

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)
Филиал в г. Миассе
Кафедра Геологии

Н.Р. Аюпова

ЛИТОЛОГИЯ. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ РАБОТАМ

для направления подготовки 05.03.01 «Геология»,
специальности 21.05.02 «Прикладная геология»

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2020

ББК
УДК

*Одобрено
учебно-методической комиссией
филиала ЮУрГУ в г. Миассе*

*Рецензент:
к.г.-м.н. Л.Я. Кабанова*

Литология. Методические указания к практическим работам для направления подготовки 05.03.01 «Геология», специальности 21.05.02 «Прикладная геология». / составитель Н.Р. Аюпова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 52 с.

Даны методические указания по выполнению практических работ по курсу «Литология» для студентов геологического факультета. Издание содержит тематику, задания и методические рекомендации по выполнению практических работ в объеме курса, способствующие усвоению, закреплению пройденного материала и проверке знаний. Каждую тему сопровождает краткое изложение теоретического материала. Структура пособия отражает последовательность изложения материала, принятую в учебной программе по курсу «Литология».

Методическое пособие предназначен для студентов геологического факультета очного и заочного обучения по направлению подготовки 05.03.01 «Геология» и специальности 21.05.02 «Прикладная геология».

ББК
УДК

© Издательский центр ЮУрГУ, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Процессы осадко- и породообразования: седиментогенез, диагенез, катагенез, метагенез (практические работы № 1–3)	5
Практическая работа № 1. Продукты гипергенеза.....	7
Практическая работа № 2. Продукты седиментогенеза.....	12
Практическая работа № 3. Продукты диа-, ката- и метагенеза.....	17
Текстуры осадочных пород (практические работы № 4–7)	24
Практическая работа № 4. Седиментационные текстуры.....	24
Практическая работа № 5. Деформационные текстуры.....	30
Практическая работа № 6. Вторичные текстуры и текстуры поверхностей слоев.....	34
Практическая работа № 7. Биогенные текстуры.....	39
Типы осадочных пород	46
Практические работы № 8–14 (эвапориты, каустобиолиты, фосфатные породы, карбонатные, кремневые, железистые, высокоглиноземистые или аллитовые, железистые, марганцевые породы, обломочные кварц-силикатные и вулканокластические породы).....	46
Заключение	49
Библиографический список	52

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Литология», предусматривающей проведение лекционных занятий, практических и самостоятельных работ студентами направления «Геология» очного обучения на 3 курсе в 5–6 семестрах и специальности «Прикладная геология» очного и заочного обучения, и являются практическим руководством для изучения разделов дисциплины «Литология»:

- **«Процессы осадко- и породообразования: седиментогенез, диагенез, катагенез и метагенез»** – изучение продуктов гипергенеза, седиментогенеза и продуктов преобразования исходных осадков (диа-, ката- и метагенеза);
- **«Текстуры осадочных пород»** – исследование условий возникновения и морфологии первичных (седиментационных) и вторичных (диа-, ката- и метагенетических) текстур осадочных пород;
- **«Макроскопическое изучение пород»** – изучение текстурно-структурных и минералого-геохимических особенностей различных групп осадочных пород (соляных, фосфатных, кремнистых, карбонатных, глинистых; алюминиевых, железистых, марганцевых пород, обломочных (кварц-силикатного состава и вулканокластических) и каустобиолитов).
- **Гранулометрический анализ обломочных пород** – определение ситовым методом относительного содержания обломков разного размера, компьютерную обработку полученных данных, расчет гранулометрических характеристик и выявление фациальной принадлежности пород;
- **«Литолого-фациальный анализ»** – направлен на ознакомление с методами построения литолого-фациальных карт и палеопрофилей, а также проведение научного анализа геологического развития территории и оценка всех изменений.

Для выполнения практических, самостоятельных и контрольных работ даются принципиальные схемы исследований, планы описания и иллюстративный материал в виде фотографий, отображающих наиболее типичные продукты гипергенеза, седиментогенеза, диагенеза и катагенеза и текстур различных осадочных пород. Исходным материалом служат учебные коллекции пород геологического факультета, стенды текстур, теоретический материал лекций, учебная и методическая литература.

ПРОЦЕССЫ ОСАДКО- И ПОРОДООБРАЗОВАНИЯ: СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ, ДИАГЕНЕЗ, КАТАГЕНЕЗ, МЕТАГЕНЕЗ (Практические работы № 1–3)

Общие сведения о процессах осадко- и породообразования

Осадочными породами называются геологические образования, представляющие собой скопления минеральных или органических, или же тех и других продуктов, возникшие на поверхности литосферы, и существующие в термодинамических условиях, характерных для поверхностной части земной коры [Справочник ..., 1983; Фролов, 1992].

Основными компонентами осадочных пород являются:

- обломочная часть – продукты механического раздробления горных пород различного генезиса (обломки осадочных, магматических и метаморфических пород): терригенные (образующиеся на суше и сносимые с нее) и эдафогенные (образующиеся на дне моря);
- новообразованные компоненты гипергенных процессов (континентальный и подводный гипергенез),
- биогенная часть – остатки животных и растительных организмов в виде минеральных скелетных остатков или полностью разложившихся органических тканей;
- хемогенная часть – продукты химических реакций, происходивших, главным образом, в водной среде (испарение природных растворов, пересыщение истинных растворов; коагуляции коллоидных частиц);
- вулканогенная часть – продукты вулканической деятельности (вулканокластический материал, гидротермные отложения, газовый вынос вулканических районов);
- аутигенные компоненты осадочных пород – диа-, ката- и метагенетические продукты постседиментационных преобразований первичных осадков.

В общем виде процесс образования осадочных пород можно представить в виде схемы: возникновение исходных продуктов → перенос и частичное осаждение осадочного материала на путях переноса → осаждение осадочного вещества в водных бассейнах → преобразование осадков и превращение их в осадочные породы. Возникновение и изменение осадочных пород представляет собой ряд последовательных и закономерных процессов, которые включают в себя комплекс механических, физических, химических и биологических превращений.

В цикле процессов образования осадочных пород (литогенеза) выделяется ряд стадий [Петтиджон, 1981; Логвиненко, Орлова, 1987; Фролов, 1982; Маслов, 2003; Япаскурт, 2008, 2009]:

- *гипергенез* – возникновение исходных продуктов для образования осадочных пород (результаты механического разрушения, химического разложения более древних пород, жизнедеятельности организмов,

- вулканической деятельности);
- *седиментогенез* – перенос и осаждение вещества;
 - *диагенез* – совокупность процессов преобразования рыхлых осадков в осадочные породы в верхней зоне земной коры;
 - *катагенез* – стадия химико-минералогического преобразования осадочных пород при погружении их в более глубокие горизонты литосферы;
 - *метагенез* – стадия глубокой переработки осадочных пород в условиях повышающихся давления и температуры (стадия предшествующая метаморфизму).

Условия осадкообразования на суше определяются климатом, рельефом и геотектоническим режимом территории. Из этих трех факторов наибольшее значение имеет климат. По климатическому признаку Н.М. Страхов [1963] выделил следующие **типы континентального литогенеза**:

1. *гумидный* – с климатом влажных зон, с положительными температурами большую часть года, с превышением количества осадков над испарением;
2. *аридный* – с климатом пустынь и полупустынь и с дефицитом влаги;
3. *нивальный*, или *ледовый* – с климатом полярных и высокогорных областей.
4. *вулканогенно-осадочный*, связанный с областями прошлой и современной вулканической деятельности.

Океанский тип литогенеза зависит от глубины океанов, рельефа дна, близости континента или вулканических островов, наличия или отсутствия придонных течений, климата, солености, степени проявления вулканических процессов на дне [Лисицын, 1978; Мурдмаа, 1983; Логвиненко, 1987]. Из них *глубина бассейна* является одним из важнейших факторов, влияющих на характер осадконакопления. В зависимости от глубины бассейнов различают 4 зоны, которые характеризуются своими типоморфными отложениями:

1. *литоральная* – зона приливов и отливов,
2. *сублиторальная* – зона шельфа,
3. *гемипелагическая* – континентальный склон и его подгожье,
4. *пелагическая* – удаленные от суши ложе океана.

Практическая работа № 1. ПРОДУКТЫ ГИПЕРГЕНЕЗА

Задание и содержание работы:

1. изучить основные изменения горных пород при гипергенезе;
2. установить основные процессы химического выветривания.

Исходный материал – учебная коллекция № 1.

Гипергенез (выветривание) на континентах – разрушение материнских пород на поверхности Земли и в её приповерхностной зоне. В зависимости от степени воздействия на породу факторов физического и химического выветривания образуются обломки различной формы и размера, а также проявляется избирательный характер разрушения материнских пород. В результате процессов выветривания появляется первое экзогенное образование – кора выветривания, которая характеризуется своим строением, специфической минералогией, причем преобладают уже новообразованные, характерные именно для осадочных пород минералы, главным образом, глинистые, а в ряде случаев алюминиевые (Al) и железистые (Fe³⁺). Стадийность процессов выветривания ведет к определенной зональности: в основании разреза располагаются наименее измененные продукты, в кровле – преобразование максимальное: от первичных продуктов либо практически ничего не остается, либо располагается наиболее преобразованный материал. Подобная зональность с указанием некоторых преобладающих первичных и вторичных процессов на примере коры выветривания гранитоидов приводится ниже (табл. 1).

Таблица 1

Схема зональности коры выветривания гранитоидов в условиях гумидного климата

Физическое состояние и минеральный состав	Преобладающие процессы	Зона
Светлые или бурые бокситы. Прочная железистая (лимонитовая) шляпа	Процессы гидролиза (реакции с H ₂ O) и окисления	Гиббситовая (латеритная) Железняки
Светлая рыхлая бесструктурная массивная глинистая порода. Преобладает каолинит, реликты гидрослюды и устойчивых минералов – кварца, аксессуарные минералы.	Интенсивное выщелачивание и вынос катионов K, Na, Ca. Начало гидролиза и окисления.	Каолинитовая
Бесструктурная массивная глинистая масса, местами сохраняющая реликтовую структуру подстилающих пород. Минеральный состав: гидрослюды (гидромусковит, гидробиотит). Вверху появление каолинита. Реликты устойчивых минералов – кварц, аксессуарные минералы.	Интенсивная гидратация (присоединение воды). Начало выщелачивания.	Гидрослюдистая
Обломочные продукты механического дробления исходных подстилающих пород. Минеральный состав породы: кварц, микроклин, кислые плагиоклазы, мусковит, биотит.	Процессы механического дробления исходных пород. Начало гидратации и обесцвечивания биотита за счет выноса хромофоров.	Дезинтеграция

Специфическим видом выветривания является **подводное выветривание**, которое получило название «**гальмиролиз**». Факторами гальмиролиза являются соленость и состав морской воды, температура и давление придонного слоя, газовый состав воды, характер донной биоты. Существенное значение оказывает скорость осадконакопления. Примером продуктов гальмиролиза являются монтмориллонит, смектиты, оксиды-гидроксиды железа и марганца, глауконит [Фролов, 1992]. Продуктами гальмиролиза являются: физический элювий – каменные развалы; горизонты конденсации (перлювий); биоэлювий – биотурбидиты и хемозлювий – твердое дно (панцири); монтмориллонитовые глины; глауконитовые породы; красные пелагические глины; зернистые фосфориты и другие.

Некоторые примеры глинисто-железистых продуктов выветривания приведены на рис. 1.



Глина каолиновая. Основной минерал каолинит $Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$. Твёрдость 1, жирен на ощупь. В воде размокает без набухания. Окраска белая, серая различных оттенков. Каолины образуются при выветривании и гидротермальном изменении полевошпатовых пород.



Глина монтмориллонитовая. Основной минерал монтмориллонит. $(Na,Ca)_{0,33}(Al,Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O$. Цвет серо-бело-розовый, светло-серый, зеленоватый, желтоватый, красноватый. Образуются в результате выветривания алюмосиликатов. Под дождем раскисающиеся, порой превращающиеся в пасту, сильно набухающиеся глины.



Глина нонтронитовая. Основной минерал нонтронит $Fe_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$. Твёрдость около 2.



Аллофановая корка на известняке. Основной минерал аллофан $mAl_2O_3 \cdot nSiO_2 \cdot xH_2O$. Содержание воды иногда до 50 %. Самые загадочные глины: нет структуры и

Окраска от зелено-жёлтой до тёмно-зелёной. Сплошные, глиноподобные агрегаты, скрытокристаллические. Образуется при выветривании ультраосновных изверженных и метаморфических пород, а также железных руд.

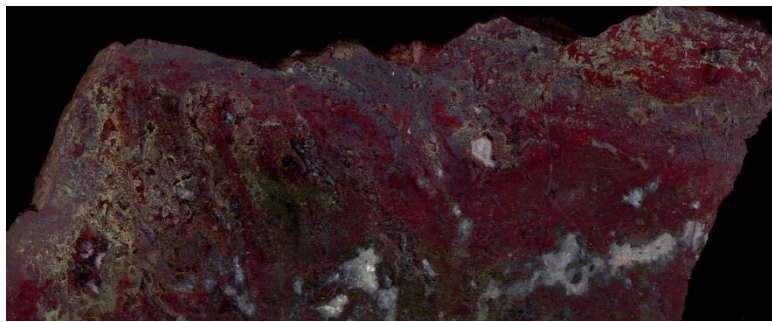


постоянного химического состава. Твердость 3. Излом раковистый. Образуют сплошные выделения и различные натечные агрегаты стекловатого облика. Цвет бесцветный, белый, желтый, голубой, бурый. Аллофаны связаны с каолинитом, галлуазитом, бокситами, доломито-известняковыми толщами.



Гидрослюдистая глина образуется в результате выветривания силикатных пород в условиях влажного климата и представляет собой продукты первой стадии химического выветривания. Состоит из слабо удлинённых высокополяризующихся чешуек гидрослюды с заметной примесью алевритовых зерен кварца, полевого шпата, биотита и мусковита.

Латерит – элювиальный продукт физико-химического выветривания алюмосиликатов в условиях жаркого климата. Цвет красно-кирпичный, землистое сложение, иногда имеет бобовую структуру и состоит из каолинита, оксидов железа, гиббсита, магнетита, галлуазита. С латеритами, развитыми на ультра-основных породах, богатых Fe, связаны месторождения железных руд, а богатых Ni – никеля, а на основных, щелочных и глинистых породах – месторождения бокситов.



Бурый железняк встречается в плотном или землистом виде и в шаровидных, почковидных натечных и конкреционных массах, часто с зеркальной полушаровидной поверхностью. Одна из самых распространенных и важных железных руд. Твердость 4.5–5.5. Цвет бурый до черноватобурого, желтовато-бурый, охристо-бурый; черта желтовато-бурая. Легко обра-зуется везде, где выветриваются железосодержащие минералы (сидеритовые и сульфидные руды).

Госсанит – литифицированный продукт подводного выветривания медноколчеданных руд. Текстуры массивные, пятнистые, слоистые. Цвет от красного до бурого различных оттенков. Состоит в основном из гематита, кварца, железистого хлорита, присутствуют карбонаты, сохраняются реликты первичных сульфидных руд.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- В образцах учебной коллекции изучаются основные признаки глинистых и глинисто-железистых продуктов выветривания: цвет, агрегатное состояние (литифицированность), текстурно-структурные признаки, минеральный состав;
- Устанавливается предполагаемая связь состава продуктов выветривания с материнскими породами;
- Делается вывод о принадлежности образцов к типу выветривания или определенной зоне выветривания;
- Устанавливается приуроченность зоны выветривания к определенной климатической зоне или принадлежность к океанскому типу литогенеза.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

- 1) Каждый образец описывается по следующему плану:
 - Название породы (дается в последнюю очередь);
 - Цвет (для литифицированных пород – на выветрелой поверхности и свежем сколе);
 - Структура (крипто-, тонко-, мелко-, крупнозернистая, обломочная);
 - Текстура (слоистая – число слоев, повторяемость слоев, мощность, особенности кровли и подошвы слоев, деформированность и нарушения слоев; пятнистая – наличие пятен, отличающиеся от основной массы по минеральному или гранулометрическому составу, взмучивание осадков, перераспределение вещества, неопознаваемые органические остатки и др.);
 - Минеральный состав (породообразующие, второстепенные и редкие минералы, их распределение в пределах образца);
 - Органические остатки (наименование, количество, состав, распределение);
 - Физические свойства (крепость, вес, пористость, магнитность, размокаемость в воде для глин);
 - Вторичные изменения (трещиноватость, кливаж, степень выветрелости).
- 2) После краткого описания образца приводится его полное описание в виде краткого изложения материала и выводов о связи с материнскими породами, факторах гипергенеза и зонах их проявления (см. *пример описания образца*).

Глина каолинитовая. Слабосвязанная однородная порода светло-серого цвета с единичными включениями углистого вещества. Текстура – с признаками тонкой слоистости, которая подчеркивается изменением цветового оттенка и присутствием темных полос. Структура – тонкозернистая, структура материнской породы не сохранилась. Состоит

преимущественно из каолинита, отмечается примесь кварца и углистого вещества почти черного цвета. На ощупь жирная, пачкает руки. Твердость низкая (ноготь оставляет царапину). В увлажненном состоянии полупластичная, размокает без набухания и распадается на отдельные куски, раскатывается в рвущуюся нить. Вероятно, эти глины представляют собой остаточный продукт химического выветривания основных пород, образующихся в условиях влажного, умеренно-теплого или субтропического климата.

Практическая работа № 2. ПРОДУКТЫ СЕДИМЕНТОГЕНЕЗА

Задание и содержание работы:

1. объяснить способы и формы переноса вещества на конкретных образцах;
2. установить принадлежность осадочного вещества к определенным типам бассейнов седиментации.

Исходный материал – учебная коллекция № 2.

На стадии седиментогенеза осуществляется перенос и осаждение продуктов выветривания. Основными агентами переноса являются текучая вода, ветер и движущийся лед. Значение этих агентов различно для разных климатических зон, что сказывается на характере и составе осадков. Некоторые примеры продуктов переноса и накопления осадков (рис. 2):

- **Пролувий** – осадки переносятся временными потоками на небольшие расстояния, откладываются у подножия возвышенностей. Характерные черты: плохая сортировка и плохая окатанность.
 - **Галька** (русловые осадки горных рек) – хорошо окатанные крупные (8–10 см и более) обломки.
 - **Продукты разрушения морских скалистых берегов** (результат абразии). Окатанные и полуокатанные обломки размером 10–100 мм – галька; 1–10 мм – гравий.
 - **Песок речной** (русловые осадки равнинных рек) – песчаные частицы в разной степени окатаны и отсортированы. Присутствуют более крупные слабо окатанные обломки.
 - **Песок морской ракушечный**. Состоит преимущественно из раздробленных раковин. Обычно образуется в литоральной и сублиторальной зонах тропических морей.
 - **Песок морской пляжный**. Аккумулятивные накопления в надводной части береговой зоны, созданные прибойным потоком. Частицы отсортированы и достаточно хорошо окатаны.
 - **Песок морской ильменитовый**. Состоит в основном из ильменита. Образовался в результате разрушения и сортировки ильменитсодержащих пород. Нередко наблюдаются на морских пляжах.
 - **Песок кварцевый**. Кварцевые пески более чем на 90 % состоят из обломков кварца и обычно имеют относительно хорошие сортировку и окатанность зерен. Пески кварцевые характерны для платформенных районов. Возникают как в условиях влажного и жаркого климата за счет переотложения продуктов глубокого химического выветривания материнских пород, так и вне связи с климатом при длительном переотложении песчаного материала, а также формировании осадков за счет размыва более древних кварцевых песков и песчаников.
1. **Песок эоловый**. Осадки возникают в результате ветрового захвата и переноса частиц с последующим их выпадением из воздуха. Характерными особенностями являются: хорошая сортировка и

окатанность, матовая шероховатая поверхность зерен преимущественно кварцевого состава и желтый (иногда красный) цвет за счет пленки окислов железа.

- **Тиллиты.** Древние морены, представляющие собой грубообломочные, неотсортированные образования, подвергшиеся уплотнению, а иногда и метаморфизму. Тиллиты образованы мелкозёмистой неслоистой массой, так называемой «ледниковой мукой», с включениями валунов различных размеров, обладающих ледниковой штриховкой.



Рис. 2. Примеры продуктов переноса и седиментогенеза.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- В образцах учебной коллекции изучаются нелитифицированные обломочные породы;
- Устанавливаются способы переноса обломочного материала и дается детальная характеристика преобладающих факторов переноса и осаднения вещества по конкретным образцам;.

- Определить по диаграмме Хюльстрима (рис. 3) скорость потока, транспортирующего эти частицы и скорость потока, отложившего эти частицы, для осадков перемещенных водными потоками;
- Делается вывод о принадлежности образцов к определенной обстановке осадконакопления.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

- 1) Каждый образец описывается по следующему плану (не менее 4 образцов):
 - Название породы (дается в последнюю очередь);
 - Описание обломков: размеры обломков (определение группы осадочных пород по размерам обломков), их сортировка (хорошая, плохая, несортированные), окатанность (по трехбалльной шкале) и цвет;
 - Минеральный состав обломков с определением названия пород и раковин беспозвоночных, определение состава цементирующей массы, если имеется.
 - Скорость потока, транспортирующего и отлагающего обломочный материал.
- 2) После краткого описания образца приводится его полное описание в виде краткого изложения материала и выводов о характере осадконакопления в различных условиях (см. пример описания обломочных пород).

Песок пляжный. Песок серый с розовым оттенком, среднезернистый. Содержание кварца 70 %, полевых шпатов 20 %, обломков пород (кварциты, алевролиты, кремни) – до 7 %, акцессорных минералов (граната, магнетита) – менее 3 %. В небольшом количестве встречаются обломки раковин моллюсков. Содержание фракции крупнее 2 мм – 10 %, 2–1 мм – 5 %, остальная фракция 85 % – менее 1 мм. Накопление песчаного материала, с преобладающими частицами менее 1 мм, происходило при скорости течения не более 5 см/сек. Источником вещества для формирования описанных песчаных отложений, вероятно, служил обломочный материал, который создает море, разрушая побережья. Обломочный материал при этом не остается неподвижным. Волны перерабатывают его, дробят, окатывают, сортируют по размеру: то приносят его к пляжной зоне, то утаскивают на глубину. Из-за продольных ветров и течений материал также движется и вдоль побережья. Очевидно, что в результате столь постоянного движения происходит его сортировка и образуются умеренно сортированные пляжные пески.

Вывод. Песок среднезернистый, умеренно сортированный, кварцевый, содержит раковины моллюсков, сформирован в пляжной береговой зоне.

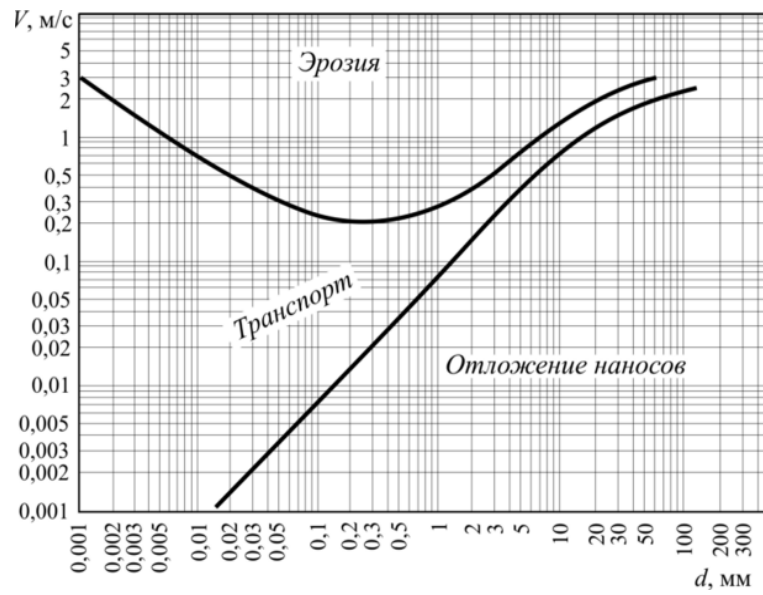


Рис. 3. Диаграмма Хьюлстрема (d – диаметр частиц – V – скорость потока), приблизительно иллюстрирующая влияние средней скорости водного течения на транспортировку, отложение или, наоборот, размыв (эрозию) ранее отложенных частиц разного размера.

Практическая работа № 3. ДИАГЕНЕЗ, КАТАГЕНЕЗ И МЕТАГЕНЕЗ

Задание и содержание работы:

1. Детально охарактеризовать слоистость осадочных горных пород из учебной коллекции;
2. Установить индикаторные минеральные ассоциации рН-Eh условий в осадочных породах;
3. Определить особенности литогенеза осадков континентов и океанов.

Исходный материал – учебная коллекция № 3, Eh-pH диаграммы (рис. 4а), ассоциации минералов в координатах рН-Eh (рис. 4б).

Диagenез – это комплекс физических, химических и биохимических процессов, приближающих осадок к равновесию в новых условиях [Япаскурт, 2009]. Факторы диагенеза – температура, давление, состав поровых вод, активность микроорганизмов, геологическое время. Основные процессы диагенеза: уплотнение, удаление воды, старение коллоидов, аутигенные минеральные фазы, разложение неустойчивых минералов, перераспределение вещества, конкрециеобразование. Химические элементы, присутствующие в первичных породах, в зоне диагенеза имеют тенденцию к достижению равновесия с окружающей их окислительной или восстановительной средой. Окисление влечет за собой потерю электронов элементами и приводит к увеличению их положительного заряда или к уменьшению отрицательного. При восстановлении мы имеем обратную картину: например, восстановление трехвалентного железа до двухвалентного.

Eh-pH диаграммы (рис. 4а) и диаграммы ассоциации минералов в Eh-pH координатах (рис. 4б) оказывают ценную помощь при интерпретации химических реакций [Петтиджон, 1981; Лидер, 1986], протекающих с образованием того или иного минерала осадочных пород. Однако судить о скорости реакций, их завершенности по этим диаграммам нельзя. Например, при окислении пирита возникает кислая-восстановительная среда, а при разложении органического вещества – среда нейтральная или слабощелочная/восстановительная. Область природных значений Eh-pH на рисунке 4 включает нормальные условия. Местные условия могут иногда отклоняться от значений этой области.

Наиболее распространенными минералами стадии диагенеза являются сульфиды железа (пирит, марказит), оксиды и гидроксиды (опал, халцедон, лимонит, гетит, гематит), карбонаты (кальцит, доломит, сидерит), фосфаты, силикаты (глауконит, хлорит, лептохлорит, каолинит, гидрослюды, монтмориллонит). Диагенетические минералы обычно характеризуются малыми размерами зерен, часто это пелитоморфные и микрозернистые образования, оолиты и сферолиты, конкреции, зерна и агрегаты, образующие цемент.

Формирование цемента сопровождается обильным выделением воды, переносимой из уплотняющихся илов в более пористые слои осадков. Этими водами через поры переносятся также и ионы. Из ионов поровых растворов образуются цементирующие материалы. Существует много цементирующих материалов, однако, наиболее распространенными из них являются кальцит, сидерит, кварц, гидрослюды, хлорит и др. глинистые минералы. Состав аутигенных минералов, формирующихся в раннем диагенезе, зависит от физико-химических условий среды в осадке, концентрации ионов в иловых или поровых водах, количества и характера органического вещества.

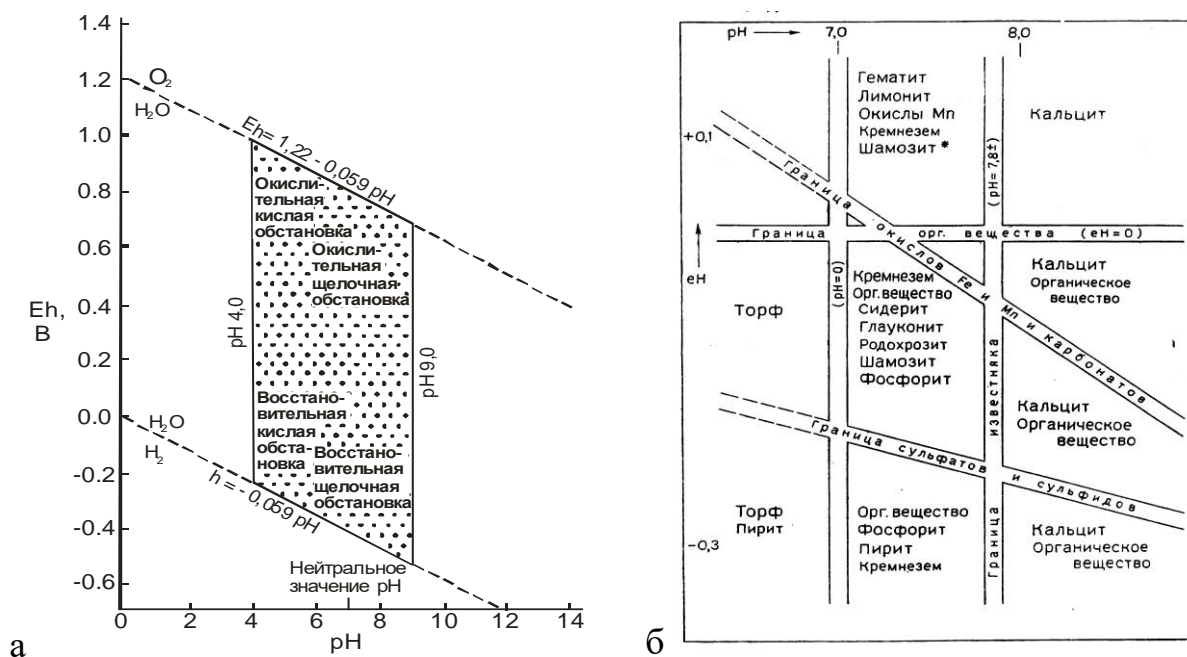


Рис. 4. Eh–рН-диаграммы: а – показывающая обычный диапазон значений Eh и рН; б – ассоциация минералов осадков в координатах рН-Eh (с использованием [Лидер, 1986; Петтиджон, 1991]).

Последствия диагенетических процессов для различных осадочных пород не одинаковы. Например, применительно к пелитовым и алевропелитовым илам со значительным содержанием глинистых минеральных компонентов явным признаком завершенности диагенеза можно считать превращение этой несвязной, сильно обводненной массы в пластичную глину, однако в это же время залегающие с глиной пески, гравийные и галечные отложения в большинстве своем остаются рыхлыми.

Катагенез это комплекс физико-химических процессов преобразования осадочного материала в стратифере. Основные процессы катагенеза – уплотнение, раскристаллизация коллоидов, дробление, инкрустация, цементация, растворение и регенерация, перекристаллизация, образование новых минералов в условиях повышения температур и давления. Текстуры: деформационные, прожилковые, конкреционные.

Степень литификации различных слоев может быть проявлена неоднородно. Известны случаи, когда глины, не перешедшие в состояние не

размокаемых аргиллитов, чередуются с крепко сцементированными кварцитовидными песчаниками или мраморовидными доломитами, а также противоположные сонахождения – почти рыхлые пески с аргиллитами ассоциируют с кристаллически-зернистыми карбонатными породами.

В стадию катагенеза происходит уплотнение, растворение составных частей, различные процессы минералообразования, перекристаллизация и другое изменение осадочных пород. Наиболее распространенными минералами стадии катагенеза являются сульфиды железа (пирит, марказит), оксиды (халцедон, кварц, гематит), карбонаты (кальцит, доломит, сидерит), силикаты (гидрослюда, каолинит, хлориты, эпидот). Характерная черта многих минералов катагенеза – их значительные размеры и кристаллографическая форма. Воды в породах подразделяются на свободные и связанные. В процессе катагенеза отделяется свободная вода, которая способна перемещаться в породах под действием силы тяжести или пластового давления. Она в условиях повышенных температуры и давления способствует растворению отдельных компонентов, а также возникновению минеральных новообразований.

Метагенез – это стадия глубокого минерального и структурного преобразования пород, происходящего на значительной глубине, предшествующая превращению осадочной породы в метаморфическую. Основные факторы метагенеза те же, что и для катагенеза:

- температура;
- давление;
- подземные воды с растворёнными в них солями и газами;
- окислительно-восстановительный потенциал;
- щёлочно-кислотные свойства флюидов;
- стресс.

Эти факторы в зоне развития метагенеза имеют значительно большие численные значения: большую минерализацию и газонасыщенность вод; иные значения рН (среда более кислая); Eh (среда более восстановительная). В стадию метагенеза образуются оксиды (кварц, анатаз, гематит), карбонаты (кальцит, доломит, анкерит), силикаты (высокотемпературная гидрослюда, мусковит, серицит, хлорит, альбит, эпидот). Ряд минералов возникает в виде каемок регенерации на обломочных зернах – циркон, эпидот, цоизит, клиноцоизит, сфен. При метагенезе породы максимально уплотняются, их пористость становится минимальной. Перемещение флюидов становится возможным только по трещинам или путём диффузии. При тектонических движениях в породах возникает тонкая трещиноватость, благодаря этому создаются новые пути для миграции растворов. В эту стадию глины превращаются в аргиллиты; за счёт изменения гидрослюд образуется серицит; происходит хлоритизация биотита; продолжается регенерация кварца. Широкое развитие получают конформные, инкорпорационные, регенерационные структуры. В хемогенных породах часто образуются микростилолиты. Под действием стресса образуются полосчатые текстуры, обусловленные ориентировкой чешуйчатых минералов перпендикулярно

направлению давления, а также развиваются процессы направленной коррозии, кристаллизации и перекристаллизации.

На рис. 5 показан пример диа- и катагенетических изменений при углеобразовании.



Торф – осадочная рыхлая горная порода, представляет собой скопление остатков растений, подвергшихся неполному разложению в условиях болот. Образуется в результате естественного отмирания и неполного распада болотных растений под воздействием биохимических процессов в условиях повышенной влажности и недостатка кислорода. Залегает на поверхности Земли или на глубине первых десятков метров. Содержит 50–60 % углерода.



Бурый уголь – твердый ископаемый уголь, образовавшийся из торфа, имеет бурый цвет, наиболее молодой из ископаемых углей, содержит 65–70 % углерода.



Каменный уголь – осадочная порода, представляющая собой продукт глубокого разложения остатков растений. Содержание углерода в каменном угле, в зависимости от его сорта, составляет 75–95 %.



Антрацит – самый глубоко прогревавшийся при своем возникновении из ископаемых углей, уголь наиболее высокой степени углефикации. Характеризуется большой плотностью и блеском. Содержит 95 % углерода.

Рис. 5. Стадии углефикации: исходный растительный материал → торф → бурый уголь → каменный уголь → антрацит. Гумификация – превращение отмерших растений в торф.

Диagenез – превращение торфа в бурый уголь под действием микроорганизмов. Катагенез – превращение бурого угля в каменный уголь и метаморфизм – образование антрацита.

Процессы образования осадочных пород на континентах и в океанах при общей направленности: образования осадков, превращения осадков в породы, изменения пород – осуществляются по-разному (табл. 2 и 3).

Континенты (табл. 2). *Диagenетическая стадия* на континентах в субаэральных условиях происходит достаточно быстро при большом разнообразии состава, физико-химических условий и парагенезов аутигенных минералов. В крупных водоемах суши диagenетические изменения осуществляются в условиях, сходных с океанами.

Катагенетическая стадия может быть очень длительной – десятки и сотни миллионов лет. Мощность зоны катагенеза различна – от нескольких сотен метров до первых километров на платформах, до 7–9 км в складчатых областях. В нижних структурных этажах осадочные породы изменены до *метагенеза*.

Таблица 2

Постседиментационные изменения осадочных образований континентов
[Логвиненко, Орлова, 1987]

Стадии литогенеза	P-T условия	Пористость %	Аутигенные минералы	Структуры
<i>диagenез ранний</i> (окислительный)	T < 25 °C (3 °C/100 м) P от 1 атм. на поверхности и до 5–10 МПа в толще осадков C _{орг} до 60 %	90–70 %	каолинит, монтмориллонит, карбонаты, гипс, галит, глауконит, оксиды Fe и Mn, сульфаты, фосфаты, сульфиды, опал, халцедон, смешаннослойные глинистые фазы,	осадки рыхлые, обводненные до пластичного состояния
<i>диagenез поздний</i> (восстановительный)	T < 100 °C	70–30 %	гидрослоуды, хлорит, цеолиты,	осадочные породы: псаммитовые, алевроитовые, пелитовые и др.
<i>катагенез ранний</i>	T = 100+20 °C (6 °C/33 м) P = >10 МПа Глубина до 2–4 км	40–20 %	Гидрослоуды, хлорит, цеолиты, халцедон, кварц, гипс, галит, каолинит, кальцит, каинит	осадочные породы, стилолиты в толщах известняков, регенерационные, конкреционные, метасоматические текстуры
<i>катагенез поздний</i>	T = 200+50 °C Губина до 7–9 км P = до 200 МПа	20-4 %		
<i>метагенез</i>	T = 200–350 °C P = 200 МПа	4–3%	Пумпеллит, хлорит, альбит, эпидот, кварц, графит	регенерационные, микростилолиты, мозаичные, сегрегационные,

				кливаж течения и разрывы
метаморфизм		Т = от 350 °С		

Примечание. 1 МПа = 10 бар, 1 МПа = 9.86 атм.

Океаны (табл. 3). В океанах *диагенетическая стадия* растянута, она может продолжаться десятки миллионов лет (до 100–150 млн. лет). Диагенетические изменения происходят медленно, особенно в красных глубоководных глинах, которые даже в меловых и верхнеюрских отложениях остаются еще на стадии диагенеза с низкой плотностью и высокой пористостью. Зона диагенеза имеет большую мощность – от первых сотен метров до 800–1000 м. В областях высокого теплового потока мощность диагенеза уменьшается до 100–200 м, не выходя за пределы четвертичных отложений.

Катагенетическая стадия в океанах разнообразна, имеется только начальный этап катагенеза. Длительность стадии катагенеза десятки миллионов лет, мощность зоны катагенеза от первых сотен метров до 800–1000 м и более. Стадия метагенеза в породах океана не установлена.

Таблица 3

Постседиментационные изменения осадочных образований океанов
[Логвиненко, Орлова, 1987]

Стадии литогенеза	Р-Т условия	Пористость %	Аутигенные минералы	Структуры
<i>диагенез ранний</i> (окислительный)	Т = 4–30 °С (6.5 °С/100 м) Р 5–10 МПа литостатическое на дне океана	90–70 %	Fe-сметиты, монт-мориллонит, смешанослойные минералы, филлипсит, оксиды Fe, Mn, опал, барит, гипс, глауконит, фосфаты, сульфиды	консистенция от суспензии до текуче-пластичного состояния
<i>диагенез поздний</i> (восстановительный)	Т = до 60–70 °С	70–45 %	хлорит, сидерит, родохрозит, кальцит, доломит, опал, клиноптилолит, халцедон	осадочные – пелитовые, алевритовые, псаммитовые
<i>катагенез ранний</i>	На гл. 1000 м 40–50 МПа	65–20 %	Fe-сметиты, смешанослойные сметиты, цеолиты, гидрослюда, кальцит, кварц, гипс	нормальные осадочные породы
<i>катагенез поздний</i>	Т от 60–70 до 120 °С	< 20%		
<i>метагенез</i>		4–3 %	цеолитовая фация	органическое вещество в глинистых породах, мраморизованные

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В образцах учебной коллекции изучаются текстурно-структурные признаки и различных групп осадочных пород, детализируются минеральные ассоциации и их распределение, оцениваются их размеры, форма, количество.

2. Устанавливаются рН-Eh условия по минеральным ассоциациям с помощью рН-Eh диаграмм (рис. 4) и определяется принадлежность образцов к определенной стадии литогенеза.

3. Ответить на вопрос (письменно): Как влияет органическое вещество на условия диагенеза?

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

- Отчет о проделанной работе представляется в виде описания каждого образца (образец описания см. Практическая работа № 1) (не менее 4 образцов).
- По диаграммам рН-Eh значений устанавливаются рН и Eh условия среды существования осадочных пород.
- По текстурным и структурным особенностям и минеральному составу оценивается стадия литогенеза.
- Выводы описываются в краткой форме с полным изложением выше описанных признаков (см. пример описания образцов).
- Письменный ответ на вопрос «Как влияет органическое вещество на условия диагенеза?» дается после описания образцов (объем до 0.5 стр.).

Пример описания образцов:

Филлитоподобный сланец. Порода темно-серого цвета, текстура сланцеватая с занозистым изломом. На изломе и плоскостях сланцеватости шелковистый отлив. Раскалывается на тонкие плитки, от HCl не вскипает. Основные минералы представлены хлоритом темно-зеленого цвета и кварцем. На фоне основной массы просматривается буро-коричневого цвета изометричные образования органического вещества. Отмечаются единичные зерна и мелкие конкреции пирита.

Присутствие углистого вещества и пирита свидетельствует о формировании породы в восстановительных условиях. Порода преобразована на стадии зоны позднего катагенеза или метагенеза, о чем свидетельствуют сланцеватая текстура и минеральный состав (хлорит+кварц).

ТЕКСТУРЫ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД (Практические работы № 4–7)

Текстура – сложение осадочной породы, определяемое взаимным расположением компонентов породы, их ориентировкой по отношению друг к другу и поверхности наслоения. Текстуры разделяются на *седиментационные*, образовавшиеся при переносе и осаждении вещества на разных этапах осадконакопления, и *постседиментационные (вторичные)*, формирование которых происходило в осадочных породах под воздействием внутренних факторов.

Практическая работа № 4. СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ ТЕКСТУРЫ

Задание и содержание работы

1. изучить основные морфологические типы слоистости;
2. определить гидродинамическую активность среды переноса и отложения осадков.

Исходный материал – учебная коллекция № 4. Основным пособием при изучении этой темы служит прекрасно иллюстрированный «Атлас текстур и структур осадочных пород» в 3-х томах [1963–1973] и набор учебных карточек с текстурами и структурами осадочных пород. По Атласу и карточкам необходимо ознакомиться со всеми основными седиментационными текстурами, внимательно изучить их описание, составить схематическую классификацию текстур.

Слоем называется однородный, первично обособленный осадок (или горная порода), ограниченный приблизительно параллельными поверхностями, верхняя из которых называется кровлей, а нижняя – подошвой. Помимо термина **слой** часто употребляется термин *пласт*, имеющий аналогичное значение, но обычно применяемый для полезных ископаемых, например угля, известняка и др. Чередование слоев называется слоистостью. Это одно из самых характерных и важных свойств осадочных пород. Именно на нем основано изучение вопросов стратиграфии, литологии, построение разрезов, определение направления и амплитуды тектонических движений, поиски полезных ископаемых и др. Переход одного слоя в другой может быть резким или постепенным.

Расстояние между кровлей и подошвой слоя называется мощностью. Различают два вида мощности: истинную мощность – кратчайшее расстояние между кровлей и подошвой по перпендикуляру и видимую мощность – любое другое расстояние между подошвой и кровлей.

Все явления слоистости возникают на самых ранних стадиях образования осадочных пород. Слоистость выражается в чередовании разных типов пород, которые достаточно чётко обособляются друг от друга. Она отражает гидродинамику среды переноса и осаждения. Среда седиментации всё время находится в движении: изменяется скорость придонных течений, проявляется волновая деятельность, изменяется количество приносимого

обломочного материала и т.д. Слоистость обуславливается более или менее ритмичными колебаниями интенсивности тех или иных факторов седиментации. Мощность слоёв обычно варьирует от долей миллиметров до нескольких сантиметров. Иногда чередующиеся слои, сходные по размерам, общему характеру и форме, объединяются в серии.

По морфологическим признакам различают 3 основных вида первичной слоистости: горизонтальная, волнистая, косая (рис. 6).

Горизонтальная слоистость характеризуется чередованием слоёв, параллельных плоскости наложения. Она образуется в спокойных условиях, вне течений и волнений. Тонкая горизонтальная слоистость может формироваться в спокойной обстановке в придонном слое и зависит от интенсивности поступления осадочного материала и его механических свойств. Слоистость бывает равномерной и неравномерной. Равномерная слоистость обусловлена закономерным ритмичным чередованием слоёв. Неравномерная горизонтальная слоистость указывает на колебания в поступлении обломочного материала. Она может быть серийной и направленно изменяющейся. Различают градиционную, прослоевую и ленточную (рис. 6а-г).

Косая слоистость возникает обычно при движении воды в определённом направлении, т.е. при её поступательном движении (рис. 6д-и). Условия формирования косой слоистости в разрезах чрезвычайно разнообразны и указывают на накопление осадков при высокой динамической активности среды (речной поток, в мелководных условиях). Слои бывают прямолинейными и изогнутыми. Углы наклона слоёв по отношению к плоскости наложения бывают крутыми ($> 30^\circ$), средними ($30-20^\circ$), пологими ($< 20^\circ$). Соотношение слоёв может быть однонаправленным (параллельным) и разнонаправленным (клиновидным).

Волнистая слоистость представляет собой чередование слоёв, имеющих криволинейную выпукло-вогнутую форму (рис. 7и-к). Этот вид слоистости характеризует волнение, т.е. разнонаправленные движения воды, которые в зависимости от силы и величины волн, образуют разные формы слоистости. Соотношение слоёв бывает параллельное (близкое к нему) и непараллельное (линзовидное), непрерывное и прерывистое. Волнистая слоистость указывает на глубину водоема не более 100 м, встречается, главным образом, в прибрежно-морских, заливных, реже – в пойменных отложениях.

В осадочных породах широкое распространение получили *сложные* слоистые текстуры, которые представляют собой сочетание нескольких типов слоистости или чередование серий слоёв, расположенных внутри одного слоя под определённым углом. Такие текстуры характеризуют быстрое и резкое изменение активности среды осадконакопления и формирование новой слоистости на фоне предыдущей, иногда срезая её. Наиболее ярко такая слоистость выражена в аллювиальных отложениях руслового и дельтового типа. Она также может формироваться временными потоками, морскими волнениями и течениями, в лагунах, озёрах и береговых

валах рек.



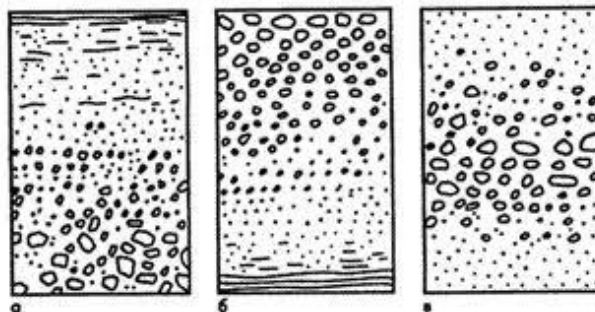
Горизонтальная ленточная слоистость



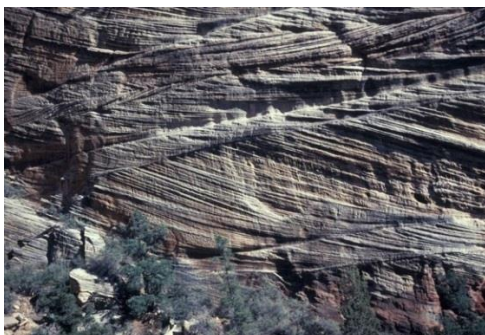
Горизонтальная прослоевая слоистость



Горизонтальная слоистость, в некоторых слоях отмечается градационная сортировка сульфидного обломочного материала



Градационная слоистость: нормальная (прямая), перевернутая (обратная), симметричная

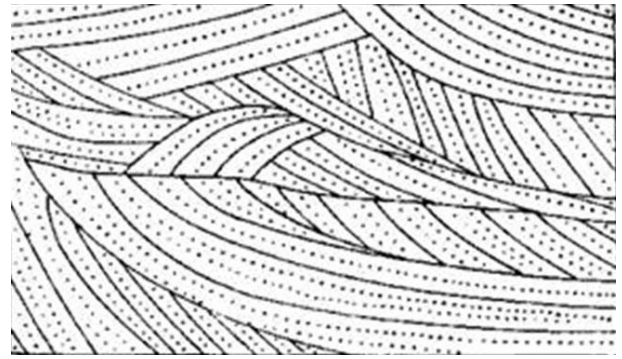


Косая однонаправленная слоистость

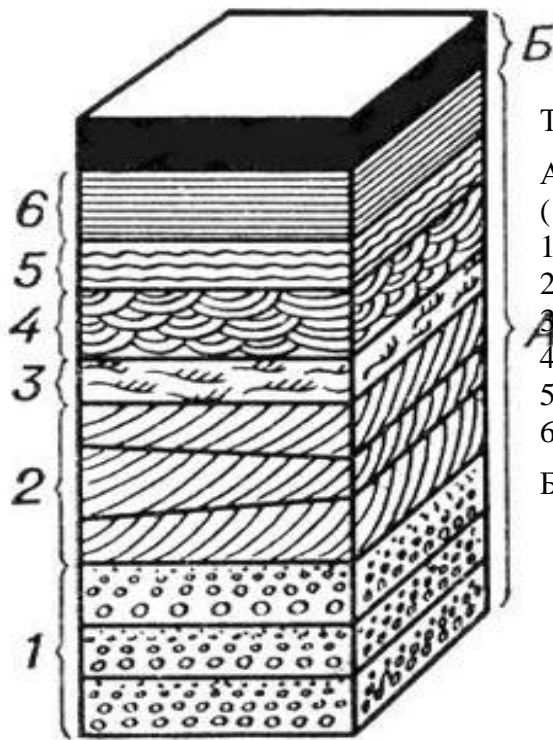




Косая однонаправленная слоистость



Косая слоистость эоловых песков

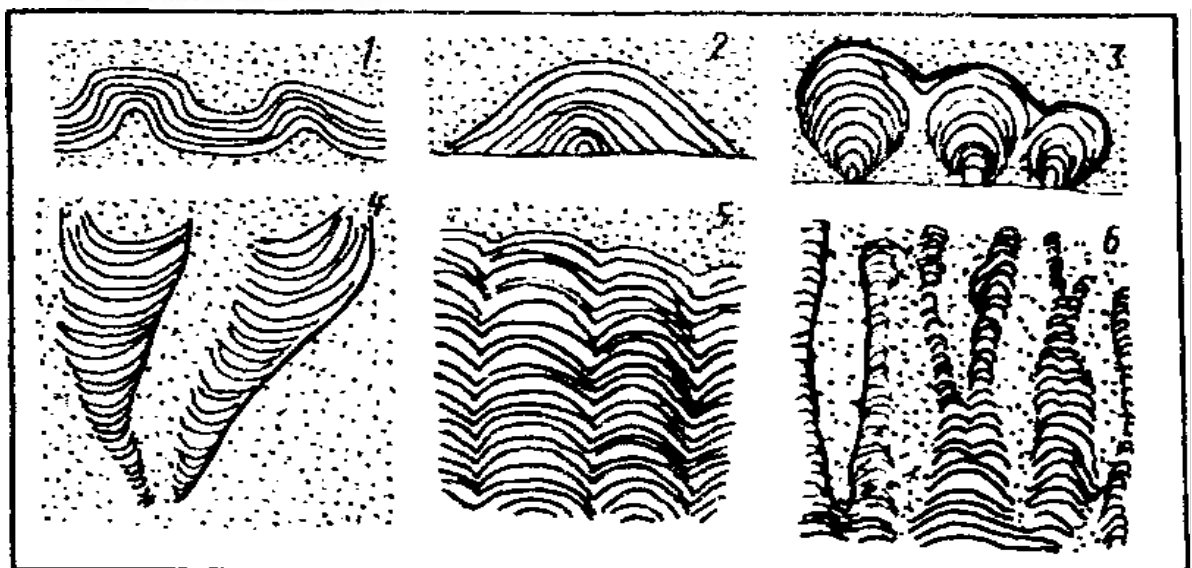


Типы слоистости горных пород.

А – пласт песчаника, разделяющийся на слои (1–6) с различными типами слоистости:

- 1 – ритмически сортированная горизонтальная,
- 2 – косая,
- 3 – косоволнистая,
- 4 – волнистая,
- 5 – пологоволнистая,
- 6 – горизонтальная;

Б – неслоистая глина.



Водорослевая волнистая слоистость в строматолитах [Петтиджон, 1981].

Рис. 6. Виды слоистости.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. В образцах определяется тип слоистости – горизонтальная (градационная, ленточная, прослоевая), волнистая, косая или их комбинации, описываются степень ее выраженности, толщина слоев и серий, характер их границ, последовательность смены слоев, углы их наклона, равномерность. Для многих осадочных пород мощность слоев составляет всего несколько сантиметров или миллиметров. В подобном случае, конечно, каждый тонкий слой не нужно описывать подробно, а следует выделить слои с однородным строением и один раз охарактеризовать каждый тип породы, участвующий в переслаивании, указав последовательность и характер чередования пород, их мощность – максимальную и минимальную и среднюю, отметив изменения состава слоев в пределах образца. Здесь могут быть разнообразные примеры: чередование слоев разного состава (известняки и мергели, силициты и аргиллиты), чередование слоев с разной крупностью зерна или количеством цемента и др. Особой разностью является слоистость, обусловленной сортировкой и постепенным уменьшением размеров частиц от основания слоя к кровле (градационная слоистость). Может наблюдаться также слоистость, когда материал иной структуры или состава не образует непрерывных слоев, а располагается линзами, приуроченными к одному уровню. Нередко слоистость может быть обусловлена параллельной ориентировкой частиц или органических остатков – чешуек слюды, створок раковин. Обязательно указывается четкость контакта слоев. Известно, что контакты могут быть либо расплывчатыми, либо резкими. Первые характеризуются плавным, постепенным переходом одного слоя в другой и являются показателем непрерывности осадконакопления. Они возникают либо при постепенном, относительно медленном изменении обстановки седиментации, либо вследствие особого способа их отложения. Резкие контакты, по которым соприкасаются породы, обычно существенно отличаются по составу или структуре, могут возникать как при непрерывном осадкообразовании, так и при перерыве в накоплении материала. При описании слоев дается название породы для отдельных слоев. Описание слоев ведется от более древних к более молодым, поэтому в образцах необходимо указать подошву и кровлю слоистых пород.

2. Определяются причины слоистости: неравномерность поступления материала, изменение скорости переноса осадков, взмучивание осадка и др.

3. Устанавливается характер среды переноса и отложения осадков: гидроактивность потока, осаждение из взвеси, изменение физико-химической обстановки среды седиментации.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

1) Отчет о проделанной работе представляется в виде подробного описания образцов (не менее 3) – степень выраженности слоистости, мощность слоев, характер их границ, зарисовки и выводов об условиях переноса и среде седиментации. План описания образцов – см. Практическая

работа № 1.

2) После краткого описания образца приводится его полное описание в виде краткого изложения материала и выводов (см. пример описания образца):

Яшма тонкослоистая – порода матовая (без блеска), афанитовая, крепкая, с раковистым изломом, с острыми режущими краями. Слои мощностью от 0.5– 1 мм до 3–4 мм, отличаются цветом, структурой, а также составом. По мощности преобладают красные слои, меняющиеся от темно-красных до светло-розоватых, обычно постепенно переходящие друг в друга. Граница с зелеными прослоями более резкая, что свидетельствует о направленности изменения состава и позволяет определить верх и низ слоев. Преобладающим минералом является кварц (халцедон?), минералами пигментами для слоев красных оттенков является тонкодисперсный гематит, а зеленого – хлорит и гидрослюда. Количество этих минералов точно оценить трудно, поскольку они местами полностью маскируют кремнистое вещество. Слои с различным минеральным составом свидетельствуют о формировании их в различных Eh условиях: гематитсодержащие слои – в окислительных, а хлоритсодержащие – в восстановительных условиях. Стадия преобразования пород – зона диакатагенеза.

Практическая работа № 5. ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ТЕКСТУРЫ

Задание и содержание работы

1. изучить причины деформации слоистости в образцах;
2. обосновать условия среды, приведших к деформации слоев.

Исходный материал – учебная коллекция № 5. Основным пособием при изучении этой темы служит прекрасно иллюстрированный «Атлас текстур и структур осадочных пород» в 3-х томах [1963–1973] и набор учебных карточек с текстурами и структурами осадочных пород. По Атласу и карточкам необходимо ознакомиться со всеми основными текстурами, внимательно изучить их описание, составить схематическую классификацию текстур по стадиям их образования.

В деформационных текстурах слоевые единицы изогнуты, смяты, разорваны, смещены или частично уничтожены. Они образуются в придонном слое из-за нестабильности неоднородного слоистого осадка, обусловленной разной плотностью незатвердевших осадков, скольжением их по дну, взмучиванием, внутренним давлением газов и другими нарушениями.

Текстуры нагрузки и оседания, возникают при непостоянной плотности слоистого материала, чаще всего при отложении песчаного слоя на менее плотный водонасыщенный пласт, сложенный глинистым материалом. При любых колебаниях Земли происходит разжижение глинистого материала, обуславливающее потерю его прочности. В этом случае образуются так называемые *конвекционные* ячейки, песчаный материал перемещается вниз, а глинистый – вверх. Языки глин, которые проникают в песчаный пласт, образуют *факельную* текстуру.

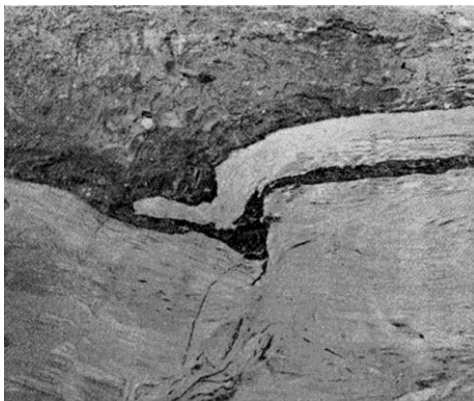
Песчаный материал образует так называемые *карманы внедрения* (рис. 7а). Они имеют вид мешочков, соединяющихся с материнской породой через пережатую горловину. Чаще всего они имеют округлую, эллипсоидальную форму или образуют удлинённые сфероиды. Иногда карманы внедрения имеют форму чаши, обращённой выпуклостью вниз, или имеет вид перевёрнутого гриба. Иногда они отделяются от песчаного слоя и погружаются в глинистый материал подстилающего слоя, образуя *шаровидную* текстуру. Размеры отдельных шаров варьируют от нескольких сантиметров до нескольких метров в диаметре. Слоистость в шарах бывает деформирована.

Песчаные дайки образуются при отложении глинистого материала на песчаный (рис. 7б). При уплотнении водонасыщенных песков и уменьшении их объёма происходит отжатие поровых вод. Удаляемая вода с большой скоростью поднимается вверх по любым трещинкам, захватывая песчаные зерна и выносит их на поверхность осадка. В ископаемом состоянии сохраняются своеобразные столбчатые текстуры, пересекающие слоистость. Если поровые воды мигрируют медленно, процесс затухает, внедрение песчаного материала в осадок прекращается.

Текстуры оползания, разрыва и обрушения образуются при деформации

неконсолидированных осадков в результате движений, вызванных гравитацией на палеосклонах (рис. 7в–д). Водонасыщенный осадок обладает неустойчивостью и при любых сотрясениях начинает перемещаться по палеосклону, вовлекая в это движение слои, залегающие над поверхностью скольжения. В большинстве случаев возникают мелкомасштабные складки, при ускоренном скольжении образуются относительно крупные складки с крутыми углами наклона крыльев. При медленном скольжении осадка на пологом склоне образуются линейные складки течения, иногда осложнённые мелкой складчатостью. Так формируются текстуры *оползания*. Нередко наблюдается образование мелких разрывных нарушений – образуются текстуры *разрыва*.

Оползание обычно захватывает несколько чередующихся слоев. В результате массивованного течения этих материалов за продолжительное время происходит частичное или полное разрушение слоистости. Маломощные слои разбиваются на отдельные фрагменты, которые могут быть в разной степени отделены друг от друга. Образуются текстуры *обрушения*. Как правило, обломки в таких случаях неокатанные и полуокатанные, а пространство между ними заполнено песчаным материалом. Так формируются брекчиевидные породы (псевдобрекчии) с неокатанными обломками, имеющими неровные рваные края, и конгломератовидные породы (псевдоконгломераты), в которых преобладают полуокатанные обломки, хотя могут присутствовать и угловатые.



а
Клинообразное внедрение несортированного суглинка с гравием и галькой в нижележащий тонкозернистый песок

б



Внедрение песчаной дайки в алевропелитовые породы



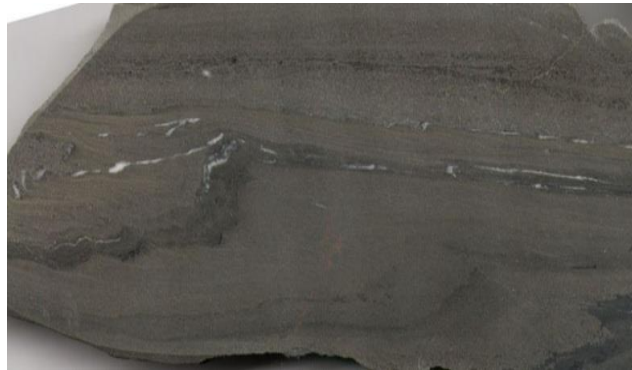
В



Деформационные текстуры мягкого осадка



Г



Деформационные текстуры в турбидитах



В

Очень резкие, неровные границы слоев сульфидных песчаников и гематитовых (госсанитовых) слоев со знаками нагрузки и разрыва



Г



Д

Текстура разрыва слоев

Рис. 7. Деформационные текстуры в осадочных породах.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Делается подробное описание образца по схеме (см. Практическая работа № 1). Детально описываются деформационные текстуры в образцах.
2. Указывается генезис деформации нормального осадка: песчаные дайки; нагрузка и неравномерное оседание вышележащих песчаных осадков в нижележащий глинистый; подводные оползни; конседиментные разрывы слойков; обрушение и перенос слабо литифицированного слоистого осадка.
3. Учитывая характер деформационных текстур, устанавливаются условия седиментации: скорость поступления обломочного материала, нестабильность неоднородного слоистого осадка в придонном слое, уклон дна.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

Отчет о проделанной работе представляется в виде подробного описания не менее 3 образцов, зарисовок и пояснительной записки о генезисе деформационных текстур.

Практическая работа № 6. **ВТОРИЧНЫЕ ТЕКСТУРЫ И ТЕКСТУРЫ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЕВ**

Задание и содержание работы:

1. определить характер постседиментационных преобразований;
2. указать физико-химическую обстановку формирования пород;
3. установить основные процессы постседиментационных преобразований пород.

Исходный материал – учебная коллекция № 6, стенд № 3. Основным пособием является «Атлас текстур и структур осадочных пород» в 3-ех томах [1963–1973] и набор учебных карточек с текстурами и структурами осадочных пород. По Атласу и карточкам необходимо ознакомиться со всеми основными вторичными текстурами и текстурами поверхностей слоев, внимательно изучить их описание, составить схематическую классификацию текстур.

Диагенетические текстуры (рис. 8а) начинают формироваться в раннюю стадию в виде *оолитов, мелких кристаллов*, распространенных по всему слою слабо консолидированного осадка.

Перераспределение диагенетических минералов вследствие неоднородности среды и, соответственно изменения рН, Eh и концентрации иловых растворов приводило к образованию *конкреций* (рис. 8б). Конкреции – минеральные образования округлой или эллипсоидальной формы в осадочных горных породах или современных осадках. Размеры конкреций колеблются от долей миллиметра до десятков сантиметров. По своему составу конкреции бывают пиритовые, сидеритовые, кремневые, фосфатные, железо-марганцевые. В породе они располагаются согласно с напластованием, а также приурочены к границам раздела слоев. При наличии слоистости рост конкреций приводит к деформации слоистости, слои обтекают конкрецию. Расположение конкреций параллельно слоистости является отличительным признаком диагенетических текстур.

К диагенетическим образованиям относятся также различные *псевдоморфозы* пирита по раковинам и обугленным растительным остаткам.

К катагенетическим текстурам относятся текстуры растворения и минерального новообразования. Последние представляют собой разнообразные *трещины*, выполненные новообразованными минералами, *фунтиковы* текстуры (рис. 8в) В известняках вторичный кристаллический кальцит выделяется в открытых трещинах и порах породы. В песчано-алевритовых породах широкое развитие получают секущие слоистость кварцевые жилки и линзочки, дендритоподобные трещинки и натеки, выполненные гидроксидами железа (рис. 8г).

К текстурам растворения относятся *сутурно-стилолитовые швы* (рис. 8д). Они представляют собой зубчатые швы, ориентированные преимущественно

почти параллельно плоскостям наслоения. Высота зубцов достигает 1–2 см, а в отдельных случаях – десятков сантиметров. В плоскости, параллельной наслоению, сутурно-стилолитовые текстуры выглядят как мелкобугорчатые поверхности, по которым сочленяются подстилающие и перекрывающие слои карбонатных (известняки, доломиты), соляных и иногда обломочных пород. Между этими поверхностями в зубцах сутурно-стилолитовых швов нередко концентрируются битуминозные, глинистые и песчаные частички, обугленный растительный материал и другие нерастворимые соединения. Сутурно-стилолитовые текстуры возникают в результате избирательного растворения пород под давлением.



а
Оолиты оксидов железа в песчаном материале



б
Шаровидная фосфоритовая конкреция – септария, на сколе, внутренние трещины выполнены пиритом и кальцитом.



в



г

Фунтиковая текстура или «конус-в-конусе» (**cone-in-cone**) – текстура, характеризующаяся своеобразным расположением составляющих породу частиц, которые образуют систему плотно вложенных друг в друга конусов, расположенных в виде более или менее правильных рядов, причем вершины конусов у соседних рядов направлены в противоположные стороны. Текстура "Конус-в-конусе" наблюдается в таких осадочных породах, как мергель, известняк, сланцеватая глина, и, по-видимому, связана с давлением вышележащих осадков и растворяющим действием воды.



д
Нарушение слоистости и трещины в яшме
(перпедикулярно слоистости)



е
Стилолитовые швы в известняке

Рис. 8. Вторичные (диа- и катагенетические) текстуры осадочных пород.

Текстуры поверхности слоев – важнейшие генетические и фациальные признаки, которые удобно рассмотреть по их приуроченности кровле или подошве пластов – законосителей. Хотя они носят некоторые общие текстурные знаки, но большинство знаков резко различно (породы разные). Такие текстуры возникают на поверхности осадка при кратковременном изменении состояния среды осадконакопления, при выпадении осадков и жизнедеятельности организмов. Последующие изменения среды нередко приводят их к полному уничтожению. В связи с этим необходимое условие сохранения текстур – быстрое захоронение их под новыми осадками.

Текстуры кровли:

- 1 – рябь (симметричная, асимметричная) (рис. 9а-б),
- 2 – трещины усыхания (рис. 9в-г),
- 3 – мерзлотные клинья,
- 4 – глиптоморфозы кристаллов солей, льда,
- 5 – следы капель дождя и града (рис. 9д),
- 6 - следы струй течения и стекания,
- 7 – следы волочения,
- 8 – следы ползания,
- 9 – следы зарывания и сверления (рис. 9е, ж),
- 10 - следы размыва и элювиирования.



а

б

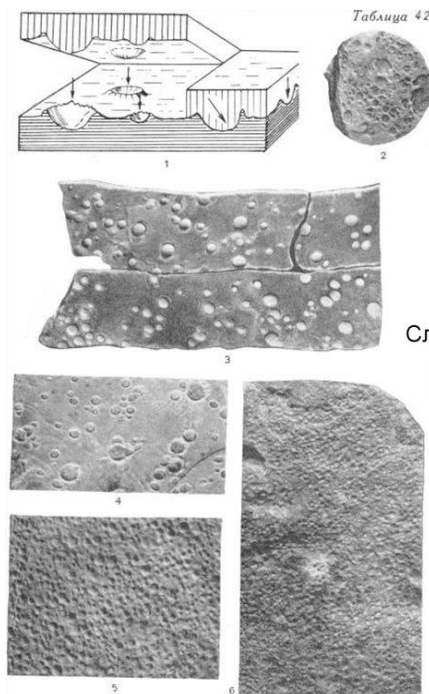
Знаки ряби: а – песчаные не литифицированные, б – песчаник



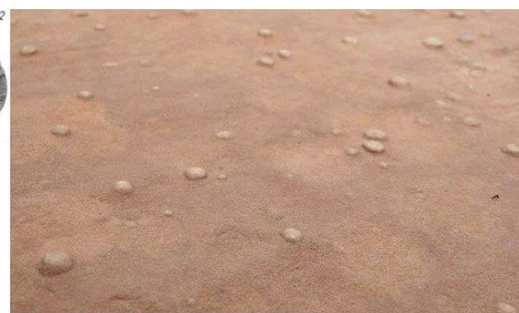
в

г

Трещины усыхания на разных этапах литификации осадков



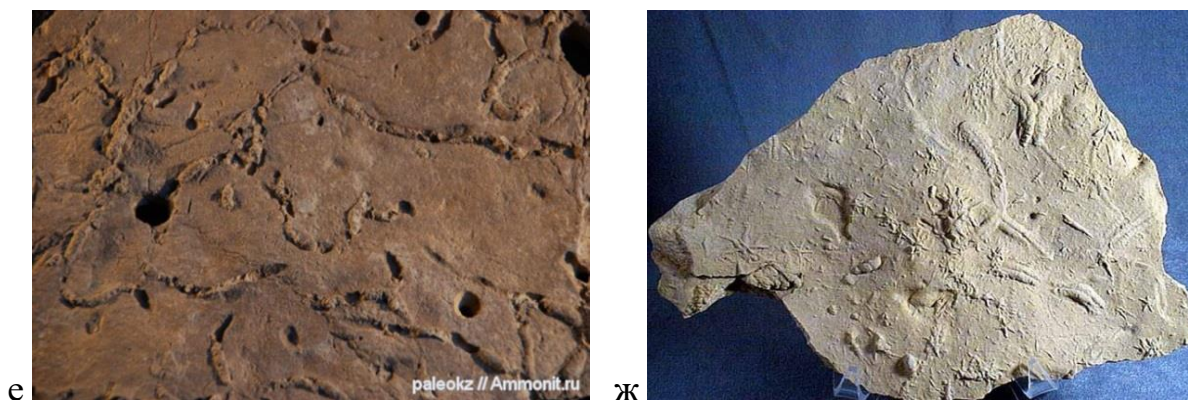
д



Следы капель дождя и града



Следы капель дождя и града



Следы зарывания и сверления

Рис. 9. Примеры поверхностных текстур осадочных пород.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Делается подробное описание образца по схеме (см. практ. раб. № 1). Детально описываются вторичные текстуры в образцах и текстуры поверхностей.

2. Учитывая характер текстур поверхностей, приводятся выводы об условиях для их образования. В образцах, характеризующихся вторичными текстурами, указываются условия формирования таких текстур.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

Отчет о проделанной работе представляется в виде подробного описания не менее 3 образцов с текстурами поверхностей слоев и 3 образцов со вторичными текстурами, зарисовок и пояснительной записки о генезисе вторичных текстур.

Практическая работа № 7. БИОГЕННЫЕ ТЕКСТУРЫ

Задание и содержание работы:

1. диагностика фоссилизированных организмов в осадочных породах;
2. интерпретация физико-географической обстановки их обитания исходя из условий формирования вмещающих осадочных пород.

Исходный материал – учебная коллекция № 6, палеонтологическая коллекция, справочники для диагностики органических остатков и «Атлас текстур и структур осадочных пород» в 3-х томах [1963–1973]. По Атласу необходимо ознакомиться с биогенными текстурами, внимательно изучить их описание.

Биогенные текстуры создаются деятельностью животных и растений или их остатков. Наиболее важными биогенными пороодообразователями являются организмы с известковой раковиной или скелетом (фораминиферы, кораллы, мшанки, брахиоподы, пелециподы, гастроподы, остракоды, кокколитофориды, водоросли); с кремневой раковиной или скелетом (радиолярии, губки, диатомеи); организмы, концентрирующие углерод, дающие начало торфу и углям (псилофитовые, папоротникообразные, папоротники, хвойные, кордаитовые, цветковые), нефти и битумам (фито- и зоопланктон морей, растительный детрит, принесенный с суши).

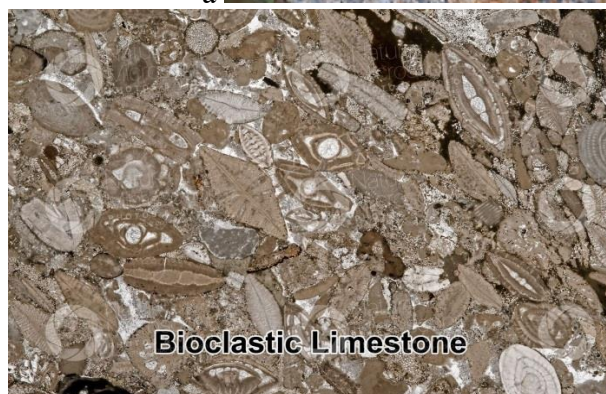
Ископаемые остатки фауны – окаменелости – представлены раковинами, створками, внутренними ядрами, слепками, фрагментами скелетов, разнообразными обломками и их скоплениями (рис. 9а-д), а также мелким неопределимым раковинным детритом. Черви и некоторые другие организмы, не имеющие твердого скелета или раковины, в ископаемом состоянии не сохраняются, однако в осадке, где они обитали, встречаются следы их жизнедеятельности, которые называются ихнофоссилиями. Эти текстуры отличаются от настоящих организмов тем, что они не могут перерабатываться и переоткладываться.

Следы жизнедеятельности изучались в разных регионах и отложениях широкого стратиграфического диапазона. Наиболее часто встречаются ихнофоссилии *Skolithos*, представленные субвертикальными цилиндрическими норками различного размера. Они заполнены осадком, аналогичным вмещающему и имеют очень неровную мелкобугорчатую поверхность стенок (рис. 9е). Широко распространены ихнофоссилии *Teichichnus* в виде норок диаметром около 10 мм, выполненных тонкослоистым глинисто-алевритовым материалом (рис. 9ж). Ихнофоссилии *Chondrites* отмечаются в глинистых породах в виде мелких (диаметром около 1 мм) ходов, заполненных светлым алевритовым материалом (рис. 9з). Ходы илоедов могут располагаться в горизонтальной плоскости на границе между слоями. На поверхности керна они выглядят в виде валиков диаметром 3–5 мм, причудливо изгибающихся – ихнофоссилии *Palaeorhynchus* (рис. 9и).

Сохранность растительных остатков зависит от условий формирования осадка. Тончайшие веточки, листья сохраняются только в спокойной обстановке на месте образования осадка. При переносе растительные остатки ломаются, их величина зависит от активности среды переноса и расстояния. Иногда в породе сохраняются остатки корневых систем, нарушающих первичную текстуру переслаивания.

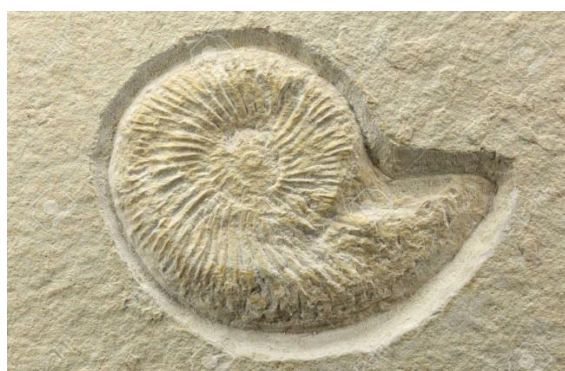


а



Bioclastic Limestone

Фузулиновые известняки



б

аммонит в известняке



в

двустворчатые моллюски в известняке



Г

трилобит в известняке



Д

ископаемая рыба в известняке



Е

ихнофоссилии Skolithos



Ж

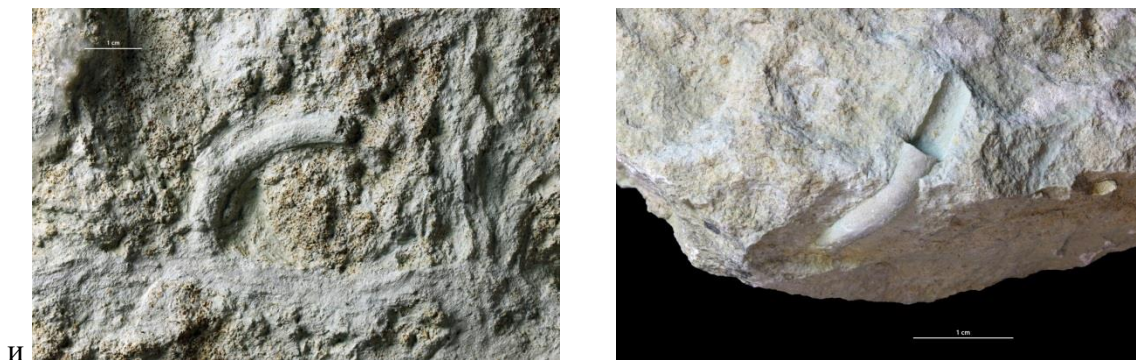
ихнофоссилии Teichichnus



З



ихнофоссилии Chondrites



ихнофоссилии *Palaeophycus*

Рис. 9. Ископаемые организмы и следы их жизнедеятельности в известняках.

Ископаемые организмы и следы их жизнедеятельности служат основой для проведения **биофациального анализа**. Отмечается, что основными условиями обитания организмов в море являются: *соленость, температура, свет, газовый режим, глубина, движение воды или гидродинамика, состав грунта*. Каждый из этих факторов отражается в морфологии организма (размеры раковины, ее скульптура, толщина и т.п.), в многообразии видов, влияет на расселение организмов по площади водоема. Поэтому в биофациальном анализе по облику ископаемых остатков можно с определенной степенью достоверности определить многие из перечисленных условий обитания, а значит и палеогеографические условия на определенный период времени.

Биофациальный анализ начинают с определения характера захоронения ископаемых остатков. Они бывают двух типов: *ископаемый биоценоз* – захоронение на месте обитания самих организмов и *танатоценоз* – место захоронения удалено от места обитания. Тип захоронения определяется по сохранности органических остатков, их ориентировке, сортировке и видовому комплексу. Признаками танатоценоза при переносе являются: разрушение скелетных элементов, сортировка особей по размеру и весу, ориентировка скелетных элементов и т.п. Наиболее важен для биофациального анализа – ископаемый биоценоз, по которому восстанавливают условия обитания. По вещественному составу и текстурным и структурным признакам дается характеристика, вмещающей ископаемые остатки, осадочной породы.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ:

1) Внимательно рассмотрите полученный образец и прежде всего, выясните, есть ли в нем органические остатки. Если органические остатки присутствуют, необходимо провести биофациальный анализ:

- Определите характер захоронения (ископаемый биоценоз или танатоценоз).

- Установите, какие органические остатки имеются; перечислите и укажите преобладающие. Если органические остатки не удастся определить, кратко их охарактеризуйте.

- Конкретно охарактеризуйте сохранность всех имеющихся групп органических остатков. Например, целые раковины с обеими створками и сохранившимися на них шипами, разрозненные створки брахиопод, окатанные обломки игл морских ежей, растительный детрит и т.п. Что преобладает?

- Как повлияли на сохранность вторичные процессы? Перечислите размеры всех органических остатков, указав преобладающие. Сортировку рассмотрите как в целом для всего комплекса окаменелостей, так и отдельно для каждой группы. Укажите положение в плоскости напластования и перпендикулярно к ней всех окаменелостей отдельно и взаиморасположение встреченных форм. Вспомните условия, определяющие расселение организмов в воде.

- Проверьте, могли ли организмы, остатки которых вы определили, существовать вместе. Выясните, где они обитали (в воде или на суше). Какие это формы (эвригалинные или стеногалинные)? Могли ли они жить в одном бассейне?

- Попытайтесь определить соленость бассейна. Какой образ жизни они вели (нектон, планктон, бентос)?

- На какой глубине могли жить и в какой среде (малоподвижной, сильного движения воды и т.п.) выявленные организмы?

- На каком грунте обитали? Какие признаки об этом говорят? Находятся остатки на месте обитания или перенесены? Где могло образоваться такое захоронение? Можно ли по этим органическим остаткам судить о типах литогенеза?

2) После того как охарактеризованы все органические остатки и получена вся возможная информация об условиях жизни организмов и их захоронении, переходите к литофациальному анализу:

- Охарактеризуйте горную породу, указав: 1) цвет, 2) состав (однородный, неоднородный, примеси), 3) зернистость, 4) слоистость, 5) характер поверхностей напластования, 6) вес (тяжелая, легкая), 7) плотность, 8) пластичность, 9) хрупкость, 10) вторичные изменения (окремнение, выщелачивание, доломитизация, ожелезнение и т.п.)

- Для обломочных пород определите размер, состав, сортировку, ориентировку, степень окатанности, форму, поверхность обломков. Укажите пределы вариаций, особенности преобладающих обломков. Дайте характеристику цемента, а также соотношения цементирующей массы и обломочного материала.

- Какие из наблюдавшихся вами особенностей позволяют судить об условиях образования отложений?

3) Сопоставьте результаты биофациального и литофациального анализов. Какие предположения о фациях можно сделать по данному

образцу? Какие дополнительные исследования в поле необходимо провести для окончательного вывода? Результаты наблюдений и выводы в устной форме сообщите преподавателю и только после проверки запишите в тетрадь для лабораторных занятий.

ФОРМА ОТЧЕТНОСТИ

Отчет о проделанной работе представляется в виде анализа 2-3 образцов на предмет содержания остатков различных организмов. Оформление анализа каждого образца включает:

- 1) название породы и ее детальную характеристику (все литологические и палеонтологические данные, т.е. только фактический материал), см. п. 1;
- 2) схематическую зарисовку образца, и если нужно, его частей;
- 3) анализ фактического материала и обоснование предположений о возможных условиях образования данной породы;
- 4) вывод о фациях.

При оформлении задания следует четко отделить подробное описание образца (факты) от умозаключений, подобно тому, как это делается в полевых дневниках, где на одной странице записывают геологические наблюдения, а на противоположной излагают соображения геолога. Для установления фации пользоваться таблицей 3.

Пример описания образцов:

Желтовато-серый органогенный известняк; состоящий из створок брахиопод и участков стеблей морских лилий (брахиоподово- криноидный известняк). На поверхности напластования выпуклостью вверх расположены разрозненные створки брахиопод. Это – спинные створки *Spirifer* и равномерно-выпуклые и тонкоробристые створки другой брахиоподы. Размеры створок примерно одинаковые, колеблются в пределах 20–25 мм. Створки не сгружены, лежат поодиночке, редко налегают одна на другую. Сохранность створок неплохая: они не обломаны по краям (в виде обломков присутствуют редкие экземпляры), скульптура хорошо различима, не потертая. Остатки криноидей представлены разрозненными члениками стеблей. Они примерно одного размера, преобладают с диаметром 5–6 мм. Центральный канал имеет различную форму: сечения в виде звездочек и круглые различного диаметра. Известняк тонкозернистый, плотный тонко и правильно слоистый. Слоистость горизонтальная (параллельная), мощность слоев 1–2 см.

Анализ. Разрозненность створок замковых брахиопод и участков стеблей морских лилий указывает на танатоценоз, что подтверждается сортировкой (одинаковые размеры створок, одинаковые размеры члеников стеблей) и ориентировкой (створки занимают устойчивое расположение выпуклостью вверх). Морские лилии и брахиоподы (стеногалинные морские организмы) указывают на море нормальной солености. Сортировка и ориентировка – на движение воды. Следовательно, захоронение происходило на участке

морского дна со слабым подводным течением (окислительный режим). Для определения глубины данных недостаточно. Вероятно мелководье.

Вывод. Фация морского дна со слабым подводным течением.

ТИПЫ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

(Практические работы № 8–14)

Осадочные породы представляют собой скопления минерального или органического вещества, образующиеся в условиях земной поверхности (на дне водоема или на поверхности суши) как результат действия экзогенных процессов. Последующая затем стадия преобразования пород продолжается сотни миллионов лет. Завершается эта стадия разрушением осадочной породы в случае выхода ее на поверхность или превращением ее в метаморфическую при глубоком погружении.

По вещественному составу и генезису выделяются [Справочник ..., 1983; Фролов, 1993; 1995]:

1. соляные породы (эвапориты);
2. фосфатные породы (фосфоритолиты);
3. кремневые породы (силициты);
4. карбонатолиты (карбонатные породы);
5. железистые породы (ферритолиты);
6. марганцевые породы (манганолиты);
7. высокоглиноземистые породы (аллиты);
8. глинистые породы (пелитолиты);
9. кластолиты (кварц-силикатные обломочные породы и вулканокластические породы);
10. каустобиолиты (горючие полезные ископаемые).

Задание для практических работ:

1. изучить особенности строения, состав, структуры и текстуры осадочных пород в образцах;
2. тщательно описать минеральный состав;
3. установить седиментационные и постседиментационные преобразования и дать генетическое истолкование описанным образцам.

Исходным материалом для выполнения практических работ служат: учебные коллекции образцов осадочных пород (каб. 306), лупы увеличительные, 5 %-ный раствор соляной кислоты, 10 % раствор азотной кислоты, порошок молибденово-кислого аммония, мерные стаканы, дистиллированная вода, коллекция минералов «шкала твердости», фарфоровая пластинка, магниты, молоток лабораторный.

Количество образцов при выполнении практических работ ДОЛЖНО БЫТЬ НЕ МЕНЕЕ 5 в каждом типе выделенных осадочных пород.

Отчет о проделанной работе представляется письменно в виде подробного описания, согласно методическим указаниям по порядку выполнения работы, зарисовок и обоснованных выводов о генезисе пород, последующих изменениях, свойствах пород, условий залегания.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ

КАЖДЫЙ ОБРАЗЕЦ ОПИСЫВАЕТСЯ ПО СЛЕДУЮЩЕМУ ПЛАНУ:

- Название породы (дается в последнюю очередь);
- Цвет: для литифицированных пород – на выветрелой поверхности и на свежем сколе, указывается интенсивность изменения цвета;
- Структура: пелитоморфная, аморфная, колломорфная; крупно-, средне-, мелко- и тонкозернистая, кристаллическая, обломочная, оолитовая, пизолитовая, бобовая, конкреционная и др.; указывается размер выделенных компонент, описывается их форма с распределением минеральных парагенезисов, характер их расположения, количество. Наличие песчано-алевритового обломочного материала устанавливается визуально с помощью лупы. Глинистая примесь проявляется в темно-серой окраске, мягкости породы, а также наличием темного пятна после действия соляной кислоты. Описывая пустотное пространство пород, определяется его характер (поры, трещины, каверны), размеры, форма, происхождение. Об особенностях структуры можно судить по излому породы. Микрозернистые породы имеют землистый излом, средне- и крупнозернистые имеют кристаллический сверкающий излом, для кремнистых пород характерен раковистый излом. Для обломочных пород определяются размеры, форма, степень окатанности и ориентировка обломков.
- Текстура: *слоистая* – число слоев, повторяемость слоев, мощность, особенности кровли и подошвы слоев, деформированность и нарушения слоев; контакты слоев; *пятнистая* – наличие пятен, отличающиеся от основной массы по минеральному или гранулометрическому составу, взмучивание осадков, перераспределение вещества, неопознаваемые органические остатки и др. Указываются причины проявления седиментационных текстур. Постседиментационные текстуры фиксируются проявлением зон растворения (стилолитов), перекристаллизации, замещения новообразованными минералами.
- Минеральный состав: породообразующие, второстепенные и редкие минералы, их распределение в пределах образца. С помощью 5 %-ного раствора HCl устанавливается наличие карбонатных примесей в породе: известняки бурно вскипают, крупнокристаллические доломиты – не вскипают, мелкокристаллические и пелитоморфные доломиты сначала впитывают кислоту, а затем медленно выделяют пузырьки газа, сидериты не вскипают, но в порошке дают кремово-желтый цвет. Если подозрение на фосфатные породы – проверяется реакция на присутствие фосфора в породе. Цвет пород также может указывать на присутствие элементов-примесей.
- При характеристике органических остатков определяется их систематическое положение, состав, сохранность, условия захоронения и

следы жизнедеятельности (сверление, зарывание в грунт, прикрепление к твердому субстрату).

- Оцениваются физические свойства пород (крепость, вес, пористость, магнитность, размокаемость в воде для глин и др.).

- Указываются вторичные изменения (трещиноватость, кливаж, степень выветрелости).

- После описания породы дается ее название. Например, конгломерат красный, мелко галечный (10–20 мм), среднеотсортированный, состоящий из полуокатанных галек эффузивов, кремней, сидерита; с железисто-глинистым базальным цементом; пористый (0.1×0.3 – 0.5×1.0 мм).

- На основании выявленных признаков осадочной породы делается краткое описание в виде резюме и вывод о фациальных условиях осадконакопления.

Пример описания вывода:

Песчаник темно-серый, серый с растительными остатками: на поверхностях напластования лежат обугленные листочки папоротников хорошей сохранности, поверхности напластования ровные. Тонкая параллельная слоистость. Горизонтальная слоистость – выпадение осадка в спокойной среде. Хорошая сохранность листочков, их обугленность, ровные поверхности напластования говорят о застойной восстановительной обстановке. На поверхности напластования отсутствуют следы жизнедеятельности, вероятно, донная жизнь отсутствовала. Осадки отлагались в застойной части водного бассейна.

Заключение

Методические указания подготовлены в помощь студентам при изучении коллекций образцов по курсу «Литология» и охватывают темы «Процессы осадко- и породообразования: седиментогенез, диагенез, катагенез, метагенез», «Текстуры осадочных пород» и «Типы осадочных пород». Проведение практических занятий предполагает закрепление полученных теоретических знаний на основе детального изучения конкретных образцов осадочных пород и их диагностики с применением простейших тестов. Например, испытание холодной разбавленной соляной кислотой (известняки, доломиты, сидериты или определение карбонатности других пород); порошком молибденовокислого аммония и разбавленной азотной кислотой (фосфориты); каплей воды или опусканием образца в воду (глины, лессы); замешиванием теста из порошка породы с водой и раскатыванием его в нить (глины, суглинки); испытание на горение (поджигание спичкой (горючие сланцы).

Для выполнения практических работ даются принципиальные схемы исследований, планы описания и иллюстративный материал в виде фотографий, отображающих наиболее типичные продукты гипергенеза, седиментогенеза, диагенеза и катагенеза и текстур различных осадочных пород, а также приведены форма отчетности и примеры описания образцов в виде краткого изложения материала.

При выполнении практических работ студенты приобретают навыки диагностики осадочных пород, учатся давать заключения о фациальной обстановке осадкообразования, реконструировать историю породы (стадии литогенеза) и применять эти данные для построения литологических и седиментологических колонок, литолого-фациальных профилей и карт.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. Шрифт Times New Roman, кегль 12-й.
4. Межстрочный интервал – полуторный.
5. Ориентация листа – книжная. Альбомная допускается при оформлении рисунков или таблиц.
6. Поля: 1,5 см для верхнего, 1,5 см для нижнего, 1,5 см для правого и 3,0 см для левого.
7. Листы форма А4, плотность – стандартная для распечатки принтером, цвет белый.
 - Текст печатается только на одной стороне листа. Обратная сторона должна остаться чистой. Форматирование – по центру. Возможно дополнительное использование болда (жирного).
9. Нумерация (арабскими цифрами) проставляется с третьего листа (с введения). 1-й и 2-й листы (титульный и содержание), не нумеруются, но учитываются в подсчете. Проще говоря, на первых двух листах внизу цифр нет, на листе с практической работы № 1 – уже ставится «3».
10. Каждая практическая работа начинается с новой страницы.
11. Титульный лист оформляется также, как и для рефератов. Основной кегль при оформлении титульного листа – 14, но фраза «Практические работы по курсу «Литология» обычно набирается более крупным. Титульный лист – один для всех практических работ.

СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

1. **Указывается тема крупными буквами** (например, **ТЕКСТУРЫ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД** и название практической работы (например, Практическая работа № 5. Деформационные текстуры)
2. **Задание и содержание работы.**
3. **Теоретическая часть (1-2 стр.)**
4. **Результаты выполнения работы по схеме** (описания должны сопровождаться фотографиями образцов, минералов, зарисовками, расчетами и др.):
 - Название породы (дается в последнюю очередь);
 - Цвет (для литифицированных пород – на выветрелой поверхности и на свежем сколе);
 - Структура (крипто-, тонко-, мелко-, крупнозернистая, обломочная);
 - Текстура (слоистая – число слоек, повторяемость слоев, мощность, особенности кровли и подошвы слоев, деформированность и нарушения слоев; пятнистая – наличие пятен, отличающиеся от основной массы по минеральному или гранулометрическому составу, взмучивание осадков,

перераспределение вещества, неопознаваемые органические остатки и др.);

- Минеральный состав (породообразующие, второстепенные и редкие минералы, их распределение в пределах образца);
- Органические остатки (наименование, количество, состав, распределение);
- Физические свойства (крепость, вес, пористость, магнитность, размокаемость в воде для глин);
- Вторичные изменения (трещиноватость, кливаж, степень выветрелости).

5. Полное описание породы в виде краткого изложения материала.

6. Выводы

Библиографический список

- Атлас текстур и структур осадочных горных пород. В 3 томах / Под ред. А.В. Хабакова. - М., Гос. научн.-техн. изд-во литературы по геологии и охране недр, 1963-1973.
- Часть 1 (1963). Обломочные и глинистые породы. –578 с.
- Часть 2 (1969). Карбонатные породы. –708 с.
- Часть 3 (1973). Кремнистые породы. –340 с
- Лисицин А.П. Процессы океанской седиментации / А.П. Лисицын. - М.: Наука, 1978. – 366 с.
- Логвиненко, Н.В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане / Н.В. Логвиненко, Л.В. Орлова. - Л.: Недра, 1987. – 237 с.
- Маслов, А.В. Осадочные формации и осадочные бассейны: учебное пособие / А.В. Маслов, В.П. Алексеев. - Екатеринбург: УГГГА, 2003. – 203 с.
- Мурдмаа, И.О. Океанские фации / И.О. Мурдмаа. - М.: Наука, 1987. – 302 с.
- Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы / Ф.Дж. Петтиджон. - Недра, Москва, 1981. – 751 с.
- Справочник по литологии / Под ред. Н.Б. Вассоевича, В.Л. Либровича, Н.В. Логвиненко, В.И. Марченко. - М.: Недра, 1983. – 509 с.
- Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. 13. / Н.М. Страхов. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 231 с.
- Фролов, В.Т. Литология: учебное пособие, в 3-х кн. / В.Т. Фролов. - М.: МГУ, 1992(– 336 с.), 1993 (– 432 с.), 1995 (–352 с.).
- Япаскурт О.В. Предметаморфические изменения осадочных пород в стратифере (процессы и факторы). / О.В. Япаскурт. - М.: ГЕОС, 1999. – 259 с.
- Япаскурт, О.В. Литология: учебник для вузов / О.В. Япаскурт.- М.: Академия, 2008.- 336 с.: ил.- (Высшее профессиональное образование).
- Лидер М.Р. Седиментология / М.Р. Лидер. - М.: Мир, 1986. – 439 с.