (естественных обнажений, горных выработок буровых скважин (рисунок 13)), а также описание стратиграфических разрезов по пунктам (приложение 1). Одновременно указывается определенный возрастной интервал, для которого должна быть составлена карта (схема). В задачу студента входит:

1 Определение площади распространения пород заданного возраста и выделение фаций. Черными штриховыми знаками обозначить в пределах каждого участка карты основные типы пород (осадков); отметить, по мере возможности, характерные особенности пород и окаменелостей.

2 Проведение литологического анализа.

3 Проведение биономического анализа.

4 Восстановление палеогеографической обстановки

Содержание отчета

В отчете следует обшить: цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач.

Контрольные вопросы

- 1 Какое влияние на осадконакопление оказывают климатические условия?
- 2 Особенности осадконакопления в морских условиях.
- 3 Особенности осадконакопления в континентальных условиях.
- 4 Перечислить основные критерии фациального анализа.

Литература: [1, 2]

Лабораторная работа № 9

СОСТАВЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ (ПОСТРОЕНИЕ ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ)

Тема: Методы восстановления древних физико-географических обстановок

Цель: приобретение практических навыков построения и анализа литолого-палеогеографических карт

Теоретическая часть

См. лабораторную работу № 7.

Оборудование и материалы

См. 4 и 6 лабораторные работы.

Указания по технике безопасности

См. лабораторную работу № 1.

Задания

1. Нанесение результатов анализа, полученных в ходе выполнения работы № 8, на карту (схему). Необходимо различным цветом показать палеогеографическую обстановку на разных участках территории в пределах карты и зафиксировать некоторую дополнительную палеогеографическую обстановку (направление ветра, снос обломочного материала и т. д.). Здесь следует использовать условные обозначения (рисунок 16).
2. Определение толщины рассматриваемого комплекса и характера ее изменения на различных участках площади (используя метод проведения линий равных толщин).
3. Описание палеогеографической обстановки (по специальному указанию преподавателя).

Содержание отчета

В отчете следует обшить: цель работы, краткое теоретическое обоснование и привести подробное решение предложенных задач. Защита работы проводится в устной форме.

Контрольные вопросы

1. Назовите последовательность операций при построении литолого-палеогеографической карты.

Литература: [1, 2]

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Короновский, Н.В. Историческая геология : учебник / Н.В. Короновский, В.Е. Хаин, Н.А. Ясаманов. – 4-е изд., стер. – М. : Академия, 2008. – 464 с. – Гриф: Доп. МО. – Библиогр.: с. 447 – 454. – 1500 экз. – ISBN 978-5-7695-5595-4

Дополнительная литература:

2. Хаин, В.Е. Историческая геология : учебник для вузов / В.Е Хаин, Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов. – М. : МГУ, 1997. – 448 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 302-303. - ISBN 978-5-691-00782-8

Приложение 1

Послойное описание разрезов для выполнения лабораторных работ № 2, 3, 4, 5

Точка 1

Слой 1 D ₃ fm ₁	На неровной поверхности пород нижнего палеозоя залегают алевролиты и грубые песчаники с остатками растений и скоплениями битой ракушки; горизонты глинистых известняков с кораллами и мшанками.....	15 м
Слой 2 C ₁ v ₂	На размытой поверхности слоя 1 залегают косослоистые песчаники с остатками наземных растений и алевролиты.....	30 м
Слой 3 C ₁ s ₁	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; слоистость параллельная; железистые оолиты, шамозит; мшанки, криноидеи.....	75 м
Слой 4 P	На размытой поверхности слоя 3 залегают известняки.....	20 м

Точка 2

Слой 1 D ₃ f ₁	Аргиллиты с редкими сидеритовыми стяжениями; прослой алевролитов и песчаников с остатками растений и двустворок...	94 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Чередующиеся слоистые, глинистые и доломитизированные известняки с ходами червей и мшанками.....	23 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Аргиллиты, глинистые и доломитизированные известняки с обильной морской фауной.....	40 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Известняки, мергели и аргиллиты; двустворки, мшанки, кораллы, ходы червей.....	110 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Известняки и доломиты с брахиоподами.....	57 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки, песчаники и аргиллиты; слоистость параллельная; глауконит; брахиоподы.....	50 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Темно-серые песчаники и алевролиты, часто углистые, с остатками наземных растений.....	10 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Серые аргиллиты с прослоями песчаников; брахиоподы, остатки растений.....	15 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Мелкозернистые кварцевые песчаники с линзами оолитовых известняков.....	23 м
Слой 10 P	На размытой поверхности слоя 9 залегают известняки.....	22 м

Точка 3

Слой 1 D ₃ f ₁	Аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников; остатки наземных растений, двустворки.....	130 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Чередующиеся глинистые и доломитизированные известняки с мшанками.....	19 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Известковистые аргиллиты и глинистые известняки, местами битуминозные и пиритизированные; тентакулиты.....	39 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Известняки, мергели и аргиллиты; обильные брахиоподы, мшанки, кораллы, криноидеи.....	170 м

Слой 5 C _{1t1}	Известняки и доломиты; слоистость параллельная; ходы червей-илоедов, брахиоподы.....	170 м
Слой 6 C _{1t2}	Известняки и аргиллиты серого цвета; обильные одиночные кораллы, мшанки.....	35 м
Слой 7 C _{1s1}	На размытой поверхности слоя 6 залегают косослоистые грубозернистые песчаники с остатками наземных растений; асимметричные знаки ряби.....	15 м
Слой 8 P	На размытой поверхности слоя 7 залегают известняки.....	33 м

Точка 4

Слой 1 D _{3f1}	Аргиллиты с редкими сидеритовыми стяжениями; прослой алевролитов и песчаников с растительными остатками, двустворками.....	160 м
Слой 2 D _{3f2}	Чередующиеся известняки и глинистые известняки с брахиоподами; прослой известковистых аргиллитов; рассеянные кристаллы пирита; редкие двустворки.....	27 м
Слой 3 D _{3fm1}	Известковистые аргиллиты и глинистые известняки, местами битуминозные; тентакулиты.....	73 м
Слой 4 D _{3fm2}	Серые известняки, мергели и аргиллиты; многочисленные морские беспозвоночные.....	187 м
Слой 5 C _{1t1}	Известняки и доломиты; обильные брахиоподы и мшанки.....	230 м
Слой 6 C _{1t2}	Светлые известняки и аргиллиты; масса мшанок и одиночных кораллов.....	27 м
Слой 7 C _{1v2}	На размытой поверхности слоя 6 залегают косослоистые песчаники и алевролиты серого цвета с остатками наземных растений.....	15 м
Слой 8 C _{1s1}	Косослоистые грубозернистые песчаники; остатки наземных растений; асимметричные знаки ряби.....	25 м
Слой 9 P	На размытой поверхности слоя 8 залегают известняки.....	50 м

Точка 5

Слой 1 C _{1v2}	На неровной поверхности пород нижнего палеозоя залегают серые песчаники и алевролиты с углефицированными остатками растений.....	25 м
Слой 2 C _{1s1}	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; слоистость параллельная; двустворки, мшанки и криноидеи.....	75 м
Слой 3 P	На размытой поверхности слоя 2 залегают известняки.....	30 м

Точка 6

Слой 7 C _{1v1}	На неровной поверхности пород нижнего палеозоя залегают серые косослоистые песчаники и алевролиты; остатки наземных растений.....	8 м
Слой 8 C _{1v2}	Серые косослоистые песчаники и углистые алевролиты.....	14 м

Слой 9 C _{1s1}	Мелкозернистые песчаники с прослоями оолитовых известняков; брахиоподы и криноидеи.....	45 м
Слой 10 P	На размытой поверхности слоя 3 залегают известняки.....	25 м

Точка 7

Слой 1 D _{3f1}	Серые алевролиты и песчаники с прослоями аргиллитов; цвет породы местами красный; остатки наземных растений, рыб и двустворок; косая слоистость, трещины высыхания.....	30 м
Слой 2 D _{3f2}	Переслаивающиеся песчаники и глинистые известняки с трилобитами и брахиоподами.....	18 м
Слой 3 D _{3fm1}	Алевролиты и грубые косослоистые песчаники с остатками растений; горизонты глинистых известняков с железистыми оолитами; кораллы и мшанки.....	20 м
Слой 4 D _{3fm2}	Песчаники с горизонтами глинистых известняков и аргиллитов; слоистость волнистая; обильные известковые водоросли	25 м
Слой 5 C _{1t1}	Песчаники обычные и грубозернистые с примесью гальки, остатки наземных растений; цвет пород желто-бурый; слоистость косая.....	30 м
Слой 6 C _{1t2}	Аргиллиты и песчаники; слоистость волнистая, симметричные знаки ряби, редкие брахиоподы.....	25 м
Слой 7 C _{1s1}	На размытой поверхности слоя 6 залегают мелкозернистые песчаники с прослоями известняков; брахиоподы и криноидеи...	40 м
Слой 8 P	На размытой поверхности слоя 7 залегают известняки.....	25 м

Точка 8

Слой 1 D _{3f1}	Зеленовато-серые алевролиты и песчаники с прослоями аргиллитов; цвет пород местами красный; остатки наземных растений, рыб; косая слоистость.....	70 м
Слой 2 D _{3f2}	Чередующиеся глинистые и доломитизированные известняки с морской фауной; зерна глауконита.....	15 м
Слой 3 D _{3fm1}	Аргиллиты, глинистые и доломитизированные известняки с колониальными кораллами.....	30 м
Слой 4 D _{3fm2}	Песчаники с горизонтами глинистых известняков и аргиллитов с морской фауной	50 м
Слой 5 C _{1t1}	Песчаники разномзернистые с прослоями гравелитов; остатки рыб и наземных растений; прослой известняков, мергелей и аргиллитов местами красного цвета.....	65 м
Слой 6 C _{1t2}	Известняки, песчаники и аргиллиты с глауконитом; брахиоподы.....	52 м
Слой 7 C _{1v1}	Темные песчаники и алевролиты с углистыми прослоями и отпечатками листьев и коры плауновых и папоротников; асимметричные знаки ряби.....	10 м
Слой 8 C _{1v2}	Серые косослоистые песчаники и углистые алевролиты.....	20 м
Слой 9 C _{1s1}	Мелкозернистые кварцевые песчаники с линзами оолитовых известняков.....	25 м
Слой 10 P	На размытой поверхности слоя 9 залегают известняки.....	20 м

Точка 9

Слой 1 D ₃ f ₁	Серые алевролиты и песчаники с прослоями аргиллитов; цвет местами красный; остатки растений, рыб; косая слоистость, трещины высыхания.....	65 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Переслаивающиеся песчаники и глинистые известняки с трилобитами и брахиоподами.....	18 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Алевролиты и грубые песчаники с остатками растений и скоплениями битой ракушки; горизонты глинистых известняков с железистыми оолитами; мшанки и кораллы.....	24 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Песчаники с горизонтами глинистых известняков и аргиллитов; известковые водоросли.....	20 м
Слой 5 C ₁ t ₂	На размытой поверхности слоя 4 залегают серые известняки, песчаники и аргиллиты с обильными брахиоподами.....	50 м
Слой 6 C ₁ v ₁	Темно-серые песчаники и алевролиты, часто углистые.....	15 м
Слой 7 C ₁ v ₂	Аргиллиты с брахиоподами; прослой песчаников с остатками растений.....	30 м
Слой 8 C ₁ s ₁	Мшанковые известняки, светлые, массивные, с прослоями темных аргиллитов.....	58 м
Слой 9 P	На размытой поверхности слоя 8 залегают известняки.....	25 м

Точка 10

Слой 1 D ₃ f ₁	Темные аргиллиты с редкими сидеритовыми стяжениями; прослой алевролитов и песчаников с растительным детритом...	100 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Чередующиеся глинистые и доломитизированные известняки с мшанками.....	25 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Аргиллиты, глинистые и доломитизированные известняки с колониальными кораллами и мшанками.....	40 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Известняки, мергели и аргиллиты; обильные мшанки, кораллы, брахиоподы, трилобиты.....	130 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Известняки и доломиты с редкими трилобитами и обильными брахиоподами.....	100 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки и аргиллиты с обильными, хорошей сохранности кораллами и мшанками; зерна глауконита.....	20 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Песчаники и алевролиты с линзами каменного угля.....	12 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты с прослоями песчаников с остатками растений; в аргиллитах брахиоподы.....	20 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Песчаники с линзами оолитовых известняков.....	40 м
Слой 10 P	На размытой поверхности слоя 9 залегают известняки.....	20 м

Точка 11

Слой 1 D ₃ f ₁	Аргиллиты с редкими сидеритовыми стяжениями; прослой алевролитов и песчаников с остатками наземных растений.....	125 м
---	--	-------

Слой 2 D ₃ f ₂	Чередующиеся глинистые и доломитизированные известняки с морской фауной.....	27 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Аргиллиты, глинистые и доломитизированные известняки с колониальными кораллами.....	45 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Известняки, мергели и аргиллиты; глауконит; брахиоподы, мшанки, кораллы.....	150 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Светлые известняки и доломиты; известковые водоросли, брахиоподы.....	190 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки и аргиллиты серого цвета; мшанки и кораллы.....	50 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Мелкозернистые песчаники и аргиллиты серого цвета с остатками наземных растений.....	10 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Серые аргиллиты с брахиоподами, прослой песчаников с редкими остатками растений.....	50 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Песчаники с линзами оолитовых известняков; слоистость волнистая.....	75 м
Слой 10 P	На размытой поверхности слоя 9 залегают известняки.....	25 м

Точка 12

Слой 1 D ₃ f ₁	Серые аргиллиты с прослоями алевролитов и песчаников; двустворки.....	157 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Чередование известняков, глинистых известняков; прослой темных известковистых аргиллитов с пиритом; редкие двустворки	72 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Тонкослоистые известковистые аргиллиты и глинистые известняки, местами битуминозные; редкие двустворки, одиночные кораллы, тентакулиты	100 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Плитчатые известняки, мергели и аргиллиты с мшанками кораллами	165 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Массивные известняки и доломиты с редкими брахиоподами	290 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Серые известняки и аргиллиты с редкими мшанками; параллельная слоистость	75 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Песчаники и аргиллиты с норками двустворок, следами наземных животных; редкие отпечатки листьев папоротников	3 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты, прослой песчаников; остатки брахиопод, отпечатки растений	70 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Кварцевые песчаники с линзами оолитовых известняков; редкие криноидеи	100 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Косослоистые серые песчаники и алевролиты с остатками наземных растений	20 м

Точка 13

Слой 1 D ₃ f ₁	Песчаники и доломитизированные аргиллиты с прослоями гипсов; слоистость волнистая	35 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Каменная соль с прослоями мергелей	70 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Битуминозные известняки, мергели и аргиллиты; горючие сланцы	35 м

Слой 4 D ₃ fm ₂	Каменная соль, гипсы и ангидриты с прослоями мергелей и аргиллитов	150 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Каменная соль, гипсы, ангидриты, чередующиеся с мергелями, аргиллитами обычно красно-бурых цветов, с остатками наземных растений	130 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Аргиллиты и песчаники; норки червей и зарывающихся двустворок; симметричные знаки ряби; брахиоподы	13 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Косослоистые мелкозернистые песчаники и аргиллиты серого цвета с многочисленными углефицированными растительными остатками	15 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты с остатками морских беспозвоночных; песчаники с углефицированными остатками наземных растений	100 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; мшанки, криноидеи	145 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Аргиллиты, прослой песчаников и известняков серого цвета; обильные остатки морских беспозвоночных	30 м

Точка 14

Слой 7 C ₁ v ₁	На неровной размытой поверхности пород нижнего палеозоя залегают серые песчаники и аргиллиты с растительным детритом	15 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты с раковинами брахиопод, песчаники в виде прослоев	25 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; редкие брахиоподы, мшанки и морские лилии	111 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Косослоистые грубые песчаники с остатками наземных растений	20 м

Точка 15

Слой 1 C ₁ t ₂	На неровной размытой поверхности пород нижнего палеозоя залегают аргиллиты и песчаники зеленовато-серые; слоистость волнистая; брахиоподы	17 м
Слой 2 C ₁ v ₁	Мелкозернистые песчаники и аргиллиты темно-серого цвета, местами углистые	25 м
Слой 3 C ₁ v ₂	Аргиллиты с брахиоподами, прослой песчаников косослоистых, с растительным детритом	24 м
Слой 4 C ₁ s ₁	Мшанковые известняки с прослоями темных пиритизированных аргиллитов	100 м
Слой 5 C ₁ s ₂	Грубые песчаники с остатками наземных растений; асимметричные знаки ряби	15 м

Точка 16

Слой 1 D ₃ f ₁	Красноцветные алевролиты и грубые косослоистые песчаники; линзы конгломератов	14 м
Слой 2 C ₁ t ₂	На размытой поверхности слоя 1 залегают аргиллиты и песчаники с норками зарывающихся двустворок; симметричные знаки ряби, брахиоподы	35 м
Слой 3 C ₁ v ₁	Косослоистые мелкозернистые песчаники и аргиллиты, почти черные, с линзочками каменного угля	13 м

Слой 4 C _{1v2}	Серые аргиллиты с брахиоподами, прослой косослоистых мелкозернистых песчаников с отпечатками растений	20 м
Слой 5 C _{1s1}	Светлые, массивные, мшанковые известняки с прослоями аргиллитов	40 м
Слой 6 P	На неровной размытой поверхности слоя 5 залегают известняки	20 м

Точка 17

Слой 1 D _{3f1}	Красноцветные алевролиты и грубые косослоистые песчаники; линзы конгломератов	17 м
Слой 2 D _{3f2}	Песчаники и глинистые известняки; брахиоподы и трилобиты	13 м
Слой 3 D _{3fm1}	Косослоистые мелкозернистые песчаники, прослой грубых песчаников с примесью гальки, остатки наземных растений	3 м
Слой 4 C _{1t2}	На размытой поверхности слоя 3 залегают известняки с крупными фораминиферами, песчаники и аргиллиты с редкими брахиоподами	45 м
Слой 5 C _{1v1}	Песчаники и аргиллиты серого цвета с редкими отпечатками листьев папоротниковидных растений	35 м
Слой 6 C _{1v2}	Аргиллиты с брахиоподами, прослой песчаников с растительным детритом	40 м
Слой 7 C _{1s1}	Известняки белого цвета, массивные, с прослоями темных аргиллитов	40 м
Слой 8 P	На неровной поверхности слоя 7 залегают известняки	25 м

Точка 18

Слой 1 D _{3f1}	Аргиллиты и грубые косослоистые песчаники с примесью гальки; местами породы красного цвета	33 м
Слой 2 D _{3f2}	Песчаники и глинистые известняки; морские лилии, брахиоподы и трилобиты	10 м
Слой 3 D _{3fm1}	Косослоистые мелкозернистые песчаники, прослой грубых песчаников с примесью гальки, остатки наземных растений	5 м
Слой 4 D _{3fm2}	Песчаники с горизонтами глинистых известняков и аргиллитов; слоистость волнистая, следы волочения; известковые водоросли	40 м
Слой 5 C _{1t1}	Песчаники обычные и грубозернистые с примесью гальки, красноцветные, косослоистые; остатки наземных растений	60 м
Слой 6 C _{1t2}	Мшанковые известняки и аргиллиты со следами червей-иллоедов; слоистость параллельная	40 м
Слой 7 C _{1v1}	Косослоистые песчаники и аргиллиты с тонкими прослоями коралловых известняков и тонких песчаников	35 м
Слой 8 C _{1v2}	Аргиллиты с прослоями коралловых известняков и тонких песчаников	45 м
Слой 9 C _{1s1}	Известняки массивные, плотные, без ископаемых остатков организмов	25 м
Слой 10 C _{1s2}	Косослоистые кварцевые песчаники с остатками наземных растений	22 м

Точка 19

Слой 1 D ₃ f ₁	Аргиллиты и грубые косослоистые песчаники с примесью гальки; местами красноцветные	64 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Чередующиеся параллельно слоистые известняки, мергели и алевролиты с брахиоподами и мшанками	28 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Алевролиты и грубые песчаники с остатками наземных растений; горизонты глинистых известняков с железистыми оолитами; кораллы и мшанки	40 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Песчаники с горизонтами глинистых известняков и аргиллитов с двустворками, брахиоподами и известковыми водорослями	85 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Песчаники разнотернистые, с прослоями гравелитов; остатки рыб и наземных растений; прослои известняков с остракодами, мергелей и аргиллитов; цвет пород местами красно-бурый	155 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки и аргиллиты, тонкослоистые, с редкими кораллами и мшанками	50 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Темные песчаники и аргиллиты со скоплениями углефицированных остатков наземных растений	30 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты с прослоями коралловых известняков и тонких песчаников	40 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Крупнослоистые мшанковые известняки и прослои темных аргиллитов с кристаллами пирита	50 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Косослоистые песчаники и алевролиты с остатками наземных растений	23 м

Точка 20

Слой 1 D ₃ f ₁	Аргиллиты с редкими сидеритовыми стяжениями; прослои алевролитов и песчаников с растительным детритом	105 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Чередующиеся глинистые и доломитизированные известняки с обильными мшанками, двустворками	10 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Переслаивающиеся аргиллиты, доломитизированные и глинистые известняки; криноидеи, брахиоподы, колониальные кораллы и мшанки	85 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Известняки, мергели и аргиллиты с кораллами, брахиоподами, двустворками	166 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Светло-серые известняки и доломиты с трилобитами и брахиоподами	266 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки и аргиллиты с кораллами и мшанками	100 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Песчаники и аргиллиты с норками и раковинами двустворок	5 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты с прослоями коралловых известняков и тонкозернистых песчаников; зерна глауконита	80 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Плитчатые серые известняки и темные аргиллиты с пиритом	150 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Косослоистые светлые кварцевые песчаники и алевролиты с остатками наземных растений	35 м

Точка 21

Слой 1 D ₃ f ₁	Песчаники и доломитизированные аргиллиты с линзами ангидритов; волнистая слоистость	40 м
Слой 2	Каменная соль с прослоями мергелей	115 м

D ₃ f ₂		
Слой 3	Мергели и аргиллиты; известняки пиритизированные, битуминозные, прослой горючих сланцев	70 м
D ₃ fm ₁		
Слой 4	Каменная соль, гипсы и ангидриты с прослоями мергелей и аргиллитов	200 м
D ₃ fm ₂		
Слой 5	Каменная соль; прослой гипсов и ангидритов, серых мергелей, красных аргиллитов с обрывками наземных растений	280 м
C ₁ t ₁		
Слой 6	Аргиллиты и песчаники; слоистость волнистая; брахиоподы	
C ₁ t ₂		120 м
Слой 7	Песчаники с прослоями известняков и аргиллитов; слоистость волнистая; обильные кораллы, продуктиды, мшанки	85 м
C ₁ v ₁		
Слой 8	Аргиллиты, прослой известняков с кораллами и двустворками, песчаники тонкозернистые	65 м
C ₁ v ₂		
Слой 9	Чередующиеся песчаники, аргиллиты с прослоями каменного угля и известняки с морской фауной	125 м
C ₁ s ₁		
Слой 10	Аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; цвет пород серый; масса кораллов, мшанок и криноидей	80 м
C ₁ s ₂		

Точка 22

Слой 1	Красноцветные алевролиты и грубые косослоистые песчаники; линзы конгломератов	20 м
D ₃ f ₁		
Слой 2	Каменная соль с прослоями мергелей	
D ₃ f ₂		50 м
Слой 3	Битуминозные известняки, мергели, аргиллиты с прослоями горючих сланцев; редкие тентакулиты	35 м
D ₃ fm ₁		
Слой 4	Каменная соль, гипсы и ангидриты с прослоями мергелей и аргиллитов	108 м
D ₃ fm ₂		
Слой 5	Каменная соль с прослоями гипсов, мергелей и аргиллитов	
C ₁ t ₁		150 м
Слой 6	Известняки, песчаники и аргиллиты с обильными брахиоподами; слоистость параллельная	60 м
C ₁ t ₂		
Слой 7	Слоистые песчаники с прослоями известняков и аргиллитов серого цвета, зерна шамозита; брахиоподы	70 м
C ₁ v ₁		
Слой 8	Светло-серые аргиллиты и известняки с конкрециями кремня	
C ₁ v ₂		80 м
Слой 9	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; обилие брахиопод, мшанок, одиночных кораллов	115 м
C ₁ s ₁		
Слой 10	Аргиллиты с прослоями песчаников и известняков серого цвета; зерна шамозита; обильные остатки морских беспозвоночных	50 м
C ₁ s ₂		

Точка 23

Слой 1	На неровной поверхности пород нижнего палеозоя залегают известняки, песчаники и аргиллиты хорошей сохранности с остатками морских беспозвоночных	50 м
C ₁ t ₂		
Слой 2	Темные песчаники и аргиллиты с линзовидными прослоями угля	
C ₁ v ₁		54 м
Слой 3	Аргиллиты и известняки с конкрециями кремня	
C ₁ v ₂		55 м
Слой 4	Плитчатые известняки и темные аргиллиты; редкие кристаллы пирита	
C ₁ s ₁		120 м

Слой 5 C _{1S2}	Водорослевые известняки с прослоями аргиллитов; цвет серый; слоистость параллельная; массивные раковины двустворок, брахиоподы	40 м
----------------------------	--	------

Точка 24

Слой 1 C _{1t2}	На неровной поверхности пород нижнего палеозоя залегают фузулиновые известняки, песчаники и аргиллиты; слоистость параллельная, тонкая	60 м
Слой 2 C _{1V1}	Песчаники и углистые аргиллиты; линзы каменного угля	33 м
Слой 3 C _{1V2}	Серые слоистые аргиллиты; прослои известняков и песчаников	32 м
Слой 4 C _{1S1}	Мшанковые известняки и темные аргиллиты; слоистость параллельная; стяжения сидерита	105 м
Слой 5 C _{1S2}	Песчаники грубозернистые с остатками наземных растений; косая слоистость	20 м

Точка 25

Слой 1 D _{3f1}	Красноцветные алевролиты, песчаники грубозернистые и косослоистые, с линзами конгломератов серого и красно-бурого цвета	25 м
Слой 2 D _{3f2}	Переслаивание песчаников и глинистых известняков; цвета пород зеленовато-серые; трилобиты; слоистость волнистая	10 м
Слой 3 C _{1t2}	На размытой поверхности слоя 2 залегают известняки светло-серые, массивные; редкие мшанки	65 м
Слой 4 C _{1V1}	Песчаники среднезернистые, с прослоями известняков и аргиллитов; цвет от белого до темно-серого; обильные хорошей сохранности брахиоподы, амmonoидеи	16 м
Слой 5 C _{1V2}	Аргиллиты с прослоями известняков и песчаников	60 м
Слой 6 C _{1S1}	Известняки светлые, массивные, без ископаемых остатков организмов	18 м
Слой 7 C _{1S2}	Темно-серые водорослевые известняки с прослоями аргиллитов; редкие брахиоподы	30 м

Точка 26

Слой 1 D _{3f1}	Аргиллиты с трещинами высыхания и грубые косослоистые песчаники с галькой	50 м
Слой 2 D _{3f2}	Песчаники и глинистые известняки; трилобиты и брахиоподы	20 м
Слой 3 D _{3fm2}	На размытой поверхности слоя 2 залегают косослоистые песчаники с горизонтами глинистых известняков и аргиллитов	20 м
Слой 4 C _{1t1}	Красные косослоистые, часто грубозернистые песчаники с галькой	52 м
Слой 5 C _{1t2}	Известняки светло-серые; редкие мшанки	60 м
Слой 6 C _{1V1}	Песчаники с прослоями известняков и аргиллитов; слоистость волнистая; зерна шамозита; брахиоподы, кораллы	16 м

Слой 7 C _{1v2}	Серые аргиллиты с прослоями фораминиферовых известняков и песчаников; слоистость параллельная	65 м
Слой 8 C _{1s1}	Известняки светлые, массивные, без ископаемых остатков организмов	20 м
Слой 9 C _{1s2}	Известняки водорослевые, темные, с редкими двустворками и брахиоподами; прослой аргиллитов	25 м

Точка 27

Слой 1 D _{3f1}	Алевролиты, аргиллиты и глинистые известняки с сидеритом; трилобиты, брахиоподы и мшанки	58 м
Слой 2 D _{3f2}	Чередующиеся слоистые известняки, мергели и алевролиты с брахиоподами, мшанками, одиночными кораллами	46 м
Слой 3 D _{3fm1}	Алевролиты и грубые песчаники, глинистые известняки с брахиоподами, моллюсками, кораллами и мшанками	50 м
Слой 4 D _{3fm2}	Известняки, мергели и аргиллиты; обильные брахиоподы, одиночные кораллы, трилобиты	100 м
Слой 5 C _{1t1}	Песчаники разнотернистые, с прослоями гравелитов, красноватые, с остатками рыб и наземных растений; прослой известняков, мергелей и аргиллитов	250 м
Слой 6 C _{1t2}	Известняки и аргиллиты с мшанками, ходами червей-иллоедов; редкие зерна глауконита	115 м
Слой 7 C _{1v1}	Серые песчаники с прослоями известняков и аргиллитов, с редкими брахиоподами, мшанками	16 м
Слой 8 C _{1v2}	Серые аргиллиты с прослоями известняков и песчаников; мшанки, брахиоподы, кораллы	58 м
Слой 9 C _{1s1}	Плитчатые мшанковые известняки и прослой темных, пиритизированных аргиллитов	110 м
Слой 10 C _{1s2}	Известняки с прослоями аргиллитов серого цвета; железистые оолиты; двустворки, брахиоподы	25 м

Точка 28

Слой 1 D _{3f1}	Алевролиты, аргиллиты и глинистые известняки с линзами сидеритов; слоистость параллельная; хорошей сохранности мшанки, трилобиты	115 м
Слой 2 D _{3f2}	Чередование глинистых и доломитизированных известняков; двустворки с тонкой стенкой	80 м
Слой 3 D _{3fm1}	Алевролиты и грубозернистые косослоистые песчаники с растительными остатками; прослой глинистых известняков с мшанками и спириферадами	100 м
Слой 4 D _{3fm2}	Известняки, мергели и аргиллиты; глауконит; брахиоподы и мшанки	165 м
Слой 5 C _{1t1}	Известняки и доломиты с кораллами, брахиоподами и трилобитами	300 м
Слой 6 C _{1t2}	Известняки и аргиллиты с мшанками; слоистость параллельная; глауконит	160 м
Слой 7 C _{1v1}	Песчаники с прослоями известняков и аргиллитов; брахиоподы, кораллы	15 м
Слой 8 C _{1v2}	Темно-серые аргиллиты с прослоями известняков и песчаников; слоистость параллельная; обильные мшанки и редкие брахиоподы	75 м

Слой 9 C _{1s1}	Серые известняки и прослои темных аргиллитов с пиритом	125 м
Слой 10 C _{1s2}	Водорослевые известняки, прослои аргиллитов серого цвета; железистые оолиты; брахиоподы	30 м

Точка 29

Слой 1 D _{3f1}	Песчаники и доломитизированные аргиллиты, гипс; слоистость волнистая	75 м
Слой 2 D _{3f2}	Каменная соль с прослоями мергелей	80 м
Слой 3 D _{3fm1}	Битуминозные известняки, мергели, аргиллиты и прослои горючих сланцев	100 м
Слой 4 D _{3fm2}	Каменная соль, гипсы и ангидриты с прослоями мергелей и аргиллитов	155 м
Слой 5 C _{1t1}	Красные грубозернистые песчаники; линзы конгломератов; масса растительного детрита	50 м
Слой 6 C _{1t2}	Фузулиновые известняки, песчаники и аргиллиты; слоистость параллельная	126 м
Слой 7 C _{1v1}	Шамозитовые песчаники с прослоями известняков и аргиллитов; кораллы и мшанки	100 м
Слой 8 C _{1v2}	Аргиллиты с прослоями известняков и песчаников светло-серых с брахиоподами, кораллами	25 м
Слой 9 C _{1s1}	Чередуются песчаники, аргиллиты с прослоями угля и известняка с брахиоподами	101 м
Слой 10 C _{1s2}	Чередующиеся песчаники, аргиллиты с прослоями угля и известняка с кораллами	125 м

Точка 30

Слой 1 D _{3f1}	Песчаники и доломитизированные аргиллиты с тонкими пропластками гипсов	56 м
Слой 2 D _{3f2}	Каменная соль с прослоями мергелей	105 м
Слой 3 D _{3fm1}	Битуминозные известняки, мергели и аргиллиты, прослои горючих сланцев; стяжения марказита, редкие тентакулиты	80 м
Слой 4 D _{3fm2}	Каменная соль, гипсы и ангидриты с прослоями серых мергелей и аргиллитов красного цвета	220 м
Слой 5 C _{1t1}	Каменная соль; прослои гипсов и ангидритов, серых мергелей, красных аргиллитов с обрывками растений	250 м
Слой 6 C _{1t2}	Слоистые известняки, песчаники и аргиллиты серого цвета; брахиоподы	140 м
Слой 7 C _{1v1}	Серые аргиллиты и известняки с многочисленными мшанками, двустворками, брахиоподами	53 м
Слой 8 C _{1v2}	Светлые аргиллиты и известняки с конкрециями кремня; слоистость параллельная	90 м
Слой 9 C _{1s1}	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; обилие брахиопод и кораллов	160 м
Слой 10 C _{1s2}	Аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; обильные брахиоподы, мшанки, кораллы	100 м

Точка 31

Слой 1 D ₃ f ₁	Песчаники и доломитизированные аргиллиты с гипсом и ангидритом; волнистая слоистость	35 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Каменная соль с прослоями мергелей	100 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Битуминовые известняки, мергели, аргиллиты и прослои горючих сланцев	65 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Каменная соль, гипсы и ангидриты с прослоями серых мергелей и пестрых аргиллитов	221 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Каменная соль с прослоями гипсов и ангидритов, мергелей, пестрых аргиллитов с остатками растений	230 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Светлые известняки массивной текстуры; мшанки	150 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Слоистые аргиллиты и известняки светло-серого цвета с брахиоподами и мшанками	40 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты и известняки с конкрециями кремня	90 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; обилие одиночных кораллов и брахиопод	119 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Водорослевые известняки, прослои аргиллитов; железистые оолиты; редкие мшанки, обильные двустворки	80 м

Точка 32

Слой 1 D ₃ f ₁	Песчаники и доломитизированные аргиллиты, гипс	30 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Каменная соль с прослоями мергелей	85 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Битуминовые известняки, местами пиритизированные, мергели и аргиллиты; прослои горючих сланцев; слоистость параллельная; редкие одиночные кораллы и мшанки	60 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Каменная соль, гипсы и ангидриты с мергелями и аргиллитами	227 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Каменная соль с прослоями гипсов, серых мергелей, пестрой окраски аргиллитов	250 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки с редкими сетчатыми мшанками	150 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Аргиллиты и известняки серые; слоистость параллельная; сидеритовые стяжения; брахиоподы	30 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Серые аргиллиты и известняки с конкрециями кремня	85 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Известняки и прослои темных аргиллитов с пиритом	87 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Серые известняки с прослоями аргиллитов, тонкоплитчатые с обильными мшанками и брахиоподами	85 м

Точка 33

Слой 1 D ₃ f ₁	Красноцветные аргиллиты с отпечатками наземных растений; грубые косослоистые песчаники с галькой	25 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Песчаники и глинистые известняки с брахиоподами	15 м

Слой 3 D ₃ fm ₁	Песчаники мелкозернистые, косослоистые, грубые песчаники в виде прослоев; остатки наземных растений	5 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Песчаники с горизонтами глинистых известняков и аргиллитов; двустворчатые и брюхоногие моллюски, известковые водоросли	15 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Красноцветные косослоистые, часто грубые песчаники с примесью гальки; растительный детрит	60 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки плитчатые, мшанковые	80 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Аргиллиты и известняки слоистые, серые; мшанки, брахиоподы	20 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Светло-серые аргиллиты с прослоями известняков и песчаников; криноидеи, кораллы, брахиоподы	75 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Известняки массивные, без ископаемых остатков организмов	23 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Известняки массивные, темные, без ископаемых остатков организмов	30 м

Точка 34

Слой 1 D ₃ f ₁	Красные аргиллиты с трещинами высыхания и грубые косослоистые песчаники с галькой	55 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Песчаники и глинистые известняки с глауконитом; брахиоподы; слоистость волнистая	20 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Песчаники мелкозернистые, обычно косослоистые; грубозернистые песчаники в виде прослоев; остатки растений	20 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Известняки, мергели и аргиллиты; брахиоподы, трилобиты, мшанки	40 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Песчаники разнозернистые, местами гравелистые, красноцветные, с остатками рыб; прослои известняков, мергелей и аргиллитов	100 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки светло-серые, массивные; редкие мшанки	75 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Аргиллиты и известняки тонкоплитчатые, с обильными, хорошо сохранившимися мшанками, брахиоподами, двустворками	18 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты с прослоями известняков и песчаников; мшанки, брахиоподы	75 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Известняки и прослои темных аргиллитов	98 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Известняки массивные, темные, без ископаемых остатков организмов	25 м

Точка 35

Слой 1 D ₃ f ₁	Алевролиты, аргиллиты с сидеритовыми стяжениями и глинистые известняки с обильными брахиоподами	105 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Известняки, мергели и алевролиты с редкими мшанками, трилобитами и брахиоподами	50 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Алевролиты и песчаники, часто грубые, с примесью гальки; прослои глинистых известняков; остатки наземных растений	115 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Массивные известняки плитчатые мергели и аргиллиты, глауконит; кораллы и мшанки	150 м

Слой 5 C _{1t1}	Песчаники разномзернистые, часто с примесью гравия, красно-цветные; прослой известняков с зернами глаукониты, мергелей и аргиллитов	205 м
Слой 6 C _{1t2}	Слоистые известняки и аргиллиты с брахиоподами, мшанками и кораллами	140 м
Слой 7 C _{1v1}	Песчаники с прослоями известняков и аргиллитов; шамозит; брахиоподы, кораллы, мшанки	20 м
Слой 8 C _{1v2}	Аргиллиты с прослоями известняков и песчаников, с обильными мшанками и аммоноидеями	67 м
Слой 9 C _{1s1}	Толстоплитчатые известняки и прослой темных слоистых аргиллитов с пиритом	92 м
Слой 10 C _{1s2}	Водорослевые известняки, прослой аргиллитов, обилие брахиопод; цвет пород серый; слоистость параллельная	50 м

Точка 36

Слой 1 D _{3f1}	Косослоистые песчаники с прослоями аргиллитов; следы капель дождя; остатки наземных растений	15 м
Слой 2 D _{3f2}	Красноцветные косослоистые песчаники и алевролиты; трещины высыхания, следы капель дождя	65 м
Слой 3 D _{3fm1}	Мелкозернистые песчаники с симметричными знаками рябина поверхности напластования; прослой известняков и мергелей с редкими брахиоподами	60 м
Слой 4 D _{3fm2}	Красноцветные косослоистые песчаники и конгломераты с линзами глинистых доломитов	60 м
Слой 5 C _{1t2}	На размытой поверхности слоя 4 залегают алевролиты и песчаники; двусторонки, гастроподы; симметричные знаки ряби	75 м
Слой 6 C _{1v1}	Песчаники с прослоями известняков и аргиллитов; волнистая слоистость, обильные брахиоподы	80 м
Слой 7 C _{1v2}	Серые песчаники и аргиллиты; брахиоподы	10 м
Слой 8 C _{1s1}	Чередующиеся песчаники, аргиллиты с прослоями угля и известняки с кораллами	60 м
Слой 9 C _{1s2}	Косослоистые грубые песчаники с остатками наземных растений	87 м

Точка 37

Слой 1 D _{3f1}	Песчаники с прослоями аргиллитов; слоистость косая, асимметричная рябь, остатки наземных растений	50 м
Слой 2 D _{3f2}	Красные косослоистые песчаники и алевролиты; псевдоморфозы по кристаллам соли	75 м
Слой 3 D _{3fm1}	Битуминозные известняки, мергели и аргиллиты с прослоями горючих сланцев	110 м
Слой 4 D _{3fm2}	Красные песчаники и конгломераты с линзами глинистых доломитов	80 м
Слой 5 C _{1t1}	Красноцветные, косослоистые, грубозернистые песчаники; линзы конгломератов; остатки наземных растений	45 м
Слой 6 C _{1t2}	Известняки, песчаники и аргиллиты с богатым комплексом брахиопод, криноидей	80 м
Слой 7 C _{1v1}	Аргиллиты и мшанковые известняки светло-серого цвета	43 м

Слой 8 C _{1v2}	Аргиллиты и известняки с конкрециями кремня	45 м
Слой 9 C _{1s1}	Чередующиеся песчаники, аргиллиты с прослоями угля и известняки с кораллами	130 м
Слой 10 C _{1s2}	Чередующиеся песчаники, аргиллиты с прослоями угля и известняки с кораллами	150 м

Точка 38

Слой 1 D _{3f1}	Косослоистые песчаники с прослоями аргиллитов; трещины высыхания	20 м
Слой 2 D _{3f2}	Красные косослоистые песчаники и алевролиты; трещины высыхания	50 м
Слой 3 D _{3fm1}	Песчаники мелкозернистые с прослоями известняков и мергелей; трилобиты и брахиоподы	105 м
Слой 4 D _{3fm2}	Красноцветные песчаники и конгломераты с прослоями глинистых доломитов	40 м
Слой 5 C _{1t1}	Пестрой окраски косослоистые песчаники с линзами конгломератов; в песчаниках растительный детрит	35 м
Слой 6 C _{1t2}	Известняки, песчаники и аргиллиты; глауконит; параллельная слоистость; брахиоподы	75 м
Слой 7 C _{1v1}	Аргиллиты и известняки с редкими одиночными кораллами; стяжения сидерита	36 м
Слой 8 C _{1v2}	Светло-серые слоистые аргиллиты и известняки с конкрециями кремня	50 м
Слой 9 C _{1s1}	Чередующиеся песчаники, аргиллиты с прослоями угля и известняки с брахиоподами и кораллами	135 м
Слой 10 C _{1s2}	Чередующиеся песчаники, аргиллиты с прослоями угля и известняки с кораллами	175 м

Точка 39

Слой 1 D _{3f1}	Песчаники и известковистые аргиллиты с гипсами	80 м
Слой 2 D _{3f2}	Каменная соль с прослойками мергелей	110 м
Слой 3 D _{3fm1}	Битуминозные известняки, мергели, аргиллиты и прослои горючих сланцев	107 м
Слой 4 D _{3fm2}	Каменная соль, гипсы и ангидриты с пластами мергелей и аргиллитов	200 м
Слой 5 C _{1t1}	Каменная соль; прослои гипсов и ангидритов, серых мергелей, красных аргиллитов с остатками растений	300 м
Слой 6 C _{1t2}	Известняки тонкослоистые, мшанковые	150 м
Слой 7 C _{1v1}	Известняки массивные, светлые, без ископаемых остатков организмов	35 м
Слой 8 C _{1v2}	Светлые плитчатые аргиллиты и известняки с конкрециями кремня	95 м
Слой 9 C _{1s1}	Известковистые аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; брахиоподы и мшанки; шамозит	130 м
Слой 10 C _{1s2}	Аргиллиты с прослоями песчаников и известняков; обильные кораллы и брахиоподы	100 м

Точка 40

Слой 1 D ₃ f ₁	Алевролиты, аргиллиты и глинистые известняки с зернами глауконита; аммоноидеи и брахиоподы	105 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Каменная соль с прослойками мергелей	50 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Битуминозные известняки, мергели, аргиллиты и прослои горючих сланцев; интенсивно пиритизированные	102 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Каменная соль, гипсы и ангидриты с горизонтами мергелей, аргиллитов	180 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Каменная соль; прослои гипсов и ангидритов, серых мергелей, красных аргиллитов	280 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки массивные с редкими мшанками	155 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Известняки серые, массивные, без ископаемых остатков организмов	30 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты и известняки с конкрециями кремня; слоистость параллельная	80 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Мшанковые известняки с прослоями аргиллитов темно-серого цвета	100 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Известняки массивные, темные, без ископаемых остатков организмов	55 м

Точка 41

Слой 1 D ₃ f ₁	Алевролиты, аргиллиты и глинистые известняки; слоистость параллельная; мшанки, брахиоподы	100 м
Слой 2 D ₃ f ₂	Каменная соль с прослойками мергелей	55 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Битуминозные известняки, мергели, аргиллиты и прослои горючих сланцев; в известняках редкие раковины тентакулитов	80 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Каменная соль, гипсы и ангидриты с горизонтами мергелей и аргиллитов	160 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Каменная и калийная соль; прослои гипсов и ангидритов, серых мергелей, красных песчаников и аргиллитов с остатками растений	250 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки массивные, светло-серые, с мшанками	150 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Известняки массивные, без ископаемых остатков организмов	50 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Слоистые аргиллиты и массивные известняки без ископаемых остатков организмов	95 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Мшанковые известняки с прослоями аргиллитов темно-серого цвета	100 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Аргиллиты серые, битуминозные, пиритизированные	70 м

Точка 42

Слой 1 D ₃ f ₁	Алевролиты, аргиллиты и глинистые известняки с конкрециями сидеритов; обильные брахиоподы и мшанки	110 м
---	--	-------

Слой 2 D ₃ f ₂	Чередующиеся известняки, мергели и алевролиты с обильными, хорошей сохранности брахиоподами и мшанками	25 м
Слой 3 D ₃ fm ₁	Алевролиты и грубые песчаники с растительным детритом; горизонты глинистых известняков с железистыми оолитами; мшанки и кораллы	160 м
Слой 4 D ₃ fm ₂	Массивные известняки с колониальными кораллами	203 м
Слой 5 C ₁ t ₁	Песчаники разномзернистые с прослоями гравелитов, с остатками растений, красноцветные, прослои известняков, мергелей и аргиллитов	300 м
Слой 6 C ₁ t ₂	Известняки тонкослоистые с редкими одиночными кораллами и мшанками	148 м
Слой 7 C ₁ v ₁	Известняки крупнослоистые	35 м
Слой 8 C ₁ v ₂	Аргиллиты с прослоями известняков и песчаников, с обильными мшанками и аммоноидеями	100 м
Слой 9 C ₁ s ₁	Мшанковые известняки с прослоями аргиллитов темно-серого цвета; редкие кристаллы пирита	60 м
Слой 10 C ₁ s ₂	Известняки массивные, темные, без ископаемых остатков организмов	75 м

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания
по выполнению самостоятельной работы
по дисциплине «Историческая геология и основы палеонтологии»
для специальности 21.05.03 Технология геологической разведки

Ставрополь
2026

Содержание

Пояснительная записка

Технологическая карта самостоятельной работы студента

Методические рекомендации по выполнению заданий

Список литературы, рекомендуемый к использованию в самостоятельной работе студентов

Пояснительная записка

Наряду с аудиторной работой одной из форм учебного процесса, его существенной частью является самостоятельная работа студентов (СРС).

Задачами СРС являются:

- развитие и привитие навыков самостоятельной учебной работы и формирование знаний;
- освоение, углубление содержания и основных положений курса, выносимых на самостоятельное изучение студента; в ходе составления опорного конспекта, в ходе подготовки к лекционным занятиям
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий при подготовке и написании докладов, рефератов, для эффективной подготовки к итоговому контролю.

Самостоятельная работа студентов может осуществляться как в аудитории, так и вне ее, обычно это в основном внеаудиторная деятельность студента. Для активного владения знаниями в процессе аудиторной работы необходимо не только понимание учебного материала, но и творческое его восприятие.

Основные формы реализации самостоятельной работы и контроля знаний являются:

Комплект разноуровневых задач и заданий – индивидуальное решение репродуктивных, реконструктивных и творческих заданий, позволяющих оценивать и диагностировать уровень обученности, уровень умений и навыков студентов по темам дисциплины. Процедура проведения этой формы учебной деятельности студента включает в себя письменное выполнение заданий трех уровней и защиту их на практическом занятии. При проверке задания, оцениваются полнота и самостоятельность выполнения заданий, оригинальность решения.

Опорный конспект темы – письменный текст, в котором кратко и последовательно изложено содержание основного источника информации. Конспектировать – значит приводить к некоему порядку сведения, почерпнутые из оригинала. В основе процесса лежит систематизация прочитанного или услышанного. Записи могут делаться как в виде точных выдержек, цитат, так и в форме свободной подачи смысла. Данный вид самостоятельной работы направлен на формирование представлений о конфликтах.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя со студентом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Их содержание должно сформировать умение анализировать философско-методологические и научные тексты, обосновывать своё отношение к изложенным в них оценкам, составлять краткие конспекты, тезисы прочитанного, умение применять полученные знания для постановки и решения исследовательских задач, связанных с изучением студентами той или иной области природы и культуры. Разнообразие заданий позволяет учитывать индивидуальные особенности студентов при организации самостоятельной работы.

Четкое выполнение самостоятельной работы студентами обеспечит заблаговременную подготовку к занятию, высокое качество усвоения материала, возможность применения теоретических знаний на практике.

Технологическая карта самостоятельной работы студента

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов
-----------------------------	----------------------------	---	------------------------------	-------------

6 семестр				
ОПК-5	Изучение литературы по темам № 3– 6	Конспект	Собеседование	18
ОПК-5	Подготовка к лекциям	Конспект	Опрос	18
ОПК-5	Подготовка к лабораторным работам	Индивидуальные задания	Защита индивидуальных заданий	20
ОПК-5	Подготовка к зачету с оценкой	Вопросы и задачи	Зачет с оценкой	20
Итого за 6 семестр				76
Итого				76

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Работа с конспектом лекций

Просмотрите конспект сразу после занятий. Отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.

Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам и тестам. Умение студентов быстро и правильно подобрать литературу, необходимую для выполнения учебных заданий и научной работы, является залогом успешного обучения. Самостоятельный подбор литературы осуществляется при подготовке к семинарским, лабораторным занятиям, при написании курсовых работ, научных рефератов.

Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем позволяет студентам усваивать изучаемый материал более глубоко, меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении заданий. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

При подготовке к лекциям-беседам тема сообщается студентам заранее. Участники дискуссии делятся на группы по 8 человек, в течение 10—15 мин подготавливают свой вариант решения проблемы. Следующим этапом дискуссии является выступление представителей от каждой группы из 8 человек и защиты своего варианта решения. В конце общего обсуждения ведущий подводит итоги дискуссии, дает оценку совместно найденного варианта решения.

Методические рекомендации по организации работы с литературой

Изучение и анализ литературных источников является обязательным видом самостоятельной работы студентов. Изучение литературы по избранной теме имеет своей задачей проследить характер постановки и решения определенной проблемы различными авторами, аргументацию их выводов и обобщений, провести анализ и систематизировать полученный материал на основе собственного осмысления с целью выяснения современного состояния вопроса.

Проработка отобранного материала обязательно должна идти с одновременным ведением записей прочитанного и своих замечаний. Запись может иметь как форму конспекта, так и выписок, а также картотеку положений, тезисов, идей, методик, что в дальнейшем облегчит классификацию и систематизацию полученного материала. Такого рода записи являются лучшим способом накопления и первичной обработки материал, одной из обязательных форм организации умственного труда.

Планом удобно пользоваться при подготовке к устному выступлению по выбранной теме. Каждый пункт плана должен раскрывать одну из сторон избранной темы, а весь план должен охватывать ее целиком.

Тезисы предполагают сжатое изложение основных положений текста в форме утверждения или отрицания. Они являются более совершенной формой записей и представляют основу для дискуссии. К тому же их легко запомнить.

Аннотация – краткое изложение содержания – дает общее представление о работе.

Резюме кратко характеризует выводы, главные итоги источника.

Конспект является наиболее распространенной формой ведения записей. Основную ткань конспекта составляют тезисы, дополненные доказательствами и рассуждениями. Конспект может быть текстуальным, свободным или тематическим. Текстуальный представляет собой цитатник с сохранением логики работы и структуры текста. Свободный конспект основан на изложении материала в том порядке, который более удобен автору. В этом смысле конспект представляет собирание воедино мыслей, разбросанных по всей книге. Тематический конспект может быть составлен по нескольким источникам, где за основу берется тема, интерпретируемая по-разному.

Экономия времени дает использование при записях различного рода сокращений, аббревиатуры и т.д. многие используют для регистрации исследуемых тем систему карточек. Преимущество карточек в том, что тема там излагается очень сжато, и они очень удобны в использовании, т.к. их можно разложить на столе, перегруппировать и без труда найти искомую тему.

Список литературы, рекомендуемый к использованию в самостоятельной работе студентов