

5. ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА ПОРОД

5.1. Методика, порядок и правила проведения литолого-фациального анализа

Фильтрационно-емкостные свойства терригенных и отчасти карбонатных (органогенных, рифовых, оолитовых) пород-коллекторов формируются главным образом в седиментогенезе, и качество коллекторов в значительной степени обусловлено именно обстановками седиментации, определяющими структурно-текстурные особенности пород и их первичную пористость.

подавляющее большинство пород-коллекторов сформировано в речных, озерных, прибрежно-морских (терригенные коллекторы), мелководно-морских (терригенные и карбонатные коллекторы) и глубоко-водно-морских (карбонатные коллекторы) обстановках.

Комплекс исследований, направленный на определение обстановок осадконакопления, называется фациальным анализом.

Предмет изучения фациального анализа – фация, под которой следует понимать обстановку осадконакопления, современную или древнюю, овегетивленную в осадке или породе. Условия (или обстановки) осадконакопления восстанавливаются по комплексу генетических признаков (литологический состав, текстура, остатки фауны или флоры и др.) пород с учетом закономерностей последовательной смены фаций и древних обстановок на площади и во времени (по разрезу).

Выделяют три крупные группы фаций: континентальные, переходные и морские (рис. 5.1). В состав этих групп входят различные макрофации (например: аллювиальные) и фации (например: русловые, пойменные и старичные), последние, в свою очередь, могут быть разделены на еще более дробные единицы – микрофации (например: аллювий русел рек спрямленного типа, аллювий русел рек меандрирующего типа, аллювий русел горных рек, аллювий стречневых частей русел и т.д.).

Подробная характеристика фаций приведена в целом ряде работ [2, 4-9, 12]. Изложение особенностей разнофациальных отложений приведено с использованием материала А.В. Ежовой «Литология» [9] и И.А. Вылцана «Фации и формации осадочных пород» [8], которыми, наряду с настоящим практикумом, и рекомендуется пользоваться при выполнении практических и лабораторных работ. Фациальный анализ дает возможность воссоздать условия осадконакопления в прошлом; прогнозировать развитие пород разного литологического состава, в ча-

стности, пород-коллекторов и флюидоупоров, нефтегазоматеринских толщ, а также мест сосредоточения осадочных полезных ископаемых.



Рис. 5.1. Схема выделения групп фаций, по [15, 20]

Метод фациального анализа включает последовательный ряд операций [26–28]:

1) послойное описание разреза и детальное изучение горных пород: их состава и структурно-текстурных особенностей и органических остатков (флоры и фауны), заключенных в горных породах с целью установления генетических признаков и выделения литогенетических типов, подбор коллекции и фотографирование литотипов;

2) группировка литогенетических типов по фациям, составление сравнительных таблиц типов пород по фациям и индексация типов [18];

3) изучение закономерностей изменения состава горных пород и их взаимозамещений по разрезу и по площади;

4) изучение фациальных переходов как показателей изменения

обстановки осадконакопления;

5) применение принципа актуализма и сравнительно-литологического метода;

6) изучение влияния колебательных движений земной коры на распределение фаций;

7) составление итоговой обзорно-сводной таблицы фаций и литогенетических типов пород изучаемого разреза с иерархическим соподчинением и группировкой фаций в комплексы, группы, фации [18].

Принцип актуализма заключается в проведении аналогии между современными процессами (доступными для изучения) и процессами, происходившими в далеком прошлом. Сравнительно-литологический метод применительно к горным породам развил Н.М.Страхов, основав его на представлении о необратимом и направленном процессе развития Земли и эволюции условий осадконакопления. При проведении фациального анализа использование сравнительного метода для объяснения древних процессов требует осторожности, так как современные и древние обстановки седиментации обладают своими специфическими чертами (тектоникой, климатом, рельефом, органическим миром и др.) и чем древнее породы, тем существеннее их условия образования отличаются от современных.

Колебательные тектонические движения оказывают большое влияние на распределение фаций. Они приводят к опусканию и воздыманию участков земной коры и, как следствие, к перемещению береговой линии. В результате их проявления в истории Земли неоднократно происходили *трансгрессии* (наступление моря на сушу) и *регрессии* (отступление моря); смена морских условий континентальными привела к неоднократному чередованию разнофациальных осадков (морского, переходного и континентального генезиса) в разрезе осадочных толщ.

При фациальном анализе следует учитывать направленность изменения осадкообразования и анализировать не отдельные породы, а комплекс пород в последовательности их образования (т.е. снизу вверх по разрезу).

5.2. Генетические (диагностические) признаки пород и последовательность их выделения по керну

Принадлежность пород к той или иной группе фаций, к определенным фациям и микрофациям определяется с помощью *генетических (диагностических) признаков*. К основным генетическим признакам по-

род относятся:

- 1) структура – размеры, окатанность, отсортированность обломков (терригенные породы), степень кристалличности (в карбонатах);
- 2) текстура:
 - а) первичная – образованные одновременно с седиментацией (массивные, слоистые, слоеватые) и биогенные (послойные скопления флористических и фаунистических органических остатков);
 - б) сингенетичная – биогенная (биотурбация, корневые остатки), взмучивания, оползания и оплывания, гидроразрыва);
 - в) диагенетическая – скорлуповатая, конкреционная;
- 3) характер взаимозамещений и литологическое замещение пород по разрезу;
- 4) минерализация и минеральные ассоциации: фосфатизация, глауконитизация, пиритизация, сидеритизация и т.п.

В ряде случаев диагностическими признаками фациальных обстановок может служить цвет пород (например: насыщенные тонко распыленной органикой глинистые породы болотных фаций имеют темно-серый до черного цвет, сидеритизированные глины фаций болот приобретают буроватый оттенок; богатые глауконитом и хлоритом глинистые породы морских фаций окрашены в зеленый цвет).

Определение генетических признаков по керну целесообразно проводить в следующей последовательности:

1) Исследование характера контактов с подстилающими породами для выяснения влияния тектонического фактора на формирование отложений в целом. Резкое возобновление тектонической активности приводит к трансгрессии моря на сушу и заложению новых рек, что выражается в нарушении осадконакопления, размыве нижележащих отложений и появлении резких эрозионных контактов; медленное снижение тектонической активности не изменяет последовательность осадкообразования – контакты между слоями постепенные.

2). Изучение структурных признаков, позволяющих установить динамику водной среды:

- при высокой динамике накапливаются крупнозернистые пески, гравий, галька;
- при средней – среднезернистые и мелкозернистые пески;
- при низкой – алевролиты;
- при очень низком гидродинамическом режиме – глины.

3). Изучение первичных и сингенетичных текстурных признаков, позволяющих определить характер движения водной среды:

- однонаправленный (поточный) режим – прямые типы слоисто-

сти: косая параллельная и косая однонаправленная с разным наклоном слойков;

- возвратно-поступательный (волновой) режим с высокой динамикой – прямолинейная косая разнонаправленная слоистость;

- возвратно-поступательный (волновой) режим с низкой динамикой – волнистая, волнисто-линзовидная и косоволнистая слоистость;

- очень слабая динамика, стоячие воды – горизонтальная слоистость;

- постепенно меняющаяся динамика – градационная слоистость с увеличением (нарастающая динамика) или уменьшением (снижающаяся динамика) размера обломков.

4). Изучение первичных биогенных текстур, свидетельствующих о динамике водной среды: раздробленные остроугольные (быстрое захоронение) и окатанные (длительная переработка) раковины – сильная динамика, целые – слабая динамика и/или быстрое захоронение; флористические остатки с сохранением формы вплоть до мелких фрагментов – очень низкая динамика – застойные воды.

5) комплексные наблюдения за характером изменения текстур в вертикальном разрезе – по слою (в толще), свидетельствующие об изменении гидродинамической активности с течением времени:

а) об усилении динамической активности свидетельствуют

- деформация первичной слоистости – текстуры размыва;

- увеличение угла наклона косых слойков;

б) о резком усилении динамической активности свидетельствуют:

- резкие неровные ступенчатые контакты;

- конгломератовидные текстуры с размывом и переотложением подстилающего осадка, нарушение последовательности отложения осадков – выпадение из общего литологического ряда (галечники–гравелиты–песчаники–алевролиты–глины) отдельных разновидностей пород с заменой их более крупнозернистыми разностями.

6). Изучение сингенетичных биогенных текстурных признаков, определяющих связь осадконакопления с континентальным (комковатые текстуры с обилием корневых остатков – ископаемые почвы и подпочвы угольных пластов) и морским (следы биотурбации – следы сверления, зарывания, прикрепления донных организмов) режимами седиментации.

7). Изучение диагенетических текстурных признаков, свидетельствующих о характере минерализации придонных вод и геохимических обстановках (например: наличие лимонита – окислительные; глауконита – переходные от окислительных к восстановительным; пирита, сидерита, кальцита – восстановительные от кислых до щелочных условия).

К определению генетических признаков следует подходить с осторожностью, соблюдая при этом следующие правила:

- судить о фациальной принадлежности пород следует на основании наличия признака, а не его отсутствия;

- при диагностике фаций следует в первую очередь опираться на признаки, которые однозначно указывают на фациальную принадлежность пород (например, роостры белемнитов встречаются в породах морского генезиса);

- использование единичных генетических признаков часто приводит к ошибочным заключениям о происхождении пород: так, прослойки углей отмечаются и в лагунных (параллические угли) и в континентальных болотных (лимнические угли) отложениях;

- наиболее надежные результаты получают при использовании не единичных признаков, а их набора: как по отдельным образцам, так и по комплексу пород.

При проведении фациального анализа выделяют литогенетические типы, под которыми понимаются комплексы осадочных образований, образующих тесные парагенезы, причинно обусловленные деятельностью определенного ведущего фактора аккумуляции [27, 28].

5.3. Признаки распознавания отложений континентальных фаций

5.3.1. Элювиальные отложения

Элювием называются топографически не смещенные продукты изменения (физического, химического и биогенного выветривания) различных горных пород.

Генетическими признаками элювиальных отложений являются:

- 1) тесная парагенетическая связь с материнскими породами, продуктами разрушения которых они являются;

- 2) часто выраженная вертикальная зональность (снизу вверх): исходная порода – дезинтегрированная дресвянистая зона (обломки горных пород и минералов) – зона выщелачивания – зона глинистых минералов (в зависимости исходных пород, климата, рельефа глинистые минералы имеют разный состав) – зона гидроксидов и оксидов (состав определяют те же факторы);

- 3) одновременное присутствие в породах признаков физического (дезинтеграция) и химического (растворение, замещение, окисление и др.) преобразования (например: кремнистые брекчии с каолинитовым цементом);

4) появление окрасок, резко отличающихся от окрасок изучаемого комплекса пород (блеклых – выцветание и каолинитизация, желтых и бурых – лимонитизация, буровато-красных – латеритные коры и т.п.) и распределенных вне общего распределения компонентов породы (пятнисто, зонально, несогласно со слоистостью и т.д.);

5) наличие вторичного пустотного пространства (пор, каверн, трещин), минерализованных прожилков (с кварцем, кальцитом, сидеритом, каолинитом и др.), сочетание разуплотненных и вторично сцементированных пород.

5.3.2. Склоновые отложения

Отложения склоновых фаций формируются при: а) разрушении скальных пород вследствие физического выветривания перемещения материала вниз по склону под действием гравитационных сил без участия воды – *коллювий обрушения* (обвалы и осыпи); б) смещении вниз по склону подмытых или насыщенных водой осадков – *коллювий сползания* (оползни); в) за счёт перемещения литологического материала (мелкозем, щебенка, супесь, суглинок) по склону в результате плоскостного стока вод (в виде тонкой пелены или густой сети струек), возникающего периодически при выпадении атмосферных осадков и таянии снега – *коллювий смывания (делювий)*.

Генетические признаки *коллювия обрушения* сводятся к следующему:

1) тесная пространственная и вещественная связь с материнскими породами, за счет которых образовался коллювий;

2) резкий контакт с подстилающими породами;

3) различный гранулометрический состав – от крупнейших глыб до мелкого щебня и даже тонкого материала;

4) отсутствие какой бы то ни было сортировки обломков;

5) отсутствие следов окатанности обломков; присутствуют только остроугольные и угловатые обломки, пространство между крупными обломками занято тонко перетертым материалом того же состава, что и обломочная часть;

6) беспорядочные текстуры, отсутствие слоистости.

Коллювий оползания из-за крупных масштабов в керне не проявляется, хотя мелкомасштабные текстуры оползания отмечаются постоянно, обычно они наблюдаются в отложениях морского, озерного и пойменного происхождения.

Диагностическими признаками *отложений делювиальных фаций* являются:

- 1) тесная связь с нижними частями склонов, где они образуют наклонные вогнутые шлейфы;
- 2) отсутствие слоистости или тонкая параллельная слоистость, ориентированная по склону;
- 3) мелкозернистый состав отложений (нередко представлен лёссовидными отложениями).

Ископаемые аналоги делювия практически не устанавливаются из-за сходства с другими склоновыми фациями [8].

5.3.3. Пролювиальные отложения

Пролувием называются отложения, образующиеся путем наземного устьевого выноса различного материала временными потоками и постоянными реками, особенно широко развитые у подножия гор в условиях аридного климата [28]. Пролувий накапливается в периоды сильных дождей и интенсивного таяния снега, перемещается в виде грязекаменных плотностных потоков, откладывается у подножия горных хребтов в виде мощных конусов выноса и наклонных предгорных шлейфов, образующихся от их слияния.

Особенности пролувия – латеральная постепенная смена от грубых (песчано-гравийно-галечниковых) накоплений в вершинах конусов до песчаных и тонкозернистых, пылеватых лёссовидных накоплений на периферии (краях) конусов.

Генетические признаки отложений пролувиальных фаций:

- 1) резкие контакты с подстилающими и перекрывающими отложениями;
- 2) отсутствие слоистости или косая однонаправленная слоистость;
- 3) отложения представлены смесью неокатанного и окатанного материала;
- 4) разноразмерность обломочного материала: валунного, галечникового, гравийного, песчаного, алевритового и глинистого;
- 5) отсутствие отсортированности обломков.

5.3.4. Аллювиальные отложения

Аллювий образуется в разных климатогеографических обстановках в результате переноса, переработки и осадения обломочного материала постоянными водными потоками разного гидрогеологического режима и мощности. Он подразделяется на русловый, пойменный и старичный аллювий. Различают аллювиальные отложения, сформированные горными и равнинными реками.

Аллювиальные отложения *горных рек* отличаются тем, что горные долины преимущественно выполнены отложениями русловых фаций, представленных крупным материалом – гравием, галькой, валунами; более мелкий (песчаный, алевритовый, глинистый) материал выносятся к устью рек или оседают в участках перед различными перемычками, перегораживающими горные долины, где создаются спокойные условия, формируя отложения фации подпруживания. Среди аллювия горных рек отложения пойменных фаций практически отсутствуют или развиты только на расширенных участках. Они сложены грубыми песками и алевритами и смешаны с пролювиальными отложениями конусов выноса и коллювиальными образованиями. Старичные осадки отсутствуют.

В керне аллювий горных рек из-за значительных масштабов проявления однозначно не идентифицируется.

В комплексе *аллювиальных отложений равнинных рек* выделяются три микрофации: 1) отложения русел; 2) отложения пойм и 3) отложения стариц.

Признаки *отложений русловых фаций* частично отражены на рис. 5.2; к ним относятся:

1) резкий часто со следами размыва, извилистый, с карманами и выступами контакт с подстилающими отложениями [8], постепенные контакты с перекрывающими породами;

2) состав отложений терригенный: преимущественно песчаники с прослоями галечников, гравелитов, алевролитов и глин;

3) строение разреза слоистое с мощностью слоев от 0,5 до нескольких метров [8];

4) закономерное строение толщи с уменьшением зернистости пород вверх по разрезу: в основании обычно залегают более грубые отложения – базальные конгломераты с привнесенной галькой пород и минералов (рис. 5.4); вверх они последовательно сменяются песчаниками с гравием и галькой; затем – песчаниками крупнозернистыми, песчаниками среднезернистыми и в кровле – песчаниками мелкозернистыми;

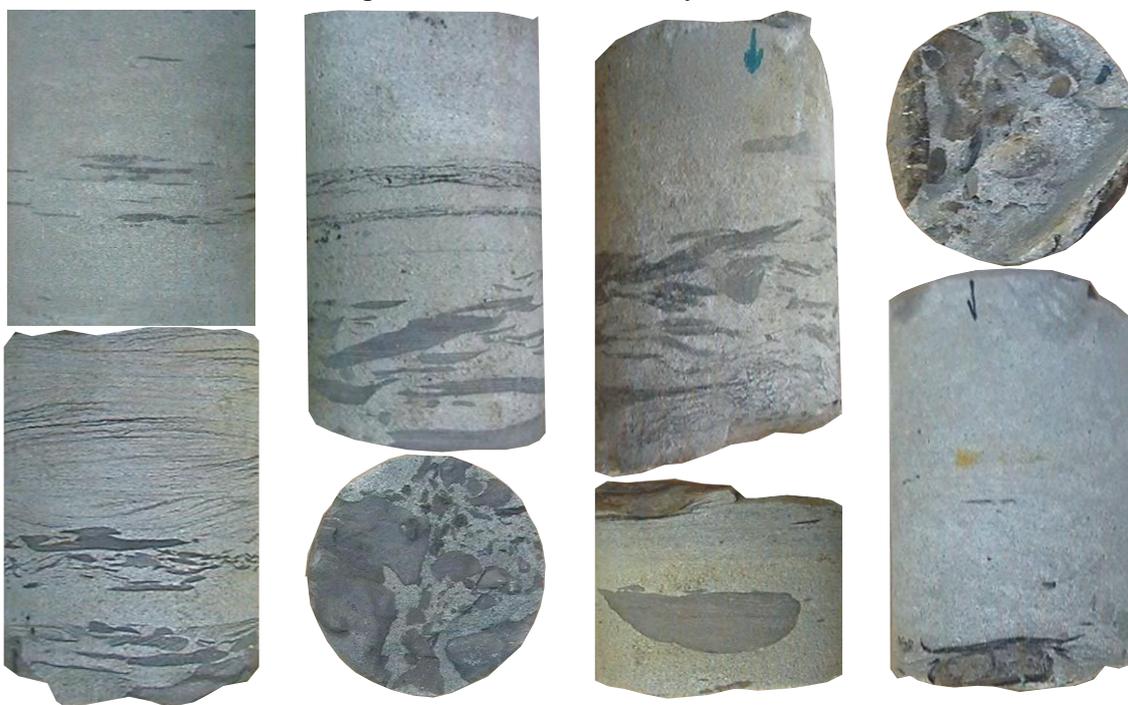
5) часто ритмичное строение толщ, выраженное в неоднократном повторении ритмов, представленных в основании грубым материалом (базальными и внутриформационными конгломератами с размытыми и окатанными обломками местных осадочных пород – глин, сидеритовых пород, угля, алевролитов), в средней части крупно- и среднезернистыми песчаниками, в кровле – мелкозернистыми песчаниками;

6) косая однонаправленная (диагональная) прямолинейная, иногда сходящаяся слоистость: в основании крупная и круто-наклонная (часто по керну устанавливается только по одинаковой ориентировке галек),

вверх по разрезу более мелкая и более полого-наклонная; часто наблюдаются карманы, линзы и местные несогласия [8];



обломки, прослойки и включения угля в песчаниках



внутриформационные включения размытых и переотложенных глинистых пород, сидеритизированных глин, угля в подошве и середине песчаного тела, сочетание косой и горизонтальной слоистости

Рис. 5.2. Структурно-текстурные особенности русловых отложений

7) чередование косых серий слойков и горизонтальных, со срезанием косых серий;

8) градационная слоистость с уменьшением размера обломков вверх в пределах слойков;

9) в верхней части встречается косоволнистая, волнистая несимметричная мелкая и мульдообразная слоистость;

10) часто наблюдаются следы размыва и переотложения ранее образованного осадка;

11) окатанность обломков средняя; отсортированность разная – от хорошей до средней и плохой;

12) присутствие прослоев, обломков и линз угля, обломки обугленной древесины.

Осадки пойменных фаций формируются в периоды половодий, за счёт осаждения частиц из паводковых вод, периодически затопляющих речную пойму весной.

Генетические признаки пойменных отложений показаны на рис. 5.3.



субгоризонтальная слоистость, нарушенная корнями растений, преимущественно глинистый состав пород



переслаивание алевритового и глинистого материала, растительный детрит, сочетание пологонаклонной и горизонтальной слоистости, размыв осадков

Рис. 5.3. Структурно-текстурные особенности пойменных отложений

Они заключаются в следующем:

1) парагенетическая связь с русловыми и старичными осадками, в разрезах располагаются выше отложений русел и стариц, имея с ними постепенные переходы;

2) состав отложений в основном алевритовый и глинистый с прослоями мелкозернистых песчаников и почв;

3) строение разреза слоистое со среднетонкой перемежаемостью (от первых сантиметров до их первых десятков) [8];

4) слоистость сплошная (с резкими и четкими границами слоев) и прерывистая косо- и пологоволнистая, волнисто-линзовидная, веерообразная, горизонтальная; в песчаниках слоистость может быть косою мелкой и очень мелкой;

5) отмечаются следы размыва и трещины усыхания, заполненные песком;

6) обильный растительный детрит и крупные растительные остатки, корневые системы, прослои и линзы угля;

7) окраска пород часто темно-серая за счет обогащения углефицированным органическим материалом;

8) наличие тонко рассеянного послойно распределенного и мелких желваков и конкреционных стяжений сидерита;

9) в песчаниках: мелкозернистый гранулометрический состав, очень плохая отсортированность обломков, высокая глинистость; послойные скопления сидерита, иногда окатыши глинистых пород;

10) мощность отложений пойменных осадков колеблется от первых метров до десятков метров [8].

Старичный аллювий образуется в отшнурованных от действующего русла излучинах, превращенных в озера.

Для отложений старичных фаций характерными признаками (рис. 5.4) являются:

1) парагенетическая связь с отложениями русел и пойм: русловые осадки залегают ниже старичных; пойменные – выше;

2) контакты с подстилающими русловыми отложениями резкие с размывом (в отличие от отложений пойменных фаций); контакты с перекрывающими пойменными осадками постепенные;

3) состав преимущественно алевропелитовый: постоянное пере-
слаивание и чередование алевролитов и глин, прослои углистых и сидеритизированных глин, угля, реже мелкозернистых глинистых песчаников;

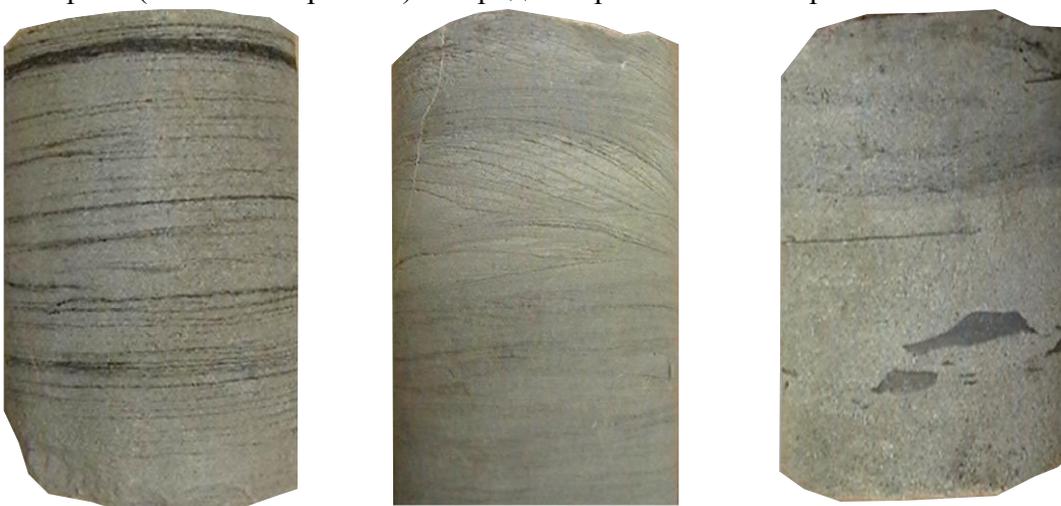
4) строение разреза слоистое; слоистость мелкая и тонкая с мощностью слоев от первых миллиметров до первых десятков сантиметров;

5) границы слоев четкие, реже постепенные и резкие;

6) слоистость от косой полой, разнонаправленной и клиновидной (в основании) до косоволнистой, пологоволнистой и горизонтальной (в кровле); часто слоистость мелкосерийная;



различные типы пологоволнистой слоистости, тонкие прослойки угля, тонкая рябь (показано стрелкой) в породах верхней части старичных отложений



алевритовый и мелкопесчаный состав, внутриформационные включения глин, косая и косоволнистая слоистость в породах нижних частей отложений стариц

Рис. 5.4. Структурно-текстурные особенности отложений стариц

7) насыщенность растительной органикой: детрит, крупные – в основании и мелкие – в кровле растительные остатки, линзы и прослои угля, корневые остатки.

В разрезах старичный аллювий перекрывается пойменным, а при заболачивании сменяется болотными отложениями.

5.3.5. Озерные отложения

К озерным отложениям относятся разнообразные осадки (механического, органического и химического происхождения), сформированные во внутренних бассейнах.

Состав озерных осадков зависит от климатических и физико-географических условий, что и определяет многообразие фаций, объединенных в обширную группу отложений озерных фаций, включающую, по И.А. Вылцану [8] фации отложений пресноводных озер (разделенные на фации береговых и прибрежных озерных отложений и фации отложений отдаленных внутренних частей озер: фации глин, илов, глинистого и известкового сапропеля и др) и фации соляных озер (карбонатные, сульфатные, хлоридные).

К характерным признакам озерных отложений относятся [8]:

- 1) наличие пресноводной или солоновато-водной озерной фауны;
- 2) сравнительно ограниченное распространение осадков соответственно форме озера;
- 3) правильная, ясная, нередко тонкая слойчатость, местами в прибрежных условиях развита средне-мелкая косая слойчатость;
- 4) небольшая мощность, обычно десятки метров и меньше, реже больше;
- 5) преобладание глин, нередко мергелистых в пресноводных озерах, присутствие различных солей в солоноватых и соленых озерах;
- 6) зональное расположение осадков в больших озерах (с уменьшением зернистости отложений от берега к центру озера).

Кроме общих для озерных отложений признаков, диагностическими признаками отложений пресноводных озер являются также:

- 1) наличие тонкой пологоволнистой и волнисто-линзовидной слоистости, вверх по разрезу сменяющейся горизонтальной;
- 2) нередко текстуры оползания [9], связанные с течением насыщенного водой полувязкого осадка по уклону дна;
- 3) следы жизнедеятельности пресноводных организмов [9];
- 4) увеличение вверх по разрезу содержания глинистого и органического материала и изменение серого цвета пород на темно-серый и черный;
- 5) присутствие хорошо сохранившихся послойно захороненных остатков флоры (листья, мутовки, фрагменты стеблей, коры и др.);
- 6) комковатые текстуры и остатки корневых систем в кровле;

7) высокая степень углистости разрезов при заболачивании: в верхней части озерных толщ, сформированных в гумидном климате, постоянно присутствуют линзы и прослои угля.

5.3.6. Болотные отложения

Отложения болотных фаций в керне скважин представлены глинистыми породами и углями (рис. 5.5).

Характерными признаками их являются:

- 1) специфический состав: ассоциация глинистых, сидерит-глинистых, углисто-глинистых пород и угля;
- 2) темно-серые и черные окраски глин из-за повышенного содержания тонко рассеянного углефицированного органического вещества;
- 3) обильные корневые остатки и комковатые текстуры глинистых пород; послойные остатки флоры;
- 4) повышенная углистость разрезов: линзы, прослои (толщиной от первых метров до первых десятков метров).



комковатые сидеритизированные глины

конкреционное стяжение сидерита в глине

остатки обугленной древесины и уголь

комковатая текстура углистой глины, микрокон-

Рис. 5.5. Особенности отложений болотных фаций

5.3.7. Эоловые отложения

Отложения эоловых фаций образуются в результате аккумуляции перевеваемых ветром отложений различного генезиса. Среди них выделяются две основных фации – эоловых песков и эоловых лёссов.

В керне для распознавания *фаций эоловых песчаников* можно опираться на их следующие признаки:

- 1) широкое и сплошное развитие; большая мощность [8];
- 2) однородный состав отложений: песчаники и крупнозернистые алевролиты; отсутствуют глинистый материал и обломки размером более 5 мм (да и те встречаются очень редко);
- 3) наклонная или перекрещивающаяся слоистость с разнообразными углами и направлениями падения слойков [8];
- 4) вогнутость, иногда выпуклость кверху косых слойков [8];
- 5) преобладание пологих углов падения и отсутствие горизонтальных серий между группами косых слоев [8];
- 6) светло-желтый, коричневый, а иногда и красноватый цвет;
- 7) мелкозернистый состав с размером зерен 0,25–0,1 мм;
- 8) очень хорошая отсортированность и очень хорошая окатанность обломков, послойная гранулометрическая сортировка;
- 9) округленность и отшлифованность зерен: матовая или гладкая блестящая поверхность зерен;
- 10) отсутствие слюд в минеральном составе обломков, и резкое преобладание кварца, гранитов, магнетита и других, устойчивых к истиранию, минералов; полевые шпаты присутствуют редко.

Фации эоловых лёссов образуются при накоплении взвешенных пылеватых частиц, выносимых ветром в краевые части пустынь, за их пределы и в горные области.

Характерным комплексом признаков лёсса является:

- 1) сложение пылеватыми частицами преимущественно алевроитовой размерности – от 0,05 до 0,005 мм (более 50%) при подчиненном значении глинистой и тонкопесчанистой фракций и почти полным отсутствием более крупных частиц;
- 2) отсутствие слоистости и однородность по всей толще;
- 3) наличие тонкорассеянного карбоната кальция и известковых стяжений;
- 4) разнообразие минерального состава (кварц, полевой шпат, роговая обманка, слюда и др.);

- 5) пронизанность лёссов многочисленными короткими вертикальными трубчатыми макропорами;
- 6) повышенная общая пористость, достигающая до 50–60 %, что свидетельствует о недоуплотненности;
- 7) просадочность под нагрузкой и при увлажнении;
- 8) столбчатая вертикальная отдельность в естественных обнажениях, что, возможно, связано с угловатостью форм минеральных зерен, обеспечивающих прочное сцепление.

Мощность лёссов колеблется от нескольких до 100 м и более.

5.3.8. Ледниковые отложения

Образование ледниковых отложений связано с материковыми и горными ледниками. Группа фаций ледниковых отложений включает собственно ледниковые (гляциальные) и водно-ледниковые (аквагляциальные) отложения, которые разделяются на ледниково-речные (флювиогляциальные) и ледниково-озерные (лимногляциальные) [8].

Собственно ледниковые отложения представлены осадками морен – обломочным материалом, замороженным в ледник и сброшенным во время его таяния. Признаки отложений заключаются в следующем:

- 1) гранулометрически разнородный состав (валуны, глыбы, щебень, песок, глина) с большим числом (до 10) различных фракций [8];
- 2) отсутствие слоистости, беспорядочные и слоеватые текстуры;
- 3) отсутствие окатанности за исключением валунов, которые несут следы ледниковой обработки.

Флювиогляциальные отложения сформированы осадками турбулентных потоков талых ледниковых вод и представлены зандровыми песками и покровными суглинками.

Зандровые пески отличаются по крупности, изменяющейся в широких пределах: мелко-, средне- и крупнозернистые разности перемежаются беспорядочно друг с другом и содержат линзовидные прослои с гравийно-галечными обломками; слоистость в них не всегда хорошо выражена. В вещественном составе отмечаются химически неустойчивые минералы: пироксены, роговая обманка и др.

Покровные суглинки напоминают лёссы, но менее карбонатны и более глинистые.

Озерно-ледниковые (лимногляциальные) отложения образуются при подпруживании рек ледником. Они представлены песчаными осадками, литологически не отличающимися от озерных, и ленточными песками, алевроитами и глинами с резко выраженной сезонной слоистостью (неоднократное повторение лент более мощных летних слоев из тонко-

песчаного, алевритового или алевритоглинистого материала и мало-мощных зимних – из глинистого материала).

5.4. Признаки распознавания отложений морских фаций

5.4.1. Литоральные отложения

Литоральные осадки накапливаются в прибрежно-морских обстановках (глубиной до 10 м) в приливно-отливной зоне. К литоральным фациям относятся: песчаные осадки устьевых и вдольбереговых баров, барьерных островов, кос, пересыпей, подводных валов, пляжей, разрывных и вдольбереговых течений, а также алевритоглинистые и глинистые отложения лагун.

Фации песчаников устьевых баров генетически связаны с прибрежной полосой моря, образуются на стыке речных и морских вод, где река теряет свою скорость и сбрасывает переносимый ею терригенный материал. Генетические признаки отложений устьевых баров частично представлены на рис. 5.6. Они заключаются в следующем:

- 1) песчаный состав отложений;
- 2) резкие верхняя и нижняя границы, в подошве со следами размыва в виде окатанных обломков тонкослоистых алевролитов, глинистых пород, сидеритизированных глин;
- 3) наличие крупной косой однонаправленной сходящейся и разнонаправленной клиновидной слоистости;
- 4) увеличивающаяся вверх по разрезу зернистость;
- 5) хорошая отсортированность обломков;
- 6) обильные обугленные растительные остатки;
- 7) следы жизнедеятельности донных животных;
- 8) присутствие сидерита (рассеянного, в прослоях и конкрециях).

Фации песчаников пляжей образуются на границе суши и моря, главным образом за счет выбросов прибойным потоком материала и за счет абразии берегов [8].

Генетические признаки отложений:

- 1) терригенный состав: разнозернистые песчаники (от крупно- до мелкозернистых), гравелиты и галечники;
- 2) нижний контакт резкий с размывом подстилающих отложений; верхний – постепенный; поверхности размыва присутствуют постоянно с интервалом в первые десятки метров [8];
- 3) диагональная, часто тонкая косая (пологая однонаправленная и разнонаправленная) слоистость, асимметричные знаки ряби;
- 4) хорошая окатанность обломков;

- 5) высокое содержание тяжелых минералов (магнетита, ильменита, циркона, рутила, турмалина, апатита, граната и др.);
 б) остатки битых и окатанных раковин морской фауны.



сидерит в прослоях и конкрециях



прослой, обогащенные сидеритом



неравномерная сидеритизация песчаника



косая слоистость, сидеритовый состав прослоев



окатыши глин и сидеритизированных глин



Рис. 5.6. Структурно-текстурные особенности отложений устьевых баров

Фашии песчаников штормовых валов, баров, барьеров и подводных отмелей образуются благодаря перемещению и выносу к берегу донных осадков волнами [8]. При этом сначала возникают валы; затем, с течением времени, разрастаясь, они превращаются в бары; последние, сливаясь между собой, образуют барьеры, между которыми располагаются подводные отмели.

Выделяют трансгрессивные и регрессивные бары. Они имеют как общие генетические признаки, представленные на рис. 5.7, так и свои специфические особенности.

Генетические признаки *трансгрессивных отложений*:



фаунистические остатки (створки раковин и детрит)



следы жизнедеятельности донных животных



А

Б

В

Г

косоволнистая (А, Б), косая сходящаяся (В) слоистость, резкий контакт с размы-
вом подстилающих пород (Г)

Рис. 5.7. Структурно-текстурные особенности отложений баров

1) песчаный состав, преобладают крупно-среднезернистые, сред-
незернистые и мелкозернистые разности с хорошей сортировкой и ока-
танностью обломочного материала;

2) залегание на отложениях континентального генезиса;

3) нижняя граница – резкая с размывом подстилающих отложе-
ний, верхняя – постепенная;

4) замещение вверх по разрезу алевролитами и глинами морского
происхождения с волнистой слоистостью, наличием следов жизнедея-
тельности донных животных, морской фауной;

5) закономерное строение разрезов с уменьшением зернистости
песчаного тела в целом и градационная слойчатость той же грануломет-
рической направленности в микроритмах;

6) в подошве наличие окатанных фрагментов размытых осадоч-
ных пород, распределение которых в грубом приближении намечает
элементы косослоистых текстур;

7) текстуры в подошве беспорядочные и массивные, вверх по раз-
резу косослоистые с непостоянным наклоном слойков ($2-20^\circ$) [9], косо-
волнисто-, волнисто- и волнисто-линзовиднослоистые;

8) наличие морской фауны и следов жизнедеятельности.

Генетические признаки *регрессивных отложений*:

1) песчаный состав, преобладают крупно-среднезернистые, сред-
незернистые и мелкозернистые разности с хорошей сортировкой и ока-
танностью обломочного материала;

2) залегание на отложениях морского генезиса;

3) нижняя граница – постепенная, верхняя – резкая и отчетливая;

4) замещение вверх по разрезу континентальными отложениями: алевролитами, глинами (с растительными углефицированными остатками и корневыми системами) и углями;

5) закономерное строение разрезов с увеличением зернистости песчаного тела в целом и градационная слойчатость той же гранулометрической направленности в микроритмах;

6) текстуры в подошве волнисто-, косоволнистослоистые, в средней части – косослоистые и массивные, в кровле – волнисто-, волнистолинзовидно и горизонтальнослоистые;

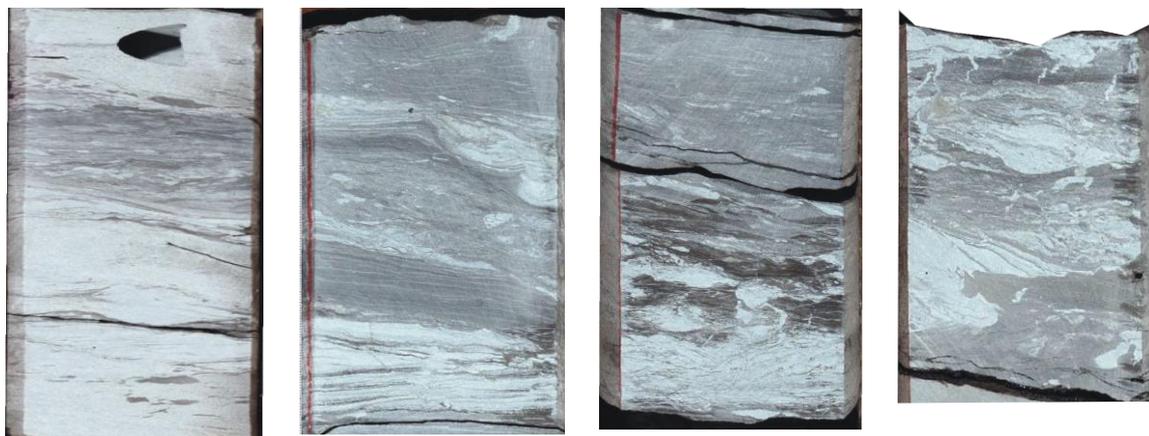
7) наличие морской фауны и следов жизнедеятельности.

5.4.2. Неритовые отложения

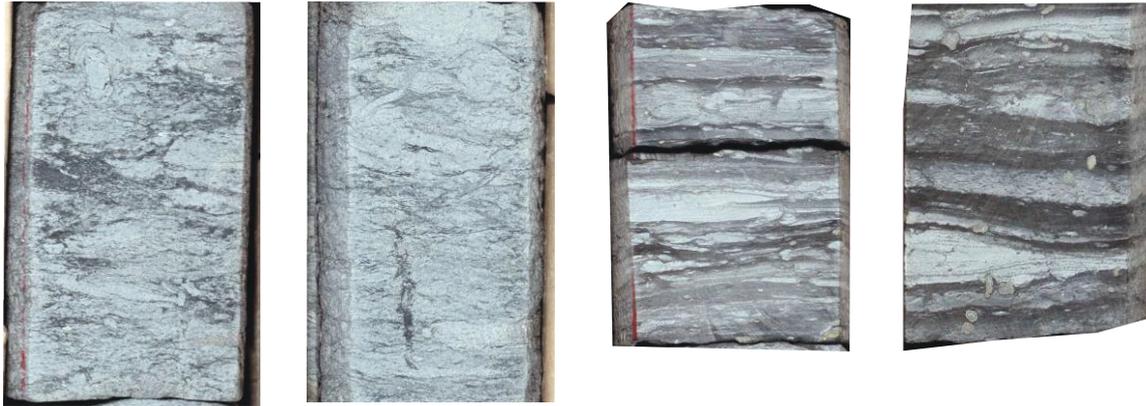
Фации неритовых осадков сформированы в пределах мелководной (глубины от 10 до 50–70, реже до 100 м) и глубоководной (до 200 м) частей шельфа [15].

В *мелководной части шельфа* волнение распространяется почти до самого дна, осадки постоянно взмучиваются и хорошо сортируются. Толща насыщена кислородом (окислительная геохимическая обстановка). Свет проникает практически везде до дна [9]. Толщи представлены как терригенными, так и карбонатными породами.

К генетическим признакам *терригенных мелководно-морских фаций* (рис. 5.8) относятся следующие:



размыв с нарушением слоистости, следы жизнедеятельности



деформативно-биотурбированные породы, следы жизнедеятельности

волнистая слоистость, следы жизнедеятельности типа Chondrites и Palaeophycus, микроконкреции пирита

Рис. 5.8. Генетические признаки пород зоны волнений мелководно-морского бассейна

- 1) алевритовый, глинистый и алевритоглинистый состав с прослоями мелкозернистых песчаников;
- 2) неровные, резкие границы с выше- и нижележащими отложениями [9];
- 3) хорошая окатанность обломков;
- 4) хорошая отсортированность материала в песчаных прослоях с ненарушенной текстурой;
- 5) преимущественно средняя и мелкая слоистость волнистого типа: косоволнистая, пологоволнистая, волнисто-линзовидная;
- 6) многочисленные следы взмучивания, размыва и переотложения осадков;
- 7) обильные следы жизнедеятельности донных организмов и наличие фаунистических остатков.

Карбонатные мелководно-морские фации представлены органо-генными и органо-генно-обломочными известняками, генетически связанными с органо-генными постройками: биостромами, биогермами и рифами (рис. 5.9) и отнесенными к фациям [8]: коралловых песков и илов биогенного детрита и внешнего склона рифа; известняковых скал, камней, валунов и галечников; массивных кораллово-водорослевых построек.

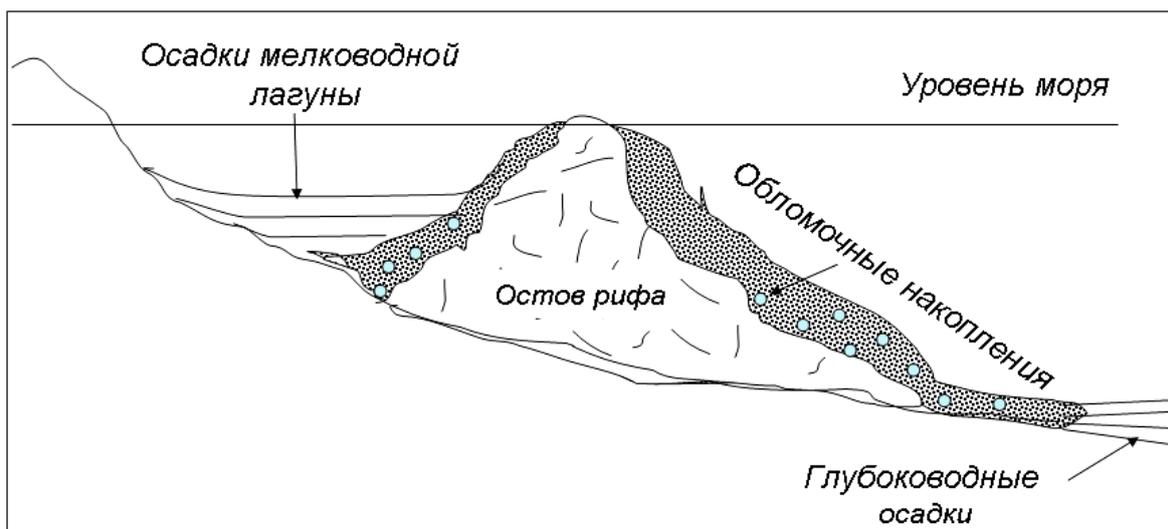


Рис. 5.9. Схема строения биогенного рифового комплекса, по Г.Ф. Крашенинникову [12], с изменениями автора

Коралловые пески и илы накапливаются в мелководной лагуне, расположенной между рифом и берегом. Отложения представлены тонкими известковыми, насыщенными органическими остатками илами, иногда обогащенными глинистым и даже песчаным материалом, поступающим с суши. Встречаются колониальные поселения кораллов и известковые водоросли.

Известняковые скалы, камни, валуны и галечники развиты на внешнем, обращенном в сторону моря, склоне рифа. Осадки рифовых склонов представлены органогенно-обломочными известняковыми породами, сцементированными биогенным и обломочным более мелким материалом и характеризуются отсутствием тонкого материала.

Массивные кораллово-водорослевые постройки представляют собой остов рифа, сложенный органогенными известняками из колониальных животных и растительных организмов, захороненных в прижизненном положении (моллюски, гастроподы, известковые зеленые, бурые и сине-зеленые водоросли, колониальные формы и др.).

В **относительно глубоководных шельфовых обстановках** – районы с глубинами свыше 50–70, в среднем 130–200 м – гидродинамическая обстановка спокойная, постоянное волнение отсутствует, перенос материала осуществляется во взвешенном состоянии.

Признаками относительно глубоководных шельфовых обстановок являются:

1) состав отложений: тонкоотмученные глинистые осадки (рис. 5.10), пелитоморфные известняки (доломиты), кремнистые образования (спонголиты, опоки);

2) постепенные и отчетливые контакты с ниже- и вышележащими отложениями;

3) наличие тонкой слоистости горизонтального, реже волнистого типов;

4) присутствие следов взмучивания, затекания;

5) отсутствие или очень редкое проявление перемыва и размыва осадков;

6) специфический органический мир: донные организмы встречаются редко; развиты нектонные и планктонные организмы – рыбы, фораминиферы, диатомеи, радиолярии; встречаются: кремниевые губки, морские ежи, одиночные реже колониальные кораллы, пелециподы, гастроподы, мшанки, строматопораты.

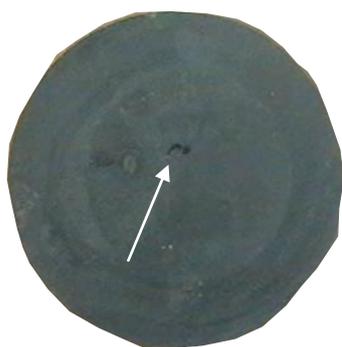
5.4.3. Батиальные отложения

В батиальной зоне и на континентальном склоне – глубины от 200 до 2500 м – характерны спокойные обстановки седиментации, в этих условиях накапливаются глинистый ил, в разной степени известковый (мергели). В участках развития суспензионных мутьевых потоков в нижних частях континентального склона образуются песчано-алевритовые осадки с глауконитом и градационной слоистостью.

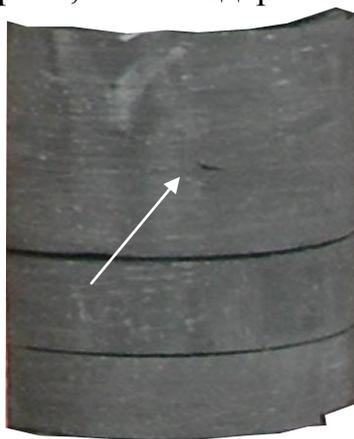
Для иловых осадков характерны:

1) зеленые, иногда синие окраски;

2) смешанный минералогический состав (состоит из монтмориллонита, гидрослюд, хлорита; часто содержит пирит;



плитчатая отдельность, онихиты белемнитов



следы жизнедеятельности донных животных

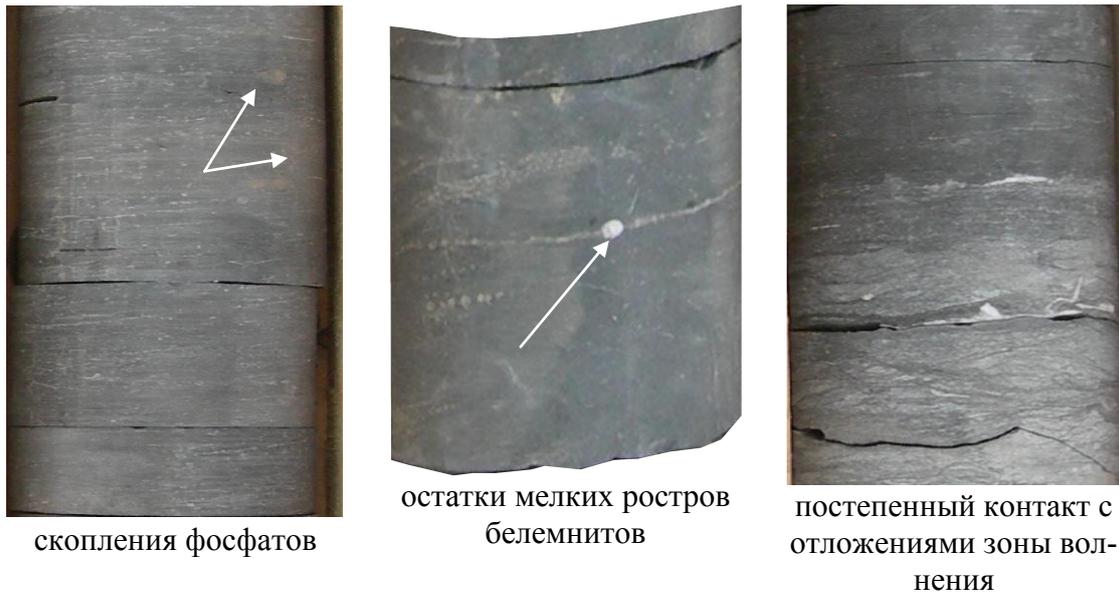


Рис. 5.10. Структурно-текстурные особенности терригенных отложений относительно глубоководного шельфа – тонкоотмученные аргиллиты баженовской и георгиевской свит Западной Сибири

3) часто высокое содержание органического вещества; могут быть нефтематерианскими породами (например: доманиковый горизонт верхнедевонского возраста на Русской платформе – черные органогенные известняки, мергели и горючие сланцы, содержащие до 22 % органического углерода);

4) горизонтальные типы слоистости.

5.4.4. Абиссальные отложения

В абиссальной зоне – ложе мирового океана с глубинами свыше 3000 м распространены органогенные известковые и кремнистые осадки и красная глубоководная глина – тонкодисперсные гидрослюдистомонтмориллонитовые глины, содержащие подводно-вулканические продукты и повышенное количество железа и марганца, а также малых элементов (кобальта, никеля, меди, молибдена, свинца).

Здесь встречаются поля железо-марганцевых конкреций, образующих рудные богатые залежи.

5.5. Признаки распознавания отложений переходных фаций

К отложениям переходных фаций относятся осадки дельт – конусов выноса обломочного материала, приносимого рекой; эстуариев –

воронкообразных заливов, глубоко вдающихся в долину реки; лиманов – расширенных устьев рек, затопленных водами бесприливных морей; опресненных и засоленных лагун – мелководных заливов, отчлененных от моря косой, пересыпью, баром. Их формирование происходит на стыке суши и моря, что отразилось как в геометрии осадочных тел, так и в их специфических особенностях внутреннего строения.

В устьевых частях рек накапливаются осадки дельт, эстуариев, лиманов. Подробно рассмотрим лишь дельтовые осадки.

Дельтовые осадки представляют собой комплекс континентальных и морских отложений, сложно чередующихся, характеризующихся быстрой сменой фаций в горизонтальном и вертикальном направлениях, частым выклиниванием, иногда линзовидной формой. Они относятся к отложениям фаций надводных и подводных дельтовых равнин, морского края и подводного склона дельтового комплекса. Характеристика отложений дана с использованием опубликованных материалов и интернет-сайтов [8, 9, 26, 29].

Отложения надводных аллювиально-дельтовых равнин представлены осадками аллювиального типа – песчаными отложениями дельтовых проток (русловые осадки), береговых валов, песков разлива; глинисто-алевритовыми и алевритовыми отложениями (пойменные осадки); алевритоглинистыми отложениями многочисленных мелководных озер; глинистыми породами и торфяниками болот; песчаными породами эоловых фаций. Характеристика их типична для континентальных отложений аналогичного генезиса (см. разделы 5.3.4–5.3.7).

Ниже приводятся только наиболее яркие особенности пород, сформированных в пределах надводной дельтовой равнины. Так для осадков дельтовых проток, каналов и рукавов характерны следующие особенности:

- 1) песчаные тела имеют вид врезов и залегают на подстилающих отложениях с резкими эрозионными контактами;
- 2) волнистая (рябь течений), косоволнистая, косая слоистость;
- 3) средне- и мелкозернистый гранулометрический состав;
- 4) наличие прослоев внутриформационных конгломератов с окатышами глин, сидеритизированных глин, слоистых алевролитов;
- 5) хорошая и средняя отсортированность материала;
- 6) обильный послойно распределенный углефицированный растительный детрит;
- 7) повышенная железистость отложений: развит тонко рассеянный, микрожелваковый и конкреционный сидерит, породы часто содержат прослой, обогащенные сидеритом, и приобретают буроватый оттенок.

К характерным особенностям пород межканальных участков можно отнести:

1) в отложениях пойменных фаций – алевритоглинистый состав, с прослоями мелкозернистых песчаников и почв; в отложениях озерных фаций – преимущественно алевритовый и глинистый богатый органическим веществом состав с прослоями почв, обильного растительного детрита и остатков корней; в отложениях болотных фаций – глинистый и углисто-глинистый состав с прослоями почв и угля;

2) для всех пород – наличие косоволнистой, неправильной пологоволнистой, волнисто-линзовидной и горизонтальной слоистости;

3) плохая отсортированность песчаных и алевритовых пород;

4) интенсивное ожелезнение (сидерит) [9].

Фаши отложений морского края формируются на стыке надводной и подводной частей дельтового комплекса в участках выхода устьев дельтовых каналов и протоков в море.

Они представлены отложениями кос, устьевых баров, островосередышей, сложенными песчаниками светло-серыми средне- и мелкозернистыми слабосцементированными, косо- и волнистослоистыми с включениями обильного обугленного растительного детрита и сидерита, следами жизнедеятельности донных животных, многочисленными размывами по всему разрезу и иногда содержащими окатанные или угловатые обломки глин и алевролитов; размеры обломков в них уменьшаются вверх по разрезу. Подробная характеристика устьевых баров приведена в разделе 5.4.1 при описании литоральных отложений.

Фаши отложений подводной дельтовой равнины представлены песчаными отложениями бороздин (подводных продолжений дельтовых каналов и протоков) и глинисто-алевритовыми осадками между ними. Песчаники бороздин имеют мелкозернистый гранулометрический состав, хорошо отсортированы, косослоистые, содержат растительный детрит и раковины пелеципод [9]. Глинисто-алевритовые породы, заполняющие участки между бороздинами, обладают волнистой и волнисто-линзовидной слоистостью, биотурбированы донными организмами.

Отложения *фаши подводного склона* дельтового комплекса представлены чередованием песчаных, алевритовых и глинистых осадков.

Фаши отложений опресненных лагун сложены как терригенными, так и карбонатными породами, часто обогащены органическим веществом сапропелевого и гумусового ряда.

Карбонатные отложения подчинены и представлены ракушняками, мергелями, глинистыми известняками, иногда доломитами и доломитизированными известняками [8].

Терригенные осадки лагун представлены глинами, алевритами, мелкозернистыми песками с плохой отсортированностью и тонкой кослоистой и линзовиднослоистой текстурой [8]. Для алевритоглинистых осадков характерна горизонтальная, волнистая и волнисто-линзовидная тонкая слоистость, многочисленные следы биотурбации, взмучивания, обилие растительного детрита (рис. 5.11).



мелкая волнисто-линзовидная, волнистая и горизонтальная слоистость, следы жизнедеятельности донных животных, послойное обогащение тонкораспыленным растительным материалом, тонкие прослойки угля, пирит

Рис. 5.11. Структурно-текстурные особенности отложений опресненных лагун

5.6. Построение фациальных колонок и карт

Результаты фациальных исследований осадочных толщ используют для построения разрезов (фациальных колонок), палеогеографических и литолого-фациальных карт.

Фациальные разрезы скважин дополняют литологические и седиментологические разрезы (рис. 5.12) и позволяют проследить изменчивость условий осадконакопления с течением времени.

Палеогеографические карты отражают изменение физико-географических условий по площади изучаемого объекта, существо-

вавших при осадконакоплении. Фациальные карты и разрезы отражают фациальную изменчивость пород во времени – по вертикали (в разрезе) и в пространстве – по латерали (по площади). В нефтегазовой практике их используют в целях достоверного прогнозирования размещения и качества коллекторов и флюидоупоров.

Фациальные карты и разрезы строят на основании изучения вещественного состава пород, их структурно-текстурных особенностей, присутствующих органических остатков и следов их жизнедеятельности, особенностей постседиментационной (в основном диагенетической) минерализации, закономерностей изменения строения осадочных толщ и современных процессов осадкообразования.

Фациальные разрезы и карты строят с использованием условных знаков. В настоящее время нет единого стандарта условных знаков для фациальных карт, и каждый исследователь разрабатывает их самостоятельно. На рис. 5.13 предложен ряд условных обозначений для построения фациальных карт и разрезов. Все разрезы и карты должны обязательно сопровождаться легендой (условными обозначениями) и быть выполнены в масштабе, который также указывается.

Фациальные карты строят по отдельным стратиграфическим и лито-стратиграфическим подразделениям (ярусам, горизонтам, толщам, пластам), используя данные по всем скважинам исследуемого района.

Использование керновых данных для построения фациальных карт, разрезов и профилей эффективно только при 100 %-ом отборе керна по всем скважинам, во всех других случаях требуется анализ каротажных диаграмм, позволяющий устанавливать мощности прослоев пород и толщ, литологический состав и последовательность залегания пород, иногда характер их постседиментационных преобразований (например: карбонатизация песчаников). В первую очередь они применимы для построения предварительных литологических колонок, по которым выявляются общие закономерности строения разрезов и проводится расчленение и корреляция отложений.



Рис. 5.13. Примерные условные знаки для построения фациальных карт и разрезов

Перед построением фациальных карт рекомендуется построить вспомогательные карты-схемы: фактического материала, мощностей исследуемого интервала или всего стратиграфического подразделения, палеотектонические, палеогеографические [8], песчанистости, медианных диаметров, глинистости, карбонатности и др. Пример некоторых вспомогательных карт приведен на рис. 5.14–5.16.

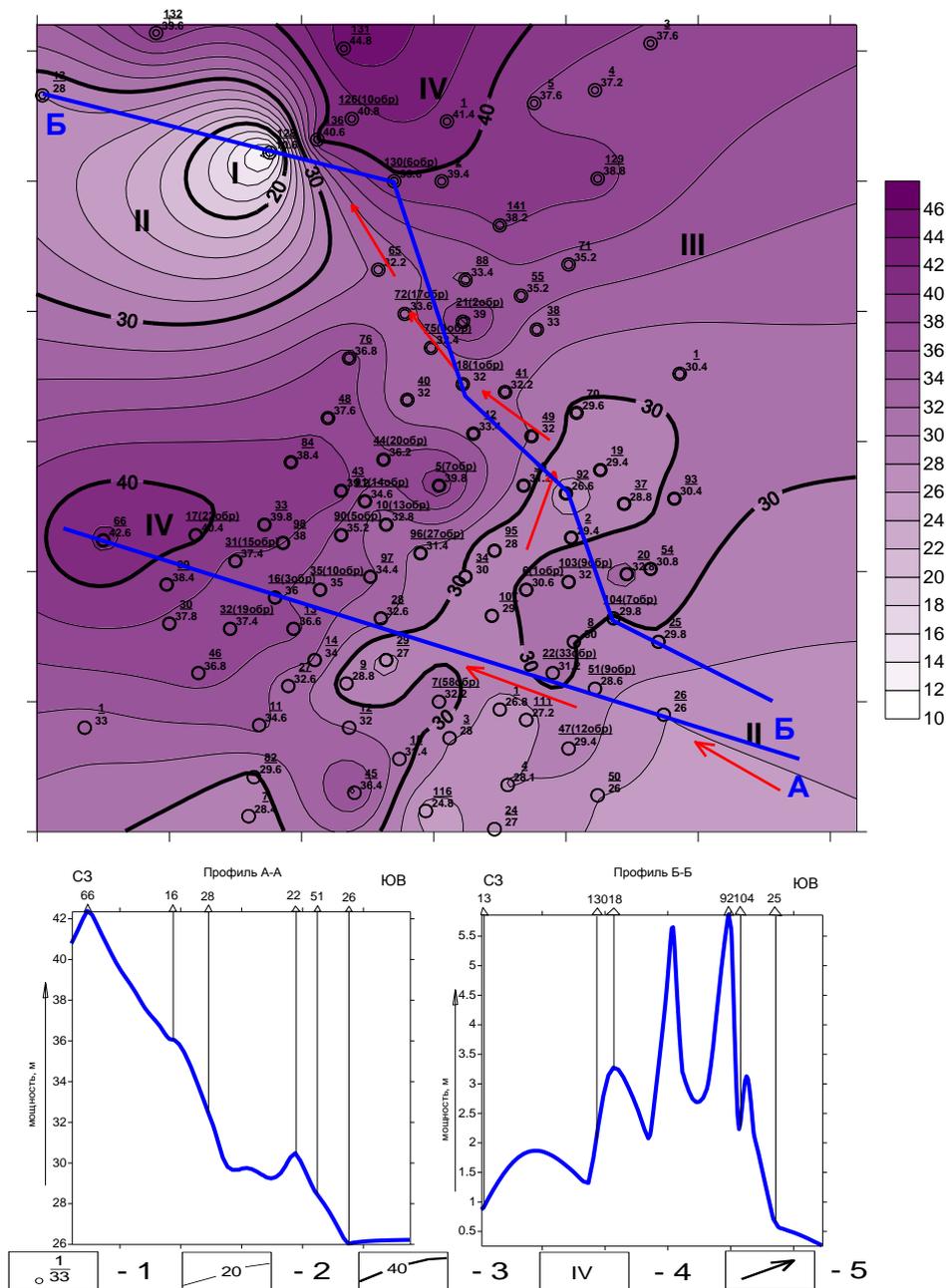


Рис. 5.14. Карта толщин пласта:

- 1 – в числителе – номер скважины, в знаменателе – мощность пласта, м;
- 2, 3 – линии равных мощностей – изопахиты; 4 – зоны с разными значениями толщин; 5 – направления изменения мощностей

Рис. 5.15. Карты и профили мощностей: А – глинистых; Б – карбонатных пород

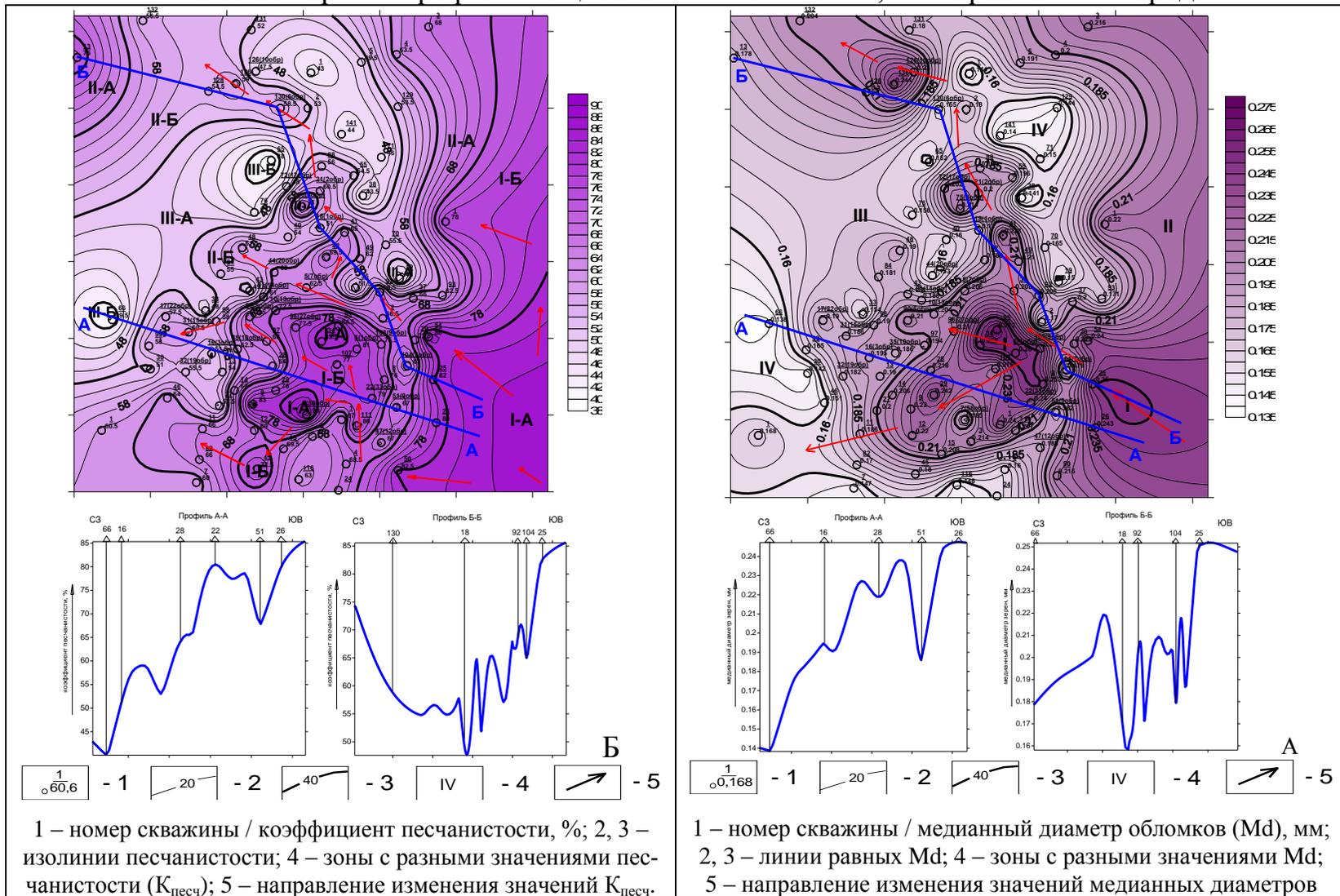
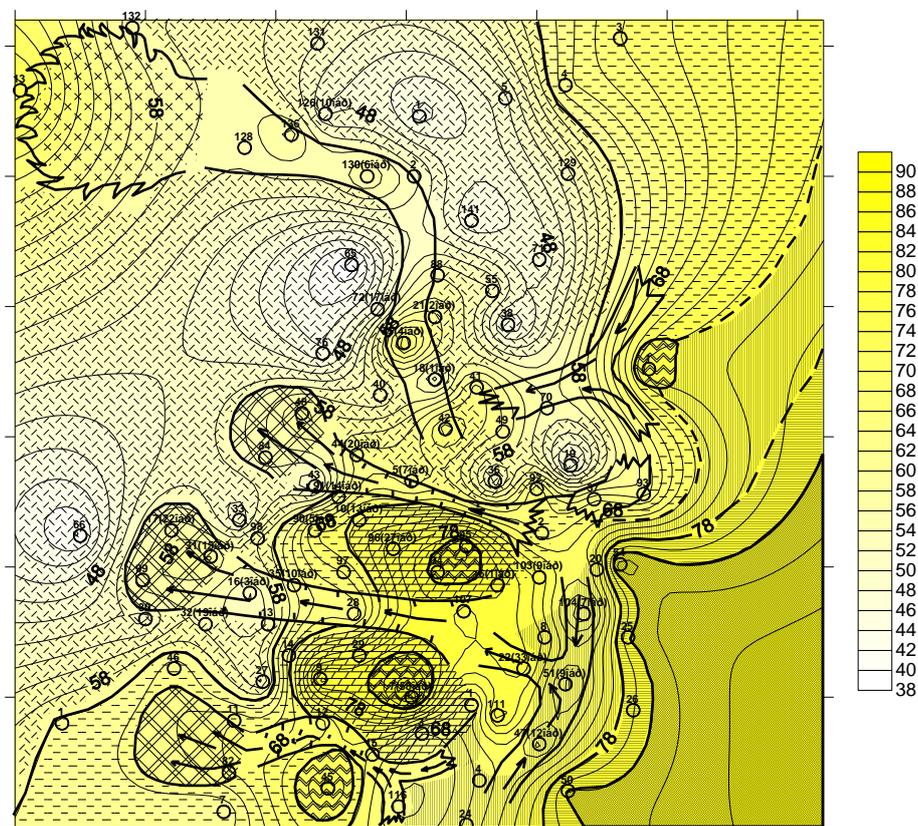


Рис. 5.16. Карты и профили: А – песчанистости; Б – медианных диаметров обломков в песчаниках

Фациальная диагностика отложений и отрисовка областей распространения фаций (рис. 5.17) проводится с учетом всех данных, полученных в ходе изучения керна (генетические признаки), анализа литологических и седиментологических колонок, каротажа и вспомогательных карт.



Условные обозначения:

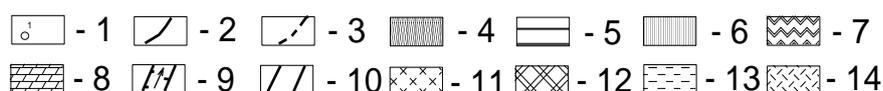


Рис. 5.17. Фациальная карта:

1 – скважина и ее номер; 2–3 – границы фаций: 2 – достоверные 3 – предполагаемые; 4–14 – фации: 4 – песчаных отложений пляжей; 5 –глинистых отложений забаровых лагун (краевая часть); 6 – глинистых отложений забаровых лагун (центральная часть); 7 – песчаных отложений вдольбереговых баров (центральные части); 8 – песчаных отложений вдольбереговых баров (склоновые части); 9 – песчаных отложений промоин разрывных течений; 10 – песчано-алевритовых отложений подводных течений; 11 –песчано-алевритовых отложений конусов выноса подводных течений; 12 –песчаных отложений головных частей разрывных течений; 13 – песчано-алевритовых отложений зоны волнения мелководного шельфа; 14 – глинистых отложений глубоководного шельфа.

Данные ГИС широко используются для построения карт и профилей, характеризующих изменения мощностей (изопахит) толщ и пластов, песчанистости, карбонатности, глинистости.

Разработана методика применения электрометрических характеристик пород для диагностики гидродинамического режима седиментации осадков (по величине отклонения кривой ПС стандартного каротажа) и фациальной принадлежности отложений (по форме кривой ПС). Достаточно подробно она приведена в [10].

Применение геофизических данных в целях фациальной диагностики отложений требует осторожности и должно обязательно опираться на практические выводы, полученные при сопоставлении данных по керну и ГИС в конкретных интервалах, пройденных с полным отбором керна.

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что такое «фация» и в чем заключается суть фациального анализа?
2. Какие методы используют при проведении фациального анализа?
3. Назовите основные правила проведения литолого-фациального анализа.
4. Какова последовательность операций при фациальном анализе?
5. Какие диагностические признаки пород и каким образом используют для определения условий их образования?
6. Что такое элювий? Какие генетические признаки свойственны элювиальным отложениям?
7. Охарактеризуйте отложения склоновых фаций. В чем отличие и сходство генетических признаков коллювиальных и делювиальных отложений.
8. Что такое пролювий? Каковы диагностические признаки отложений пролювиальных фаций?
9. Отложения каких фаций входят в группу аллювиальных?
10. Чем отличаются отложения фаций горных и равнинных рек?
11. В чем сходство и отличие диагностических признаков пород русловых и старичных отложений?
12. Как по керну отличить отложения болот от пойм?
13. Каковы особенности пород эоловых фаций?
14. Назовите генетические признаки пород ледниковых фаций.
15. По каким признакам, видимым в керне, можно отличить отложения морских и континентальных фаций?
16. Назовите отличительные признаки пород устьевых баров.

17. Каковы диагностические признаки пород трансгрессивных и регрессивных баров?
18. Охарактеризуйте особенности отложений мелководного шельфа.
19. Какими признаками обладают породы, сформированные в обстановках глубоководного шельфа?
20. Охарактеризуйте особенности пород батимальных и абиссальных фаций.
21. Дайте характеристику отложений дельтового комплекса.
22. каким образом распознаются осадки лагунных фаций?
23. Каким образом используется информация, полученная при фациальном анализе?
24. Что такое фациальный профиль, фациальный разрез, фациальная карта?
25. Какие вспомогательные карты и для каких целей строят перед составлением фациальной карты?
26. На основании каких данных строится фациальная карта?