

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель программы
аспирантуры
с.н.с. О.М. Прищепа

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

СЕДИМЕНТАЦИОННО-ФАЦИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
НЕФТЕГАЗОНОСНЫХ БАССЕЙНОВ

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	1. Естественные науки
Группа научных специальностей:	1.6. Науки о Земле и окружающей среде
Научная специальность:	1.6.11. Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений
Направленность (профиль):	Геология месторождений нефти и газа
Отрасли науки:	Естественные
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	3 года
Составитель:	к.г.-м.н., доцент А.В. Мартынов

Санкт-Петербург

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Седиментационно-фациальные модели нефтегазоносных бассейнов» ознакомление с теоретическими и методологическими основами седиментологии, обстановками осадконакопления, возможностями генетических интерпретаций осадочных последовательностей на основе принципа актуализма.

Основными задачами дисциплины являются:

- приобретение знаний о современных процессах и обстановках осадконакопления;
- изучение закономерностей седиментогенеза в пределах нефтегазоносных бассейнов;
- освоение методов изучения осадочных пород и приобретение навыков их генетической интерпретации;
- овладение методиками визуализации седиментационно-фациальных моделей с помощью современных программных комплексов.

Практическая работа №1.

Анализ литолого-стратиграфической колонки с целью восстановления движений земной коры

Интерпретация литологических особенностей пород

Как правило, описание породы идет по следующей схеме:

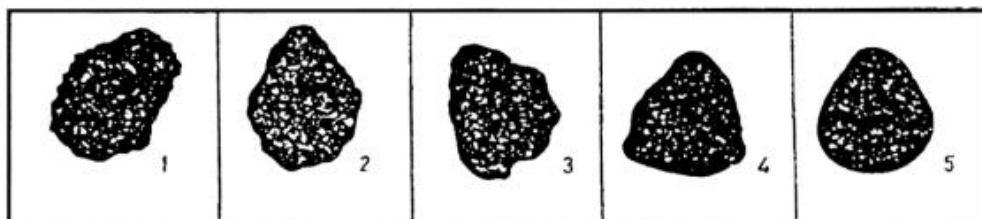
- 1) цвет образца породы на выветрелой поверхности и на свежем сколе;
- 2) структура;
- 3) текстура;
- 4) минеральные составы породообразующих и второстепенных компонент;
- 5) крепость, приблизительно оцениваемая такими категориями: рыхлая — пластичная масса — слабо сцементированная (легко крошится пальцами) — крепкая (дробится молотком) — очень крепкая (трудно податлива молотку);
- 6) пористость и ее признаки;
- 7) включения 3 видов:
 - а — фаунистических или флористических остатков, для скелетных остатков описываются их ориентировки относительно слоев и степень сохранности (чтобы уточнить аутигенность или переотложенность фауны),
 - б — возможных обломков чужеродных пород,
 - в — конкреций; при описании последних обязательно отмечаются их взаимоотношения со слоистостью (обтекание либо пронизывание конкреций слоями),
- 8) вторичные изменения структуры, текстуры породы или ее отдельных компонентов, например, коррозия либо перекристаллизация; а также прожилки, трещины, стилолиты, текстуры кливажа, сланцеватости и другие новообразования.

Цвет пород

Окраска осадочных пород, как правило, определяется минералогическим составом, в особенности присутствием железистых соединений и органического вещества; некоторое значение имеет также зернистость пород. Окраска может быть как первичной, так и вторичной. По цвету различают: а) сероцветные (темно серый, черный — восстановительная среда), б) пестроцветные пестроцветность — (нейтральная среда, близость окислительно восстановительного барьера), в) красноцветные породы (белый, бежевый, красный — окислительная среда).

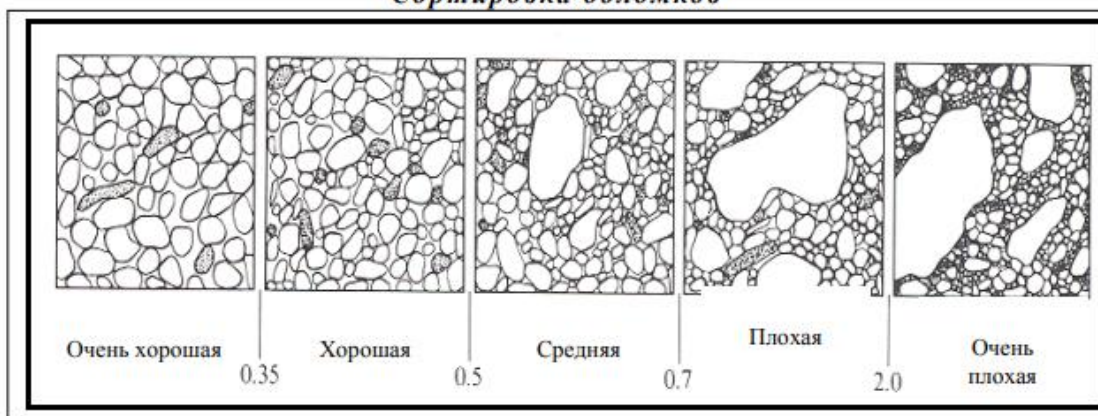
Структуры обломочных пород

Размер обломков позволяет оценить динамику среды осадконакопления. Форма обломков (степень окатанности) – указывает на дальность переноса. Сортировка обломков – отражает свойства транспортирующей среды. Форма обломков зависит от: первоначальной формы, минерально-петрографического состава, размера, дальности переноса.



Эталон Петтиджона – Хабакова для визуального определения степени окатанности. Зерна: 1 – острогранные; 2 – полуострогранные; 3 – полуокатанные; 4 – окатанные; 5 - хорошо окатанные

Сортировка обломков



Псефитовая > 2 мм, псаммитовая 0,05 ÷ 2 мм, алевритовая 0,001 ÷ 0,05 мм, далее подразделяются см. таблицу:

Размер зерен, мм	Окатанные	Неокатанные		
	несцементированные (сцементированные)	несцементированные (сцементированные)		
200	валуны (валунный конгломерат)	глыбы (глыбовая брекчия)		
100	галька (конгломерат)	щебень (брекчия)		
50			крупная	крупный
10			средняя	средний
5	гравий (гравелит)	дресва (дресвяник)		
2			крупный	крупная
0,5	песок (песчаник)	глина (аргиллит)		
0,25			крупный	крупная
0,1			средний	средняя
0,05			мелкий	мелкая
0,01			тонкозернистый	тонкая
0,001	алефрит (алефрит)	алефрит (алефрит)		
	крупнозернистый	крупнозернистый		
	мелкозернистый	мелкозернистый		
	грубозернистый	грубозернистый		
	крупнозернистый	крупнозернистый		
	среднезернистый	среднезернистый		
	мелкозернистый	мелкозернистый		
	тонкозернистый	тонкозернистый		
	крупнозернистый	крупнозернистый		
	мелкозернистый	мелкозернистый		
	глина (аргиллит)	глина (аргиллит)		

Структура может быть разнозернистой (например, от мелко- до крупнозернистой). В любом случае следует указывать конкретные размеры частиц

Текстура

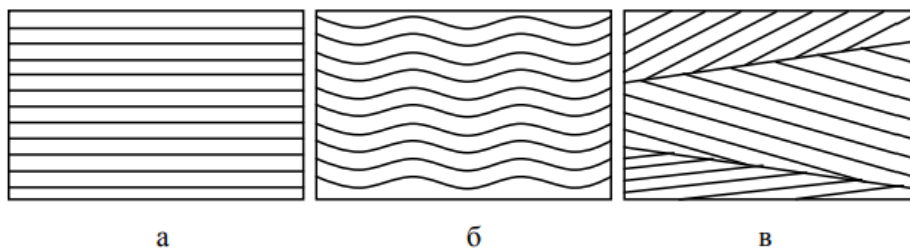
Текстура – характеристика пространственного расположения структурных элементов породы. Она отражает динамику среды осадконакопления и характер движения придонных вод.

Массивная текстура – структурные элементы породы расположены равномерно.

Градационная текстура – постепенная смена крупных структурных элементов породы мелкими.

Слойчатость – текстура, возникающая благодаря многократному повторению тонких одинаковых слоев, в которых определенным образом упорядочены структурные элементы породы. Основные типы слойчатости:

- а) горизонтальная,
- б) волнистая,
- в) косяя.



Структуры карбонатных пород

Биогенные:

Биоморфная – целые, ненарушенные скелеты или колонии организмов

Биокластическая – обломки скелетов

Абиогенные:

пелитоморфная (тонкозернистая)

сфероагрегатная (оолитовая, онколитовая)

При характеристике биогенных структур следует по возможности определить систематическую принадлежность остатков организмов, так как это один из надежнейших признаков обстановки осадконакопления.

Стеногалинные организмы – обитатели вод с постоянной соленостью. К стеногалинным обитателям морей нормальной солености относятся кораллы, криноидеи, головоногие моллюски, замковые брахиоподы, трилобиты. Среди двустворчатых и брюхоногих моллюсков существуют стеногалинные пресноводные виды.

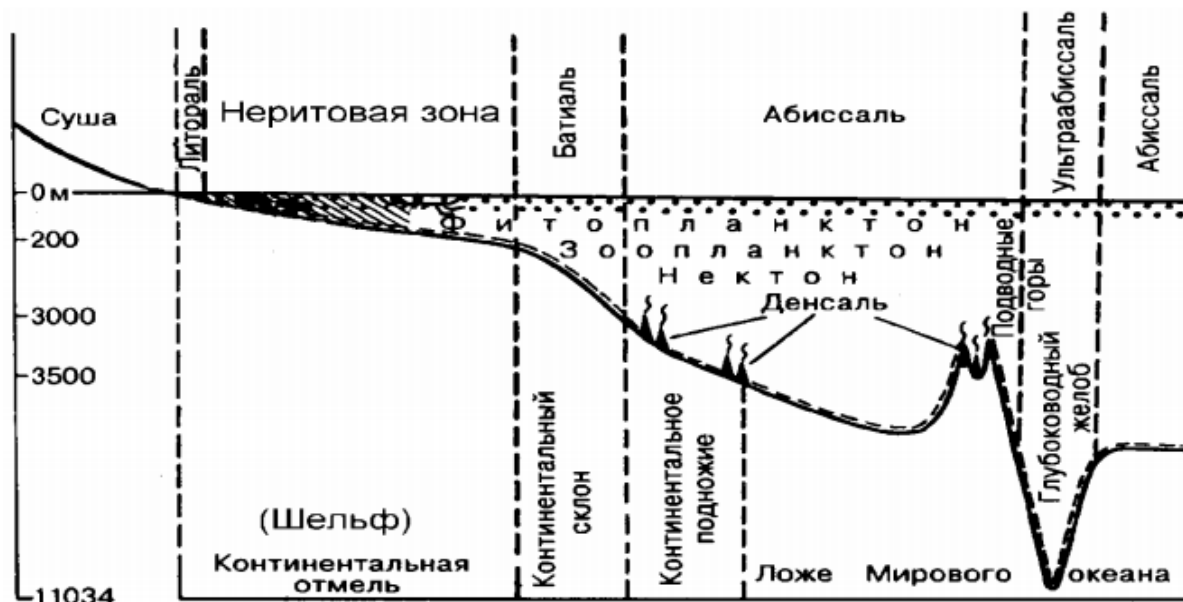
Эвригалинные организмы могут выдерживать существенные изменения солености. Эвригалинными являются таксоны двустворок, гастропод, беззамковых брахиопод (лингулы), остракод, рыб.

Оолиты представляют собой сферические или слегка яйцеобразные округлые карбонатные частицы, обладающие ядром из обломочного материала и имеющие концентрическую слоистую оболочку из арагонита или высокомагнезиального кальцита. Онколиты - овальные карбонатные образования. Как и оолиты, они имеют ядро из обломочного материала и концентрическую слоистую оболочку.

От оолитов отличаются невыдержанностью слоев и несколько большими размерами. Их образование связывают с деятельностью цианобактерий (сине-зеленых водорослей).

Биономические зоны Мирового океана

Дно Мирового океана подразделяется на 5 составляющих: шельф, континентальный склон, континентальное подножие, ложе океана, глубоководные желоба. Относительно структурных элементов дна и особенностей распространения организмов выделяют следующие биономические зоны Мирового океана: 1) литораль, 2) неритовая зона, 3) батталь, 4) абиссаль, 5) ультраабиссаль.



Литораль – прибрежная часть морей и океанов с глубинами до 20 м.

Характерные черты: приливы, отливы, волнения.

Неритовая зона (сублиторальная зона) соответствует шельфу с глубинами от 20 до 200 м. Нижняя граница (200 м) – нижний предел обитания донных (бентосных) водорослей (индикатор света). На большем своем протяжении шельф представляет собой почти ровное морское дно с глубинами 20–50 м. Органический мир отличается наибольшим разнообразием и огромной биомассой.

Батталь соответствует континентальному склону. Нижняя граница неотчетлива – 2000–3000 м. Здесь обитают главным образом пелагические организмы.

Абиссаль совпадает с площадью распространения ложа Мирового океана. Нижняя граница – около 6000 м.

Ультраабиссаль занимает глубоководные желоба.

Наземная среда обитания составляет 29% поверхности Земли, подвержена солнечной радиации. Характерны резкие колебания физико-географических факторов. Освоение суши началось в середине силурийского периода. Наземные организмы обитают 1) на поверхности земли и в почве; 2) в наземных пресноводных водоемах; 3) в воздушной среде.

Земная кора постоянно испытывает вертикальные перемещения. В связи с этим определенный участок земной поверхности в течение какого-то времени может быть высоко поднят и представлять собой размываемую сушу; быть опущен и находится в пределах низменной суши, где происходит накопление континентальных осадков или располагаться ниже уровня моря, представляя собой морское дно, где формируются морские осадки. Во времени смена условий происходит постепенно и непрерывно, а в разрезе смена осадков может происходить непрерывно, либо соседние слои могут резко менять друг друга, отделяясь поверхностями размыва и несогласия. Используя метод фациального анализа, можно восстановить все происходящие изменения. Изучить каждый

слой отдельно, определить глубину образования пород. Исследовать характер контактов между слоями. Для каждого слоя определить фацию.

Примеры

Глинистые сланцы темно-серые микрослоистые с аммонитами; слоистость параллельная; редкие включения пирита. Отложения образовались в нижней части шельфа, на что указывают остатки nektonной фауны и характер слоистости.

Песчаники красноцветные мелкозернистые косослоистые с отпечатками листьев наземных растений. Цвет пород, состав, наземная растительность – все говорит о континентальном происхождении осадков.

Известняки серые массивные с многочисленными раковинами аммонитов, пелеципод. Отложения морские, типичные для неглубокого моря.

Между геттангским и плинсбахским ярусами отсутствуют отложения синемюрского яруса. Наблюдается перерыв в осадконакоплении, подъем суши.

Переход между плинсбахским и тоарским ярусами постепенный. Осадконакопление происходило в едином бассейне с постепенно изменяющимися условиями.

Практическая работа №2. **Построение палеогеографической и палеотектонической кривых**

Тектонические процессы

Тектоническими называют процессы, которые приводят к перестройке и развитию литосферы, а также более глубоких частей Земли. Тектонические процессы обусловлены как эндогенными, так и экзогенными факторами. Эти причины вызывают движения вещества Земли – тектонические движения. Силы, которые вызывают тектонические движения, таятся внутри Земли и действуют из космоса. Тектонические движения проявляются различно как во времени, так и в пространстве. Медленные движения земной коры, направленные вниз, неизбежно должны сменяться движениями вверх, и наоборот.

По стратиграфическим колонкам разрезов построить палеогеографическую кривую с целью восстановления последовательных во времени положений земной поверхности относительно уровня Мирового океана.

На миллиметровой бумаге формата А4 построить палеогеографическую кривую. Построение палеогеографической кривой производится, исходя из анализа пород слагающих разрез. Если в разрезе стратона присутствуют породы, которые образуются только в морской среде осадконакопления или на это указывают палеонтологические остатки, то делается вывод о том, что в данную геологическую эпоху на представленной территории было море. Если такие породы отсутствуют, то на представленной территории была суша. Если какие-либо породы указывают на морской характер осадконакопления, то производится расчет средней глубины осадконакопления.

Опираясь на кривую осадконакопления, определяется средняя глубина образования каждой породы, затем глубины образования всех пород суммируются, и находится их среднее арифметическое. Это число и будет средней глубиной осадконакопления. На основании полученных данных строится палеогеографическая кривая, которая показывает изменение условий осадконакопления, а также позволяет выявить максимальные и минимальные глубины, осадконакопления. По точкам вне масштаба построить палеогеографическую кривую.

Построить палеотектоническую кривую

Анализ режима тектонических движений производится на основании построения палеотектонических графиков. Палеотектонические графики – графики величины прогибания и скорости прогибания. Эти графики позволяют проследить процесс тектонического погружения того или иного стратиграфического интервала разреза по времени, выявлять наиболее значительные этапы прогибания и воздымания региональных территорий, с которыми связано формирование структур, в том числе локальных. Кроме того, с помощью графиков можно определить скорость прогибания, что дает возможность судить о тектоническом режиме бассейна осадконакопления. Построение кривой палеотектонических движений производится от палеогеографической кривой отложением вниз в принятом масштабе (в метрах) мощность отложений, накопившихся за этот отрезок времени. В конце следующего интервала от палеогеографической кривой вертикально вниз следует отложить суммарную мощность ранее и вновь накопившихся осадков. Если в разрезе отсутствует какая-либо стратиграфическая единица, то мощность осадков за данный период времени равна 0, и кривая проходит горизонтально.

Из всего вышесказанного необходимо запомнить: палеотектоническая кривая отражает характер вертикальных движений земной коры в течение рассматриваемого периода; **палеогеографическая кривая** - положение земной поверхности в тот же отрезок времени.

Построение палеогеографической кривой

На оси абсцисс отложить время, помня, что оно течет непрерывно. Откладываем слева направо века, начиная с более древнего. На оси ординат последовательно расположить биомические зоны суши и моря. Высокая суша соответствует области размыва; низкая суша - области накопления; литораль, сублитораль, батраль - морским отложениям. Для каждого геологического отрезка времени установить соответствие территории определенной биомической зоне.

Отложения геттангского века – соответствует сублиторали, отложения синемюрского века отсутствуют (высокая суша – область размыва), отложения плинсбахского века соответствуют низкой суше, отложения тоарского века - сублиторали. По точкам построить палеогеографическую кривую в выбранном масштабе (рис. 3).

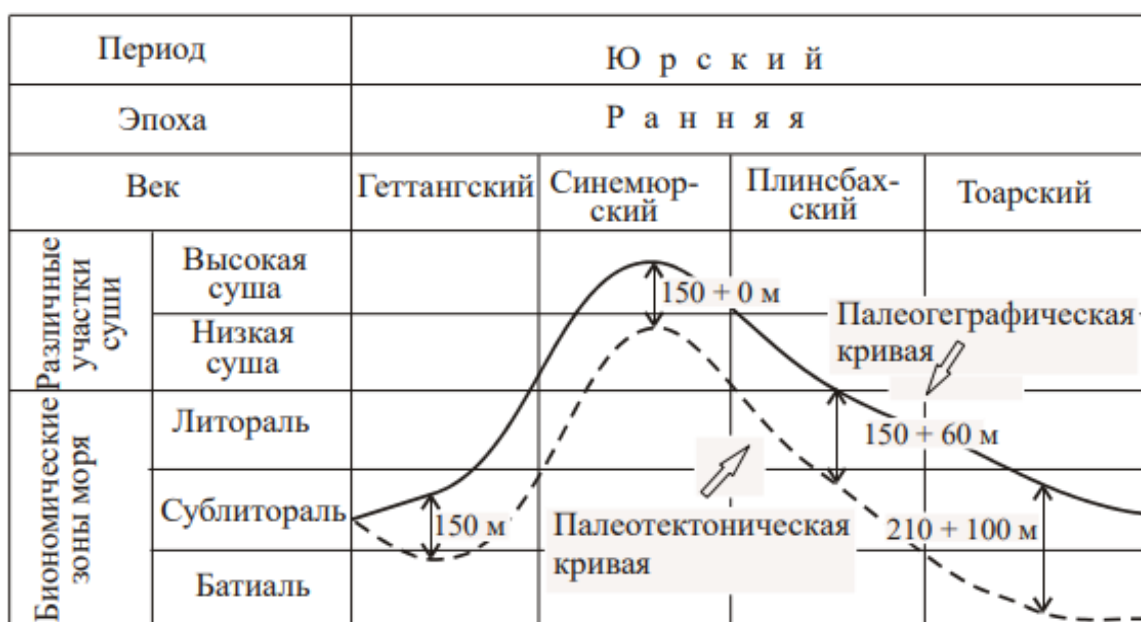
Построение палеотектонической кривой

Геттангский век. Вниз от палеогеографической кривой откладываем мощность, равную 150 м.

Синемюрский век. Отложения отсутствуют, мощность равна 0 м, следовательно, снова откладываем вниз 150 м.

Плинсбахский век. Мощность равна 60 м, суммарная мощность $60\text{ м} + 150\text{ м} = 210\text{ м}$.

Тоарский век. Откладываем 310 м ($210\text{ м} + 100\text{ м}$). По точкам построить палеотектоническую кривую в выбранном масштабе.



Практическая работа №3.

Фациальные признаки отложений. Фациальный анализ и палеогеография

Фация – это комплекс отложений, отличающихся составом и физико-географическими условиями образования от соседних отложений того же стратиграфического отрезка (Г.Ф. Крашенинников).

Фациальный анализ направлен на восстановление физико-географической обстановки прошлого. Он складывается из био– и литофациального анализов, проводимых с учетом общегеологических данных.

Составить краткую записку по истории развития данного участка земной коры. Фактический материал для составления записки: стратиграфическая колонка, палеогеографическая кривая; палеотектоническая кривая.

В записке указать какими породами представлен разрез (литология, включения, органически остатки). На какой глубине формировались отложения. Мощность истинного тектонического прогибания. Компенсированное или некомпенсированное осадконакопление.

Описание истории геологического развития территории

Во время формирования отложений слоя А рассматриваемая территория была занята теплым тропическим морем, в котором обитали морские животные — кораллы и трилобиты. Расположенная выше по разрезу соленосная толща В свидетельствует о потере связи бассейна с открытым морем и его постепенном превращении в высыхающую лагуну. Присутствие в разрезе слоев А и В солей, ангидритов и карбонатных пород указывает на сухой и жаркий климат в это время. Формирование угленосной толщи С происходило в пределах приморской равнины в условиях влажного тропического климата. Слой D сложен черными глинами с прослоями известняков, в которых присутствуют брахиоподы и пелециподы. Все это говорит о том, что накопление осадков происходило в мелководных морских условиях. Прослой глины, вероятно, фиксируют кратковременные увеличения глубины бассейна.

Описания скважин для выполнения заданий (все описания разрезов даны снизу вверх)

Скважина 1

Турнейский ярус. Сланцы глинистые, аргиллиты с редкими прослоями песчаников мелкозернистых и известняков с фауной брахиопод. Мощность 400 м.

Визейский ярус. Переслаивание песчаников мелкозернистых, алевролитов, сланцев глинистых; встречаются ходы илоедов; слоистость параллельная. Мощность 300 м.

Серпуховский ярус. Известняки серые органогенные массивные с многочисленными колониальными кораллами, брахиоподами, мшанками, криноидеями. Мощность 150 м.

Башкирский ярус. Известняки светло-серые мелкозернистые с гастроподами; редкие прослой и линзы каменной соли, ангидрита. Мощность 100 м.

Московский ярус. Песчаники зеленовато-серые, алевролиты, прослой и линзы известняков оолитовых с остатками наземных растений, рыб; отчетливо выражена косая слоистость. Мощность 80 м.

Гжельский ярус. Сланцы черные битуминозные, аргиллиты с раковинами головоногих моллюсков по плоскостям наложения. Мощность 90 м.

Казанский ярус. Известняки серые глинистые с многочисленными кораллами, брахиоподами, криноидеями; зерна глауконита. Мощность 75 м.

Скважина 2

Турнейский ярус. Гравелиты, песчаники, сланцы глинистые ритмично-слоистые; редкие головоногие моллюски, брахиоподы. Мощность 350 м.

Визейский ярус. Сланцы глинистые с прослоями песчаников и известняков, присутствуют радиолярии; четко выражена параллельная слоистость. Мощность 230 м.

Серпуховский ярус. Известняки массивные, часто рифогенные с водорослями, кораллами, брахиоподами, криноидеями. Мощность 150 м.

Башкирский ярус. Известняки с редкими маломощными прослоями каменной соли, гипса; обнаружены остракоды, брахиоподы, криноидеи; слоистость параллельная. Мощность 70 м.

Московский ярус. Песчаники кварцевые, линзы плохо окатанной и несортированной гальки; редкие растительные остатки. Мощность 60 м.

Гжельский ярус. Сланцы темно-серые битуминозные, аргиллиты, мергели; органические остатки представлены редкими гониатитами и брахиоподами; встречаются кристаллы пирита; слоистость параллельная. Мощность 90 м.

Казанский ярус. Известняки глинистые с пеллециподами, брахиоподами, криноидеями; слоистость параллельная. Мощность 80 м.

Скважина 3

Турнейский ярус. Сланцы глинистые и кремнистые с радиоляриями; прослойки эффузивов. Мощность 350 м.

Визейский ярус. Песчаники мелкозернистые, алевролиты, сланцы глинистые, тонкие прослойки и линзы известняков с брахиоподами; ходы илоедов; слоистость параллельная. Мощность 200 м.

Серпуховский ярус. Известняки серые органогенные массивные с многочисленными колониальными кораллами, брахиоподами, криноидеями; маломощные прослойки песчаников, глин; слоистость волнистая. Мощность 110 м.

Башкирский ярус. Доломиты пестроцветные с редкими брахиоподами; прослойки гипса и ангидрита. Мощность 70 м.

Гжельский ярус. Сланцы черные битуминозные и аргиллиты с редкими раковинами гониатитов, расположенными по плоскостям наслоения; кристаллы пирита; слоистость параллельная. Мощность 90 м.16

Казанский ярус. Известняки серые оолитовые с прослоями мергелей, песчаников зеленовато-серых мелкозернистых; встречаются остракоды, пеллециподы, брахиоподы, рассеянные зерна глауконита, конкреции кремня. Мощность 80 м.

Скважина 4

Турнейский ярус. Эффузивы, сланцы глинистые, кремнистые, песчаники; ходы илоедов; слоистость параллельная. Мощность 300 м.

Визейский ярус. Сланцы глинистые, песчаники, кремнистые породы, линзы известняков с единичными брахиоподами; слоистость параллельная. Мощность 220 м.

Серпуховский ярус. Известняки зеленовато-серые массивные прослоями водорослевые с многочисленными колониальными кораллами, брахиоподами, морскими лилиями; редкие прослойки песчаников с линзами конгломератов. Мощность 90 м.

Башкирский ярус. Каменная соль и гипс с прослоями мергелей серых, песчаников красных; редкие остатки наземных растений. Мощность 75 м.

Гжельский ярус. Известняки темно-серые сильно битуминозные, мергели, сланцы глинистые с желваками и линзами кремня; в известняках обнаружены раковины гониатитов и брахиопод. Мощность 90 м.

Казанский ярус. Доломиты и известняки глинистые с многочисленными остракодами, пеллециподами, брахиоподами, криноидеями. Мощность 80 м.

Скважина 5

Турнейский ярус. Сланцы темно-серые глинистые с прослоями известняков, содержащих редкую фауну головоногих моллюсков. Мощность 200 м.

Визейский ярус. Известняки оолитовые с фораминиферами, кораллами, брахиоподами; прослой угля с остатками флоры. Мощность 130 м.

Серпуховский ярус. Аргиллиты пестрые, песчаники грубые косослоистые; трещины высыхания. Мощность 80 м.

Башкирский ярус. Каменная соль, гипс, ангидрит с редкими прослоями красноцветных песчаников и алевролитов с остатками наземных растений. Мощность 65 м.

Касимовский ярус. Песчаники зеленовато-серые среднезернистые волнистослоистые со знаками ряби; обломки раковин пелеципод, брахиопод, фрагменты наземных растений, рыбы. Мощность 70 м.

Казанский ярус. Песчаники косослоистые с прослоями известняков оолитовых; редкие пелециподы, брахиоподы, криноидеи. Мощность 80 м.

Скважина 6

Турнейский ярус. Эффузивы, туфы переслаиваются с кремнистыми породами; встречаются редкие прослой и линзы известняков с брахиоподами, кораллами. Мощность 180 м.

Визейский ярус. Известняки серые с многочисленными кораллами, брахиоподами; тонкие прослой глин зеленовато-серых с глауконитом; линзы каменного угля с отпечатками растений. Мощность 100 м.

Серпуховский ярус. Конгломераты с песчаным красноцветным цементом, обломочный материал плохо сортирован, прослой песчаников кварцевых мелкозернистых с редкими растительными остатками; знаки ряби, косая слоистость. Мощность 90 м.

Башкирский ярус. Мергели серые с прослоями каменной соли, гипса, ангидрита. Мощность 75 м.

Касимовский ярус. Песчаники кварцевые косослоистые с линзами битой ракуши, знаками ряби, трещинами высыхания. Мощность 50 м.

Гжельский ярус. Сланцы черные битуминозные, аргиллиты, прослой известняков глинистых с фораминиферами, брахиоподами; слоистость параллельная. Мощность 80 м.¹⁷

Казанский ярус. Известняки серые глинистые, участками оолитовые, с брахиоподами, криноидеями; встречаются зерна глауконита. Мощность 80 м.

Скважина 7

Турнейский ярус. Сланцы глинистые, песчаники, редкие прослой и линзы известняков с кораллами, брахиоподами, ходами илоедов; слоистость параллельная. Мощность 210 м.

Визейский ярус. Известняки серые с фораминиферами, кораллами, брахиоподами, маломощные прослой каменного угля. Мощность 70 м.

Башкирский ярус. Песчаники пестроцветные, мергели, аргиллиты с прослоями каменной соли, гипса, ангидрита; знаки ряби, трещины высыхания, глиптоморфозы по кристаллам каменной соли. Мощность 100 м.

Касимовский ярус. Песчаники кварцевые мелкозернистые, глины, линзы конгломератов; цвет пород красновато-бурый; симметричные знаки ряби; слоистость волнистая. Мощность 80 м.

Гжельский ярус. Известняки черные битуминозные, мергели, аргиллиты с редкими раковинами гониатитов по плоскостям наслоения. Мощность 90 м.

Казанский ярус. Известняки светло-серые оолитовые с прослоями песчаников,

аргиллитов, линзами конгломератов; брахиоподы, криноидеи; слоистость волнистая. Мощность 80 м.

Скважина 8

Турнейский ярус. Известняки желтовато-серые органогенные с брахиоподами, криноидеями. Мощность 85 м.

Визейский ярус. Песчаники темно-серые, известняки серые массивные с брахиоподами, криноидеями, линзовидные прослои каменного угля. Мощность 80 м.

Московский ярус. Песчаники кварцевые среднезернистые с мелкой галькой; встречаются маломощные прослои серых известняков с мшанками; знаки ряби, трещины высыхания; слоистость косая. Мощность 110 м.

Касимовский ярус. Песчаники красноватые, редкие прослои кавернозных доломитов с линзами и гнездами гипса. Мощность 95 м.

Казанский ярус. Аргиллиты тонкослоистые, песчаники мелкозернистые, известняки пелитоморфные; слоистость параллельная. Мощность 80 м.

Скважина 9

Турнейский ярус. Сланцы темно-серые с прослоями песчаников, кремнистых пород; редкие раковины гониатитов; слоистость параллельная. Мощность 190 м.

Визейский ярус. Ритмично чередующиеся конгломераты, песчаники, сланцы глинистые; содержат прослои кремнистых и карбонатных пород. Мощность 140 м.

Серпуховский ярус. Известняки зеленовато-серые органогенные с многочисленными фораминиферами, кораллами, брахиоподами, члениками криноидей. Мощность 80 м.

Башкирский ярус. Известняки серые массивные с единичными брахиоподами; маломощные прослои каменной соли, гипса. Мощность 70 м.

Московский ярус. Песчаники кварцевые с галькой, растительными остатками. Мощность 55 м.

Казанский ярус. Доломиты серые с прослоями известняков, конкрециями кремня, редкими пеллециподами, гастроподами. Мощность 60 м.

Скважина 10

Турнейский ярус. Песчаники кварцевые с отпечатками растений, следами стегоцефалов, тонкие прослои водорослевых известняков; знаки ряби; косая слоистость. Мощность 65 м.

Московский ярус. Известняки серые пелитоморфные участками окремнелые, доломиты глинистые, мергели; фораминиферы, кораллы, брахиоподы, криноидеи; слоистость параллельная. Мощность 80 м.

Касимовский ярус. Сланцы темно-серые глинистые; стяжения сидерита, редкие кристаллы пирита. Мощность 150 м. Г

жельский ярус. Доломиты пористые с брахиоподами, гнезда, прослои и линзы гипса. Мощность 70 м.

Скважина 11

Турнейский ярус. Известняки массивные с кораллами, брахиоподами, прослои каменного угля с отпечатками наземных растений, фрагментами стволов деревьев. Мощность 95 м.

Визейский ярус. Песчаники известковистые полимиктовые мелкозернистые косослоистые с линзами хорошо окатанной гальки; остракоды, рыбы, остатки растений. Мощность 60 м.

Московский ярус. Известняки серые глинистые, маломощные прослои переполнены раковинами фораминифер, брахиопод, члениками криноидей; встречаются

зерна глауконита; слоистость параллельная. Мощность 80 м.

Касимовский ярус. Сланцы глинистые, песчаники полимиктовые мелкозернистые; включения и кристаллы пирита; слоистость параллельная. Мощность 170 м.

Гжельский ярус. Доломиты светло-серые кавернозные с прослоями и линзами каменной соли, гипса, ангидрита. Мощность 60 м.

Скважина 12

Турнейский ярус. Известняки массивные, прослоями водорослевые, песчаники мелкозернистые, каменный уголь; слоистость слабо волнистая. Мощность 70 м.

Визейский ярус. Известняки светло-серые органогенные с остракодами, брахиоподами, криноидеями; прослойки песчаников грубозернистых, каменного угля с отпечатками растений; слоистость волнистая. Мощность 120 м.

Московский ярус. Известняки серые плитчатые с линзами и прослоями известняков водорослевых; редкие брахиоподы; слоистость параллельная. Мощность 100 м.

Касимовский ярус. Песчаники красновато-бурые кварцевые, аргиллиты, линзы хорошо окатанной гальки. Мощность 65 м.

Гжельский ярус. Известняки светло-серые участками кавернозные с единичными брахиоподами; маломощные прослойки песчаников; слоистость волнистая. Мощность 90 м.

Казанский ярус. Известняки и доломиты; брахиоподы, членики криноидей; зерна глауконита; слоистость параллельная. Мощность 80 м.

Скважина 13

Турнейский ярус. Известняки с кораллами, брахиоподами, глины темно-серые, конкреции кремня; слоистость параллельная. Мощность 115 м.

Визейский ярус. Известняки темно-серые водорослевые с остракодами, единичными брахиоподами; прослойки каменного угля с отпечатками наземных растений, фрагментами стволов деревьев. Мощность 65 м.

Московский ярус. Песчаники красновато-бурые мелкозернистые, линзы конгломератов с галькой глинистых пород и карбонатным цементом, редкие прослойки известняков оолитовых с мшанками; знаки ряби; слоистость косая. Мощность 90 м.

Касимовский ярус. Известняки темно-серые мелкозернистые с брахиоподами, сланцы черные горючие; конкреции сидеритов. Мощность 130 м.

Гжельский ярус. Известняки светло-серые глинистые, доломиты, линзы каменной соли, гипса; в известняках встречаются раковины брахиопод, членики криноидей. Мощность 80 м.

Скважина 14

Турнейский ярус. Известняки светло-серые с многочисленными брахиоподами, глины зеленовато-серые известковистые; прослойки и линзы каменного угля с отпечатками растений. Мощность 95 м.

Визейский ярус. Песчаники красноцветные косослоистые, часто грубозернистые со слабо окатанной галькой карбонатных пород; битая ракушка, растительные остатки. Мощность 90 м.

Московский ярус. Известняки светло-серые с многочисленными конкрециями кремня, фузулинидами, мшанками, брахиоподами. Мощность 85 м.

Касимовский ярус. Песчаники красноцветные, известняки кавернозные с линзами и гнездами гипса. Мощность 60 м.

Казанский ярус. Аргиллиты и мелкозернистые песчаники с прослоями глинистых известняков; редкие брахиоподы; глауконит. Мощность 80 м.

Список литературы

Основная

1. Япаскурт О.В. Литология: Учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 359 с. Электронный ресурс <http://znanium.com/bookread2.php?book=511233>
2. Стерленко З.В., Уманжинова К.В. Литология: Учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ. 2016. – 219 с. Электронный ресурс http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=459271
3. Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ нефтегазоносных бассейнов: учеб. пособие / С.Б.Шишлов; С.-Петербург. гос. горн. ин-т им. Г.В.Плеханова (техн. ун-т). - СПб.: СПГИ, 2010. - 129 с. Печатный экземпляр

Дополнительная

1. Иванов М.А. Литология. Петрография осадочных пород: учеб. пособие / М.А.Иванов, В.И.Алексеев ; С.-Петербург. гос. горн. ин-т им. Г.В.Плеханова (техн. ун-т). - СПб. : СПГИ, 2009. - 88 с. Печатный экземпляр
2. Романовский С.И. Физическая седиментология / С.И. Романовский. - Л.: Недра, 1988. - 240 с. Печатный экземпляр
3. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления / Р.Ч. Селли. - М.: Недра, 1989. - 294 с. Печатный экземпляр
4. Фролов В.Т. Фролов В.Т. Литология: учеб. пособие. Кн. 3. - М.: Изд-во МГУ, 1995. - 352 с. Печатный экземпляр
5. Фролов В.Т. Генетическая типизация морских отложений. М.: Недра, 1984. Печатный экземпляр
6. Шванов В.Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). СПб.: Недра, 1992. – 188 с. libed.ru/knigi-nauka/1231310-1-v.