

**В. П. Алексеев**

**АТЛАС СУБАКВАЛЬНЫХ ФАЦИЙ  
НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ХМАО-ЮГРА)**



**Екатеринбург – 2014**



Министерство образования и науки  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Уральский государственный горный университет»



**ЛУКОЙЛ**  
ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»  
ООО «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени

**В. П. Алексеев**

**АТЛАС СУБАКВАЛЬНЫХ ФАЦИЙ  
НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ХМАО-ЮГРА)**

Научное издание

Екатеринбург – 2014

УДК 551.35 : 551.763.1 (571)  
А47

А47 Алексеев В. П.  
Атлас субаквальных фаций нижнемеловых отложений Западной Сибири (ХМАО-Югра). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. 284 с.

Представленный Атлас четко структурирован, в целях удобства его практического использования. В его первой части охарактеризованы диагностические признаки пород и обоснованы методические приемы их комплексного использования для установления фации, как обстановки осадконакопления, овеществленной в наблюдаемых отложениях. Во второй части приведено подробное описание выделяемых субаквальных фаций. Это во многом является пролонгацией исследований Ю. А. Жемчужникова, Л. Н. Ботвинкиной, П. П. Тимофеева и др., выполненных для терригенных угленосных толщ преимущественно континентального генезиса, на собственно морские (внутриконтинентальные) обстановки, с которыми в мелу Западной Сибири связаны основные нефтяные месторождения. Третья часть содержит собственно иллюстративный материал, собранный при изучении объектов, находящихся на территории работ ОАО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь».

Для литологов; геологов, занимающихся изучением всего спектра горючих ископаемых (нефть, газ, уголь); магистрантов и аспирантов геологических специальностей.

Табл. 23. Фототабл. 26. Рис. 113. Библ. 173 назв.

Рецензенты: доктор геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник  
Палеонтологического института РАН Э. О. Амон  
отдел геологии нефти и газа Регионального агентства  
по недропользованию по УрФО

Печатается по решению Редакционно-издательского совета  
Уральского государственного горного университета.

*В оформлении обложки и заставок к частям Атласа использованы материалы  
фотоальбома «Палеомир»: <http://paleoworld.ucoz.ru/photo>*

УДК 551.35 : 551.763.1 (571)  
© Уральский гос. горный ун-т, 2014  
© Алексеев В. П., 2014

ISBN 978-5-8019-0312-2

## ВВЕДЕНИЕ (вперед, в прошлое)

Большинство научных работ в области наук о Земле базируется на трех основных позициях, к которым относятся: изучаемый объект; предмет исследований и используемая методика (включая средства). Естественно, что как последовательность, так и детальность их характеристики может быть любой и меняться в широком диапазоне, в зависимости от поставленных задач.

В представленной работе ключевое место отведено **предмету** исследований, которым является *фация*. Данное понятие является одним из наиболее используемых и одновременно – основательно «запутанных» и спорных в геологии. К примеру, в период активных попыток «математизации» геологии, относящийся к 1960-1970-м годам, было насчитано более 100 различающихся определений фации [38]. К настоящему времени такой разброс только увеличился. Это привело к тому, что каждый раз необходимо уточнять, что имеется в виду при использовании данного термина. Несмотря на отмеченное, изучение фаций в самых разных аспектах продолжает оставаться актуальным для многих отраслей геологического знания. В полной мере это относится и к нефтегазовой литологии.

Арсенал **средств и методов** изучения осадочных отложений весьма обширен и постоянно пополняется. Можно судить о трех основных векторах совершенствования выполняемых работ. Это точные (прецизионные) исследования; работы «дистанционного» характера и моделирование геологических процессов. В *нефтегазовой литологии* они в основном, соответственно реализуются в детальном изучении петрофизических характеристик или фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС); геофизических работах широкого диапазона (сейсморазведка, геофизические исследования скважин – ГИС), а также геостатистическом моделировании коллекторов вида 3D. Констатируем, что для каждого из перечисленных векторов понятие «фация» является непреходяще значимым (актуальным). Значительно дифференцируясь по отводимой роли, практической значимости и другим параметрам, фациальные исследования являются неотъемлемой частью нефтегазолитологических исследований практически любого масштаба и целеполагания.

Наиболее полную характеристику любых объектов дают систематические изображения их типичных представителей, изначально определяемые как *атласы*. Среди таковых для пород осадочных отложений наиболее известен продолжающий широко использоваться в практике работ Атлас литогенетических типов угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна 1956 г. [19]. Его основной автор Л. Н. Ботвинкина, оценивая более поздний Атлас текстур и структур осадочных горных пород [20], в небольшой статье [30] сформулировала набор основных требований, которым должны удовлетворять атласы как *особый вид научной продукции* (!). Пре-

дельно минимизируя их, можно говорить о необходимости соблюдения максимального удобства для практического использования; четкой систематизации представленного материала; структурной «взвешенности» в изложении сведений; объективности в представлении информации.

Перечисленные условия по возможности учтены при составлении представленного Атласа. **Объектом** исследований являются отложения *нижнемелового возраста* Западно-Сибирского осадочного мегабассейна (ЗСОМБ). В основу Атласа положены материалы, собранные при изучении объектов деятельности ОАО «Лукойл-Западная Сибирь», расположенных на территории *ХМАО-Югры*. По существу, он является первой попыткой трансляции известной методики фациально-циклического анализа, разработанного для угленосных толщ, на неугленосные терригенные отложения исключительно мелководно-морского генезиса. Атлас следует рассматривать как логичное и последовательное продолжение соответствующего издания, посвященного юрским угленосным толщам и во многом базирующегося на материалах по Шаимскому нефтегазоносному району ЗСОМБ [4].

Особо отметим, что при неослабевающем интересе к фациальным исследованиям в нефтегазовой литологии, который, в частности, нашел яркое проявление на двух специальных совещаниях [116, 134], в последние десятилетия наметился существенный тренд в сторону использования актуалистических моделей для реконструкции условий древнего осадконакопления. Он прежде всего присущ многим работам зарубежных седиментологов и активно транслируется во многих работах отечественных авторов. В определенной мере это можно обозначить принципом, выведенным в названии введения. «Вперед» – это означает использование все более и более новых, детальных и изощренных методик изучения современного осадконакопления и древних отложений, наличествующих сегодня. «В прошлое» – соответствует пролонгации получаемых сведений на предыдущие эпохи. Насколько справедлив подобный подход, мы попытаемся осветить в предлагаемой работе.

В работе над сбором материала, который положен в основу Атласа, мы сотрудничали со многими коллегами. С большим сожалением констатируем, что сегодня среди них нет Ю. Н. Федорова и А. И. Лебедева, с которыми были проведены многие незабываемые дни в кернохранилище ООО «Когалым-НИПИнефть». В документации керна принимали участие Г. Р. Хуснуллина и А. В. Прядко. Многие вопросы обсуждались с Э. О. Амоном. Определения ихнофоссилий для настоящего Атласа выполнены П. А. Яном, О. С. Черновой, О. С. Генераленко и Н. С. Носовой. Подготовка Атласа к изданию осуществлена при помощи А. В. Алексева (сканирование образцов) и Т. С. Мызниковой (набор и макетирование текста). Всем этим лицам автор выражает глубокую благодарность.

# Часть I

## ОБЩИЕ ВОПРОСЫ



Материалы, составляющие I-ю часть Атласа, в основном изложены в том порядке, который после «донецкого» Атласа 1956 г. [19] можно считать классическим. Отличающимися их особенностями как от этого издания, так и юрского Атласа [4], являются, во-первых, естественный упор на изучаемый объект исследований, и во-вторых, стремление изложить современные представления об условиях осадконакопления, либо, по меньшей мере, развернуть их в новом ракурсе.

## 1. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

За полувековой период освоения нефтегазовых ресурсов Западной Сибири накоплен уникальный объем геологической информации самого широкого диапазона направленности, детальности и площадной приуроченности. Одновременно с этим, возрастающие и усложняющиеся запросы эксплуатационников постоянно ставят новые задачи как по выявлению новых объектов недропользования, так и переоценке известных, с трудноизвлекаемыми запасами (ТРИЗ). Соотношение ресурсов по геологическим комплексам для территории ХМАО-Югры, обеспечивающей ровно половину добычи нефти России, показано на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Распределение начальных суммарных и невыеявленных извлекаемых ресурсов нефти по нефтегазовым комплексам на территории ХМАО-Югры [92]

Приведенные сведения показывают, что нижнемеловым отложениям ХМАО-Югры принадлежит основная доля нефтяных ресурсов. Помимо этого, они обладают и существенным потенциалом для их роста. Все перечисленное делает актуальным планомерное изучение геологического строения как известных объектов (рассуждая образно, «вглубь» их), так и новых территорий («вширь») [15].

## 1.1. Краткая характеристика геологического строения территории исследований

Общие представления о строении осадочного чехла Западной Сибири, то есть ЗСОМБ, дает рис. 1.2, составленный для наиболее полнопостроенной северной части территории. На нем отчетливо видна специфика строения основной части нижнемеловых отложений, которые принято объединять в неокомский комплекс. Он охватывает четыре нижних яруса нижнего мела (берриасский + валанжинский + готеривский + барремский) и на основной территории ЗСОМБ имеет отчетливое косослоистое залегание (см. рис. 1.2). Начиная с работы А. Л. Наумова 1977 [91], данный комплекс получил название, ставшее нарицательным, – **неокомские клиноформы (НК)**. История их изучения содержится в разноплановой и подробной сводке Ф. Г. Гурари [46].

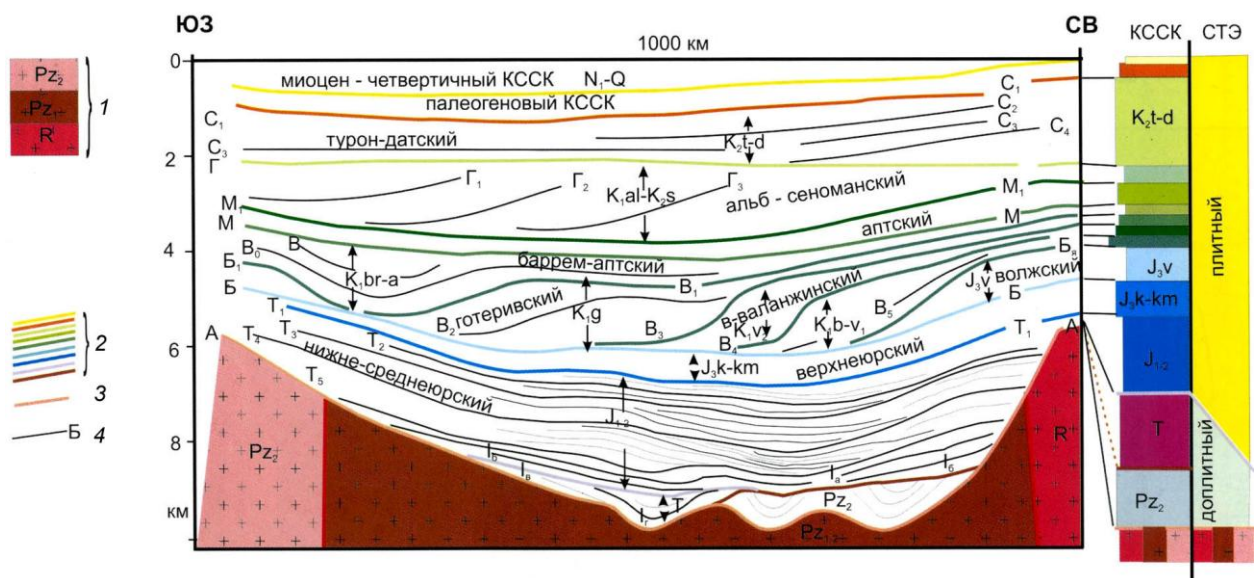


Рис. 1.2. Сеймостратиграфический разрез осадочного чехла Западной Сибири [98; по Н. Я. Кунину с соавторами, 1995, с изменениями]:

1 – консолидированная кора разного возраста; 2 – границы квазисинхронных сеймостратиграфических комплексов (КССК); 3 – поверхность консолидированной коры; 4 – отражающие горизонты и их индексы

Такое косослоистое строение значительного по объему и весьма важно в практическом отношении, а следовательно и основательно изученного геологического объекта, привело к существенным противоречиям в его оценке. Ю. Н. Карогодиным оно образно названо «кризисом бассейновой стратиграфии» [58]. Не вдаваясь в разбор ситуации, приведем характеристику стратиграфического расчленения нижнемеловых отложений ЗСОМБ с разных позиций.



- На рис. 1.3 приведена сводная колонка, отражающая видение строения толщи с традиционных, общегеологических позиций. Она соотнесена с основными глубинами залегания и сопровождается показом как сейсмических отражающих горизонтов (ОГ), так и основных коллекторов. Несложно заметить весьма простую стратификацию тонкозернистых, глинисто-алевритовых пород альбского (ханты-мансийская свита) и нижней части аптского (алымская/кошайская свиты) ярусов. Они замещаются к северо-востоку алеврито-песчаными отложениями покурской свиты, имеющей значительную толщину.

- При всей сложности строения собственно неокомского комплекса, обилие сведений по геологической характеристике, вызванное огромной практической значимостью, позволило к настоящему времени считать его едва ли не эталонно изученным. Это хорошо иллюстрирует рис. 1.4, составленный на основе детального картирования полутора десятков клиноформ, каждая из которых освещена тысячами и десятками тысяч наблюдений (сейсмические профили, скважины разного назначения). В настоящее время в строении НК уверенно выделяется три части: верхняя неосложненная; основная осложненная (собственно клиноформная, или правильнее – клинотемная) и нижняя ачимовская, которая характеризуется наименьшей изученностью. Последнее в немалой степени объясняется весьма сложным взаимоотношением данной сложнопостроенной части НК с нижележащими, в основном легко распознаваемыми s. 1. высокоуглеродистыми породами баженовского горизонта.

- Наконец, определенный синтез основных представлений о строении нижнемеловых отложений, предлагаемый в работах ряда исследователей, показан на рис. 1.5. Он представляет собой временную развертку хорошо изученных отложений и в значительной степени может служить эталоном для реконструкции таких сложнопостроенных толщ. Как видно из приведенных данных, основные сложности в увязке разрезов связаны с проблематикой в соотношении ачимовской толщи с подстилающими ее отложениями баженовского горизонта. Последний «скользит» по стратиграфическому разрезу, в полном соответствии с законом Н. А. Головкинского [44], что по образному выражению С. И. Романовского, «является неприятным открытием для стратиграфов».

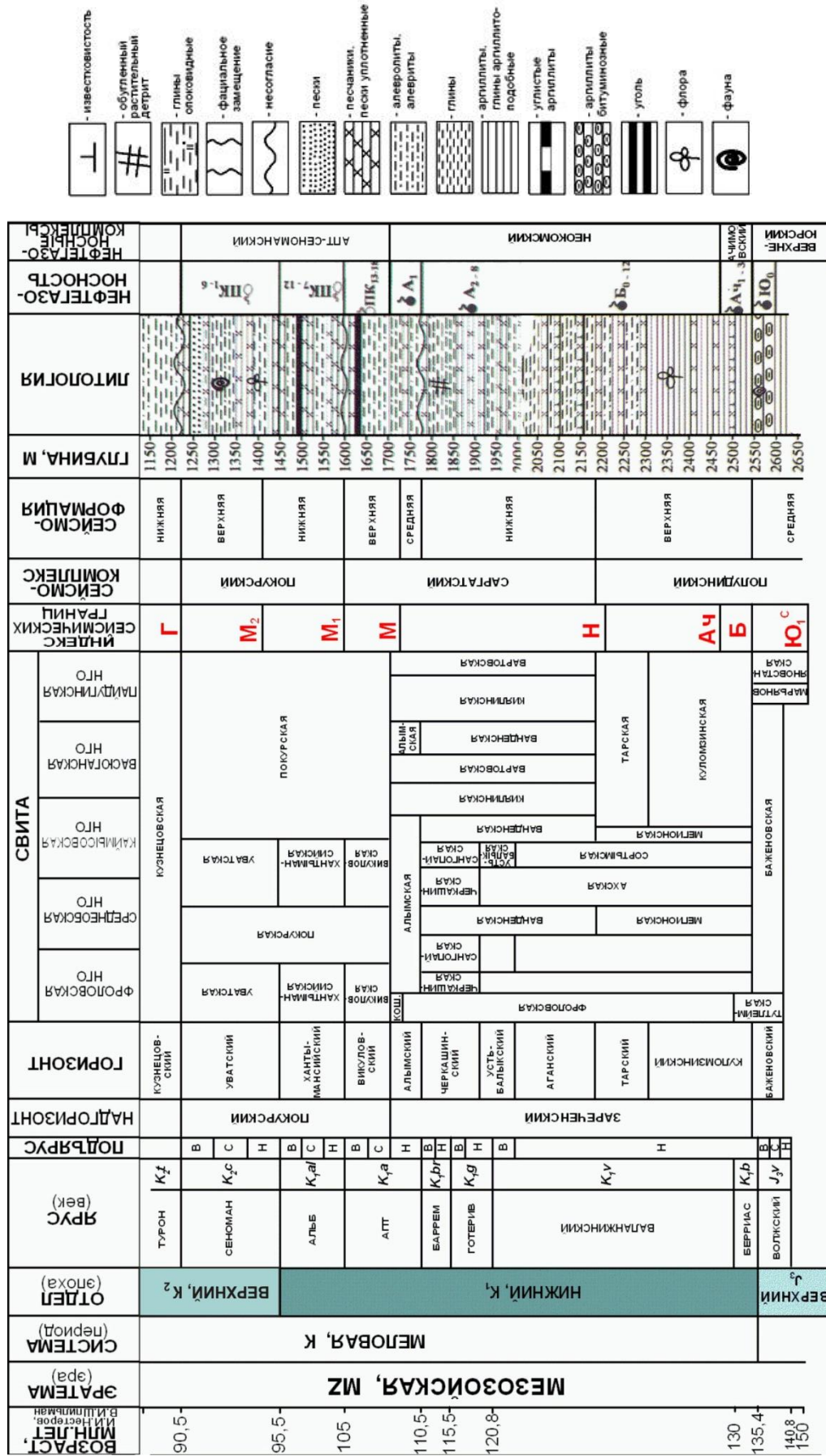


Рис. 1.3. Фрагмент формационно-стратиграфического разреза Ханты-Мансийского и Томского Приобья [43]

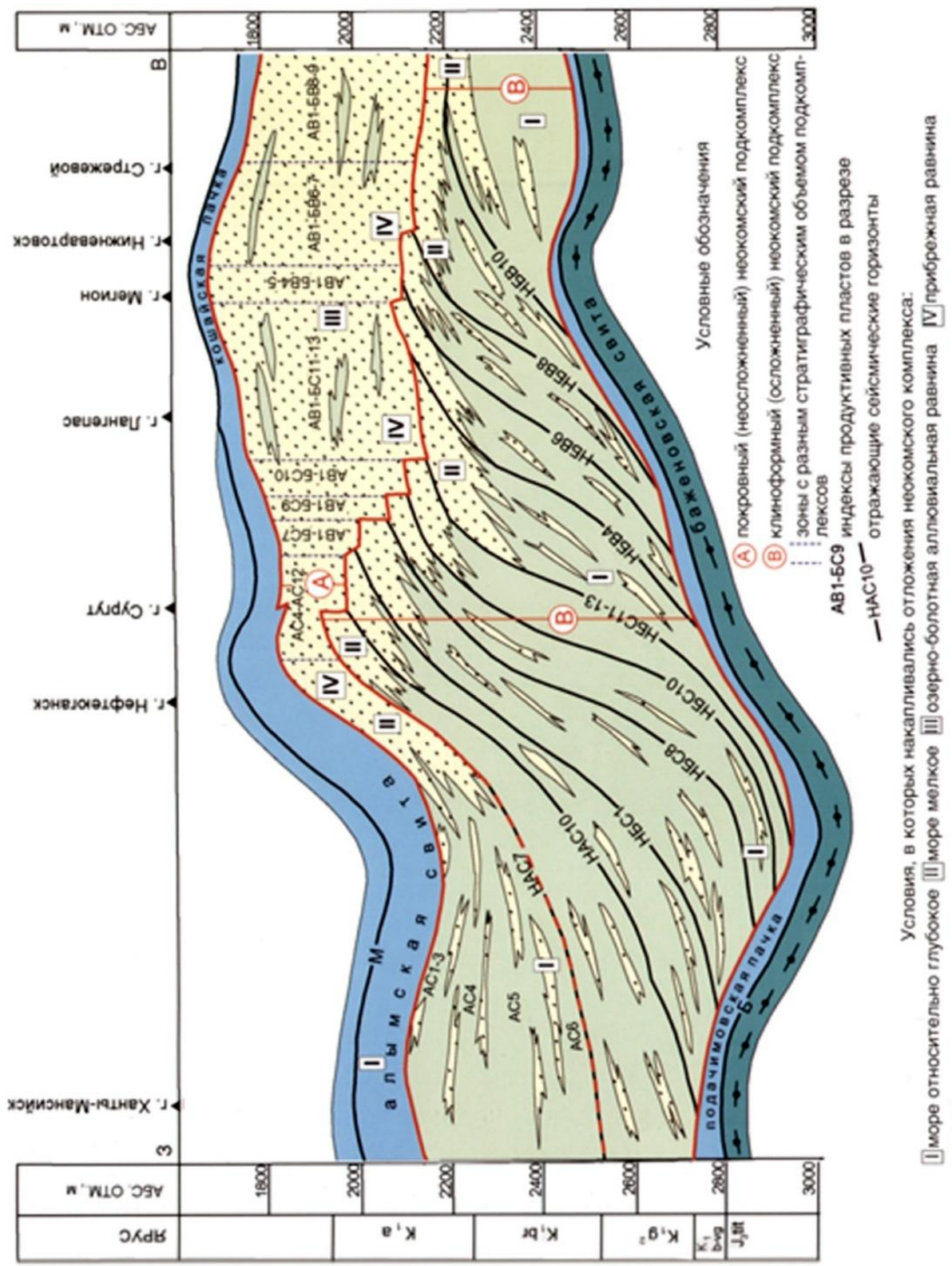


Рис. 1.4. Схематичный геологический разрез неокомского нефтегазоносного комплекса [14]

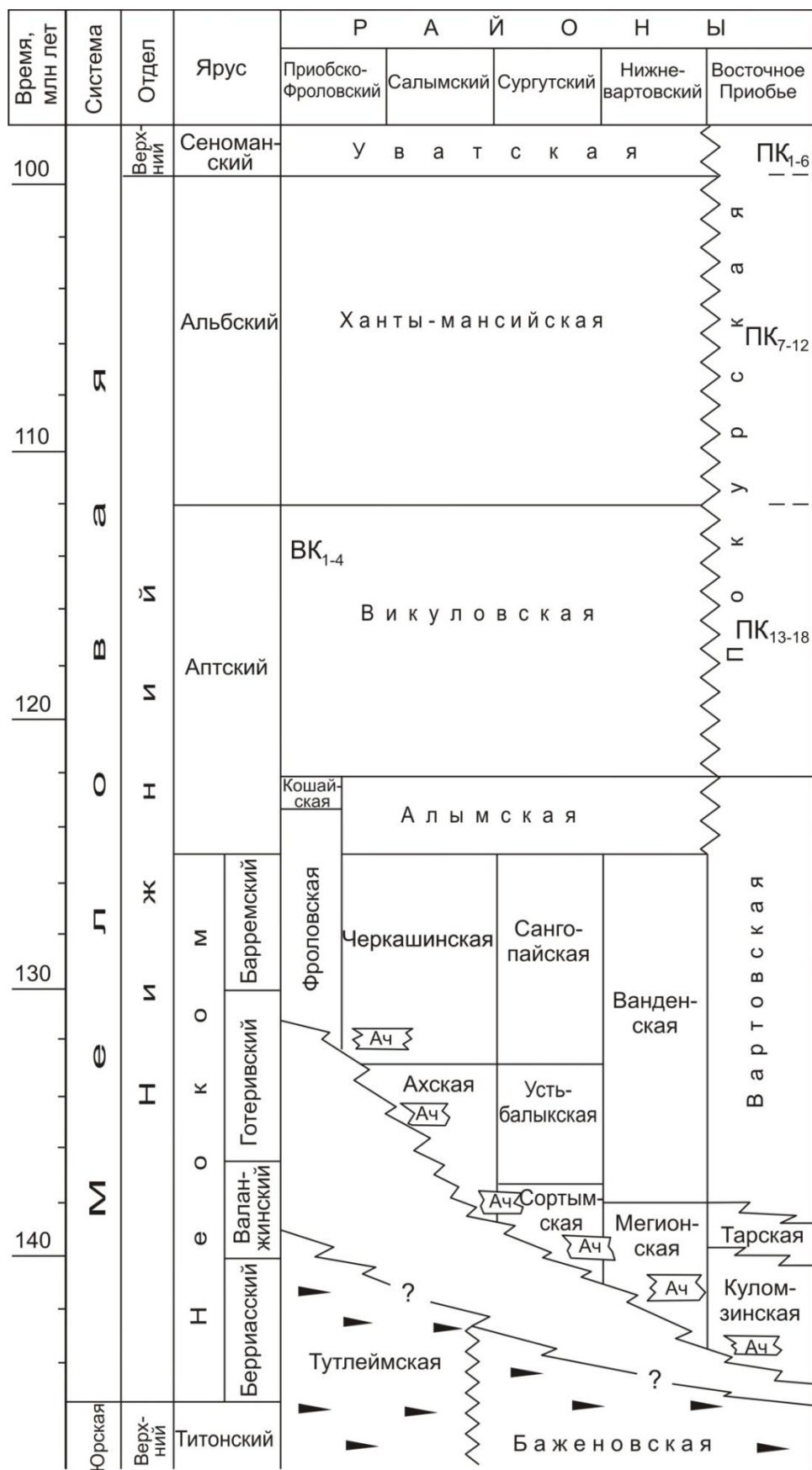


Рис. 1.5. Фрагмент региональной стратиграфической схемы Широтного Приобья, составленный с учетом клиноформного строения разреза ([95], с дополнениями)

## 1.2. Исследованные объекты

На территории ХМАО-Югры работает довольно много недропользователей. Площади деятельности основных из них показаны на рис. 1.6. Здесь же указаны и основные объекты, на которых проводились исследования. Их характеристика дана в табл. 1.1.

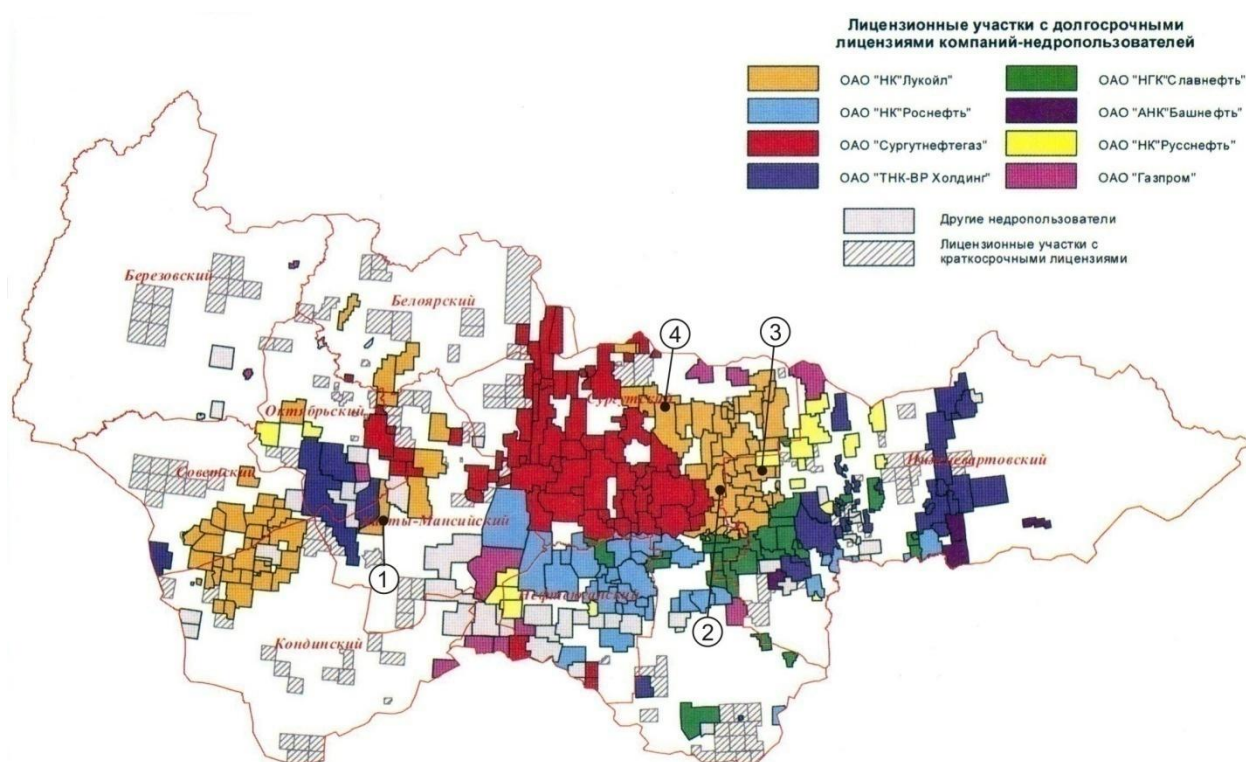


Рис. 1.6. Схема расположения лицензионных участков на территории ХМАО-Югры [92]

Цифрами в кружках показаны объекты с детальным изучением конкретных горизонтов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

### Характеристика основных объектов исследования

Номер на схеме (см. рис. 1.6)	Месторождение, участок	Интервал (коллектор)	Дополнительная информация
1	Каменное	ВК <sub>1-4</sub>	По результатам работ опубликована монография [122]
2	Кечимовское	АВ <sub>1-3</sub>	Сведения частично опубликованы в статье [12] и монографии [126]
3	Северо-Покачевское	БВ <sub>6</sub> , БВ <sub>8</sub>	—
4	Тевлинско-Русскинское	БС <sub>10</sub>	—

Как видно, исследования проводились исключительно на объектах, принадлежащих ОАО «НК-Лукойл». Кроме показанных на рис. 1.6, небольшие наблюдения выполнены по другим интервалам и на других участках. Существенный интерес для общего понимания генезиса меловых отложений представили исследования по объектам, расположенным в ЯНАО, частично опубликованные в статьях [135, 136].

В общей сложности задокументирован керн более чем 100 скважин, с общим охватом примерно 3,5 тыс. метров. Наиболее распространены длины интервалов с отбором керна, составляющие от 10 до 30 м, что определялось глубинами одного или двух рейсов или «уходок». Из общего числа изученных пластопересечений хорошим качеством керна характеризовалось около 40 % (вынос 90 % и более; слабонарушенное состояние).

При изучении всех перечисленных объектов, вплоть до 2011 г., нами использовалась схема, разработанная для юрских континентальных (угленосных) отложений, представленная во многих работах, в том числе в Атласе фаций [4]. Сразу отметим, что до определенного времени и для прибрежных отложений переходного облика она показала достаточную состоятельность и работоспособность, что особо подчеркнуто в работе [122]. Одновременно с этим, изучение собственно морских отложений, особенно интервала коллектора БС<sub>10</sub> на Тевлинско-Русскинском месторождении (см. рис. 1.6; табл. 1.1) показало необходимость и предоставило возможность совершенствования схемы фациального расчленения отложений. Собственно именно об этом мы и говорили ранее. Так, описание фаций в Атласе [4] было завершено следующим образом: «... будет не только интересным, но и актуальным продолжить их (литолого-фациальные исследования. – В. А.) на материале морского шельфа, что потребует существенного расширения ареала фациального расчленения именно удаленных от берега и более глубоководных обстановок» (с. 100).

## 2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ

Сведения по характеристике осадочных пород, являющихся главным источником большинства полезных ископаемых, изложены в огромном количестве работ, имеющих как общенаучную и (или) методологическую направленность, так и преимущественно практический и (или) конкретный характер. Основные издания как отечественных, так и зарубежных авторов (в русском переводе) приведены в списке литературы: это работы [69, 70, 75, 81, 84, 99, 103, 104, 109, 114, 115, 118, 123, 124, 129, 138, 150, 156]. Следует остановиться на двух аспектах. Во-первых, к настоящему времени многие основные понятия, используемые в седиментологии, достаточно разработаны и пользуются широким ареалом представлений. Некоторые из них, имеющие базовый статус (к примеру, диаграмма Дж. Вишера для характеристики распределения терригенных частиц; типы градационной слоистости, по Ф. Кюнену и т. п.), приводятся практически в любом руководстве по изучению осадочных пород, приобретая по сути уже нарицательную сущность. Однако, во-вторых, одновременно с этим за рядом представлений укрепилась и различная их интерпретация. Это относится (опять же, к примеру) даже к такому основополагающему параметру, характеризующему терригенные породы, как размерность слагающих их частиц. Так, в России при разделении песчаных и алевритовых разностей используются целых **три** варианта границы: 0,1; 0,063 и 0,05 мм. К этому же второму соображению относится и следующее замечание, хорошо сформулированное в нечасто цитируемой работе А. В. Македонова [77]. Оно сводится к тому, что типы пород в той или иной гранулометрической классификации (песчаники, алевролиты и др.) следует и называть гранулометрическими. Литологическими же являются те, и только те типы, которые характеризуются **комплексом** признаков.

### 2.1. Выделение слоев и последовательность их описания

Единственным достоверным источником информации при изучении погребенных под перекрывающими толщами или *подповерхностных* (англ. subsurface) отложений является **кern** скважин, назначение которых (поисковое, разведочное и т. п.) не имеет принципиальной значимости. Естественно, что достоверность получаемых сведений во многом определяется «техническим» состоянием кернавого материала. В «идеале» он должен иметь максимальный диаметр, 100 %-й выход и быть распиленным вдоль своей оси, вкрест наложения пород. В этом случае первая и весьма значимая процедура описания, заключающаяся в выделении слоев, как правило, не вызывает особых затруднений и лишь отчасти контролируется заранее заданной точностью документации. В принципиальном, модельном виде подход к выделению слоев показан на рис. 2.1. При этом под *слоем* в осадочной геологии традиционно понимается *геологическое тело, сложенное однородным материалом, отличающимся от смежных слоев, и ограниченное более или менее плоскими, квазипараллельными граничными поверхностями*.

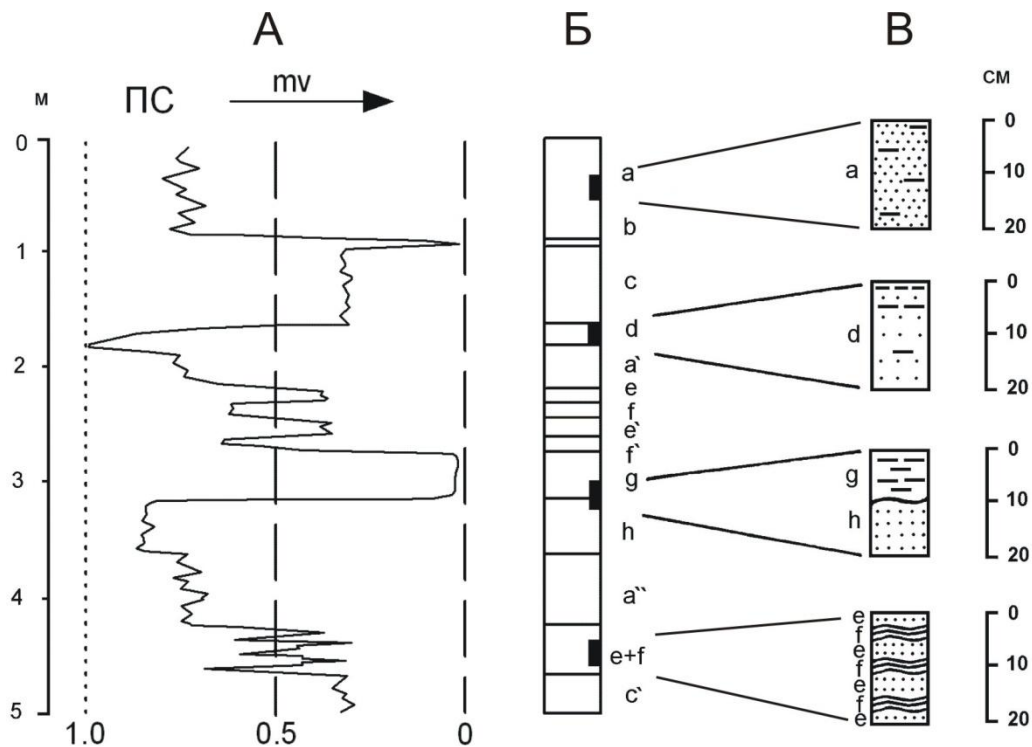


Рис. 2.1. Принципиальная схема выделения слоев:

А – кривая метода потенциалов собственной поляризации (ПС): точками обозначена линия «чистых песков»; штрихами справа – линия «чистых глин»; 0-1,0 – интенсивность аномалий в условных единицах;

Б – выделяемые слои (a, b, ..., h); при этом знаки ', '' показывают, что данные слои тождественны предыдущим, имеющим то же буквенное обозначение; зачернены интервалы, соответствующие образцам на колонке В;

В – образцы (сверху вниз): из однородного слоя a; слоя с направленно изменяющимися признаками d; контакта слоев g и h; тонкого чередования слоев (слояков, серий слояков) e и f

Как видно из данного определения, процедура выделения слоев нередко довольно условна и зависит от целого комплекса факторов. Так, при достаточно частом чередовании хорошо различимых разностей пород, в качестве самостоятельных слоев рекомендуется выделять те из них, которые имеют мощность 0,2 – 0,4 м (слои e, f на колонке Б: см. рис. 2.1). Но в любом случае особого выделения требуют резко отличающиеся, контрастные по какому-либо параметру слои (например, угли) независимо от их мощности (слой b на колонке Б: см. рис. 2.1). Даже при весьма «монотонном» характере разреза, как правило, все же не следует выделять слои мощностью более 3-5 м: их более тщательное рассмотрение, скорее всего, покажет наличие внутренней неоднородности по какому-либо из признаков, что определит необходимость выделения слоев меньшей мощности.

Особым случаем является весьма часто наблюдаемое *переслаивание* (бимодальное сочетание) двух достаточно контрастных и хорошо различаемых по отдельности разновидностей пород (третий компонент встречается редко, и даже при его наличии обычно может быть подвключен в его состав одной из двух разностей). Для проиллюстрированного варианта в колонке Б



(см. рис. 2.1) он решается выделением самостоятельных слоев  $e, f, e', f'$ , либо объединением в слой с переслаиванием элементов  $e + f$ . Если такая бимодальность присуща самой породе (как это и следует из изображения нижнего образца в колонке В на рис. 2.1), то уже само это сочетание определяет весьма характерный признак *слоя*. Л. Н. Ботвинкиной данный особый тип породы, наиболее ярким примером которого являются ленточные глины, предложено называть *ритмитом* [33]. Нередко такие породы называют ламинитами (лат. *lamina* – пластинка, полоска) [151].

А. В. Македоновым [77] признаки, характеризующие литологические типы пород как геологические тела, предложено разделять на *конститутивные*, характеризующие данное тело как единое целое: вещественный состав и структура, строение и текстура, морфология пласта и характер контактов, и *индикативные* (дополнительные): ориктоценозы, конкреции и иные аутигенные образования.

Опираясь на эти представления, апробированные при изучении многих терригенных толщ и полностью применимые для Западно-Сибирского осадочного бассейна, перечень признаков, подлежащих неперемому и обязательному установлению при описании выделенных слоев, выглядит следующим образом [1, 4, 19]:

1. Гранулометрический состав.
2. Соотношение различных фракций (сортированность).
3. Текстура (с подробным описанием слоистости), включая характеристику гидродинамики среды осадконакопления.
4. Органические остатки (количество, степень сохранности); ихнофоссилии.
5. Контакты и переходы.

Среди прочих признаков обязательно указывается вскипаемость с соляной кислотой, наличие и состав конкреций; по возможности – иные, дополнительные характеристики (например, сингенетичная или эпигенетическая трещиноватость). Особо подчеркнем, что если детальность определения того или иного признака зависит от целого комплекса факторов и может варьировать от простой констатации факта до его тщательного анализа, то *последовательность* их характеристики должна выдерживаться *неукоснительно*.

## 2.2. Гранулометрический состав пород

Терригенные породы являются продуктом первичного разрушения исходных образований посредством физического и (или) химического выветривания. При транспортировке материала, преимущественно под воздействием силы тяжести и в водной среде, происходит его дифференциация механического характера. Результатом сложного процесса, который часто не поддается расшифровке ввиду отсутствия признаков промежуточных этапов, являются непосредственно наблюдаемые или закрепленные в геологической летописи осадочные горные породы. Нередко время, которое понадобилось

для их формирования, составляет лишь первые проценты от общей длительности соответствующего интервала геологической хронологии.

Размерность частиц, слагающих породу, и соотношение выделенных фракций – ведущие параметры, характеризующие терригенные отложения. В значительной степени это определяется и подкрепляется возможностью *количественно* охарактеризовать данные признаки – физическими методами, микроскопическим изучением, снятием параметров с электрокаротажных кривых и др. Тем самым они наиболее воспроизводимы и объективны среди комплекса признаков, характеризующих терригенные горные породы.

В настоящее время, как и в прошлом столетии, наиболее популярными остаются три шкалы: метрическая или десятичная, Ф-шкала Крамбейна и  $\gamma$ -шкала Батурина, преимущества и недостатки которых наиболее скрупулезно описаны в работе С. И. Романовского [112]. В частности, в ней отмечено, что хотя метрическая шкала физически более наглядна, но этим ее преимущества исчерпываются. В остальном же она очень неудобна, прежде всего по неравномерному шагу. К примеру, известные границы 0,25; 0,1; 0,05; 0,1 относятся друг к другу как 2,5 : 2 : 5, и введение других значений принципиально не меняет сущности проблемы. Размерная шкала В. П. Батурина с шагом  $(10)^{1/10}$  в своей сути также механистична (0,04; 0,05; 0,063; 0,08; 0,1; 0,125; 0,16; 0,20; 0,25; 0,315; 0,40; 0,50; 0,63; 0,80; 1,0; 1,25; 1,60; 2,0 мм), но ее дробный характер во многом снимает данный недостаток. В целом же, вне всяких сомнений, наиболее удачной представляется Ф (фи) шкала с размерностью, определяемой по соотношению  $\Phi = -\log_2 (x/x_0)$ , где  $x_0 = 1$  мм. Особенно удобно, что результаты гранулометрических анализов можно выражать и в долях  $\Phi$ : 0,5 $\Phi$  и 0,25 $\Phi$ , что обеспечивает высокую детальность результатов при возникновении такой необходимости. Сопоставление всех шкал приведено в табл. 2.1.

Рассуждения о шкалах неизбежно приводят к фатальному вопросу, особенно важному для геологов-нефтяников: где проводить границу между песчаником (потенциальным коллектором) и породами, сложенными более тонкоразмерными частицами (соответственно, потенциальными покрывками)? Принципиальный ответ на этот вопрос получен достаточно давно. Он изложен как в уже упомянутой работе С. И. Романовского [112], так и еще более ранней сводке безусловного авторитета в деле изучения песчаников В. Н. Шванова [150]. Приведем две цитаты из этих работ, с нашей точки зрения, содержащие полный и исчерпывающий ответ на вопрос, поставленный выше.

1. «... в интервале размеров от 0,08 – до 0,03 мм или в среднем 0,05 мм определено устанавливается естественный предел, который и может быть принят в качестве границы между частицами, слагающими песчаные и алевритовые породы. Последние, как следует из сказанного выше, вообще мало распространены, редко образуют пространственно обособленные накопления, а частицы алевритовой размерности ассоциируют с глинистыми породами, что ставит в целом под сомнение необходимость и правомерность выделения алевритовых пород в качестве самостоятельного типа» [150, с. 14].

Таблица 2.1

## Сопоставление разных шкал размерностей частиц и выделяемых типов пород

Породы по «десятичной» шкале		Шкала Батурина $\gamma = -10 \log_{10} \frac{d}{d_0}$		Ф-шкала: $\varphi = -\log_2 \frac{d}{d_0}$						
«простой»	с уточнением	мм	$\gamma$	мм	$\Phi$	$\frac{1}{4} \Phi$	Породы			
Гравий (гравелит)		2,000	-3	16	4	-4	Галька (конгломерат)			
				4		-2				
				3,36		-1,75				
				2,83		-1,5				
				2,38		-1,25				
				2,00		-1,0				
				1,600		-2		1,68	Грубозернистый песок (песчаник)	
				1,250		-1				1,41
				1,000		0				1,19
				крупно-зернистый		грубо-зернистый		0,800	1	1,00
0,630	2	0,25								
0,500	3	0,5								
0,400	4	0,75								
средне-зернистый	крупно-зернистый	0,315	5	0,50	1/2	1,0	Крупнозернистый песок (песчаник)			
				0,250		6		0,25		
				0,200		7		0,25		
средне-зернистый	средне-зернистый	0,160	8	0,42	1/4	1,25	Среднезернистый песок (песчаник)			
				0,35		1,5				
				0,30		1,75				
мелко-зернистый	мелко-зернистый	0,125	9	0,25	1/8	2,0	Мелкозернистый песок (песчаник)			
				0,100		10		2,25		
				0,080		11		2,5		
крупно-зернистый	тонко-зернистый	0,063	12	0,177	1/16	2,75	Тонкозернистый песок (песчаник)			
				0,149		3,0				
				0,125		3,25				
крупно-зернистый	Алевриты (алевролиты)	0,050	13	0,105	1/32	3,5	Крупнозернистый алеврит (алевролит)			
				0,088		3,75				
				0,074		4,0				
				0,0625		4,25				
				0,053		4,5				
				0,044		4,75				
				0,037		5,0				
мелко-зернистый		0,031	15	0,044	1/64	6,0	Среднезернистый алеврит (алевролит)			
				0,031		6,0				
				0,025		16	0,0156	1/128	7,0	Мелкозернистый алеврит (алевролит)
				0,020		17				
				0,016		18				
Глина (аргиллит)		0,010	20	0,031	1/256	8,0	Тонкозернистый алеврит (алевролит)			
				0,012		19				
				0,010		20				
Глина (аргиллит)		0,0008	21	0,0078	1/256	8,0	Глина (аргиллит)			
				0,0039		9,0				
				0,00200		10,0				
				0,00098		11,0				
				0,00049		12,0				
				0,00024		13,0				
0,00012	14,0									
		0,00006								

2. «... при интерпретации дефицита на нижнем рубеже песчаных частиц (0,05-0,063 мм) можно с определенной долей уверенности говорить о его связи с первичными кристаллофизическими особенностями вещества материнских пород ...» [112, с. 126].

Подытоживая, установим, что из трех возможных границ раздела пород на песок (песчаник) / алеврит (алевролит): 0,1, 0,063 и 0,05 мм (см. преамбулу к главе) – полностью отпадает первая, и из двух мало различающихся оставшихся выбирается первая (0,063), «включенная» в состав «естественной» шкалы Ф (см. табл. 2.1).

При описании керна необходимо помнить, что уже в связи со специфической зрительного восприятия, размерность частиц всегда завышается. Это наглядно показано еще М. С. Швецовым на соответствующих трафаретах (рис. 2.2). Хорошо видно, что на правых кружках (к примеру) процент содержания черного компонента сверху хочется отнести к 10 %, а внизу – к явному преобладанию, то есть намного более 50 %.

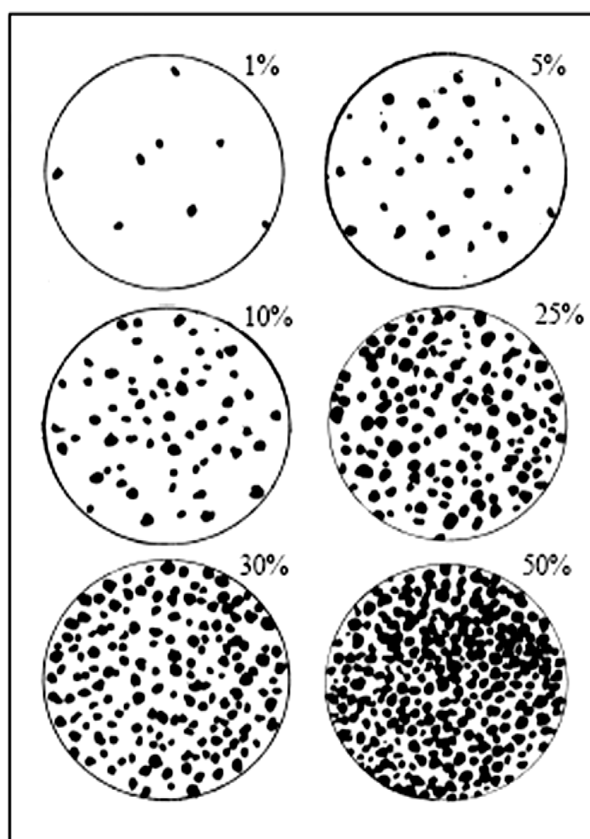


Рис. 2.2. Трафареты М. С. Швецова для определения процентного содержания составных частей пород

Как правило, более тонкоразмерным породам, нежели песчаники, уделяется существенно меньшее внимание. Приведем иллюстрирующую это цитату: «Алевритовые породы являются продуктами свала, «хвостами», получаемыми в ходе осадочной дифференциации обломочного материала в разных физико-географических средах, и как таковые представляют наименьший интерес для исследования» [150, с. 45].

Не вдаваясь в обсуждение этого, весьма спорного, но имеющего место тезиса, определим, что к *алевролитам* относятся породы, содержащие более 50 % частиц следующего размера:

- в «десятичной» шкале – 0,1-0,01 мм;
- в уточненной десятичной шкале [150] – 0,05-0,005 мм;
- в шкале Ф – 0,0623 (1/16) – 0,0039 (1/256) мм или 5-8 Ф.

Не принимая во внимание первую, сугубо «механистическую» шкалу, отметим, что во второй алевритовые разности обычно подразделяют на крупнозернистые (0,05-0,25), среднезернистые (0,025-0,01) и мелкозернистые (0,01-0,005 мм) алевролиты. Вновь, как и для песчаников, отметим неравновесность в соотношении этих интервалов (2 : 2,5 : 2).

В целом классификационные границы 0,0625/0,05 и 0,0039/0,005 весьма близки между собой и визуально это различие почти не улавливается, особенно на нижнем пороге. Последний имеет седиментационную природу, фиксируя некоторый конечный продукт механической дифференциации. За ним следует существенное изменение основных физико-химических характеристик, что прежде всего связано с преобладанием собственно пелитовых (глинистых) частиц.

На рис. 2.3 приведена классификация тонкоразмерных пород, в соответствии со шкалой Ф.

Линейный размер частиц S, мм		Шкала "фи" -log <sub>2</sub> S	Породы	Способ переноса частиц	Соотношение фракций		
					Одномодальное 50 %	Полимодальное 50 %	
0,05	1/16	0,0625	4 * φ*	Пески (песчаники)	Сальтация		
	1/32	0,0312	5 * φ*				
0,01	1/64	0,0156	6 * φ*	Алевриты (алевролиты)	Во взвешенном состоянии		
	1/128	0,0078	7 * φ*				Крупнозернистые
	1/256	0,0039	8 * φ*				Среднезернистые
			Мелкозернистые				
0,005				Тонкозернистые	Осаждение частиц коагуляцией		
				Глины (аргиллиты)			

Рис. 2.3. Классификация тонкоразмерных терригенных пород:  
 1 – алевролиты (silt) (мелко- и крупнозернистые); 2 – алевроаргиллиты (silt-rich mudstone)

Сделаем несколько пояснений к приведенным сведениям.

- В принципе следовало бы говорить о крупно-, мелко- и т. п. **алевроитовых** типах пород, поскольку термин «зернистость» должен относиться только к песчаникам. Однако для упрощения мы часто используем глубокоукоренившееся определение «-зернистый» (алевролит).

- На практике при визуальном описании почти невозможно выделить не только четыре типа алевролитов, что показаны на рис. 2.3, но и те три, о которых речь шла выше (крупно-, средне- и мелко). Поэтому обычно устанавливаются крупнозернистый (5Ф) и мелкозернистый, объединяющий три более тонкоразмерных (6-8Ф).

- Весьма часто породы представлены не одной какой-то преобладающей фракцией (одномодальное распределение), а различными фракциями в разных пропорциях (полимодальное распределение). Наиболее характерно сочетание мелко-, средне- и крупнозернистых фракций (перенос крупной взвеси), а также тонко(мелко)алевроитовой и глинистой фракций (сочетание переноса мелкой взвеси с коагуляцией частиц). В последнем варианте, при использовании десятичной шкалы, эти породы обычно относят к аргиллитам (при размерности частиц менее 0,01 мм); в том числе это принято и в практике нефтепоисковых и нефтеразведочных работ и в Западной Сибири. Однако правильнее называть такие породы алевроаргиллитами.

- Собственно аргиллиты (< 0,004 мм) имеют, как правило, раковистый или оскольчатый излом, при притирании которого пальцем поверхность становится шелковистой. В отличие от аргиллитов поверхность излома алевроаргиллитов при притирании пальцем остается шероховатой.

Важной характеристикой породы являются **включения**, которые в изученных отложениях представлены исключительно переотложенными обломками более тонкозернистых пород. Практически всегда это более темноокрашенные обломки алевролитов и аргиллитов в более светлой песчаной основе или **матриксе** (matrix). Их можно называть как интракластами (intraclasts), так и литокластами (lithoclasts), причем последнее определение лучше подчеркивает природу формирования таких включений. На рис. 2.4 приведена обычно используемая пятибалльная шкала для определения окатанности обломков. Следует учитывать разночтения в «оцифровке»: в шкале А. В. Хабачова применяются цифры от 0 до 4, а в шкале Ф. Петтиджона – от 1 до 5.

Наиболее полную информацию дает определение окатанности и сферичности обломков, в соответствии с известным трафаретом, представленным на рис. 2.5.

Особым случаем является обилие обломков в относительно равномерном зернистом матриксе. Даже при их превалировании, такую породу категорически нельзя относить к конгломератам, идентифицируя ее как пуддинговый песчаник [6].

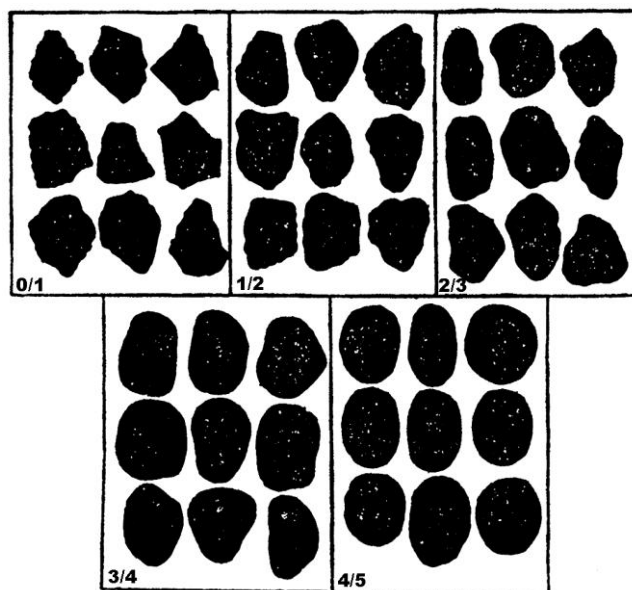


Рис. 2.4. Шкала для определения окатанности обломков: в числителе – баллы по А. В. Хабакову; в знаменателе – по Ф. Петтиджону

0/1 – неокатанные, остроугольные; 1/2 – слегка окатанные, со сглаженными углами и ребрами; 2/3 – полуокатанные, со сглаженными ребрами, в которых сохраняются прямолинейные отрезки; 3/4 – окатанные, сохранившие только следы первоначальной огранки; 4/5 – хорошо окатанные

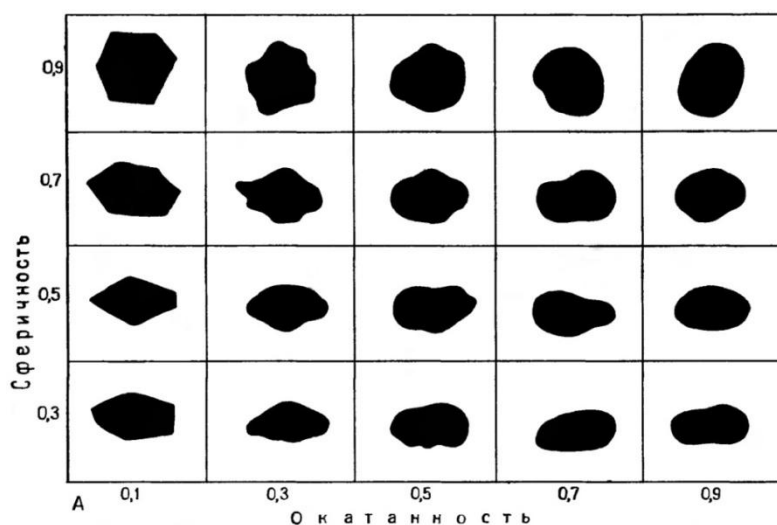


Рис. 2.5. Эталоны по У. Крамбейну и Л. Слоссу (Krambein, Sloss, 1951) с разделением на четыре класса сферичности (вертикальные колонки) и на пять классов окатанности (горизонтальные ряды); приведены количественные показатели сферичности и степени окатанности

При описании керна удобно пользоваться палеткой, вариант которой приведен на рис. 2.6. Прикладыванием ее правого края к керну, легко определить размерность преобладающих частиц, что проиллюстрировано на рис. 2.7.

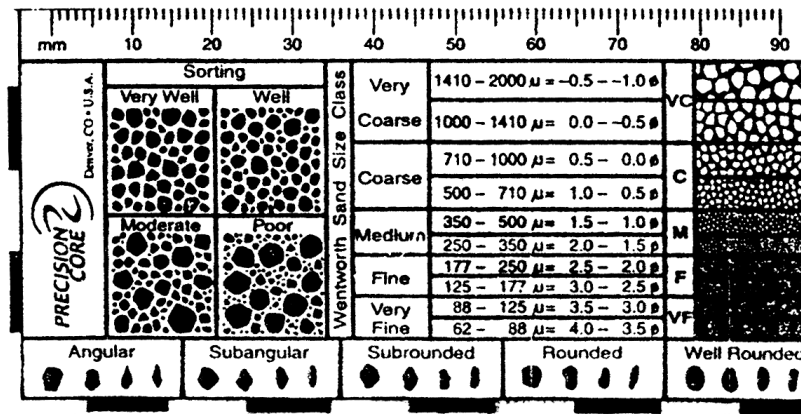


Рис. 2.6. Палетка (трафарет) для изучения осадочных пород

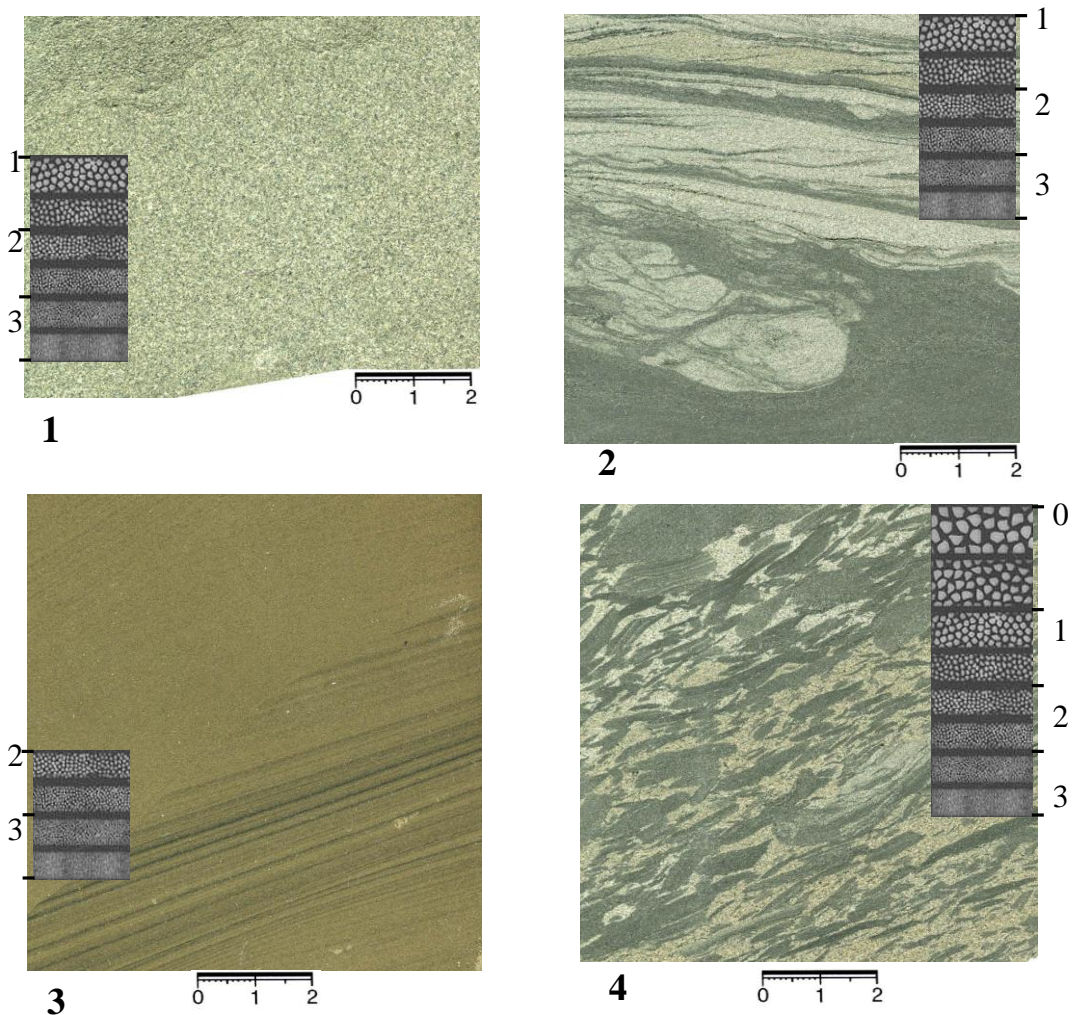


Рис. 2.7. Гранулометрический состав отложений викуловской свиты на примере образцов из скв. 93123/931:

- 1 – песчаник мелко-среднезернистый среднесортированный ( $\Phi \approx 2$ );
- 2 – вверху песчаник тонко(мелко)зернистый средне(хорошо)сортированный ( $\Phi \approx 3$ ); внизу – мелкозернистый алевролит ( $\Phi \approx 6-7$ );
- 3 – песчаник тонкозернистый хорошо сортированный, вверху  $\Phi \approx 3,5$ , внизу  $\Phi = 4$  (грань с алевролитом);
- 4 – «пудинговый» песчаник: в матрице преимущественно мелкозернистой размерности ( $\Phi \approx 2,5$ ) достаточно хорошей сортированности, значительное количество (~25 %) равномерно распределенных уплощенных остроугольных литокластов алевролитов сильно варьирующей размерности (от долей миллиметра до  $2-5 \times 10-20$  мм и более)



### 2.3. Соотношение фракций (сортированность)

Поскольку в изучаемых породах всегда присутствуют частицы разных фракций, важным признаком является оценка их соотношения, визуально определяемая как степень сортированности породы (для глинистых и мелкоалевритовых пород лучше говорить об их *отмученности* и характере *садки*). Примеры трафаретов для оценки сортированности породы приведены на палетке (см. рис. 2.6), а также на рис. 2.8.

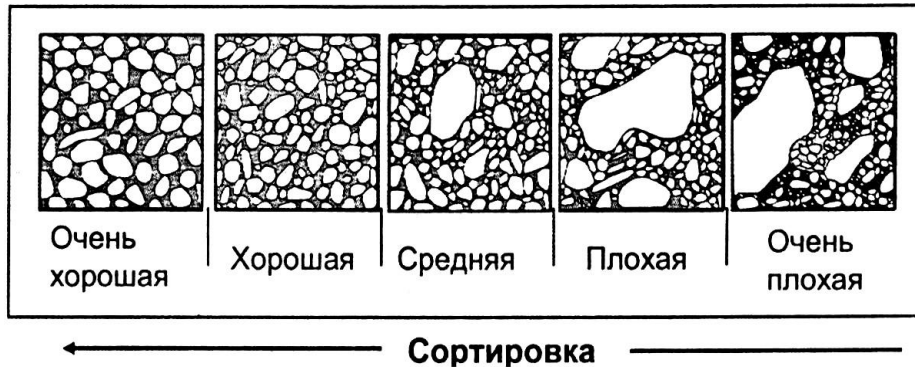


Рис. 2.8. Эталон для визуального определения отсортированности отложений

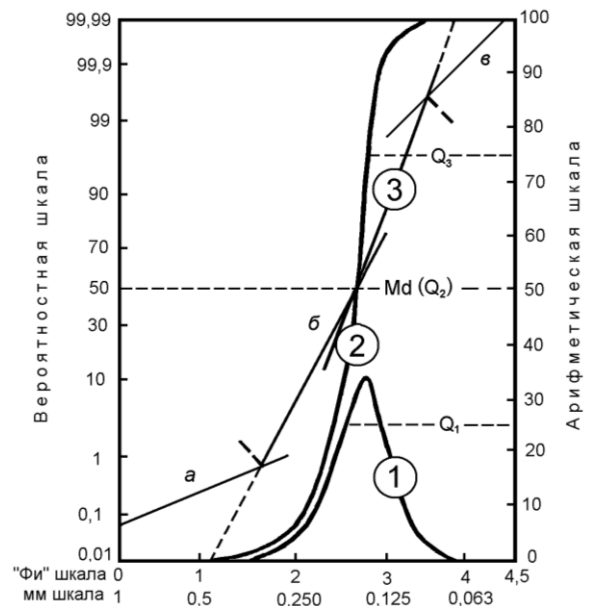
Важно, что соотношение слагающих породу частиц, опираясь на их измерения (ситовым, гидравлическим методами, подсчетом зерен в шлифах), можно определить количественно. Пример характеристики породы в виде различных типов кривых распределения фракций показан на рис. 2.9. Медианный размер частиц ( $Md$ ) определяет гранулометрический тип, в соответствии с табл. 2.1. Мэру ее сортированности характеризует стандартное отклонение  $\sigma$ , наиболее просто вычисляемое методом Траска:  $\sigma = \sqrt{Q_3/Q_1}$ . Для хорошо сортированных песков  $\sigma < 2,5$ , в среднесортированных  $\sigma = 2,5-4,5$  и плохо сортированных  $\sigma > 4,5$ .

Рис. 2.9. Наиболее распространенные типы кривых распределения фракций, по Дж. Вишеру (Visher, 1969), с дополнениями [110]:

- кривые: 1 – частотная, 2 – кумулятивная (наносится по арифметической шкале), 3 – логвероятностная (наносится по вероятностной шкале);

- отрезки логвероятностной кривой, соответствующие популяциям: *a* – волочения, *б* – сальтации, *в* – суспензии (взвеси);

квартили:  $Q_1 = 25\%$ ,  $Q_2 = 50\%$  (медиана),  $Q_3 = 75\%$



Однако коэффициент Траска может принципиально исказить подлинное соотношение фракций при их би- или полимодальном распределении. Принципиально на это было указано С. И. Романовским [112] и проиллюстрировано на рис. 2.10. Реальное значение  $\sigma$  имеет при одномодальном фракционном распределении частиц (кривая *a*). При их принадлежности двум фракциям разных популяций (кривая *б*) примерно то же значение  $\sigma$  уже является явно завышенным. Что же касается случая *в*, то является очевидным, что большое значение  $\sigma$  только дезориентирует пользователя информацией.

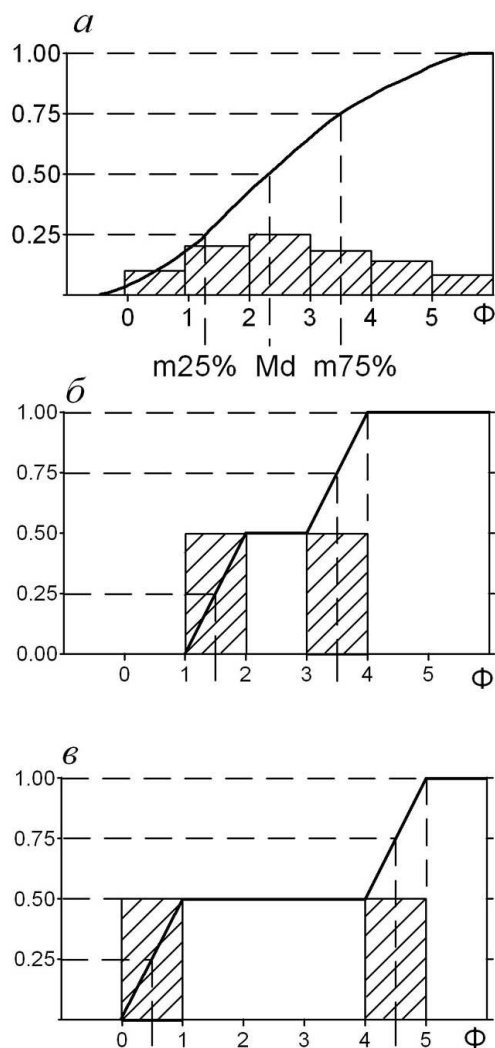


Рис. 2.10. Различное распределение частиц по фракциям, приводящее к неверной оценке сортировки осадка с помощью коэффициента Траска:

*a* – одномодальное распределение плохо сортированного песчаника ( $\sigma = 3$ );

*б* – наличие в породе двух близких по размеру фракций разных популяций. При их идеальной сортировке по отдельности значение  $\sigma$  примерно соответствует случаю «*a*» ( $\sigma \sim 3$ );

*в* – то же, что и в случае «*б*», но с явно не оправданным завышением коэффициента Траска ( $\sigma \sim 15$ )

Значительно более точен метод моментов, где средний диаметр частиц определяется по формуле  $\bar{x}_\varphi = \sum_{i=1}^n f_i m_{i\varphi}$ , где:  $n$  – число гранулометрических классов;  $f_i$  – содержание фракции данного класса;  $m_{i\varphi}$  – середина класса в единицах  $\varphi$ .

Стандартное отклонение при этом определяется как:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n f_i (m_{i\varphi} - \bar{x}_\varphi)^2}.$$

Указанные на рис. 2.9 границы между отрезками, соответствующими разным способам перемещения частиц (популяциями), чаще всего составля-

ют: *a* и *б* – -1 Ф (2 мм); *б* и *в* – около 4 Ф (0,063 мм). Это подтверждает данные табл. 2.1. Кроме того, справочно отметим, что по сведениям многих исследователей наилучшей сортировкой обладают частицы размером 3,25 – 2,25 Ф (0,1 – 0,2 мм).

Признак сортированности, визуально устанавливаемый посредством сравнения с эталонными образцами, теснейшим образом связан с определением типа породы. Так, ее отнесение к конкретному типу, как указано в п. 2.2, производится по преобладанию основной фракции (50 % и более от общего объема). Если явного преобладания какой-либо одной фракции не установлено, то при наличии двух смежных фракций, в сумме значительно превышающих 50 %, породе присваивается двойное название (например, мелко-среднезернистый песчаник). Если определена четко выраженная основная фракция и имеется значительное количество смежного с ней материала, последний отмечается как примесь (например, среднезернистый песчаник с примесью мелкозернистого материала). Наконец, при очень плохой сортировке и невозможности выделить какую-либо «ведущую» фракцию допускается использовать определения: разнозернистый песчаник, хлидолит и др.

Особым, хотя и достаточно часто встречающимся случаем является сочетание в породе двух (редко более) типов, переслаивающихся по вертикали. В сумме они определяют бимодальность сортировки, их описание следует вести по отдельности, с указанием соотношения типов (общее, изменение по разрезу и пр.).

Все перечисленное проиллюстрировано на рис. 2.11. Здесь в диапазоне фракций от 0 до 6 Ф (1,00 – 0,0156 мм) показаны основные типы сортированности пород с примерами их характеристики.

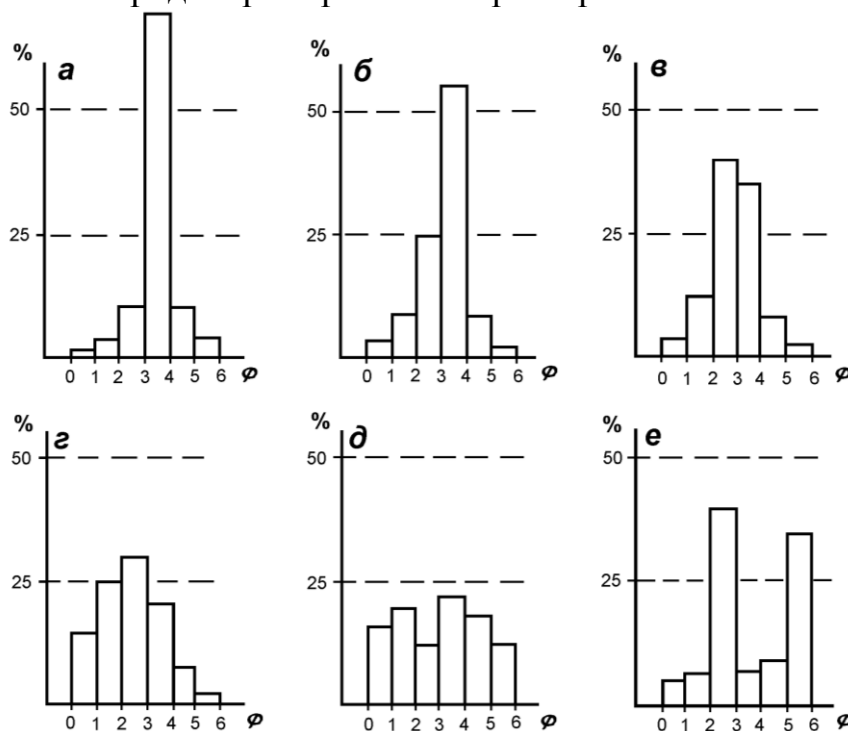


Рис. 2.11. Гистограммы гранулометрического состава пород: *a* – очень хорошо сортированный тонкозернистый песчаник; *б* – хорошо сортированный тонкозернистый песчаник со значительной примесью мелкозернистого материала; *в* – среднесортированный тонко-мелкозернистый песчаник; *г* – плохо сортированный разнозернистый песчаник; *д* – очень плохо сортированная порода (хлидолит) с повышенным участием средне-крупно и тонко-

зернистой песчаных и значительным содержанием алевритовых фракций; *е* – бимодальное сочетание мелкозернистого песчаника и мелкозернистого алевролита (ритмит)

## 2.4. Текстульная характеристика пород

Текстура породы, определяемая взаимным расположением слагающих ее компонентов (частиц), является важным признаком как для установления обстановки осадконакопления (решение геологической задачи), так и для определения физических характеристик, в первую очередь проницаемости породы (сугубо практический вопрос, связанный с изучением ФЕС – фильтрационно-емкостных свойств). «По ходу» отметим, что в англоязычной литературе понятия *structure* и *texture* часто описываются в прямо противоположном смысле. Так, под первым обычно понимается именно слоистость (в числе других характеристик), а под вторым – размерность и взаимное соотношение частиц (см. п. 2.2).

Для терригенных отложений в общем плане можно выделить три основных типа текстур: массивные (нужно иметь в виду, что визуально неслоистая порода зачастую обнаруживает четкую текстуру при более глубоком изучении – например, при шлифовке или под микроскопом), слоистые и слоеватые, т. е. с неотчетливой «недоразвитой» слоистостью. Для наиболее распространенных слоистых толщ непревзойденным знатоком их изучения Л. Н. Ботвинкиной справедливо указано, что *текстульный* анализ вообще должен рассматриваться как *самостоятельный* метод их изучения [32]. Его место в общей иерархии слоевых единиц показано на рис. 2.12.

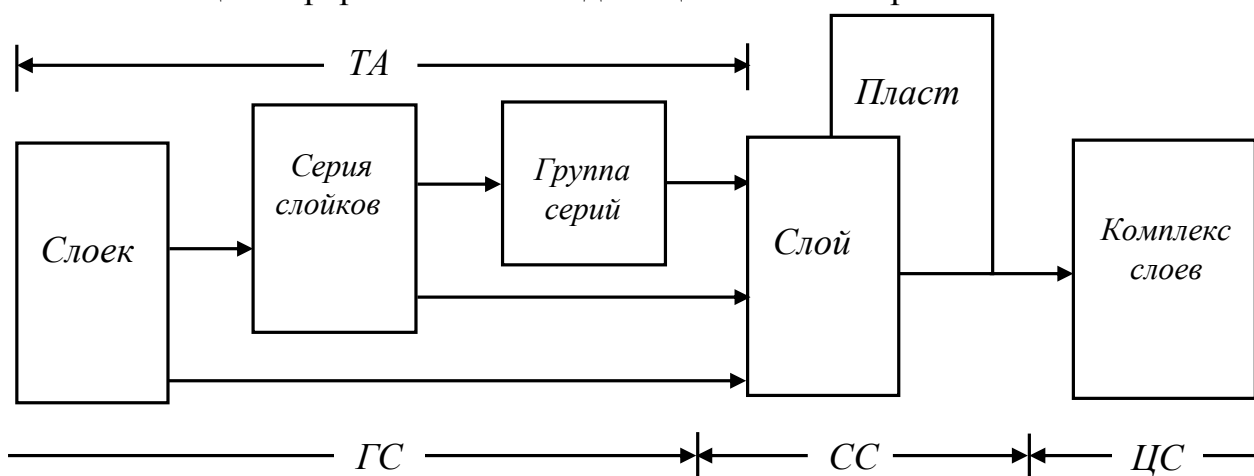


Рис. 2.12. Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах (по Л. Н. Ботвинкиной [29, 31]; с дополнениями):

вверху: *ТА* – текстульный анализ;

внизу: структурные инварианты седиментогенеза: *ГС* – гранулоседиментогенез, *СС* – стратоседиментогенез, *ЦС* – циклоседиментогенез (по С. И. Романовскому [112])

На рис. 2.13, представляющем собой известную схему Л. Н. Ботвинкиной [29, 31] в несколько модифицированном виде, показано соотношение основных классификационных единиц. Их толщины могут меняться в весьма широком диапазоне, вплоть до двух порядков (к примеру, для слойков – от долей миллиметров до первых сантиметров), что представляет собой предмет самостоятельного рассмотрения.

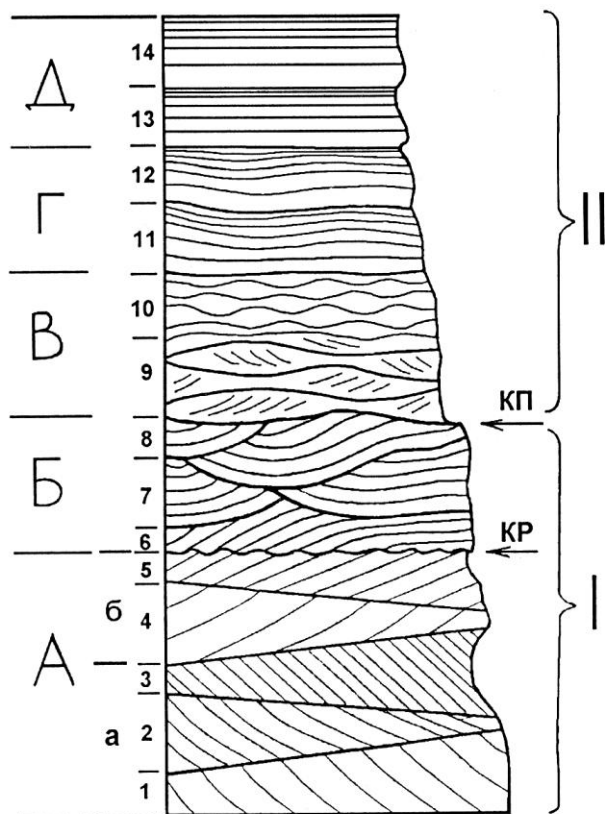


Рис. 2.13. Основные слоевые элементы (все линии в колонке – границы слоев):

А-Д – слои, выделенные как по изменению размерности материала (правая, «рельефная» линия на колонке), так и преимущественно по типу слоистости. Арабские цифры – серии слоев; римские – пласты. КП – контакт с перерывом, КР – контакт с размывом

Механизм формирования слоистости показан на рис. 2.14. Большой интерес представляет трансформация различных типов слоистости. На рис. 2.15 изображены две интерпретации в видоизменении типов слоистости, берущие свое начало в работах Е. Мак-Ки по Колорадской дельте (Mc Kee, 1938, 1939). Достаточно очевидно, что трактовка Л. Н. Ботвинкиной (на рис. 2.15 слева) выглядит более наглядной и информативной, чем та, что расположена справа и выполнена примерно в то же время. Этим примером хорошо иллюстрируется непреходящая актуальность монографии Л. Н. Ботвинкиной 1962 г., изданной по материалам ее докторской диссертации [29], а также пользующегося более широкой известностью сокращенного (адаптированного) издания этой работы 1965 г. [31]. Классификацию типов слоистости, по Л. Н. Ботвинкиной, мы посчитали возможным показать на примере детально разработанных ею обозначений (рис. 2.16).

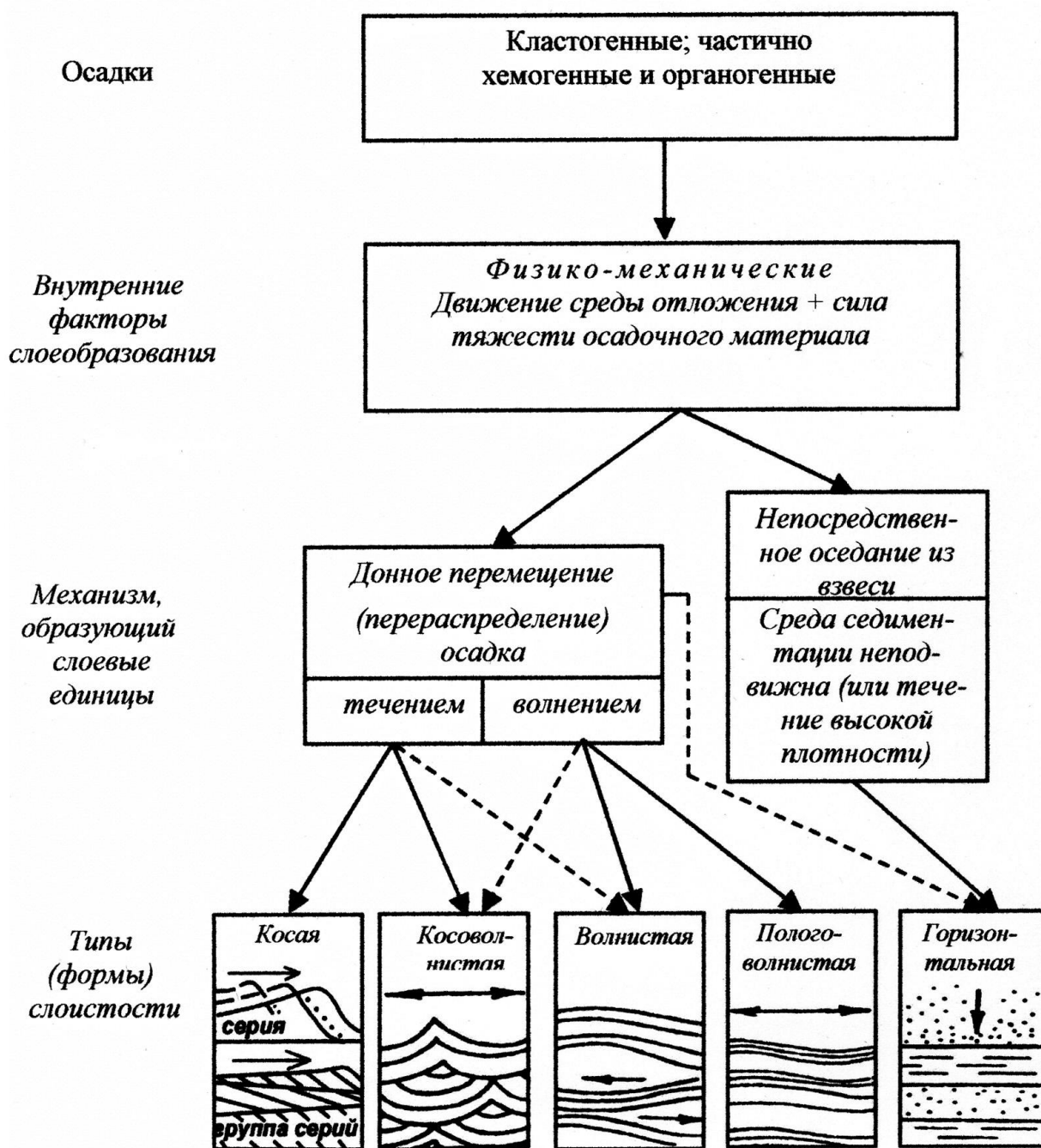


Рис. 2.14. Зависимость типа (формы) слоистости от факторов и механизма слоеобразования: по Л. Н. Ботвинкиной [29, с. 71; 31, с. 21], с изменениями

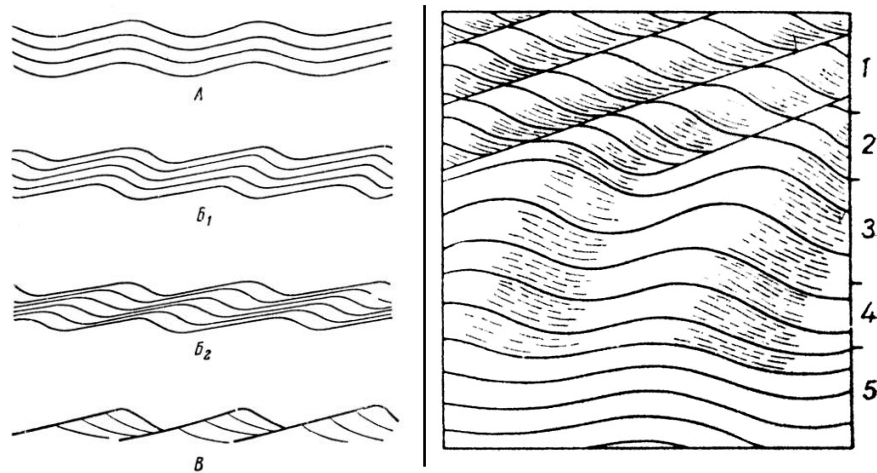


Рис. 2.15. Направленное изменение типов слоистости в интерпретации разных авторов:

Постепенное видоизменение ряби течения и переход слоистости одной разновидности в другую в результате последовательного изменения соотношения мощности слоев крутого и пологого склонов. По Л. Н. Ботвинкиной [29, с. 84]:

*A* - слои параллельны, мощность их не изменяется (смещения гребней нет); *B* - мощность слоев на крутом склоне больше, чем на пологом; гребни смещаются (*B*<sub>1</sub> - слабое смещение, *B*<sub>2</sub> - сильное смещение); *B* - материал накапливается только на крутом склоне. Пологий склон как бы срезается в процессе перемещения валиков, *A* и *B* - волнистая слоистость; *B* - косоволнистая слоистость

Различные типы слоистости восходящей ряби.

Слои синфазной ряби типа 1 постепенно переходят в слои смещенной ряби типа 2. Присутствуют все переходные формы. Характер изменения определяется главным образом степенью сохранности склона, обращенного против течения. По Джоуплингу и Уолкеру [Jopling, Walker, 1968], с изменениями авторов (из работы Г. - Э. Рейнека и И. Б. Сингха [110, с. 95]):

1 - 2-й тип ряби (смещенные слои); 2 - переходная зона; 3 - 1-й тип ряби (смещенные слои); 4 - переходная зона; 5 - синфазные слои

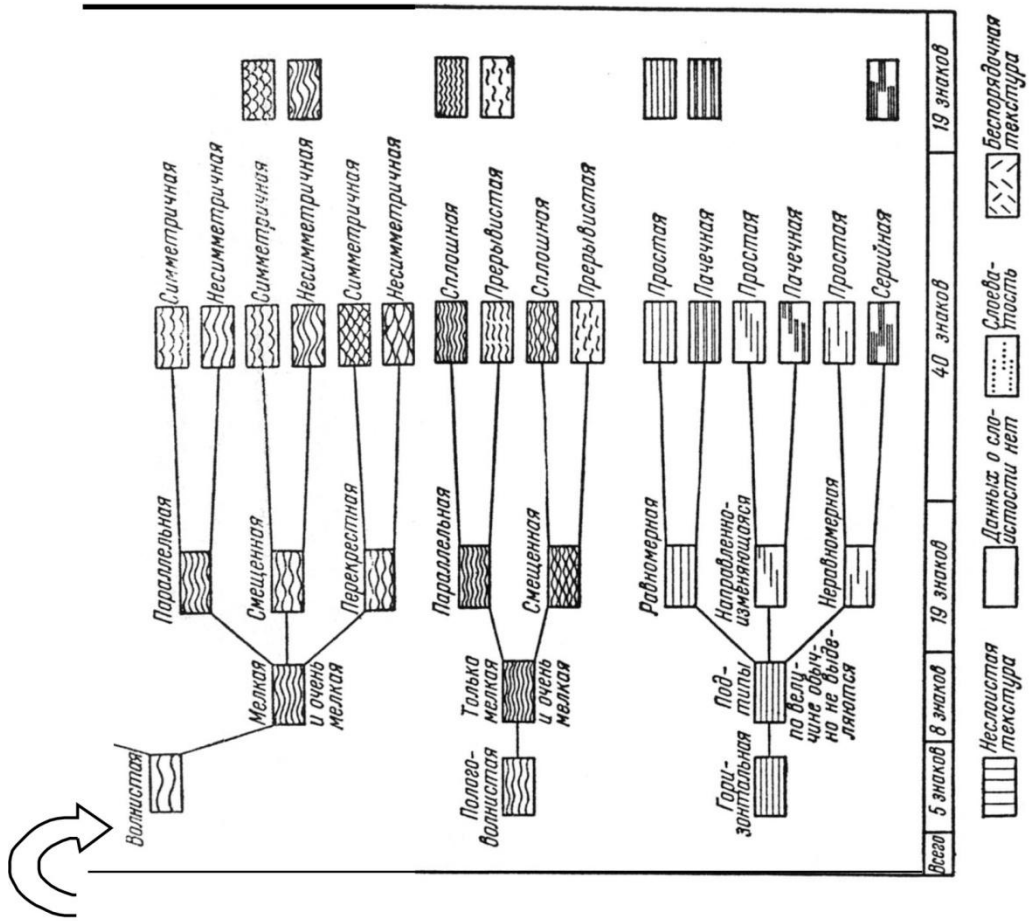
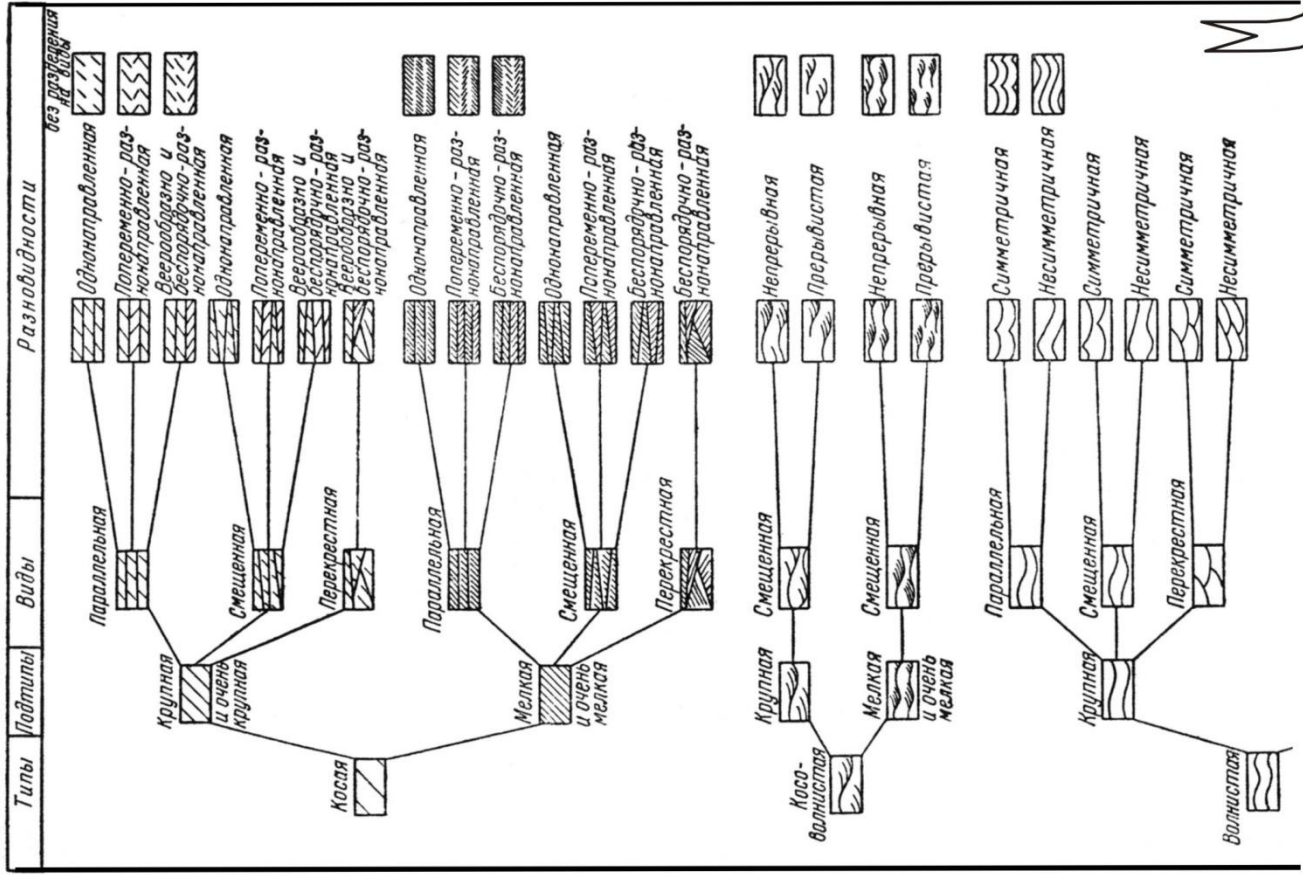


Рис. 2.16. Обозначения, рекомендуемые для типов, подтипов, видов и некоторых разновидностей слоистости (по Л. Н. Богвинкиной [29, 31])





При «обычной» документации можно пользоваться упрощенной классификацией осадочных текстур, которая апробирована нами на материале юрских терригенных толщ [4] и приведена на рис. 2.17.

Текстура			Слоистость			
Тип	Вид	Схем. изображение	Тип	Вид	Схем. изображение	
Неслоистая	однородная (массивная)		Косая	параллельная		
	беспорядочная			слабосрезанная		
	пятнистая			сильносрезанная (в т. ч. перекрестная)		
	узловатая		Косо-волнистая	слабосрезанная		
	комковатая			сильносрезанная (мульдообразная)		
	гранулированная			флазерная		
Неяснослоистая	градационная		Линзовидная (линзовидно-волнистая)	слабосмещенная		
	слоеватость	редкими включениями			сильносмещенная	
		слоями			лингоидная	
		сплошная (наслоение)		Полого-волнистая	параллельная	
скрытая (микрослоистость)		непараллельная слабосмещенная				
Нарушенная	оползанием		Полого-волнистая	непараллельная сильносмещенная		
	взмучиванием, в т.ч. фьямме			Горизонтальная	равномерная	
	следами жизнедеятельности (илоеды, корневые и пр.)	частичное			направленно изменяющаяся (в т.ч. ритмичная)	
		полное		неравномерная (неоднородная)		

Рис. 2.17. Классификация текстур

Дополнительно к ранее известным введено два вида преимущественно прерывистой слоистости – флазерная (англ. *flaser* – полоса, прожилок), широко используемая за рубежом, и лингоидная (лат. *lingua* – язычок), предложенная У. Бюхером (Bücher, 1919) для мелкой, часто прерывистой ряби, язычки которой находятся не в фазе.

Для понимания механизма формирования слоистых текстур важное значение имеет оценка *знаков ряби*, образующихся в результате воздействия течения или волн на поверхность ранее накопившихся осадков (рис. 2.18). Наиболее широко для характеристики их формы используется индекс ряби  $RI = S / H$  (англ. ripple index) и индекс асимметрии ряби  $RSI = S_a / S_b$  (англ. ripple symmetry index). Значения этих параметров перекрываются, но в целом для мелкой ряби течения  $RI$  преимущественно составляет 8 – 15,  $RSI > 2,5$ , а для ряби волнения  $RI \approx 6 - 8$  и  $RSI \approx 1 - 3$ . Значения  $RI > 15$  и  $RSI > 3,8$  характеризуют только рябь течения, а  $RI < 4$  и  $RSI < 2,5$  – рябь волнения.

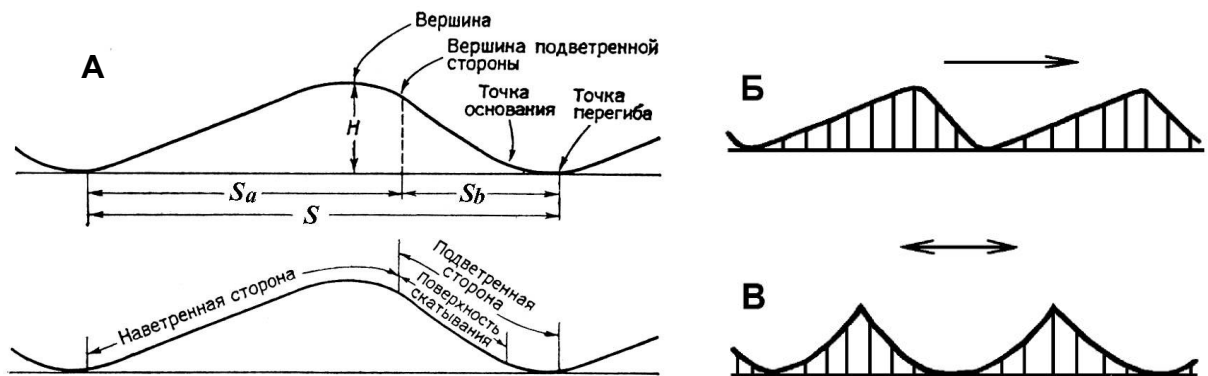


Рис. 2.18. Рябь в осадочных текстурах:

А – схематический разрез знака ряби: вверху – параллельный течению и внизу – перпендикулярный вытянутости гребней ( $S$  – длина или интервал между знаками, в т. ч.  $S_a$  – пологого склона и  $S_b$  – крутого склона;  $H$  – высота);

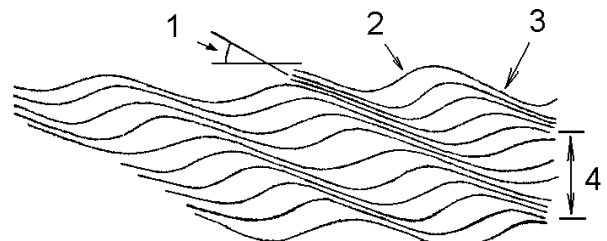
Б – рябь течения (стрелкой показано направление течения);

В – рябь волнения (стрелкой показано меняющееся направление волн)

Специфической разновидностью являются текстуры восходящих знаков ряби, образующиеся в результате их последовательного наложения друг на друга. Механизм формирования данной текстуры показан на рис. 2.15 ( $B_1 \rightarrow B_2$ ), а принципиальная схема – на рис. 2.19. Угол набегания слойков обычно не превышает  $10^\circ$ .

Рис. 2.19. Восходящие знаки ряби, фрагмент крупной серии [115]:

1 – угол набегания; 2 – откос, обращенный в сторону течения; 3 – откос, обращенный против течения; 4 – серия



Отметим немаловажную особенность, которую следует учитывать при изучении типов слоистости, формирующихся в гидродинамически активных средах. Это их рассмотрение в различных, как минимум – взаимоперпендикулярных сечениях. Так, например, из рис. 2.20 явственно следует, что при изучении только одной плоскости образца можно допустить принципиальную ошибку при определении его текстуры. На рис. 2.20 показано, как сильно изменяется оценка слоистости при ее рассмотрении в разных сечениях. Данному вопросу, по достоинству оцененному Л. Н. Ботвинкиной, впоследствии большое внимание уделил В. Н. Шванов, рассмотревший разные типы слоистости в трех сечениях – продольном, торцовом и диагональном [150].

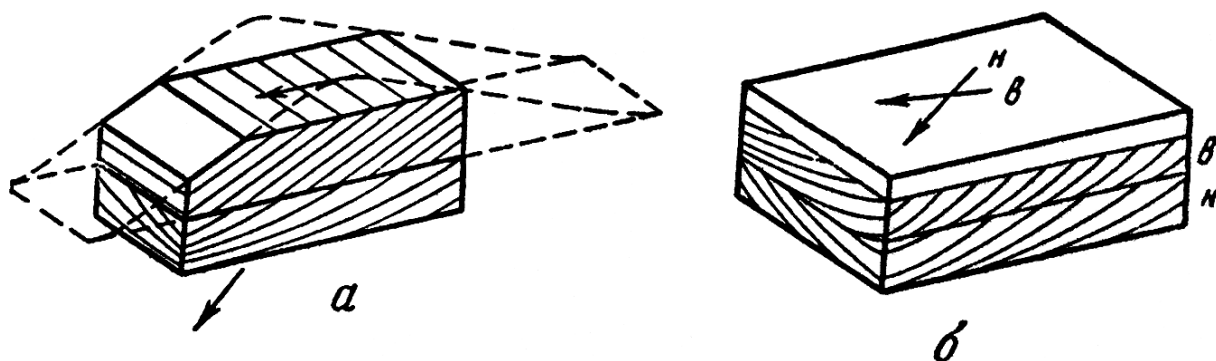


Рис. 2.20. Изменение слоистости в зависимости от сечения [29, с. 176]. Повторено в работе [150, с. 67], из которой приведена подрисовочная подпись:

*a* – косая параллельная слоистость. Верхняя серия в перпендикулярном срезе кажется горизонтальной, но нижняя уже обнаруживает косой наклон слоев. Стрелкой указано направление течения, пунктиром – первоначальная форма песчаного вала; *б* – косая параллельная однонаправленная слоистость, видимая в прямом срезе; в перпендикулярном к нему левом срезе обнаруживается направление падения слоев в разные стороны, но углы падения при этом весьма пологие, что указывает на сечение, близкое к фронтальному. Стрелки указывают направление течения для нижней (*н*) и верхней (*в*) косослоистых серий. На изменение направления течения указывает различие в углах падения косых слоев в смежных сериях и выполаживание их в сечении, расположенном косо по отношению к направлению течения

В то же время Л. Н. Ботвинкина отметила, что в подавляющем большинстве случаев тип слоистости (косая, волнистая и др.) определяется по любому сечению, так же как и подтип (так как мощность серий мало изменяется в зависимости от ориентировки вертикального сечения). Признаки видов и разновидностей также обычно ясно выявляются в любом более или менее вертикальном сечении. Другие признаки – внутреннее строение слоев, их соотношение, отчетливость и выдержанность рисунка слоистости, ее подчеркивание и ряд других – тем более не зависят от направления сечения [29, 31].

Развернем изложенное в следующем ракурсе. Предложенная схема формирования различных типов слоистости (см. рис. 2.14) в принципе

позволяет различать ее мутационное образование на месте (*in situ*) и миграционное перемещение слоев – впервые такое деление предложено Н. Б. Вассоевичем [37]. Исходя из самого механизма формирования слоистости, более грубые осадки должны характеризоваться и более активными ее типами. Например, косая слоистость более характерна для более грубозернистых песчаников, а пологоволнистая – тонкозернистых алевролитов и т. д. Однако такая «прямая» зависимость имеет место далеко не всегда. Так, с одной стороны, в весьма тонкозернистых породах часто наблюдается сильно срезанная косо-волнистая слоистость, присущая активному осадконакоплению. Эта «несогласованность» характеризуется понятием *динамичности* осадконакопления, имеющим достаточно «свободное» пользование. С другой же – широко бытует представление о том, что многие песчаники характеризуются горизонтальной слоистостью. Чаще всего, это **ошибочно**. При наблюдаемых параллельных слоях в конкретном образце (тем более – керне!) мы попросту либо не видим серийный шов (а его угол часто составляет лишь первые градусы), либо таковой в исследуемом интервале отсутствует по причине бóльшей толщины серии, нежели сам образец. Отмеченное соответствует принципиальной модельной схеме, приведенной на рис. 2.20, и наглядно показано на «развертке» конкретного образца песчаника (рис. 2.21).

Важной текстурной характеристикой пород являются их нарушения. Естественно, что они более характерны для относительно тонкоразмерных пород (алевролиты, аргиллиты), которые при постепенной потере объема из-за обезвоживания представляют собой пластичную массу, способную «реагировать» даже на слабые внешние воздействия. В наиболее широком аспекте (*s. l.*) нарушения текстур чаще всего связаны с конседиментационными деформациями, вызванными оползнями и сопровождающими их взмучиваниями в рыхлой или слаболитифицированной массе накопившихся осадков. Хотя известны случаи, когда рыхлые отложения залегают на достаточно крутых склонах (15 – 18°), чаще даже при очень небольшом наклоне поверхности (первые градусы, а в обширных акваториях и менее 1°), накапливающаяся потенциальная энергия может быть высвобождена по сути мгновенно (своего рода «спусковым крючком»). Принципиальная схема формирования оползневых тел с «гофрированной» складчатостью приведена на рис. 2.22.

На рис. 2.23 показана реконструкция складчатости, выполненная по керну (!) разведочной скважины. Естественно, что такие построения можно проводить только при 100%-ном выносе керна и тщательного подхода к его изучению.

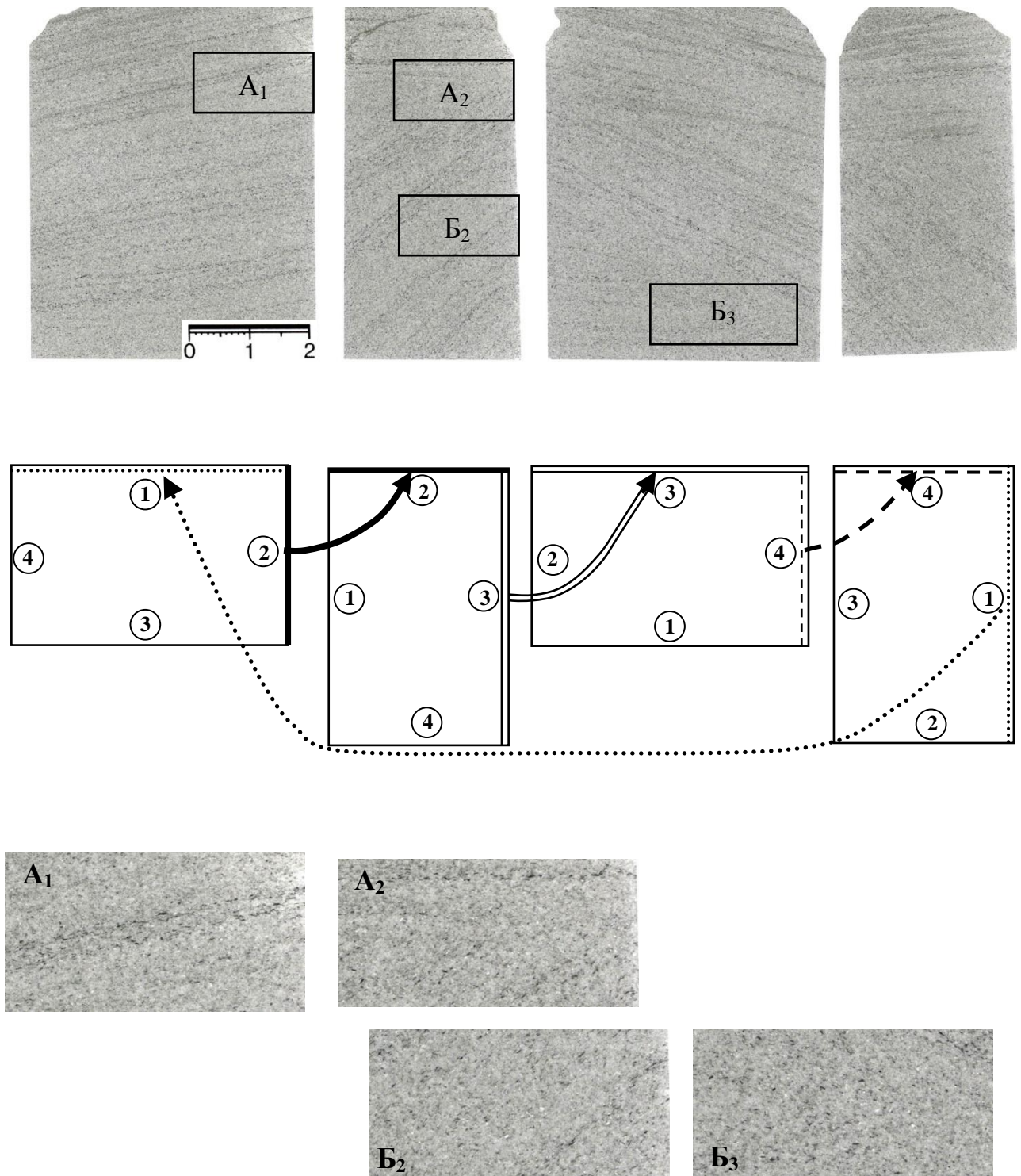


Рис. 2.21. Развертка образца тонко-мелкозернистого песчаника (интервал пласта БВ<sub>8</sub>, Северо-Покачевское месторождение):

вверху видно, как псевдогоризонтальная слоистость (крайняя слева плоскость) «транслируется» в косую, с крутыми углами наклона серийных швов и слоев. На плоскости 3 (третье изображение слева) слоистость приобретает Z-образный характер; внизу показаны фрагменты, иллюстрирующие серийные швы

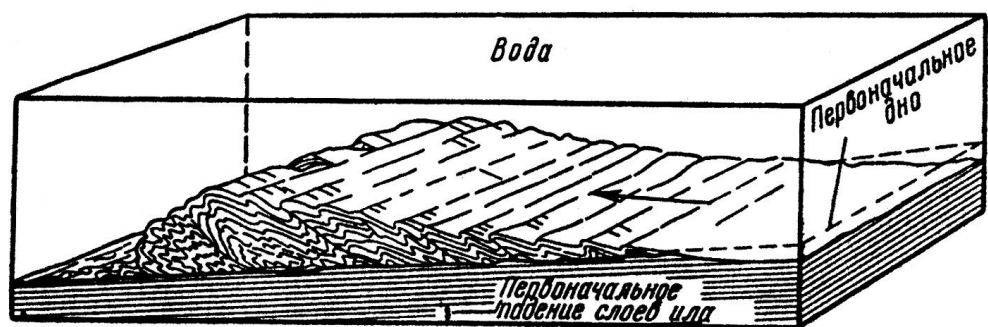


Рис. 2.22. Текстура оползания или оплывания, образующаяся в осадке на слабо наклонном дне [156]

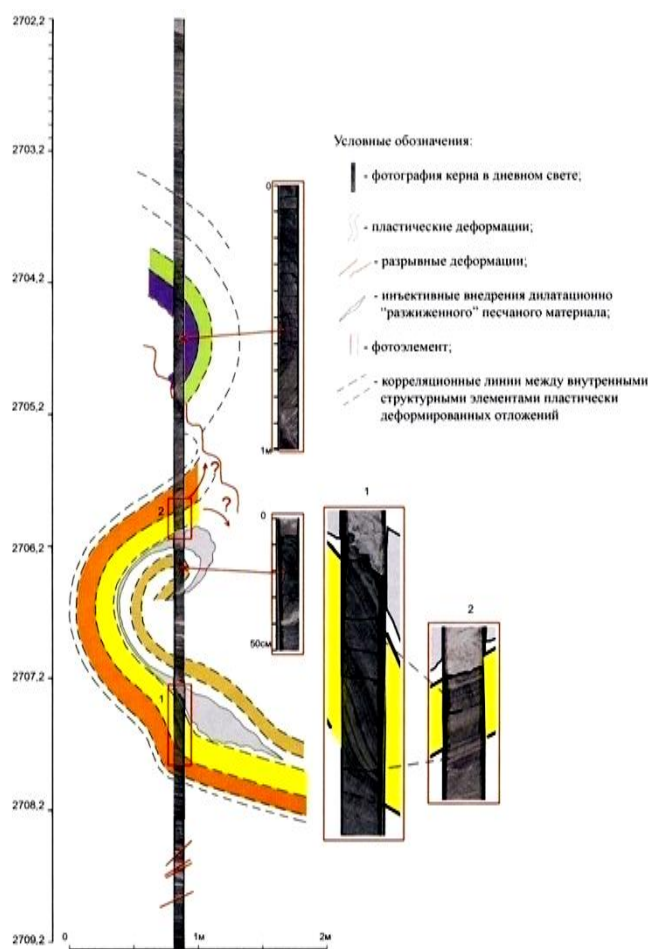


Рис. 2.23. Структурная реконструкция деформаций отложений. Восточно-Мытаяхинское месторождение; скважина 7538р, интервал 2702,2-2709,2 [132]

Наконец, особым текстурным типом породы является *ритмит* (см. п. 2.1, рис. 2.1). Это порода сложного состава, компоненты которой различаются не только составом, но и генезисом, и образуют ритмически повторяющиеся, весьма тонкие слоевые единицы. Толщина чередующихся слоевых элементов ритмита очень мала: от долей миллиметра до первых сантиметров, но чаще – не более нескольких миллиметров. Наиболее ярким примером ритмитов являются озерные ленточные глины с сезонной слоистостью. Однако чаще всего данный тип пород обусловлен своим возникновением приливо-отливному режиму осадконакопления, с ритмическим изменением поступления или транспортировки осадочного материала. Особо отметим, что эти отложения следует отличать от периодитов, темпеститов и тому подоб-

ных *событийных* образований, относящихся к разряду *циклической* седиментации [143]. Процесс формирования ритмичного чередования глинистых и песчаных слоев, первые из которых покрывают или драпируют (англ. *drape*) поверхность во время максимального прилива или отлива, показан на рис. 2.24.

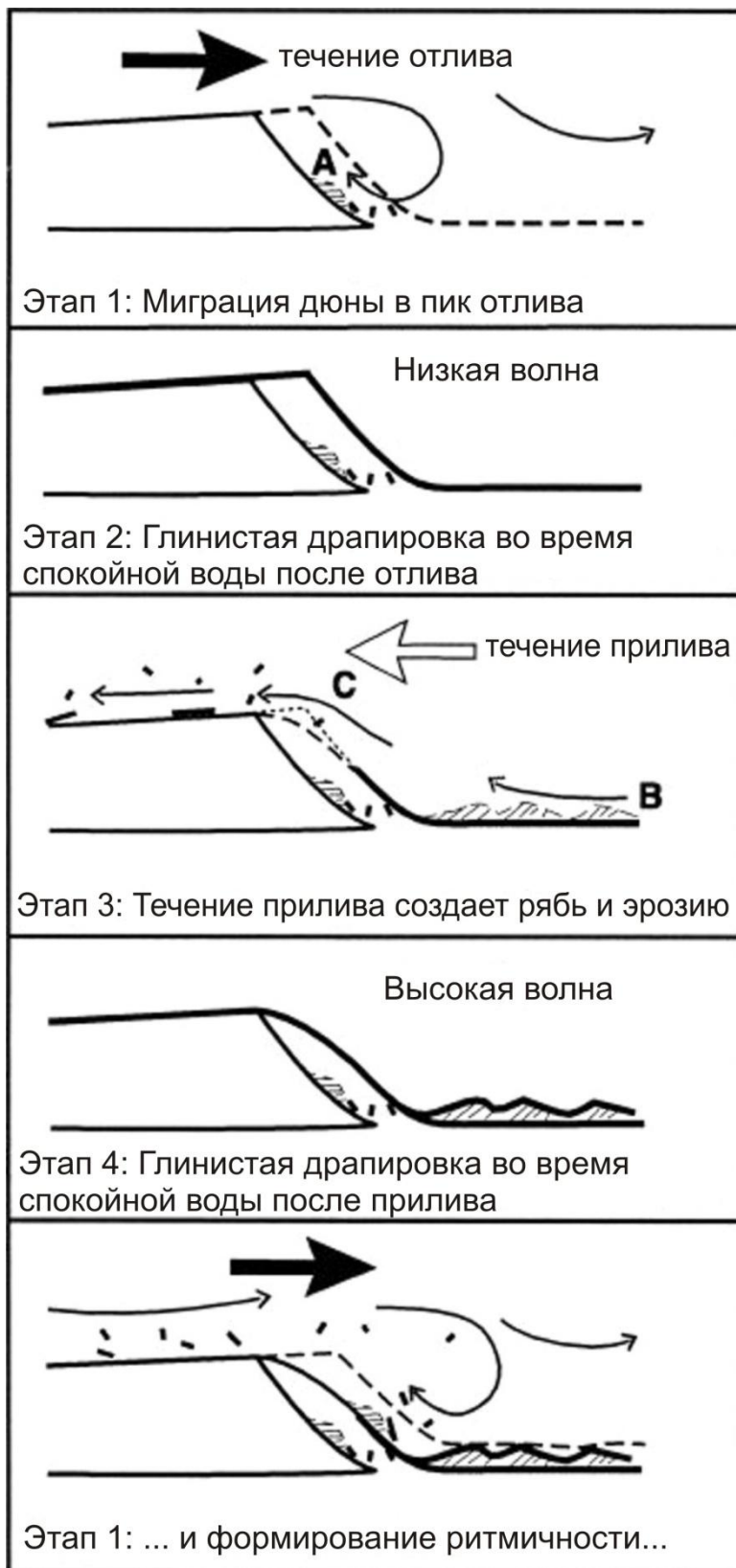


Рис. 2.24. Миграция дюн (песчаных валов) при формировании приливо-отливных слоев (<http://jsedres.sepmonline.org/content/73/3/354/F11.large.jpg>)

Обращаясь к зарубежным источникам, укажем, что достаточно полное представление о типах текстур, выделяемых в англоязычной литературе, имеется в статье О. С. Черновой [147]. Отметим здесь, что полная эквиваленция (соответствие) терминологии пока не выполнена и требует самостоятельных исследований.

## 2.5. Органические остатки и следы жизнедеятельности организмов

Изучение органического мира является прерогативой специальных исследований, требующих особых навыков и приемов (палеонтология, палеоботаника, в последнее время – палеоихнология). Однако уже при первоначальном изучении керна можно получить ценную информацию разного рода и вида.

Остатки *флоры* в том или ином количестве очень часто присутствуют в терригенных отложениях и представлены полной гаммой: от хорошо сохранившихся листьев (их детальное изучение является предметом палеоботаники) до крупных стволов. Остатки растительности часто являются хорошим индикатором условий осадконакопления, при этом особенно важен не столько их видовой состав, сколько степень измельченности и сохранности [101].

По *размеру* растительные остатки делятся на следующие группы (по протяженности, так как малая толщина обычно является следствием уплотнения): крупные – более 3 см, крупный детрит (лат. *detritus* – истертый) – 1-3 см, мелкий детрит – 0,5-1 см, сечка – 0,2-0,5 см, атрит (лат. *atritus* – обтертый) – менее 0,2 см. Количество растительных остатков определяется приближенно, «на глаз» и может быть проверено как цветом черты на фарфоровой пластинке, так и определением по потере веса при сжигании (кроме высококарбонатных пород). При обилии органики (углистые породы) цвет черты темно-коричневый, буровато-черный, при большом количестве (слабоуглистые породы) светло-коричневый, буроватый. Даже весьма небольшое количество растительной органики может придать породе очень темный, до черного цвет (черта остается светлой).

В ряде случаев осадочные породы являлись концентратором биогенной составляющей весьма разного спектра – от кремнезема и карбонатов до рассеянного органического вещества (ОВ) в количествах, составляющих заметную часть от общей массы породы. Естественно, в первую очередь это относится к специфической и легко распознаваемой баженовской свите. Слагающие ее породы принято называть битуминозными аргиллитами (хотя правильнее говорить алевроаргиллиты: см. п. 2.2) или баженидами. ОВ представлено широким спектром – от фитопланктона и водорослевых организмов до наземной растительности. Поскольку баженовская свита, имея преимущественно верхнеюрский (титонский) возраст, в ряде районов «скользит» и в нижнемеловые ярусы (см. рис. 1.4), они также должны явиться объектом нашего внимания.



В целом ряде случаев, в изучаемых нижнемеловых отложениях широко распространены следы жизнедеятельности организмов, определяемых как **ихнофоссилии** (греч. *ichnos* – след), которыми осуществляется (при значительном количестве) **биотурбация** осадков. Известны несколько шкал количественной оценки биотурбации, использующие ихноструктурный (*ichnofabric*) или биотурбационный (*bioturbation*) **индексы** – соответственно, *ii* или *VI*. На рис. 2.25 приводится один из вариантов этой шкалы. В других случаях предусмотрено выделение индексов *VI 0* (отсутствие следов жизнедеятельности) и *VI 6*, когда «на фоне» полностью биотурбированного осадка возможно различить последующие пополнения следов или стадии – обычно не более трех. Результат последней, сугубо специальной операции, приводится в виде дроби, например  $3/6$  (третье поколение ихнофоссилий или стадия переработки исходного осадка, который полностью биотурбирован) [85].

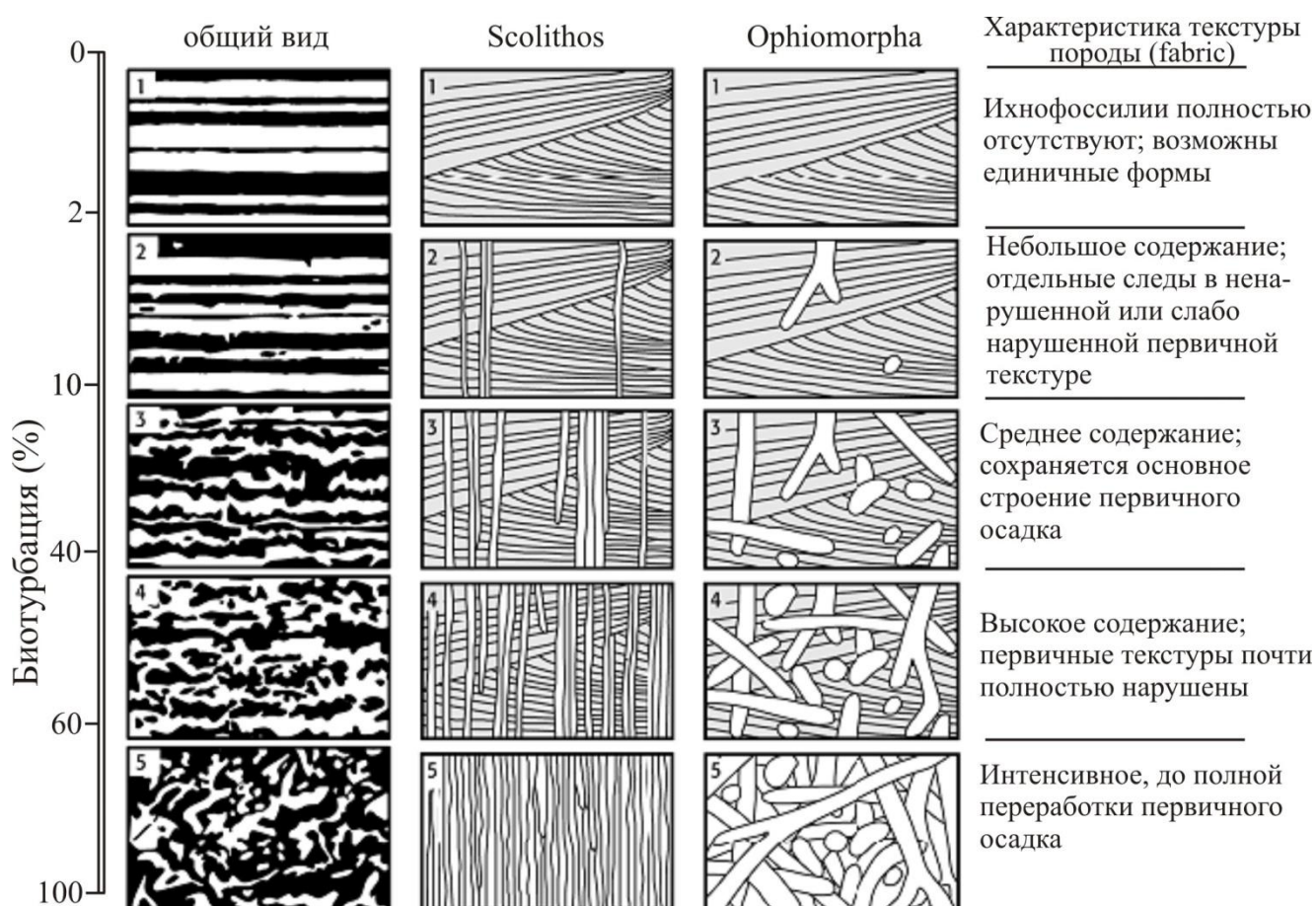


Рис. 2.25. Ихнотекстурный индекс (*ichnofabric index* – *ii*), по Дрозер и Боттиер (Droser Battjer, 1986): из [85, с. 63], с дополнениями

До недавнего времени исследования в этой области были связаны почти исключительно с работами зарубежных авторов [167-169 и мн. др.]. Однако в последние годы данным образования, ранее рассмотренным О. С. Вяловым [39], пристальное внимание стал уделять ряд отечественных исследователей, причем зачастую именно по материалам осадочных отложений Западной Сибири [23, 157, 158 и др.].

Важнейшее значение имеет установление и характеристика **ихнофа-ций**, расположенных вдоль гипотетически обобщенного профиля в направлении от суши к морю, в соответствии с увеличением глубины бассейна. В целом под ихнофацией понимается: «... фация, выделенная на основе ее ихнологических характеристик и отличающаяся от смежных ихнофаций преобладанием тех или иных ихнотаксонов. Если такой набор ихнотаксонов оказывается достаточно устойчивым и повторяется в осадочных бассейнах разного возраста, то данная ихнофация оказывается уже не просто частью слоя, толщи, свиты или горизонта, а отражением какой-то конкретной обстановки и в этом смысле представляет собой полезное обобщение» [85].

До некоторого времени классической считалась схема А. Зейлахера, первоначально выделявшего всего три ихнофации (1953 г.), а позднее добавившего к ним еще две. На его схеме 1967 г. они упорядочены по глубине в гипотетическом морском бассейне в следующей последовательности: ское-ниевая – сколитовая – крузиановая – зоофикосовая – нерейтовая [171]. В последние годы данная схема детализируется в своей прибреговой (субаэральной) части, что отчасти видно из рис. 2.26.

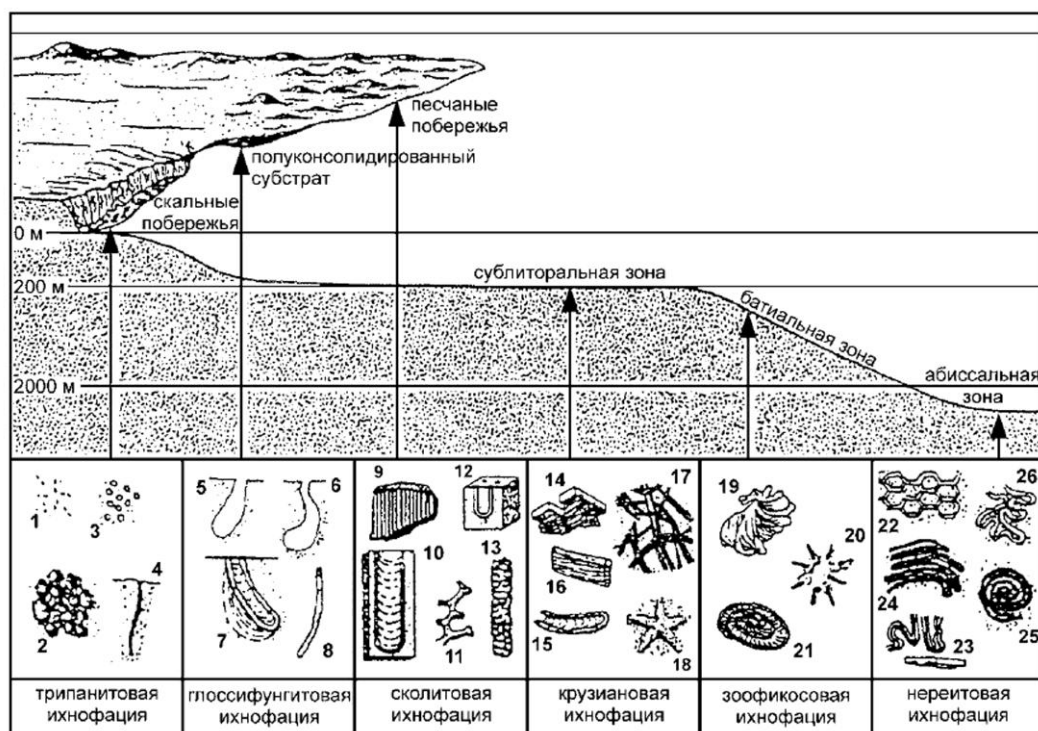


Рис. 2.26. Схема расположения «классических» ихнофаций на идеализированном профиле [171; с уточнениями]:

Ихнофоссилии: 1 – *Caulostrepsis*, 2 – *Entobia*, 3 – *Circolites*, 4 – *Trypanites*, 5-6 – *Gastrochaenolites*, 7 – *Diplocraterion*, 8 – *Pylonichnus*, 9 – *Skolithos*, 10 – *Diplocraterion*, 11 – *Thalassinoides*, 12 – *Arenicolites*, 13 – *Ophiomorpha*, 14 – *Phycodes*, 15 – *Rhizocorallium*, 16 – *Teichichnus*, 17 – *Crossopodia*, 18 – *Asteriacites*, 19 – *Zoophycos*, 20 – *Lorenzina*, 21 – *Zoophycos*, 22 – *Paleodictyon*, 23 – *Taphrohelminthopsis*, 24 – *Helminthoidea*, 25 – *Spirorhappe*, 26 – *Cosmorhappe*. По Фрею и Пембертону (Frey & Pemberton, 1984), см. также Crimes (1975) и Frey & Seilacher (1980)

В емком и исчерпывающем пособии Р. Микулаша и А. Дронова специально подчеркнута, что «В эпиконтинентальных бассейнах древности исследователю чаще всего приходится иметь дело со сколитовой, крузиановой, зоофикосовой и нереитовой ихнофациями» (с. 57). На рис. 2.27-2.29 приведены их основные компоненты, заимствованные из этого же пособия [85].

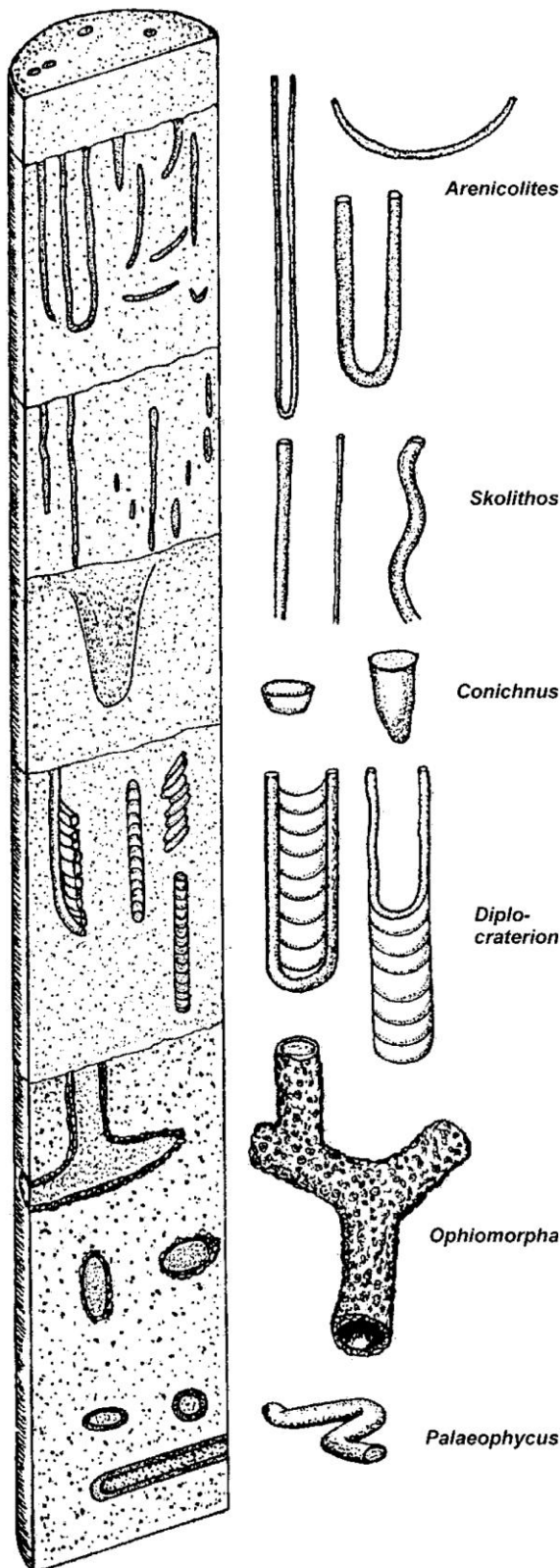


Рис. 2.27. Основные компоненты сколитовой ихнофации. По Экдейлу и др. [164]: из [85, с. 57-58]

Большинство организмов сколитовой ихнофации являются фильтраторами и норки, которые они роют в субстрате, служат прежде всего для защиты и поддержания их тела. Организмы сколитовой ихнофации как правило, роют глубокие, в большинстве случаев постоянно обитаемые, жилые структуры (домихния). Организмы, живущие в сыпучем осадке, очень часто имеют жилые структуры с прочными уплотненными стенками, которые могут быть созданы из слизи и песка, склеенного органическими продуктами секреторной деятельности из материала, богатого хитином. Большинство индивидуальных нор оказывается простыми вертикальными шахтами. В более сложных системах ходов также преобладает вертикальная составляющая. Глубокое зарывание является, помимо прочего, еще и способом противодействия постоянному движению зерен песчаного материала на дне в условиях гидродинамической активности

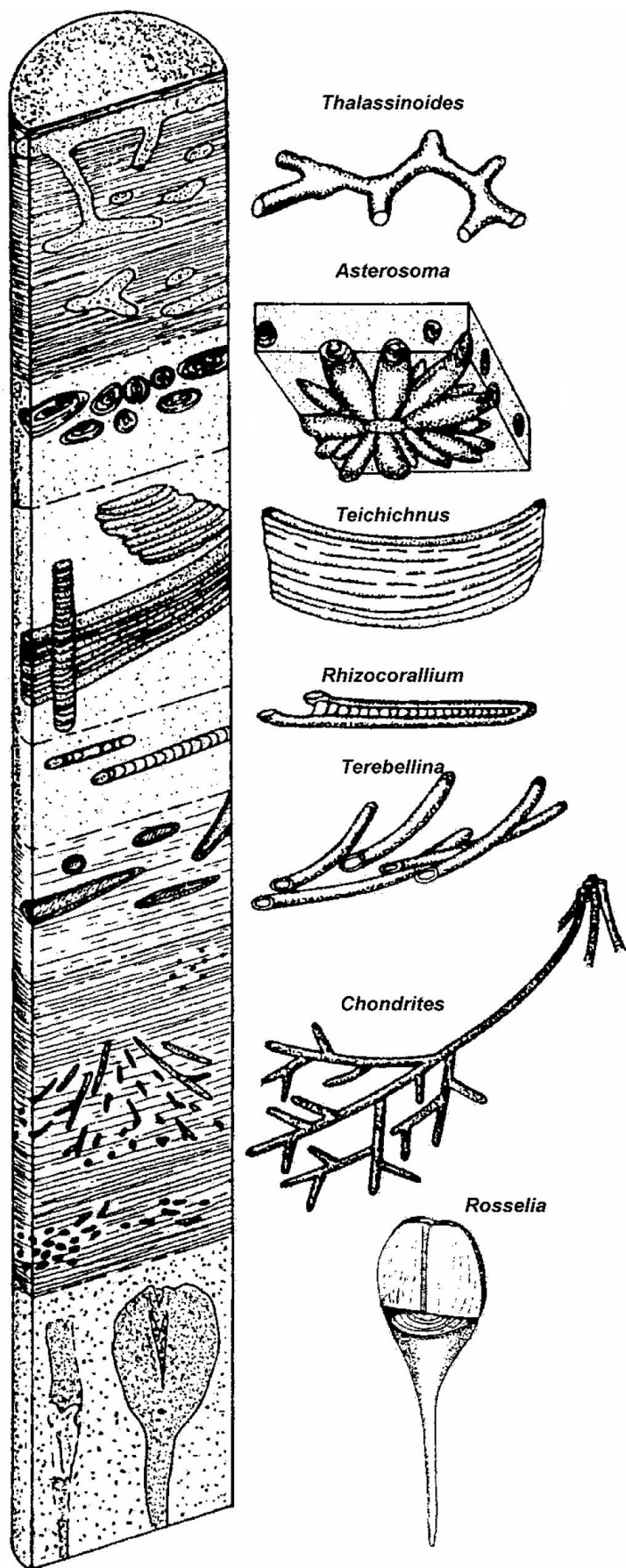


Рис. 2.28. Основные компоненты крузиановой ихнофации. По Экдейлу и др. [164]: из [85, с. 58]

Бентосные организмы крузиановой ихнофации также используют в качестве источника питания суспензию (фильтраторы) или осадок (илоеды, sediment feeders).

В ряде случаев один из этих способов питания может существенно преобладать. Кроме фильтраторов и илоедов, для этой ихнофации характерны также хищники и животные, питающиеся падалью (scavengers). По сравнению со скелитовой ихнофацией, осадок на дне здесь лишь в слабой степени перемешивается энергией волнения и стонными течениями, поэтому его обитатели строят себе обычно неглубокие системы туннелей, в которых преобладают горизонтальные компоненты. Реже встречаются субвертикальные шахты или сильно наклонные норы. Помимо следов жилых структур (домихний) здесь очень многочисленны следы ползания (репихния) и следы отдыха (цубихния), которые, правда, на перпендикулярном сечении породы обычно очень плохо заметны

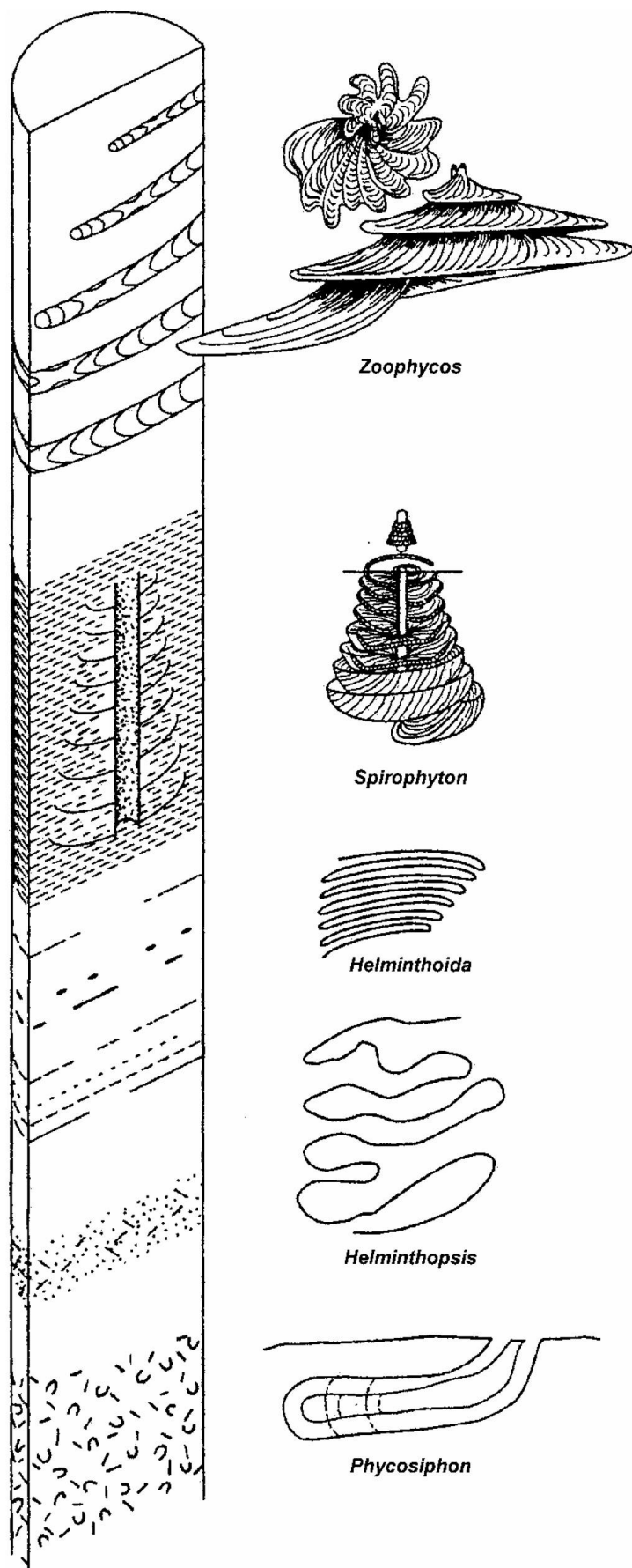


Рис. 2.29. Основные компоненты зоофикосовой и нереитовой ихнофаций. По Экдейлу и др. [164]: из [85, с. 58-59]

В типичных случаях зоофикосовая и нереитовая ихнофации содержат кроме ведущего ихнорода, давшего им название, также и некоторые другие характерные следы. Изобильным, в частности, является *Chondrites*. В тонкозернистых осадках преобладающей компонентой может быть *Phycosiphon*, который, пожалуй, является и наиболее типичной составляющей нереитовой ихнофации

## 2.6. Карбонатность, конкреции и другие индикативные признаки

Среди других характеризующих породу параметров особое значение имеет *карбонатность*, нередко являющаяся весьма важным и даже определяющим признаком. Визуально карбонатность определяется прокапыванием 10 % соляной кислотой по пятибалльной шкале: 0 – не реагирует, 1 – слабо вскипает в порошке, 2 – бурно в порошке, 3 – слабо в куске и 4 – бурно в куске. Важно не спутать бурную реакцию первично известковой породы и вторично образовавшейся *конкреции*.

Под конкрецией (лат. *concretio* – стяжение, сгущение) понимаются вторичные образования, достаточно ясно выделяемые среди основной, вмещающей породы и образующиеся за счет концентрации первично рассеянных компонентов. В терригенных породах осадочных нефтегазоносных бассейнов наиболее распространены конкреции сульфидов железа (пирит, марказит) с размерами от долей миллиметра до первых сантиметров, а также карбонатные конкреции (см. выше) в двух основных проявлениях: известковистом ( $\text{CaCO}_3$ ) и железистом ( $\text{FeCO}_3$ ) со всеми промежуточными вариациями. Вертикальное сечение (толщина) первых может достигать 2-3 метров; вторые – обычно ограничиваются первыми десятками сантиметров. Принципиальная схема образования конкреций приведена на рис. 2.30.

Неравномерное уплотнение соседствующих различных по свойствам пород (например, глина – песок) может приводить к появлению трещин усыхания или синерезиса (гр. *synairesis* – сжатие, уменьшение). Их формирование хорошо видно на рис. 2.31. Следует отметить, что при рассмотрении вертикального среза такие трещины можно легко спутать со следами жизнедеятельности ихнофоссилий (см. п. 2.5). Вопрос легко разрешается при изучении поверхности наслоения (последнего среза).

Среди иных признаков достаточно специфичным является наличие **глауконита** и (или) **пирита**, хорошо определяемых по их характерному цвету – зеленому и металлическому желтому, соответственно. Их высокое содержание обычно связывают с морскими условиями. При этом, если повышенное содержание глауконита чаще всего соотносят просто с повышенной глубиной осадконакопления, то пирита – с резкой сменой обстановки, создающей геохимический барьер.

*Цвет* породы также относится к дополнительным признакам, поскольку для большинства терригенных пород характерна ахроматическая, от светло-серой до черной, окраска, почти исключительно зависящая от количества и степени измельченности органического материала растительного происхождения. Желтые и красно-коричневые оттенки обычно обусловлены наличием гидратов окиси железа, зеленые – его закисными соединениями; наличием хлорита, глауконита и пр.

Важным признаком является физическое состояние керна: к примеру, тонкая сланцеватость, нередко образующаяся после его хранения («дискование»); бугристый или раковистый излом и т. п. Очень важно определение трещиноватости, наличие зеркал скольжения. Поскольку это нередко затруднено, особенно при недостаточном его выходе – тем ценнее все сделанные определения.

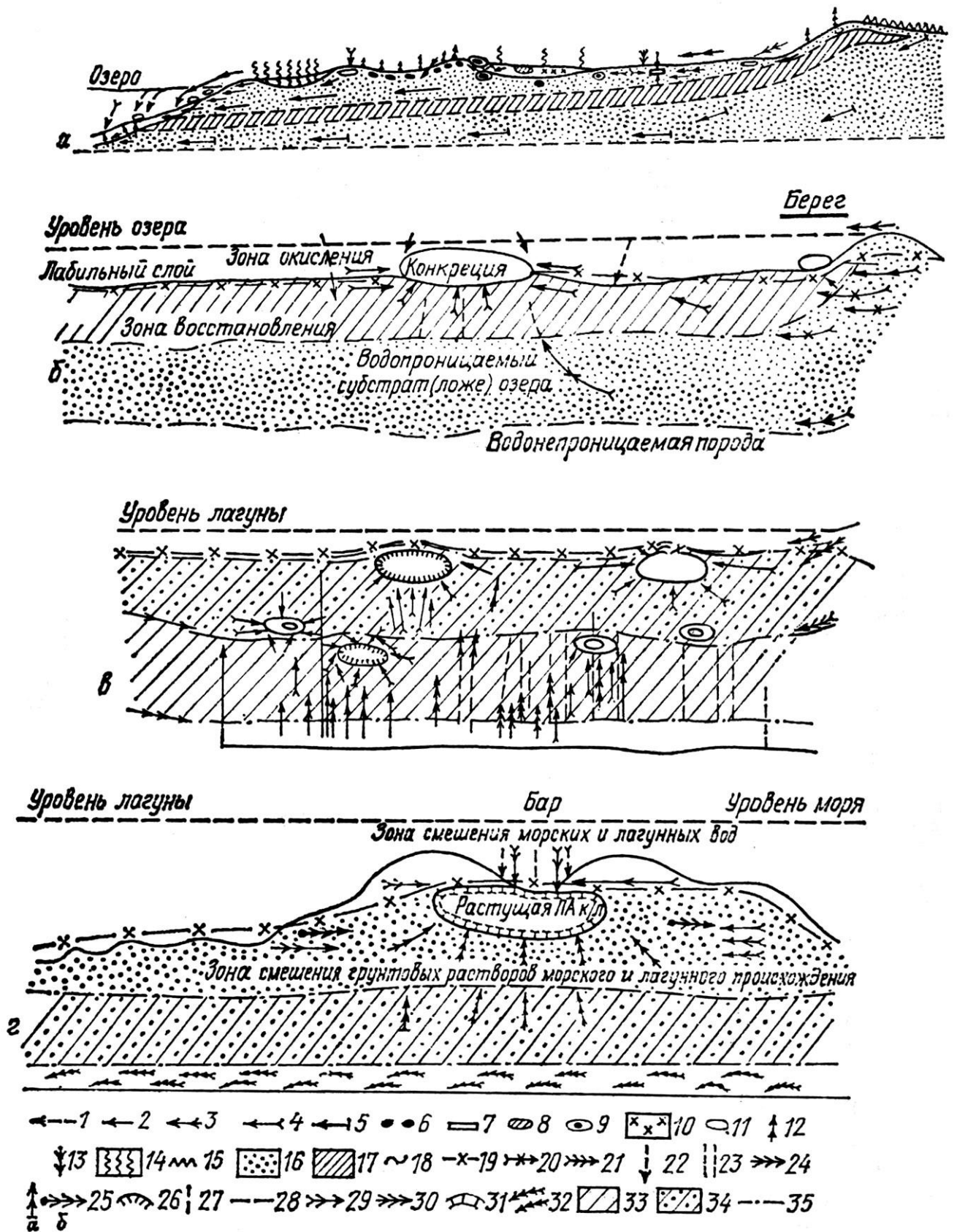


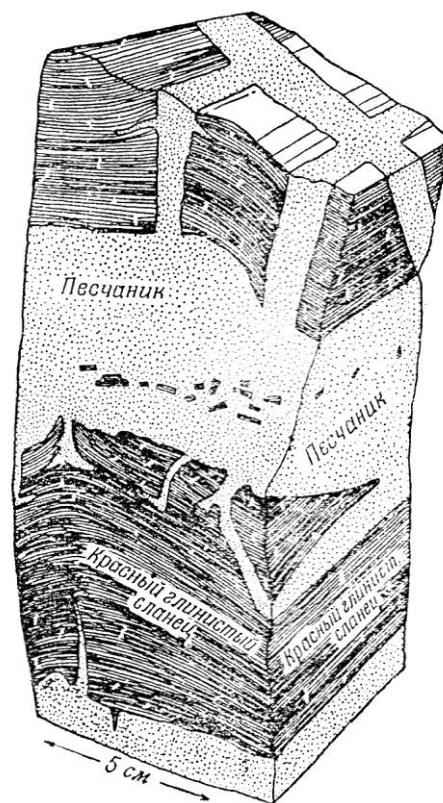
Рис. 2.30. Схемы образования конкреций в современных гумидных фа-  
 циях и в некоторых древних водоемах [17]:

*а* – схема расположения озерных, болотных и почвенных конкреций лесной зоны и путей миграции конкрецьеобразователей; *б* – предполагаемая схема некоторых условий роста современных озерных железистых конкреций; *в* – схема одного из этапов образования конкреций в глинистых донных илах Воркутской лагуны; *г* – предполагаемая схема формирования песчано-анкеритовых конкреционных линз и конкреций в баровом песке Воркутской лагуны в фазу перерыва седиментации в опресненно-лагунном цикле.

1 – направления садки солей железа из наддонной воды; 2 – пути инфильтрации грунтовых вод, относительно богатых Fe, CO<sub>2</sub> и HCO<sub>3</sub>; 3 – пути потоков поверхностных вод; 4 – господствующие направления диффузии конкрецьеобразователей (на *б* и *в* – Fe, на *г* – Ca, Mn, Fe); 5 – инфильтрация грунтовых болотных вод, богатых гумусом и CO<sub>2</sub>, но бедных Fe; 6 – ортштейны; 7 – ортзанды; 8 – болотный сидерит; 9 – болотный бурый железняк; 10 – вивианит; 11 – озерные железистые конкреции; 12 – суглинки и супеси с еловым лесом; 13 – лес на песчаных, но слабодренированных почвах; 14 – низинный торфяник; 15 – верховой торфяник; 16 – водопроницаемый песчаный грунт; 17 – водонепроницаемый или слабоводопроницаемый грунт; 18 – поверхность осадка; 19 – господствующее положение окислительно-восстановительной границы; 20 – направления инфильтрации грунтовых вод через водопроницаемое ложе; 21 – направление грунтового потока в иле по уклону ложа; 22 – инфильтрация наддонных вод; 23 – корневые системы в иле, облегчающие инфильтрацию; 24 – направление диффузии и движения грунтовых вод; 25 – направление движения CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S (*а*) и боковая инфильтрация грунтовых вод с ионами Fe, Mg и Ca (*б*); 26 – концентрическая зона превращения бикарбоната в карбонат и осаждения карбоната; 27 – начало образования диагенетических трещин; 28 – наддонная вода (уровень); 29 – инфильтрация смешанных лагунных и морских вод; 30 – направления инфильтрации опресненно-лагунных вод в баровые пески и диффузии иона Fe; 31 – зона выпадения конкрецьеобразователя; 32 – погребенный торфяник; 33 – глинистые осадки; 34 – алевроито-глинистые осадки; 35 – контакты слоев. *ПА к/л* – песчано-анкеритовая конкреционная линза (мегаконкреция)

Рис. 2.31. Трещины усыхания в пенсильванской формации Уомсутта, Массачусетс [156, с. 232]

Заполненные трещины не позволяют судить, находятся ли пласты в нормальном положении, но некоторые, различающиеся по форме неполные трещины являются надежным указателем кровли пласта. Боковые и находящиеся в основании флянцы песчаных заполнений представляют материал, намытый в боковые полости, которые возникли при слабом искривлении кверху слоев глинистого сланца около первоначальной трещины. В нижнем левом углу образца тонкая жилка песчаника оканчивается кверху в сланце. Главный слой песчаника содержит тонкую зону обломков глинистого сланца – свидетельство того, что одновременно с песком был отложен также тонкий слой ила; затем последний растрескался и распался, а обломки были захвачены утолщающимся слоем песка





## 2.7. Контакты слоев и перерывы в осадконакоплении

Характеристикой контакта между выделенными слоями описание слоя (образца) не только завершается, но и *закрывается*, возвращая литолога к начальной, исходной процедуре их выделения. Тем самым этот важнейший признак относится к конститутивным, и его значение весьма велико при определении фации.

В модельном виде можно выделить четыре типа соприкосновения двух слоев: 1) контакт размыва; 2) контакт резкий; 3) контакт отчетливый и 4) постепенный переход, в котором выделяется два подтипа: а) непосредственный и б) через переходную зону. В схематическом виде это изображено на рис. 2.32. Следует учитывать, что четкими контактами чаще фиксируется верхнее положение более грубозернистой породы, хотя это наблюдается далеко не всегда. Весьма важно, что при однородной размерности частиц на значительном интервале внутри него может меняться текстура породы или другие признаки (вариант В на рис. 2.32). Это подтверждает необходимость особо тщательной оценки изменения признаков при выделении слоев повышенной мощности.

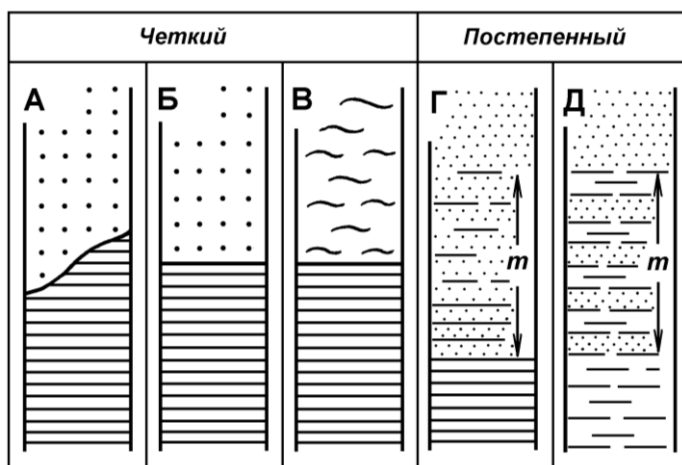


Рис. 2.32. Характеристика основных видов контактов, показанных разными знаками (условно: точки – песчаники, линии – алевролиты и аргиллиты):

А – резкий, между совершенно разными типами пород (при налегании грубозернистых осадков на тонкозернистые фиксирует эрозию); Б – резкий, между существенно отличающимися типами пород, но без явно выраженных следов перерыва; В – отчетливый, между близкими типами пород (часто

по изменению текстуры в одном гранулометрическом типе); Г – постепенный, при плавном переходе близких типов в интервале *m*; Д – через переслаивание разных типов в интервале *m* (для породы – ритм)

Наблюдения над непосредственными контактами в керне скважин часто затруднены в связи с их заведомой ослабленностью в механическом отношении. Тем более ценна каждая находка четко выраженного контакта между слоями, позволяющая получить сведения об их *парагенезе*.

С определением контактов теснейшим образом связано и рассмотрение *перерывов* в осадконакоплении. Обилие скрытых перерывов или диастем (греч. diastems) в кажущихся непрерывными осадочных толщах впервые показано Дж. Барреллом (Barrell, 1917). Оно является объектом тщательного изучения по косвенным признакам, сродни детективным расследованиям, поскольку ненаблюдаемые, незакрепившиеся в разрезе слои – суть фантомы (фр. fantôme – призрак). Следует различать внутрислоевые и межслоевые

диастемы. Первые нередко обусловлены прерывисто-поступательным перемещением терригенного материала, а вторые – фиксируют как перемены ранее накопившихся отложений, так и перерывы в накоплении осадков.

В качестве иллюстрации к перечисленному приведем сканированное изображение образца, отобранного из угленосных отложений буланашской свиты (Буланаш-Елкинский район восточного склона Урала) (рис. 2.33, А). На его изображении Б выделено 6 серий слойков толщиной от 5 мм до 2 см каждая и в целом 6,5 см. При этом общая наблюдаемая мощность значительно меньше седиментологической по двум четко выраженным причинам.

*Первая* причина особенно хорошо видна для 4-й серии слойков, что показано соответствующими стрелками. При продвижении осадконакопления справа налево, на площади, ограниченной размерами образца, накопилось 5,8 см осадков ( $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5$ ). Это в три раза больше наблюдаемой «геологической» мощности серии ( $S_1 - S_2$ ), составляющей 2 см. Данный механизм впервые описан Т. Чемберленом 100 лет назад (Chamberlin, 1914), и использован Д. В. Наливкиным для описания несоответствий в генетических и картируемых мощностях некоторых осадочных толщ [90].

*Вторая* причина показана посредством реконструкции фрагмента, приведенного в еще более увеличенном масштабе (рис. 2.33, В). Здесь для границ 2-й и 3-й, а также 3-й и 4-й серий показаны выпавшие из наблюдаемого разреза, «сбритые» вышележащими сериями (интервалы  $d_1, d_2$ ), которые и являются собственно диастемами. Этот механизм образно назван Ю. А. Жемчужниковым «подбриванием голов», имея в виду срезание отрастающих волос в соответствии с тогдашними представлениями о стрижках «бокс» и «полубокс». Впрочем, актуальность этого «парикмахерского» определения подтверждена сегодняшними «ирокезами».

На рис. 2.34 приведена обобщенная, модельная схема формирования контактов слоевых единиц.

Перерыв между слоями 1 и 2 на рис. 2.34 соответствует контакту типа А на рис. 2.32, а между слоями 2 и 3 – типу В. В целом, с учетом широкого проявления как внутрислоевых, так и межслоевых диастем, их непременно следует учитывать при оценке столь важного признака, как парагенез фаций (см. выше). Он безусловно значим для постепенных переходов (контакты Г и Д на рис. 2.32, а также контакта В при перерыве относительно небольшой длительности). Последнее относится и к контакту Б, но при условии сохранения общей палеоландшафтной ситуации. При ее существенном изменении, что особо присуще контакту А (см. рис. 2.32), признак парагенеза может оказаться несостоятельным, и его целесообразно исключить из рассмотрения, в любом случае не относя к конститутивным.

Последним аспектом мы выходим уже «за рамки» констатации признаков пород, переходя к их генетической интерпретации. Для завершения как характеристики контактов, так и диагностических признаков в целом обратимся к оценке контактов, реализуемых в виде перерывов, и важных не только для стратиграфии [89]. Так, неровный по форме контакт, часто

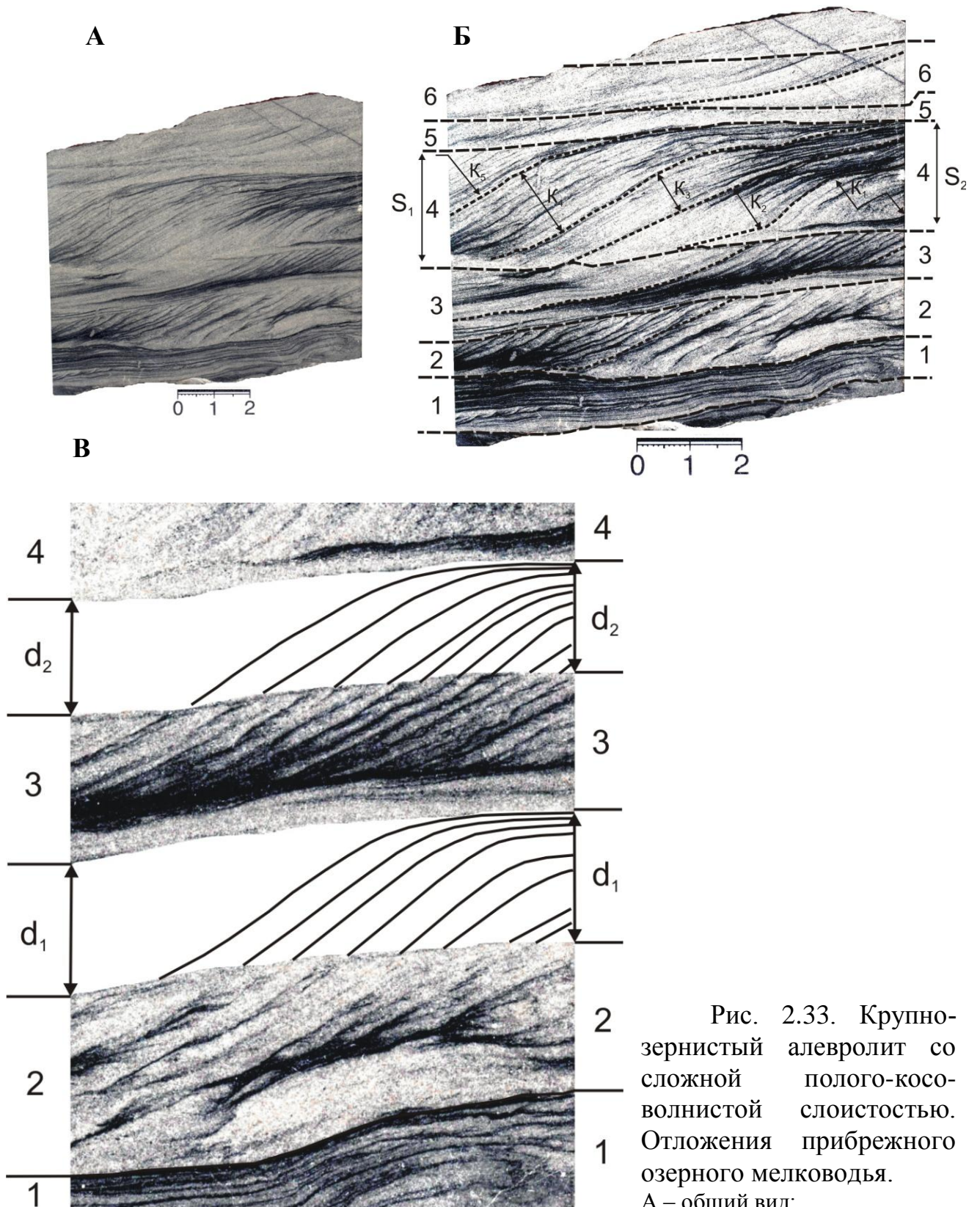


Рис. 2.33. Крупно-зернистый алевролит со сложной полого-косо-волнистой слоистостью. Отложения прибрежного озерного мелководья.

А – общий вид;

Б – увеличенное изображение с выделенными сериями слоев (1-6). Стрелками  $k_1-k_5$  показана «накопленная» седиментологическая,  $s_1-s_2$  – наблюдаемая толщина 4-й серии; В – реконструкция первичных седиментационных структур. Для серий 2 и 3 показана первичная конфигурация слоев, которые отчетливо наблюдаются в сохранившемся виде в серии 4 (см. Б). При активизации несущих потоков вышележающие серии *срезали* ранее накопившиеся отложения, определяя перерывы в закрепленном разрезе, или диастемы ( $d_1, d_2$ )

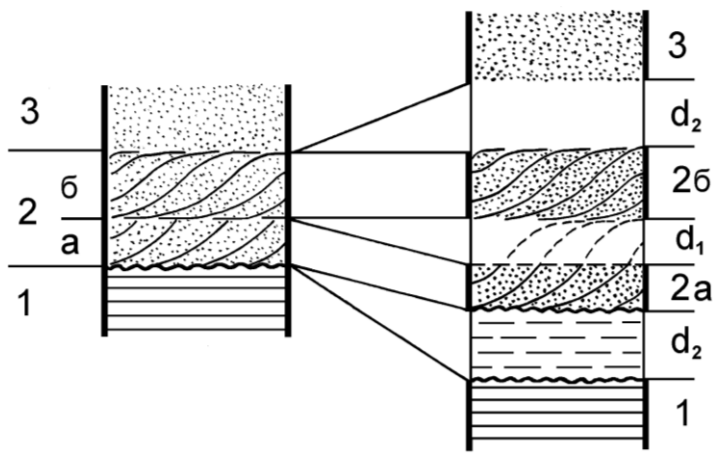


Рис. 2.34. Схематическое изображение соотношения слоев и разделяющих их перерывов (диастем):

слева: чередование слоев: 1 – горизонтальнослоистый алевролит; 2 – косослоистый песчаник с двумя сериями слоев (а, б); 3 – массивный песчаник;

справа: «развертка» во времени последовательности накопления осадков;

$d_1$  – внутрислоевая диастема, показанная посредством «реставрации» серии косых слоев 2а в конфигурацию, аналогичной серии 2б («подбравание голов», по выражению Ю. А. Жемчужникова);  $d_2$  – межслоевые диастемы, обусловленные размывом накопившихся перед этим слоев (контакт слоев 1 и 2; размывы слоев – штрихи на правой колонке) и отсутствием осадконакопления (контакт слоев 2 и 3)

подчеркиваемый следами жизнедеятельности биоорганизмов, обычно рассматривается как перерыв твердого дна (англ. *hardground*): рис. 2.35. Взмучивания нижележащих слаболитифицированных осадков, с их незначительными перемещениями, напротив, характеризуются как перерывы мягкого дна (англ. *softground*): рис. 2.36.

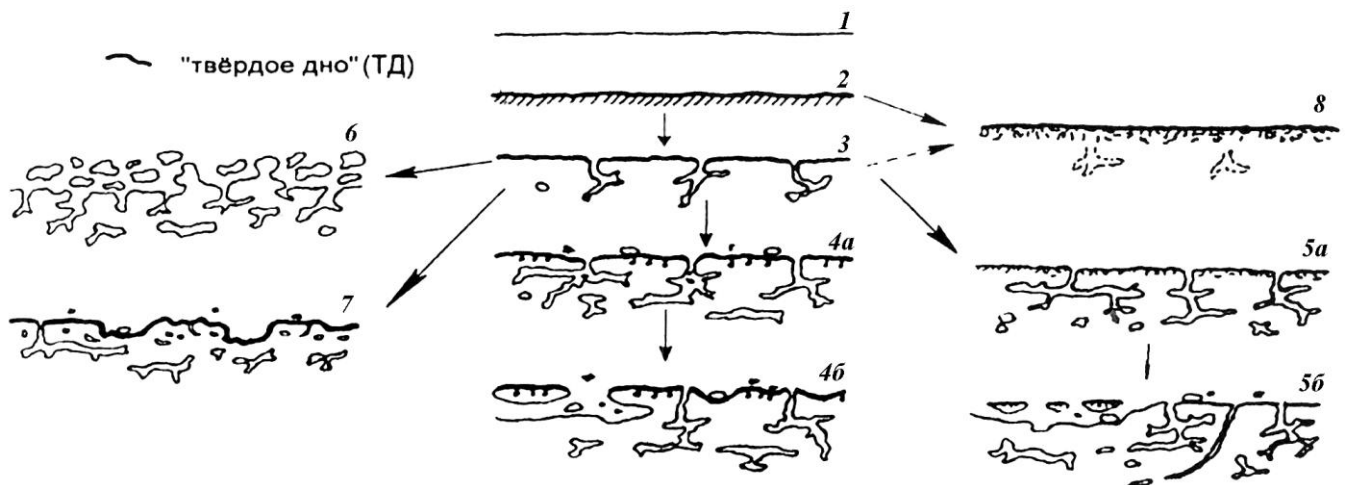
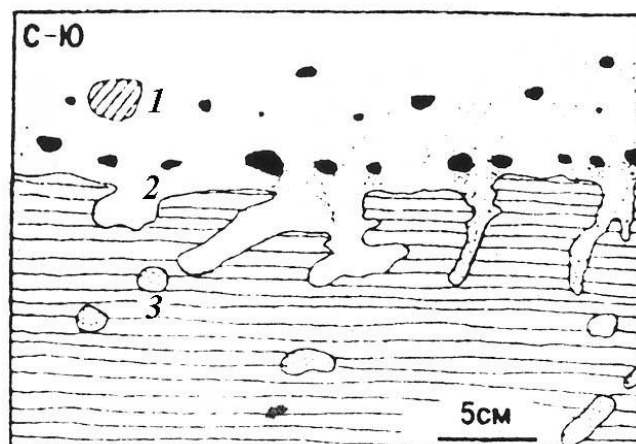


Рис. 2.35. Стадии развития «твердого дна» (ТД) (Найдин, 1987, по [24, с. 29]): 1 – поверхность ненакопления; 2 – начальная стадия развития ТД, незначительная литификация, часто с ожелезнением (на последующих рисунках не показано); 3 – появление нор талассиноидных раков (Т); 4а – дальнейшая литификация ТД и развитие нор Т; появление сверлений камнеточцев на поверхности ТД; в осадках над поверхностью ТД – фосфориты; 4б – частичный размыв ТД (показан слева); 5а – дальнейшая литификация ТД и развитие нор Т; 5б – частичный размыв ТД (левая половина рисунка); норы неизвестных организмов; 6 – предполагаемый размыв ТД с образованием псевдобрекчии; 7 – развитие неровной поверхности ТД с ее частичной фосфатизацией; мелкие норы, либо Т, либо неизвестных организмов; в покрывающих осадках – фосфориты и слабоокатанные и иссверленные обломки нижележащих пород; 8 – кровля ТД на глубину 5-7 см пронизана ходами мелких организмов (червей?)

Рис. 2.36. Сочетание перерывов типа мягкого дна (МД) с фосфоритовыми гальками одной генерации (2) на границе глауконит-кварцевых песчаников и глин верхнего альба, г. Ульяновск [24, с. 60]:

1 – лимонитизированные конкреции пирита;  
2 – поперечный срез нор инфавуны



Специальными работами по изучению сообществ ихнофоссилий предполагается возможность еще более дробного расчленения поверхностей контактов или типов дна: жидкого (soupground) – мягкого (softground) – уплотненного (stiffground) – плотного (firnground) – твердого (hardground) и скального (rockground). Два последних типа предусматривают непременно формирование перерыва или *поверхности ненакопления* (omission surface).

В целом, как и указано в начале п. 2.7, характеристикой контакта мы по сути вернулись к начальному этапу изучения разреза (скважины) – выделению слоев, что и было описано в п. 2.1. Повторим, что процедура выделения слоев зависит от комплекса как объективных, так и субъективных факторов. К первым, например, относится геологическое строение объекта, состояние изучаемого материала. Ко вторым – цели и задачи осуществляемых работ, методические рекомендации по их реализации. Укажем здесь лишь на то, что выполняемые работы по возможности должны осуществляться по методологически понятным и **одинаковым** принципам, что в первую очередь относится к последовательности установления и характеристики признаков.

### 3. ФАЦИАЛЬНЫЙ СОСТАВ ОТЛОЖЕНИЙ

Как уже отмечено выше, понятие «фа́ция», впервые использованное А. Грессли 175 лет назад, является одним из наиболее известных и одновременно – наиболее неоднозначных в геологии. В новом издании «Геологического словаря» прямо указано: «Поскольку термин фа́ция имеет множество значений, желательно при его использовании указывать, какие именно фации имеются в виду, например, осадочные, вулканические геохимические, метаморфические» [41]. Таким введением ограничений достаточно легко снимается общая многозначность используемого термина, что проиллюстрировано на рис. 3.1. (Кстати, следует учитывать и прямо противоположную ситуацию, когда чрезмерно зауженные смысловые поля зачастую перестают соответствовать реальному разнообразию наблюдаемых явлений.)

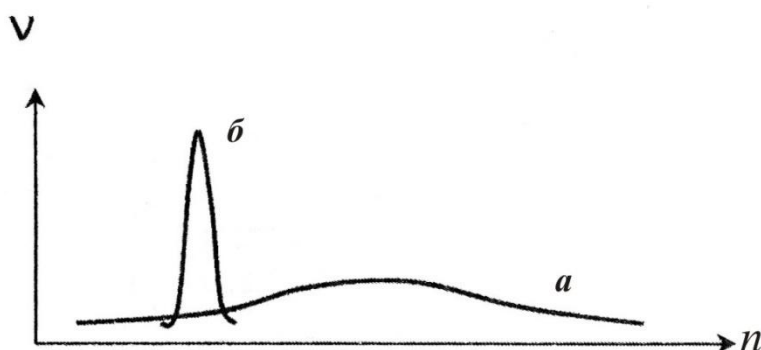


Рис. 3.1. Смысловое поле многозначного термина до (*a*) и после (*б*) его ограничения в контексте [13]:

*V* – частота использования термина, *n* – смысловой континуум

Существенные различия в понимании термина «фа́ция» берут начало в основополагающих работах самого А. Грессли («первородный грех», по образному выражению Н. Б. Вассоевича) и проанализированы во многих публикациях. Отметим здесь лишь обзорную статью Г.Ф. Крашенинникова, в которой, кстати, приведено 28 определений понятия «фа́ция» – от Гресслиевского 1838 г. до середины 1980-х гг. [65]. Но во всех без исключения случаях, в том или ином аспекте и (или) объеме речь идет о «площадной» или географической составляющей, т. е. о ландшафте (для древних фаций, соответственно – палеоландшафте), определяющем (s. l.) условия накопления тех или иных осадков.

#### 3.1. Классификации обстановок седиментации

Та или иная систематизация обстановок осадконакопления приводится в **любой** сводке по осадочным породам обобщающего вида. При этом большинству из работ, имеющих как авторский, так и сборный (коллективный) характер, присущи уже свои нюансы в представлении материалов.

В списке литературы приведен ряд обобщающих работ как отечественных, так и зарубежных авторов, посвященных фациям и фациальному анализу осадочных толщ [25, 64, 66, 71, 77, 87, 90, 97, 102, 106, 107, 110, 117, 133, 137, 140, 142, 144, 145, 146, 149, 163, 172, 173]. При этом в практике отечественных нефтегазолитологических работ, объектом которых являются терригенные толщи, в последние десятилетия обычно принято использовать сводки Г.–Э. Рейнека и И. Б. Сингха [110], а также коллективную монографию под редакцией Х. Рединга [97]. В этих изданиях (особенно в первом) дается подробная характеристика современных областей осадконакопления, опирающаяся на обильный фактический материал, в значительной части неизвестный русскоязычному читателю. На обширной базе большого массива сведений дается информация о древних или погребенных отложениях, обычно в предположительном виде. Различия в подаче материалов видны уже при сравнении основных глав указанных монографий (табл. 3.1).

Таблица 3.1

**Основные обстановки осадконакопления (с небольшими сокращениями и изменениями в порядке перечисления)**

Г.–Э. Рейнек и И. Б. Сингх [110]	«Обстановки...» под ред. Х. Рединга [97]
Гляциальная	Гляциальная обстановка
Речная	Аллювиальные отложения
Озерная	Озера
Пустынная	Пустыня
Дельтовая	Дельта
Прибрежные лагуны	Побережья с терригенной седиментацией
Приливно-отливная полоса	Побережья аридных зон и эвапориты
Побережье (пляж – шельф)	Мелководные моря с терригенной седиментацией
	Мелководные морские карбонатные обстановки
Континентальная окраина, континентальный склон и океанический бассейн	Пелагические фациальные обстановки
	Морские глубоководные терригенные отложения

Как видно из этих данных, разночтения касаются исключительно мелководно-морской области. Оценка причин данного состояния вопроса явно выходит за рамки нашей работы. Поэтому ограничимся приведением наиболее общей схемы обстановок седиментации (рис. 3.2), в которой дана развернутая эквиваленция (лат. *aequus* – равный + *valentis* – имеющий силу, значение) англоязычных и отечественных терминов. В ней опущены глубоководно-морские ландшафты (*deep-marine*), к которым относятся собственно турбидиты и пелагические глины, формировавшиеся в глубинах Мирового океана.

### 3.2. Базовые представления о фациальных исследованиях

Констатированные выше разночтения в понимании того, что же следует считать «фацией» (и, соответственно, фациальным анализом), делают необходимым оценить принципиальное состояние проблемы. Она может быть представлена в виде равностороннего треугольника (рис. 3.3), в вершинах которого помещены три основных вопроса (по аналогии с известным для российской действительности последних полутора столетий). 1. **Что** подразумевать под понятием «фация»? 2. **Как** ее устанавливать (выделять)? 3. **Зачем** (для чего) это нужно делать? Тем самым создается база для сужения понятия (см. рис. 3.1).

Каждая из трех перечисленных вершин достроена соответствующим, также равносторонним треугольником, призванным дать некоторый ответ на соответствующий вопрос. Остановимся на этих ответах по отдельности.

**Верхний** треугольник, обозначенный цифрой 1, помещенной в кружок, дает три основных варианта ответа на вопрос, что же понимать под фацией. Отметим, что поиску ответа посвящено огромное количество исследований. Среди них вновь сошлемся на статью Г. Ф. Крашенинникова [65]. Она выбрана нами, исходя из двух позиций. Во-первых, в ней дано 28 определений самого понятия «фация» – от приведенного А. Грессли и И. Вальтером до представленных в работах второй половины XX в. Во-вторых, эта статья написана, по всей видимости, *последним* литологом, отстаивающим *стратиграфическое* (s. l.) направление в выделении и характеристике фаций. Не пересказывая сути статьи, приведем центральный (естественно, на наш взгляд) вывод из сделанного Г. Ф. Крашенинниковым заключения: «Практически закончилась дискуссия о значении метода актуализма в учении о фациях и о том, что в понятии о фации *сочетаются* (курсив наш. – В. А.) вещественная и генетическая стороны. Сейчас усилия исследователей направлены на по возможности полное использование актуалистического метода и использование *диалектического* (курсив наш. – В. А.) характера самого понятия о фациях» [65].

Пытаясь «математизировать» геологию на базе *формализации* основных понятий, Ю. А. Воронин и Э. А. Еганов так подошли к определению фации: «1) фация – это свойство отложений (класс тел); 2) фация – это изменение свойств отложений (производная от свойств по координатам);...3) понятие «фация» основано на понятии о бинарных отношениях смежных и разновозрастных геологических тел» [38, с. 12]. С. И. Романовский добавил к ним еще один вариант: «4) обстановки осадконакопления (см., к примеру, морскую литоральную, морскую пелагическую и другие фации А. Грессли)» [112, с. 20-21]. Как видно, 1-е определение по большей части относится к породе как геологическому телу, 4-е – к «умозрительной» обстановке, а 2-е и 3-е – парагенезу или соотношению некоторых объектов. Не принимая во внимание требования к их разновозрастности (см. выше), можно полагать дуалистическое понимание фации, которое и отображено в поле верхнего



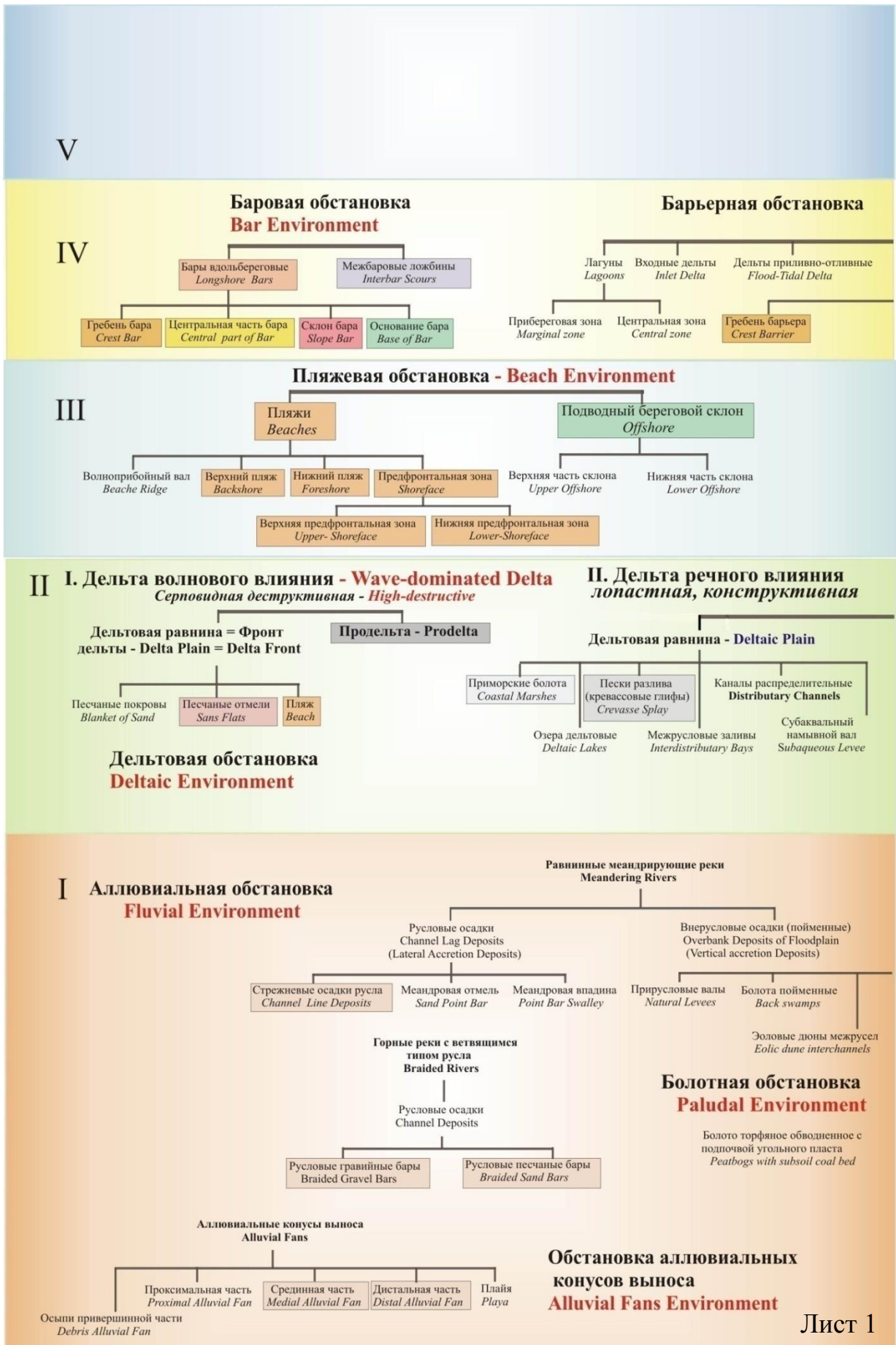
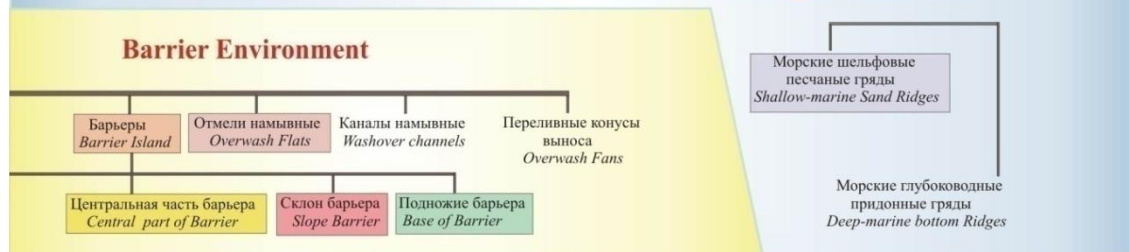


Рис. 3.2. Сводная схема обстановок седиментации

## Обстановка седиментации шельфовых песчаных гряд Shallow-Marine Sand Ridge Environment



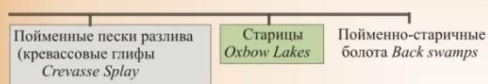
### Fluvial-dominated Delta high constructive delta



### III. Эстуариевая деструктивная дельта Tide-dominated Delta - High-destructive delta



- I - Континентальные обстановки
- II - Переходные (транзитные) обстановки
- III - Прибреговые обстановки
- IV - Мелководноморские обстановки
- V - Морские обстановки



### Озерная обстановка - Lacustrine Environment



Лист 2

и фаций гумидного климата [146]

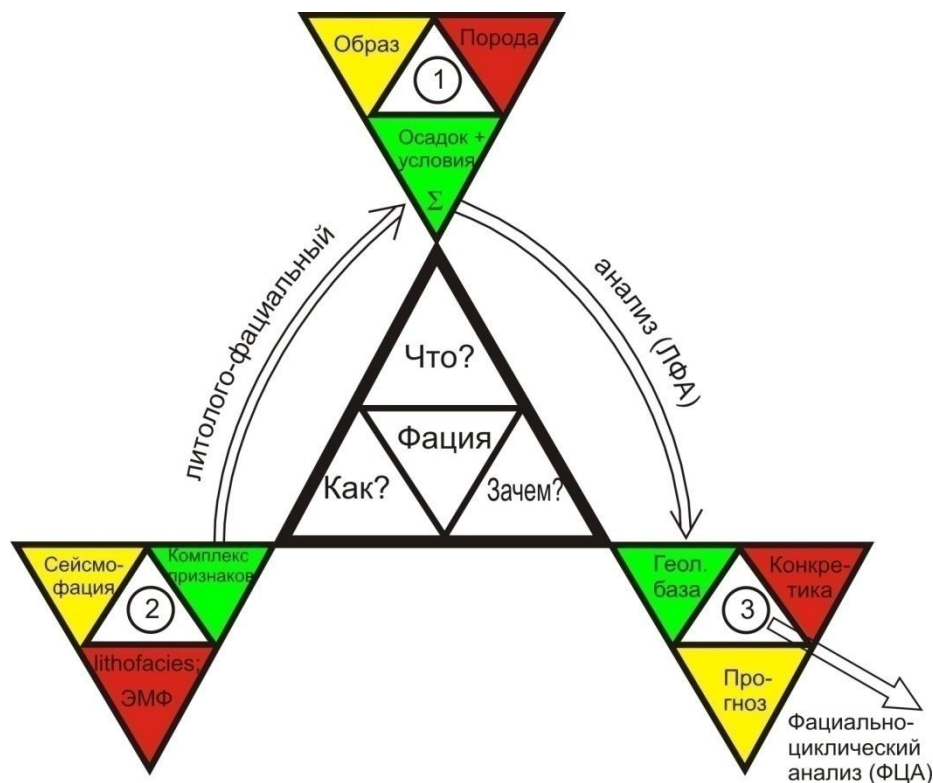


Рис. 3.3. Фациальные исследования в различных вариантах их реализации (пояснения в тексте)

треугольника на рис. 3.3. Сразу же отметим практицизм англоязычных геологов, разделяющих указанную дуалистичность толкования «фация» посредством выделения собственно обстановки (*environment*) и пород с признаками ей присущими (*lithofacies*). Соответственно, это будут два верхних малых треугольника в треугольнике ① на рис. 3.3. Добавим, что определению «литофации» близко и понятие «ихнофации», о котором шла речь в п. 2.5.

Не продолжая далее этот экскурс, укажем, что в наших работах мы следуем «синтетическому» пониманию фации как условиям осадконакопления, реализованным (овеществленным) в изучаемых породах (нижнее поле в верхнем треугольнике). Оно лежит в основе фациально-циклического анализа (Ю. А. Жемчужников, Л. Н. Ботвинкина и др.), на базе которого и создан предлагаемый Атлас.

**Нижний слева** на рис. 3.3 треугольник, обозначенный цифрой ②, построен применительно к потребностям и на реалиях нефтегазовой литологии. Соотношение показанных понятий относится по существу к методике работ, то есть определяет способ установления фации. Под *сейсмофацией* понимается некоторое представление, охватывающее разрез до сотен миллисекунд и возрастной диапазон до нескольких миллионов лет. При этом «Их выделение основывается на *визуальном* (курсив наш. – В. А.) анализе сейсмической записи и количественных сейсмических параметров, входящих в систему прогнозирования геологического разреза» [154, с. 77]. В данном случае понятие «фация» по существу используется буквально дословно (лат. *facies* - лицо, облик). По сути, предлагаемая модель априорно представляется артефактом,

и в задачу последующих работ входит именно верификация используемой модели, которая может осуществляться тем или иным способом, а может и ограничиться принятием на веру.

В этом же треугольнике под аббревиатурой ЭМФ понимаются *электрометрические модели фаций*, устанавливаемые по широко известной методике В. С. Муромцева [88] (за рубежом для этих целей обычно используются кривые естественной радиоактивности [172]). Не вдаваясь в дискуссию о правомерности данной методики, отметим, что при отсутствии керна данные по геофизическим исследованиям скважин (ГИС) – единственное, чем может располагать литолог в реконструкции как состава, так и генезиса пород. Иное дело, *как* именно к этому подходить – к примеру, в работе [80] приведен положительный пример *комплексного* подхода к использованию ГИС для фациальной реконструкции. Подчеркивая обязательность верификации построений (желательно на керновом материале) авторы статьи предложили формулу для определения фации, имеющую следующий вид:

$$\text{ФАЦИЯ} = a + b \cdot \text{ГГК-П} \pm c \cdot \Delta T \pm d \cdot \alpha_{\text{ПС}} \pm f \cdot \Delta J_{\text{ГК}} \pm g \cdot \text{WN},$$

где  $a, b, c, d, f, g$  – подбираемые коэффициенты, минимизирующие различия между фактическими и экспериментальными данными, а  $\text{ГГК-П}$ ,  $\Delta T$ ,  $\alpha_{\text{ПС}}$ ,  $\Delta J_{\text{ГК}}$  и  $\text{WN}$  – параметры, снимаемые с ГИС.

Нетрудно заметить, что именно такой подход тесно смыкается с методологией фациально-циклического анализа, в которой фация устанавливается по *комплексу признаков* (см. рис. 3.2). Особо отметим, что как в сейсмостратиграфии, так и в скважинной геофизике, превалирует дедуктивный подход исследования. Наши же построения идут по строго индуктивному пути, что четко заложено в самой методологии выполняемых работ [2, 53, 127].

Наконец, **нижним справа** (кружок ③) треугольником завершается «жесткая» конструкция всей системы, изображенной на рис. 3.3. В нем же заключается ее целеполагание в целом. Действительно, если бы в фациальных исследованиях не содержалось особого смысла, либо они не имели бы практического наполнения и т. п., то к ним, скорее всего, и не обращались бы на протяжении более полутора столетий, и особенно в наше, прагматическое время. Одновременно с этим соображением отметим, что при помощи собственно фациальных реконструкций и построений ни одного сколько-нибудь значимого месторождения (в том числе нефтегазового) не открыто. Тем самым оформляется некоторый диссонанс. В чем-то он похож на двуединый подход в определении самого понятия «фация», что было описано выше и показано в треугольнике ① на рис. 3.3.

Для ответа (пусть приближенного) на поставленный третий вопрос: «зачем?», вновь прибегнем к понятиям, приведенным на рис. 3.3. Если «образ» в верхнем треугольнике ① легко сопоставить с «сейсмофацией» в треугольнике ②, то остается транслировать его на «прогноз» в треугольнике ③. Это собственно и выполняется при сейсмостратиграфических (s. l.) построениях. Иное дело – эффективность таких реконструкций, имеющих чисто дедуктивный характер, но оценивать ее здесь мы не будем. Под «конкретикой»

в том же треугольнике ③ прежде всего подразумевается выход на петрофизические характеристики коллекторов, с учетом их фациальной принадлежности. К примеру, в статье [148] осуществлена увязка типов коллекторов, выделенных посредством расчета параметра FZI (Flow Zone Indicator), с фациями, установленными посредством «классического» литолого-фациального анализа. В результате «... сформирована единая система литогенетических типов пород для ... зоны нефтегазонакопления» [148]. В целом перечисленное более присуще «западному», преимущественно прагматическому подходу, с отчетливым разделением понятий *environment* и *lithofacies* (см. выше). Не удержимся здесь от возможности очередной раз упомянуть об изначальной ограниченности использования только одного параметра ГИС для установления генезиса отложений (см. выше).

С нашей точки зрения, главная значимость фациальных исследований кроется в создании необходимой *геологической базы* или (иначе) *модели*, позволяющей решать многие геологические задачи (см. рис. 3.3). Для оценки уровня их реализации дадим нестрогую систематику методов, представленную в табл. 3.2. Особо отметим, что из этих данных отнюдь не следует «жесткая» привязка перечисленных методов соответствующему уровню. Напротив, ФЦА является в принципе самодостаточным, включая в себя ЛФА и решая задачи ФА. В то же время самодостаточными можно считать и оба других: к примеру, можно остановиться на уровне литолого-фациальных исследований какого-то локального участка разреза либо сразу начинать с формационных обобщений для существенного по своему объему объекта.

Таблица 3.2

**Ранговая шкала структурных единиц Земли и методы фациальных исследований**

Уровни		Объекты (структурные единицы)	Эмерджентное свойство	Метод изучения (анализ)
группа	ранг			
Формационная	6	Формационные комплексы		
	5	Геоформации	Единство палеогеографических условий и геотектонической обстановки	Формационный (ФА)
	4	Наборы (комплексы) пород: циклы	Направленность смены типов пород (фаций)	Фациально-циклический (ФЦА)
Минеральная	3	Породы	Устойчивое сочетание минералов	Литолого-фациальный (ЛФА)
		Фации	Ландшафт (сочетание факторов)	
	2	Минералы		

Переходя к вопросам моделирования геологических процессов (а фаціальний анализ является, несомненно, одним из важнейших путей этого подхода), обратимся к **зет-системе** (Z-системе) Ю. А. Косыгина и В. В. Соловьева, названной так по своей характерной форме [63]. Не останавливаясь на ней детально, процитируем автора, видного тектониста (!): «Реконструкции геологического времени (создание ретроспективных моделей – В. А.) ... основываются на принципе последовательности напластования, являющемся частным выражением принципа актуализма» [63, с. 43]. Собственно зет-система показана на рис. 3.4, А.

Далее Ю. А. Косыгиным указано: «С получением новых данных ... прогнозная модель дополняется и изменяется» [63, с. 45]. К этому бесспорному положению, обязательному для моделирования в целом (включая и возможный отказ от модели), добавим еще один, очень важный аспект. Предлагаемая модель должна удовлетворять требованию *принципиальной эмпирической проверяемости*, что четко сформулировал С. И. Романовский именно на примере фаціальных исследований [112, с. 30].

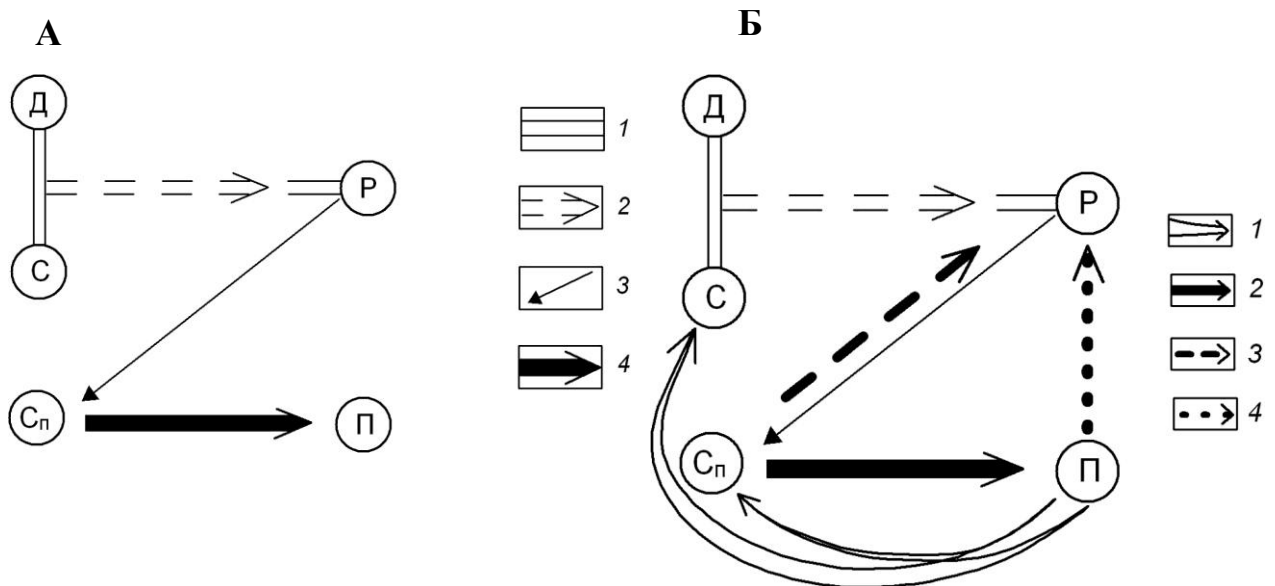


Рис. 3.4. Системный подход к ретроспективным реконструкциям:

А – зет-система [63, с. 44]: С – квазистатические системы; Д - динамические системы, Р – ретроспективные системы; Сп – прогнозные модели квазистатических систем; П - практический результат;

1 - сравнение по распространенной аналогии; 2 – построение ретроспективной модели по принципу актуализма; 3 – построение прогнозной модели; 4 – практическая реализация;

Б – верификация моделей зет-системы: 1 – общая проверка фаціально-циклического анализа на принципиально новом объекте, 2 – трансляция представлений о фаціальном составе отложений на новый, но принципиально схожий объект, 3 – детализация фаціального расчленения применительно к конкретному исследуемому объекту, 4 – «внутренняя» верификация результатов различными методами и способами

Данная необходимость постоянной «обратной» проверки производимых построений заложена в методологии фациально-циклических исследований, выполняемых в строгой индуктивной последовательности. В общем, модельном виде это показано на рис. 3.4, Б.

Небезынтересен «треугольный» облик создаваемых моделей:  $P \rightarrow C_{II} \rightarrow P$ , с замкнутым характером их верификации при фациально-циклических исследованиях. На последнее мы обратили внимание в работе [3, с. 137], связывая наличие системных моделей с явлением эквивиальности геологических процессов. Принцип *эквивиальности* (лат. *aequus* – равный), выдвинутый при изучении открытых биологических систем Л. фон Бергаланфи (Bertalanffy, 1962), означает способность достигать конечного результата независимо от нарушений начальных условий системы или же при различных начальных условиях (что в общем-то не одно и то же).

Нами такая последовательная и неукоснительная проверка фациальных реконструкций, в виде их верификации, разобрана в работах [121, 122]. Изучение глубокозалегающих нефтегазоносных комплексов Западно-Сибирского осадочного мегабассейна в виде тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района (НГР) позволило провести полную верификацию методологии фациально-циклических исследований по путям 3 и 4 (см. рис. 3.4, Б). Изучением неугленосных отложений викуловской свиты Красноленинского НГР реализована верификация этих работ по пути 2 (см. рис. 3.4, Б). Наконец, отдельные результаты изучения неокомских отложений Широкого Приобья позволяют предположить подобную положительную верификацию и по 1-му пути: именно этой цели и посвящен предложенный Атлас.

Еще раз вернемся к принципу актуализма, который мы анонсировали, цитируя Г. Ф. Крашенинникова [65] и воспроизводя зет-систему Ю. А. Косыгина (см. путь 2 на рис. 3.4, Б). «Рамочные» границы его использования впервые определены в решениях Всесоюзного литологического совещания 1952 г. [111] и освещены в детальной статье [9], поэтому отдельно на этом чрезвычайно важном вопросе останавливаться не будем. Укажем лишь, что в последние десятилетия наблюдается своего рода «рецидив» униформистских взглядов в виде прямого переноса представлений о современных процессах осадконакопления на реконструкцию древних палеоландшафтов. Последнее адекватно «навешиванию генетических ярлыков», по образному выражению В. Н. Шванова [151], что недопустимо смешивать с подлинными фациальными реконструкциями.

В завершение раздела приведем представления об основных понятиях, используемых в фациальных исследованиях (табл. 3.3). Они соответствуют исследованиям, проводимым в школе Ю. А. Жемчужникова [34, 54 и мн. др.], и апробированным нами на обширном материале терригенных отложений (см. выше).

Таблица 3.3

## Основные понятия, используемые при седиментологических реконструкциях

Термин	Определение термина	Чем определяется термин	Примеры названий	Примечание
Гранулометрический тип породы (Grain Type)	Порода с определенной размерностью и соотношением частиц	Размерностью преобладающих частиц и их соотношением	Песчаник мелкозернистый алевритистый	Всегда одна порода, которая может быть представлена бимодальным сочетанием двух типов (ритмит или ламинит)
Литологический тип породы или литотип	Порода с комплексом взаимосвязанных существенных признаков	Суммой конститутивных (вещественный, гранулометрический составы, текстура) и индикативных (ориктоценозы, конкреции и пр.) признаков	Песчаник крупнозернистый с косой однонаправленной слоистостью и включением грубых растительных остатков	Одна порода или 2-3, но очень близкие по составу и другим признакам
Литогенетический тип (Lithofacies; Lithotope)			Та же, с установленным генезисом: русел крупных равнинных рек	
Фация (Facies)	Отложения, сформированные в определенной физико-географической обстановке, выраженной в признаках этих отложений (осадок + условия)	Генетическими признаками пород и их взаимоотношениями, с учетом сведений об осадконакоплении в современных ландшафтах (актуалистический или сравнительно-исторический подход)	Фация песчаных осадков речного русла. Фация алевритовых отложений зоны морских течений	Обычно представлена несколькими литогенетическими типами (если они выделяются)
Обстановка седиментации (Sedimentary Environments)	Физико-географическая, динамическая и геохимическая обстановка формирования отложений (палеогеографическая)	Главным образом ландшафтами разных порядков (с учетом динамики среды отложения и других свойственных ей особенностей)	Речная долина. Прибрежное мелководье	Употребляется при описании ландшафта, в котором формируются отложения
Генетический тип (Genetic type)	Естественная группа отложений, связанных общностью процесса формирования	Преимущественно механизмом формирования конкретных пород или группы отложений	Аллювиальные отложения равнинных рек. Отложения мутевых потоков	Относится как к породам, так и к осадкам. Отражает механизм их формирования



### 3.3. Соотношения между признаками как понятийная база для фациальных реконструкций

Во второй главе были рассмотрены основные диагностические признаки пород. Их диагностика и лежит в основе распознавания фаций, что соответствует неперемому **индуктивному** подходу к решению данной задачи. Для более полного освещения данного пути постараемся перейти от преимущественно статической характеристики признаков к их динамическому взаимодействию. В какой-то степени это можно отразить на схеме, имеющей вид равностороннего треугольника, вершины которого соответствуют основным **конститутивным** признакам терригенных пород: размерности частиц ( $x$ ), их соотношению или сортированности ( $\sigma$ ) и текстуре, преимущественно - слоистости ( $T$ ) (рис. 3.5).

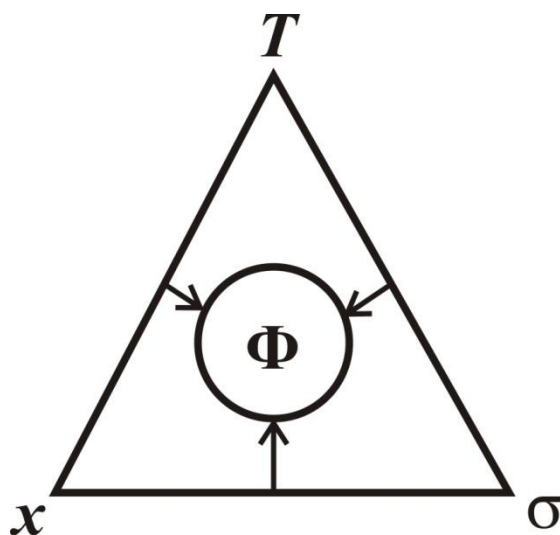


Рис. 3.5. Принципиальная модель, иллюстрирующая соотношение между конститутивными признаками пород и их значение для установления фации:

- $x$  – размерность частиц, слагающих породу (гранулометрический состав);
- $\sigma$  – соотношение фракций (сортированность);
- $T$  – текстура;
- $\Phi$  – фация

В предыдущем разделе мы уже констатировали, что только одним признаком (на практике чаще всего это размерность частиц) фация определена быть не может. Более того, этот параметр не дает основания установить даже литологический тип породы: см. табл. 3.3. В плане расшифровки неоднозначности и нелинейности изменения данного признака приведем известные и многократно описанные в литературе сведения по *динамике* изменения размерности частиц. Обычно они иллюстрируются диаграммой, впервые предложенной Дж. Вишером, и поэтому первое правило так и можно назвать **правилом Вишера**. Оно отчетливо следует из диаграммы, изображенной на рис. 3.6, и заключается в том, что в *гранулометрическом спектре чаще реализуются основные способы их транспортировки*.

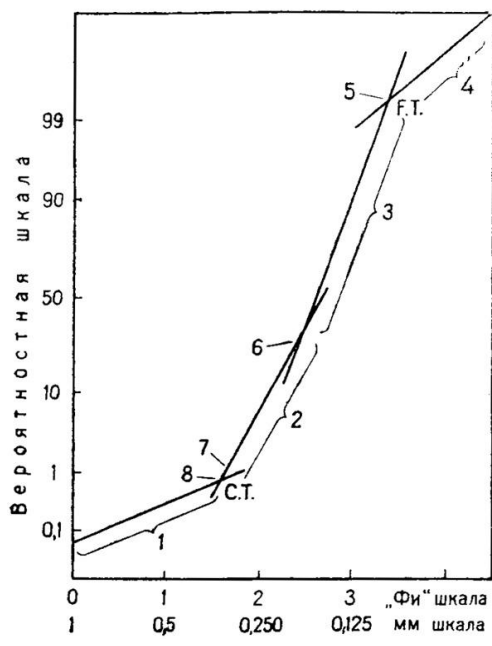
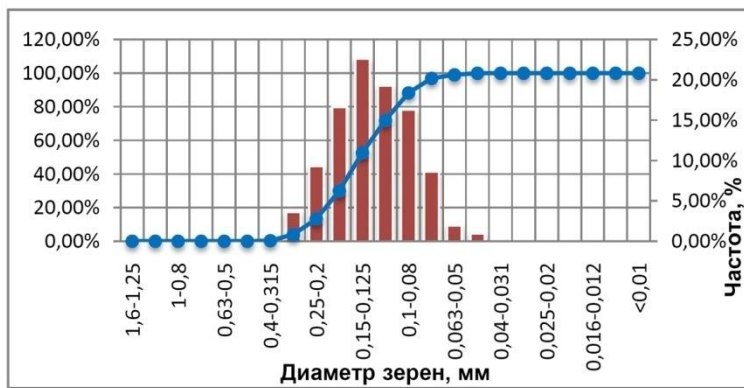


Рис. 3.6. Кривая гранулометрического распределения осадков на вероятностной шкале, видны различные субпопуляции, каждая из которых может быть увязана со способом транспортировки осадков. С. Т. – крайняя точка грубозернистого материала, Ф.Т. – крайняя точка мелкозернистого материала. По Вишеру [Visher, 1969] с изменениями [110]; см. также рис. 2.9:

1 – популяция осадков перекачивания; 2, 3 – популяция осадков сальтации; 4 – популяция взвеси; 5 – верхняя граница переносимого водой грубозернистого материала; 6 – граница намытых и смытых отложений; 7 – зона смешения осадков; 8 – граница 2 фи

Из этого правила, правда в неявном виде, следует еще одно, установленное Р. Вольфом в 1964 г. и описанное в известных работах С. И. Романовского [112] и В. Н. Шванова [150]. Оно заключается в **дефиците некоторых фракций, относящихся, в частности, к изменениям в способе переноса материала**. Визуально определить различия в содержании тех или иных фракций можно только при их весьма неравном соотношении (см. п. 2.3; рис. 2.7). Однако детальный гранулометрический анализ породы в лабораторных условиях, как правило, дает достаточно убедительную информацию о различиях в гранулометрическом составе, связанных с разными формами переноса частиц. Для песчаников викуловской свиты это разобрано в работах [122, 141]; пример приведен на рис. 3.7.

В наиболее контрастном и, как правило, достаточно легко определяемом уже визуальном виде соотношение резко различаемых фракций (это относится к рис. 3.7, в) определяется широко известным **правилом Хьюльстрёма**. Оно заключается в **наличии некоторого порогового значения** (наименьших скоростей, отвечающих частичкам 0,02-0,04 мм), **выше и ниже которого для размыва исходных частиц требуется бóльшая энергия потока**. Правило, установленное еще в 1935 г., изображено на рис. 3.8. Увеличение скорости потока для вовлечения в движения более тонкоразмерных частиц определяется необходимостью преодоления экспоненциально возрастающей силы сцепления между ними.

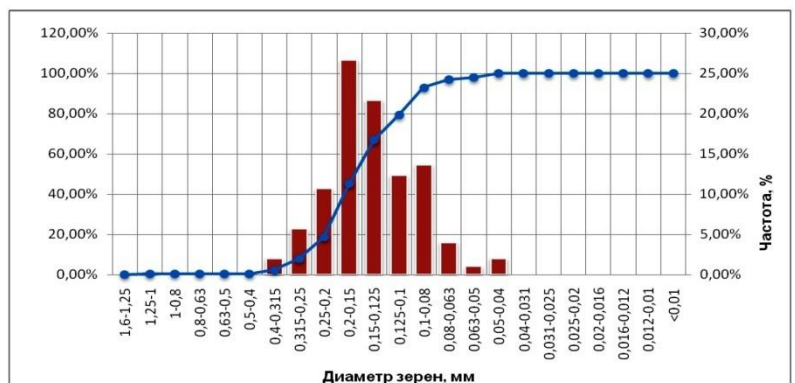


Размер фракции в мм	Частота, %	
0,4-0,315	2,00 %	
0,315-0,25	5,67 %	
0,25-0,2	10,67 %	
0,2-0,15	26,67 %	
0,15-0,125	21,67 %	
0,125-0,1	12,33 %	
0,1-0,08	13,67 %	
0,08-0,063	4,00 %	
0,063-0,05	1,00 %	
0,05-0,04	2,00 %	
Диаметр средний		0,145
Коэффициент сортировки		1,864
Коэффициент асимметрии		0,024
Экссесс		1,478
Песчаная фракция		0,970
Алевритовая фракция		0,030
Глинистая фракция		0,000
Диаметр медианный		0,149
Мода		0,128
Максимальный размер		1,077
Минимальный размер		0,043

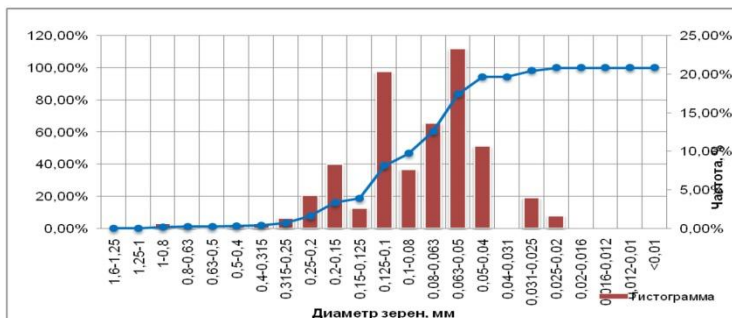
а

Размер фракции в мм	Частота, %	
0,4-0,315	0,33 %	
0,315-0,25	3,67 %	
0,25-0,2	9,33 %	
0,2-0,15	16,67 %	
0,15-0,125	22,67 %	
0,125-0,1	19,33 %	
0,1-0,08	16,33 %	
0,08-0,063	8,67 %	
0,063-0,05	2,00 %	
0,05-0,04	1,00 %	
Диаметр средний		0,128
Коэффициент сортировки		1,712
Коэффициент асимметрии		0,072
Экссесс		-0,358
Песчаная фракция		0,990
Алевритовая фракция		0,010
Глинистая фракция		0,000
Диаметр медианный		0,128
Мода		0,128
Максимальный размер		0,341
Минимальный размер		0,043

б



в



Размер фракции в мм	Частота, %	
1-0,8	0,67 %	
0,8-0,63	0,33 %	
0,63-0,5	0,00 %	
0,5-0,4	0,33 %	
0,4-0,315	0,67 %	
0,315-0,25	1,33 %	
0,25-0,2	4,33 %	
0,2-0,15	8,33 %	
0,15-0,125	2,67 %	
0,125-0,1	20,33 %	
0,1-0,08	7,67 %	
0,08-0,063	13,67 %	
0,063-0,05	23,33 %	
0,05-0,04	10,67 %	
0,04-0,031	0,00 %	
0,031-0,025	4,00 %	
0,025-0,02	1,67 %	
Диаметр средний		0,083
Коэффициент сортировки		2,637
Коэффициент асимметрии		-0,651
Экссесс		1,175
Песчаная фракция		0,603
Алевритовая фракция		0,397
Глинистая фракция		0,000
Диаметр медианный		0,071
Мода		0,071
Максимальный размер		0,955
Минимальный размер		0,020

Рис. 3.7. Гранулометрический анализ песчаников вилуловской свиты в шлифах (шкала –  $\log_{10}x$ : см. табл. 2.1):

а – мелкозернистый песчаник с относительно хорошей сортировкой материала;

б – мелкозернистый песчаник с двумя популяциями, вполне отчетливо выделяющимися на гистограмме и разделенными дефицитом фракций в диапазоне 0,125-0,15 мм. Направляется соответствие точке перегиба на диаграмме Дж. Вишера (см. рис. 3.6), определяющей два типа сальтации;

в – бимодальное сочетание алевритовой и песчаной составляющих, причем каждая из них, в свою очередь, представлена тоже двумя составляющими более низкого «ранга»: основные границы между ними подчеркнуты четкими дефицитами в содержании соответствующих фракций

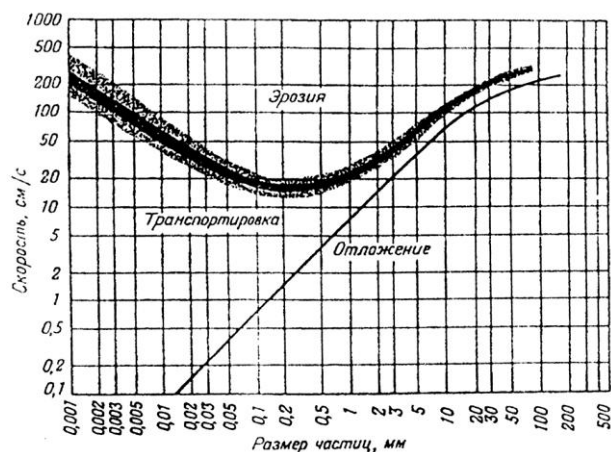


Рис. 3.8. Диаграмма Ф. Хьюльстрёма, отражающая эмпирически установленную зависимость размыва, транспортировки и отложения осадков в зависимости от размера частиц и скорости движения потока

Небезынтересно отметить высокую роль биотурбационных процессов в ослаблении связи между частицами осадка. Это неизбежно приводит к уменьшению необходимых критических скоростей для вовлечения их в процесс транспортировки.

Перечисленные правила относятся к основанию треугольника, изображенного на рис. 3.5, или стороне  $x - \sigma$ . Теперь перейдем к рассмотрению его вершины, обозначенной как текстура пород ( $T$ ).

Наиболее легко доступны визуальному восприятию такие специфические текстуры как **ритмиты**, относимые к особому текстурному типу **породы** ([33], см. п. 2.4). На рис. 3.9 изображен механизм формирования бимодального ритмита, связанный с приливо-отливным процессом. Правильная чередуемость условной пары «песок-ил» легко увязывается как с различиями в способе перемещения частиц (правило Вишера), так и с неизбежными дефицитами фракций, вызванными различиями в способах этого перемещения. Вызвано же это резко меняющимися силами сцепления частиц ложа осадконакопления, соответственно графику Хьюльстрёма. Таким образом, налицо тесная взаимообусловленность параметра  $T$  с показателями  $x$  и  $\sigma$ , в условиях их отчетливо **нелинейного** распределения.

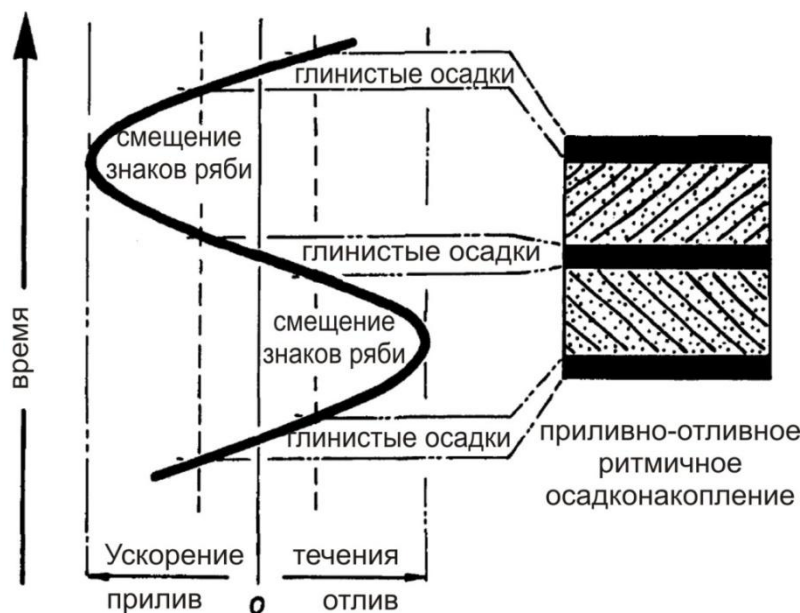


Рис. 3.9. Формирование приливо-отливного ритма (по Darymple et. al., 1991 [173]). Приведенный пример относится к одинаковой скорости течения в обоих направлениях. При ее неравновесности толщины песчаных слоев могут становиться неравными

Особенно наглядно специфичность механизма осадконакопления проявляется в условиях приливно-отливных течений, что подчеркивается двумя взаимосвязанными явлениями противоположного значения, описанными, в частности, в работе [115, с. 113, 114]. 1. Седиментационное запаздывание, когда при наибольшем (приливном) уровне воды взвесь при осаждении успева-ет переместиться ближе к берегу. 2. Эрозионное запаздывание, когда пелитовый материал, осажденный ближе к берегу, не размывается отступающей (отливной) водой планационно (срабатывает закон или правило Хьюльстре-ма). В это же время сносимый с прибереговой зоны материал концентрирует-ся в каналах или бороздах отлива. Пример такого канала приведен на раз-вертке образца (рис. 3.10).

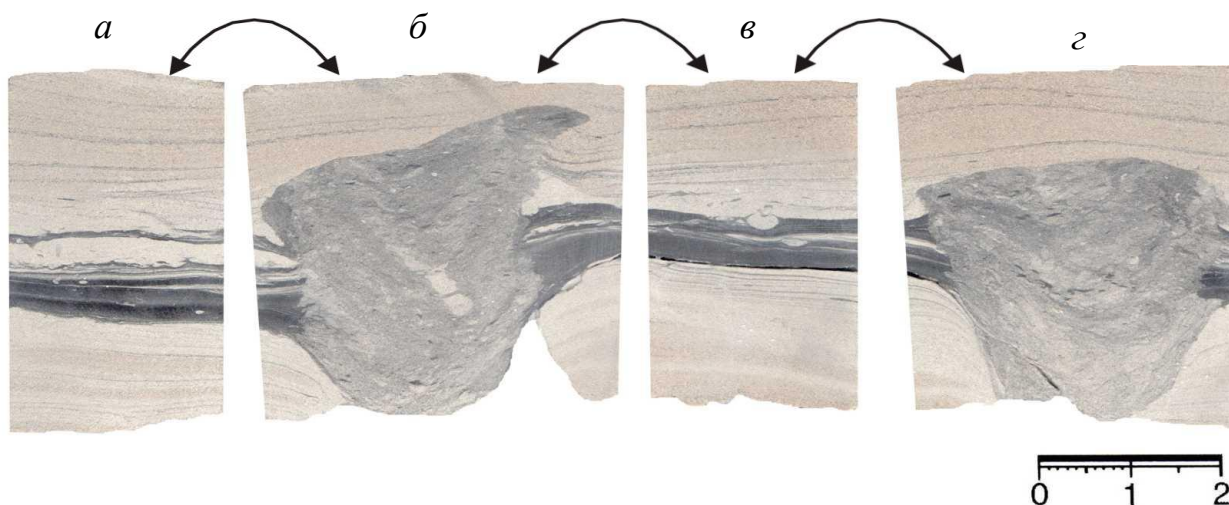


Рис. 3.10. Развертка образца, иллюстрирующего канал отлива, с его поперечным сечением на плоскостях *б* и *г*

Подчеркивая скачкообразный, пульсационный характер как протекания процесса (ов), так и его закрепления в осадках, обратимся к рассмотрению текстур, выраженных в слоистости.

Эта, одновременно и специфичная, и весьма распространенная форма реализации осадочного процесса, вполне соответствует стороне  $\sigma - T$  треугольника взаимосвязей признаков (см. рис. 3.5). Теперь перейдем к рассмотрению весьма важной стороны  $x - T$ . Для этого привлечем известную схему, приведенную на рис. 3.11. На ней отражены основные формы ложа потока и формирующихся структур, в зависимости от энергии потока и размера частиц. Энергия потока определяется числом Фруда ( $Fr$ ), которое является достаточно полезным и простым показателем, характеризующим гидродинамические условия потока:  $Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}}$ , где  $V$  – скорость течения;  $g$  – ускорение силы тяжести;  $h$  – глубина потока.

$Fr < 1$  характеризует спокойное течение с устойчивыми в нем формами ложа спокойного режима,  $Fr > 1$  - быстрый поток с устойчивыми формами ложа бурного режима течения. Из анализа уравнения Фруда, видно, что значение  $Fr > 1$  может быть достигнуто либо посредством увеличения скоро-

сти при сохранении постоянной глубины воды, либо путем снижения глубины воды при сохранении постоянной скорости течения (табл. 3.4). Понятно, что такие формы характерны либо для осадков активных русловых потоков, либо для условий морского мелководья. При этом предполагается, что быстрые течения ( $Fr = 1$  и  $Fr > 1$ ) встречаются только локально при глубине воды от нескольких миллиметров до нескольких метров [110].

Таблица 3.4

**Взаимосвязь между глубиной воды и скоростью потока при  $Fr = 1$  [110]**

Глубина воды, м	Скорость потока, м/с
0,01	0,31
0,1	0,99
1	3,12
10	9,90
100	31,32

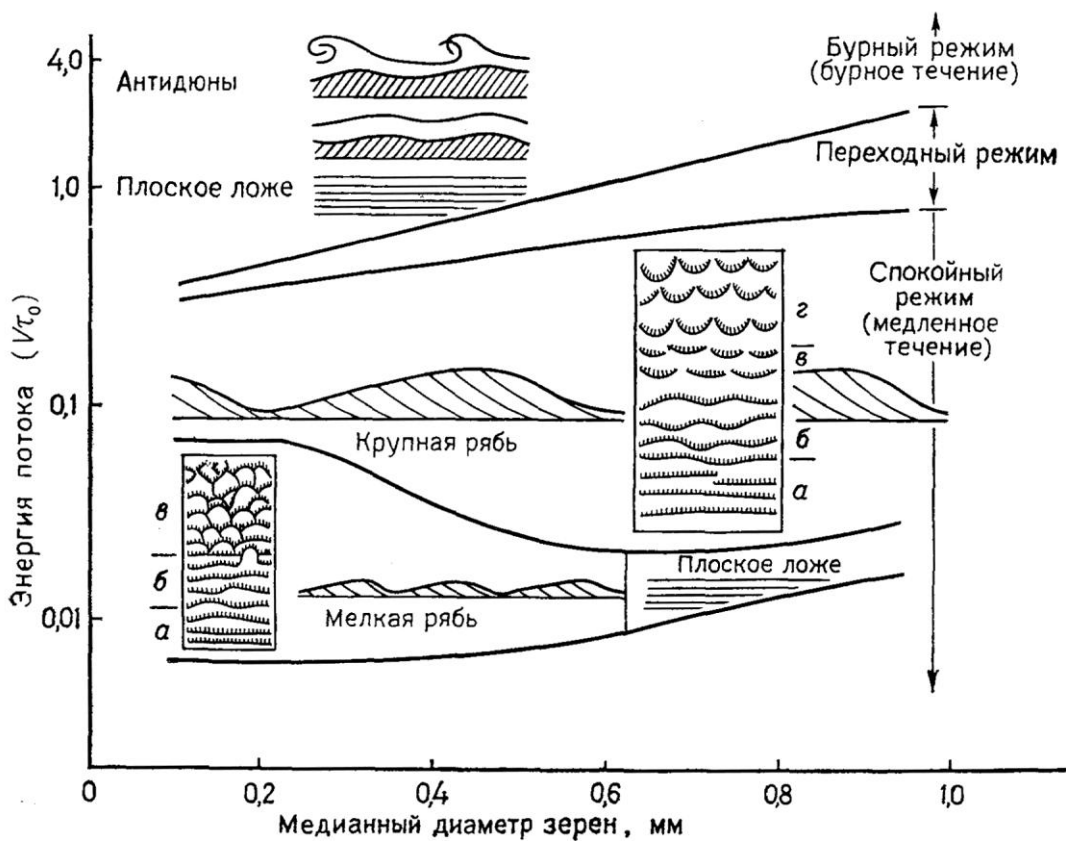


Рис. 3.11. Схематическое изображение различных форм ложа и их зависимости от размера зерен осадка и энергии потока. По данным Д. Симонса и др. (Simons e.a., 1965) и Дж. Аллена (Allen, 1968). Из [110]:

$a$  – рябь с прямолинейными гребнями;  $b$  – волнистая рябь;  $в$  – лингоидная рябь;  $г$  – луноподобная рябь. Гребни мелкой и крупной ряби становятся прерывистыми с увеличением энергии потока

Рассматривая признаки, размещенные в вершинах треугольника, и их соотношения по его сторонам (см. рис. 3.5), еще раз выскажем утверждение, которое уже было показано при описании общих принципов фациальных исследований (см. п. 3.2). Обстановка осадконакопления **принципиально** не может быть определена только по **размерности** частиц, слагающих породу (даже с учетом их соотношения). Это убедительно показано, например, С. И. Романовским, констатировавшим, что «генетические диаграммы (например, Р. Пассеги. – В. А.) с точностью до обстановок осадконакопления в палеогеографическом смысле не в состоянии решить ту основную задачу, ради которой они строятся» [112, с. 187]. Совершенно такое же заключение можно сделать и к детальным построениям электрометрических моделей фаций (ЭМФ), и к сейсмофациям, что частично было рассмотрено выше, в п. 3.2. Иное дело, что все перечисленные построения (т. е. реконструкции) оказываются небесполезны при общей оценке массива исходных данных, и особенно – при недостатке анализируемых материалов. Особенно это относится к объектам, исследуемым в нефтегазовой геологии, с острым дефицитом керна.

Иначе обстоит дело с **текстурным анализом**, о котором упоминалось уже в начале второй главы (см. п. 2.1; рис. 2.12). Текстурная характеристика породы, и прежде всего слоистость, вполне может быть положена в основу фациальных реконструкций. В отечественной литературе непревзойденными в данном отношении остаются работы Л. Н. Ботвинкиной [29, 31], несмотря на полвека, прошедшие со времени их выхода. Особо отметим, что значительно более важной во всех отношениях является монография 1962 г. издания [29]. В более широко известном издании 1965 г. [31], существенно адаптированном к запросам производства («полеви́ков»), вторая часть работы, содержащая текстурную характеристику разных фаций, сокращена почти вчетверо (!): с 260 до 70 страниц. Это следует обязательно учитывать тем, кто хочет воспользоваться работами Л. Н. Ботвинкиной при использовании литолого-фациального анализа.

Примеры использования текстур для фациальной диагностики отложений приведены в табл. 3.5 и 3.6. Достаточно отчетливо прослеживается высокое индикационное значение некоторых типов слоистости (особенно ряби) для распознавания конкретных обстановок осадконакопления. Однако в целом их следует оценивать в комплексе, с учетом частоты встречаемости того или иного типа.

Таблица 3.5

## Связь комплексов различных типов слоистости с отложениями разного генезиса [29]

Отложения			Континентальные								Морские													
			Отложения склонов			Речные		Водоемов и застойн. водоемов		Переходные		Прибрежные			Более глубоководные									
			Дельтовый	Конуса выноса	Сухие дельты	Русло	Пойма	Озера (внутренняя часть)	Болота	Лагуны	Подводной дельты	Бары, пересыпи	Пляжи, бичи	Ватты	Мелководная зона волнений	Донные течения	Мутьевые течения	Спокойная седиментация						
Типы слоистости (и неслоистые текстуры)			Слоистые текстуры													Слоистость, обусловлена рельеф. дна								
																		Косая		Очень крупная				●
			Косая		Крупная				■				■	■	■			■						
			Косая		Мелкая				■	■			●	●	●			■						
			Косая		Очень мелкая					●														
			Косоволнистая						●	■			■	●	●		■	■						
			Волнистая		Несимметрич.	Крупная																		
						Мелкая																		
			Волнистая		Симметричная	Крупная																		
						Мелкая																		
			Пологоволнистая							■	●		■			■	■			●				
			Горизонтальная							●	■	■	●		●	●		●	■	■				
			Слоистость, обусловлена рельеф. дна		Наклонная		●	●	●															
					Заполнения и облекания		●	●								●					○			
			Неслоистые текстуры			Сложные типы слоистости		Диагональная											○					
								Пучковидная																
								Елочкой																
								Сложная волнистая						■						●	■			
								Сложная полосчатая									●							
						Текстуры нарушений слоистости		Заворот верха слоев					●	!										
Воздушные карманы																								
Взмучивание и оплывание																								
Оползание, смятие																		■	■		●			
Нарушение илоодами																		■	■	●				
Некоторые неслоистые текстуры		Однородная																						
		Комковатая																■						

Примечание: ■ – основной, ведущий тип слоистости, определяющий фацию; ● – тип, часто встречающийся в данной фации, но не определяющий ее; ○ – тип, встречающийся не часто или не характерный; ○ – тип, еще никем не отмеченный, но теоретически возможный в данной фации; ! – особенно характерен для данной фации, хотя может быть встречен редко в особых условиях; — - характерное отсутствие данного типа



**Распространенность ряби в различных обстановках осадконакопления [110, с. 50]**

Обстановки осадконакопления	Крупная рябь течения	Мелкая рябь течения	Рябь волнения	Восходящая рябь	Ромбoidalная рябь	Антидюны
Река	++	++	0	++	0	0
Озеро	-	0	+	-	-	-
Озерная отмель	-	+	++	-	0	0
Лагуна	-	0	+	0*	-	-
Приливно-отливная низина	+	++	++	0	0	0
Приливно-отливные промоины и проливы	++	++	-	0	-	-
Нижний и верхний пляж	+	+	++	0	+	+
Верхняя предфронтальная зона	+	+	+	-	-	-
Нижняя предфронтальная зона	-	0	+	-	-	-
Переходная зона	-	0	+	-	-	-
Глинистый шельф	-	-	0	-	-	-
Песчаный шельф	+	+	0	-	-	-
Континентальный склон и подножие	-	0	-	-	-	-
Глубины моря	-	-	-	-	-	-
Песчаные глубины моря	-	+	?	-	-	-
Турбидиты	0	+	-	+	-	0
Морские горы	-	+	0	-	-	-

\* Слоистость восходящей ряби, обязанная происхождением только ряби волнения  
Рябь: ++ – обильная; + – обычная; 0 – редкая; – – отсутствует

Примеры использования текстурной характеристики осадков для распознавания условий их формирования приведены в сводке, недавно переведенной на русский язык [28]. На рис. 3.12 изображены основные типы слоистости в терминологии, используемой в англоязычной литературе (напомним, что данная терминология освещена в статье [147]: см. п. 2.4).

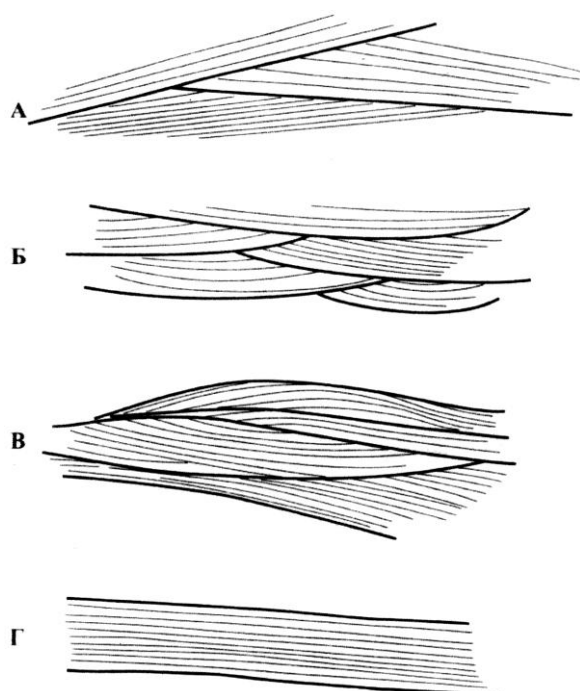


Рис. 3.12. Различные внутренние структуры неритовых осадочных тел [28, с. 295]:

**А.** Косотаблитчатая пляжная слоистость (малые углы передовых слоев). **Б.** Волнистая косая слоистость (ВКС) погруженных участков под канавками. **В.** Бугорчатая косая слоистость (БКС), образующаяся при обычном действии волн. **Г.** Горизонтальная слоистость

- Волнистая косослоистость (ВКС) формируется в верхней зоне под горизонтальной пляжной поверхностью. Волнистость – это ориентированные вниз выемки, заполненные песком обычно с пологими краями и взаимно налагающиеся друг на друга под острым углом. Эти фации часто сливаются и могут формировать бары мощностью несколько метров в передовой зоне пляжа или вдоль берега.

- Бугорчатая косослоистость (БКС) отвечает более глубоким областям моря – ниже базы средней волны (т. е. она отражает действие штормов).

- Параллельная косослоистость песка / алевроита / глины, иногда с проявлением базальной эрозии подошвы пласта и биотурбации. Это зона, где нижняя часть фронтальной зоны пляжа переходит в прибрежную зону

Наконец, на рис. 3.13 показана смена типов слоистости для обстановок осадконакопления в прибрежной (литоральной) зоне. Особенно важно, что эти типы приведены именно для плоскости, то есть ландшафта, что и является ведущей основой фациального анализа. Таким примером несомненно верифицируется ведущая роль текстурного анализа для фациальных реконструкций, о чем писала Л. Н. Ботвинкина полвека назад ([32]; см. гл. 2).



Рис. 3.13. Распределение фаций в литоральной зоне с преобладанием терригенного осадконакопления [28, с. 439]

Охарактеризовав роль и значение *конститутивных* признаков породы как базы для реконструкции условий их формирования, остановимся и на *индикативных* показателях. Среди них особое значение имеют ихнофоссилии, описанные в п. 2.5. В недавно изданной работе [85] сделано весьма важное замечание следующего характера.

«Несмотря на предупреждение Зейлахера о том, что батиметрическая последовательность ихнофаций является вторичным эффектом изменения таких параметров как, например, гидродинамическая энергия среды (которая чаще всего понижается с глубиной), благодаря названию работы Зейлахера (Батиметрия следов жизнедеятельности) (Seilacher, 1967), а также из-за постоянных на нее ссылок, случилось так, что ихнофации, особенно в 1970-х годах XX века считались почти универсальным «глубиномером»» [85, с. 46].

На рис. 3.14 приведена схема, учитывающая характер субстрата и энергетический уровень среды. Из данной схемы следует, что связь с глубинами далеко не столь очевидна, как это представлялось ранее.

Жесткий грунт	Твердый грунт	Плотный грунт	Мягкий грунт		НЕМОРСКИЕ
rockground	hardground	firnground	softground <i>Coprinisphaera</i>	субаэральные	
			<i>Scoyenia</i>	переходные	
			<i>Mermia</i>	субаквальные	
				<i>Psilonichnus</i>	ПЕРЕХОДНЫЕ
<i>Teredolites</i>	<i>Trypanites</i> <i>Entobia</i>	<i>Glossifungites</i>	<i>Skolithos</i> <i>Cruziana</i> <i>Zoophycos</i>	высокой энергии средней энергии	МОРСКИЕ
	<i>Gnathichnus</i>		<i>Nereites</i>	низкой энергии	

Рис. 3.14. Распределение основных ихнофаций в зависимости от характера грунта, положения относительно уровня моря и гидродинамической энергии среды [85, с. 46]

В целом, как отмечено еще в работе [171], «... глубина воды – только один из нескольких факторов среды, которые контролируют биогенную активность. Важным фактором является наличие пищи, что в значительной степени не зависит от батиметрии» [85, с. 32]. Добавив характер дна и степень гидродинамики (см. выше: рис. 3.14), получим еще более детальную схему распределения ихнофаций в прибрежных условиях, изображенную на рис. 3.15.

Весьма важным представляется анализ *изменений*, выявляемый при палеоихнологическом анализе отложений. В целом они представляют объемы специальных исследований, но общие наблюдения доступны при минимальной подготовке исследователя. Примеры контрастной смены ихносообществ приведены на рис. 3.16.

В таблице 3.7 приведены конкретные сведения по распределению ряда ихнофоссилий в ихнофациях, применительно к отложениям Западной Сибири. Хотя эти сведения относятся к васюганскому горизонту, они, несомненно, будут применимы и к нижнемеловым отложениям.



→ доминирующее поступление  
 - - - - - → дополнительное поступление

Рис. 3.15. Ихнолого-седиментологическая модель предфронтальной зоны пляжа [167, 169]

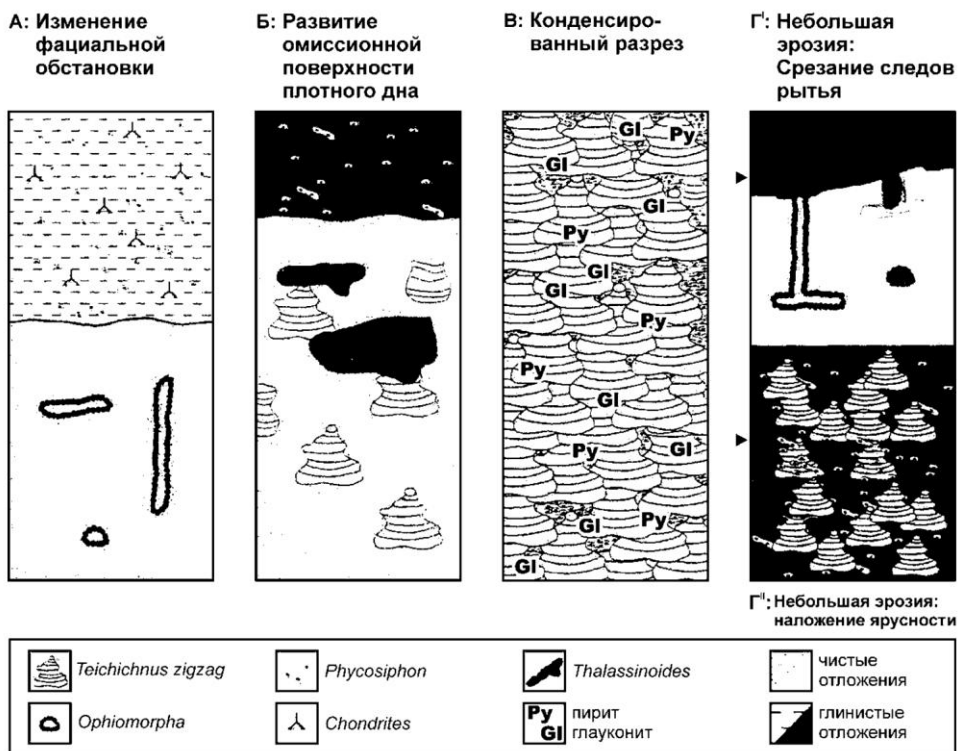


Рис. 3.16. Динамика седиментологии и эрозии в ихнотекстурах фулмарской свиты (мел Северного моря). По Дж. Боцкелле [159]: из [85, с. 71]

**Диагностированные ихнофоссилии и ихнофаии васюганского горизонта Западно-Сибирского бассейна [158]**

Ихнофаии	Ихнофоссилии									
	Diplocraterion	Ophiomorpha	Scolithos	Palaeophycus	Teichichnus	Schaub-cylindrichnus	Planolites	Taenidium	Chondrites	Phycosiphon
Scolithos	+	+	+							
Cruziana		+	+	+	+	+	+	+	+	
Zoophycos							+	+	+	+

Примерами поверхностей перерыва или ненакопления (omission surface), показанными на рис. 3.16, мы вплотную переходим к такому параметру, как **мощность (толщина)** выделяемого слоя, который является **конститутивным** [77]. Тем самым, как и при характеристике диагностических признаков (см. п. 2.7), замыкается процесс характеристики изучаемого разреза. Данная процедура в большей степени относится уже к уровню стратоседиментогенеза (см. рис. 2.12), то есть в общем-то выходит за рамки излагаемых материалов. Однако, для общего понимания контекста рассуждений приведем сведения о соотношении слоевых единиц при миграционном (по Н. Б. Вассоевичу) типу осадконакопления. Оно изображено в модельном виде на рис. 3.17. По сути предложенная модель представляет временную развертку схемы Т. Чемберлена, уже использованную ранее для расшифровки механизма формирования слоистости (см. рис. 2.32, 2.33). В целом предложенная модель соответствует схеме Н. А. Головкинского, вплоть до обязательной зубчатости формирующихся слоевых границ. В результате перемещения зоны с осадконакоплением формируется угол взбегания  $\alpha$ , который в седиментологии характеризует «восходящую рябь». Налегание отдельных слоевых единиц на предыдущие соответствует углу  $(\beta + \gamma)$ , при очень быстрой регрессии по сути равному  $\beta$ , поскольку  $\gamma \rightarrow 0$ . Чаще всего этот угол составляет первые градусы, что характерно, к примеру, для подводно-дельтовых песчанников. Наконец, укажем, что временные промежутки  $t_2 - t_3$ ,  $t_4 - t_5$ , ... сводятся к минимуму не только быстрым возвратом к начальному состоянию системы слоенакопления, но и поступательно-налегающим формированием последующих слоев, что обеспечивает диастемальный характер данных частей разреза.

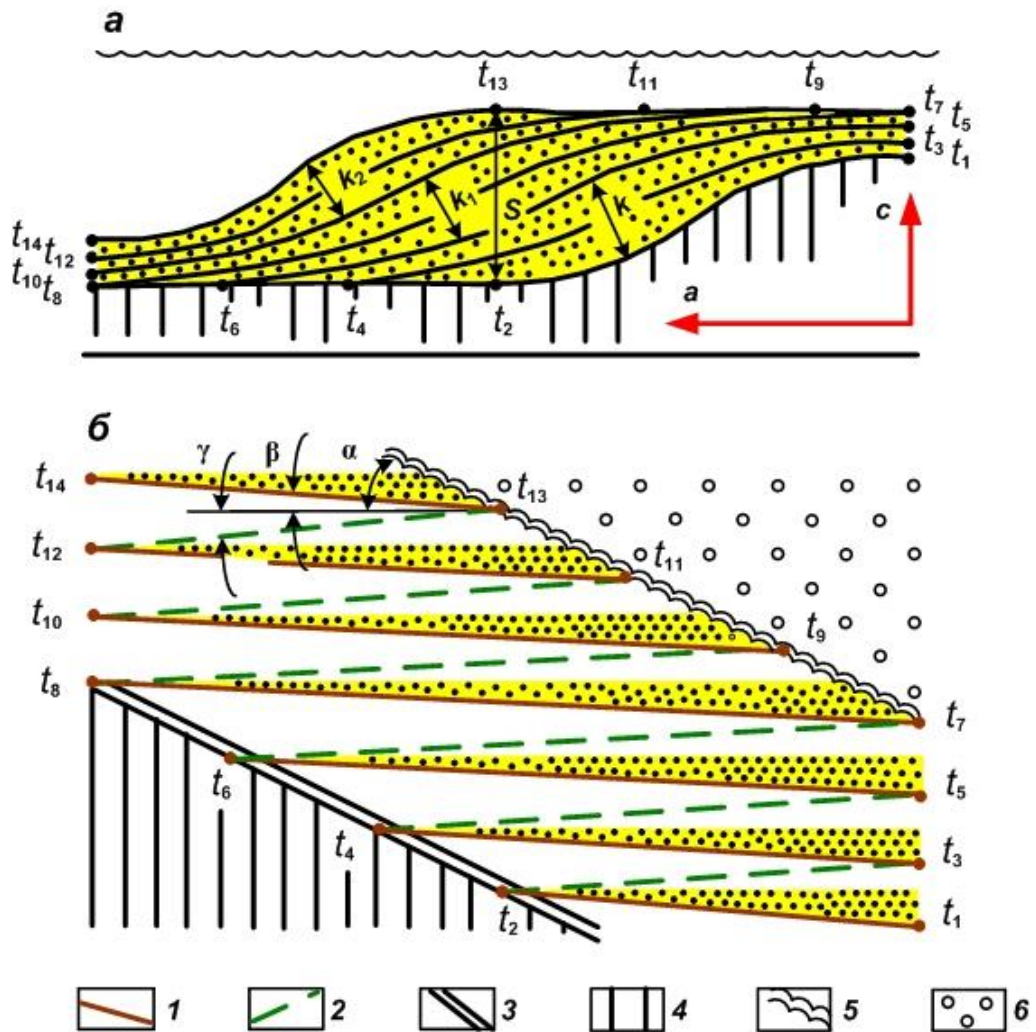


Рис. 3.17. Скольжение слоев: *a* - схема соотношения между «геологической» или седиментологической ( $k + k_1 + + k_2$ ) и наблюдаемой или «видимой» мощностью ( $S$ ) осадков: по Т. Чемберлену (Chamberlin, 1914); *a-c* - латеральное и временное смещение слоев; *б* - временная развертка верхней части рисунка (*a*) по последовательным отсчетам времени  $t_1$ - $t_{14}$ : 1 - трансгрессивное налегание слоев; 2 - регрессивный возврат в исходную (на чертеже) точку; 3 - общее трансгрессивное (либо ингрессивное) налегание комплекса, с перерывом или размывом ранее сформированных отложений (4); 5 - завершение накопления комплекса, с последующим перерывом или новым этапом осадконакопления (б).

Пояснения к показанным углам ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) см. в тексте

Повторим, что, во-первых, обозначенные закономерности в основном уже относятся к уровню стратоседиментогенеза, а во-вторых, редко могут наблюдаться непосредственно в керне, по причинам как малой площади наблюдений, так и (в особенности) нечастой возможности изучения априорно слабоустойчивых в механическом отношении контактов. Кроме того, описанные соотношения относятся к миграционному типу слоенакопления (по Н. Б. Вассоевичу), не будучи присущи мутационно формирующимся «наслоям».

После перечисления всех параметров, имеющих важное значение для идентификации обстановки осадконакопления, то есть фации как некоего **облика** породы, естественным образом следует вывод о необходимости **ком-**

**плексирования** признаков для решения этой задачи. Пример прямой характеристики осадков в зависимости от их распределения на побережье, особенно часто используемый в отечественных работах по Западной Сибири, приведен на рис. 3.18.

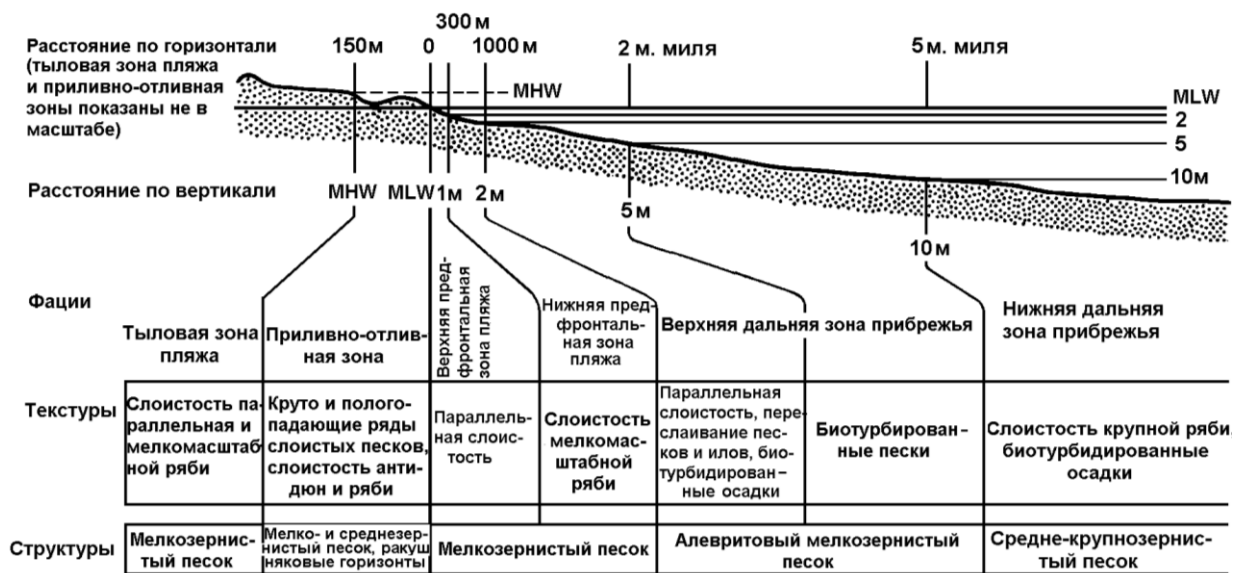


Рис. 3.18. Зональное размещение осадочных пачек на пляже и в прибрежных зонах, остров Сапело, штат Джорджия, США. По Ховарду и Рейнеку [Howard, Reineck, 1972]. MHW – средний уровень высокой воды; MLW – средний уровень низкой воды. [110, с. 332]; эта же схема с небольшими изменениями в переводе приведена в работе [97, с. 204]

Напомним, что цель фациальных исследований в русле методики фациально-циклического анализа заключается в решении «обратной» задачи: реконструкции обстановки по комплексу имеющихся признаков. Тем самым наши исследования идут не по дедуктивному, а по индуктивному пути, на что мы неоднократно указывали выше.

### 3.4. Предлагаемая схема и некоторые особенности древней (раннемеловой) седиментации

Дедуктивный подход к определению фации, в особенности базирующийся исключительно на представлениях о современном осадконакоплении, зачастую приводит к значительным изменениям в модельных представлениях даже в короткие промежутки времени. В качестве примера на рис. 3.19 показана принципиальная смена взглядов на природу формирования последовательностей, которая вызвана соответствующим изменением оценки событий – от нормальной последовательности до катастрофической седиментации.

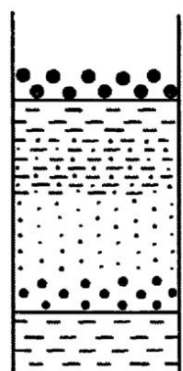
	Флиш		ПРИЛИВНЫЕ МОРЯ	
	До 1950 г. (А)	После 1950 г. (Б)	Вариант 1 (А)	Вариант 2 (Б)
	Нормальная, глубоководная	Нормальная, глубоководная	Нормальная, осаждение ила.	Нормальная, осаждение ила.
	Нормальная, мелководная	Катастрофическая, глубоководная	Нормальная, суточные приливные течения	Катастрофическая, штормовые и приливные течения
	Нормальная, глубоководная	Нормальная, глубоководная	Нормальная, осаждение ила.	Нормальная, осаждение ила.
	Быстрая смена глубоководных и мелководных обстановок	Постоянно, глубоководная обстановка, с внезапными вторжениями песка, переносимого турбидными потоками	Постоянные условия чередования приливных течений и осаждения взвеси	Катастрофические штормовые течения, накладывающиеся на приливные течения

Рис. 3.19. Различная интерпретация градационных слоев в утоняющейся кверху последовательности, в зависимости от принятия нормальной (А) и катастрофической (Б) седиментации [97, с. 22]

Анализируя эти данные, автор раздела и редактор Х. Рединг пишет, что «Геолог, таким образом, сталкивается с проблемой: либо нормальные процессы действуют в изменившейся обстановке, либо катастрофические процессы действуют в неизменной обстановке» [97, с. 22], констатируя, что «определенный ответ удастся не всегда». То, что такой подход, мягко рассуждая, не усиливает авторитет фациальных реконструкций, «отталкивающихся» от определенной модели, нередко имеющей конъюнктурный характер, иллюстрирует следующий пример.

На рис. 3.20 приведена схема, в образном виде иллюстрирующая «демонстрацию» представлений о дельтовой триаде, разработанных У. Галловеем в 1975 г. (Они изложены в соответствующем разделе сборника, переведенного на русский язык [48].) Как следует из него, авторы «изъяли» из этой схемы дельты, сформированные приливо-отливными процессами (эстуарии), переместив их в соответствующую макрообстановку.

Подобные метаморфозы органично присущи дедуктивному подходу к установлению фаций, что было в общем плане отмечено при описании различных методов (см. рис. 3.2). Применительно к нижнемеловым отложениям Западной Сибири это можно проследить на трех примерах, имеющих достаточно различный характер. В то же время все они объединяются общим подходом к фациальным интерпретациям, опирающимся на те или иные априорные модели и по сути отталкивающимся от них (что и было проиллюстрировано выше, на примерах смены тех или иных представлений: см. рис. 3.19, 3.20).





Рис. 3.20. Модификация или реструктуризация классического треугольника Галловея путем «отламывания» эстуариевой вершины, с приданием ей самостоятельного значения [173]

**Пример 1** представлен в виде модели, имеющей наиболее общий характер (рис. 3.21). Обращает на себя внимание хорошая «вмонтированность» фаціальных реконструкций в общую схему строения неокомского комплекса, которая была показана на рис. 1.4. В этом аспекте интерпретация генезиса отложений *в плане методики ЭМФ* выглядит вполне органичной и достаточно убедительной.

Одним из следствий данной модели является «присвоение» ачимовской части НК турбидитового генезиса (см. рис. 3.21). С литологических позиций данная концепция подробно рассматривается в статьях новосибирских литологов [51, 56], уверенно относящих отложения ачимовской пачки к достаточно глубоководным конусам выносов. Та же концепция изложена и в работах [73, 93-95], посвященных условиям формирования ачимовского комплекса севера Западной Сибири.

**Пример 2** относится к изучению отложений собственно НК и изложен во многих работах А. И. Кудаманова, И. В. Суполкиной и др. [67, 68, 120, 128]. Он заключается в использовании модели, разработанной для прибрежной зоны острова Сапело (США). Данная схема, заимствованная из работы [110], была приведена на рис. 3.18. Не вдаваясь в обсуждение используемой модели, отметим ее априорную ограниченность, поскольку она охватывает только конкретный тип палеоландшафта. Укажем, что напрашивается некоторая параллель с неиспользованием конфигураций ЭМФ, характерных для песчаников дельтового генезиса, в работе В. С. Муромцева [88]. В таковой дельтовые песчаники рассмотрены весьма детально, но в сводную классификационную таблицу по какой-то причине *не были введены (!?)*. Кстати, это хорошо видно из перечня ЭМФ, приведенного для общей модели, показанной на рис. 3.21. Лопастная дельта на ней есть, а ЭМФ вида классической «воронки», имеющаяся еще в изначальной концепции Schell 1960-х гг. [172] отсутствует (!?).

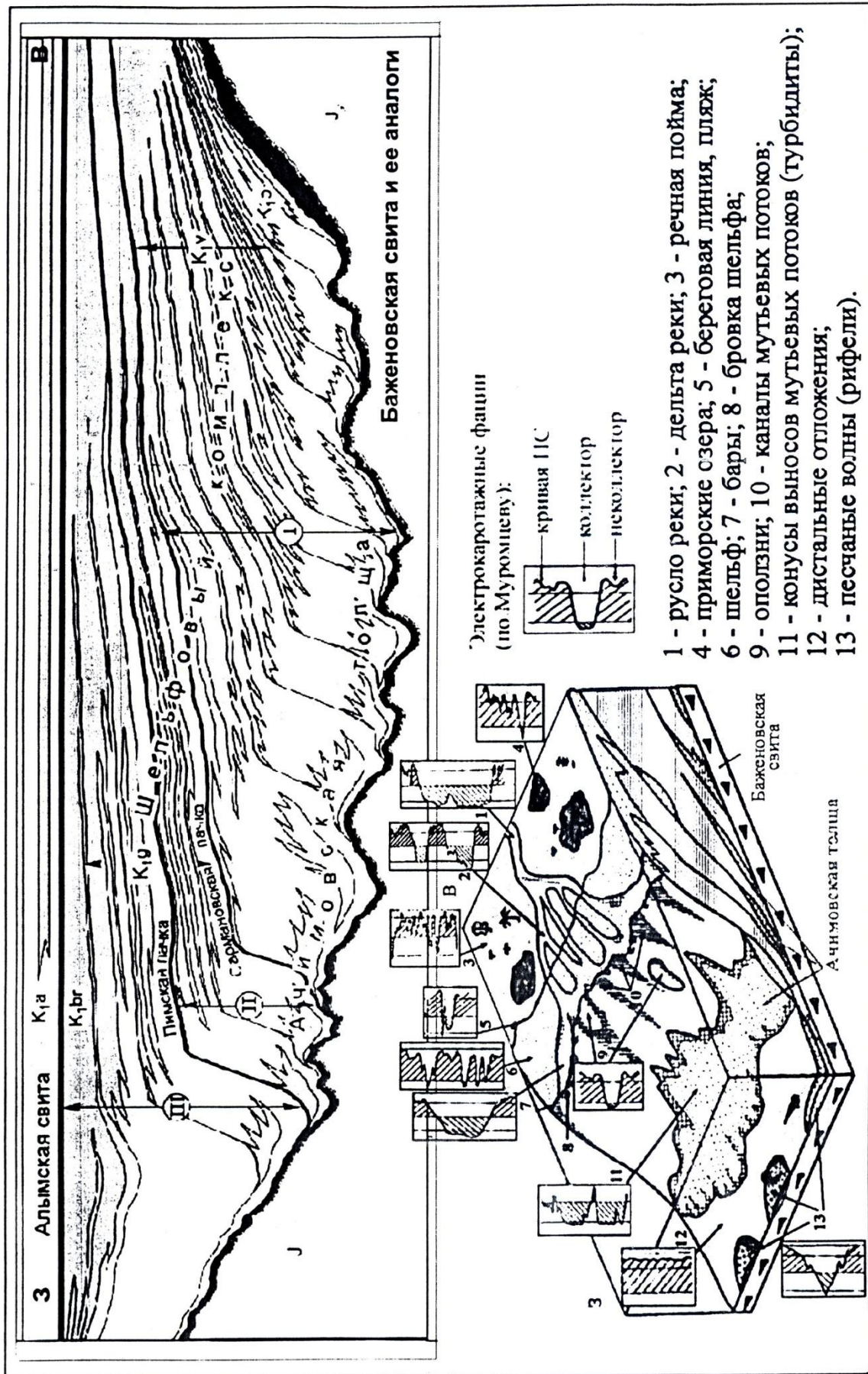


Рис. 3.21. Принципиальная схема строения клиноформ неокома Западной Сибири [95]

**Пример 3** относится к смене представлений о дельтовой триаде осадконакопления, изображенной на рис. 3.20. Применительно к отложениям вилкуловской свиты Красноленинского месторождения это нашло выражение в выделении **врезанных долин** (*incised valley*), соотнесенных с заполнением эстуариев [82, 83 и др.]. В приводимой авторами интерпретации, имеющей исключительно модельный характер, огромную роль сыграл секвентный анализ и методология секвентной стратиграфии, с успехом применяющиеся в нефтяной геологии. В частности, системный тракт низкого стояния уровня моря (LST) второго секвенса представлен комплексом заполнения врезанных долин. В эволюции врезанных долин выделяют два основных этапа: врезание и заполнение осадками. Врезание флювиальных потоков в ранее отложенные штормовые осадки дельты и образование долины связано с относительным падением уровня моря. Аллювиальные отложения формируют основание комплекса заполнения. При последующем повышении уровня моря в начале трансгрессивного этапа речная долина затопляется морем и образуется эстуариевый комплекс. В принципе для эстуария характерно большое разнообразие обстановок осадконакопления: дельты головной части залива, лагуны, приливно-отливные отмели, барьеры, разрывные течения, это предопределяет сильную фациальную изменчивость отложений [160]. Сразу отметим диссонанс в таком многообразии выделяемых обстановок с четырьмя (!) установленными в работах [82, 83] литофациями, две из которых представляют «резервуар» и еще две – «не резервуар». Таким образом, налицо проявлено четкое разделение понятий, свойственных подходу, охарактеризованному выше, в п. 3.2 (см. рис. 3.3). На недостатки подобной интерпретации исходных (прежде всего сейсмических) материалов мы уже указали в монографии [122]. Там же мы привели и высказывание ведущего российского литолога В. Т. Фролова, напрямую соотносимое с затронутой проблемой. Не откажем себе в удовольствии привести его еще раз.

«Возникла *секвентная стратиграфия*, в которой адекватно отразились успех и «грехопадение» американской геологии, блеск которой – в ведущей роли в разработке сейсмостратиграфии, а «грех» – в полной непоследовательности, в измене себе ... (в использовании спекуляций, но неумеренном)... То они обвиняли русских геологов в излишнем генетизме, видя в нашем постоянном стремлении понять природу геотел недопустимый уровень спекулятивности, теперь сами вдруг впали в такое малообоснованное «навешивание генетических ярлыков», на которое мало кто из российских геологов отваживался: смену секвенций они однозначно укладывали в прокрустово ложе кривой колебаний уровня океана, как будто не действовали тектонические и другие факторы. Видимо, справедливо выражение «крайности сходятся»: крайний позитивизм («верю только в очевидные факты») и чрезмерные спекуляции (генетические заключения под идею или теорию)» [139, с. 93-94].

Ни в коем случае не перечеркивая представления, содержащиеся в приведенных выше примерах, очередной раз укажем, что автор предложенного



Атласа стоит на принципиально иных позициях (см. рис. 3.3). При используемом индуктивном подходе к изучению отложений, дополненном **обязательной проверкой** (верификацией) **предлагаемых моделей** (см. рис. 3.4), вероятность таких резких колебаний, что были показаны выше (см. рис. 3.19), сводится к минимуму. Главным видом подобной проверки является апробация разработанных представлений на новом объекте (s. l.). S. str. – это применение схемы фациального расчленения отложений для нового геологического объекта (см. рис. 3.4). Именно в такой последовательности – от общего к частному – мы и продвигаемся при изучении терригенных отложений Западной Сибири.

В табл. 3.8 приведено сопоставление схем фациального расчленения терригенных внутриконтинентальных отложений (гумидный тип седименто(лито)генеза), в целом являющихся частной реализацией общей схемы, приведенной на рис. 3.2. Основой для реконструкций является фациальное расчленение отложений среднего карбона Донецкого каменноугольного бассейна, выполненное в ставшем классическим «Атласе литогенетических типов...» 1956 г. [19]. Справа от нее приведена классификация участника «донецкого» коллектива П. П. Тимофеева, предложенная в работе 2006 г. [131]. Она в основном наследует его наиболее известное фациальное расчленение отложений Южной Сибири, выполненное в двухтомной монографии 1969-1970 гг., удостоенной Государственной премии СССР [130]. Из сравнения приведенных схем легко заметить их главное отличие, заключающееся в различном подходе к иерархии выделяемых объектов. Те из них, которые в работах по Донбассу определялись как литогенетические типы, П. П. Тимофеевым отнесены к фациям. Кстати, их количество – как общее, так и по группам, – осталось почти неизменным. Именно схема П. П. Тимофеева, разработанная и использованная им при детальном изучении юрской угленосной формации Южной Сибири [130], послужила основой для схемы расчленения терригенных отложений, разработанной на материале многих угленосных толщ Северной Евразии и апробированной при изучении тюменской свиты Шаимского нефтегазоносного района Западной Сибири. Она приведена в табл. 3.9 и детально охарактеризована в Атласе юрских фаций [4]. Достаточно очевидно, что в ней учтены преимущества предыдущих схем: равномерность охвата обстановок (в том числе имеющих «переходный» облик) «донецкой» классификации; самостоятельность и значимость озерного палеоландшафта и необходимость повышения «статусности» или уровня организации генетических подразделений в классификации П. П. Тимофеева. Частным, но возможно небезынтересным заверочным элементом может служить количество достаточно уверенно распознаваемых обстановок осадконакопления: в «донецкой» схеме их было 41 (на уровне литогенетических типов), а в нашей – 42 (но на уровне фаций) (см. табл. 3.9). Отметим, что такое (не преднамеренное – !) сходство наводит на некоторые размышления, которые могут представить и практическое значение для фациальных реконструкций.

Таблица 3.8

**Сопоставление схем фациального расчленения отложений  
(без торфяных болот – углей, являющихся предметом самостоятельного  
рассмотрения)**

Средний карбон Донецкого бассейна [19]				Угленосные формации в целом (гумидный тип седиментации)[131]				
Группа	Фация		колич. лито-генетических типов	Группа	Подгруппа			
	название	индекс			название (сокращенно)	индекс	колич. фаций	колич. генетических типов
Аллюви-альные	Песчаных осадков русла	АР	3	Предгорий и возвышенностей	Элювиальных осадков	ЭО	1	3
	Песчано-алевритовых осадков поймы	АП	4		Делювиальных отложений	ДО	1	2
Болотные	Глинистых осадков заиляющихся частей болот	БЗ	2		Аллювиальных отложений	Русловой аллювий	АР	4
	Глинисто-алевритовых осадков заболоченных прибрежно-морских равнин	БП	3	Пойменный аллювий		АП	3	6
Переходные	Глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер	ПО	2	Озерных отложений	Слабо подвижного прибрежного мелководья	ОР	2	4
	Глинистых осадков лагун и заливов	ПГ	5		Прибрежного мелководья	ОП	2	4
	Песчано-алевритовых осадков зоны волнистой ряби заливно-лагунного побережья	ПВ	3		Центральных и смежных частей	ОС	3	8
	Песчаных выносов рек (подводная часть дельты)	ПР	2	Заболоченных равнин	Заиляющихся болот и заболоченных озер	ОЗ	3	6
	Песчаных осадков пересыпей, кос и баров	ПП	2		Заболоченных пойм и озерно-болотных водоемов	ОБР	2	4
Морские (кроме карбонатных)	Чередования песчано-алевритовых осадков зоны волнений прибрежной части моря	МВ	6	Прибрежно-морских и удаленных глубоководных участков морского бассейна	Озерно-болотных водоемов морского побережья	ОБЗ	2	4
	Песчаных осадков зоны морских течений	МП	2		Внутреннего шельфа (лагун, слабо подвижное мелководье)	МЛ	3	6
	Алевритовых осадков материкового моря	МА	3		Внешнего шельфа (подвижное мелководье)	МП	2	5
	Глинистых осадков материкового моря	МГ	4		Сильно подвижного открытого пространства (дельты)	МС	2	4
					Удаленных глубоководных участков	МУ	3	9

 сопоставление подводно-дельтовых отложений  
 отложения открытого моря (удаленной части бассейна)

1. Главным итогом сопоставления является то, что такое количество выделяемых генетических единиц может рассматриваться как близкое к *оптимальному*. Действительно, их увеличение делает априорно трудно верифицируемым получаемые результаты – примером служит уже диагностика озерных отложений, предлагаемая П. П. Тимофеевым (см. табл. 3.8). Различить 10 фаций, а тем более – 22 (!) генетических типа только в группе озерных отложений представляется затруднительной задачей даже для опытного седиментолога.

2. При изучении какого-то конкретного объекта, комплекса отложений, набор обстановок, подлежащих распознаванию, сводится к какой-то части из общего перечня. Примером являются отложения тюменской свиты Шаимского НГР Западной Сибири. При их детальном изучении при полномерном керне было однозначно установлено преобладание озерно-аллювиального комплекса осадков в нижней части свиты и прибрежно-бассейнового – в верхней [121]. В каждом случае, при непосредственной документации керна распознаванию подлежат 15-20, а еще чаще – только 8-12 обстановок осадконакопления (фаций). При этом бóльшую трудность представляет опасность совершить *грубую* ошибку, заключающуюся в неправильном определении *комплекса* отложений. *Частная* же погрешность (ошибка в установлении соседствующих фаций) легко устраняется на следующем этапе фациально-циклических исследований.

3. Своеобразной заверкой двух первых позиций служит постановка работ по отдельным горизонтам (комплексам), изучаемым в процессе решения задач, стоящих перед нефтегазовой литологией. Локальный и практически всегда ограниченный отбор керна уже сам по себе существенно сужает набор обстановок, предусматриваемых к выделению. Это в полной мере относится к исследованиям, описываемым в представленной работе.




























В ходе изучения меловых (аптских) отложений верхней части викуловской свиты Красноленинского НГР мы убедились в принципиальной работоспособности «юрской» схемы расчленения толщи, приведенной в табл. 3.9. При этом континентальные, равно как и удаленно(открыто)-бассейновые осадки здесь не были установлены. Существенно иная ситуация возникла при изучении неокомских отложений, особенно горизонта БС<sub>10</sub> на Тевлинско-Русскинском месторождении (см. рис. 1.6). Если «континентальная» группа фаций здесь также не отмечена, то отложения открытого, в т. ч. подвижного и удаленного от берега мелководья оказались весьма широко распространены. С учетом этого данная часть классификации существенно расширена, это показано на принципиальной схеме, представленной в табл. 3.10.

Таблица 3.9

## Схема фациального расчленения внутриконтинентальных раннемезозойских отложений [4]

Группа	Под-группа	Макрофация		индекс	Фация		индекс	Обозначения											
		название	название		название	индекс													
Континентальная	Альпийская	Дельтовых отложений	КД		Щебенчатых осадков верховьев склонов		КДС												
									Проловиальных отложений	КП		Песчано-алевритно-глинистых осадков подложки склонов		КДП					
																Песчано-гравийных и галечниковых осадков потоков конусов выноса		КПП	
		Русловых отложений речных долин	АР		Песчано-алевритно-глинистых осадков конусов выноса в озера		Песчано-алевритно-глинистых осадков конусов выноса в озера		КПО										
											Песчано-гравийных и галечниковых осадков русла горных рек		АРГ						
															Гравийно-песчаных осадков русла крупных равнинных рек		АРР		
											Алевритно-песчаных осадков русел малых рек и проток крупных равнинных рек		АРП						
															Песчаных осадков приустьевых частей равнинных рек		АРД		
											Алевритно-песчаных осадков прирусловой части поймы и ее паводковых вод		АПШ						
Глинистых и песчано-алевритовых осадков слабопроточной части поймы		АПС																	
				Глинисто-алевритовых осадков застойных и зарастающих стариц и вторичных водоемов поймы		АПВ													
Песчано-алевритовых осадков приозерных пойменных (паводковых) равнин		АПО																	
				Отложений торфяных болот и сапропелевых озер	Т														
Отложений застойных и заболачивающихся озер	ОЗ																		
				Озерная					Подлежат самостоятельному рассмотрению										
Углистых глинисто-алевритовых осадков заболачивающихся озер и заливных участков торфяных болот		ОЗУ																	
												Глинисто-алевритовых слабоуглистых осадков застойных и слабопроточных участков зарастающих озер		ОЗО					
Глинистых осадков заливных участков застойных озер		ОЗЗ																	
				Песчано-алевритовых слабоуглистых осадков проточных участков зарастающих озер		ОЗП													
Глинистых и песчано-алевритовых осадков небольших озер		ОВН																	
				Песчаных и глинисто-алевритовых осадков полуизолированного малоподвижного мелководья крупных озер		ОВП													
Алевритно-песчаных осадков открытого подвижного озерного мелководья		ОВМ																	
				Песчаных осадков конусов выноса рек в озера		ОВД													
Глинисто-алевритовых осадков сравнительно глубоководных частей крупных озер		ОВГ																	

### Окончание таблицы 3.9

Группа	Под-группа	Макрофация		Фашия		Обозначения	
		название	индекс	название	индекс		
Переходная		Отложений мелких прибрежных водотоков	КС 	Гравийно-песчаных осадков русел мелких прибрежных водотоков	КСР		
				Глинистых и песчано-алевритовых осадков поймы мелких прибрежных водотоков	КСП		
	Отложений заливно-лагунного побережья	БЗ 	Глинисто-алевритовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун	БЗП			
			Песчано-алевритовых осадков прибрежных частей заливов	БЗА			
			Алеврито-глинистых и карбонатных осадков центральных частей заливов и лагун	БЗГ			
	Отложений подводной части дельты	БД 	Гравийно-песчаных (пудлинговых) осадков оснований конусов выноса рек	БДП			
			Гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса рек	БДД			
			Песчаных осадков конусов выноса рек	БДД			
			Алеврито-песчаных осадков передовой части дельты	БДА			
	Мелководно-бассейновая*		Отложений полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья	БП 	Глинисто-алевритовых осадков приморских озер	БПО	
Алеврито-глинистых и карбонатных осадков малоподвижного мелководья					БПП		
Отложений открытого подвижного бассейнового мелководья		БМ 	Глинисто-алевритовых осадков приливно-отливной зоны (ватты)	БПВ			
			Алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи)	БПК			
			Песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья	БПА			
Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна		БУ 	Переслаивание глинисто-алеврито-песчаных осадков подвижного прибрегового мелководья (малые аккумулятивные формы)	БММ			
			Песчаных осадков сильноподвижного мелководья (аккумулятивные формы: бары, косы, пересыпи)	БМБ			
			Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна	БУ 	Алеврито-песчаных осадков подвижного мелководья	БМП	
					Алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна	БУТ	
			Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна	БУГ			
		Глинисто-карбонатных осадков открытой части бассейна	БУК				

\* Под бассейном понимается обширный пресноводный внутриконтинентальный водоем с вровеньным дном и глубинами до первых десятков метров.



## Сопоставление схем фациального расчленения отложений


















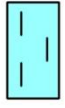











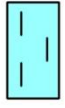



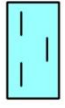


Юрские терригенные отложения (угленосные толщи Северной Евразии [4])				Выделяемые в представленном Атласе			
Подгруппа	Макрофация			Подгруппа	Макрофация		
	название	индекс	колич. фаций		название	индекс	колич. фаций
	Отложений мелких прибрежных водотоков	КС	2		Отложений мелких прибрежных водотоков	КС	2
Переходная	Отложений заливно-лагунного побережья	БЗ	3	Переходная	Отложений заливно-лагунного побережья	БЗ	3
	Отложений подводной части дельты	БД	4		Отложений подводной части дельты	БД	4
Мелководно-бассейновая	Отложений полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья	БП	5	Мелководно-бассейновая	Отложений полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья	БП	6
	Отложений открытого подвижного бассейнового мелководья	БМ	3		Отложений открытого подвижного бассейнового мелководья	БМ	6
	Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна	БУ	3		Отложений открытой части бассейна	БУ	5

Как видно из приведенного сопоставления, существенно расширена макрофация отложений открытого подвижного мелководья (БМ). Помимо этого, как расширено, так и принципиально изменено «наполнение» макрофации наиболее удаленной от побережья части бассейна (БУ). Эти изменения хорошо видны в общей схеме фациального расчленения отложений, используемой в предлагаемом Атласе и размещенной в табл. 3.11.

Рекомендуемая индексация обстановок имеет отчетливый трехуровневый и соответственно трехбуквенный характер, что в целом наследует принципы, заложенные в фациально-циклическом анализе (см. табл. 3.8). Первая буква обозначает группу (либо набор групп), а иногда и подгруппу. В нашем случае мы не сочли необходимым менять устоявшуюся аббревиатуру, и за редким исключением это литера Б, обозначающая приемный эпиконтинентальный морской бассейн. Литера К обозначает континентальные условия седиментации. Вторая литера соответствует какому-либо слову из названия макрофации (в основном имеющему «ключевой» характер), а третья – по тому же принципу – из названия конкретной фации. Таким образом, уже сам индекс часто имеет закодированное генетическое содержание. Например, БПО легко расшифровывается как отложения приморских озер полуизолированного бассейнового мелководья, а БМБ – баров открытого, подвижного мелководья бассейна.

Рассматривая общую схему фациального расчленения нижнемеловых отложений в контексте методологии исследований, приведем в табличном виде развернутую цитату из заключения по книге Г. - Э. Рейнека и И. Б. Сингха, перевод которой ровно тридцать лет является настольным

## Схема фациального расчленения отложений

Группа	Макрофаация			Ф а ц и я		индекс обозначения
	название	индекс обозначения	название	название		
I	Отложений мелких прибрежных водотоков	КС		Гравийно-песчаных осадков русел мелких прибрежных водотоков	КСР	
				Глинистых и песчано-алевритовых осадков поймы мелких прибрежных водотоков	КСП	
	Отложений заливно-лагунного побережья	БЗ		Глинисто-алевритовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун	БЗП	
II	Отложений подводной части дельты	БД		Песчано-алевритовых осадков прибрежных частей заливов и лагун	БЗА	
				Алеврито-глинистых и карбонатных осадков центральных частей заливов и лагун	БЗГ	
				Гравийно-песчаных (пуддинговых) осадков оснований конусов выноса рек	БДП	
III	Отложений полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья	БП		Гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса рек	БДЦ	
				Песчаных осадков конусов выноса рек	БДД	
				Алеврито-песчаных осадков передовой части дельты	БДА	
IV	Отложений открытого подвижного бассейнового мелководья	БМ		Глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер	БПО	
				Алеврито-глинистых осадков прибрежного малоподвижного мелководья	БПП	
				Глинистых и алеврито-песчаных осадков прибрегового взмучивания ("рябчик")	БПВ	
V	Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна	БУ		Тонкого переслаивания глинистых и алевритовых осадков прибреговой зоны (ватты, марши)	БПР	
				Алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи)	БПК	
				Алеврито-песчаных осадков активных участков	БПА	
VI	Отложений открытого подвижного бассейнового мелководья	БМ		Переслаивания глинисто-алеврито-песчаных осадков подвижного прибрегового мелководья (малые аккумулятивные формы)	БММ	
				Переслаивания алевритовых и песчаных осадков волновой ряби	БМВ	
				Переслаивания алевритовых и песчаных осадков в зоне активной волновой переработки (проксимальные темпеститы)	БМР	
VII	Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна	БМ		Алеврито-песчаных осадков активного подвижного мелководья (дистальные темпеститы)	БМА	
				Песчаных осадков сильноподвижного мелководья (бары)	БМБ	
				Алеврито-песчаных осадков дальней зоны подвижного мелководья	БМП	
VIII	Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна	БУ		Алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна	БУГ	
				Алеврито-глинистых и песчаных осадков склонов и оползней	БУО	
				Песчаных осадков зерновых потоков	БУЗ	
IX	Отложений наиболее удаленной от побережья части бассейна	БУ		Пуддинговых осадков "аномальных" разрезов баженовской свиты	БУА	
				Битуминовых осадков (баженитов) наиболее глубоководных областей	БУБ	

руководством для отечественных седиментологов, с нашими комментариями (табл. 3.12). Полное, по существу, сходство представлений может служить весомой проверкой работ (см. рис. 3.4), выполняемых по методологии, разработанной Ю. А. Жемчужниковым и Л. Н. Ботвинкиной как создателями основ фациально-циклического анализа.

Таблица 3.12

**К верификации выполняемых исследований**

п/п	Выдержки из заключения к работе Г. - Э. Рейнека и И. Б. Сингха [110, с. 403]	Наши комментарии
1.	<p>«Несомненно, настоящее – есть ключ к прошлому, но применимость этого ключа ограничена, так как многие условия осадконакопления в геологическом прошлом были уникальны и не существуют в настоящее время, а если и существуют, то проявляются не в той же мере и не с той же эффективностью.</p> <p>...</p>	<p>Базовое понятие для подлинных фациальных реконструкций, рассмотренное в п. 3.2.</p>
2.	<p>В геологическом прошлом существовали периоды, значительно более стабильные по сравнению с нашей эпохой. Так, например, общеизвестно, что юрский и меловой периоды характеризовались сравнительно более стабильными условиями по сравнению с существующими в настоящее время. Отсюда вполне вероятно, что по морфологии и пространственному развитию отложения этих периодов могут не иметь аналогов в современных обстановках осадконакопления.</p> <p>...</p>	<p>Чрезвычайно важный аспект, который отчасти освещен нами в работе [126] и вкратце охарактеризован ниже.</p>
3.	<p>Тем не менее принцип униформизма (принцип актуализма) безусловно имеет определенную ценность и широкое применение. Сравнением древних и современных осадков давно установлено, что физические и химические законы, определяющие процессы осадконакопления, остаются постоянными в течение всей геологической истории. <i>И в древних, и в современных осадках при сходных гидродинамических условиях развиваются одинаковые первичные осадочные текстуры</i> (курсив наш. – В. А.).</p> <p>Однако, создавая на основе изучения современных осадков модели обстановок осадконакопления, каждый исследователь встречается с большими затруднениями в связи с уникальностью четвертичного периода, которая, естественно, отражается и на характере осадконакопления в пределах тех или иных современных обстановок.</p> <p>...</p>	<p>По сути, развернутое продолжение п. 1 в его первом посыле (настоящее – ключ к прошлому). Без изучения современных отложений, конечно, не было бы и геологии древних толщ. Методике исследования осадочных пород полностью посвящена 2-я глава, в которой особое внимание уделено текстурам (п. 2.4).</p>

4.	Хорошей иллюстрацией сказанного являются отложения континентального шельфа. Только небольшая часть современных континентальных шельфов покрыта сегодня новейшими образованиями. Большая часть их занята реликтовыми и палимпсестовыми осадками. В геологическом же прошлом мы имеем примеры широкого развития мощных отложений континентальных шельфов, которые должно быть, формировались в более благоприятных условиях».	При дальнейшем изложении материала (во II-ой части) этому и другим вопросам, по сути являющимся конкретизацией предыдущих позиций, будет уделено особое внимание.
----	---	---

В продолжение сопоставлений разного рода и характера (в том числе см. п. 2 в табл. 3.12), укажем, что правомерность изложенных выше представлений верифицируется палеогеографическими реконструкциями, которые остаются принципиально неизменными вот уже в течение многих десятков лет. Наиболее общие из них, имеющие общепланетарный характер, показаны на рис. 3.22.

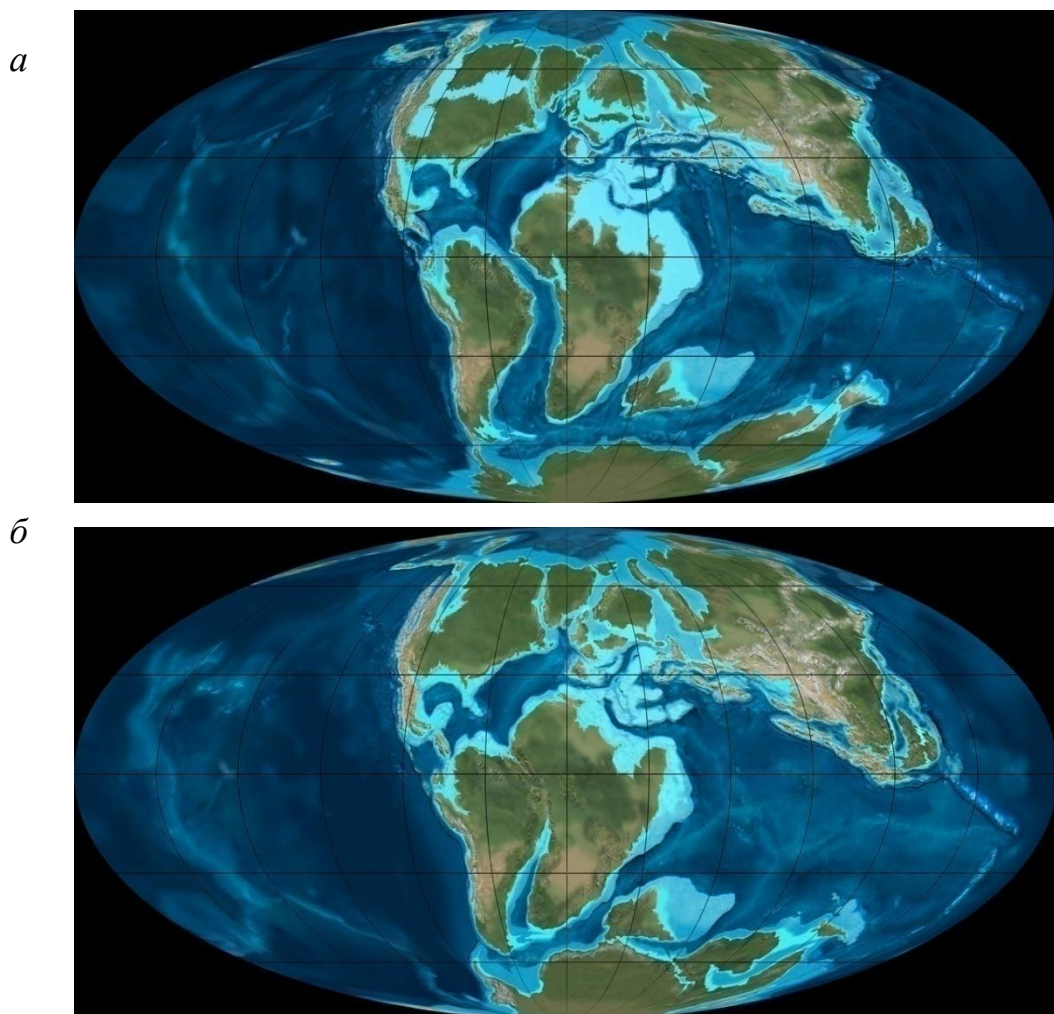


Рис. 3.22. Палеогеографические реконструкции для мелового периода: *a* – 120 Ма (миллионов лет): аптский ярус; *б* – 140 Ма: валанжинский – берриасский ярусы (см. рис. 1.3)

На этих картах хорошо прослеживается подтверждение приведенного выше высказывания (2) о высокой стабильности внутриконтинентальных морских бассейнов, длительное время существовавших на Северо-Американском и Евразийском континентах. Кстати, интересна и их схожая конфигурация, соответствующая о некотором, пока не познанных, закономерностях в их реализации.

Конкретным подтверждением стабильности представлений об условиях формирования нижнемеловых отложений на территории Западной Сибири, является высокая валидность Атласа литолого-палеогеографических карт под редакцией И. И. Нестерова, составленного сотрудниками ЗапСибНИГНИ почти 40 лет назад (!) [16]. Контуры основных палеоландшафтных областей приведены в стилизованном виде на рис. 3.23, 3.24. Хорошо видна унаследованность в положении основного эпиконтинентального морского бассейна (ЭМБ), периодически «открывающегося» в северной части Западно-Сибирской котловины.

Специфичные условия формирования аноксидных доманицитов бажевской свиты (рис. 3.23) сменились субмеридиональным накоплением широкого шлейфового пояса прибрежных равнин в течение почти всего неокома (рис. 3.24, а – г). На смену им пришло продвижение континентальных условий с востока, начавшееся в барреме (рис. 3.24, в) и активизировавшееся в апт-альбское время (рис. 3.24, г).

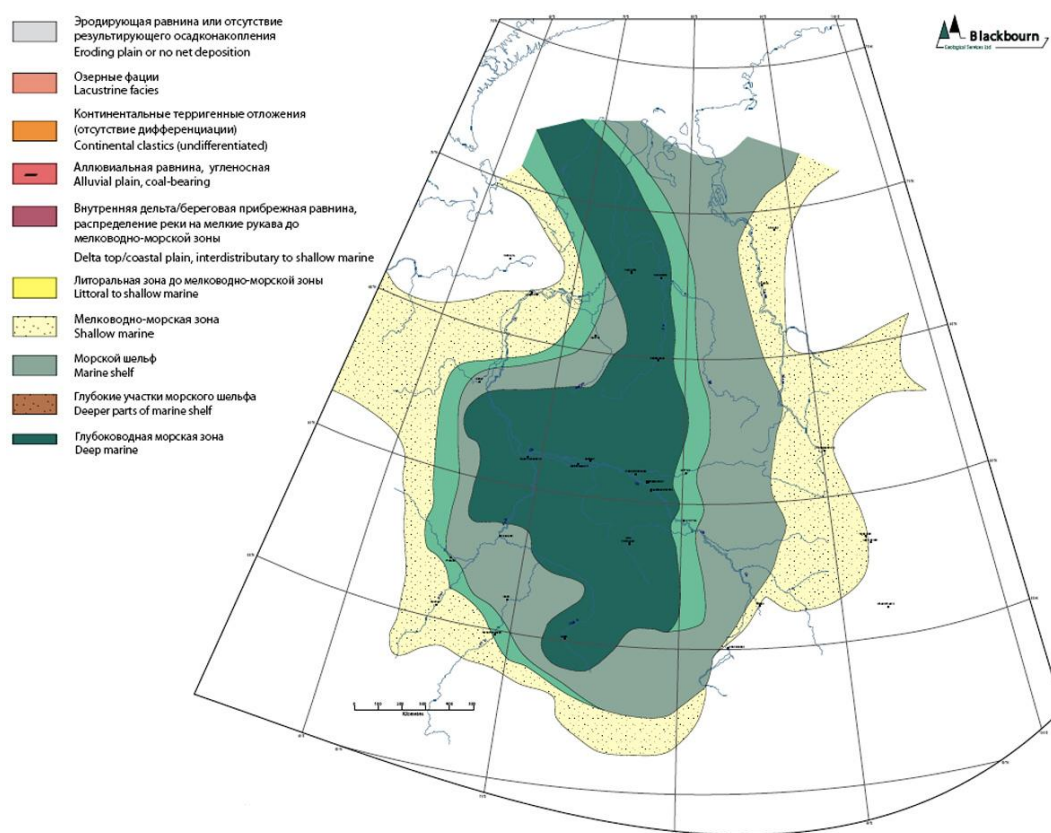


Рис. 3.23. Палеогеографическая схема волжского (титонского) яруса (стилизованная карта из Атласа [16])

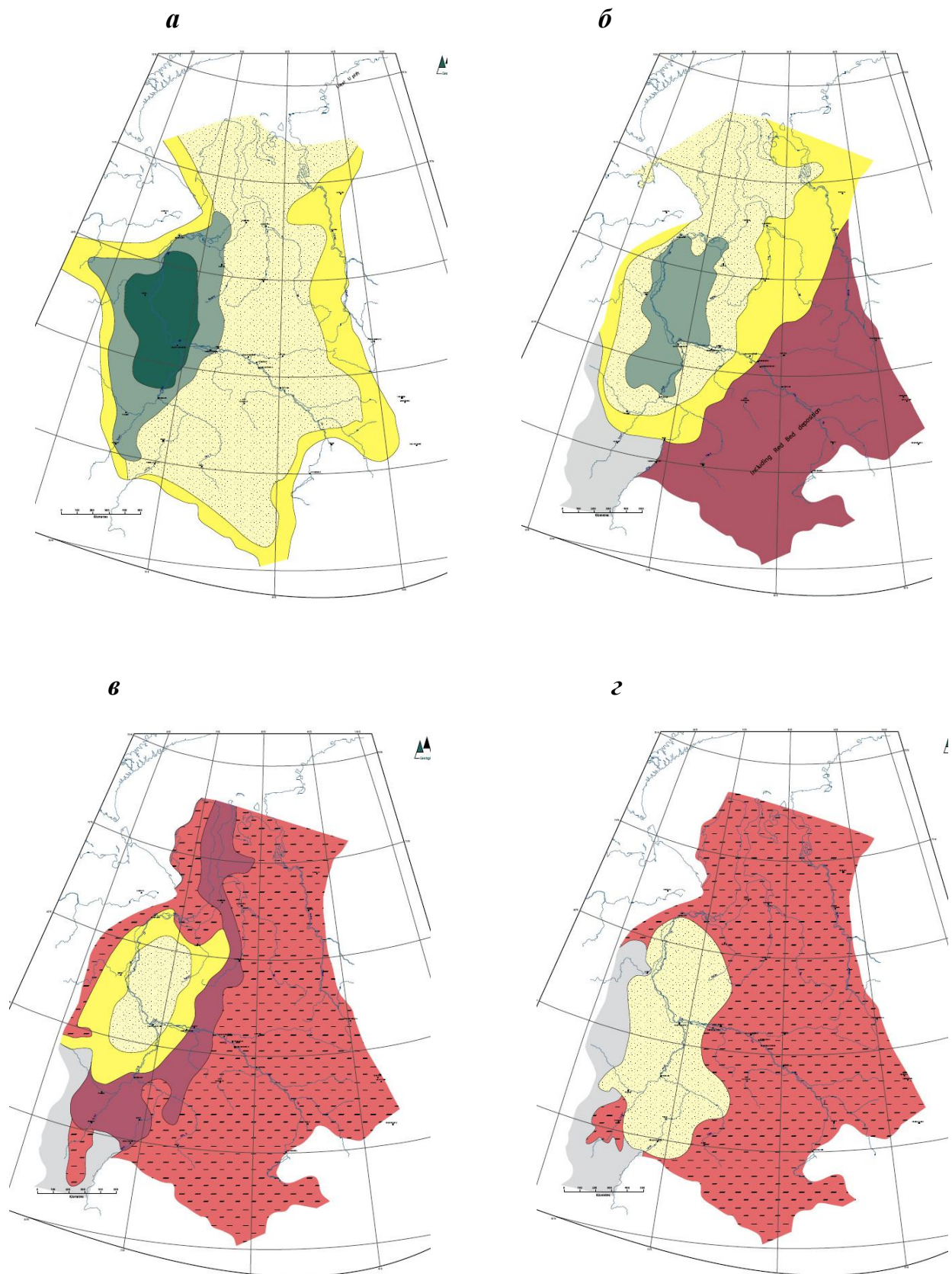


Рис. 3.24. Палеогеографические схемы, отражающие условия накопления нижнемеловых отложений на территории Западной Сибири: *а* - берриаский и валанжинский, *б* – готеривский, *в* – барремский ярусы; *г* – ранний альб: стилизованные отображения карт из Атласа [16], выполненные В. Б. Белозеровым [27] и заимствованные из архива ROGTECMAGAZINE (доклады Блэкборн)

## 4. ПОРЯДОК РАБОТЫ С АТЛАСОМ

В наследование принципов, разработанных при составлении Атласа литогенетических типов 1956 г. [19], мы ориентировались на возможность использования представляемого Атласа как **атласа-определителя**, а не только как альбома, пригодного для визуального сравнения исследуемого материала (образцов керн). Впрочем, как и для «донецкого» Атласа, порядок пользования Атласом для определения принадлежности какого-либо образца, слоя породы к той или иной фации может быть различным, завися в основном от квалификации исследователя, что относится уже к интересам и компетенции пользователя.

### 4.1. Таблица диагностических признаков

В Атласе литогенетических типов 1956 г. признаки пород, слагающих угленосные отложения среднего карбона Донецкого бассейна, были сведены в четыре общие таблицы. В них дана характеристика всех выделяемых фаций по четырем параметрам: гранулометрическим типам пород; слоистости; растительным остаткам (виду и количеству); фауне. Нами в табл. 4.1 они сведены воедино и показано распределение признаков для основных групп переходных и морских фаций (общую схему расчленения отложений см. в табл. 3.7). Применительно к характеристике самого морского водоема авторы писали так: «Мы считаем целесообразным применить термин «материковое море», так как в литературе нет более подходящего для характеристики моря, покрывавшего Донбасс в среднем карбоне, да и вообще нет четкой терминологии для определения областей отложений на дне различных морей.

По С. Д. Лаппо (1945) материковые (трансгрессивные) моря образовались в результате погружения прибрежных частей суши. Расположены они на материковой отмели, глубины имеют меньше 1000 м. Моря с глубинами свыше 200 м называют глубоководными материковыми. Моря с глубинами около 50 м и меньше, в которых ветер, волна и течение перемешивают воду до дна, называют мелководными материковыми морями.

К материковым (трансгрессивным) морям, покрывающим низменности прежней суши, относятся современные моря – Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское» [19, с.18].

Сходный путь обобщения материалов использовали и составители Атласа по южно-якутским угленосным отложениям юрского-нижнемелового возраста [18]. Ими предложены две таблицы, в одной из которых приведены сведения по гранулометрическому составу пород и их слоистости, а в другой – по флоре и фауне. В обобщенном виде эти характеристики показаны в табл. 4.2 (опять-таки, только для бассейновых отложений).

**Распределение признаков по литогенетическим типам пород среднего карбона Донецкого бассейна ([19], с небольшими изменениями)**

О т л о ж е н и я Группа фаций	Переходные от континентальных к морским					М о р с к и е												
	П е р е х о д н а я - П					М о р с к а я - М (без известняков)												
Ф а ц и я	Глинистых осадков лагун и заливов - ПГ		Песчано-але-вроитовые осадки вблизи волнобойных заливов - ПВ		Песчаных осадков лагун и заливов - ПП		Песчаных осадков лагун и заливов - ПМ		Алевроитовых осадков материкового моря - МА		Глинистых осадков материкового моря - МГ							
	ПГ-1	ПГ-2	ПГ-3	ПГ-4	ПГ-5	ПВ-1	ПВ-2	ПВ-3	ПП-1	ПП-2	ПП-3	ПМ-1	ПМ-2	ПМ-3	МГ-1	МГ-2	МГ-3	МГ-4
П о р о д ы	Индекс литогенетического глыба																	
	Песчаник среднезернистый 0,5-0,25мм																	
Песчаник мелкозернистый 0,25-0,10мм																		
Алевролит крупнозернистый 0,10-0,05мм																		
Алевролит мелкозернистый 0,05-0,01мм																		
Аргиллит <0,01мм																		
С л о и с т о с т ь	Крупная																	
	Мелкая																	
К о с о - в о л н и с т а я	Мелкая																	
	Крупная																	
В о л н а - с т а я	Мелкая																	
	Крупная																	
Т а л ь н а я	Мелкая																	
	Тонкая																	
Р а с т и т е л ь н ы е о с т а т к и	Текстура неслоистая																	
	Крупные и грубые растительные остатки и минерализованные и обугаленные																	
Ф а у н а (с сокращениями)	Мелкие растительные остатки и отпечатки																	
	Растительный депррит																	
Ф а у н а (с сокращениями)	Опресненных вод (пелециподы, филлоподы)																	
	Пелециподы																	
Ф а у н а (с сокращениями)	Брахиподы																	
	Разнообразная (исколки, кораллы, мшанки и др.)																	

Обозначения: для растительных остатков: 1 – стебли хорошей сохранности; 2 – листья хорошей сохранности; 3 – растительные остатки плохой сохранности; 4 – растительный детрит; 5 – тонкий растительный детрит; для фауны: 6 – фауна определенная, 7 – ходы и норки донных животных. Количество растительных остатков и фауны: 3 знака – очень много (обильные); 2 знака – довольно много (присутствуют в значительном количестве); 1 знак – мало (иногда, редко, единичные)



Таблица 4.2

**Распределение признаков по литогенетическим типам пород юрских отложений Алдано-Чульманского района Южно-Якутского каменноугольного бассейна ([18]; только бассейновая группа)**

Отложения		Бассейновые												
Группа фаций		Бассейновая												
Фац и я		Песчаных осадков открытой части бассейна - ОЧБ		Песчано-алевритовых осадков зоны подвижного мелководья бассейна - ПМБ			Глинисто-алевритовых и песчаных осадков зоны малоподвижного мелководья бассейна - ММБ				Песчаных выносов рек в бассейн - ВРБ			
Литогенетические типы		ОЧБ-1	ОЧБ-2	ПМБ-1	ПМБ-2	ПМБ-3	ММБ-1	ММБ-2	ММБ-3	ММБ-4	ВРБ-1	ВРБ-2	ВРБ-3	
П о р о д ы	Конгломератобрекчия													
	Конгломерат и гравелит													
	Песчаник	разнозернистый												
		крупнозернистый											▨	
		среднезернистый	▨	▨								▨	▨	▨
		мелкозернистый	▨	▨	▨	▨	▨	▨				▨		▨
		Алевролит крупнозернистый			▨	▨	▨	▨			▨			
		Алевролит мелкозернистый						▨	▨	▨				
		Аргиллит							▨					
		Уголь												
С л о и с т о с т ь	Косая	крупная									▨	▨		
		мелкая					▨							
	Косо-волнистая	мелкая					▨							
		мелкая			▨	▨								▨
		Полого-волнистая		▨	▨		▨	▨			▨			
		Горизонтальная		▨				▨	▨	▨	▨			
	Текстура неслоистая	▨									▨			
Р а с т и т е л ь н ы е о с т а т к и и фауна (по породам)	Песчаник	крупнозернистый										~		
		среднезернистый	1	1								~	~	
		мелкозернистый	1	1	2	2	2	2				~		---
	Алевролит	крупнозернистый			2	2	2	2	3		==			---
		мелкозернистый						3	3	3	==			
		Аргиллит							3	3	3			

~ 1   
 → 2   
 → 3   
 --- 4   
 +++ 5   
 6 6

Обозначения (для растительных остатков): 1 – обломки стеблей, 2 – растительные остатки плохой сохранности, 3 – растительный детрит, 4 – тонкий растительный детрит, 5 - отпечатки листьев хорошей сохранности; 6 – фауна.

Количество: 3 знака – очень много, 2 знака – много, 1 знак - мало

Авторами цитируемого Атласа приемный водоем охарактеризован следующим образом. «Бассейн, с которым связано образование отложений, представлял собой мелководный пресный или сильно опресненный водоем континентального типа. Площадь бассейна составляла, видимо, более 20 тыс. км<sup>2</sup>... Береговая линия бассейна была сильно изрезанной. С юга и юго-запада в бассейн впадали многочисленные реки, приносящие терригенный материал, размер которого обычно не превышал 0,5 мм. Часть этого материала отлагалась в прибрежной части бассейна, образуя подводную часть дельты; другая часть разносилась по площади бассейна. ... Представляется весьма вероятным, что рассматриваемый мелководный бассейн в отдельные промежутки времени распространялся еще дальше на север и соединялся с морским бассейном, существовавшим в пределах Вилюйской синеклизы... Конкретных материалов для суждения о глубине бассейна в цифровых значениях пока не имеется. Однако, если учесть, что в современных морских водоемах образование песчаных осадков происходит обычно на глубине, не превышающей 20-30 м, можно предполагать, что глубина изучаемого бассейна не превышала этой цифры... Примерами такого типа бассейнов являются Каспийское море (северная часть) и залив Батабаньо» [18, с. 17-18].

На принципах, которые изложены выше, была построена и сводная таблица диагностических признаков для юрских терригенных угленосных толщ Северной Евразии [4]. В ней использованы материалы по многим площадям, включая Шаимский нефтегазоносный район ЗСОМБ. Она в полном виде приведена в табл. 4.3. Этим преследуется главная цель, состоящая в следующем.

Уже при изложении фактического материала, положенного в основу предложенного Атласа (см. гл. 1), мы обговорили, что ареал исследований ограничен не только территорией ХМАО, но и объектами недропользования ОАО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» (см. рис. 1.6). Из этого вытекает, что вне поля рассмотрения оказываются отложения континентального генезиса. В таком случае пользователь данного Атласа может быть поставлен в двусмысленное положение. К примеру, в сфере его интересов будет находиться объект, сложенный отложениями раннемелового (и не только!) возраста, в котором некая доля принадлежит породам с явными признаками континентального генезиса. К примеру, это могут быть плохосортированные песчаники несомненно руслового происхождения. Как поступить в данном случае (поскольку соответствующей литературы, в том числе и атласов под рукой, скорее всего, может не оказаться)?

Именно (и только) для общей ориентировки пользователя в этом положении, нами приведена таблица диагностических признаков юрских терригенных фаций в ее полном объеме (см. табл. 4.3). Несомненно следует иметь в виду, что в предлагаемом Атласе классификация бассейновых отложений существенно дополнена и детализирована.



Сводная таблица диагностических признаков исследуемых раннемеловых отложений территории ХМАО-Югры приведена в табл. 4.4.

Таблица 4.4  
**Диагностические признаки исследуемых раннемеловых отложений территории ХМАО-Югры**

Признаки		Макрофации																										
		КС					БД					БП					БМ					БУ						
Фации		КСР	КСЛ	Б3А	Б3П	Б3Л	Б7П	Б7Л	Б7Д	Б7Л	Б7Д	Б7А	Б7О	Б7В	Б7Р	Б7К	Б7А	Б7М	Б7В	Б7Р	Б7А	Б7Л	Б7О	Б7З	Б7Б	Б7А		
Грануло-метрический состав	аргиллит																											
	алевролит																											
	песчаник																											
Сортированность	мелкозернистый																											
	крупнозернистый																											
	тонкозернистый																											
	среднезернистый																											
Сортированность	крупнозернистый																											
	очень хорошая																											
	хорошая																											
	средняя																											
Текстура	плохая																											
	очень плохая																											
	массивная																											
	горизонтальная																											
Текстура	полого-волнистая																											
	линзовидно-волнистая																											
	косо-волнистая																											
	косая																											
Степень переработанности роющими организмами (index ichnotexture - ii)	нарушенная (оползни, оплывины и др.)																											
	1 (переработанность 0-2%)																											
	2 (переработанность 2-10%)																											
	3 (переработанность 10-40%)																											
	4 (переработанность 40-60%)																											
Ихнофации	5 (переработанность >60%)																											
	Scolithos																											
	Cruziana																											
Другие признаки	Nereites																											
	тонкое переслаивание слоев - ритмит																											
	включения обломков																											
Наиболее характерный парагенез (вне "своей" макрофации)	конкреции (штриховка - железистые, крап - Са, Mg)																											

## 4.2. Процедура установления фации

Весь материал в двух последующих частях расположен в соответствии со схемой фациального расчленения отложений (см. табл. 3.10), по некоторому вектору, отражающему направление «область сноса – приемный бассейн». С высокой долей условности задача представленного Атласа может быть сведена к двум функциям.

1. Иллюстративного материала, в чем собственно и заключается смысл любого атласа. Как отмечено уже в «донецком» издании, «при большом навыке в детальном описании керна и при знании текстового и иллюстративного материала Атласа отнесение данной породы к группе отложений или к одной из фаций не представит затруднений. Последующее детальное сравнение признаков данного слоя с описанием и изображением наиболее подходящих типов позволит дать их окончательное определение» [19, с. 26].

2. Атласа-определителя, как было отмечено в предисловии к главе. Наиболее простым здесь является тот случай, когда имеется какой-либо признак, сразу указывающий на генезис породы (либо на небольшое количество вариантов такового). К примеру, это ритмиты в тонкозернистых породах, или специфическая пуддинговая текстура в однородном песчаном матриксе. Значительно более сложной является ситуация, когда установленные признаки присущи многим породам. Для решения вопроса можно предложить процедуру, известную как **информационно-поисковая система**, детально описанную уже в Атласе 1956 г. [19, с. 31-33]. Она заключается в том, что на первом этапе (итерации) из общего массива фаций выбираются те, которым свойствен установленный признак. На втором этапе **только из этих фаций** (а не из всего набора – !) выбираются те, которым свойствен второй признак; на третьем (опять-таки **только из оставшихся!**) – третий признак, и так далее. В принципиальном виде это показано на рис. 4.1.

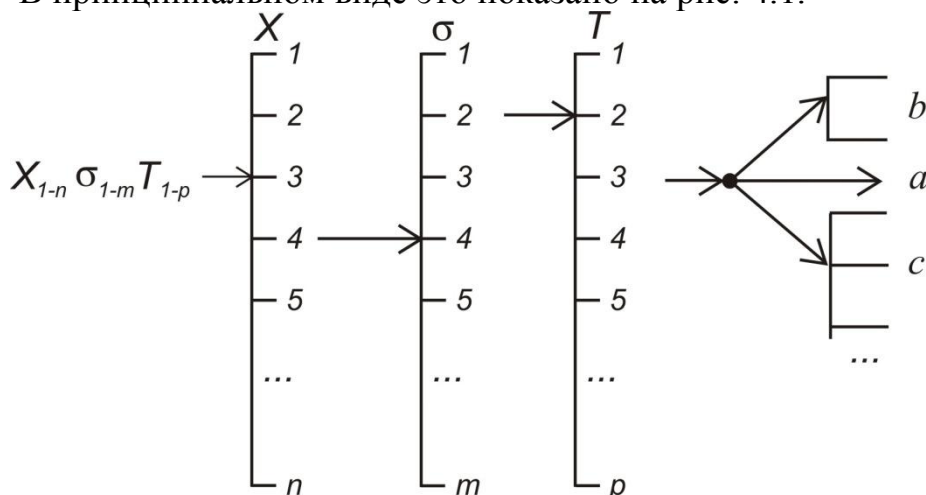


Рис. 4.1. Информационно-поисковая процедура для установления фации. Пример для конкретного образца с диагностическими признаками  $X_4$ ,  $\sigma_2$ ,  $T_3$

На первом этапе выполняется поиск фаций, которым соответствует гранулометрический состав  $X_4$ . На втором из этого набора устанавливаются те фации, которым присуща сортированность  $\sigma_2$ . На третьем этапе только из этого набора выбираются те фации, для которых характерна текстура  $T_3$ .

В конечном итоге может получиться три варианта:  $a$  – четко выделяется одна фация,  $b$  – остается две,  $c$  – три и более фации. Примечания см. в тексте.

Уже в Атласе [19] определены возможные затруднения, которые могут возникнуть в ходе определения фации. Так, во-первых, возможны случаи, когда определение может привести к неполному совпадению диагностических признаков с одной фацией, а выявит признаки двух фаций в одной макрофации, либо близких по сути фаций, но в разных макрофациях. Это может получиться либо в случае неточного и неполного определения признаков, либо из-за действительного смещения в породе признаков двух типов, что после накопления аналогичных материалов и специального изучения может привести к выделению нового типа или его разновидности.

Может случиться и так, что последовательное определение по основным диагностическим признакам приведет к двум (а иногда и к трем) фациям, относящимся к принципиально разным макрофациям. Это наиболее присуще тонкозернистым породам, не имеющим явно выраженные, своего рода «контрастные» диагностические признаки. В этом случае вопрос может быть решен с учетом генезиса пород, слагающих подстилающие и перекрывающие слои, характер которых указывает на общую обстановку осадконакопления. Естественно, нужно быть осторожным в отношении возможного проявления перерывов (диастем, гиатусов), когда соседствовать в разрезе могут фации принципиально разных обстановок.

Примеры реализации такой информационно-поисковой процедуры сделаны уже в Атласе [19]. Они выполнены нами также в пособии [1], Атласе [4] и работе по викуловской свите [122]. Проиллюстрируем определение фации конкретными примерами из последней работы (рис. 4.2, 4.3).

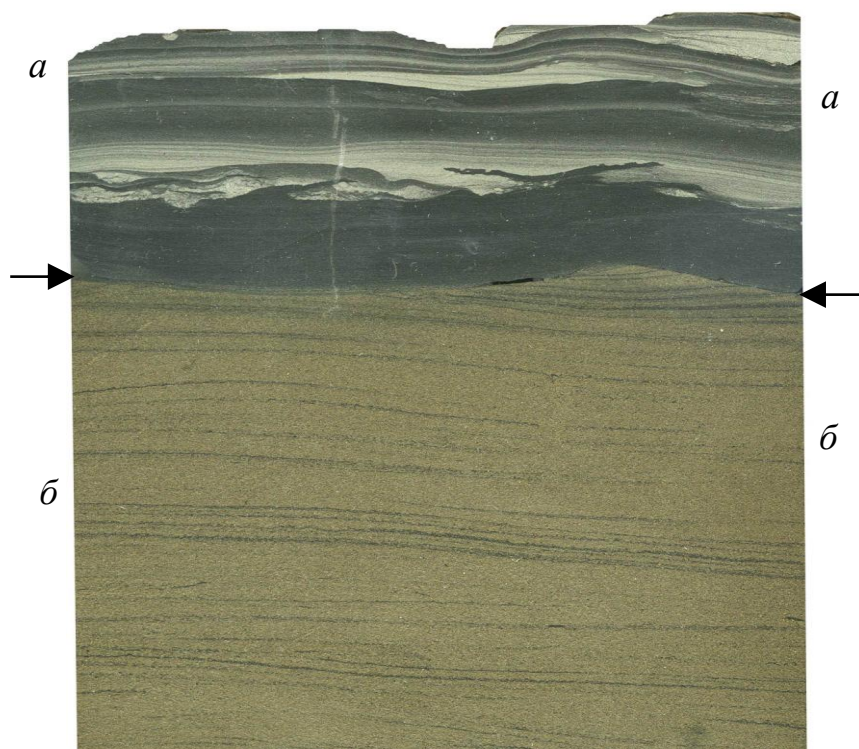


Рис. 4.2. Пример 1. Образец, в котором выделяется два самостоятельных слоя (граница по стрелке):

- верхний (а): бимодальное сочетание мелко(темное) и крупно(светлое)зернистых алевролитов – ритмит. Садка материала хорошая, слоистость тонкая пологоволнистая; в основании крупноалевритовых серий слойков – косо волнистая; в нижней серии – с послойным взмучиванием;
- нижний (б): песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, с тонкой косою слоистостью, подчеркнута небольшим количеством растительного аттрита. Слабо нефтенасыщен

Установить генезис верхнего слоя несложно: ритмичная текстура присуща фации приливо-отливных отложений или ваттов (БПР). Другие признаки этому определению не противоречат.

Для нижнего слоя выполним поиск по табл. 4.4, пользуясь сделанными определениями:

- тонкозернистый песчаный состав характерен (только **полностью** заштрихованные клетки) для 16 фаций (макрофаций) – КСП, БЗА, БДА, БПО, БПВ, БПР, БПК, БПА, БММ, БМВ, БМР, БМА, БМБ, БМП, БУЗ, БУА;
- хорошая сортировка – 11 фаций из 16 перечисленных выше – БЗА, БДА, БПО, БПР, БПК, БПА, БМР, БМА, БМБ, БМП, БУЗ;
- косая слоистость – только фации БДА.

Аналогичным способом определим генезис отложений для образца, показанного на рис. 4.3.

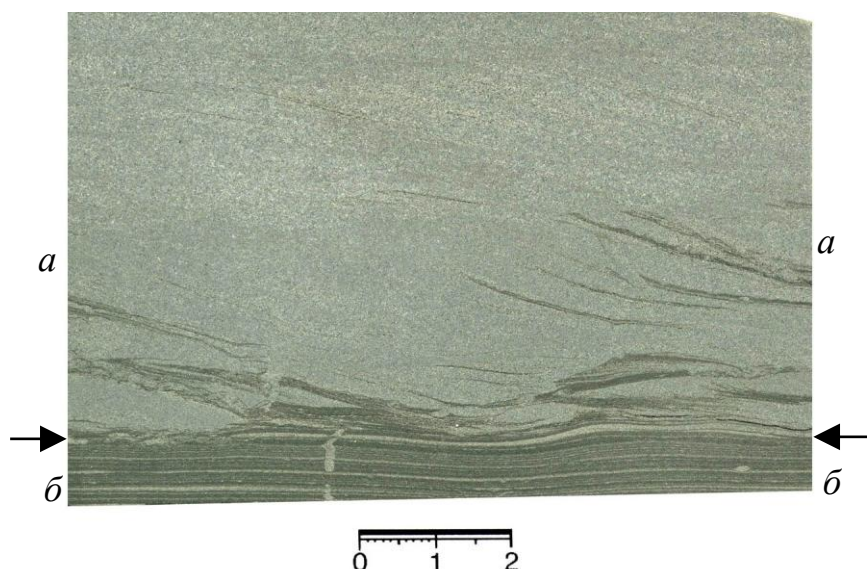


Рис. 4.3. Пример 2. Образец, в котором выделяется два самостоятельных слоя (граница по стрелке):

- верхний (а): песчаник тонко(мелко)зернистый, хорошо сортированный, с мелкой косоволнистой вогнутой (мульдообразной) слоистостью, слабокарбонатный;
- нижний (б): алевролит мелкозернистый, хорошей садки, с тонкой пологоволнистой слоистостью, подчеркнутой растительным атритом

Для верхнего слоя показатели размерности и сортированности материала близки к показанным для предыдущего образца – потому сразу выходим на 11 фаций по двум первым итерациям:

- БЗА, БДА, БПО, БПР, БПК, БПА, БМР, БМА, БМБ, БМП, БУЗ;
- косоволнистая слоистость присуща семи фациям из них – БЗА, БПО, БПР, БПК, БПА, БМР, БМБ;
- из этих семи «выпадают» БЗА и БПО, для которых более присущи другие параметры, а также БМР и БМА с четкой «ритмичной» текстурой, которой в анализируемом образце нет.

Среди трех оставшихся (БПК, БПА, БМБ) по «чисто» косоволнистой слоистости и карбонатизации некоторое преимущество имеет фация БМБ

(песчаных осадков подвижного мелководья). Однако такое решение приблизительно и требует уточнения.

Для нижнего слоя поиск по табл. 4.4 приводит к следующим результатам:

- мелкоалевритовый состав присущ одиннадцати фациям – КСП, БЗП, БЗГ, БПО, БПП, БПВ, БПР, БМВ, БУГ, БУО, БУБ;

- хорошая садка (сортировка) – восьми из них – БЗП, БЗГ, БПО, БПП, БПР, БУГ, БУО, БУБ;

- пологоволнистая слоистость – трем из перечисленных выше – БЗП, БПО и БПП;

- (!) по парагенезису с вышележающим слоем, имеющим сингенетический контакт, преимущество следует отдать фации алеврито-глинистых осадков малоподвижного мелководья (БПП). Кстати, выполненное определение как бы «заверяет» сделанный выше выбор в отнесении верхней части образца к баровому подвижному мелководью (БМБ).

В приведенных примерах по сути мы уже сталкиваемся с проблемой заверки или проверки правильности установления фации, то есть ее верификации. Данный вопрос, в частности, разобран в работах [1, 121] и в общем выходит за рамки представленного Атласа. Однако остановимся на небезынтересном примере, непосредственно касающемся излагаемых представлений. Специалистами ЦСМР (г. Казань) разработана экспертная система для автоматической диагностики фациальной принадлежности объектов, базирующаяся на использовании математического аппарата кластерного анализа [86], которая протестирована на образцах керна, описанных в Атласах [4, 19]. В результате эффективность распознавания генезиса, то есть соответствие «машинного» определения тому определению, которое было дано в соответствующем Атласе, составило: для среднекарбонных отложений Донбасса [19] – 93,4 %, а для юрских отложений Северной Евразии [4] – 62 %.

Весьма примечательны выводы из выполненного анализа, к которым приходят авторы. Они считают, что качество распознавания ограничивается рядом факторов как объективного, так и субъективного характера, к которым, среди прочих, относится «... полиморфизм и изоморфизм фаций. Некоторые литогенетические типы пород могут входить в состав осадков, формирующихся в различных фациальных обстановках. Это объективный фактор, затрудняющий диагностику фаций, основываясь только на изучении горных пород. Негативное действие этого фактора усугубляется, если его не учитывать, что фактически и делается многими специалистами по фациальному анализу, которые не разделяют четко понятия фации и литогенетического типа» [86 и др.].

Нетрудно заметить, что именно этой «болевым точкой» фациального анализа уделено достаточно большое внимание в предыдущих главах и разделах. Остается еще раз констатировать, что «объективизация» фациальных реконструкций, прежде всего с помощью математических методов обработки исходной информации, – это наиболее плодотворный путь дальнейшего совершенствования фациальных исследований.





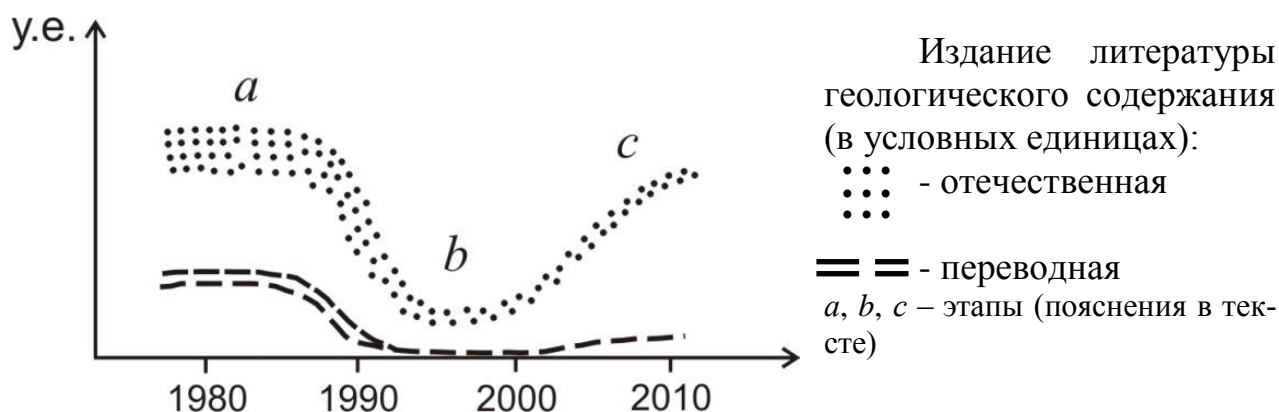
В завершение I части в целом вновь обратимся к методике выполняемых исследований (см. п. 3.2). Основное в ней – это *индуктивный* анализ исходных данных (от частных признаков – к определению генезиса), с обязательной проверкой определений: в данном случае при оценке парагенеза обстановок. Именно таким образом устанавливается фация как обстановка, реализованная в породе (осадок+условия): см. рис. 3.3. Как бы «замыкая» в целом процедуру изучения керн, описание которой начато в п. 2.1, укажем, что нами она выполняется *сверху вниз* по стратиграфическому разрезу. Изначально это определялось углублением самой скважины, когда последовательно описывался керн, извлекаемый на поверхность. В настоящее же время эта процедура как бы получает «второе дыхание», потому что лучше отвечает именно индуктивному подходу, неангажированному некоторой заранее предписанной моделью. (В «тисках» последней легко оказаться, описывая керн «снизу вверх», в соответствии с последовательностью седиментации.) Несомненно, высказанное положение является спорным, но весьма немаловажным.

## Часть II

### ХАРАКТЕРИСТИКА ФАЦИЙ



В начале данной части выполним небольшое вступление, имеющее немаловажное значение для общей характеристики рассматриваемого вопроса. Оно относится к его обеспеченности целевой литературой. Данный аспект вообще является весьма существенным «мерилом» такой специфической области знания, как геология. В целом его динамику можно охарактеризовать в виде следующей схемы. Конечно, она имеет весьма условный и субъективный характер, но будучи инспирирована известными процессами, прошедшими в СССР-России за последние 30 лет, в целом отражает суть изменений.



Как видно из схемы, вплоть до активной фазы перестройки ситуация с литературой геологического содержания (впрочем, как и с геологией в целом), была вполне благополучной. Это отражает отрезок «a» на схеме. Активно работало издательство «Недра», а многие актуальные новинки зарубежных авторов достаточно оперативно публиковало издательство «Мир». В результате основная часть геологов могла быть в курсе не только союзных, но и общемировых событий. В частности, об этом свидетельствуют и итоги 27-го Международного геологического конгресса, проходившего в 1984 г. в г. Москве.

Распад СССР, приведший, в частности, и к разрушению геологической отрасли, отражен на схеме отрезком «b». Для геологической литературы это выразилось в ликвидации централизованной системы ее издания и распространения. Создалась лакуна, которая некоторое время почти не заполнялась (см. схему). Для преодоления такой ситуации многие организации и, прежде всего, вузы перешли на «самиздат». Это, естественно, привело к резкому снижению тиражей и труднодоступности издаваемых материалов. Выпуск переводной литературы по существу прекратился.

Начиная примерно с середины «нулевых» годов, выпуск геологической литературы, как и положено в условиях рынка, в существенной степени самоурегулировался (отрезок «c» на схеме). Количество самих изданий, пожалуй, даже увеличилось (при общем снижении тиражей, что соответствует и несомненному снижению спроса). Сформировался ряд издательств с разными формами собственности («Научный мир», «ГЕОС» и др.). В последние годы имеются примеры издания переводной литературы. Широкое распростране-

ние сети Internet переводит на новый, принципиально иной качественный уровень ознакомления с новинками в области геологии – как отечественной, так и зарубежной.

Проведенный обзор преследует и узкоспециальную цель. Как уже было отмечено в предыдущих главах, интерес к фациальным реконструкциям характеризуется высокой устойчивостью, а в нефтегазовой литологии только возрастает. Естественно, что такое внимание требует получения новых и переосмысления накопленных фактов. В отношении последнего данный аспект означает постоянное использование сводок обобщающего характера. Это полностью присуще многим работам зарубежных авторов, на которые принято ссылаться в трудах отечественных литологов. Такой тезис легко проверить, анализируя список литературных источников в любых изданиях – от крупных монографий до небольших статей. В них непременно будут упомянуты работы Р. Ч. Селли [117]; Р. Унруга и др. [115]; М. Лидера [75], а также иные, изданные в основном в 1980-е годы (см. этап «а» на схеме). Наиболее же цитируемыми и соответственно широко используемыми изданиями, как указано выше, являются сводка Г.-Э. Рейнека и И. Б. Сингха [110] (перевод с англоязычного издания 1975 г.) и двухтомник под редакцией Х. Рединга [97] (перевод с англоязычного издания 1986 г., представляющего переработанный вариант первого издания 1978 г.).

Таким образом можно констатировать, что почти два десятилетия отечественная седиментология была в своего рода «шоковом» состоянии, будучи во многом как во внутренней самоизоляции, так и отлученной от общемирового процесса (этап «б» на схеме). Однако в последние годы положение стало выправляться. Этому способствует несколько факторов. Во-первых, несомненно стабилизировалось количество высокопрофессиональных отечественных исследований, что, в частности, фиксируется в трудах регулярно проводимых Всероссийских литологических совещаний. Во-вторых, значительно расширился доступ как к отечественным, так и к зарубежным работам, благодаря развитию сети Internet и ряду специализированных сайтов (Lithology.ru; Jurassic.ru и др.). Наконец, в-третьих, стали появляться и переводы зарубежных изданий. К ним относятся фрагменты работы G. Einsele, содержащиеся в книге [42] (пер. Е. Ю. Барабошкина), а также сводка Б. Бижудюваля [28].

Подводя итоги вступлению, отметим, что все перечисленные особенности присущи и представляемой второй части Атласа. В основном это относится к использованию тех же источников, на которые опираются и другие исследователи (см. выше). Однако по мере возможности мы старались привлечь для характеристики конкретных фаций нетривиальные сведения. К ним относятся, во-первых, труды отечественных литологов второй половины XX века, многие из которых к настоящему времени незаслуженно забыты. Во-вторых, это результаты современных исследований как отечественных, так и зарубежных седиментологов.

Построена данная часть Атласа в едином стиле. Каждая из шести глав посвящена отдельной макрофации. Заканчивается она перечнем входящих в нее фаций с перечислением комплекса присущих им признаков и отсылкой к соответствующему иллюстративному материалу, помещенному в III-й части. Этот комплекс заключается в перечне, состоящем из семи признаков, помещенным в неукоснительно соблюдаемой последовательности (см. п. 2.1):

- 1) гранулометрический состав пород;
- 2) соотношение фракций (сортированность);
- 3) текстурная характеристика;
- 4) вид и описание биологической составляющей (флора, фауна, ихнофоссилии);
- 5) особенности, а также другие признаки (в основном индикативного характера);
- 6) контакты с подстилающими и перекрывающими отложениями;
- 7) наиболее характерный парагенез.

## 5. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЛКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ВОДОТОКОВ (КС)



При выделении данной макрофации для юрских терригенных (угленосных) отложений, мы сразу отметили ее своего рода «дуалистичность» [4]. Она заключается в том, что с одной стороны породы как бы «в миниатюре» наследуют все основные признаки, присущие русловому и пойменному, так сказать, «настоящему» аллювию. С другой же стороны, они не привязаны к четко выраженной речной долине, характерной для крупных равнинных рек, закрепленных устойчивыми во времени берегами. Тем самым они сходны с перстративным (перестилающим) аллювием Е. В. Шанцера, показанным на рис. 5.1, но мигрирующим не внутри (поперек) русловой долины, а **вдоль выровненного побережья**. Таким образом, осадки данной макрофации во многом «смыкаются», стыкуются по своему облику и месту формирования с русловыми протоками, рассекающими приливно-отливные отмели и которые, в частности, хорошо описаны в работе [110] для современных отложений. В качестве примера обычно приводится район Нордегрюнде (Северное море), близ эстуария р. Эльбы (рис. 5.2). Для него отмечается следующее. «В сублиторальной зоне имеются русловые промоины. В заливаемой приливами низине они узкие и расширяются в направлении открытого моря. В приливно-отливной полосе они имеют ширину около 1 км, а в самом конце достигают ширины 3 км. Глубина русловых промоин довольно изменчива, местами до 20 м» [110, с. 311]. Скорость их перемещения по латерали существенна и составляет до десятков метров в год (ср. с перстративным аллювием! – см. выше). Результаты переработки первично формировавшихся осадков показаны на рис. 5.3. Как видно, за период около 70 лет наблюдений до 60 % осадков-приливно-отливной полосы оказались переработанными приливыми руслами. Переработка осадков происходила в результате латеральной миграции русел. Хотя в основном приливые русла занимают ту же площадь, их положение внутри этой площади на протяжении сотен лет изменяется. Небольшие русла существуют более короткий период времени, чем крупные. Латеральная миграция русел в связанных илистых осадках илистой равнины довольно низкая. Скорость миграции русел в илистых осадках оценена в 25 м в год. В песчаных осадках скорость миграции выше – от 25-30 до 100 м в год.

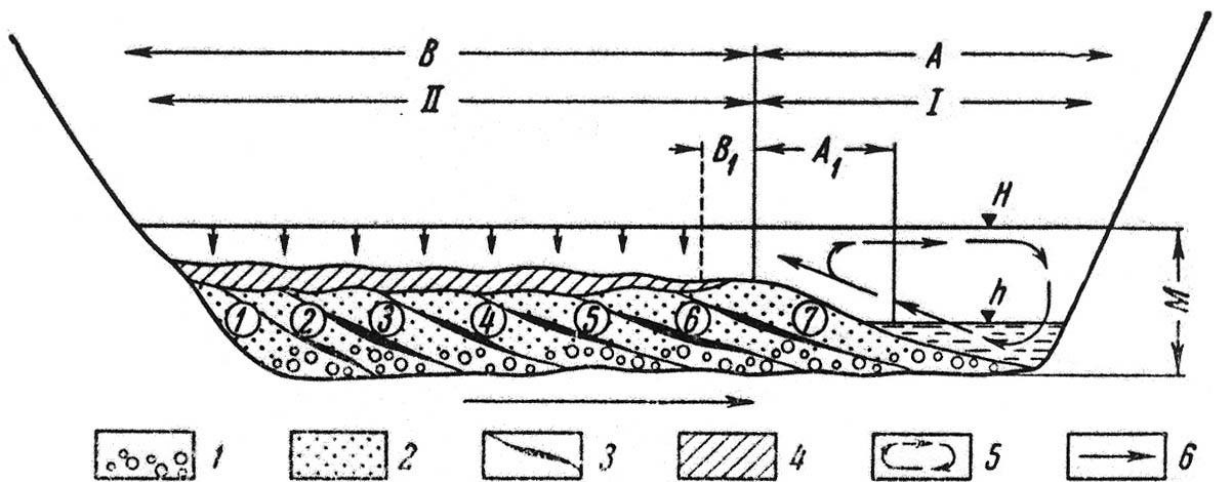


Рис. 5.1. Схема перстративной фазы аллювиальной аккумуляции [149]:

$A$  – русло ( $A_1$  – русловая отмель);  $B$  – пойма ( $B_1$  – прирусловый вал);  $H$  – уровень полых вод;  $h$  – уровень межени;  $M$  – нормальная мощность аллювия;  $I$  – зона намывания влекомых наносов поперечными циркуляционными токами, цифры в кружках (1-7) – последовательно образующиеся слои руслового аллювия;  $II$  – зона осаждения взвешенных наносов.

Русловый аллювий: 1 – грубозернистые пески, гравий и галька; 2 – мелко- и тонкозернистые пески; 3 – прослой заиления; 4 – пойменный аллювий; 5 – токи поперечной циркуляции в русле; 6 – направление смещения русловой ложбины в ходе накопления аллювия

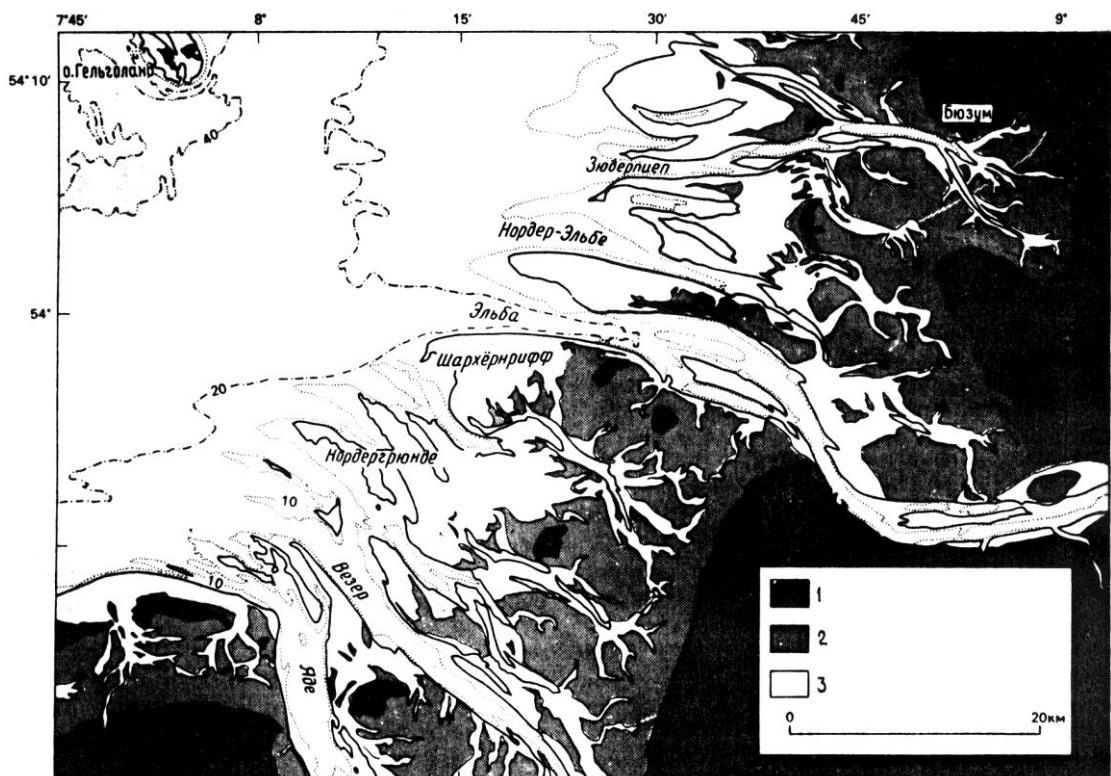


Рис. 5.2. Литоральная и sublиторальная отмели, рассеченные эстуариями, Гельголандская бухта, Северное море (Reineck H. E. and Singh I. B., 1973). 1 – материк; 2 – литоральная зона; 3 – 0-6 м. (из работы [110, с. 230])

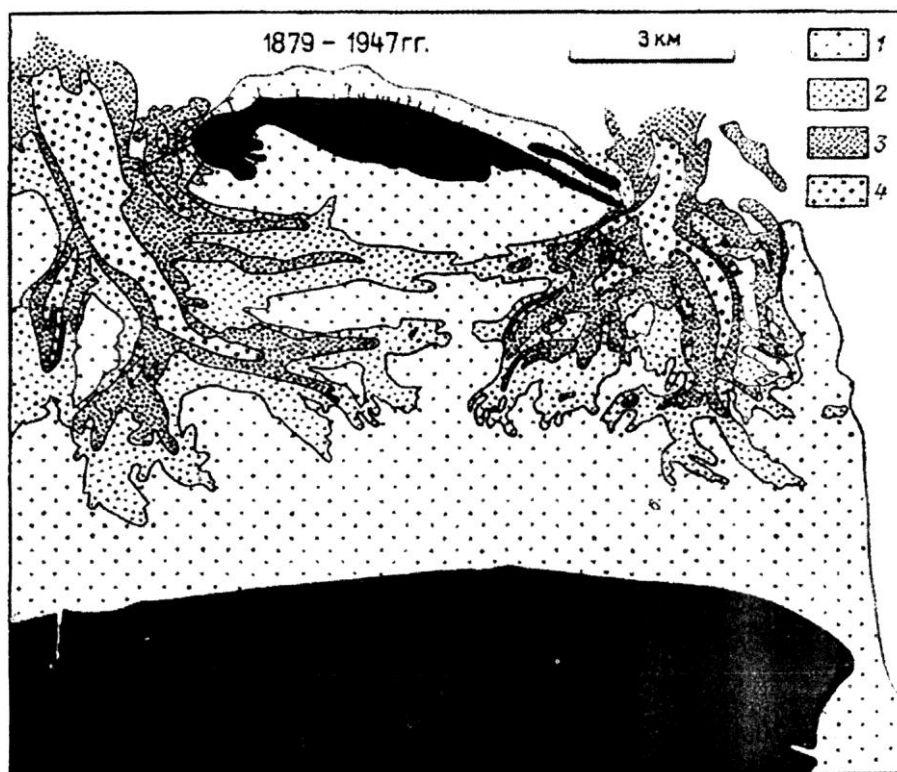


Рис. 5.3. Переработанные осадки приливно-отливной полосы (по Рейнеку: Reineck, 1958) [110]

Отметим здесь, что такие высокие скорости осадконакопления вообще присущи многим толщам, что, в частности, разобрано в известной сводке З. Кукала [72].

В данном контексте эти отложения весьма близки к эстуариям малых водотоков, что хорошо видно и на заставке к главе. Однако, с учетом специфики древних обстановок осадконакопления, мы полагаем, что они несли в большей степени функцию именно сноса материала, поступающего с пологих возвышенностей, нежели его последующего перераспределения, несомненно, имеющего место (см. выше).

Пример сравнения позднеюрских песчаников, сформировавшихся в обстановках барьерных островов, за счет выноса материала именно такими локальными водотоками, содержится в статье [166]. Именно из нее нами заимствовано актуалистическое отображение ландшафта, приведенное в заставке к главе.

По аналогии с «классическим» аллювием, всегда разделяемым на русловую и пойменную составляющие, мы выделяем среди макрофации мелких прибрежных водотоков две фации – русловую (КСР) и пойменную (КСП).



*Фация гравийно-песчаных русел мелких прибрежных водотоков (КСР):*

*фототаблица I.*

1. Преимущественно мелко-среднезернистые песчаники.
2. Как правило, плохая.
3. Косая и косо-волнистая, нередко перекрестная, до сильно срезанной.
4. Почти всегда присутствует растительный детрит, нередко фрагменты древесных остатков.
5. Высокая гидродинамика, как правило, имеющая отчетливо потоковый характер.
6. Именно «потоковость» позволяет выделять данную фацию, даже при небольшой толщине слоев. Нижний контакт резкий почти всегда, верхний – довольно часто.
7. Чаще всего встречается «внутри» довольно устойчивых прибрежных комплексов полуизолированного бассейнового мелководья (БП); реже – заливов (БЗ).

*Фация глинистых и песчано-алевритовых осадков поймы мелких прибрежных водотоков (КСП): фототаблица II.*

1. Алевролиты и тонкозернистый песчаник.
2. Большой диапазон; чаще средняя.
3. Как правило, сочетание основных типов волнистой слоистости (полого-, линзовидно- и косо-волнистой)
4. Довольно много растительной органики, в том числе относительно крупной (детриты, небольшие фрагменты древесины). Ихнофация *Scoyenia*.
5. Быстро меняющаяся гидродинамика в широком диапазоне: от застойно-заиливающихся условий до потокового режима.
6. Достаточно четкие, особенно вне связи с русловыми осадками, что может иметь место при быстрой боковой планации водотоков.
7. Чаще всего встречается «внутри» заливового комплекса (БЗ); реже – в прибрежно-полуизолированном бассейновом мелководье (БП).

## 6. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВНО- ЛАГУННОГО ПОБЕРЕЖЬЯ (БЗ)



Данные отложения весьма трудны для диагностики. Действительно, их формирование связано с некоторой водной акваторией – но остро встает вопрос – с какой? Для внутриконтинентальных бессточных водоемов – озер – вопрос диагностики часто решается по их преимущественно небольшой площади; парагенезу с аллювием; миграции озерных котловин внутри континента. Для обширных бассейнов – по общей глубине осадконакопления в открытой части, тем или иным способом обнаруживающей связь с Мировым океаном. Заливы же имеют явно промежуточное, *переходное* положение. Это было тонко подмечено уже в Атласе... 1956 г., где был особо отмечен своего рода «анти»признак рассматриваемых осадков: «Общим для всех пяти (переходных. – В. А.) фаций является то, что основные диагностические признаки пород, выражающие эти фации, представляются *промежуточными* (курсив наш. – В. А.) между соответствующими признаками, свойственными породам континентальных и морских фаций» [19, с. 68].

Принципиальная схема залива (лагуны) и окружающих обстановок приведена на рис. 6.1. Как легко заметить, в силу замкнутости (точнее, полузамкнутости) акватории, она имеет дуалистический характер в реализации процесса осадконакопления. Г. - Э. Рейнеком и И. Б. Сингхом он описан следующим образом.



Рис. 6.1. Схема лагуны (залива) и песчаного барьера [115, с. 509]

«Образование лагун приливно-отливной зоны более или менее сходно с образованием приливно-отливных равнин. В таких зонах трудно дифференцировать зоны лагун и приливно-отливную равнину, лежащую за барьерными островами. Флегер (Phleger, 1969), относит приливно-отливную равнину, лежащую за барьерными островами защищенную ими от действия волн, к лагунам. Мы придерживаемся мнения, что в районе приливно-отливной зоны, расположенной за барьерными островами, лагунами можно считать только те мелкие впадины, которые остаются заполненными водой даже при низких приливах. Более того, если имеется достаточно большое количество осадка, из лагун приливно-отливных зон могут постепенно образоваться заливаемые приливами низины (внутренняя приливно-отливная зона). Лагуны протягиваются на большие расстояния: например, лагуна Мадр в Мексиканском заливе – более чем на 200 км, а лагуна Санто Доминго в Калифорнийском заливе – более чем на 100 км. Прибрежные лагуны широко распространены по всему миру. По данным Зенковича (Zenkowitch, 1969), 13 % побережья занято барьерными островами, за которыми располагаются лагуны. Флегер (Phleger, 1969) утверждает, что треть Мексиканского залива и половина восточного побережья США к югу от Нью-Йорка представляют собой лагунные побережья. Однако в обоих случаях не было проведено никакой дифференциации между заливаемыми приливами низинами и лагунами.

Важным морфологическим элементом лагун являются протоки, через которые лагуны заполняются водой или осушаются в результате изменения уровня воды в открытом море, происходящего за счет приливов и отливов или под действие ветра. Основные протоки двух лагун располагаются непосредственно за барьерными островами» [110, с. 341].

При изучении древних заливов (лагун) немаловажно иметь в виду две их особенности, которые (по аналогии с признаками пород) можно отнести как минимум к индикативным. *Первая* из них хорошо описана в работах известного геолога-угольщика Г. А. Иванова [57 и др.]. Им разработана концепция **лагунно-барового торфо(угле)образования**, представление о которой дает схема, изображенная на рис. 6.2. Как видно из нее, с лагунами Г. А. Иванов связывает формирование торфяников, явившихся исходным материалом для наблюдаемых ныне угольных пластов.

Такая модель полностью соответствует представлениям о современных процессах осадко- и торфонакопления, длительное время изучавшихся геологами ВСЕГЕИ и ряда других организаций на материале юго-восточного побережья Балтийского моря [100]. На рис. 6.3 приведена схема дельты р. Неман Куршской косы, играющей роль своего рода эталонного барьера, и части Балтийского моря. Обращает на себя внимание значительная по площади лагуна, дно которой сложено разнообразными осадками. Ее тыловая, обращенная к континенту часть, имеющая форму полумесяца, повсеместно и достаточно интенсивно заболочена.

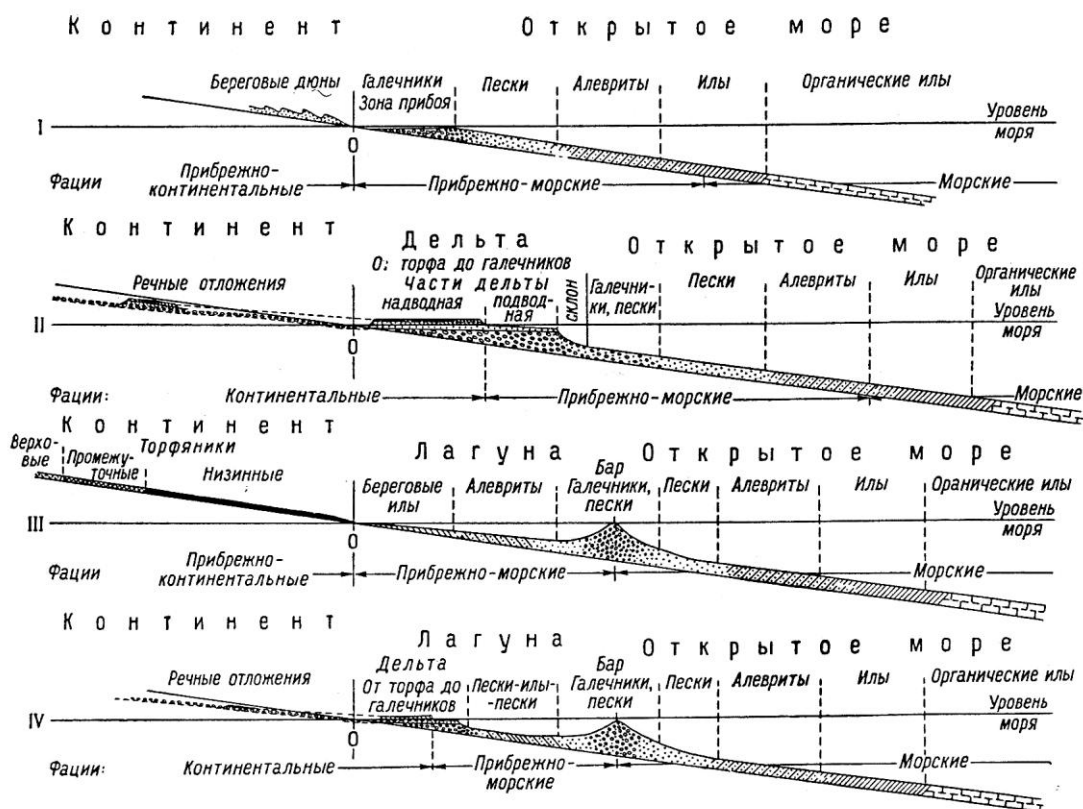
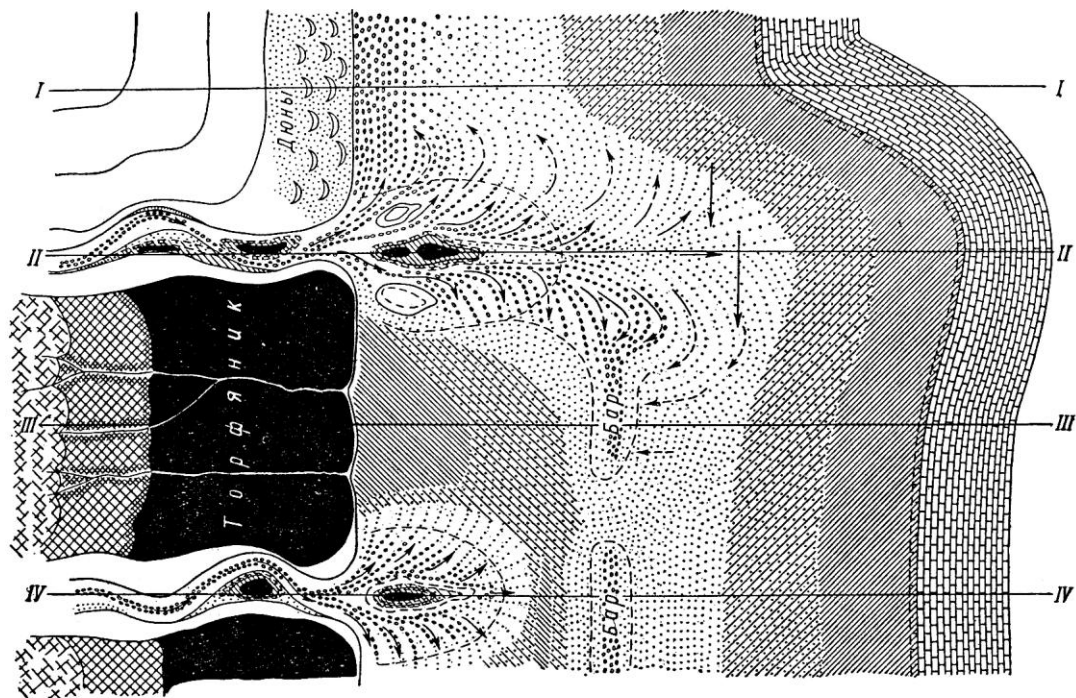
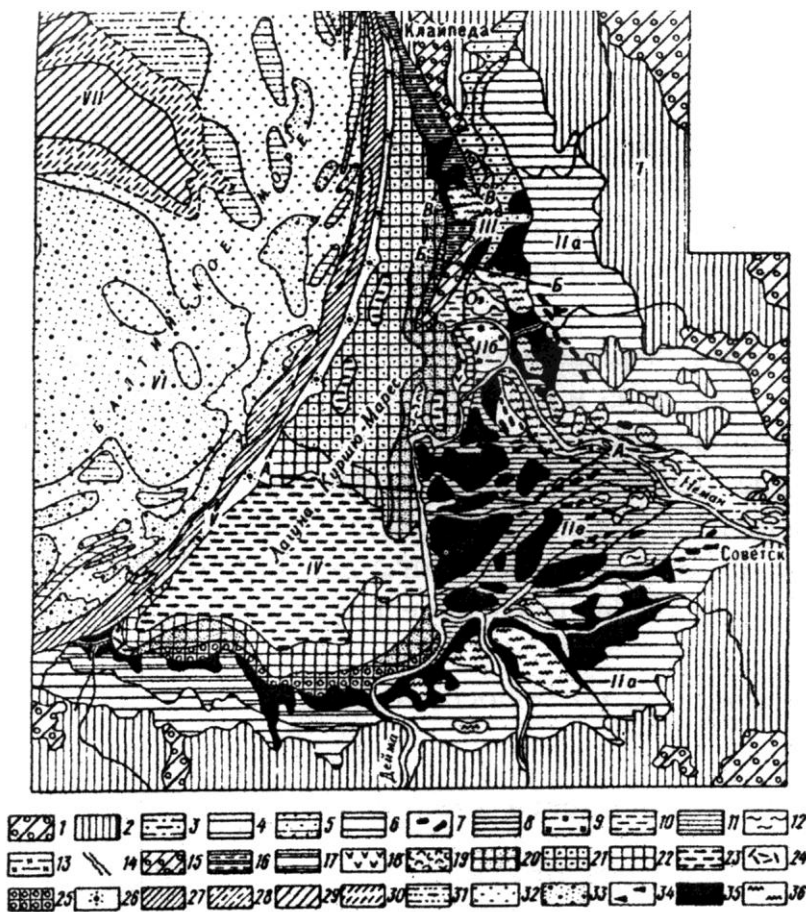


Рис. 6.2. Распределение фаций в прибрежно-морских и прибрежно-континентальных обстановках седиментации при стационарном положении береговой линии в плане (вверху) и в разрезах (внизу) [57]

Обстановки: I – континент – открытое море; II – река – дельта – открытое море; III – континент – лагуна – открытое море; IV – река – дельта – лагуна – открытое море



1-3 – зона хинтерланда: 1 – холмистый рельеф краевых ледниковых образований среднелитовской стадии отступления ледника – тяжелые суглинки, валунные глины, 2 – волнистая моренная равнина – суглинки и супеси с валунами и гравием основной морены, 3 – пойменный и русловый аллювий нижнего течения р. Неман – пески мелкозернистые, алевриты, прослойки песчаного торфа; 4-7 – аккумулятивная озерно-ледниковая равнина: 4 – всхолмленная равнина, частично заболоченная – алевриты, пески, 5 – равнина долины стока ледниковых вод – суглинки, 6 – заболоченная равнина на озерно-ледниковых суглинках, глинах, илах, 7 – останцы мелкозернистых песков позднеплейстоценового эстуария р. Неман; 8-14 – дельтовая равнина: 8-10 – действующая дельта (8 – низкая затопляемая терраса, маршевая полоса, 9 – зона интенсивного нарастания дельты – алевриты, пески мелкозернистые с растительным шламом, 10 – заболоченная низменность, флювиолагуно-озерная – крупные алевриты с растительными остатками), 11-14 – старая брошенная дельта (11 – заболоченная равнина – пески гумусированные, алевриты, 12 – плоские понижения на месте опущенных озер – гумусированные глинистые алевриты, 13 – элювий главной дельтовой протоки – песок средне- и мелкозернистый, 14 – русловый и пойменный аллювий дельтовых протоков и рек – алевриты); 15-16 – первая барьерная зона: 15 – останцовые моренные гряды северолитовской стадии отступления ледника – валунный суглинок, 16 – заболоченная равнина на мелкозернистых литориновых песках с грядой дюн высотой до 8-10 м; 17-25 – лагуна Куршю-Марес: 17 – прибрежная абразионно-аккумулятивная слабонаклонная терраса на ледниковом цоколе – перемытые валунные суглинки, глинистые разнозернистые пески, 18 – зона зарастающего побережья лагуны – глинистый ил с корнями тростника, 19 – приустьевой бар, отмели и низкие острова – мелкозернистый песок, крупный алеврит, 20-25 – донные осадки лагуны (по В. Гуделису, А. Гасюнасу) (20 – песок мелкозернистый, 21 – песок илистый, 22 – песчаный ил, 23 – ил, глинистый ил, 24 – торф, 25 – реликтовые плейстоценовые отложения – суглинок, валунный суглинок, частично перемытые); 26 – Куршская коса – вторая (главная) барьерная зона, золотые дюны и гряды высотой 50-60 м, песок среднезернистый с погребенными почвенными горизонтами; 27-34 – Балтийское море (по А. И. Блажчишину): 27-30 – современные донные отложения (27 – подводный береговой склон, глубины 10-15 м, пески мелкозернистые, у абразионных берегов среднезернистые, 28 – крупные алевриты, хорошо сортированные, 29 – склоны глубоководной Гданьской впадины, глубины от 65-70 до 115 м, алевриты крупные и мелкие, 30 – периферия глубоководной зоны, участки с замедленной седиментацией, песчано-алевритовые осадки с железомарганцевыми конкрециями); 31-34 – древнеголоценовые (реликтовые) отложения (31 – внешняя зона древних береговых склонов – крупные алевриты, 32 – реликты пересыпей, баров, валов – пески средне- и мелкозернистые, 33 – абразионно-аккумулятивная равнина на ледниковом субстрате – остаточные песчано-гравийные осадки с галькой и валунами, 34 – лагунные алевритовые илы); 35-36 – болота: 35 – низинные; 36 – верховые. Oz – остаточное озеро, I-VII – фациально-геоморфологические зоны, A-A – B-B – линии профилей

Рис. 6.3. Литолого-фациальная схема дельты Немана Куршской лагуны и примыкающей части дна Балтийского моря [100]

Вторая особенность лагун (заливов) заключается в наличии такого важного геохимического признака как **конкреции**, особое значение которых подчеркнуто во многих работах А. В. Македонова и П. В. Зарицкого. Своеобразная геохимическая водная среда (угольных) лагун, т. е. заливов, «... определяется взаимодействием двух факторов: 1) составом пресных вод, поступающих с континента, которые, проходя через торфяники, сильно обогащаются железом, и 2) составом вод, богатых кальцием и в меньшей мере магнием, поступающих из открытого моря через бар и толщу песчано-галечных его образований (при подводном его положении) или через каналы-проливы (последний курсив наш. – В. А.) (при надводном положении бара» [57, с. 135]. Дополним, что именно наличие сидеритовых конкреций (в т. ч. поясковых и «недоразвитых»), при их хорошей визуальной распознаваемости, и делает данный признак почти конститутивным (см. выше).

Добавим к этим двум ведущим признакам еще и *третий*, который достаточно характерен именно для лагун (заливов), когда при общей застойности среды осадконакопления могут формироваться текстуры, инициированные активным внешним воздействием. Этот процесс изображен на известном рисунке, отображающем результаты лабораторных исследований (рис. 6.4).

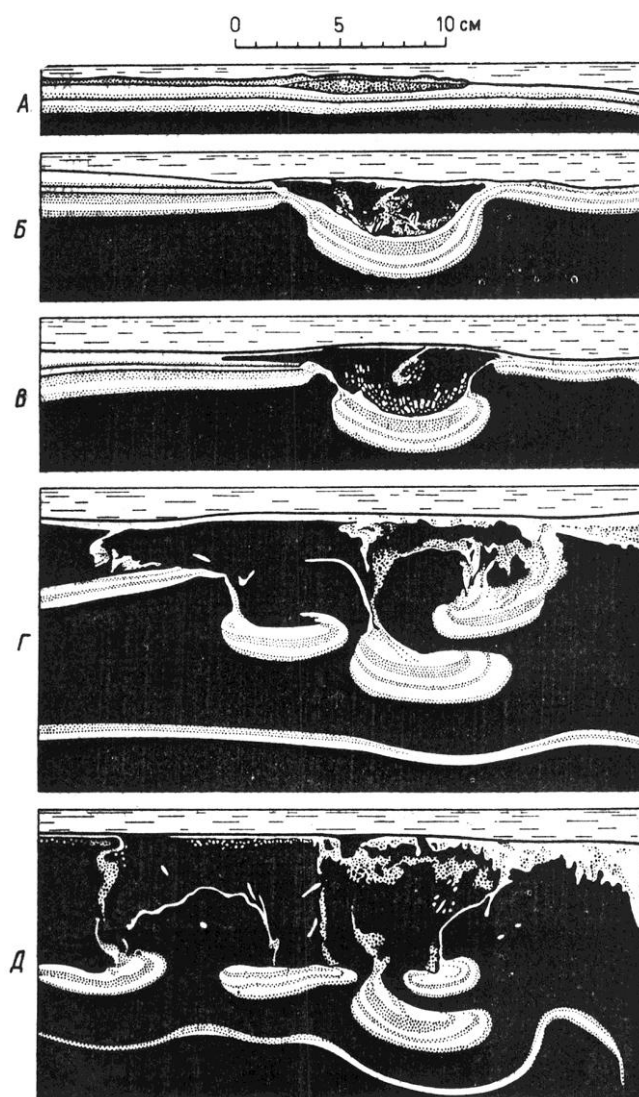


Рис. 6.4. Шаровые и подушечные текстуры, полученные в лабораторных условиях (Kuenen, 1958: из [104, с. 334])

Таким образом, для макрофашии БЗ присущи все признаки, характерные для замкнутых водоемов седиментации, в особом контрастном сочетании, вызванном, как правило, небольшими толщинами слоев. Особым признаком, относящимся уже к установлению парагенеза, является установление проток, или проливов, которые отделяют самостоятельный (не внутридельтовый или междуканальный – !) залив с приемным водоемом. Последние открывают залив или отшнуровывают его, в том числе в благоприятных условиях – попеременно. Это особенно хорошо видно на рис. 6.5, отражающем современную динамику процесса, и замыкающим цепочку выполненных рассуждений, возвращая к обширной цитате, приведенной в начале главы.



*a* – число затоплений и дренаж во время квадратурных приливов; дренаж самых высоких частей лагуны длится несколько дней; *б* – число затоплений и дренаж лагуны во время весенних приливов. Кривые демонстрируют также число периодов затопления лагуны выше отметки 1,5 м. По Уарме (Warme, 1971).

Вертикальной штриховкой отмечено время, когда имели место приливы выше отметки +1,5 м, черным – приливы выше высоты воды в проливах. MSL – средний уровень весенней воды, MLLW – средний уровень низкой воды

Рис. 6.5. Кривые приливов за несколько дней июля 1965 г., демонстрирующие высоту приливов (по отношению к глубине нахождения алевритовых осадков, т. е. высоте приливов), которые затопляют лагуну Мугу [110, с. 342]

При изучении юрских терригенных (угленосных) отложений для макрофашии отложений заливно-лагунного побережья (БЗ) мы выделяли **три** фации [4]: приберегового полуизолированного мелководья (БЗП); активного подвижного мелководья (БЗА) и глубоких частей заливов (БЗГ). Такое же разделение принято и в предлагаемом Атласе.

*Фация глинисто-алевритовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун (БЗП): фототаблица III*

1. Алевриты, очень редко – с примесью и прослоями песчаного; чаще – глинистого материала.
2. Обычно хорошая, реже средняя.
3. От горизонтальной до линзовидно-волнистой, с преобладанием полого-волнистой. Часто «расплывчатая», с довольно толстыми слоями. Нередки ритмиты.

4. Растительная органика в различном, часто достаточно большом количестве (темно-серый и черный цвет), вплоть до заболачивания. Распределение обычно равномерное. Ихнофагии *Scoyenia*, *Scolithos*.

5. Характерна послойная сидеритизация (коричневые оттенки), с формированием поясковых и цепочечных конкреций.

6. Переходы в другие слои часто постепенные, что очень затрудняет диагностику при непрерывном описании интервалов «от слоя к слою» (нужно постоянно как бы «заглядывать вперед», на 5-15 м, что не всегда представляется возможным).

7. Почти всегда с прибрежно-полуизолированным бассейновым мелководьем (БП).

*Фашия песчано-алевроитовых осадков прибрежных частей заливов и лагун (БЗА): фототаблица IV*

1. Обычно тонкозернистый песчаник – крупнозернистый алевролит, с примесью «соседних» фракций.

2. Чаше средняя; иногда может быть довольно плохая.

3. Сочетание основных типов волнистой слоистости; особенно характерна линзовидно-волнистая. Часты взмучивания, оползания.

4. Растительная органика нередко в слабо дезинтегрированной форме (крупный детрит). Ихнофоссилии редки (ихнофашия *Scolithos*).

5. Часты сидеритовые конкреции. Хороший индикатор – активные взмучивания и перемывы, свойственные разрушению перемычек, разделяющих залив (лагуну) и основной приемный бассейн.

6. Аналогично фашии БЗП (см. выше), но чаше облегчается тем, что фашия БЗА имеет своего рода «подчиненное», второстепенное значение. Непосредственные контакты слоев, как правило, довольно четкие.

7. Почти всегда с прибрежно-полуизолированным бассейновым мелководьем (БП).

*Фашия алевроито-глинистых и карбонатных осадков центральных частей заливов и лагун (БЗГ): фототаблица V*

1. Алевроаргиллиты, часто с карбонатизацией.

2. Всегда хорошая, до очень хорошей.

3. Массивная текстура, горизонтальная слоистость. Возможна тонкая ритмичность; оплывины, структуры внедрения, фьямме.

4. Органический материал чаше всего отсутствует.

5. Нередко имеет специфический зеленоватый оттенок. При интенсивной карбонатизации – текстура «конус в конус» (cone-in-cone); стилолитизация.

6. Контакты чаше всего постепенные, устанавливаются с трудом.

7. Только внутри заливово-лагунного комплекса.



## 7. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ (БД)



Интерес к отложениям дельт крупных рек насчитывает более чем двухтысячелетнюю историю, уходя в работы Геродота. Для геологии в ее современном понимании он легко объясняется тем, что на занимаемой ограниченной площади (около 2 % земной поверхности), конусы выноса речных потоков концентрируют до 50 % материала, смываемого с континентов. «Контрастный» механизм разгрузки влекомых осадков на рубеже водоток – приемный водоем, при резком падении влекущей силы, позволил разработать достаточно убедительные модели дельтового осадконакопления. Наиболее известной является схема, предложенная У. Галловеем (см. рис. 3.20), приведенная на рис. 7.1. В развернутом виде, имеющем характер блок-диаграммы, она изображена на рис. 7.2.

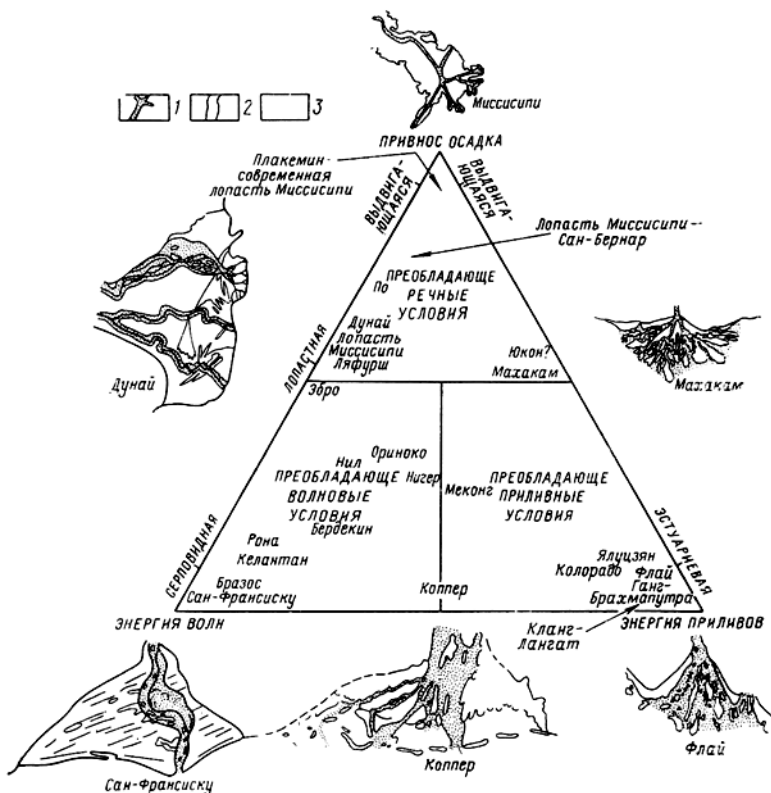


Рис. 7.1. Диаграмма, иллюстрирующая деление дельт на три типа: преобладающе речные, преобладающе волновые и преобладающе приливные (У. Е. Галловей, 1975; из сборника [48, с. 24]):

Привнос осадка, энергия волн и течений определяют морфологию и стратиграфию дельты: 1 – речные фации (главным образом песок); 2 – песчаные фации края дельты; 3 – марши-болота и заиленные берега

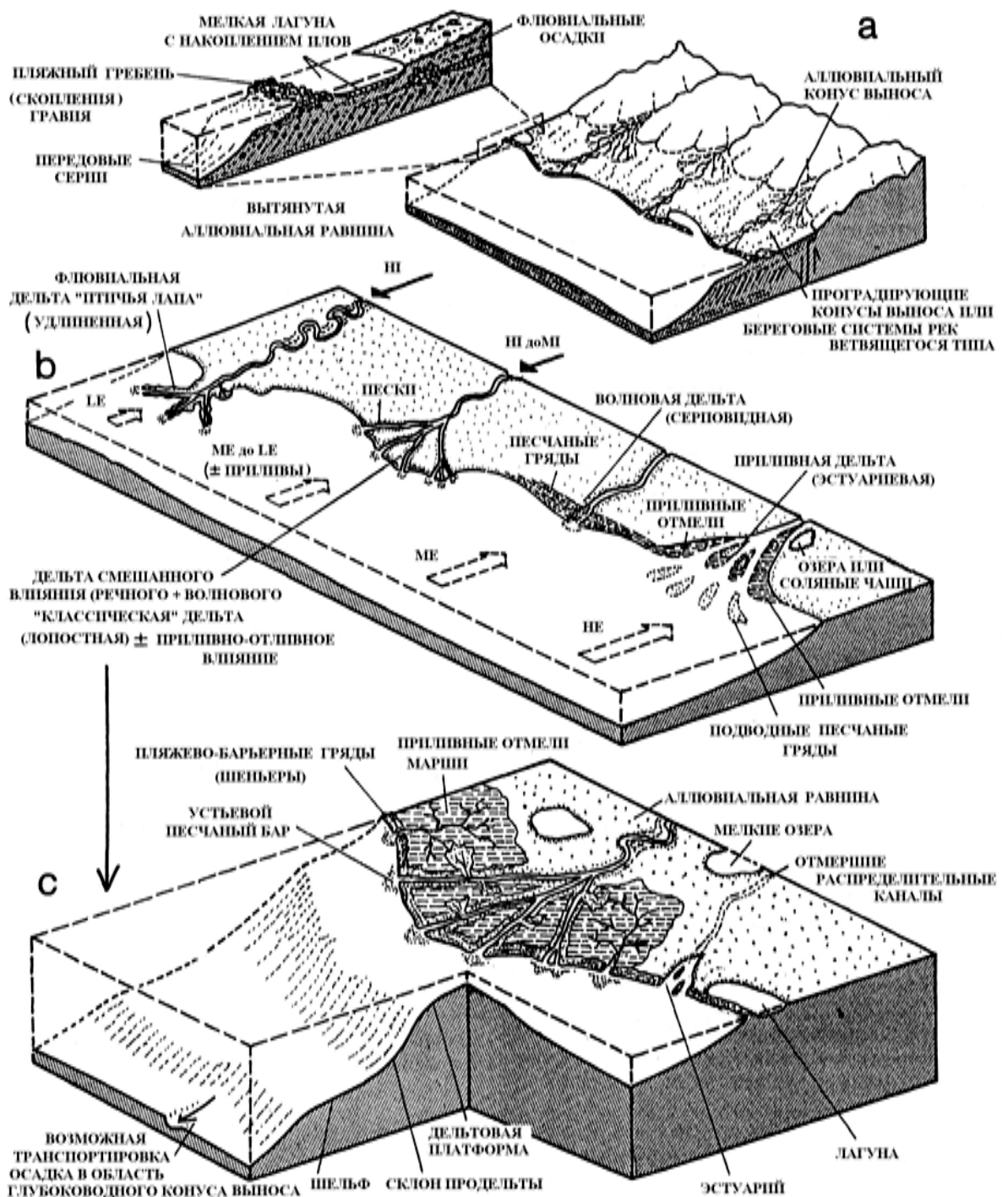


Рис. 7.2. Общая характеристика дельтовой обстановки осадконакопления [163, р. 154]:

**а** – Конусы выноса морских дельт нарастают в морских бассейнах по причине проградации аллювиальных конусов выноса или береговых наносов рек ветвящегося типа. Обратите внимание, гравийные пляжевые гребни защищают мелкие лагуны и водоемы от активности волн и приливных потоков. Древние пляжевые гряды, лагунные алевролиты и илы могут быть перекрыты речными осадками. **б** – Различные типы крупных морских дельт контролируются волнами и приливно-отливными течениями (в условиях: LE – *низкой энергии*; ME – *средней энергии*; HE – *высокой энергии*) так же, как и поступление осадка (HI – *большое поступление*; MI – *среднее поступление*). **в** – Различные подбстановки крупных лопастных, волновых и приливных дельтовых систем (подобные современной дельте р. Нигер)

Общая характеристика выделенных типов дельт приведена в табл. 7.1.

Таблица 7.1

**Характеристика дельтовых осадочных систем [48]**

	Типы дельт по преобладающим процессам		
	речные	волновые	приливные
Геометрия	Вытянутые до лопастных	Широколопастные	Эстуарийные до неравномерных
Тип русел	Дельтовые рукава прямые до извилистых	Меандрирующие рукава	Дельтовые рукава расширяющиеся, прямые до извилистых
Основной состав наносов	Илы и смешанные	Песчаные	Меняющиеся
Типы фаций	Устьевые бары рукавов, пески заполнения русла, песчаный покров окраины дельты	Береговые бары и береговые песчаные гряды	Заполнение эстуария и приливные песчаные гряды
Ориентирование фаций	Параллельно склону осадочных отложений	Параллельно простирающую осадочных отложений	Параллельно склону осадочных отложений

Более детальная характеристика «классической» лопастной дельты приведена на рис. 7.3. На колонках, приведенных в нижней части рисунка и иллюстрирующих формирующиеся последовательности слоев, хорошо виден *главный* их признак: возрастающее увеличение размерности частиц. Оно обусловлено выдвиганием дельты в приемный водоем, в результате *проградации* попеременно меняющихся рукавов (лопастей). Этот характерный признак позволяет достаточно легко распознавать дельтовые отложения на диаграммах электрокаротажа, где они имеют форму «воронки». Данный пример описан в зарубежных работах 1960-х гг. [172], а потом – в монографии В. С. Муромцева [88]. Повторим еще раз, что в последней работе в сводную таблицу типичных электрометрических моделей фаций (ЭМФ) дельтовые песчаники не были включены, что до сих пор негативно влияет на достоверность выполняемых реконструкций по указанной методике (см. выше).

Представления о *проградационном* строении многих осадочных тел (призм) во многом положены в основу секвентной стратиграфии, разрабатываемой в течение последней четверти века в рамках интенсификации сейсмических исследований [98, 154], в том числе для Западной Сибири [43, 94, 96 и мн. др.]. Основные параметры реконструируемых комплексов или *сиквенсов* (sequence) на примере дельты Нигера показаны на рис. 7.4. На рис. 7.5 охарактеризована общая *проградация* дельты р. Нигер в кайнозое. Сравнение со строением неокомского комплекса Западной Сибири (см. рис. 1.2, 3.21) показывает удивительную схожесть этих объектов, что несомненно определяется одним и тем же механизмом седиментации. Подводно-дельтовый механизм формирования неокомского комплекса в целом с общих позиций (s. l.) описан в ряде работ [14, 105 и др.].

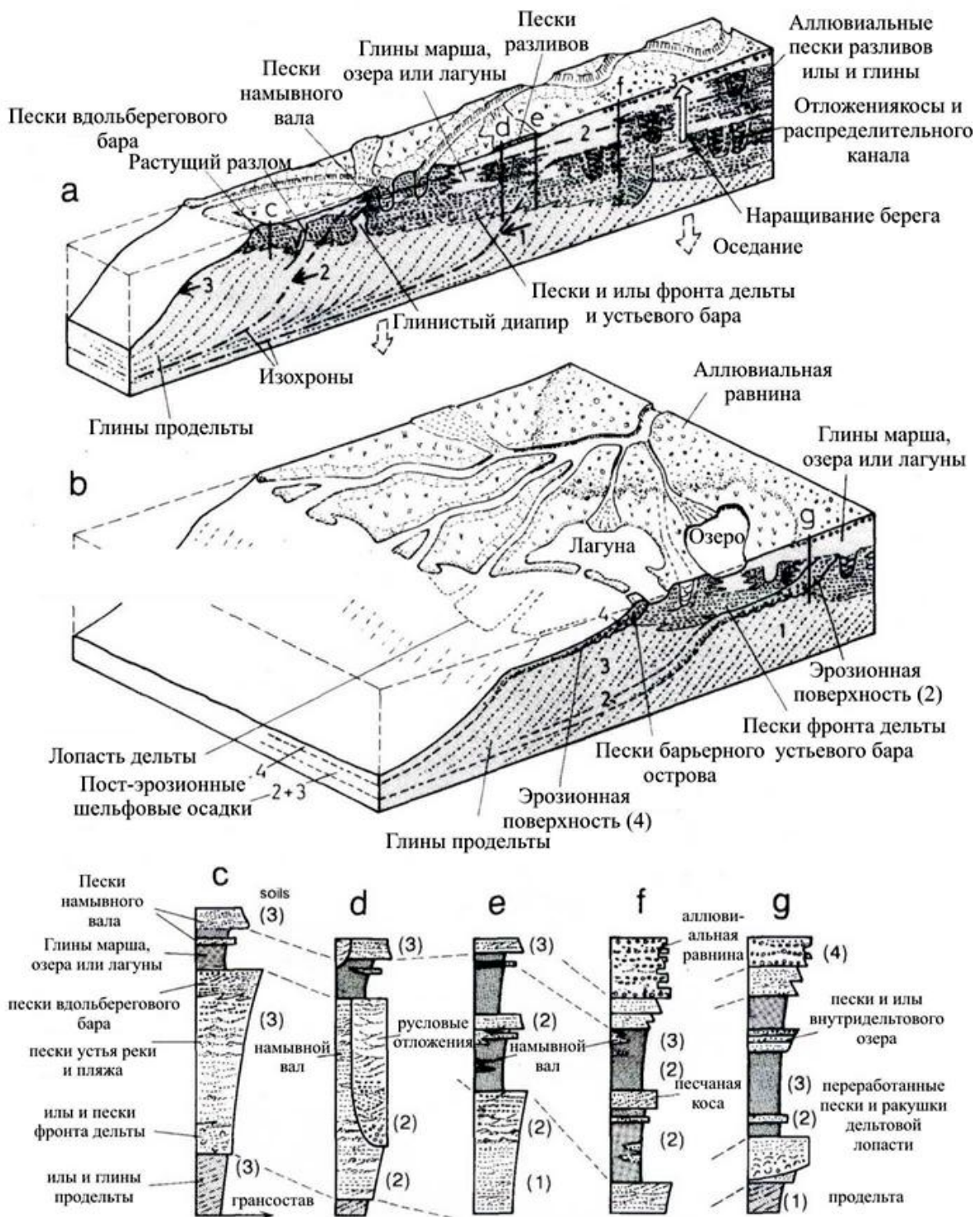


Рис. 7.3. Фациальные ассоциации в классической лопастной дельте (аналог дельты р. Нигер, описанной в работах: Allen, 1970; Doust and Omatso-ta, 1190) [163]:

а – конструктивная дельта с постоянной проградацией продельтовых глин и агградацией осадков на площади дельты. Типично продвижение изохрон;

б – прерывистая проградация, чередующаяся с периодами частичной деструкции дельты (размыв областей 1 и 2), которые могут реализовываться потоками, барами и валами песка и глины; в первую очередь – вышележащими осадками мелких заливов, лагун, маршей;

с-г – вертикальные последовательности осадков (места показаны на схемах а и б)

А



Б



В

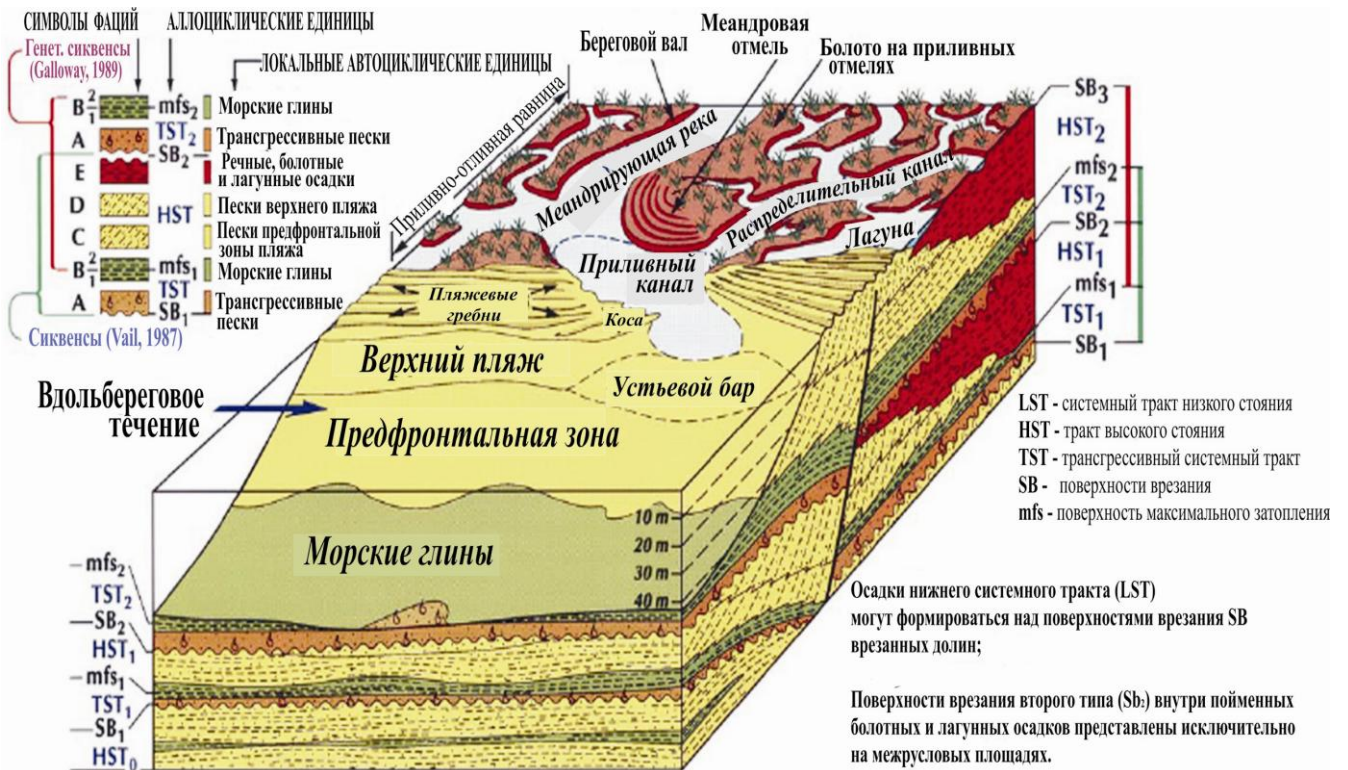


Рис. 7.4. Географическое положение (А), космоснимок (Б) и сводная геологическая модель (В) конуса выноса дельты р. Нигер [170]

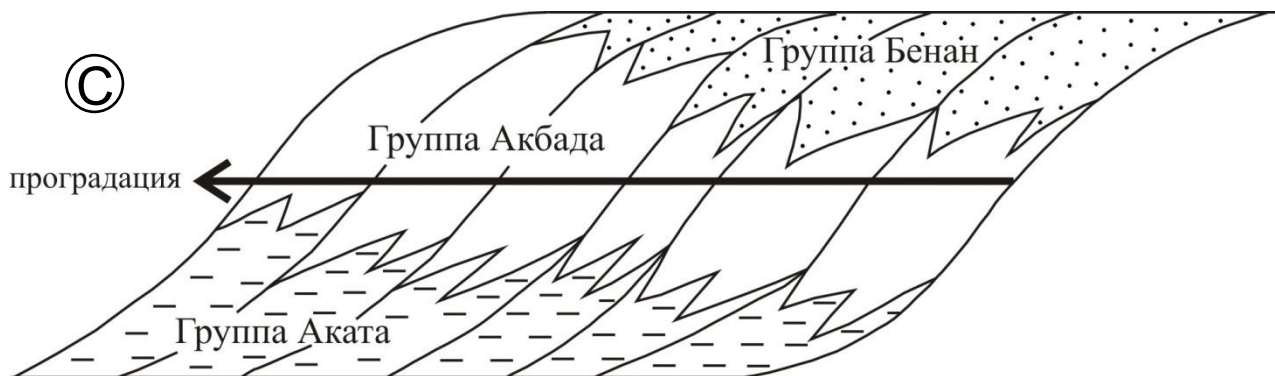
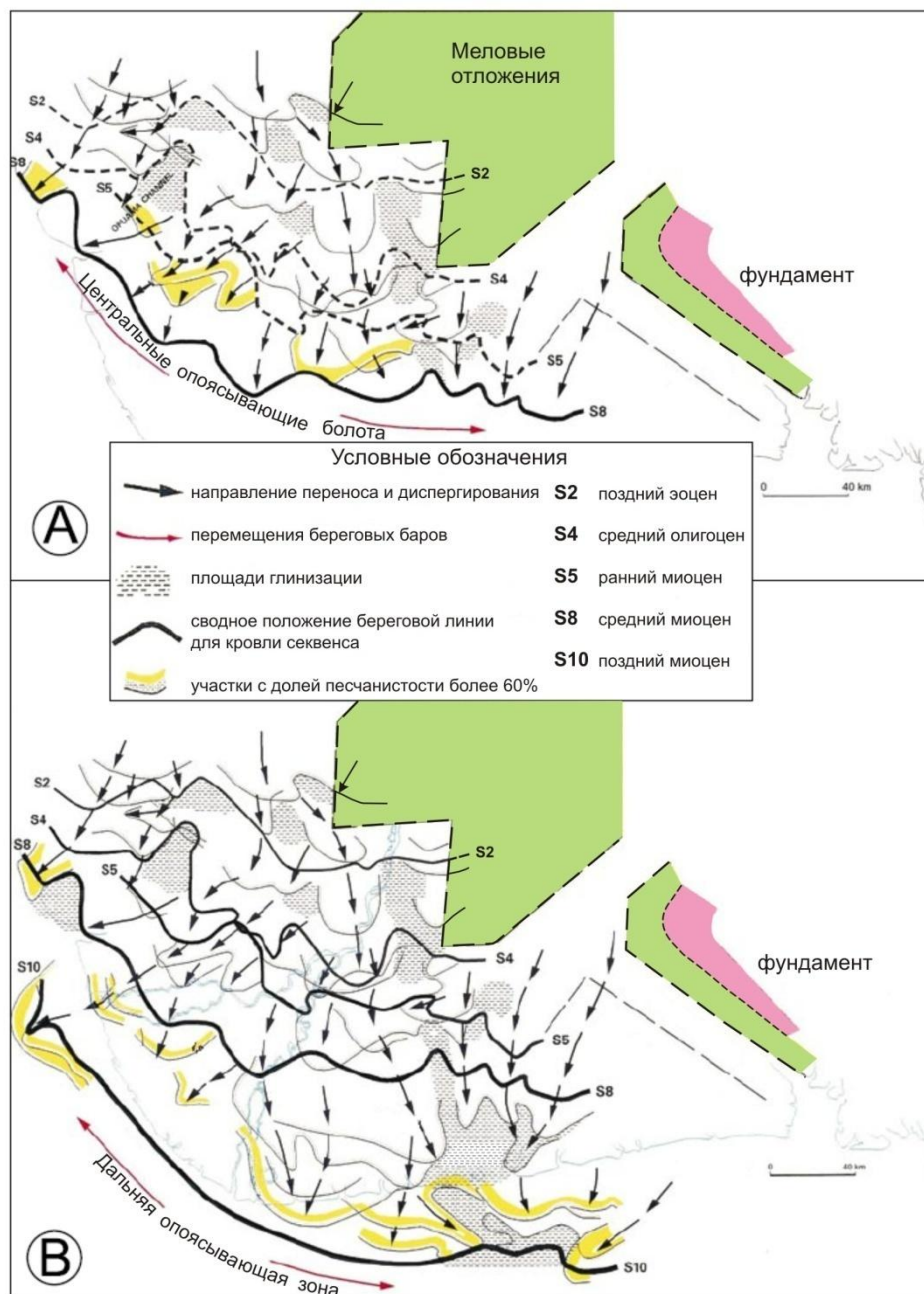


Рис. 7.5. Схема проградации дельты р. Нигер в позднем кайнозое [170]:  
 А, В – перемещение площади палеоводотоков и продвижение береговой линии в период позднего эоцена – позднего миоцена; С – общая модель проградации

Одновременно отметим, что широкое использование сеймостратиграфических реконструкций нередко сопровождается «сползанием» на униформистские рельсы. Это находит выражение в некритическом переносе представлений о современных обстановках на реконструкции древних палеоландшафтов. О данной тенденции, отчетливо проявляющейся в работах зарубежных исследователей, а в последние десятилетия проникающей и в отечественную нефтегазовую литологию, мы уже писали выше (см. п. 3.2). В п. 3.3, именно на примере дельтовых отложений, мы показали и принципиальные изменения в интерпретации их генезиса, посредством «слома» треугольника Галлоуэя, приведенного на рис. 7.1, что было образно изображено на рис. 3.20.

Продолжение экспансии представлений о преобладании приливно-отливных дельт (эстуариев) хорошо иллюстрирует рис. 7.6, где треугольнику Галлоуэя отводится уже по существу подчиненная роль.

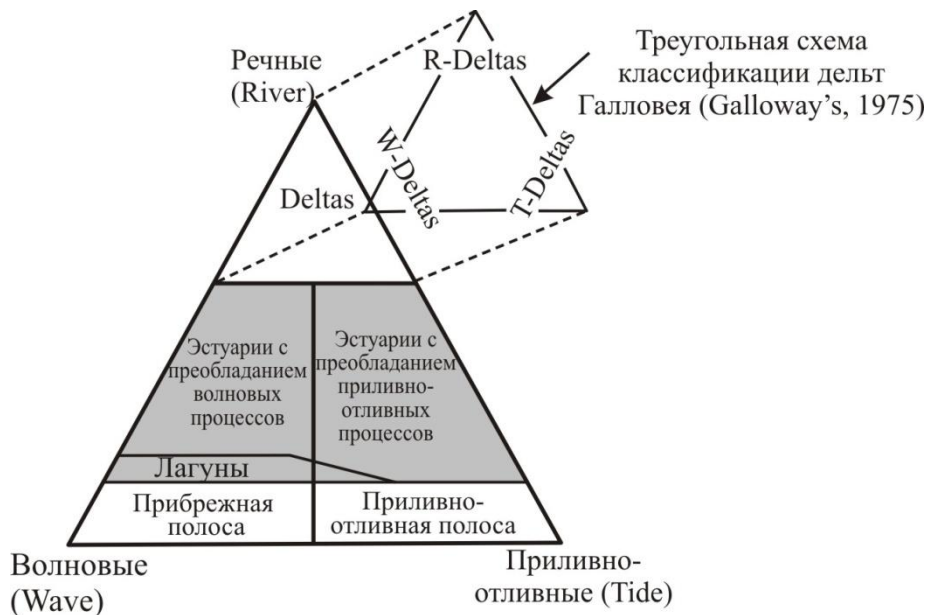


Рис. 7.6. Современные представления о взаимосвязи и роли процессов, формирующих дельты (основной треугольник предложен в работе [161])

Детальное обсуждение вопросов, связанных с отмеченной эволюцией представлений, на примере викуловской свиты Красноленинского нефтяного месторождения, сделано в работе [122]. В итоге мы пришли к выводу о малой состоятельности концепции «врезанных долин» (incised valley) для данного объекта. Несомненно имеющие место «врезы» на сейсмических профилях, описанные в статьях А. Л. Медведева и др. [92, 93], вполне могут соответствовать продвижению «пальцевых» лопастей подводно-дельтовых конусов выноса р. Миссисипи по типу третичных дельтовых лопастей на побережье Мексиканского залива. Кстати, именно этот широко известный механизм под названием «птичья лапка» (Birdfoot) показан на заставке к данной главе. Некоторой верификацией справедливости именно этих представлений может служить следующая цитата. Подчеркивая широкое распространение эстуариев или речных долин, затопленных в результате раннеголоценовой послеледниковой трансгрессии, М. Лидер пишет следующее. «Та сравнительно замет-

ная роль, которая принадлежит эстуариям на некоторых современных побережьях, а также высокая скорость осадконакопления в них могут дать неверное представление о значении эстуариев в геологическом прошлом. Эстуарии, без всякого сомнения, имели место в геологическом прошлом, однако встречались эти природные объекты значительно реже, чем современные обширные затопленные долины» [75, с. 236].

Вопросам диагностики и распространения подводно-дельтовых песчанников в мезозойских терригенных отложениях нами посвящена специальная статья [5]. Для многих изученных толщ, включая неокомские [8], в основном, наблюдались отложения потоковых (флювиальных) дельт, обычно с боковой (планационной) волновой переработкой материала. При широком развитии макрофации БД удается достаточно отчетливо различать четыре самостоятельные фации [4, 5]:

- гравийно-песчаных (пуддинговых) осадков оснований конусов выноса рек (БДП);
- гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса (БДЦ);
- песчаных осадков конусов выноса рек (БДД);
- алеврито-песчаных осадков передовой части дельты (авандельты, продельты) (БДА).

Такое же разделение сохранено и в предлагаемом Атласе. Следует отметить, что в изученных нами разрезах наблюдались отложения, формировавшиеся в значительном удалении от основных источников сноса и интенсивно переработанные в процессе переноса материала. Тем самым они в целом заметно отличаются от дельт юрского возраста по своим «усредненным» признакам, сохраняя общие тенденции в своем внутрифациальном различии.

*Фация гравийно-песчаных (пуддинговых) осадков оснований конусов выноса рек (БДП): фототаблица VI*

1. Песчаники, в основном мелко-среднезернистые, всегда с обломками алевролитов разной степени окатанности (пуддинговые).
2. Для песчаного матрикса средняя или плохая.
3. Обычно неслоистые; соотношение длинных осей обломков часто определяет слоистость.
4. Органики мало, обычно в виде довольно крупного детрита и фрагментов древесины.
5. Главный и неотъемлемый признак – наличие обломков и линз разной степени окатанности, определяющих квазиконгломератовый или пуддинговый облик.
6. Всегда в основании подводно-дельтового комплекса или соответствующих последовательностей.
7. Могут быть синхроничны с макрофацией КС; как правило, перекрывают осадки малоподвижного приберегового бассейнового мелководья (БП).



*Фация гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса рек (БДЦ): фототаблица VII*

1. Песчаники, в основном мелко-среднезернистые.
2. Плохая (чаще) и средняя.
3. Слоеватость и косая (часто неотчетливая) слоистость.
4. Небольшое количество довольно крупноразмерной растительной органики. Возможны редкие ихнофоссилии на контактах (ихнофация Scolithos).
5. Довольно характерны полимиктовые обломки (литокласты), как правило, небольшого размера, хорошей окатанности и существенно уплощенные.
6. Обычно в основании подводно-дельтового комплекса.
7. Обычно соседствует с разными фациями малоподвижного прибрегового бассейнового мелководья (БП).

*Фация песчаных осадков конусов выноса рек (БДД): фототаблица VIII*

1. Песчаники от тонко- до среднезернистых.
2. Средняя (чаще), до хорошей.
3. Косая (преобладает) различно срезанная, нередко в сочетании с косо-волнистой (латеральный контакт с волноприбойным мелководьем).
4. От полного отсутствия до заметного количества растительного детрита. На контактах возможно большое количество ихнофоссилий (ихнофация Scolithos), вплоть до высокой степени переработки ( $ii = 3-4$ ).
5. Могут встречаться небольшие литокласты, как правило, с хорошей окатанностью (2-4 балла). Нередка карбонатизация.
6. Отложения достаточно «космополитны» и встречаются в сочетании с разными фациями прибрегового мелководья.
7. Наиболее характерен парагенез с активным бассейновым (баровым) мелководьем (фация БМБ).

*Фация алеврито-песчаных осадков передовой части дельты (БДА): фототаблица IX*

1. Почти всегда тонкозернистый песчаник.
2. Хорошая и очень хорошая.
3. Тонкая косая однонаправленная, слабо срезанная.
4. Небольшое количество тонкодиспергированной органики. Возможны ихнофоссилии (ихнофации Scolithos, Cruziana), в целом не характерные.
5. Нередко повышенная карбонатность.
6. Часто венчает отложения подводно-дельтовых комплексов, но может формировать и самостоятельные тела в результате боковой планации конусов выноса.
7. По прямым признакам бывает трудно отличима от фации БПК. Отличима от таковой именно по нахождению в подводно-дельтовом комплексе, либо по парагенезу с достаточно удаленными от побережья бассейновыми отложениями (фация БМП, макрофация БУ).

## 8. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБЕРЕГОВОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БП)



Важнейшей характеристикой данной крупной единицы палеоландшафта является то, что седиментация происходит вблизи уровня водного зеркала основного приемного водоема. Весьма важным параметром, контролирующим ее механизм, является *приливо-отливный режим*. При этом, естественно, непосредственная граница с суши находится постоянно рядом с рассматриваемой областью, заходя в ее пределы во время отливов. В общих чертах данную планационную границу (суша-вода) можно рассматривать в двух вариантах. 1. В резкостном, линейном виде, в пределе ( $lim$ ) – четко выраженного берега, в том числе и обрывистого. 2. В виде некоторой зоны, имеющей площадь с размерами  $h \times l$ , где  $l$  – длина данной зоны, а  $h$  – ее ширина, нередко составляющая значительную величину. Естественно, что последняя безусловно зависит от времени  $t$ , в рамках которого рассматривается формирование осадков. При  $t \rightarrow 0$  (конкретная фиксация) значение  $h$  также будет конкретно фиксировано непосредственной границей суши и воды. При  $t = 1$  сутки различия  $h_{max}$  и  $h_{min}$  будут соответствовать суточным приливам и отливам. Не продолжая далее конкретную оценку астрономических колебаний на динамику приливо-отливных процессов, отметим, что уже на уровне десятков тысяч лет они плавно переходят в геологические, фиксируемые (в том числе) уже эвстатическими изменениями уровня Мирового океана.

Именно во втором случае береговая зона работает как принципиальный *барьер*, служащий мощным *аккумулятором* глинисто-алевритового материала, с одной стороны, поступающего с суши, а с другой – как бы «подпираемого» приемной водной акваторией. Это показано на принципиальной схеме, приведенной на рис. 8.1. Под циклом здесь принят достаточно длительный этап, начиная от 40 тыс. лет, что соответствует периоду наклона эклиптики. В ряде работ такой цикл, реализуемый в процессе осадконакопления, принято считать *элементарным* литоциклом (циклитом) или ЭЛЦ, имеющим низший, I порядок [34].

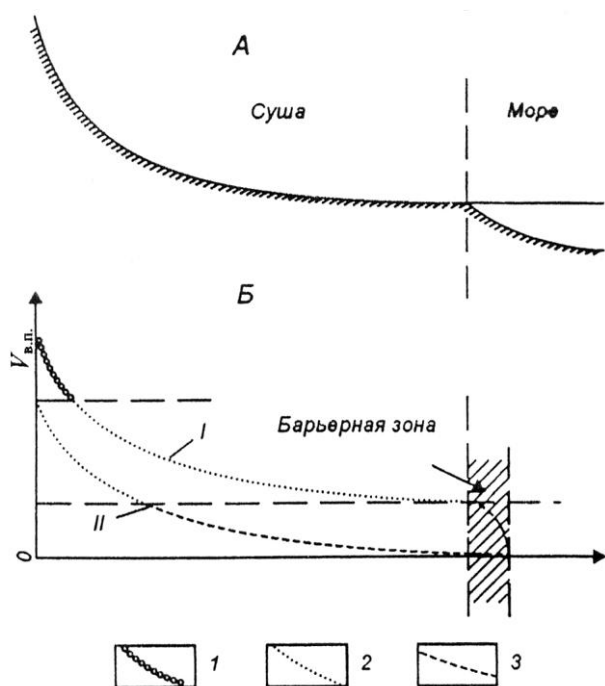


Рис. 8.1. Внемасштабный гипсометрический профиль (А) и схема распределения скоростей водных потоков вдоль него (Б) [26]:  $V_{в.п.}$  – скорость водных потоков; I – график скоростей в начальной стадии цикла; II – график скоростей в конечной стадии цикла; критические скорости осаждения осадков: 1 – гравийно-галечных, 2 – песчано-алевритовых, 3 – илисто-глинистых

В некоторой степени обстановка такого переходного или барьерного мелководья по своим аккумуляционным характеристикам сходна с подводно-дельтовой. Сущностное отличие состоит в том, что скорость формирования осадков ( $v$ ) в барьерной зоне намного меньше – но и площадь развития собственно дельтовых отложений также минимальна (см. выше). Таким образом, усредненные параметры  $h$ ,  $l$  и  $v$  для геологического времени  $t$  будут стремиться к близкой, сбалансированной величине.

Такое рассмотрение механизма седиментации хорошо вписывается в известную модель, предложенную М. Ирвином для терригенно-карбонатного осадконакопления на эпиконтинентальном морском шельфе и предполагающую выделение трех «энергетических зон» (рис. 8.2). Сразу отметим, что в самом широком плане зона Z соответствует рассматриваемой макрофации БП; зона Y – макрофации БМ и зона X – макрофации БУ.

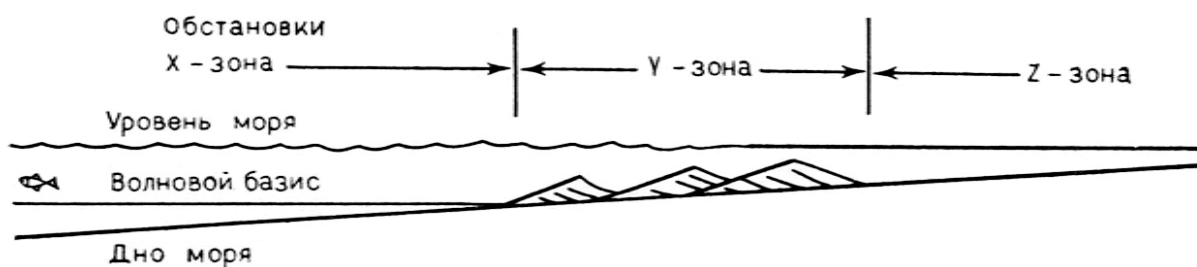


Рис. 8.2. Схема осадконакопления на эпиконтинентальном морском шельфе [165]: X-зона. Низкий энергетический уровень, волновой базис. Фации. Кластическая: тонкослоистые глинистые сланцы; карбонатная: тонкослоистые микриты.

Y-зона. Высокий энергетический уровень, песчаные банки и рифы. Фации. Кластическая: песчаные банки; карбонатная: органогенные пески песчаных банок и рифы.

Z-зона. Низкий энергетический уровень, лагуны, приливно-отливные равнины и марши. Фации. Кластическая: пески тонкослоистые с чешуйчато-ленточной слоистостью и ходами организмов, илы, торфяники; карбонатная: илы с галькой, доломиты, строматолитовые известняки и эвапориты

Данная схема успешно использована С. Б. Шишловым для изучения осадочных комплексов позднего палеозоя северных районов России [152], а в последние годы применяется и при изучении мезозоя Западной Сибири [45, 153]. Она показана на рис. 8.3, из которого следует дополнение схемы Ирвина «континентальной» зоной К, соответствующей прибрежной равнине с флювиальной деятельностью.

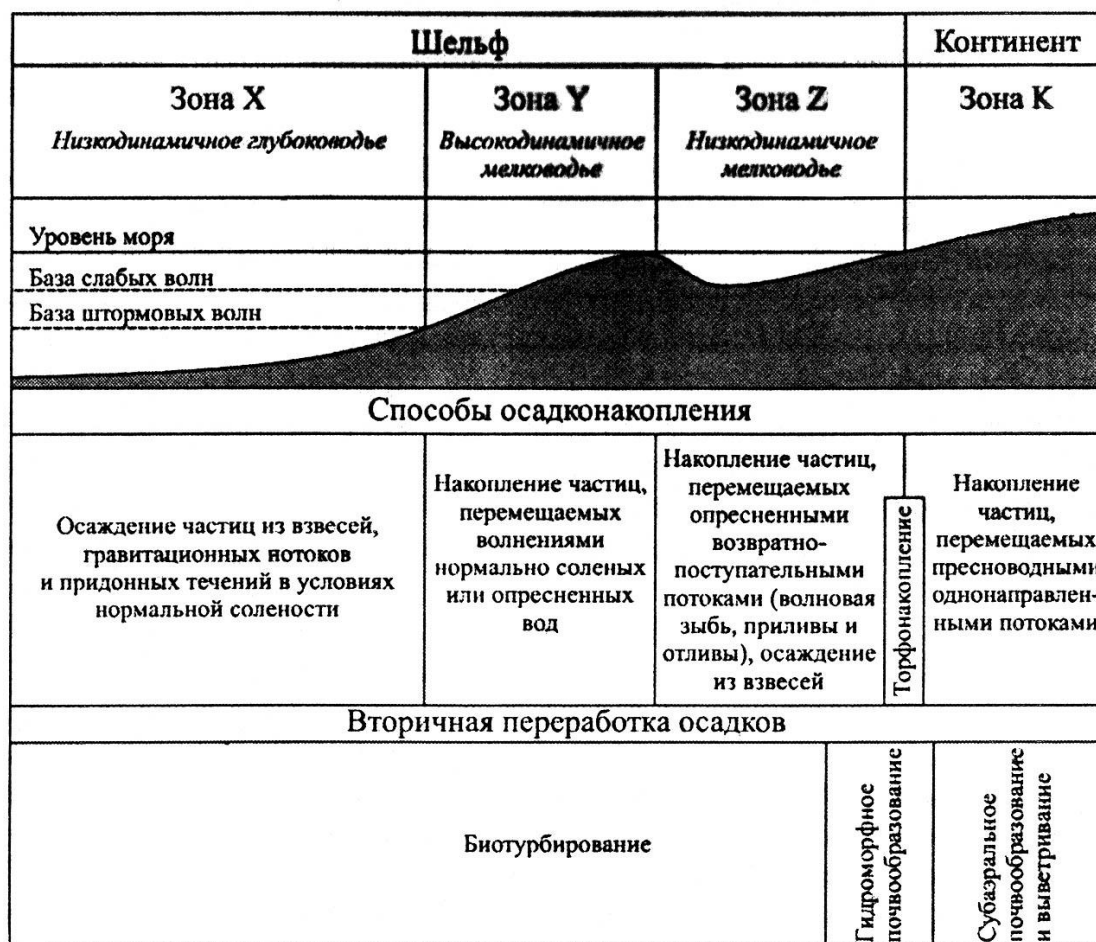


Рис. 8.3. Идеализированный профиль эпиконтинентального бассейна с гумидным типом литогенеза [152, с. 46]

Общая блок-диаграмма для прибреговых приливно-отливных отложений приведена на рис. 8.4. Следует отметить общий характер смены слоев с утонением к верхней части комплексов (см. колонку в правой нижней части рис. 8.4). Это соответствует кривым электро- и радиоактивного каротажа в виде «колокола». Небезынтересно отметить, что этот их вид совершенно идентичен смене пород в отложениях аллювия, при ослабевающей силе водотоков вследствие их боковой планации. Таким образом, одинаково «работает» механизм осадконакопления, реализуемый в принципиально различающихся обстановках седиментации (см. табл. 3.3).



Именно последовательность в смене ландшафтов внутри широкой прибрежной полосы прослеживается при анализе ряда почти всех объектов. Это изложено, в частности, в работах [97, 110 и др.], а некоторые примеры показаны на рис. 8.5 и 8.6.

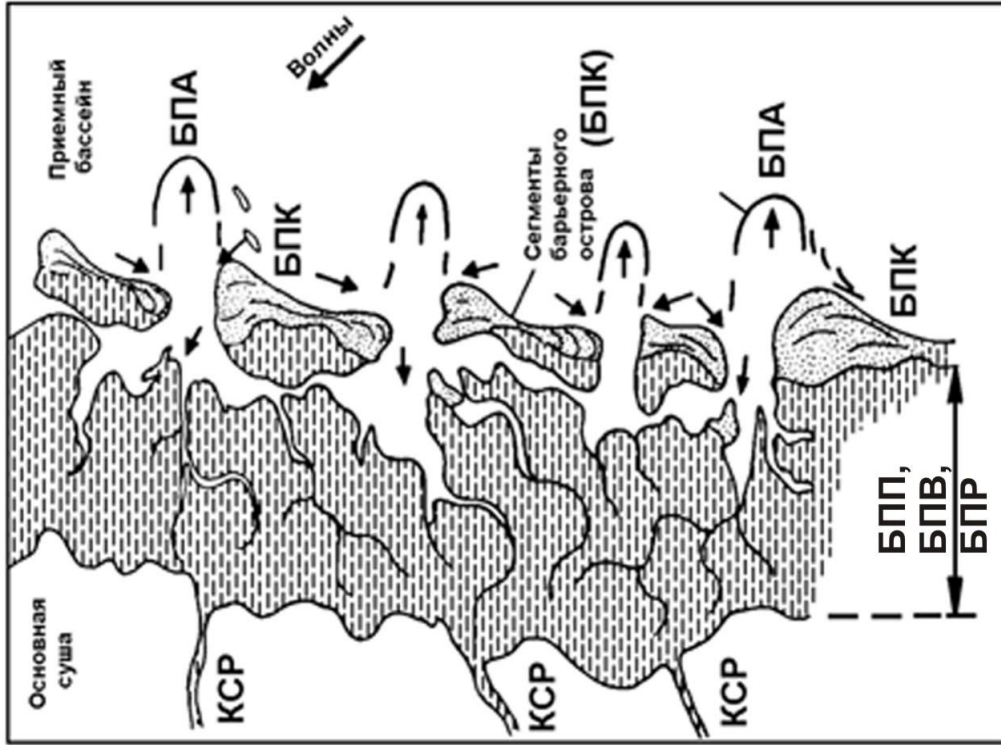


Рис. 8.6. Барьерный остров в условиях смешанного волнового приливно-отливного режима с многочисленными приливными протоками и лагунными приливными отмелями [97, т. 1, с. 216]. Индексами показаны фации, которые выделены в предложенном Атласе

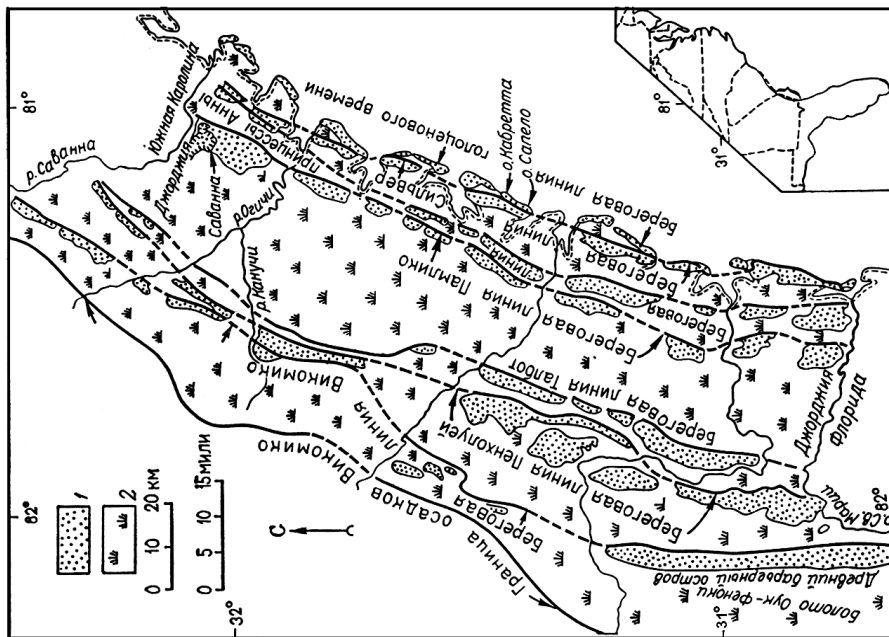


Рис. 8.5. Карта побережья Джорджии, отражающая положение береговой линии голоценового времени и шести линий плейстоценового времени. Для каждой береговой линии показано расположение барьерных островов и осадков лагунно-маршевого типа. По Дж. Хайлсу и Дж. Хойту (Hails, Hoyt, 1968); из: [110, с. 270]

Переходя к собственно характеристике макрофации полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья, укажем, что уже при изучении тюменской свиты Шаимского НГР мы столкнулись с необходимостью более детального расчленения макрофации БП, нежели это производилось ранее для ряда угленосных толщ Северной Евразии. Подробно это описано в работе [121] и имеет определенное значение в общем контексте наших рассуждений. Продолжением общего сравнительного анализа различных схем фациального расчленения отложений (см. табл. 3.7) служит сопоставление таких схем для прибереговой (барьерной – см. выше) зоны, приведенное в табл. 8.1. Полученная возможность более детального расчленения отложений данной макрофации при исследовании именно ЗСОМБ безусловно заложена уже в геологической обстановке их формирования. Верификацией этому служит и тот факт, что похожее расчленение выполнено П. П. Тимофеевым (см. табл. 8.1), правда, при совместном рассмотрении с собственно заливыми осадками (нами они выделены в отдельную макрофацию БЗ). Важно, что объектом работ П. П. Тимофеева была юрская угленосная формация Южной Сибири, *плавно* переходящая в юго-восточную часть Западно-Сибирской [130].

Именно для Южной Сибири П. П. Тимофеевым и было использовано нечеткое понятие **полуизолированного мелководья эпиконтинентального морского бассейна** (ЭМБ) [130]. В более поздних работах данного автора эти осадки рассмотрены в рамках подгруппы внутреннего шельфа, включая лагуны, прибрежное, слабоподвижное мелководье морского бассейна – МБ [131]. Мы считаем целесообразным сохранение первоначального (пусть и не совсем четкого) определения, подчеркивающего первичную *изрезанность* береговой линии, имеющей две причины. 1. Извилистость собственно береговой линии, способной при минимальных углах наклона поверхности быстро перемещаться на значительные расстояния. 2. Быстрое изменение конфигурации береговой зоны, обеспечиваемое отшнуровыванием одних участков (заливов), раскрытием других, латеральным перемещением междельтовых пространств и т. д., и т. п. В целом же при быстрой латеральной (планационной) *миграции* возникающих и исчезающих, «эфемерных» водоемов, в условиях ее постоянной локализации в геологическом времени, могли создаваться достаточно крупные комплексы *мутационного* s. l. (по Н. Б. Вассоевичу) характера.

Среди многообразия текстур, присущих отложениям макрофации БП, выделим два типа, особенно для нее характерных. (В принципе, они имеют место и в других макрофациях – к примеру, озерных, но в рассматриваемом комплексе наиболее типичны.) Обоим этим типам было уделено внимание при характеристике диагностических признаков пород (см. п. 2.4).

**Фаціальное расчленение отложений прибереговой зоны приемного водоема**

Средний карбон Донецкого бассейна [19, 127]		Юрская угленосная формация Южной Сибири [130]		Авторские схемы		дополнение в предлагаемой работе	
				раннемезозойские угленосные отложения в целом [1]	тюменская свита Западной Сибири [121]		
Отложения, переходные от континентальных к морским*	Фацция песчано-алевритовых осадков зоны волновой ряби заливно-лагунного побережья – ППВ	Макрофацция отложений заливно-лагунного прибрежного мелководья эпиконтинентального морского бассейна (ЭМБ) – БП	Фацция алевритопесчаных осадков прибрежного мелководья ЭМБ, в том числе прибрежных частей заливов и лагун – БПА	Макрофацция отложений полуизолированного мелководья – БП	Фацция песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья бассейна** – БПА	Фацция глинистых и алевритопесчаных осадков приберегового взмучивания («рябчик») – БПВ	
	Фацция глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер – ПО		Фацция глинистокарбонатных осадков прибрежного мелководья ЭМБ, в том числе прибрежных частей заливов и лагун – БПК		Фацция алевритоглинистых и карбонатных осадков малоподвижного мелководья бассейна – БПП		Фацция тонкого переслаивания глинистых и алевритовых осадков прибереговой зоны (ватты, марши) – БПР
			Фацция алевритоглинистых осадков прибрежного мелководья ЭМБ, в том числе центральных частей заливов и лагун – БПГ				Фацция алевритоглинистых осадков прибрежного мелководья – БПП
			Фацция песчано-глинистых осадков застойного мелководья ЭМБ, в том числе заливов и лагун – БПЗ				Фацция глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер – БПО

\* Без фаций лагун и заливов; пересыпей, кос и баров; подводной части дельты.

\*\* Под бассейном понимается обширный пресноводный внутриконтинентальный водоем с выровненным дном и глубинами до первых десятков метров.



Во-первых, это *ритмиты*, представляющие собой особый текстурный тип породы ([33]; см. п. 2.4; рис. 3.9). На рис. 8.7 приводятся комплексные представления о процессе формирования данного типа слоистости, являющейся индикатором седиментации, происходящей в приливно-отливной полосе приемного бассейна, и в основном реализующейся в *ваттах*. Именно по этой характерной текстуре уверенно выделяется приливно-отливная обстановка, реализуемая в отложениях фации БПР (см. табл. 8.1).

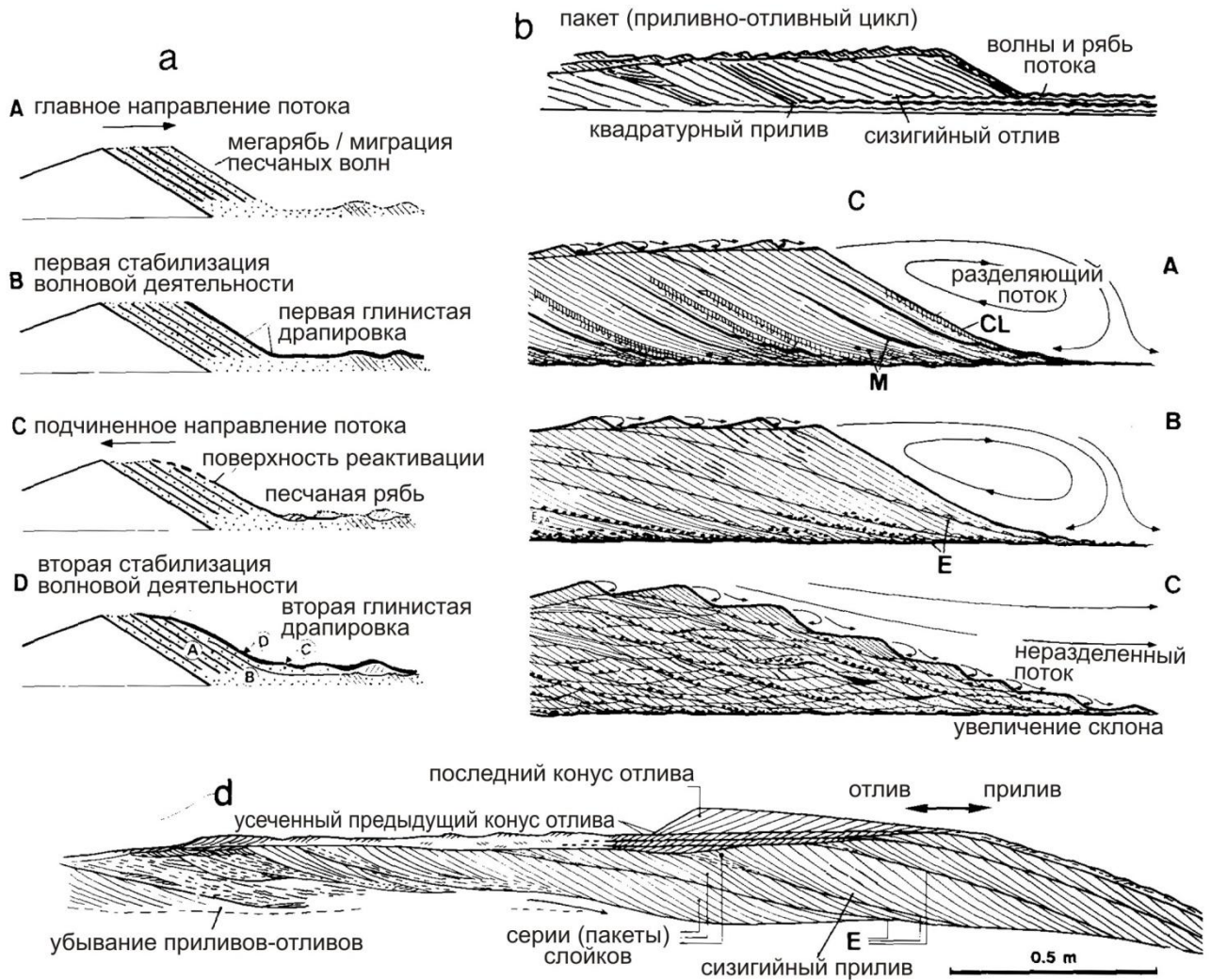


Рис. 8.7. Приливно-отливные песчаные волны [163]:

а – формирование пакетов косослоистых форсетов (foreset bed: передовых слоев) с поверхностями реактивации и глинистой драпировкой во время отливно-приливных фаз цикла (см. также рис. 2.24).

б – наложение пакетов слоев, перекрывающих друг друга (по Homewoord and Allen, 1991).

с – дифференциация (теоретическая) песчаных волн (до 4 м высоты и 200 м длины) в приливно-отливной обстановке. Подчиненное направление увеличивается по важности от А до С (С начальный образец елочка). Е – эрозионная поверхность, М – глинистая драпировка и глинистые обломки, CL – косая слоистость (по Allen, 1980, 1982).

д – приливно-отливные песчаные волны, наблюдаемые на голландском побережье Северного моря (Voergma, Terwindt, 1980)

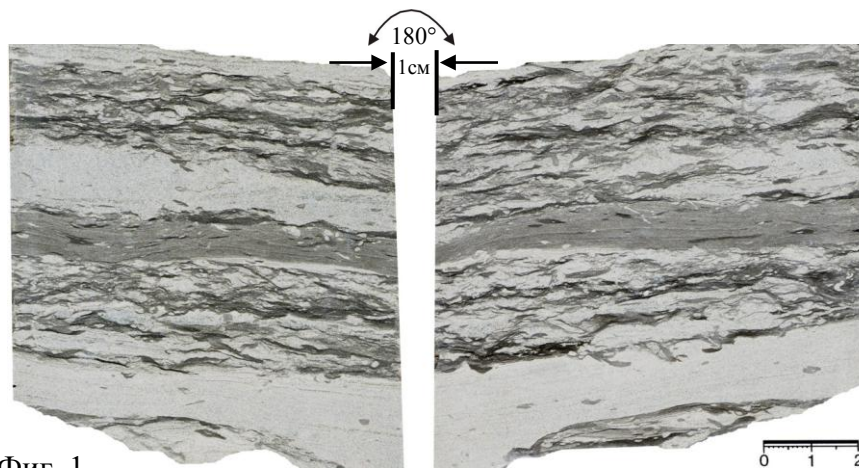
*Во-вторых*, это отложения с четко отраженными следами мелкой волновой ряби (см. п. 2.4). Под специфическим названием «рябчик» они получили широкую известность при изучении коллектора А<sub>1</sub> Самотлорского месторождения. «Классический» облик «рябчика» показан на рис. 8.8. Отметим здесь некоторые дополнительные обстоятельства. 1. Эти породы имеют достаточно широкий диапазон реализации. Так, даже для Самотлорского месторождения выделяются несколько типов «рябчиковых» пород: глинистый рябчик (гр), собственно рябчик (ср) и опесчаненный рябчик (ор), с отнесением двух первых к мелководному шельфу, а третьего – к баровым осадкам [36]. 2. Породы «рябчикового» облика достаточно широко развиты в стратиграфическом разрезе Западной Сибири, являясь индикатором эквивиальности (одинаковости) завершения крупных седиментационных этапов [122]. Чтобы показать эту распространенность, на рис. 8.8 приведено изображение существенно схожей «рябчиковой» текстуры из принципиально иного горизонта – коллектора Ю<sub>2</sub><sup>0</sup>. 3. Неуникальность подобных пород, легко диагностируемых в силу своего специфического облика, можно подкрепить следующей цитатой. «Светлые, разрушенные и измененные обломки вулканогенных пород (Омолонского массива. – В. А.), разбросанные в темном матриксе, придают породам рябой облик, что и послужило их именованию в полевом геологическом сленге рябчиками» [40].

Таким образом, для отложений макрофации полуизолированного малоподвижного бассейнового мелководья (БП) выделено *шесть* фаций (см. табл. 8.1):

- глинисто-алевритовых осадков приморских озер (БПО);
- алеврито-глинистых осадков прибрежного малоподвижного мелководья (БПП);
- глинистых и алеврито-песчаных осадков приберегового взмучивания («рябчик» (БПВ);
- тонкого переслаивания глинистых и алевритовых осадков прибереговой зоны (ватты, марши) (БПР);
- алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи) (БПК);
- алеврито-песчаных осадков активных участков (БПА).

*Фация глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер (БПО): фототаблица X*

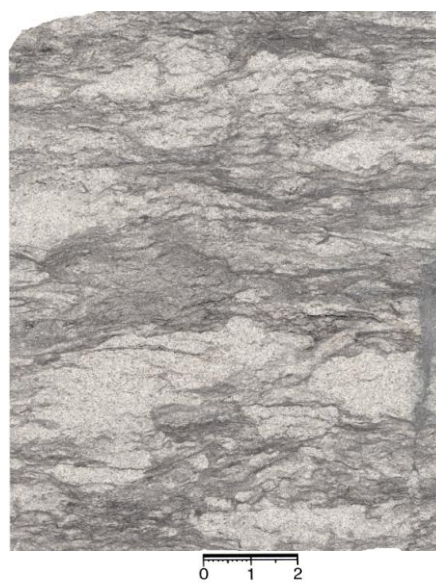
1. Алевролиты с примесью и прослоями тонко(мелко)зернистого песчаного материала.
2. Обычно плохая, отчасти – средняя. Нередка бимодальность.
3. Все виды волнистой. Довольно характерны ритмиты с нерезкими границами.
4. Различное (чаще среднее) количество разнообразной растительной органики – от корневых остатков до крупного детрита и фрагментов древесины. Ихнофация *Scoyenia*.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

**Рис. 8.8. Активно-мелководные обстановки седиментации («рябчики»)**

Фиг. 1. Алевролит крупнозернистый, с прослоями и линзами мелкозернистого алевритового материала. Активная рябь волнения. Частично биотурбирован. В нижней части и посередине образца толстые (1-3 см) слойки хорошо сортированного почти массивного материала дистальных отмелей.

Образец показан в двух плоскопараллельных распилах, которые иллюстрируют высокую изменчивость текстуры на коротком расстоянии (1 см).

«Рябчик» Самотлорского месторождения (коллектор АВ<sub>1</sub>)

Фиг. 2. Алевролит крупнозернистый с примесью тонкозернистого песчаного и мелкозернистого алевритового материалов. Последний фиксирует активную рябь волнения.

Стрелками показаны фрагменты со стабильной текстурой: сверху – оторженец – «окатыш» недавнего перемещения; внизу – реликт с отчетливой миллиметровой первичной слоистостью.

«Рябчик» Самотлорского месторождения (коллектор АВ<sub>1</sub>)

Фиг. 3. Бимодальное сочетание мелко-крупнозернистого алевролита и тонко (мелко) зернистого песчаника. При средней сортировке суперактивная динамика, выраженная в активной волновой динамике. Интенсивно биотурбирован; большое количество довольно крупного растительного детрита.

Северо-Покачевское месторождение. Пахомовская пачка, коллектор Ю<sub>2</sub><sup>0</sup>

5. «Континентальные» признаки алевритового материала: плохая сортировка, «контрастная» гидродинамика среды, высокое количество субаэральной растительной органики.

6. Всегда в виде прослоев небольшой толщины, фиксирующих «океаненталивание» отложений.

7. Весьма обычен латеральный парагенез с заливовыми отложениями (фацция БЗП); бывает трудно отличим от поймы мелких водотоков (фацция КСП).

*Фацция алеврито-глинистых осадков прибрежного малоподвижного мелководья (БПП): фототаблица XI*

1. Алевроаргиллиты, изредка с повышенной карбонатностью.

2. Хорошая и очень хорошая.

3. От массивной текстуры до горизонтальной и полого-волнистой слоистости.

4. По большей части тонкорассеянная органика (иногда до обилия и заболачивания). Ихнофацция Scolithos с индексом биотурбации 0-1, редко более.

5. Стабильность осадконакопления, иногда находящее выражение в формировании труднорасчленяемых интервалов значительной толщины (4-5 и более метров).

6. Хорошо фиксирует береговую линию – в рассматриваемом геологическом объекте «приконтинентального» или окраинно-бассейнового положения.

7. Наиболее обычен с макрофацией КС, небольшими слоями которой и расчленяются интервалы повышенной толщины. Переход в макрофацию заливов (БЗ) фиксируется небольшими по толщине «перемычками» фацции БЗА.

*Фацция глинистых и алеврито-песчаных осадков приберегового взмучивания («рябчик») (БПВ): фототаблица XII*

1. Алевролиты и тонкозернистый песчаник.

2. Обычно средняя, может быть до плохой.

3. Всегда рябь волнения, отражающая мелкую косо-волнистую различно срезанную слоистость. «Рябчик», впервые выделенный и охарактеризованный на Самотлорском месторождении: название, ставшее нарицательным.

4. Примерно (условно) в половине случаев квазирябь вызвана переработкой исходного материала роющими организмами, с *ii* до максимального значения. «Классическая» ихнофацция Scolithos.

5. Хорошо выделяется по специфическому внешнему облику. Отложения обычно приурочены к определенным частям разреза.

6. Оба контакта чаще всего достаточно отчетливы.

7. Вглубь бассейна – с «родственной» фацией БМВ, а также с фацией БМР.

*Фация тонкого переслаивания глинисто-алевроитовых осадков прибереговой зоны (ватты, марши) (БПР): фототаблица XIII*

1. Алевролиты и тонкозернистый песчаник в разном сочетании.
2. Всегда бимодальны, либо трехмодальны. Для отдельных составных частей сортированность может быть весьма хорошей.
3. Всегда ритмичная, разная по толщине (чаще – от первых миллиметров до 10-15 мм). Может быть двухпорядковой:  $1-5 \div 10-15$  мм. Тонкая составляющая – массивная или горизонтальнослоистая. В более грубой сочетании полого-, линзовидно и косо-волнистой слоистости.
4. Обычно среднее количество довольно существенно диспергированной органики. Ниже диастемных контактов достаточно обычны остатки корневой системы. Часты ихнофоссилии ( $ii = 0-2$ ); ихнофагия Scolithos.
5. Нижний контакт более грубых слоев (серий) обычно более резкий. Весьма характерны диастемы на обоих контактах.
6. Весьма распространены в определенных частях разрезов, фиксируя очень быстрое затопление и осушение обширной прибереговой полосы: своего рода «реперные» отложения.
7. Преимущественно внутри мелководно-бассейнового комплекса. По латерали наиболее обычен переход в фацию БМВ.

*Фация алевроито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыти) (БПК): фототаблица XIV*

1. Почти исключительно тонкозернистый песчаник, часто на грани перехода в крупнозернистый алевролит и с переходом в него (по результатам дробного гранулометрического анализа).
2. Хорошая и очень хорошая.
3. Преобладает мелкая косая, различно срезанная, в сочетании с косо-волнистой. Нередка «восходящая рябь».
4. Немного мелкого растительного детрита и рассеянной органики. Весьма характерны ихнофоссилии ( $ii = 0-2$ ) исключительно ихнофагии Scolithos.
5. Весьма характерны именно «малые» аккумулятивные формы, что можно рассмотреть уже в отдельных образцах. Достаточно обычна карбонатизация.
6. Контакты достаточно четкие, определяемые «самостоятельностью» морфологического облика геологических тел.
7. По латерали тесно смыкаются с фациями БМР-БМА, со взаимными переходами. При «океанентализации» часто переходят в отложения заливов (макрофагия БЗ).

*Фация алеврито-песчаных осадков активных участков (БПА): фото-  
таблица XV*

1. Почти исключительно тонкозернистый песчаник, часто на грани перехода в крупнозернистый алевролит.

2. Обычно хорошая.

3. Преобладает косо-волнистая, нередко довольно крупная, до сильно срезанной. Довольно типичны пучковидные расхождения слойков; встречается восходящая рябь.

4. Немного мелкого растительного детрита и рассеянной органики. Ихнофоссилии не очень характерны (ii чаще не больше 1). Ихнофагии Scolithos и отчасти Cruziana.

5. Сочетание хорошей сортировки с высокодинамичной текстурой.

6. Отложения нередко являются своего рода «латеральным мостиком» между макрофациями БД и БМ; достаточно трудно диагностируемы.

7. Возможен широкий диапазон парагенезиса. Из наиболее предпочтительных – фации БДА и БМА.

## 9. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ОТКРЫТОГО ПОДВИЖНОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БМ)



Продолжая рассуждения, начатые в предыдущей главе относительно макрофации БП, в общем плане отложения макрофации БМ в палеогеографическом аспекте могут рассматриваться в двух вариантах. 1. Как продолжение последовательности смены условий осадконакопления, «открывающихся» в сторону приемного бассейна (см. рис. 3.2): приливно-отливная полоса (Tidal Environments) → пляжевая (Beach Environments) → баровая (Bar) и другие обстановки. Тем самым происходит постепенная смена прибреговых фаций на мелководно-морские. 2. Сменой фаций *вне* (s. l.) сколько-нибудь широкой приливно-отливной полосы, т. е. в последовательности от внутриконтинентальных или дельтовых обстановок сразу к мелководно-морским, или минуя зону Z на схеме М. Ирвина (см. рис. 8.2, 8.3).

Перед переходом к типизации обстановок описываемой макрофации сделаем принципиальное замечание, базирующееся на уже высказанных выше положениях. Напомним, что первым этапом для реализации методики фациально-циклического анализа применительно к глубокозалегающим нефтегазоносным толщам было ее использование при изучении терригенных угленосных толщ Шаимского НГР ([121]: см. введение). Затем она была применена при изучении прибрежных отложений викуловской свиты Красноленинского НГР, и это не потребовало принципиальных изменений в схеме фациального расчленения пород [122]. Однако исследуемые отложения неокома с неизбежностью привели к решению задач, связанных с установлением генезиса открытого, а отчасти и глубоководного приемного водоема (по-прежнему будем называть его бассейном). Иначе, встала та же задача, что и при расчленении макрофации БП (см. выше: табл. 8.1). Путь ее решения мы нашли в пролонгации ряда обстановок, выделенных для полуизолированного мелководья, на открытую, частично относительно глубоководную акваторию приемного бассейна. Это показано соответствующим сравнением фаций в табл. 9.1.

**Сопоставление фациального расчленения отложений  
приберегового полуизолированного (БП)  
и открытого подвижного (БМ) бассейнового мелководья**

Фации юрских терригенных отложений [4]; викуловская свита Красноленинского НГР [122]: см. табл. 8.1	Зоны М. Ирвина (см. рис. 8.2, 8.3)	Предлагаемая схема	
		Ранее выделяемые фации (см. табл. 3.8)	Новые фации
Глинисто-алевритовых и песчаных осадков при-морских озер – БПО	<b>К</b> (континент)	–	
Алеврито-глинистых осадков прибрежного мало-подвижного мелководья - БПП	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Низкодинамичное мелководье - Z</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Высокодинамичное мелководье - Y</div> </div>	Переслаивания глинисто-алеврито-песчаных осадков подвижного приберегового мелководья (малых аккумулятивных форм) - БММ	
<b>Вновь выделенная:</b> Глинистых и алеврито-песчаных осадков прибрежного взмучивания, биотурбации и волновой переработки - БПВ		Переслаивания алевритовых и песчаных осадков волновой ряби – БМВ	
Тонкого переслаивания глинистых и алевритовых осадков прибереговой зоны (ватты) - БПР		Переслаивания алевритовых и песчаных осадков в зоне активной волновой переработки (проксимальные темпеститы) – БМР	
Песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья бассейна – БПА		Алеврито-песчаных осадков активного подвижного мелководья (дистальные темпеститы) – БМА	
Песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи) – БПК		Песчаных осадков сильноподвижного мелководья (бары) – БМБ	
		Алеврито-песчаных осадков дальней зоны подвижного мелководья – БМП	
	Низко- и высокодинамичное глубоководье (БУ)		
	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Низкодинамичное глубоководье – X</div> </div>		



Общая модель зоны У в профиле континент – приемный бассейн, для наиболее простой, пляжевой обстановки, в линейном варианте показана на рис. 9.1.

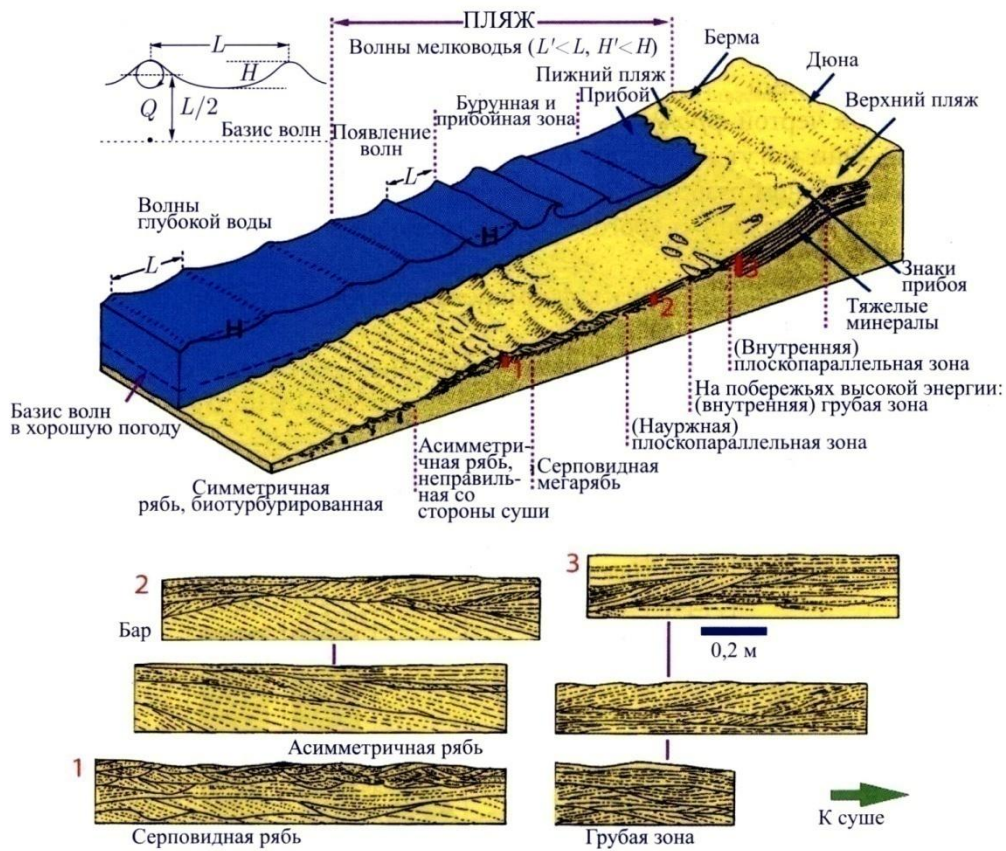


Рис. 9.1. Седиментационная модель волнового побережья и типичная последовательность текстур ([163]; из ([42]))

Более точную картину, естественно, дает «площадной» вариант вида 2D, который для дельтовых отложений был представлен ранее (см. рис. 7.1). В обобщенном виде он показан на рис. 9.2, основная идея которого заимствована в работе [97; с. 285, 314]. Укажем, что на схеме не показано положение собственно «береговой» фации БММ, выделение которой диктуется иными соображениями.

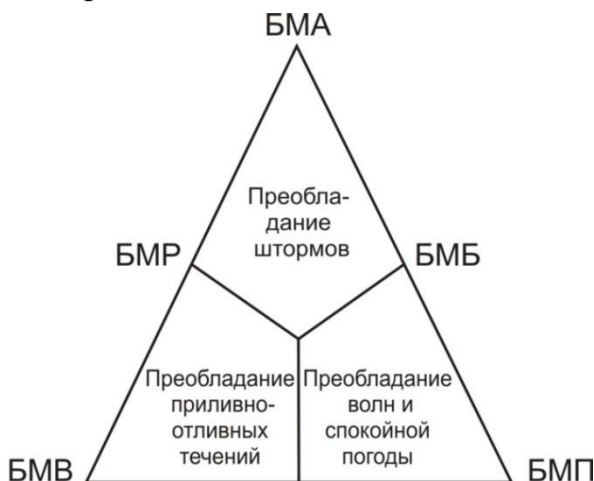


Рис. 9.2. Положение выделяемых фаций на схеме основных типов шельфовой обстановки

Последовательно и более детально охарактеризуем выделяемые фации. **Фацию БММ** мы достаточно уверенно диагностировали и прежде [4]. Она представлена хорошо распознаваемыми преимущественно хлидолитовыми (мусорными) породами непосредственного берега или крипа (англ. creep – оползание, сползание). Являются четким индикатором береговой линии (в отличие от «растянутой» приливно-отливной полосы, которую характеризует макрофация БП).

Механизм формирования отложений проиллюстрирован на рис. 9.3. Отметим, что на общем виде (А) нами специально подобрано изображение не сплошного, а частично крутого берега. Тем самым подчеркивается локальность проявления фации БММ в условиях существенно сnivelированного палеоландшафта.

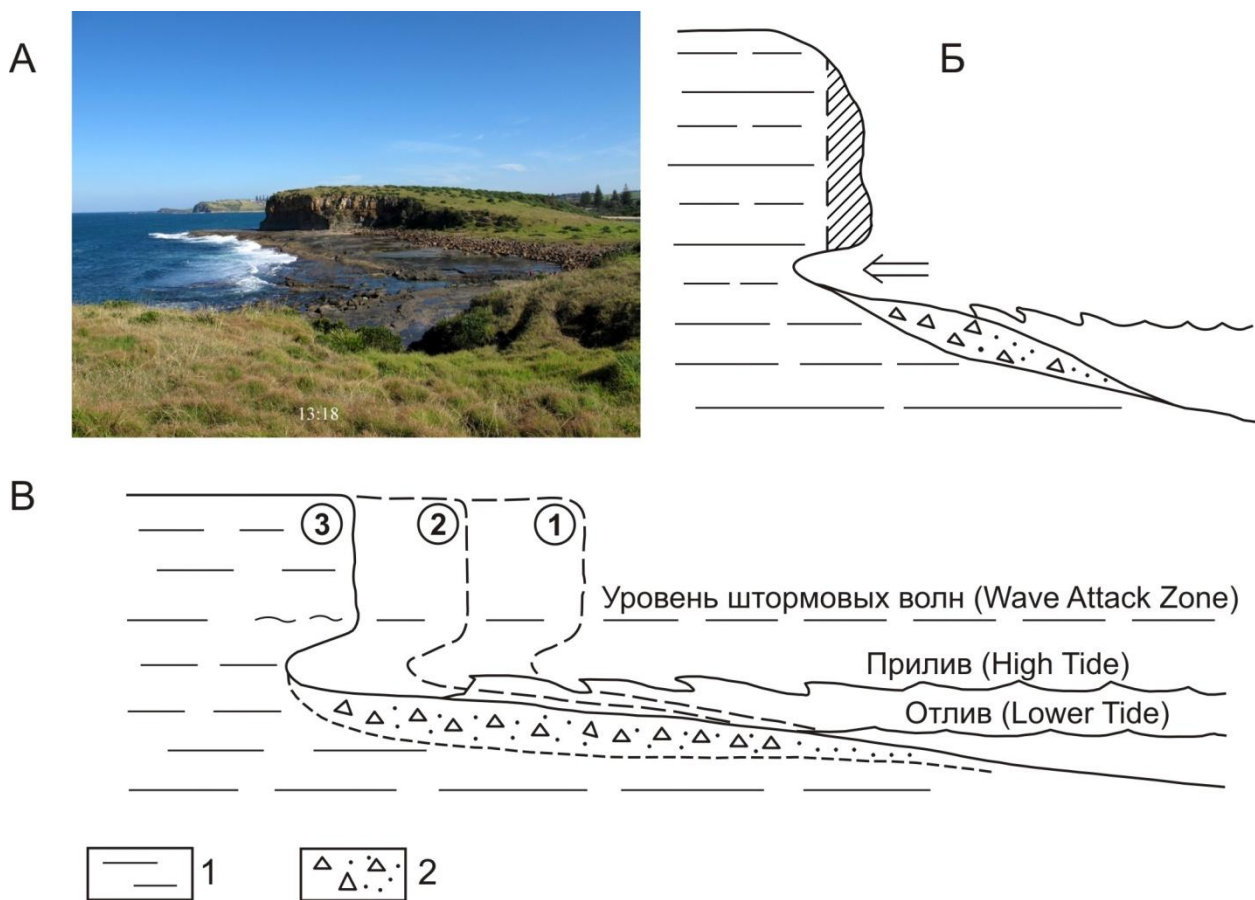


Рис. 9.3. Формирование отложений в волноприбойной зоне: фация БММ:

А – общий вид современного ландшафта (<https://wave cut out platform>); Б – схема обрушения берега (косая штриховка) в результате подмыва его основания (стрелкой показана волноприбойная ниша); В – последовательность разрушения прибереговых уступов (cliff): стадии показаны цифрами в кружках;

1 – коренные породы, 2 – формирующиеся свалы, осыпи (фация БММ)

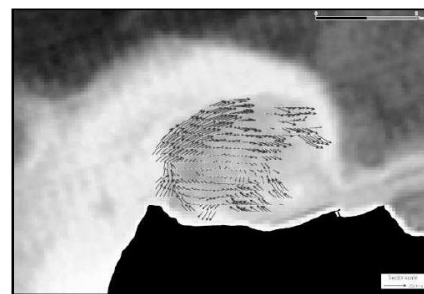
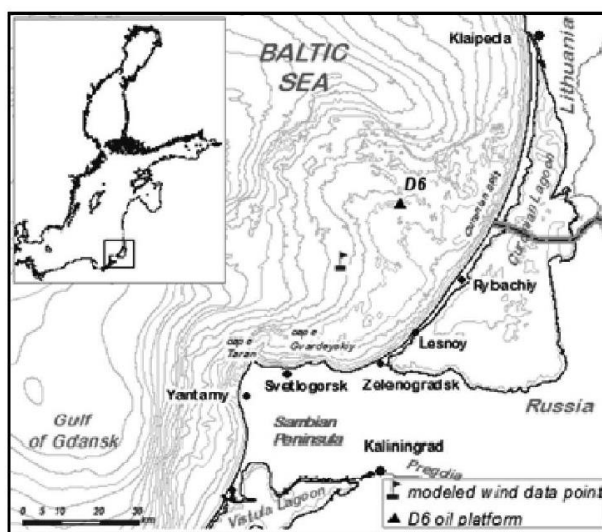
**Фацию БМВ** характеризует высокодинамичная рябь вихревых токов, существенно усиленная по сравнению с отложениями фации БПВ. Это хорошо подмечено при изучении Уренгойского месторождения сменой «глини-

стых рябчиков» на «опесчаненные» ([36]; см. п. 8). Энергия ветра передается от атмосферы толще воды, в воде возникают вихревые токи. Дело в том, что столб воды грубо можно представить себе слоистым, со скольжением слоев относительно друг друга (экмановский эффект). В результате возникают, с одной стороны, инерционные движения слоев в каком-то одном направлении (масса помноженная на начальное ускорение и вектор, задаваемые ветром), с другой – торможение вследствие трения слоев между собой. При этом торможение возрастает с ростом глубины, наиболее глубокие слои наименее подвижны. Кориолисова закручивающая сила, накладываясь на эти движения, создает вихри в толще воды в виде воронок, в неглубоких бассейнах достигающих дна (экмановские эффекты ощущаются до 100 м). Именно этот вихрь баламутит донный осадок на мелководье, перенося его с места на место. Это не темпеститы, когда штормовая волна (ее основание) поднимает и переносит взвесь однократно; и не осадки нагонных ветров в эстуариях, когда нагонная волна в сочетании с приливной гонит взвесь вверх по эстуарию; и не ламинарные слойки ваттов, возникающие в желобах стока в результате отливной волны. Поэтому и третья буква в названии фации в данном контексте хорошо ассоциирует не с ваттами, а с вихревыми течениями (англ. vortex flow).

Актуалистический пример подобных «мезомасштабных вихревых структур» для прибрежных вод юго-восточной Балтики приведен в работе [47]. В ней дана подробная характеристика одного из участков, сводящаяся к следующему. «В результате анализа спутниковых снимков было выявлено, что в районе исследований имеются несколько мест преимущественно вихревых структур: акватории к западу и востоку от мыса Таран Самбийского полуострова; возле прикорневой, а также центральной части Куршской косы. Вихрь у северного побережья Самбийского полуострова (рис. 9.4) всегда локализован между мысами Таран и Гвардейский, достигает в диаметре до 25 км и имеет антициклоническое направление вращения, в разной форме развитости он был зафиксирован на приблизительно 400 снимках MODIS из 11-летнего архива, формируется под воздействием Ю, Ю-З либо переменных ветров умеренной силы (до 10 м/с) по механизму запрепятствованного вихря. Он был также зафиксирован в ходе непосредственных измерений скоростей течений радиолокационной системой CODAR (2006-09-13), при скорости ветра около 3 м/с, средняя скорость течений для этого случая составила около 10 см/с, варьируясь в диапазоне 0–22 см/с. Максимальное время жизни вихря, по данным MODIS, составляет порядка не менее 6 дней, отмечено более 20 серий по 2–3 дня, иллюстрирующих его существование».

Детальными исследованиями современных процессов формирования Куршской косы непрерывным сейсмоакустическим профилированием, гидролокацией бокового обзора (ГЛБО) и др. получены интересные результаты [119]. В частности, они сводятся к следующему. «Мониторинговые наблюдения методом ГЛБО показали, что границы областей распространения различных литологических типов донных осадков сохраняются практически полно-

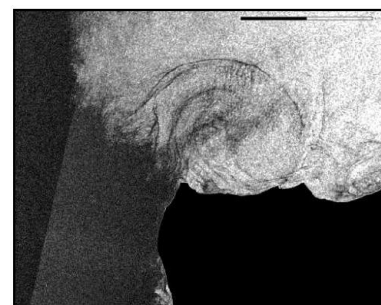
стью. Это дает возможность предполагать **консерватизм** (выделено нами. – В. А.) существования фациальных зон на дне, и малую подверженность экстремальному волновому воздействию, проявляющемуся в штормовые периоды». Более того, «... В целом для Куршской косы интенсивность процессов на дне, за многолетний период, значительно уступает активности переработки берегов, что указывает на непрямую связь экзогенных процессов на берегу и на подводном береговом склоне» [119]. Последнее замечание существенно важно для понимания специфики процессов, происходящих в субаквальной обстановке.



а) CODAR 2006-09-13 and MODIS A 2004-04-13



б) MODIS Aqua 2003-06-17



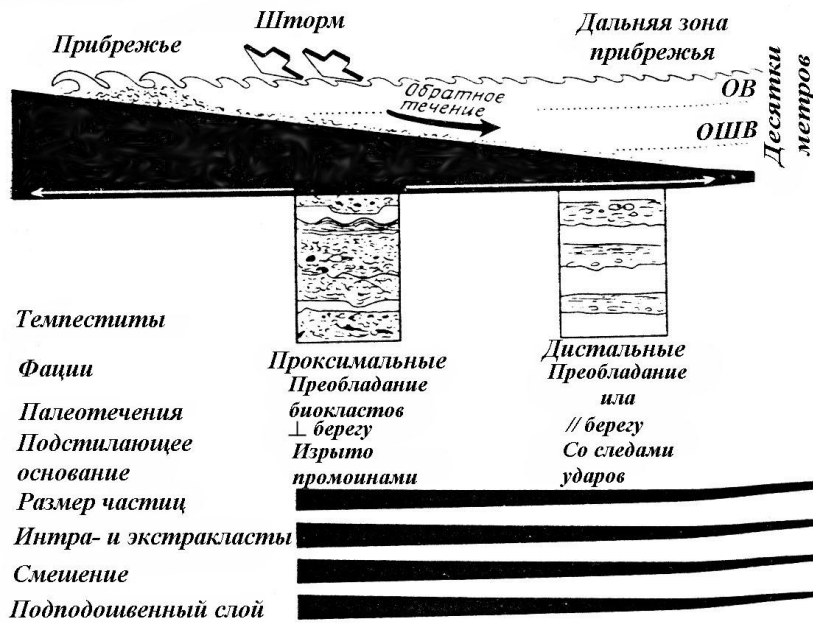
в) ASAR 2009-07-17

Рис. 9.4. Вихри в прибрежных водах Балтики [47]:

вверху – район исследований;

справа – результаты измерений CODAR (а) и данные спутниковых снимков MODIS (б) и ASAR (в) в районе мыса Таран

Фации **БМР** и **БМА** реализуются в виде **штормовых** осадков, внимание к которым вполне оправданно с позиций широкой возможности закрепления в разрезе быстропротекающих (т. н. «событийных») процессов. При этом достаточно отчетливо можно различать два типа формирующихся темпеститов: проксимальные и дистальные, что иллюстрирует рис. 9.5 и 9.6. Именно этим двум типам темпеститов и соответствуют выделяемые нами фации: проксимальному – БМР и дистальному – БМА. Как видно уже из рис. 9.6, большое внимание при установлении дистальных темпеститов уделяется бугорчатой кривой слоистости (Hummocky cross stratification), которая была



Палеотечения в отдаленных участках установлены в основном по слепкам. *ОВ* – основание обычных волн; *ОШВ* – основание штормовых волн

Рис. 9.5. Схематическая фациальная модель, объясняющая латеральные изменения темпеститовых фаций с позиций понятия проксимальности, как это видно на примере Раковинного известняка [143]

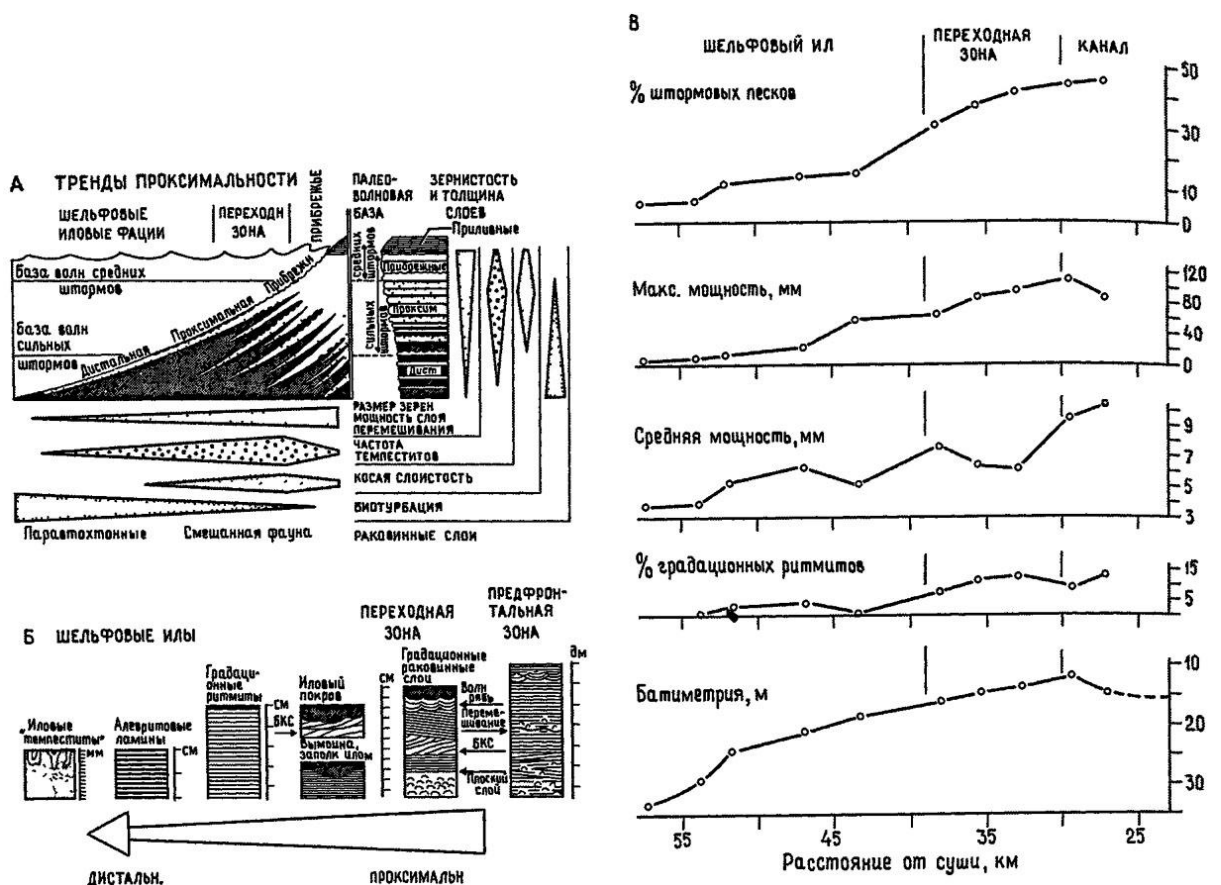


Рис. 9.6. Проксимально-дистальные тренды в шельфовых прибрежных штормовых отложениях, основанные на данных по Гельголандской бухте [97]:

*А* – латеральные и вертикальные вариации, которые объясняют модель проксимальности; *Б* – латеральные вариации отдельных разрезов штормовых отложений; *В* – количественное распределение критериев штормовых отложений на разрезе от берега к шельфу; *БКС* – бугорчатая косая слоистость

описана в п. 3.2 (см. рис. 3.12). Следует отметить, что в последние десятилетия в зарубежной литературе событийной седиментации уделяется расширенное внимание. С одной стороны, мы не можем не считать такое стремление положительным вектором в развитии седиментологических представлений, тем более что зачастую они базируются на эксперименте и натуральных наблюдениях: это хорошо показано на рис. 9.7. С другой стороны, чрезмерное увлечение переносом актуалистических представлений на познание древних толщ (ср. с рис. 9.2) по сути означает униформизм. О недостаточности такового при фациальных реконструкциях подробно говорилось в п. 3.2.

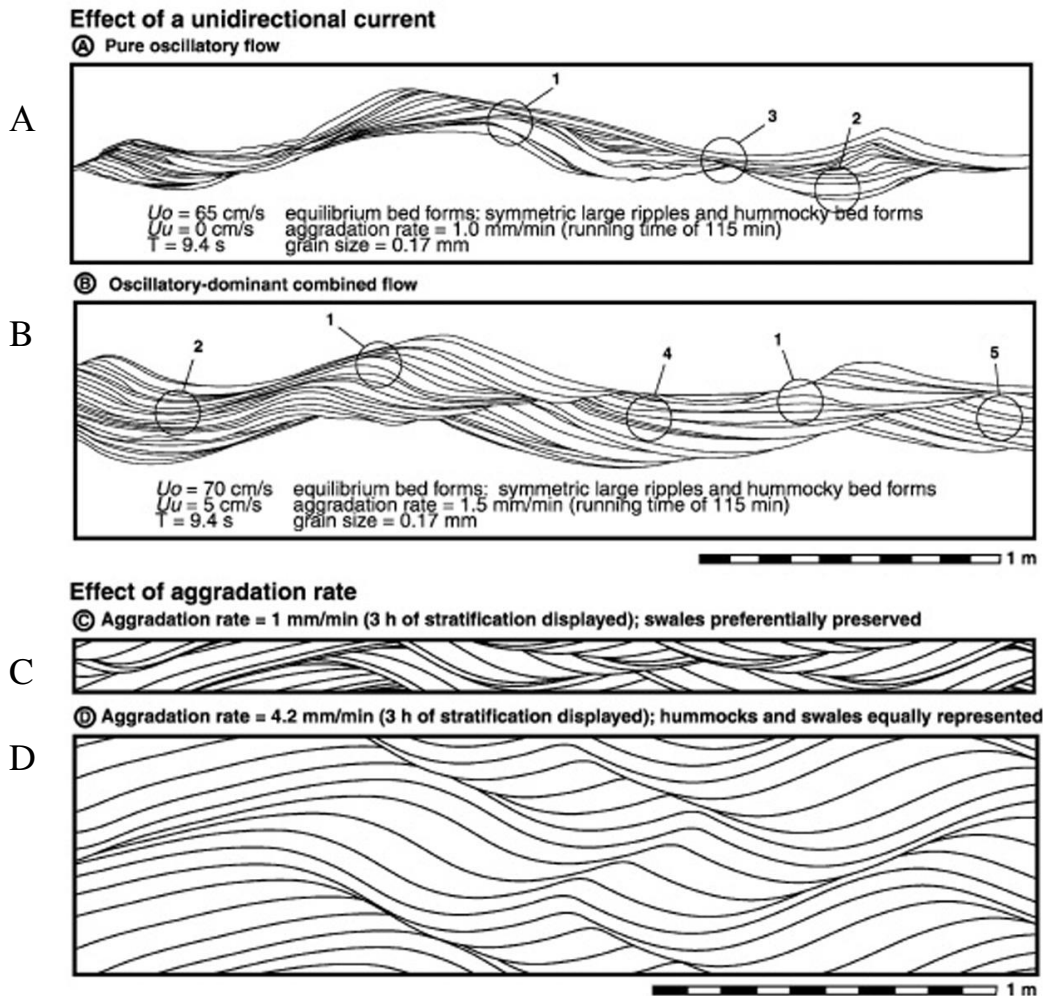


Рис. 9.7. Искусственная слоистость [162]

Однонаправленный поток (параметры на чертеже). В результате опытов формируется бугорчатая слоистость (hummocky cross-stratification: HCS) следующих видов: (1) собственно бугорчатая, холмистая (hummocks), (2) вогнутая (swales), (3) срезающая предыдущие слойки (truncation surface), (4) различная по толщине слойков косо-волнистая, веерная (fan-like), (5) полого-волнистая (low dip) с небольшими углами падения слойков.

A: «чистая» рябь течения при неоднородной стратификации. B: преобладание колебаний с комбинированными знаками ряби волнения; эффект агградации. C: скорость агградации 1 мм/мин; мелкая вогнутая косо-волнистая слоистость, с редкими слойками облекания (бугорчатость). D: скорость агградации 4,2 мм/мин; лучше сохраняются бугорчатость и текстуры облекания.

Значительная часть материала песчаной размерности, миновавшая различными путями – в основном в виде речных выносов – прибреговой фильтр (см. рис. 8.1), закрепляется в прибреговой части приемного водоема. После многократного переотложения это происходит по большей части в барьерной (Barrier) и баровой (Bar) обстановках IV группы (см. рис. 3.2). Они по сути являются аналогом пляжей (Beach) III группы, выделенных как фация БПК (см. гл. 8).

Данные отложения соответствуют **фации БМБ**, традиционно выделяемой всеми исследователями терригенных толщ, причем под близкими названиями (см. табл. 3.8). Широкое распространение этих осадков в отдельных частях изученного разреза вызвано выровненным характером рельефа, с активным намывом – наносом значительного количества тонкозернистого хорошо сортированного песка. Это подчеркивается достаточно крупной (для кернового материала) косо-волнистой слоистостью, часто подчеркнутой намывом тонкого растительного детрита: иногда – алевроитовыми литокластами. Своего рода «трансляция» таких отложений из прибреговой макрофации БП в более отдаленную «мористую» макрофацию БМ отчасти подтверждается рассмотрением в работе [97] преимущественно песчаных осадков активно-мелководья в группе *трансгрессивных побережий с преимущественно волновым и волновым приливно-отливным режимом* [97, с. 220-224]. В результате реализации механизма седиментации в двух вариантах (рис. 9.8) формируются «... параллельные побережью песчаные тела **барьерных островов** (выделено нами. – В. А.) в виде «шнурковых песков» в более тонкозернистых лагунных фациях и в фациях дальней зоны» [97, с. 222].

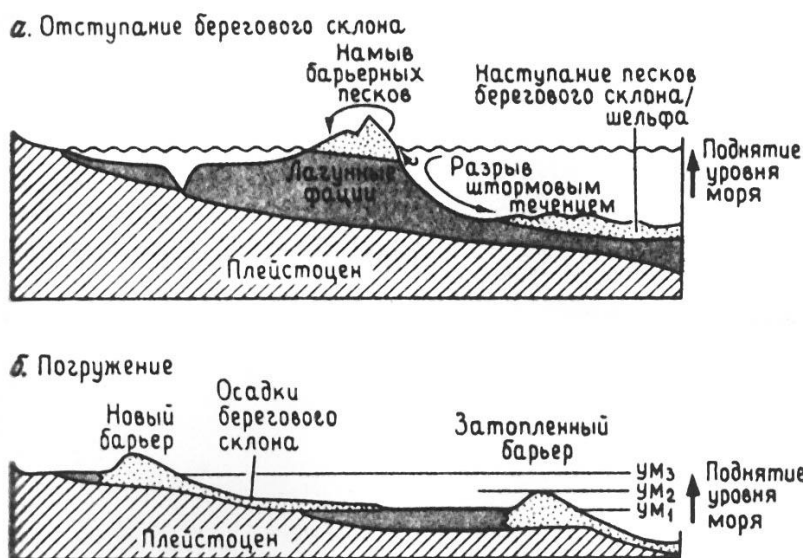


Рис. 9.8. Механизм миграции барьера при трансгрессии и отступании берега (а) и при погружении (б) [97, с. 221]

Из приведенной схемы следует, что снизу вверх по разрезу и от удаленной части бассейна в сторону берега по латерали происходит смена активно-волновых условий осадконакопления на косослойчатые линейных потоков. Иначе, фация БМБ сменяется фацией БПК, что отнюдь не отражает

трансгрессивности или регрессивности в направленности смены обстановок. Дело в том, что такая смена может происходить также при стабильном базисе водного зеркала, но при заполнении («засыпании») части водоема).

Все перечисленное отображено на модели, приведенной на рис. 9.9. Здесь положение выделяемых нами фаций дано исключительно на примере макрофагии открытого подвижного бассейнового мелководья (макрофагия БМ).

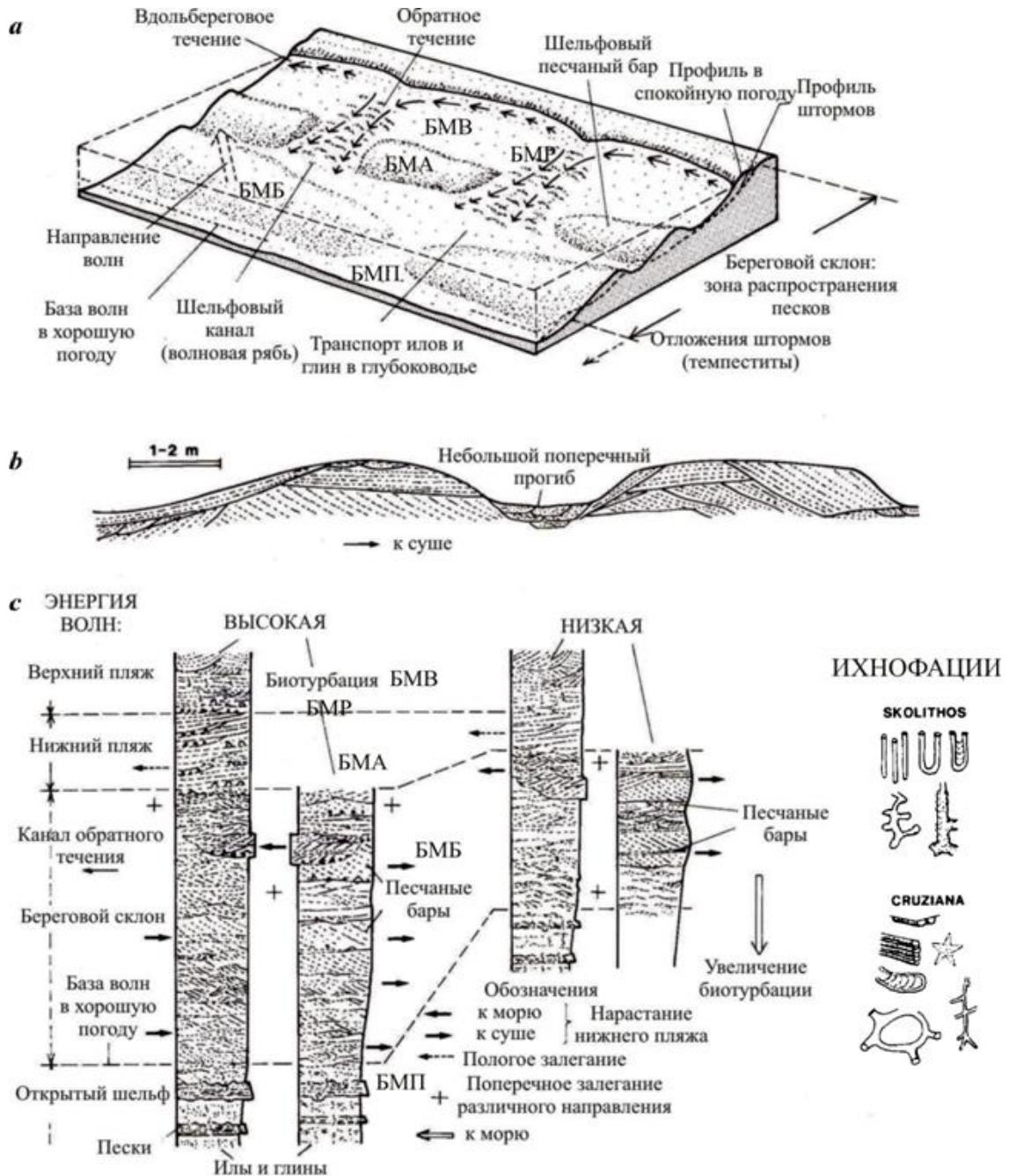


Рис. 9.9. Модель активно-мелководного терригенного побережья [163, с. 98]: *a* – летне-осенний (штормовой) профиль береговой зоны, песчаных баров и разрывных течений; *b* – осадочные текстуры в песчаных барах (см. также рис. 9.7); *c* – осадочные последовательности при высоком и низком стоянии уровня воды (ихнофагии по [164]). Индексами показано положение фаций, которые выделены в предлагаемом Атласе



При весьма сложной последовательности развития песчаных тел, толщина современных барьеров может достигать десятков метров, а протяженность – десятков километров, при отчетливой вытянутости вдоль береговой линии. Тем самым формируется целый комплекс барового мелководья, что проиллюстрировано на рис. 9.10. Здесь изображен последовательный процесс формирования лагунно-берегового комплекса. Большое внимание механизму этого процесса уделил видный геолог-угольщик Г. А. Иванов [57]. Им разработана концепция лагунно-барового осадконакопления, базирующаяся на детальном анализе кинематики происходящих процессов (см. рис. 6.2).

Наконец, **фа́ция БМП** характеризует достаточно удаленную от берега часть водной акватории приемного бассейна. Для нее присущи условия стабильного осаднения достаточно тонкого материала на склоне (зона X на рис. 8.2, 8.3), но с минимальным углом наклона перемещения материала. В этих условиях часты оползни и оплывины. Отличительной характеристикой фации является однородный состав материала. В целом мы не склонны выделять промежуточную разность между мелко- и крупнозернистыми алевролитами (см. табл. 2.1). Однако для данных осадков мы сделали исключение, выделив для них тип среднезернистого алевролита. Положение данной фации одинаково для обоих вариантов расчленения отложений, обозначенных в начале главы: это хорошо иллюстрируют схематические профили, показанные на рис. 9.11.

Сведения, приведенные на рис. 9.11, позволяют, образно говоря, замкнуть цепочку наших рассуждений о прибрежно-мелководной полосе осадконакопления. Во-первых, формирование монотонных тонкозернистых осадков фации БМП как бы «возвращает» нас к похожим отложениям фации БПП (см. гл. 7), которые визуалью зачастую практически неотличимы. Во-вторых, приводимые на рис. 9.11 сведения базируются на эксперименте, выполненном в седиментологических лотках (см. также рис. 9.8). Это придает хороший верификационный импульс приведенным рассуждениям.

Итак, в составе макрофации отложений открытого подвижного бассейнового мелководья (БМ) нами предложено выделять *шесть* следующих фаций:

- переслаивания глинисто-алеврито-песчаных осадков приберегового мелководья (малые аккумулятивные формы) (БММ);
- переслаивания алевритовых и песчаных осадков волновой ряби (БМВ);
- переслаивания алевритовых и песчаных осадков в зоне активной волновой переработки (проксимальные темпеститы) (БМР);
- алеврито-песчаных осадков активного подвижного мелководья (дистальные темпеститы) (БМА);
- песчаных осадков сильноподвижного мелководья (бары) (БМБ);
- алеврито-песчаных осадков дальней зоны подвижного мелководья (БМП).

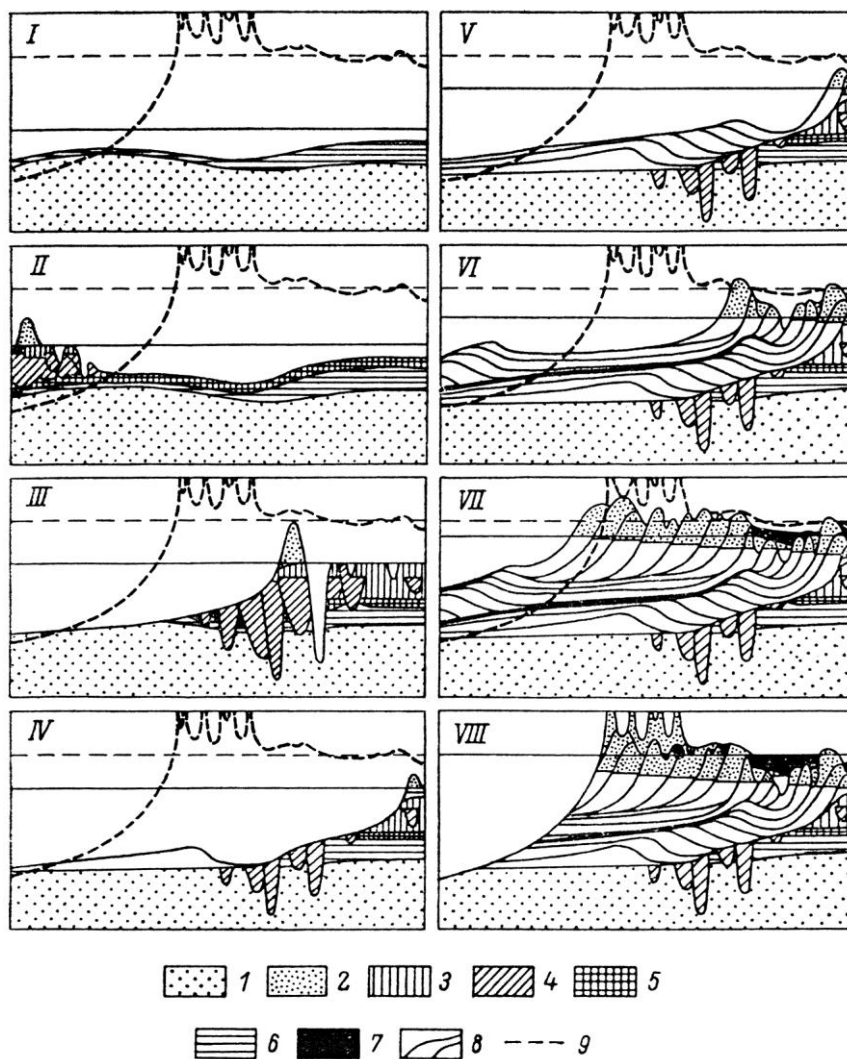


Рис. 9.10. Стадии эволюции побережья Нидерландов и лагунно-барового комплекса. По Л. Ван-Страатену (1965): из [100]

*Стадии:* I – озерная (около 4750 лет до н. э., 6750 лет назад); средний атлантик; глины мощностью до 2 м с пресноводными гастроподами; уровень моря ниже современного около 10 м; II – лагунная, начало формирования приливо-отливных дельт (4200 лет до н. э.); средний атлантик; глины с гидробиями; уровень моря ниже современного на 8 м; III – приливо-отливной лагуны – глубокие приливо-отливные желоба, частичная эрозия осадков предшествующей стадии, береговой бар состоит из тонкого клина пляжевых песков и узкого дюнного пояса; поздний атлантик (около 3400 лет до н. э.); уровень моря ниже современного на 6 м; IV – завершение формирования внутреннего барьерного гребня (около 2800 лет до н. э.); уровень моря ниже современного около 4,8 м; V – образование широкой депрессии между барьерными грядами, рост надводного и образование подводного бара, дюнного пояса на надводном баре, илов с тыльной стороны дюн; ранний суббореал (около 2500 лет до н. э.); уровень моря ниже современного около 4,3 м; VI – завершение формирования второго (подводного) главного барьерного гребня и его миграция к берегу; средний суббореал (около 2200 лет до н. э.); уровень моря ниже современного на 3,8 м; VII – максимум наступления берега; поздний суббореал (около 850 лет до н. э.); уровень моря ниже современного около 2,2 м; VIII – современное побережье, новое отступление берега, углубление морского побережья до 16 м. 1 – плейстоценовые отложения; 2 – дюнные и пляжевые пески, образовавшиеся выше среднего уровня моря; 3 – ваттовые (приливные) отложения; 4 – отложения желобов приливных течений; 5 – лагунные отложения; 6 – озерные глины; 7 – торф; 8 – открыто морские (мористо-баровые) отложения с обозначением стратификации; 9 – современный уровень моря. Жирные штриховые кривые – современный поперечный профиль побережья

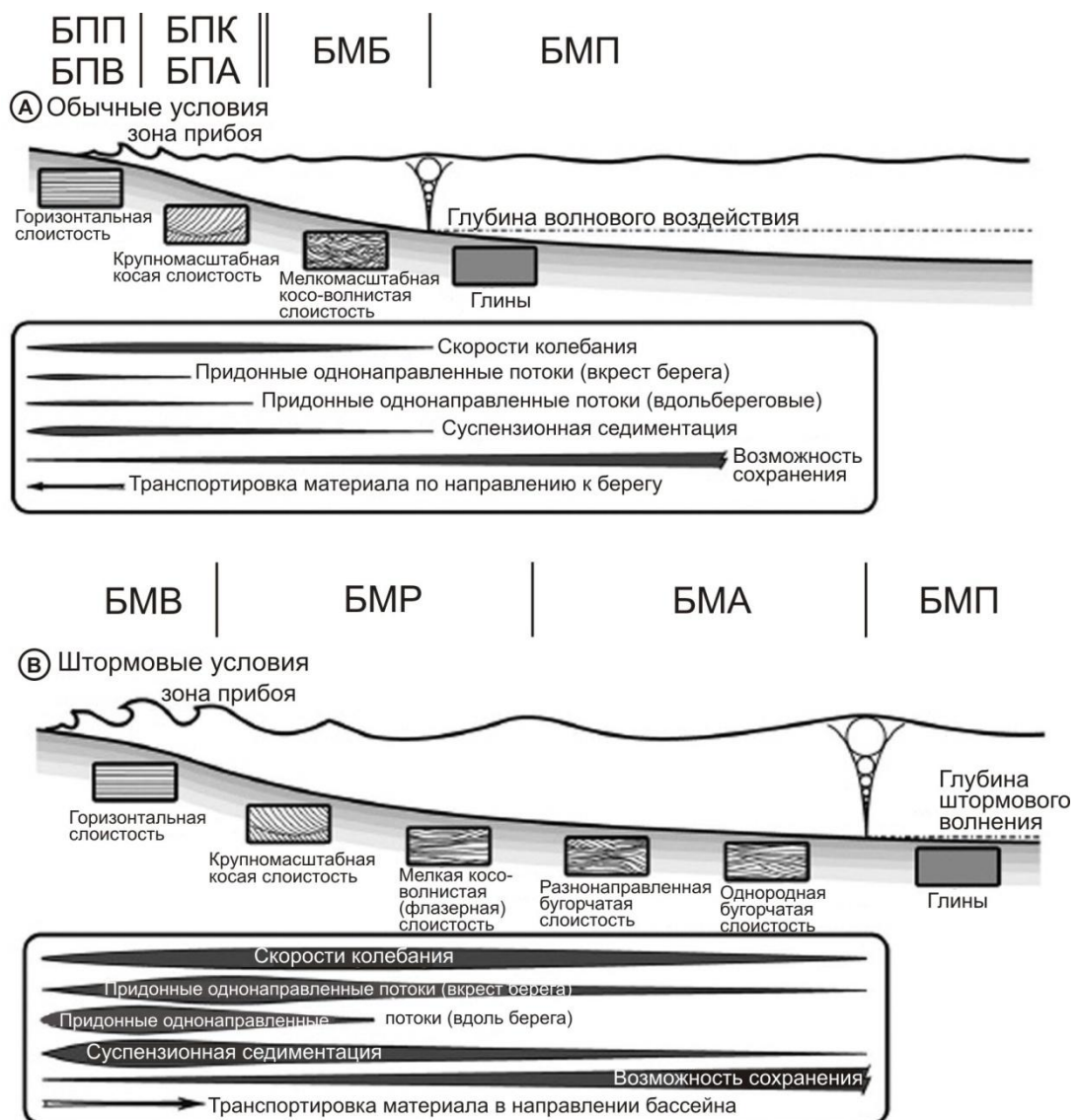


Рис. 9.11. Профиль мелководно-морского осадконакопления [162]  
 Над профилем показаны индексы фаций, выделяемых в Атласе

*Фация переслаивания глинисто-алеврито-песчаных осадков подвижно-го прибрегового мелководья (малые аккумулятивные формы) (БММ): фототаблица XVI*

1. Сочетание нескольких типов (часто хлидолитового облика), характеризующее береговой обрыв или крип (англ. creep – оползание, сползание).
2. Плохая, микститовая.
3. Часто проявляется неотчетливая слоистость (слоеватость).
4. Немного детрита. Ихнофоссилии нехарактерны.
5. Остроугольность обломков, захваченных склоновым перемещением.
6. Фация хорошо фиксирует береговую линию (в отличие от растянутой приливно-отливной полосы БПВ или БПП).
7. Со стороны континента – мелкие водотоки (КС), со стороны бассейна – подвижное мелководье (БПК, БМБ).

*Фация переслаивания алевритовых и песчаных осадков волновой ряби (БМВ): фототаблица XVII*

1. Алевролиты – тонко(мелко)зернистый песчаник.
2. От средней до плохой.
3. Мелкая косо-волнистая различно срезанная; флазерная.
4. Растительный детрит и рассеянная органика. Зачастую текстура «квазиряби» вызвана активной переработкой роющими организмами (ii до 2). Ихнофагии Scolithos, Cruziana.
5. Хорошо устанавливается по специфическому внешнему облику. Высокая гидродинамика среды, вызванная вихревым перераспределением осадков (vortex flow).
6. Оба контакта чаще всего достаточно отчетливы. Нижний, как правило, четкий, верхний – через переслаивание (постепенную стабилизацию).
7. По направлению к континенту – с фациями БПВ и БПР.

*Фация переслаивания алевритовых и песчаных осадков в зоне активной волновой переработки (проксимальные темпеститы) (БМР): фототаблица XVIII*

1. Алевролиты – тонко(мелко)зернистый песчаник.
2. Всегда бимодальны, либо полимодальны. Для отдельных составных частей сортированность может быть средней и даже хорошей.
3. Всегда ритмичная, разная по толщине. Толщина самостоятельных слойков, как правило, составляет 2-20 мм. В тонкозернистой составляющей обычна очень тонкая горизонтальная и (или) полого-волнистая слоистость; в более грубозернистой (песчаной) – косо-волнистая.
4. Обычна тонкорассеянная органика. Ихнофоссилии в общем нехарактерны, могут фиксировать верхние части тонкозернистых слойков. Ихнофагия Scolithos.
5. Нижние части более грубозернистых слойков могут включать литокласты в виде линз и обломков небольшого размера (первые миллиметры), с недалним переносом.
6. Нижние контакты более грубых слойков почти всегда с диастемальными перерывами. В целом могут формироваться весьма существенные по толщине интервалы ритмичного переслаивания (2-5 – ...м.).
7. Наиболее характерен латеральный переход в фазию БПР; возможен – в БПВ.

*Фация песчаных осадков сильноподвижного мелководья (бары) (БМБ): фототаблица XX*

1. Песчаник от тонко- до среднезернистого.
2. Обычно хорошая, реже средняя.

3. Преимущественно косо-волнистая, до сильно срезанной. Может отсутствовать (массивная текстура).

4. От отсутствия до небольшого количества рассеянной органики. Ихнофоссилии, как правило, только на контактах слоев, в небольшом количестве ( $ii = 0-1$ ). Ихнофагии *Scolithos*, *Cruziana*.

5. Нередко диагностическим признаком можно считать отсутствие какого-то отчетливого признака (при массивной текстуре). Часта повышенная карбонатность. Изредка встречаются небольшие литокласты (уплощенные и окатанные линзы алевролитов размером до первых миллиметров).

6. Контакты, как правило, достаточно отчетливые, особенно при небольшой толщине слоя.

7. Наиболее характерен тесный парагенез с фацией БДД. Часто соседствует с фацией БПК и переходит в нее.

*Фация алеврито-песчаных осадков дальней части подвижного мелководья (БМП): фототаблица XXI*

1. От алевролитов до тонкозернистого песчаника.

2. Хорошая и очень хорошая.

3. Чаще массивная текстура. В отдельных интервалах (прослой) – разнообразные типы слоистости и «отголоски» штормовых событий (взмучивания, заплески, изгибы слоек).

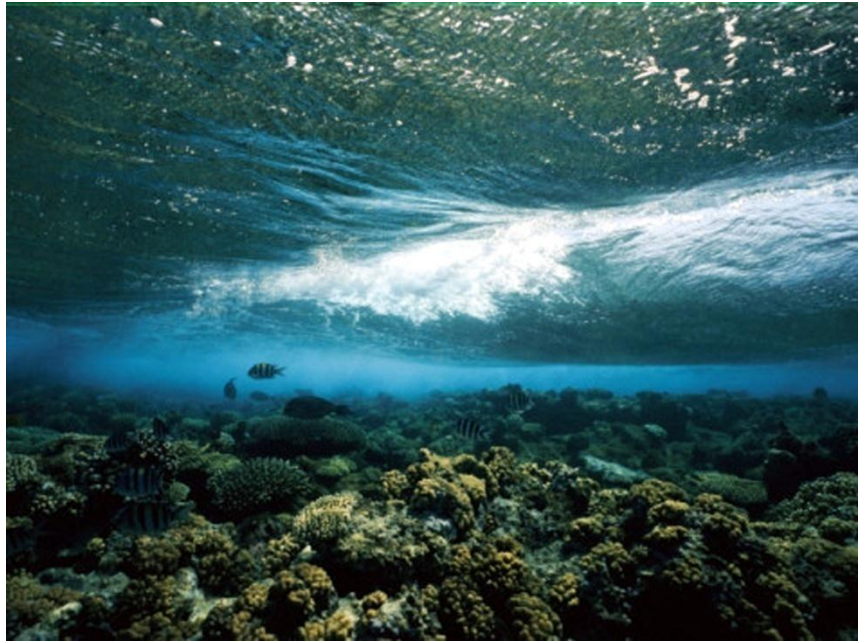
4. Растительной органики весьма мало, исключительно тонкорассеянная. Ихнофоссилии достаточно обычны ( $ii = 0-2$ ), ихнофагии *Cruziana* и *Nereites*.

5. Нередко повышенная карбонатность, вплоть до известковистых разностей.

6. Контакты чаще всего нечеткие, постепенные.

7. Обычен переход в макрофацию БУ; возможен парагенез с фацией БДА.

**10. МАКРОФАЦИЯ  
ОТЛОЖЕНИЙ  
НАИБОЛЕЕ  
УДАЛЕННОЙ  
ОТ ПОБЕРЕЖЬЯ  
ЧАСТИ БАСЕЙНА  
(БУ)**



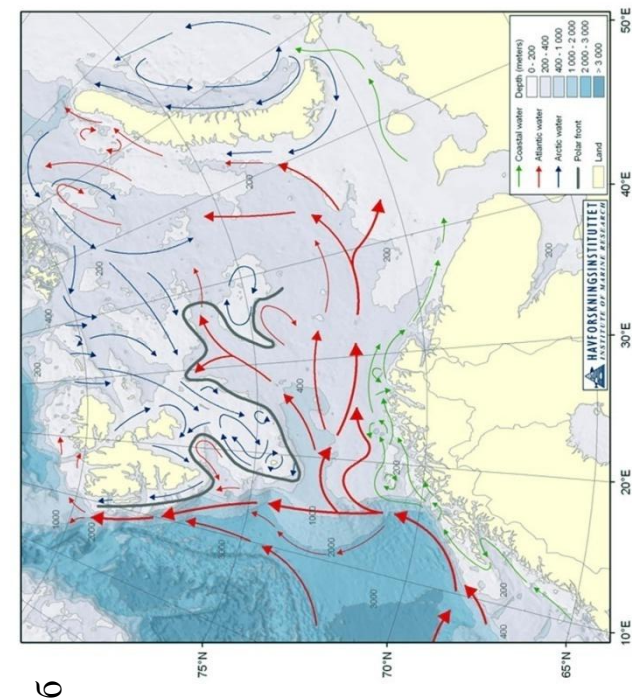
В основополагающих для используемого нами литолого-фациального анализа работах по Донецкому бассейну выделялись две фации наиболее удаленных от побережья, собственно морских терригенных осадков: МА (алевритовых) и МГ (глинистых) (см. табл. 3.8). Нами среди отложений макрофации БУ до определенного времени традиционно выделялись три фации [1, 4]. Они далеко не всегда встречались в тех или иных изучаемых комплексах и устанавливались по гранулометрическому составу пород:

- песчано-алевритовых осадков открытой части бассейна (БУТ);
- алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна (БУГ);
- глинисто-карбонатных осадков открытой части бассейна (БУК).

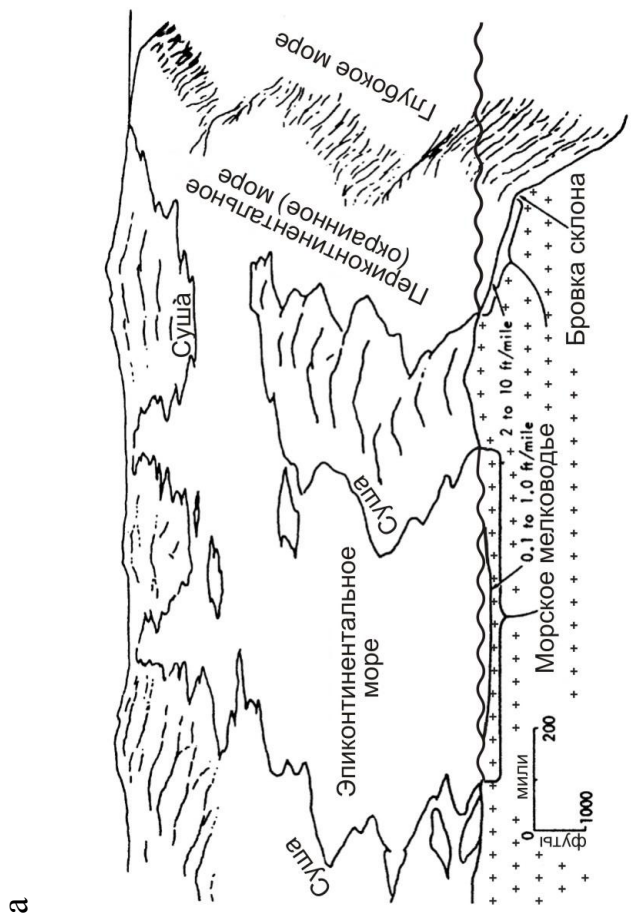
Применительно к отложениям «материкового моря» в работах [19, 127] указано, что «основным признаком для отнесения того или иного типа к группе морских отложений является наличие в породе остатков морской фауны, а так как фауна присутствует далеко не всегда и характерна преимущественно для отложений фации МГ, то весьма существенными, а иногда и решающими диагностическими признаками служат для тонкозернистых пород однородность («отмученность») слагающего породу материала, горизонтальная слоистость, для более грубых, песчаных пород – мелкий размер зерен, хорошая сортировка, преимущественно кварцевый и кварцево-слюдястый состав».

Выше, в п. 3.4, мы уже отмечали, что прямых аналогов морей мелового периода в настоящее время нет. Наиболее близкими к ним по своим геоморфологическим параметрам следует считать северные моря – на это прозорливо указано уже Ю. А. Жемчужниковым.

Принципиальная модель эпиконтинентального морского бассейна (ЭМБ) и некоторые актуалистические примеры таких водоемов приведены на рис. 10.1. Особенно отметим, что в предыдущих главах часто приводились



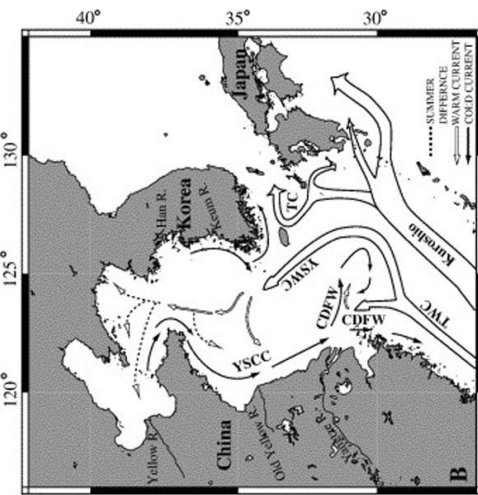
б



а



г



в

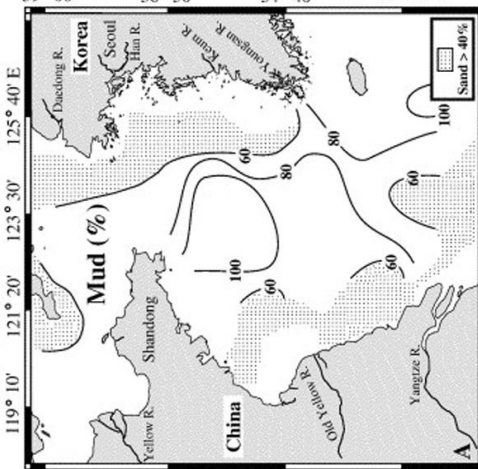


Рис. 10.1. Эпиконтинентальные морские бассейны: а – общий вид, б – Баренцево море, в – Желтое море, г – Северное море (использованы различные источники и Internet-сети)

примеры обстановок седиментации, наблюдаемых в Северном море, общие контуры которых в миоцене показаны на рис. 10.1, *г*. Остается сравнить все показанные на рис. 10.1 схемы – как модель (*а*) и реальные наблюдения (*б*, *в*), так и реконструкции недавнего прошлого с общей палеогеографической ситуацией для Северной Евразии и западной части Северной Америки в ранне-меловую эпоху (см. рис. 3.22). В принципе является аксиоматичным тот факт, что акватория Западно-Сибирского приемного бассейна (по меньшей мере для территории Широтного Приобья) во все меловое время имела конфигурацию полузамкнутого, а в отдельные периоды и полностью замкнутого водоема (см. рис. 3.24).

Полученный нами материал позволил впервые для методики фациально-циклического анализа перейти от «гранулометрического» расчленения пород (см. выше) к их генетической характеристике. Это представлено в табл. 10.1.

Таблица 10.1

**Сопоставление фациального расчленения отложений наиболее удаленной части бассейна (макрофация БУ)**

Фации юрских терригенных отложений [ 4]	↔	Предлагаемая схема
Алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна – БУГ	- - - - / \	Алеврито-глинистых осадков открытых частей бассейна – БУГ
		Алеврито-глинистых и песчаных осадков склонов и оползней – БУО
Песчано-алевритовых осадков открытой части бассейна – БУТ		Песчаных осадков зерновых потоков – БУЗ
Глинисто-карбонатных осадков открытой части бассейна – БУК		Пуддинговых осадков «аномальных» разрезов баженовской свиты – БУА
		Битуминозных осадков (бажени-тов) наиболее глубоководных областей – БУБ

**Фация БУГ** вне «контекста» ее положения в разрезе часто может быть трудно диагностируема. Действительно, отдельно взятый образец алевроаргиллита серого цвета с массивной текстурой может быть равноправно отнесен к фациям застойных озер, глубоких участков заливов, прибереговой заиляющей полосы (см. табл. 4.4). Диагностика существенно упрощается при рассмотрении положения данного образца в разрезе. Она может определяться принадлежностью к мощной монотонной толще; характерными контактами с другими обстановками (к примеру, при резкой смене прибереговых обстановок глубоководными в условиях трансгрессии или ингрессии), другими признаками, имеющими как бы «внешний» характер.



Это детально и подробно описано для границы тюменской и абалакской / даниловской свит Шаимского НГР, где данная смена обстановок происходила в режиме **ингрессии** приемного водоема [121]. Тот же механизм, в более «широком» площадном варианте, присущ границам фроловской и алымской (кошайской); викуловской и ханты-мансийской свит. Их синтезированной характеристика в качестве финально-седиментологических этапов осадконакопления, приведена в работе [122]. К аналогичным выводам пришел и Е. Ю. Барабошкин, которым отложения ханты-мансийской свиты Красноленинского НГР отнесены к фации мелкого дизоксийного шельфа. Они характеризуются преобладанием горизонтально-слоистых черных глин с линзами дистальных темпеститов (или без них), с практически полным отсутствием биотурбаций и наличием значительного количества конкреций пирита. Последние два факта свидетельствуют о преобладании дизоксийных и аноксийных условий в придонном слое воды и в осадке, что должно было способствовать захоронению органического углерода.

**Фация БУО** является весьма широко развитой в неокомском комплексе и особенно – в его ачимовской части, что хорошо проиллюстрировано в «Атласе...» [14] и недавнем издании [73]. Этот факт для многих исследователей является основанием для отнесения данных отложений к турбидитам. Тем самым они соотносятся со вторым уровнем лавинной седиментации (по А. П. Лисицыну [76]), происходившему на глубинах ниже бровки материкового шельфа, то есть 1,5 км и более. Этот механизм хорошо виден на рис. 3.21, и был нами там же охарактеризован (см. п. 3.4).

Остановимся на этом вопросе несколько в ином плане. Так, в известной работе [97] показано, что интенсивные синседиментационные деформации могут происходить и в пределах фронта дельты, при ее продвижении. При этом углы наклона плоскости осадконакопления и глубины могут иметь весьма малые величины (первые градусы и десятки метров, соответственно), что показано на рис. 10.2 и 10.3. Аналогичные сведения приведены и в работе М. Лидера, отметившего, что «На фронте дельты накапливаются мощные толщи ила, что способствует развитию здесь разного рода пластических деформаций, оползней, а также сбросовых структур [75, с. 229].

На рис. 10.4 такие оползания, приобретающие характер солифлюкций, приведены на примере керна из предфронтальной зоны дельты Нигера. Последняя была показана в гл. 7 (см. рис. 7.4, 7.5). Т. Рейджерс отмечает, что при поднятии уровня моря происходит определенная дестабилизация состояния песков и после определенного толчка, сходного с нажатием спускового крючка, происходит перемещение и транспортировка материала. В результате этого формируется смятие осадков **непосредственно в потоках** [170]. Добавим от себя, что это можно сравнить не со срывом лавины с некоего откоса (что присуще турбидитам), а с перемещением относительно пластичной массы пород перед ножом бульдозера. При этом в роли последнего выступает постоянная подпитка материалом, поступающим из областей сноса (см. рис. 7.5).

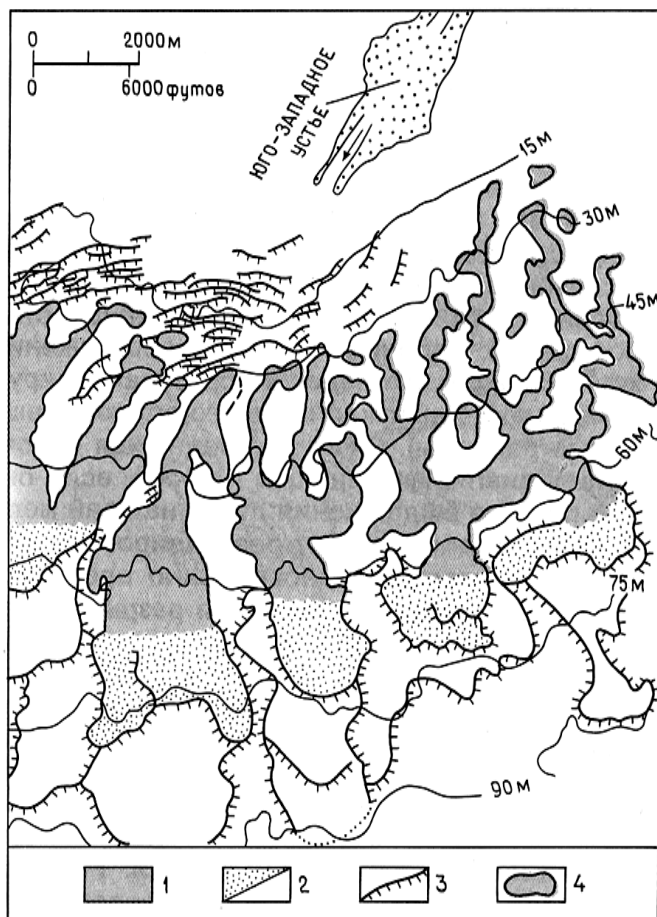


Рис. 10.2. Карта части фронта современной дельты Миссисипи, показывающая распространение близповерхностных типов синседиментационных деформаций [97, с. 187]:

1 – желоба фронта дельты; 2 – лопасти иловых потоков; 3 – ротационные оползни; 4 – впадины проседания

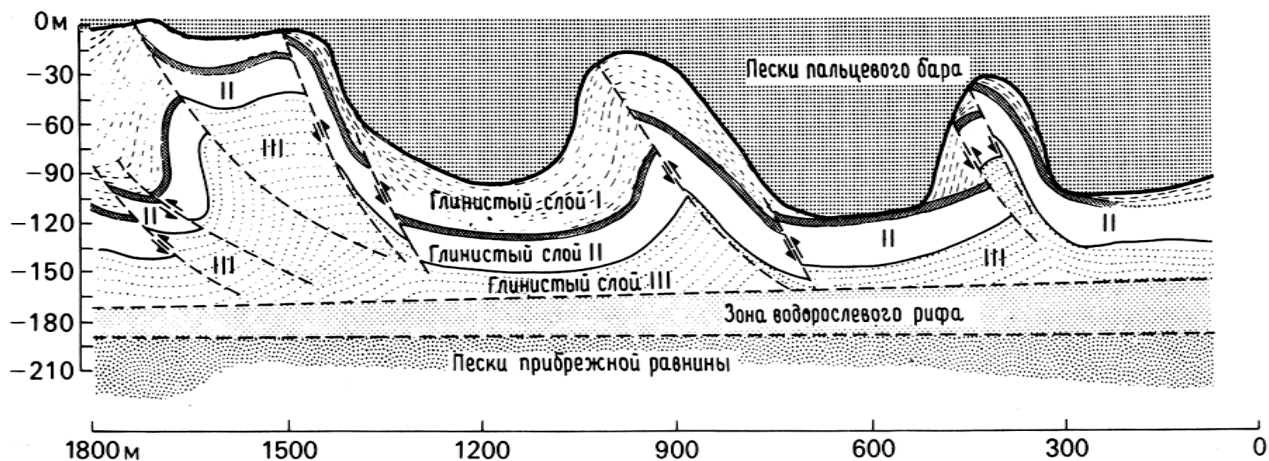


Рис. 10.3. Диапировые глиняные бугры в современной дельте Миссисипи с крутыми взбросами в гребне диапира и большой мощностью фаций устьевых баров между диапирами. Преувеличение вертикального масштаба 2,5 [97, с. 188]

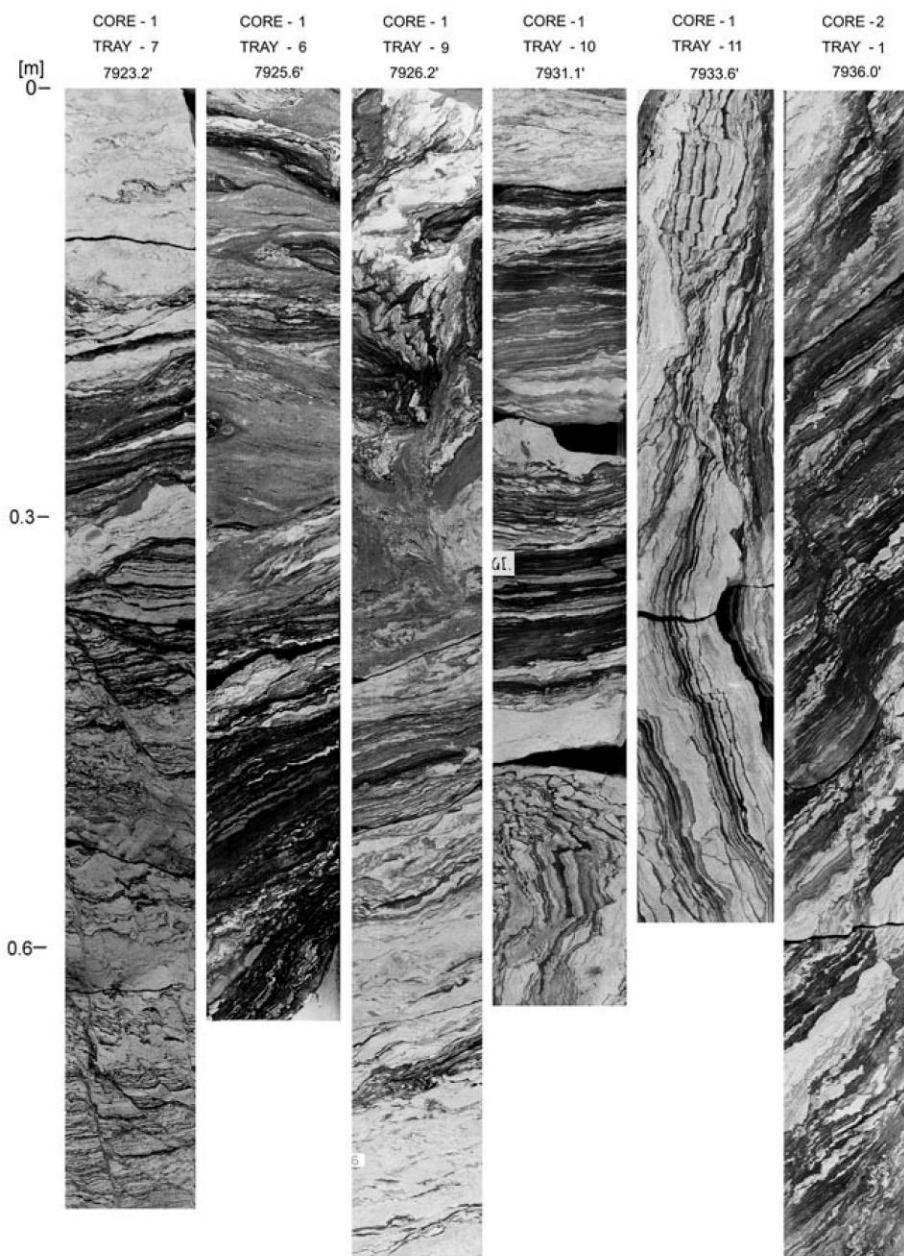


Рис. 10.4. Керн скважины, вскрывшей на значительной глубине интенсивно смятые отложения [170]

Таким образом, мы не видим достаточных оснований связывать широко проявленные в ачимовской толще оползневые деформации с деятельностью турбидитовых потоков. Для их формирования было вполне достаточно латерального продвижения фронтальной части дельты (аван-дельты), при небольших глубинах приемного водоема.

**Фация БУЗ** почти полностью соответствует традиционно выделяемой нами ранее фации БУТ [1, 4], будучи представленной хорошо сортированными песчано-алевритовыми осадками с массивной текстурой. Их формирование обеспечено *замкнутостью* или *полузамкнутостью* приемного водоема с относительно небольшой глубиной осадконакопления (чаще всего не более нескольких десятков, реже – первых сотен метров). Снос материала обычно

происходит с какого-то одного сегмента из окружающих территорий. Другие, как правило, только в отдельные промежутки времени могли служить дополнительным источником материала, поступавшего в бассейн. Однако в большей степени они лишь ограничивали его контуры, прямо или косвенно участвуя не столько в поступлении, сколько в перераспределении материала. Очень точное определение *условий* осадконакопления в центральной, открытой для поступления больших масс песка, части бассейна, дано в Атласе литогенетических типов Алдано-Чульманского района Южно-Якутского бассейна. «Зонам, примыкающим к центральной части бассейна, соответствуют... мелко- и среднезернистые песчаники с относительно хорошей сортировкой обломочного материала, повышенной известковистостью, с горизонтальной или полого-волнистой слоистостью. Почти полное отсутствие в песчаниках растительных остатков свидетельствует об их образовании в значительном удалении от суши, а широкое площадное распространение, выдержанная мощность и одинаковый состав – о существовании однотипных или весьма близких фациальных условий на значительной территории. Широкое распространение на площади песчаных отложений с горизонтальной или полого-волнистой слоистостью объясняется тем, что приносимый реками материал перераспределялся волнениями на значительной территории. Этому способствовали пологий рельеф дна и малая глубина бассейна» [18, с. 18].

В переносе песчаного материала, активно поставляемого дельтовыми выносами, вполне возможно, активно участвовали гиперпикнальные потоки. В целом же заполнение седиментационной ванны, с постоянным вдольбереговым смещением депоцентров осадконакопления, несомненно, сопровождалось изостатическими процессами. Т. Шопфом (для Мирового океана в целом и для внутренних морей в частности) определено, что «вытеснение воды при поступлении осадков уравнивается изостатическим опусканием седиментационных бассейнов под увеличивающимся весом отложений» [155, с. 30]. Такое соображение дополняется наиболее вероятным *концентрически-сходящимся* заполнением водоемов, что верифицируется схемой, изображенной на рис. 10.5.

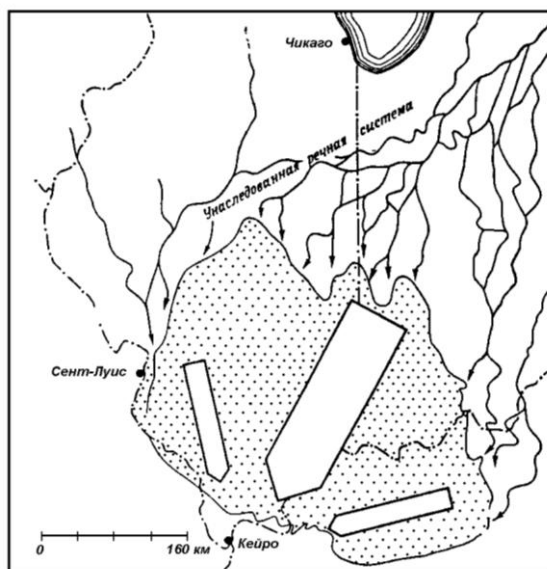


Рис. 10.5. Схема распространения верхнемиссисипских песчаников в бассейне Иллинойс и речной системе Мичиган [104, с. 510].

В целом песчаник обнаруживает ярко выраженные черты дельтовых условий образования. Палеосистема реки Мичиган, являющаяся предшественницей современной речной системы Миссисипи, в течение 250 млн. лет транспортировала молассовые пески, образованные в результате эрозии Аппалачей и питающих их провинций

В целом можно полагать, что полных современных аналогов выделяемой фации БУЗ не имеется. Наиболее близки к ним песчаные волны на северо-западе континентального шельфа Европы, описанные в ряде работ, в том числе [97, с. 293-296]. Представления об их формировании дает рис. 10.6.

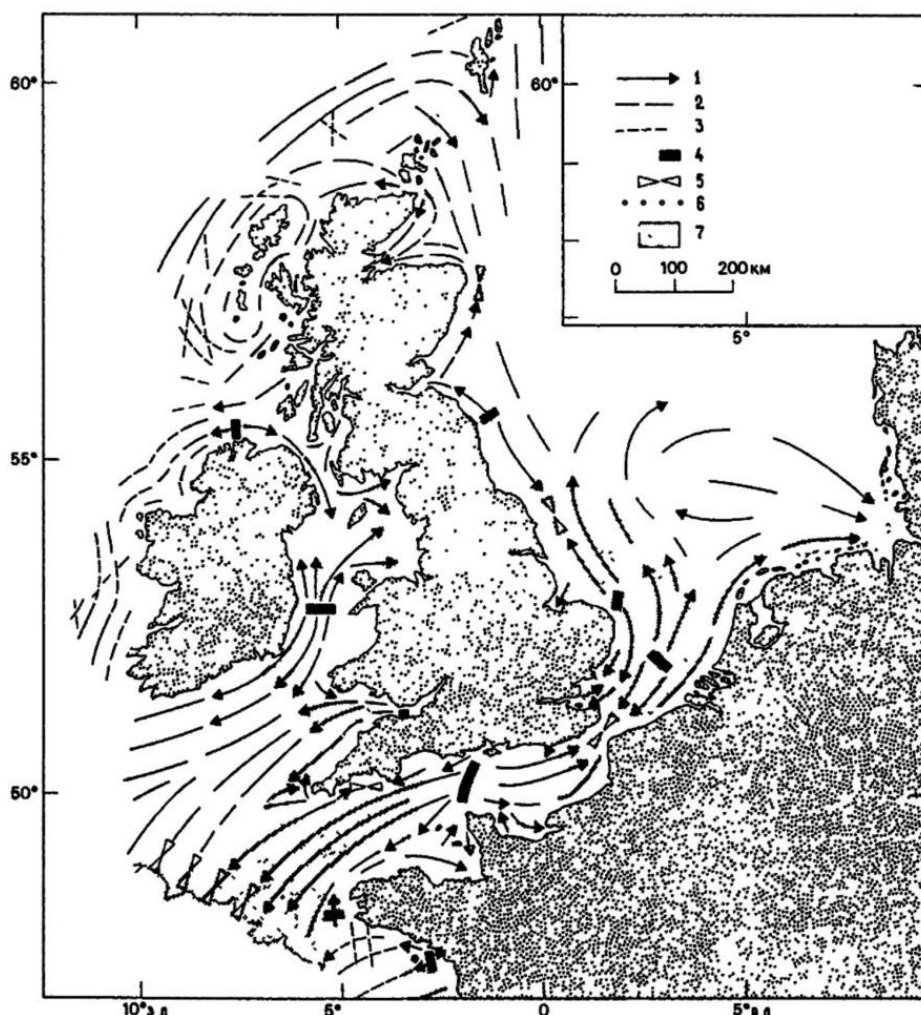


Рис. 10.6. Распределение путей преимущественной транспортировки песка и их взаимоотношения с основными районами распространения песчаных волн на северо-западе континентального шельфа Европы [97, с. 294]

Пути транспортировки песка: 1 – известные; 2 – предполагаемые; 3 – возможные; 4 – участки разгрузки осадков; 5 – участки ковергенции разгрузки; 6 – край шельфа; 7 – основные районы песчаных волн

Морфометрия этих песчаных волн показана на рис. 10.7. Отмечено, что «Единой теории образования гряд и схемы их развития не существует, да, по-видимому, и не может быть, так как условия их возникновения, питания, положение на шельфе, гидродинамический режим, палеогеографическая унаследованность весьма разнообразны. Общим остается роль волно-приливного поля в перемещении огромных масс песчаного материала от источников его образования до мест аккумуляции в виде характерных донных форм рельефа» [102, с. 304].

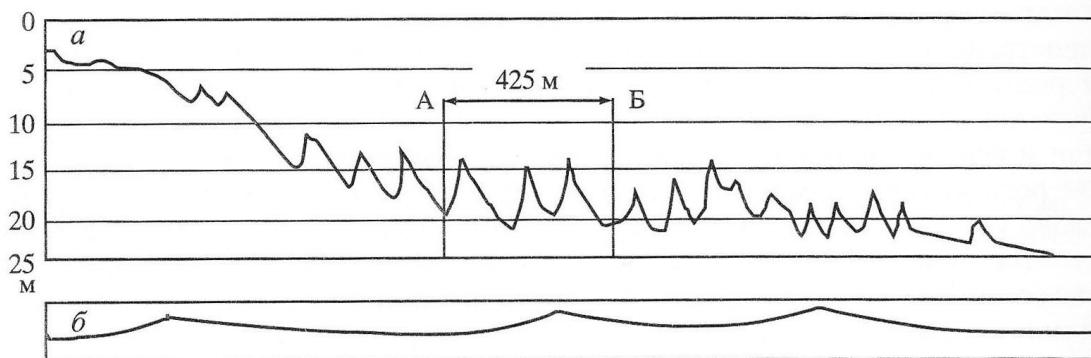


Рис. 10.7. Эхограмма крупных песчаных волн в проливе Ла-Манш: *a* – с искажением вертикального и горизонтального масштабов, *б* – без искажения масштабов в интервале А-Б [Caston, 1972]: из [102, с. 304]

Рассмотрение хорошо сортированных песчаников, формировавшихся в открытой части бассейна в рамках фации зерновых потоков (БУЗ) по сути делает излишней оценку генезиса нижней части неокомского комплекса (прежде всего ачимовской толщи) с позиций их принадлежности к **турбидитам** (частично об этом уже шла речь выше, при характеристике фации БУО). Последнее представление получило широкое развитие (см., например, рис. 3.21), и с седиментологических позиций высококвалифицированно разобрано, в частности, в статьях новосибирских литологов [51, 56]. На основании изучения 171 м кернового материала авторами выделено 4 литофации, среди которых по толщине выделяется первая (от 0,5-1 до 4-10 м). К ней отнесены массивные бесструктурные песчаники с горизонтами интракластов и градационными интервалами, связанными с постепенным обогащением песчаника углистым детритом (! – *В. А.*). Другие литофации имеют существенно меньшую толщину (0,1-2; 0,03-0,5 и 0,01-0,06 м), часто драпируя песчаные слои.

Турбидитовая концепция для формирования пород ачимовского клиноформного комплекса севера Западной Сибири использована в новейших исследованиях группы авторов [73]. Ими особенно широко использовано изучение оползневых текстур широкого спектра, включая знаки нагрузки, шаровые и подушечные текстуры, конволютную слоистость и др., наиболее характерную для дистальных турбидитов.

Нетрудно заметить, что перечисленные признаки достаточно легко укладываются в представления, изложенные при описании выделяемых нами фаций БУО (см. выше) и БУЗ. Таким образом, констатируя взаимную верифицируемость признаков изучаемых **пород**, следует рассуждать о разных подходах к интерпретации **обстановок** их формирования. Автор предлагаемого Атласа считает, что использование «турбидитовой» концепции излишне и в конечном счете неправомерно для эпиконтинентального морского водоема, которым (бесспорно!) было Западно-Сибирское море в течение всего мезозоя. Оно не имело того необходимого подводного склона в непосредственном контакте с океаном [155] и соответствующего перепада высот на глубине 1,5-2 км, который и предусматривается концепцией формирования турбиди-

тов (второй уровень лавинной седиментации, по А. П. Лисицыну [76]). Это дезавуирует «механистический» перенос представлений о формировании турбидитов в переходной зоне от континента к океану, которые, в частности, детально изложены в работе А. И. Конюхова [61], на ачимовскую толщу (см. рис. 3.21). Те же признаки, что отмечены разными исследователями (см. выше), вполне укладываются в набор фаций, присущих морскому мелководью.

В качестве проверки наших представлений приведем три высказывания из работ очень разного рода. *Первое* из них имеет общий характер и содержится в известной работе Р. Ч. Селли в разделе, посвященном дискуссии о происхождении турбидитов («настоящих», океанических. – В. А.).

«При всей его привлекательности это объяснение (квалификация современных глубоководных морских песков как турбидитов. – В. А.), тем не менее, вызвало обоснованную критику со стороны определенной части геологов. В основном критике подверглись два положения: во-первых, отрицалось, что глубоководные морские пески являются турбидитами, а во-вторых, утверждалось, что древние турбидиты отличаются от современных глубоководных песков.

Доказательства, отрицающие турбидитовое происхождение современных глубоководных песков, были четко сформулированы рядом исследователей (Van den Linden G. J., 1969 и др.). При этом указывалось, что многие глубоководные пески чисто отмыты, градационная слоистость обнаруживается далеко не всегда и что для них обычны знаки ряби. Волокущие течения на морском дне обладают достаточной силой, чтобы перемещать песок, а знаки ряби удалось сфотографировать на больших глубинах. Поэтому возможно, что глубоководные морские пески отлагаются не катастрофическими турбидитовыми потоками, а слабыми, периодически возникающими, волокущими течениями» [117, с. 241-242].

*Второе* положение принадлежит специалистам-литологам школы ГИН РАН [50]. Вкратце оно сводится к следующему. «Эти песчано-алевритовые отложения (ачимовского бассейна берриасского времени. – В. А.), хотя и включают оползневые текстуры, но по природе и текстурным признакам отличаются от турбидитов, формировавшихся в пределах континентального склона глубоководного морского бассейна и его подножия». Формирование этих отложений авторами связывается с *заполнением внутрибассейновых подводных возвышенностей* высотой десятки метров. «Этот начальный этап развития позднеберриасского-ранневаланжинского седиментационного бассейна был подготовительным, в ходе его происходило заполнение бассейна преимущественно за счет материала внутренних подводных поднятий и глубина его уменьшилась» [50]. Кстати, такое же представление об обусловленности формирования ачимовских отложений «... перераспределением осадков, накопившихся на шельфе под действием гравитационных процессов» обосновано детальными исследованиями, рассмотренными в статье [74]. Здесь же отмечены «... хорошая сортировка и окатанность зерен (ачимовских

песчаников. – В. А.), что трудно достижимо при одноактном лавинном осадконакоплении».

*Третье* положение содержится в работе С. И. Романовского [112]. Освещая сведения по моделированию процессов осадконакопления в прямооточных лотках, он описал «... механизм образования конволютной слоистости как результат воздействия высокоскоростного потока, перегруженного песком (! – В. А.), на неровное илистое или песчаное дно, когда возникает асимметричная эпюра распределения нагрузки. ... В результате проведенных исследований установлено, что наибольшее значение при формировании слоистости завивания имеют распределение нагрузки и форма поверхности осадка, а характер основания (песок или ил) и наличие или отсутствие органического вещества существенного значения не имеют» (с. 63).

Суммируя все три изложенные позиции, несложно оценить всю меру нашего скептицизма по отношению к выделению турбидитов в нижнемеловых отложениях ЗСОМБ. Наконец, возвращаясь к конструктивному подходу, сошлемся на статью специалистов ЗапСибНИИГГ, дополнивших известную классификацию электрометрических моделей классом глубоководных фаций. В этом классе ими выделены 8 фаций, включающие 3 склоновые, 4 зерновых потоков (!) и 1 – дна бассейна (табл. 10.2).

Таблица 10.2

**Глубоководные фации Западной Сибири [52]; с сокращениями и небольшими изменениями**

Комплекс фаций	Группа фаций	Индекс группы	Наименование фации
Шельфовый склон	Склоновые	I	зашельфовые песчаники
			склоновые песчаники
			фации склона
Глубоководно-морской	Зерновых потоков	II	каналы стока
			центральная часть конуса выноса
			средняя (переходная) часть конуса выноса
	краевая часть конуса выноса		
	Дна бассейна	III	дно бассейна (глины)

Дальнейшее описание фаций продолжим специфическими **баженитами (БУБ)**, традиционно описываемыми как «битуминозные аргиллиты». Эти отложения относятся к типичными доманикитам (domanite), которые в последнем издании Геологического словаря определены как «тонкозернистые, часто тонкоплитчатые осадочные горные породы черного, реже бурого цвета, обогащенные сапропелевым ОВ» [41]. Здесь же указано, что название «битуминозный аргиллит» следует считать ошибочным, «... так как содержание глинистой фракции в доманикитах, как правило, не превышает 30 %, а нередко она вообще отсутствует». Правомерность этого замечания следует из оценки состава данных пород (табл. 10.3; рис. 10.8).



Таблица 10.3  
**Состав отложений  
 баженовской свиты ([108];  
 по данным ВНИГРИ)**

Компонент	Содержание об. %
Аутигенный кремнезем	29,5
Глинистая фракция	29,5
Органическое вещество	22,5
Алевритовая фракция	5,0
Карбонаты	11,0
доломит	1,5
кальцит	3,5
пирит	2,5

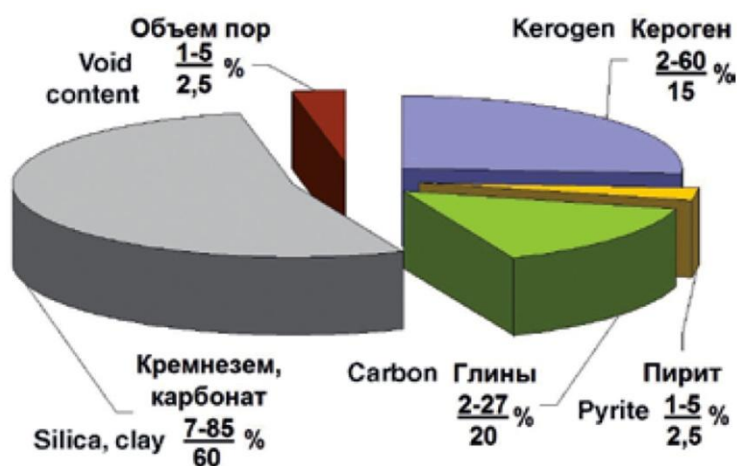


Рис. 10.8. Минерально-компонентная модель баженовской свиты (район деятельности ООО «РН-Юганскнефтегаз») [21]

Достаточно полные сведения о баженовском горизонте и слагающих его баженитах имеются в монографии [22] и статье [55]. Краткая информация представлена в статье [21], в которой, в частности отмечено, что этому геологическому явлению посвящено более 10 % защищенных диссертаций по нефтяной геологии. Исходя из этого, ограничимся краткими сведениями по условиям формирования данных, очень легко диагностируемых – как визуально, так и по данным геофизических исследований скважин (ГИС) – пород.

Общие представления о *палеогеографии* приемного бассейна в баженовское время показано на рис. 10.9. Они фиксируют его полузамкнутый характер, с наличием подводного порога на севере. Благодаря этому обеспечивались условия для формирования высокоуглеродистых осадков, что предусматривало, в свою очередь, достаточные глубины. Сопоставляя Баженовское море с возможными современными аналогами, В. А. Захаров справедливо отмечает, что от Балтийского его отличает повышенная соленость и наличие халистаз (зон, сильно обедненных кислородом). Последние характерны для Черного моря, но в таковом на глубинах, превышающих 150 м, нет макрофауны. Таким образом, В. А. Захаров приходит к выводу о том, что «... в наши дни нет полных аналогов экосистемы Баженовского моря» [55].

Более детальные представления иллюстрирует палеогеографическая карта, дополняющая сведения, изложенные выше (см. рис. 10.8), и приведенная на рис. 10.10. Опираясь на детальные исследования баженовского горизонта, преимущественно в районе Каймысовской НГО (юго-восток Западно-Сибирской плиты), авторами выделено несколько палеозон. При этом «Комплексные исследования показали, что с запада на восток в пределах рассматриваемого района в баженовское время отложения относительно глубоководной части шельфа (псевдобатиали) постепенно сменялись более мелководными с дифференцированным рельефом дна в виде подводных возвышенностей и иловых впадин различной глубины, но не менее 100-200 м, которые к востоку, за пределами полигона, переходили в отложения краевых

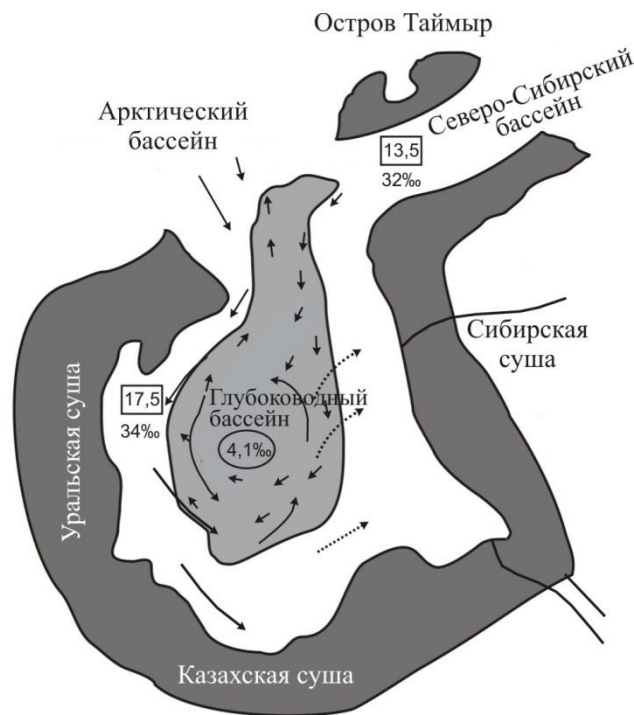
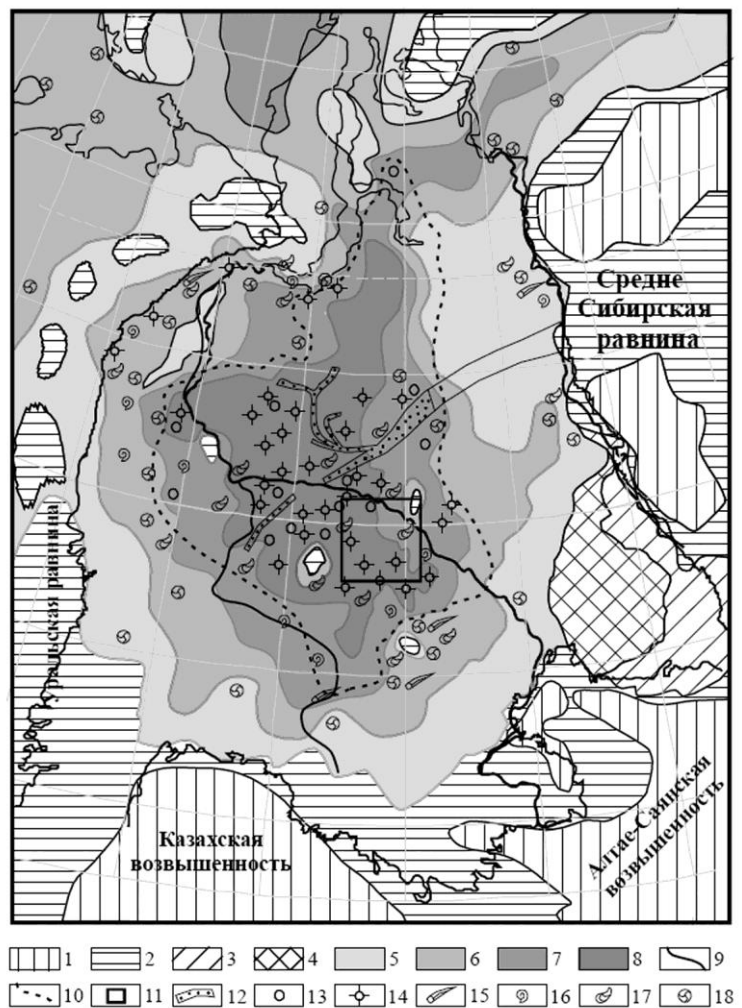


Рис.10.9. Палеогеографическая схема Западно-Сибирского бассейна и смежных бассейнов на севере в баженовское (волжско-берриасское) время [55]

Предполагаемые течения: теплые (длинные сплошные стрелки) и прохладные (пунктирные стрелки) поверхностные и холодные придонные (короткие стрелки). Затенена халистатическая зона. Суши – Сибирская, Казахская, Уральская и Таймырская показаны темно-серым цветом. Цифры в прямоугольниках – среднегодовая температура вод пелагиали (в град. Ц) по результатам изучения <sup>18</sup>O; в овале – предполагаемые температуры придонных глубинных вод и абсолютная палеосоленость, высчитанная методом Ракера-Валентайна по раковинам устриц

Рис. 10.10. Палеогеографическая карта Западной Сибири в поздневолжское время [108]. Палеогеографические обстановки: 1 – плато, нагорья, горные области (> 600 м); 2 – области денудации (холмистое плато) (200-600 м); 3 – аллювиально-озерно-болотная равнина (до 200 м); 4 – марши, лагуны; 5 – верхняя сублитораль; 6 – средняя сублитораль; 7 – нижняя сублитораль; 8 – псевдобатиаль. Границы: 9 – Западной Сибири; 10 – битуминозных отложений; 11 – район исследований; 12 – аномальные разрезы. Органические остатки: 13 – кокколитофориды; 14 – радиолярии; 15 – белемниты; 16 – аммониты; 17 – двустворчатые моллюски; 18 – фораминиферы



частей мелкого шельфа глубиной 50-100 м с подводными относительно мелководными ракушняковыми банками. Состав пород и характер биоты свидетельствует о том, что иловые впадины, обогащенные биогенным кремнеземом и  $C_{орг.}$ , как правило, были приурочены к депрессиям, а ракушняковые банки – к подводным возвышенностям морского дна. Таким образом, рельеф дна имел очень важное значение при формировании баженовской свиты» [108].

Переходя непосредственно к *палеобатиметрии*, отметим, что диапазон предполагаемых глубин Баженовского моря, с одной стороны, отличается довольно существенно («в разы»), а с другой – не выходит за рамки 200-750 м (для самых глубоких частей). Наибольшие глубины, достигающие на отдельных участках 600-700 м и даже более, расчетными методами установлены В. С. Бочкаревым и Ю. Н. Федоровым [35]. Большинство исследователей склоняется к меньшим цифрам, определяя их максимум в 400-500 м (рис. 10.11). В принципе весьма возможны и меньшие максимальные глубины, что следует из приведенной выше цитаты [108]. Так, А. И. Конюхов, анализируя многие нефтематеринские отложения мезозойско-кайнозойского возраста на окраинах материков, приводит для Баженовского моря глубину 100-300 м [62].

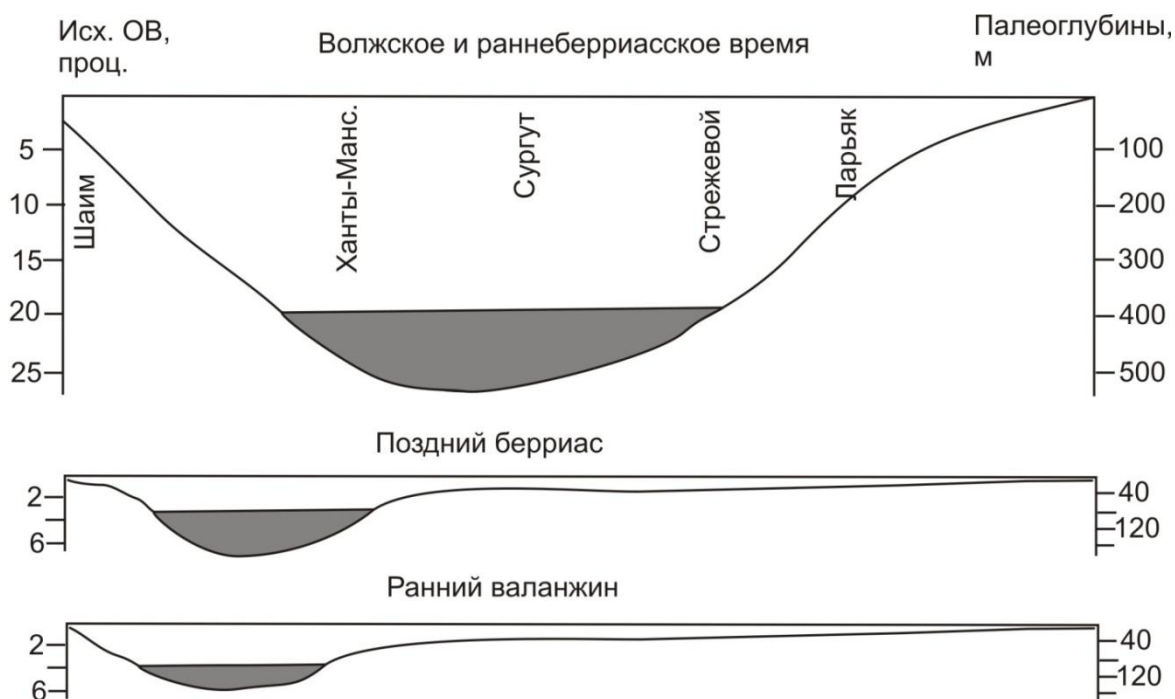


Рис. 10.11. Модельный профиль дна Западно-Сибирского бассейна вдоль широтного Приобья в конце юры и начале мела [55]:

Палеоглубины для волжского и раннеберриасского времени определялись, исходя из предположения, что увеличение содержания исходного органического вещества на 5% соответствовало углублению бассейна на 100 м. При расчете палеоглубин для позднего берриаса и раннего валанжина считалось, что повышение исходного органического вещества на 2% должно было сопровождаться углублением бассейна на 40 м. Расчеты исходного органического вещества взяты из публикаций: Конторович и др., 1974; Ушатинский, Зарипов, 1978 и др.

Завершая описание фации БУБ, отметим, что она в принципе вполне сопоставима с ранее выделяемой нами фацией БУК (см. табл. 10.1). Это отчасти следует и из литологического состава баженитов (см. табл. 10.2).

Наконец, заключительным аккордом в описании нижнемеловых отложений ХМАО является **фация БУА**. Ею в основном представлены легко распознаваемые породы, которыми сложены слои с укоренившейся аббревиатурой АРБ (аномальные слои баженовской свиты). «Аномальность» заключается в нетипичном, диссонансном сочетании битуминозных черных или коричневых баженитов (в виде остроугольных линз и обломков), «плавающих» в песчаном матриксе, нередко имеющем достаточно хорошую сортировку. Такая крайняя бимодальность (см. п. 2.3) является нечастым явлением вообще, а для достаточно глубоководных условий формирования фации БУБ (см. выше) – в особенности. Поэтому наиболее широким представлением о формировании такого типа отложений явилось их соотнесение с турбидитами, то есть аллохтонным или даже ксенохтонным процессом.

Не вдаваясь в разбор взглядов на природу формирования АРБ, что сделано в ряде публикаций, включая и наши [10, 11], укажем, что по нашему мнению, фация БУА (а, следовательно, и АРБ) формировалась в условиях подводных течений. По классификации В. Т. Фролова [137] – это генетический тип донных шельфовых течений, ведущим диагностическим признаком которых является хорошая и средняя сортировка песчаного материала. Имея открыто шельфовый парагенез с краями авандельт, контуритами и иловыми отложениями дальней зоны, осадки данного типа весьма часто подвергаются син(диа)генетическим тектоническим деформациям, представляя формы БУО. Данные деформации особенно характерны для краевых частей дельт, что и было показано выше (см. рис. 10.2, 10.3). Широко распространенное в фации БУА сочетание остроугольных совершенно неокатанных обломков баженитов, переотложенных почти *in situ*, с хорошей сортировкой песчаного матрикса (совершенно несвойственной турбидитам), несомненно, свидетельствует в пользу ламинарно-течениевого генезиса отложений. Об этом же свидетельствует и часто отмечаемая бимодальность текстуры. В часто используемой нами работе [110] неоднократно упоминается об этом факторе как признаке песчаников морского шельфа. Симптоматично, что авторы ссылаются на работы Ю. А. Жемчужникова: статью 1926 г., а также «донецкий» двухтомник 1959-1960 гг. Помимо того, что ссылки на российских (советских) ученых, да еще на непереуведенные работы, в трудах зарубежных исследователей вообще являются экстраординарным событием, выбор работ именно этого выдающегося отечественного литолога также верифицирует (хоть и косвенно) изложенные выше представления. Ведь именно Ю. А. Жемчужниковым с коллективом литологов разработаны основы фациально-циклических исследований, одним из краеугольных камней в основании которых является текстурный (по Л. Н. Ботвинкиной) анализ.

Такая донно-течениевая интерпретация генезиса песчаников соответствует представлениям об их реликтовой природе (не наблюдаемой в современных условиях), что особенно характерно для терригенных отложений мелководного побережья древних морей. Миграция донных течениевых потоков периодически приводила к боковому размыву диагенетически уплотненных баженигов, с недалгим переносом. Механизм этого явления был рассмотрен при описании фации БММ (см. рис. 9.3). Теперь идет речь не о береговом, а о подводном размыве «берега», который был представлен баженигами.

Не преминем дополнить, что непринятие нами «турбидитной» концепции, как и для фаций БУЗ-БУО (см. выше), во многом солидаризуется с мнением ряда других геологов, исследующих иные объекты. К примеру, чрезмерность и не всегда корректность в обращении с термином «турбидит», особенно при полумифогенной олистостромовой интерпретации перемещения огромных шельфовых блоков к подножью континентального склона для нижнемеловых отложений Сихотэ-Алиня, показана в работах с выразительными названиями [78, 79]. Таким образом, достаточно обычный седиментогенный механизм в рамках *контрастных* гранулометрических типов пород может привести к ошибочным выводам о наложении *внешних* по отношению к системе осадконакопления факторов. Это было показано на рис. 3.19 и описано на примере чрезмерного увеличения выделением эстуариевых комплексов (см. эволюцию представлений, показанную на рис. 7.6).

Итак, для отложений макрофации наиболее удаленной от побережья части бассейна (БУ) нами рекомендуется выделять *пять* фаций:

- фация алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна (БУГ);
- фация алеврито-глинистых и песчаных осадков склонов и оползней (БУО);
- фация песчаных осадков зерновых потоков (БУЗ);
- фация пуддинговых осадков «аномальных» разрезов баженовской свиты (БУА);
- фация битуминозных осадков (баженигов) наиболее глубоководных областей (БУБ).

*Фация алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна (БУГ):  
фототаблица XXII*

1. Аргиллит – мелкозернистый алевролит (алевроаргиллит). Часто известковистый.
2. Хорошая и очень хорошая.
3. Массивный; горизонтальная, в том числе скрытая.
4. Тонкая рассеянная растительная органика. Разнообразная фауна. Ихнофация *Nereites*.
5. Стабильность обстановки осадконакопления. Нередко минерально-геохимическая специфика среды: глауконитизация (зеленые оттенки), анаэробность и проч.

6. При формировании мощных пачек нижний контакт с «запечатыванием» предыдущих серий, в том числе ингрессивного характера: быстрое затопление подготовленных территорий.

7. Наиболее свойствен парагенез со стабильными обстановками разных участков бассейна (БПП, БПВ – БМВ), но при резких контактах и, как следствие, глубоких перерывах может залегать на почти любых фациях. То же относится и к верхнему контакту.

*Фация алеврито-глинистых и песчаных осадков склонов и оползней (БУО): фототаблица XXIII*

1. От аргиллита до тонкозернистого песчаника.
2. Сам материал достаточно хорошо сортирован (отмучен).
3. Сплошные смятия и оплывины слабо консолидированного субстрата.
4. Растительной органики почти нет. Ихнофоссилий, как правило, немного ( $ii = 0-1$ ), ихнофации *Cruziana*, *Nereites*.
5. Легко распознаваем по своеобразной текстуре.
6. Как правило, легко выделяется в разрезе. Постепенные переходы, скорее всего, являются исключением.
7. Наиболее типичен парагенез с фациями БДА и БМА.

*Фация песчаных осадков зерновых потоков (БУЗ): фототаблица XXIV*

1. Песчаник тонко(мелко)зернистый, реже среднезернистый.
2. В основном хорошая.
3. Чаще всего массивный. Иногда фрагменты косой, либо косо-волнистой слоистости.
4. Органический материал любых форм не характерен.
5. Основным признаком является отсутствие четких диагностических признаков, что сближает с фациями БДД и БМБ. Менее характерна повышенная карбонатность.
6. Оба контакта чаще постепенные, нежели резкие.
7. Важным признаком является именно парагенез «внутри» макрофации БУ. Из других – соседство с фацией БМП.

*Фация пуддинговых осадков «аномальных» разрезов баженовской свиты (БУА): фототаблица XXV*

1. Контрастное сочетание светлоокрашенного песчаного матрикса с темноцветными обломками алевролитов.
2. Матрикс обычно довольно хорошо сортирован.
3. Квазипуддинговая текстура, обычно с недалекой транспортировкой остроугольных обломков.

4. Органический материал любых форм не характерен. Могут быть преотложенные ростры белемнитов.

5. Наиболее легко диагностируемая фация по своему специфическому облику.

6. Контакты всегда четкие.

7. Всегда «внутри» макрофации БУ и в основном «внутри» фации БУБ.

*Фация битуминозных осадков (баженитов) наиболее глубоководных областей (БУБ): фототаблица XXVI.*

1. Кремнисто-глинисто-карбонатные породы с высоким содержанием аутигенной органики.

2. Очень хорошая.

3. Массивный; скрытая горизонтальная слоистость.

4. Все виды фаунистических осадков – от радиолярий до аммонитов.

5. Легко диагностируется по цвету и черной черте на фарфоровой пластинке.

6. Контакты на основной территории Широкого Приобья весьма четкие.

7. Конечная область транспортировки, с весьма специфическими условиями седиментации, не имеющая аналогов.



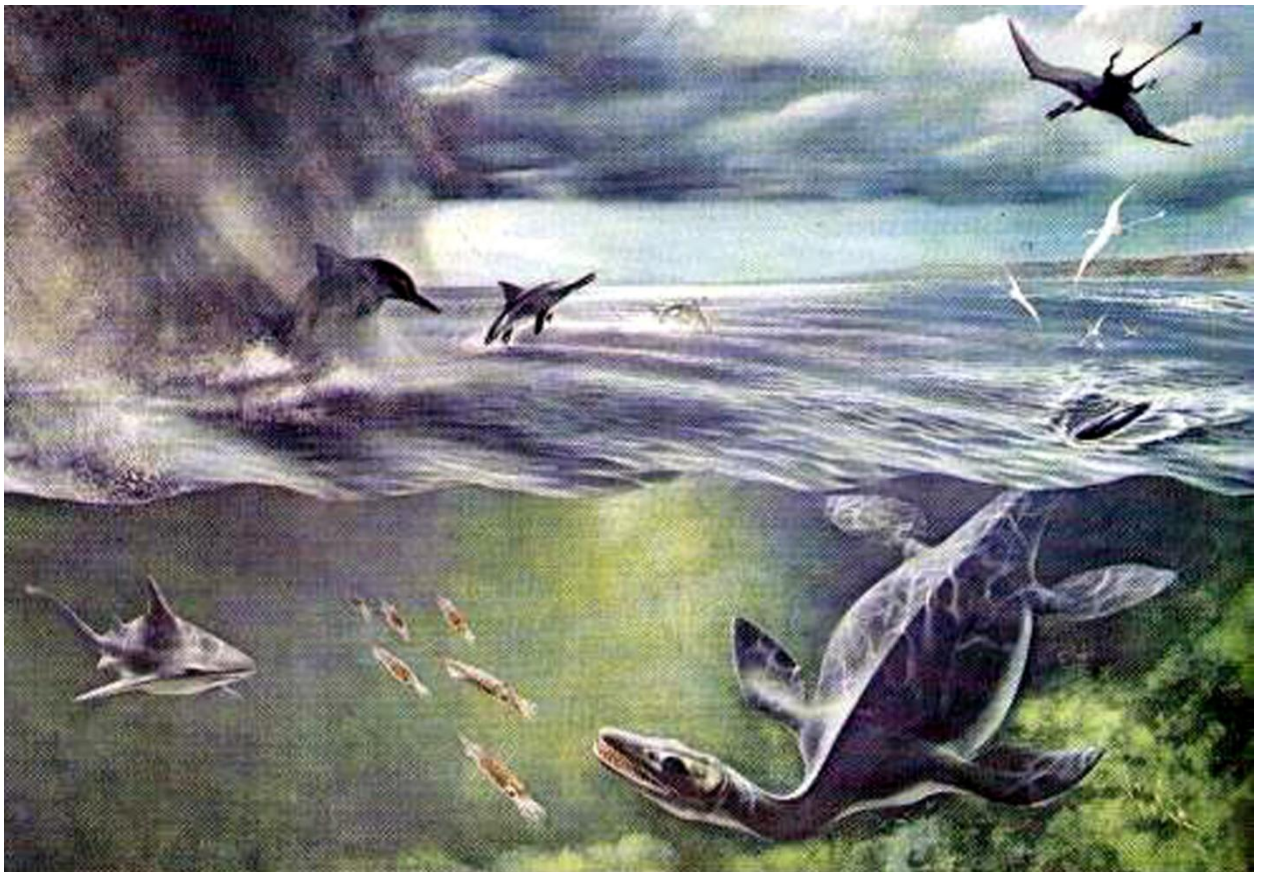
В качестве послесловия ко II-ой части Атласа отметим следующее. При общности основных взглядов на условия осадконакопления нижнемеловых отложений Западной Сибири со многими исследователями, мы придерживаемся достаточно консервативных воззрений по отдельным аспектам. Прежде всего это касается практикуемого в последнее время широкого выделения эстуариев, а также примате турбидитной концепции при реконструкциях ачимовской толщи. Отметим, что сведениями, приведенными в соответствующих главах (7-й и 10-й) мы стремились не столько дезавуировать эти взгляды, сколько показать необходимость еще и еще раз убедиться в нужности и целесообразности использования чрезмерно актуализированного (а следовательно, неизбежно униформистского) подхода к реконструкции палеообстановок осадконакопления. Следует постоянно помнить, что любые исследования в геологии, в особенности же – генетические (то есть уже «по определению» субъективные) настоятельно требуют выполнения условия, хорошо сформулированного ведущим российским литологом В. Т. Фроловым. Оно заключается в том, что при изучении любых структур и порождающих их процессов «...следует руководствоваться *общим правилом естествознания – сначала объясни легче проверяемыми и естественными причинами (чаще – экзогенными), лежащими «на поверхности», а потом, в случае полного или частичного неуспеха, привлекай отдаленные и экзотичные, в том числе и глубинные причины»* [139, с. 102-103].

Данное положение полностью соответствует методологическому принципу «бритвы Оккама», корни которого уходят в работы Аристотеля. В классическом виде он выглядит следующим образом: «... множественность никогда не следует полагать без необходимости... [но] все, что может быть объяснено из различия материй по ряду оснований, – это же может быть объяснено одинаково хорошо или даже лучше с помощью одного основания». В более простом виде это выражается так: «То, что можно объяснить посредством меньшего, не следует выражать посредством большего». Наконец, наиболее известная и часто употребляемая формулировка гласит «**сущности не следует умножать без необходимости**» (лат. *Frustra fit per plura quod potest fieri per pauciora*). Иначе, лишнее должно как бы отсекается бритвой, что и определено в трудах английского монаха-францисканца Уильяма Оккама (Ockham; ок. 1285-1349).



## Часть III

### ИЛЛЮСТРАТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ



Иллюстративная часть Атласа состоит из 26 фототаблиц, на которых приведены сканированные изображения образцов керна в натуральную величину. Каждая фототаблица соответствует фации, описание которой выполнено во II-ой части Атласа. 7 фототаблиц, соответствующих менее распространенным в изученных отложениях фациям КСР, КСП, БЗГ, БДП, БДЦ, БПО и БММ, представлены на одном листе; 19 остальных занимают по два листа. На каждом листе, как правило, приведено изображение четырех образцов. Таким образом, в целом III-я часть Атласа содержит 45 листов со сканированными отпечатками 185 образцов и, соответственно, столько же с их описанием. Мы посчитали возможным опустить привязку образцов. Сделано это, с одной стороны, из соображений конфиденциальности, а с другой – с учетом довольно узкого диапазона их отбора – как в стратиграфическом, так и в латеральном отношениях (см. п. 1.2).

В ряде случаев приведенные изображения характеризуют **контакт** двух фаций. Это позволяет оценить их парагенез, что является весьма важным диагностическим признаком (см. п. 2.7, 4.2). Естественно, что такое сочетание каждый раз описывалось с разделением по соответствующим частям образца. При этом часть, относящаяся к основной фации (которой посвящена фототаблица) *всегда характеризовалась первой*, независимо от того, где она расположена (вверху или внизу).

При использовании Атласа следует иметь в виду, что визуальное определение размерности частиц, слагающих породу, обязательно имеет тенденцию завышения (см. п. 2.2; рис. 2.2). Хотя мы и стремились по возможности нивелировать эту закономерность, полностью избежать ее невозможно. То же примечание относится и к соотношению фракций (см. п. 2.3): визуально их отличить затруднительно. Достаточно точно данные вопросы решаются дробным гранулометрическим анализом. Однако это явно выходит за границы представленного Атласа, ориентированного исключительно на визуальную оценку образца, включая использование лупы с 5-20-кратным увеличением.

То же примечание в сущности относится к карбонатности, оценке минеральных включений, ихнофоссилий и других индикативных признаков. В принципе каждый из них заслуживает особого, более детального изучения, что в задачу автора не входило. Поэтому он обращается к узким специалистам не судить выполненные описания с профессиональной строгостью. Задача III-й части Атласа заключалась в представлении общего абриса, своего рода структурной канвы для диагностики выделяемых фаций, в соответствии с общей схемой их расчленения (см. табл. 3.11, 4.4).

## МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЛКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ВОДОТОКОВ (КС)

### Фототаблица I. Фация гравийно-песчаных осадков русел мелких прибрежных водотоков (КСР)

Фиг. 1. «Книжный» разворот образца: изображение параллельных плоскостей распила через 2 см. Верхние  $\frac{2}{3}$  (выше верхней стрелки) – песчаник мелкозернистый, довольно плохо сортированный, с прерывистой косоволнистой слоистостью (рябью) течения (направление показано стрелкой сверху). Довольно большое количество литокластов алевритового состава, недалекого переноса (L).

Между сплошными стрелками – сложная серия крупнозернистого алевролита (темное) с линзами и слойками тонкозернистого песчаника (светлое). Серия «переходного» облика, что подтверждает верхняя хорошо сортированная серия тонкозернистого песчаника (между верхней и пунктирной стрелками по крайнему правому срезу образца). Здесь виден неглубокий размыв (R) верхним, потоковым материалом.

Данная серия с явным переотложением диастемального характера (по нижней стрелке) залегает на тонко-мелкозернистом довольно хорошо сортированном песчанике с прерывистой косоволнистой (флазерной) слоистостью, подчеркнутой небольшим количеством растительного аттрита.

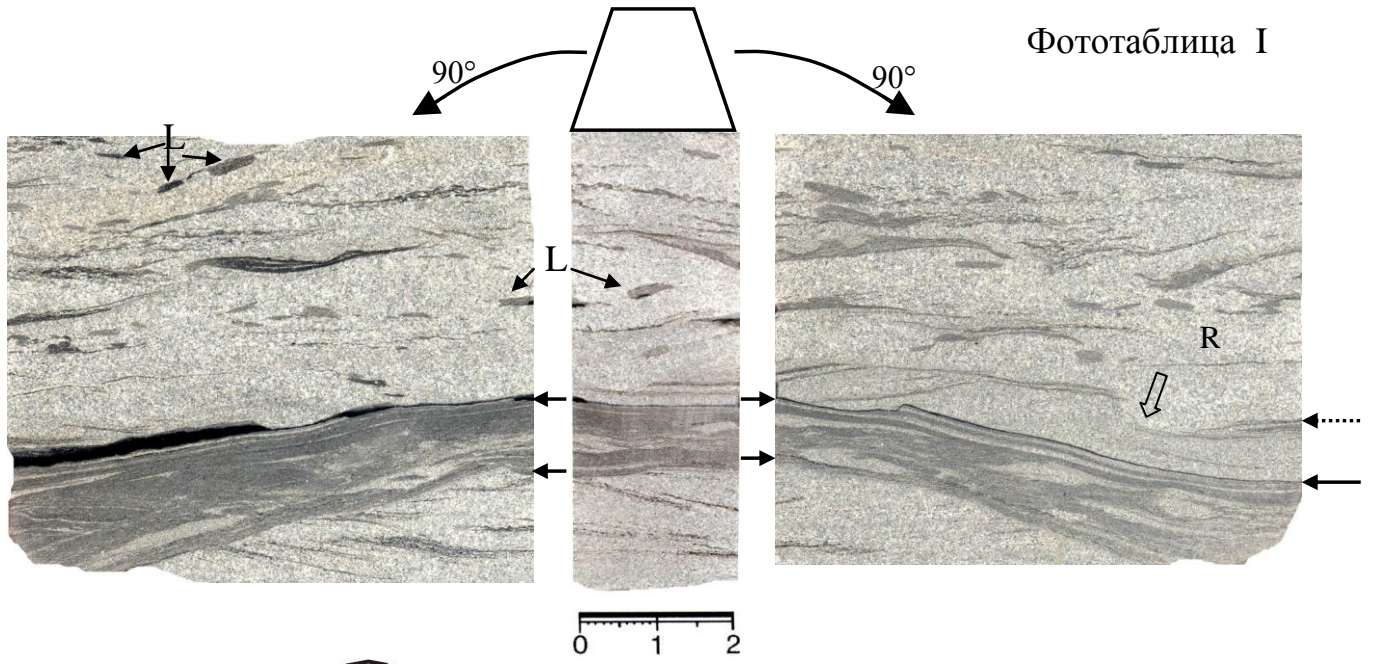
Фиг. 2. Песчаник мелкозернистый, довольно плохо сортированный. Узловатая текстура за счет крупных растительных остатков.

Фиг. 3. Верхняя часть – тонкозернистый песчаник со средней сортировкой материала и высокой динамичностью потоковой среды осадконакопления. Последняя выражена в перемыках, нарушении первичной (косоволнистой – ?) слоистости, спутанно-волокнутой текстуре. Довольно много тонкого, иногда грубого растительного детрита.

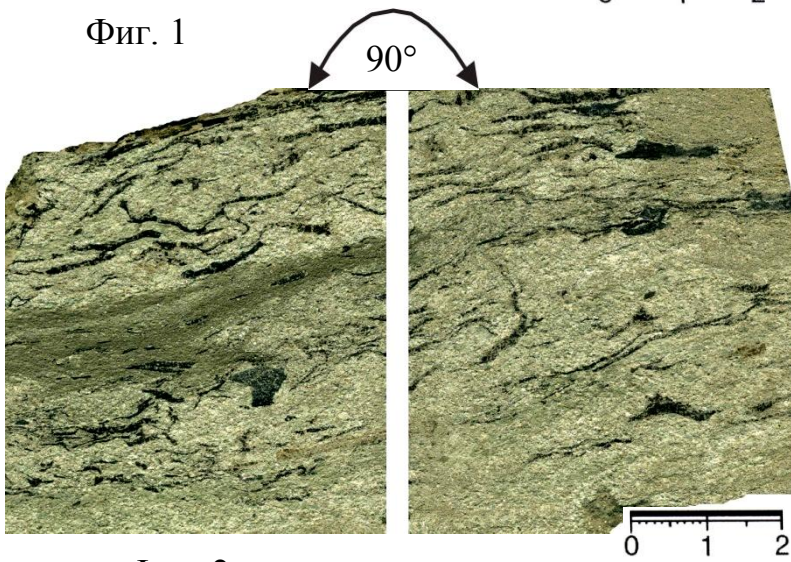
С интенсивным взмучиванием, особенно хорошо видным на увеличенном фрагменте, залегает на серии мелкозернистого алевролита (темное). Последняя, выделенная на правом срезе двумя стрелками, расщепляется на две самостоятельные, которые разделены тонким хорошо сортированным песчаным прослоем. Через него и верхнюю алевритовую серию слойков в сингенетическую стадию протек материал из самого верхнего слоя (P). Следы Planolites (PIn).

Самая нижняя часть (только справа) – хорошо сортированный тонкозернистый песчаник ( $\Phi \approx 4$ ) с тонкой косоволнистой слоистостью.

Фиг. 4. Песчаник мелко-среднезернистый. Сортированность материала от средней до плохой. От массивного до нечеткой косоволнистой слоистости. Перекрывается со значительным диастемальным перерывом (d), подчеркнутым волновой рябью с индексом  $RI = 1:5$ . Выше – мелко-крупнозернистый алевролит с активной гидродинамикой, выраженной в линзовидно-волнистой слоистости (фация БПВ).



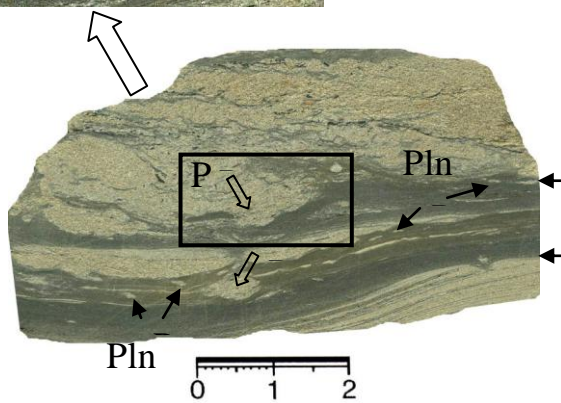
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## **Фототаблица II. Фация глинистых и песчано-алевритовых осадков поймы мелких прибрежных водотоков (КСП)**

Фиг. 1. Песчаник тонкозернистый с примесью алевритового материала, средне (плохо) сортированный. Разнообразные типы волнистой слоистости, с преобладанием динамичной нарушенной косо-волнистой. Немного аттрита, единичные (в интервале L – довольно многочисленные) литокласты. Интервалы с погрубением материала слабонефтенасыщенны.

Фиг. 2. Песчаник тонкозернистый с примесью алевритового материала, средне (плохо) сортированный. Динамичная линзовидно-косо-волнистая слоистость, зачастую нарушенная послойными взмучиваниями. Довольно много аттрита, есть небольшие литокласты алевроаргиллитов недалекого переноса. В верхней части – значительное количество корневых остатков растений (R).

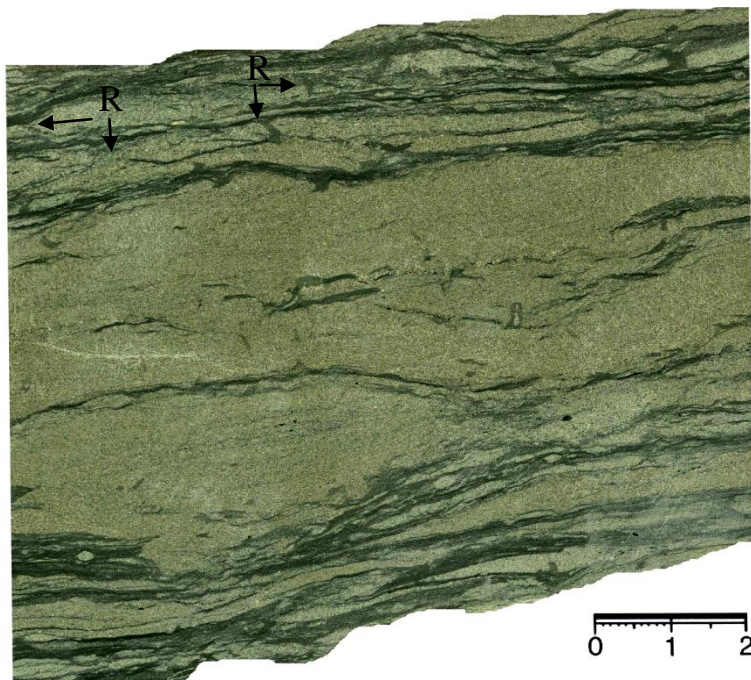
Фиг. 3. Песчаник тонко-мелкозернистый, довольно плохо сортированный. Слоистость полого-линзовидно-волнистая, обусловлена наличием слоев алевритового состава с толщиной в первые миллиметры. Через переслаивание залегает на мелко-крупнозернистом алевролите с полого-волнистой слоистостью (ниже стрелки).

Фиг. 4. Контакт двух слоев (по стрелке). Верхний – песчаник тонкозернистый, плохо сортированный, со срезанной косо-волнистой слоистостью и окатанными обломками древесины до 0,5 см (D). Активная, проточная часть поймы, с размывом амплитудой до 1 см в правой плоскости образца, залегающая на нижней, застойной (старичной?) части. Последняя представлена алевроаргиллитом стабильной садки, с довольно толстой полого-волнистой слоистостью.

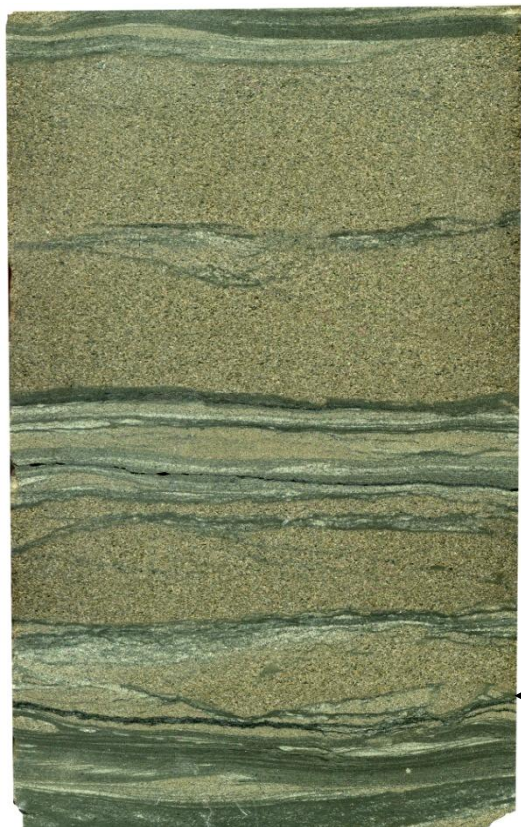
Вверху – увеличенный фрагмент, иллюстрирующий преимущественно аккумулятивный характер контакта, с постепенным усилением гидродинамики.



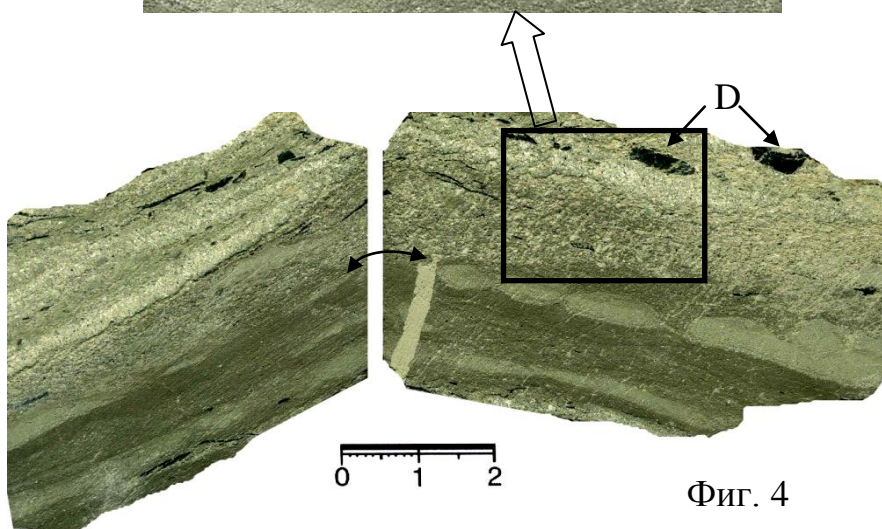
0 1 2 Фиг. 1



Фиг. 2



0 1 2 Фиг. 3



Фиг. 4

## МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВНО-ЛАГУННОГО ПОБЕРЕЖЬЯ (БЗ)

### Фототаблица III. Фация глинисто-алевритовых осадков полуизолированных участков побережья заливов и лагун (БЗП)

Фиг. 1. Алевролит мелкозернистый, среднестабильной садки. В нижней части – нечеткая, хлопьевидная текстура; в верхней – толстая полого-волнистая слоистость.

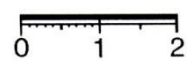
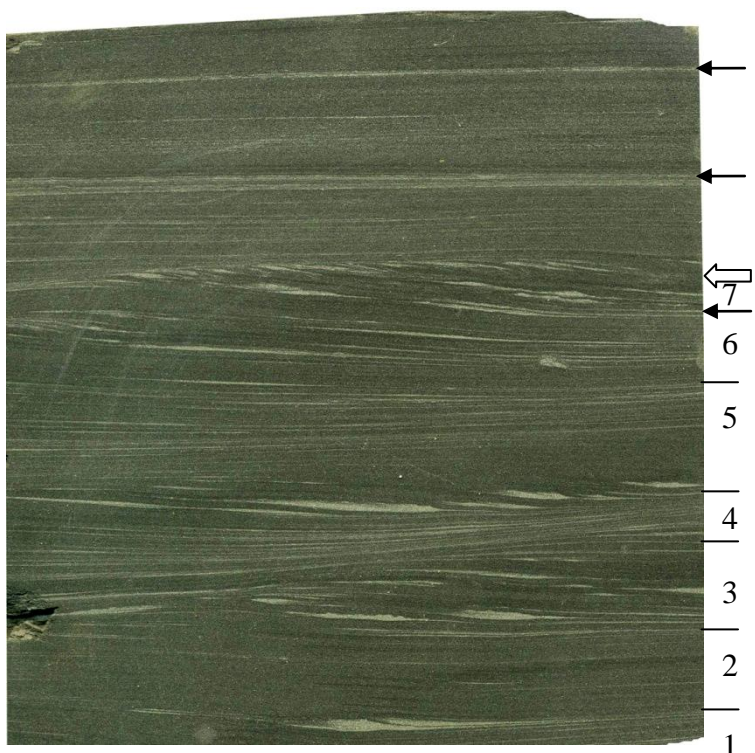
Фиг. 2. Алевролит мелко-крупнозернистый, довольно хорошей садки. Попеременно-направленное чередование серий слоев полого-волнистой слоистости с толщиной около 1 см, в верхней части (выше двойной стрелки) выполаживающееся. Преимущественно в нечетных сериях (нижняя часть образца) – начальная стадия формирования лингульной слоистости.

Фиг. 3. АLEGROаргиллит стабильной садки. По тонкой полого-волнистой слоистости линзовидные включения осветленного более крупного материала (квази-лингульная текстура).

Фиг. 4. Алевролит мелкозернистый, стабильной садки, преимущественно массивный. «Зажат» между слоями крупнозернистого алевролита (границы показаны стрелками) средней сортированности, с тонкой линзовидно-волнистой (флазерной) слоистостью (фация БЗА). Вблизи нижнего контакта – послойные взмучивания и оползания, вплоть до образования округлых катунов (К).



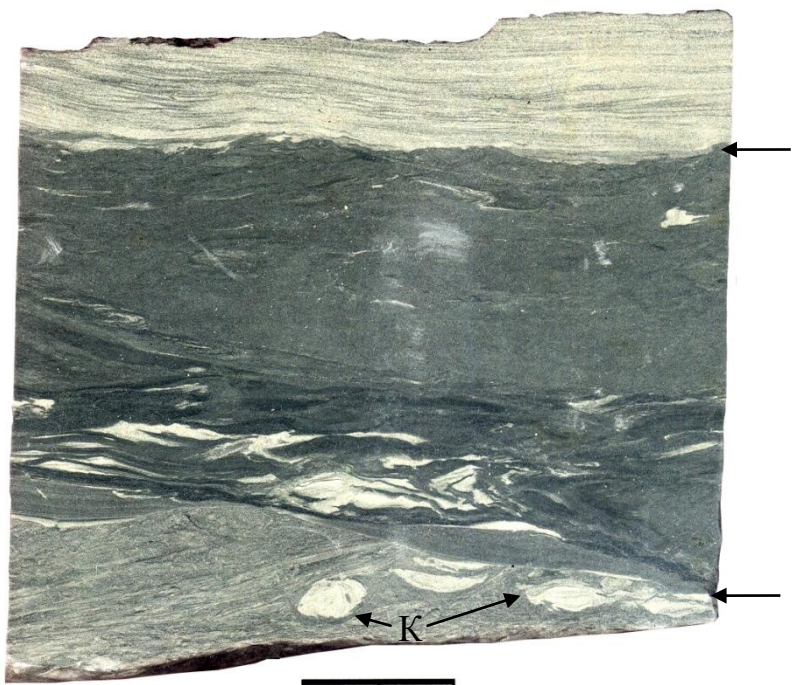
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



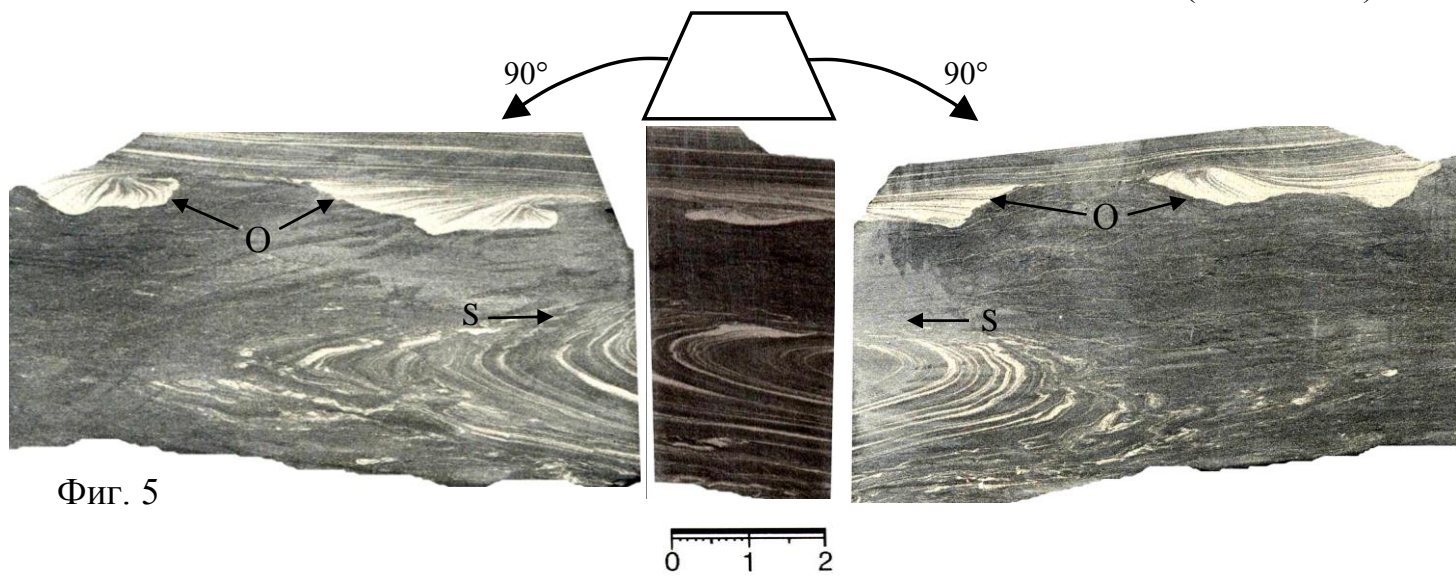
### Фототаблица III. Фация БЗП (окончание)

Фиг. 5. «Книжный» разворот образца (так же, как и фиг. 1 в фототабл. I). Алевролит мелкозернистый, в целом стабильной осадки. Текстура от массивной до тонкой пологоволнистой (самая верхняя часть образца). В ней наблюдается достаточно мощная послойная оплывина, имеющая концентрический облик и «срезаемая» послойным перемещением ожиженного материала (стрелка S). На контакте серий (указанная выше смена текстур) – внедрения в тиксотропную среду хлопьевидных оплывин – О (светлое – крупнозернистый алевролит), формирующее перистую косоволнистую слоистость.

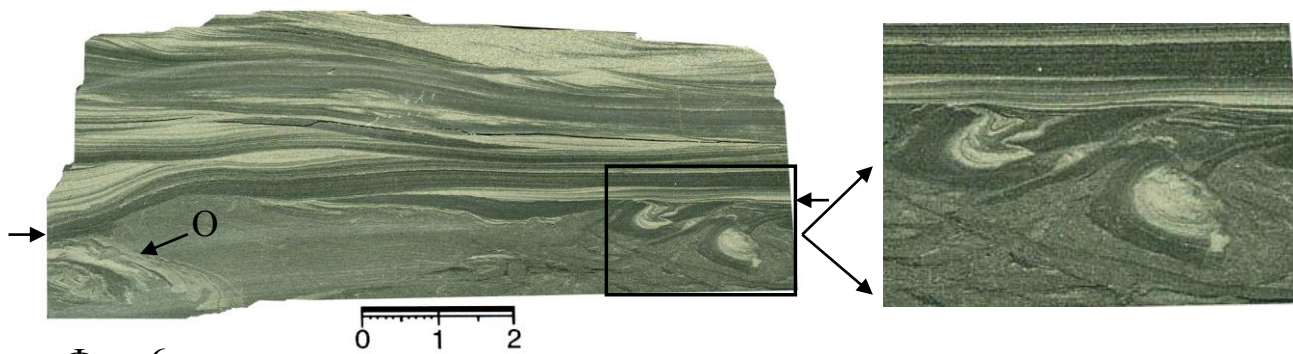
Фиг. 6. Нижняя часть образца (ниже стрелки) – мелко-крупнозернистый алевролит с неяснослоистой, почти массивной текстурой. Выше – переслаивание слоев той же размерности с тонкозернистым песчанником (~ 1 : 1). Сочетание основных типов волнистой слоистости, с четкой фиксацией линзовидно-волнистой. Ниже границы, обозначенной стрелками, заворот слоев и оплывина (О – в левой части образца). В правой части – те же текстуры внедрения, что и на фиг. 1, хорошо видные на увеличенном фрагменте (справа).

Фиг. 7. Алевролит мелкозернистый, со слабо неотчетливыми оплывинами по первично слабодифференцированному наслоению. В верхней левой части – двухэтапное (граница по стрелке) внедрение осветленной крупнозернистой алевритовой «инъекции» в ожиженный слабодиагенезированный слой.

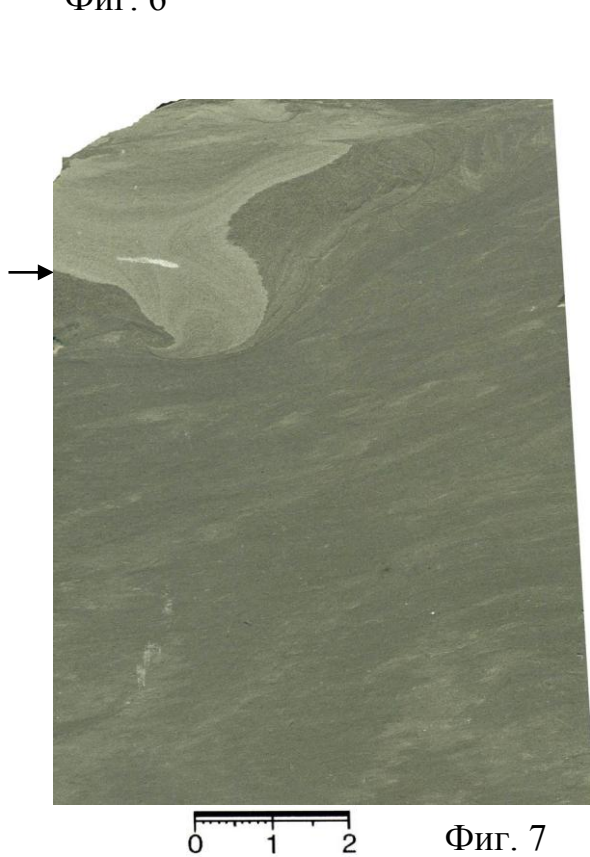
Фиг. 8. Алевролит мелкозернистый, стабильной осадки с тонкой горизонтальной, частично переходящей в линзовидно-волнистую слоистостью. В верхней части постепенно, через небольшой интервал с переслаиванием, переходит в крупнозернистый алевролит с примесью песчаного материала (фация БЗА).



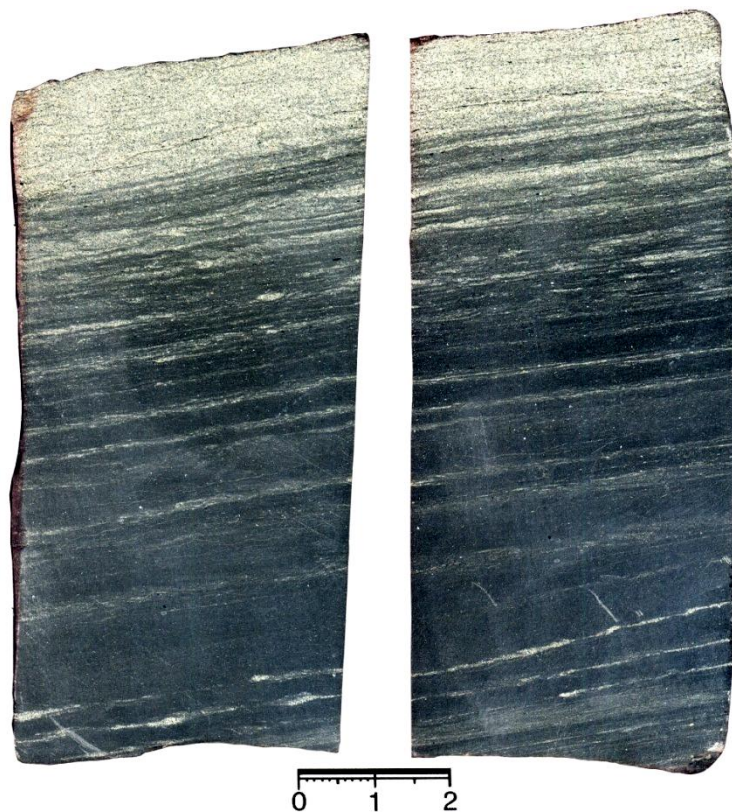
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

#### Фототаблица IV. Фация песчано-алевритовых осадков прибрежных частей заливов и лагун (БЗА)

Фиг. 1. Образец сложного строения. Снизу вверх выделяется три интервала.

*a* – мелкозернистый алевролит с преимущественно массивной текстурой. Скрытая полого-волнистая слоистость визуально проявлена в нижней части интервала (1,5 см ниже стрелки);

*b* – сложное чередование мелко- и крупнозернистого алевролитов, в виде небольших «пластин», сопровождающихся текстурами взмучивания («послойный будинаж»);

*c* – начальная стадия формирования сидеритовой конкреции овальной формы, с нечеткой внутренней концентрически-оплывинной текстурой.

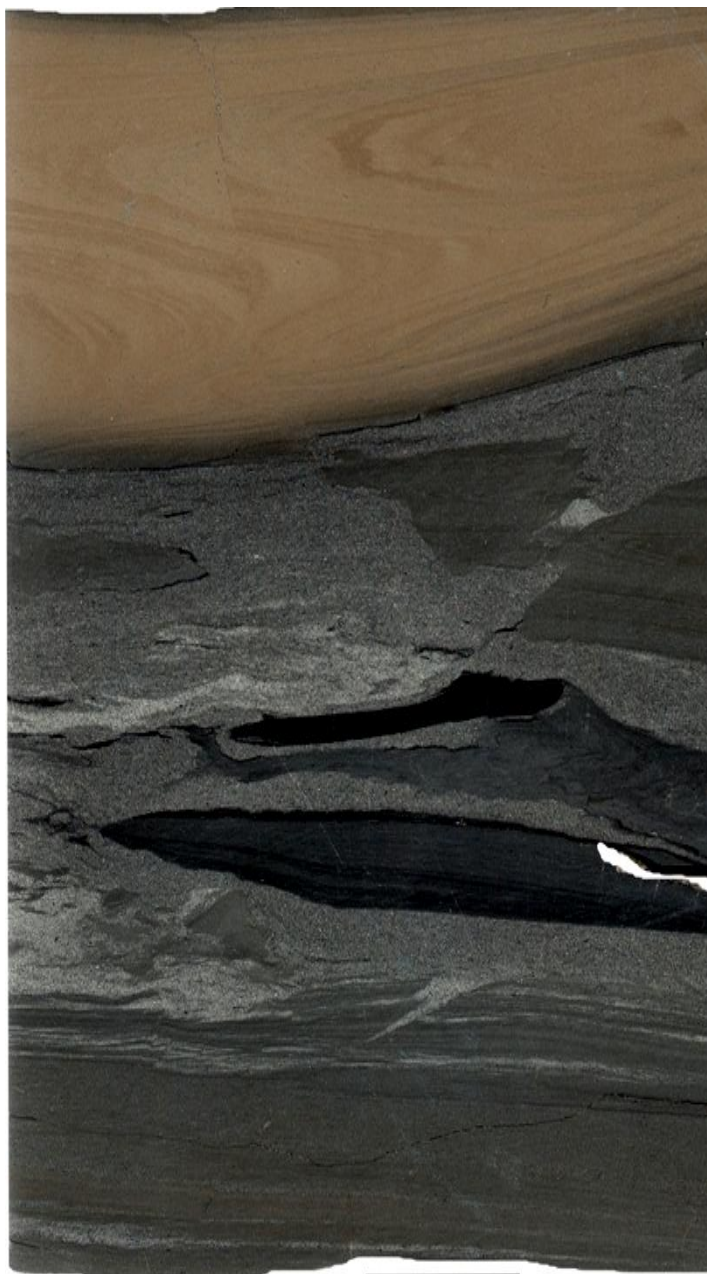
Фиг. 2. Образец сложного строения. Снизу вверх выделяется три интервала.

*a* – алевроаргиллит массивный, с небольшими линзами перенесенного осветленного алевритового материала, имеющими частично оплывинный характер;

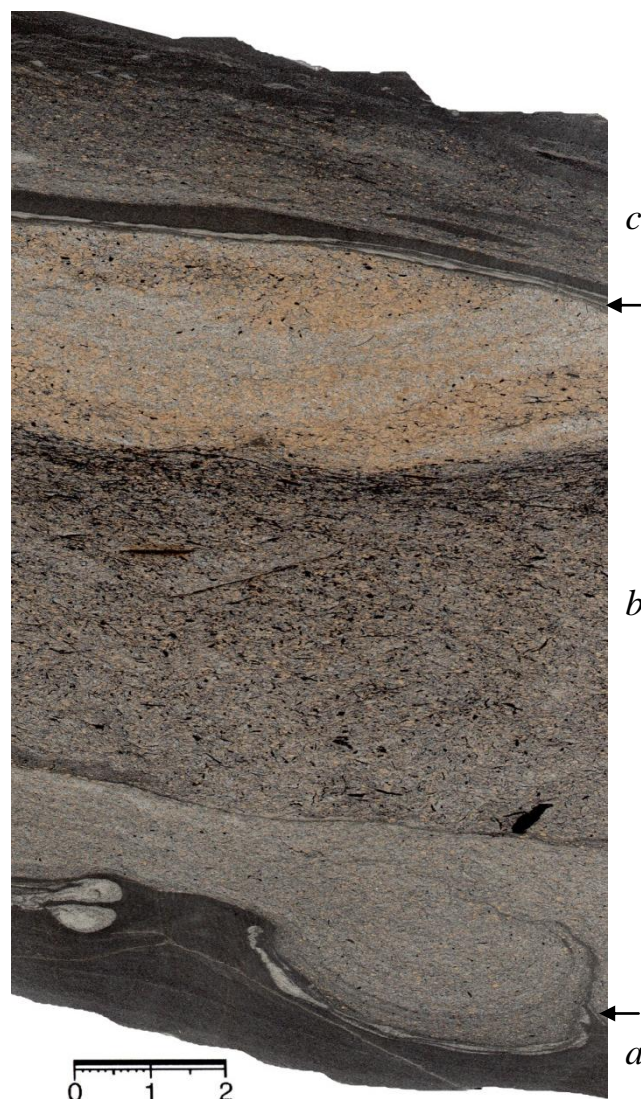
*b* – алевролит крупнозернистый, довольно плохо сортированный, сформировавшийся в три этапа (серии). Нижняя серия залегает на предыдущем интервале с водоворотной ямкой глубиной около 1 см и завихрением по ее правому краю. Средняя имеет четкий слабоволнистый контакт, характеризуется обилием достаточно равномерно распределенных «игольчатых» зерен растительного детрита размером в доли миллиметра и редкими литокластами углистого аргиллита. Верхняя серия залегает со слабым сингенетическим перемывом, также содержит растительный детрит и единичные литокласты и слегка сидеритизирована;

*c* – нижний контакт фиксируется четким «запечатыванием» предыдущего интервала слойком однородного алевроаргиллита толщиной 2-5 мм. Основная часть – мелко-крупнозернистый алевролит с довольно плохой сортировкой материала и послойными линзами алевроаргиллита. Наблюдается сидеритизация в виде зерен песчаной (мелко-среднезернистой) размерности.

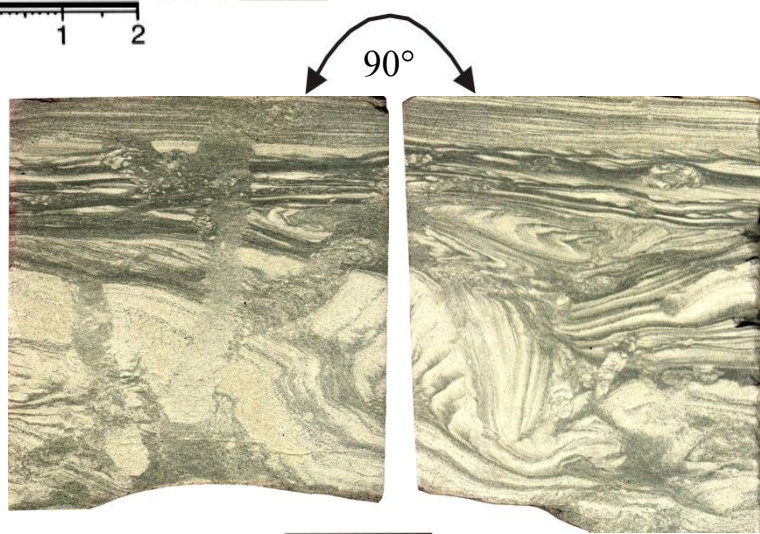
Фиг. 3. Алевролит крупнозернистый, с примесью песчаного материала в нижней части слоя. Здесь наблюдаются активные оползания и смятия, вплоть до полной переработки первичной слоистости, в том числе с активной биотурбацией (*Scoyenia*). В верхней части образца гидродинамика спокойная, с формированием тонкой полого-волнистой слоистости.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

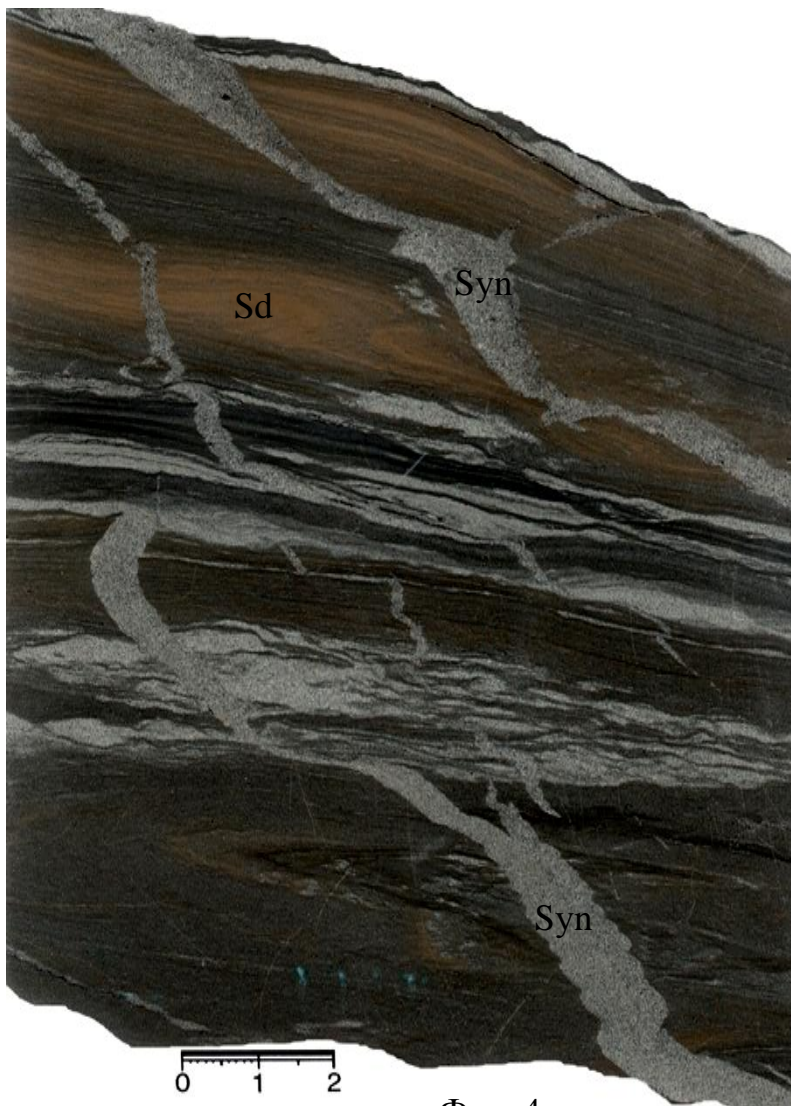
#### Фототаблица IV. Фация БЗА (окончание)

Фиг. 4. Алевролит мелкозернистый с первичной тонкой полого-волнистой слоистостью, нарушенной оплывинами (нижняя часть образца) и подчеркнутой послойно «поясковой» сидеритизацией (Sd – верхняя часть). Разбит квазисептариевыми трещинами синерезиса (Syn), инъективно заполненными материалом тонкопесчаной размерности. Внедрение (инъекции) происходило под определенным давлением в сформированное пустотное пространство.

Фиг. 5. Алевролит крупнозернистый, среднесортированный. Слоистость полого-линзовидно-волнистая. В правой части образца нарушена интенсивными взмучиваниями; здесь же корневые остатки (R). Можно предположить о закреплении кустарниковой растительностью кромки берегового обрушения (оползания).

Фиг. 6. В серой мелкозернистой алевритовой основе (матриксе) – послойно перемещенные светло-серые линзовидно уплощенные «хлопья-колобки» более крупнозернистого алевропесчаного состава. Перемещение происходило в сжиженно-пластичном состоянии, в одноактно-«инъекционном» режиме, почти не затрагивающем однородную массу приемного матрикса. Одновременность инъекции подчеркивается веерным (слева направо) распределением включений и их характерной формой «втекания» в основу, в направлении сверху вниз.

Фиг. 7. Верхняя часть образца (контакт по стрелке) – песчаник тонкозернистый, среднесортированный, нечетко слоеватый. Нижняя часть – мелко-крупнозернистый алевролит с активной гидродинамикой, отраженной в виде послойного перемещения слабоконсолидированных обломков и взмучиваний. На левом срезе сверху остроугольная линза алевролита (А); посередине – перенесенный полуокатанный обломок карбонатного состава (С).



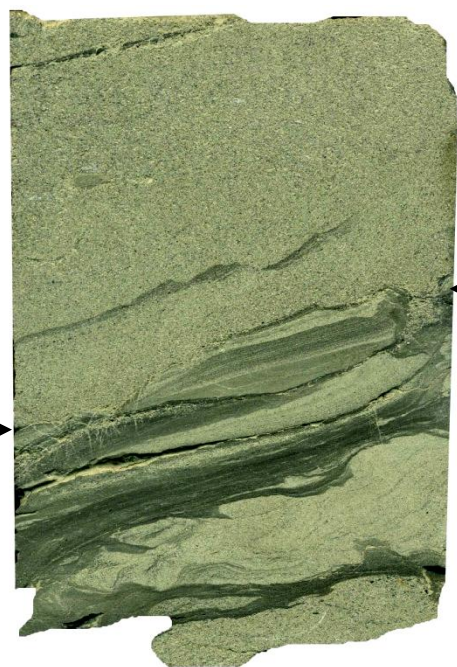
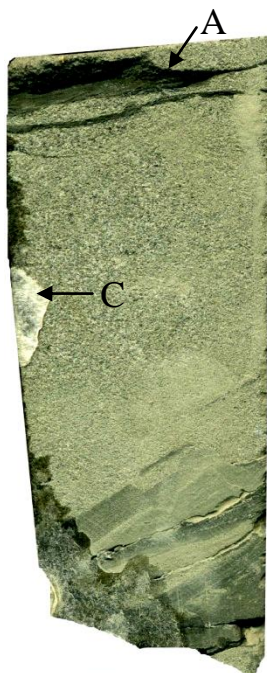
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

## Фототаблица V. Фация алевроито-глинистых и карбонатных осадков центральных частей заливов и лагун (БЗГ)

Фиг. 1. Алевроаргиллит серый, с зеленоватым оттенком, слабо карбонатизированный. Стабильной садки, практически массивный. Слабо отчетливые следы диагенетической квазигелификации, сопровождающиеся субвертикальной усадкой материала. В правом верхнем углу они проявлены вокруг субвертикально расположенного обломка древесной растительности (D).

Фиг. 2. Мелкозернистый алевролит, в верхней части образца серый; в нижней – светло-серый, с небольшой карбонатизацией. Контакт между интервалами с разной окраской (по стрелке) постепенный. Массивный; в нижней части с вертикальным ходом Scoyeniuss (?) – S.

Фиг. 3. Алевроаргиллит серый, весьма стабильной садки, преимущественно массивный. В центральной части образца осветленный слой с толщиной 1,5-3 мм, меняющейся в зависимости от сингенетического уплотнения осадка в процессе его консолидации на стадии раннего диагенеза.

Фиг. 4. Известковистый алевроаргиллит со слабым зеленоватым оттенком. Квази-фунтиковая послойная текстура, обусловленная перераспределением материала при диагенезе – раннем эпигенезе.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



## МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ (БД)

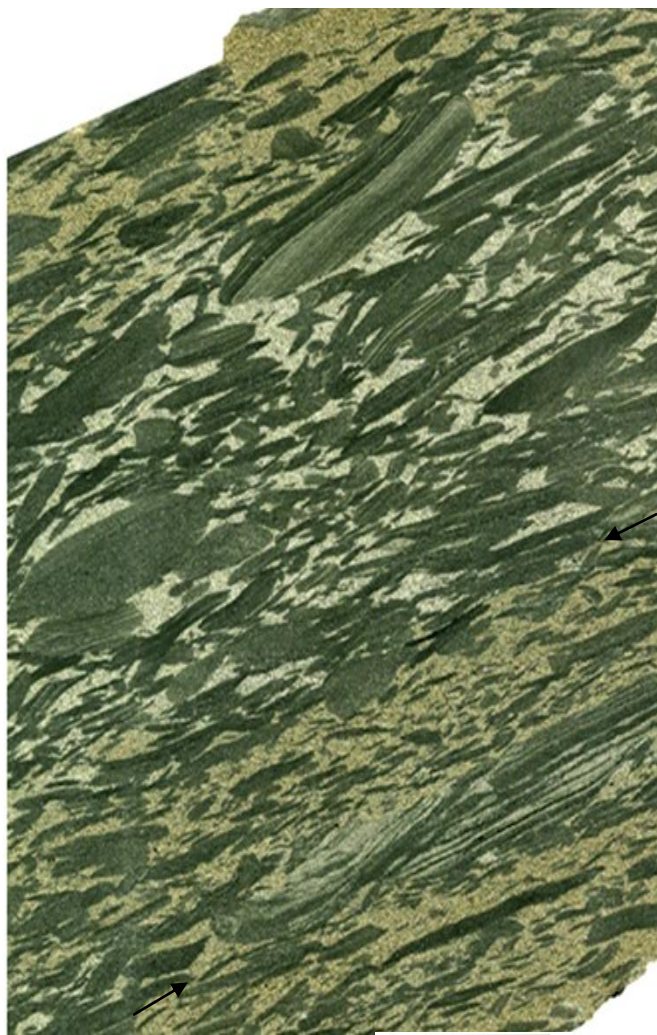
### Фототаблица VI. Фация гравийно-песчаных (пуддинговых) осадков оснований конусов выноса рек (БДП)

Фиг. 1. Матрикс (основа) породы – мелкозернистый, относительно хорошо сортированный песчаник. В этой основе относительно равномерно распределены уплощенные остроугольные и полуокатанные (большой частью 1-2 балла) обломки алевроаргиллитов. В нижней части образца (до стрелок) они имеют форму плиток и меньшую размерность. С неровным условным контактом (по стрелкам) залегает основной интервал с обломками лучшей окатанности, большей сферичности и больших размеров. Соответственно, содержание обломков меняется от 10-15 % в нижней до  $\approx 25$  % в основной части образца. В самой верхней его части намечается резкое уменьшение их количества.

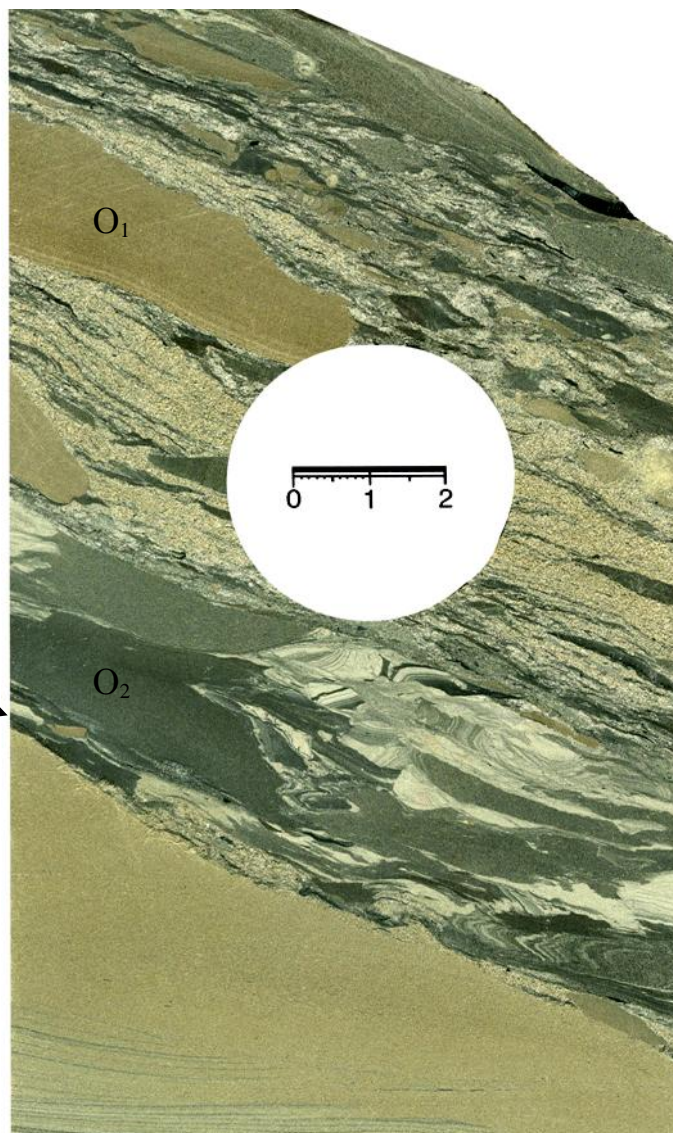
Фиг. 2. Верхняя часть образца – «пуддинговый» песчаник: в матриксе мелко(средне)зернистой размерности и средней сортированности послойно сгружено до 50 % по объему обломков и линз двух генераций. 1. Полуокатанные уплощенные линзы рыжеватого тонкозернистого песчаника ( $O_1$ ). 2. Неокатанные «обрывки» и обломки темно-серого алевролита ( $O_2$ ). Нижняя часть образца – тонкозернистый, достаточно хорошо сортированный песчаник, с тонкой косоволнистой слоистостью (фация БПК). Контакт (по стрелке) с отчетливой (локальной) эрозией.

Фиг. 3. Песчаник мелкозернистый, среднесортированный. Слоеватость по типу мелкой вогнутой косо-волнистой слоистости обусловлена включениями литокластов недалежного переноса (L). Контакт с нижележащим слоем (по стрелке) с неглубоким размывом, в плоскости образца составляющим 1 см. Основание **небольшого** конуса выноса. Ниже стрелки – четкий ритм, представленный бимодальным чередованием двух контрастных типов алевролита: темно-серого мелкозернистого и светло-серого крупнозернистого. В обоих наличествует полого-волнистая слоистость. Фация БПР.

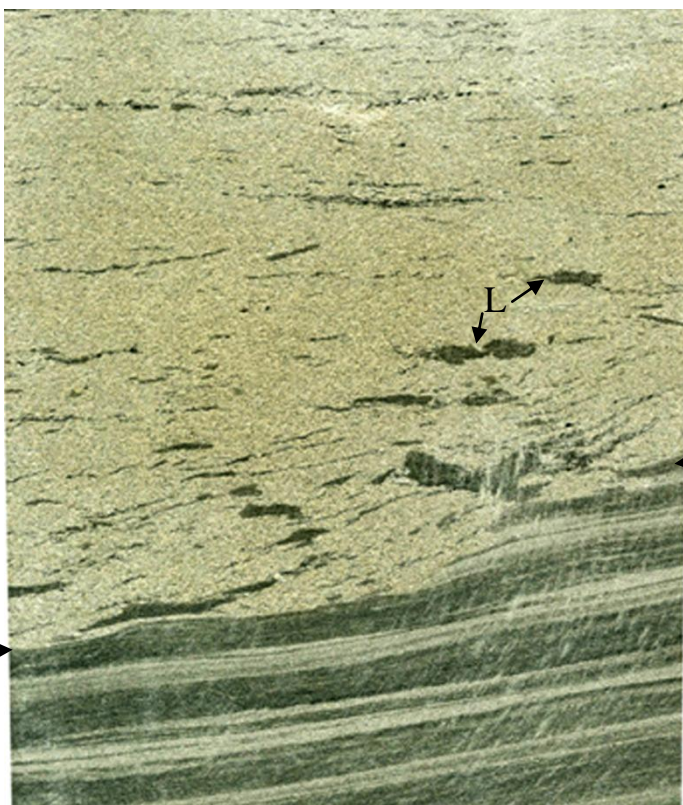
Фиг. 4. «Пуддинговый» тонко-мелкозернистый песчаник, «взламывающий» мелкозернистый алевролит с тонкой полого-волнистой слоистостью. Сортировка песчаного матрикса хорошая. Обломки алевролита перезахоронены почти *in situ*. Единичные обломки древесины (d).



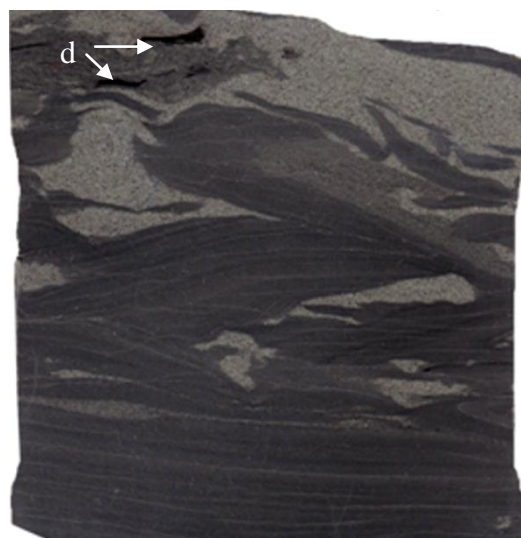
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



## Фототаблица VII. Фация гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса рек (БДЦ)

Фиг. 1. Песчаник средне-крупнозернистый, довольно плохо сортированный. Слабо отчетливая слоистость (слоеватость), подчеркнутая ориентировкой уплощенных темноцветных частиц.

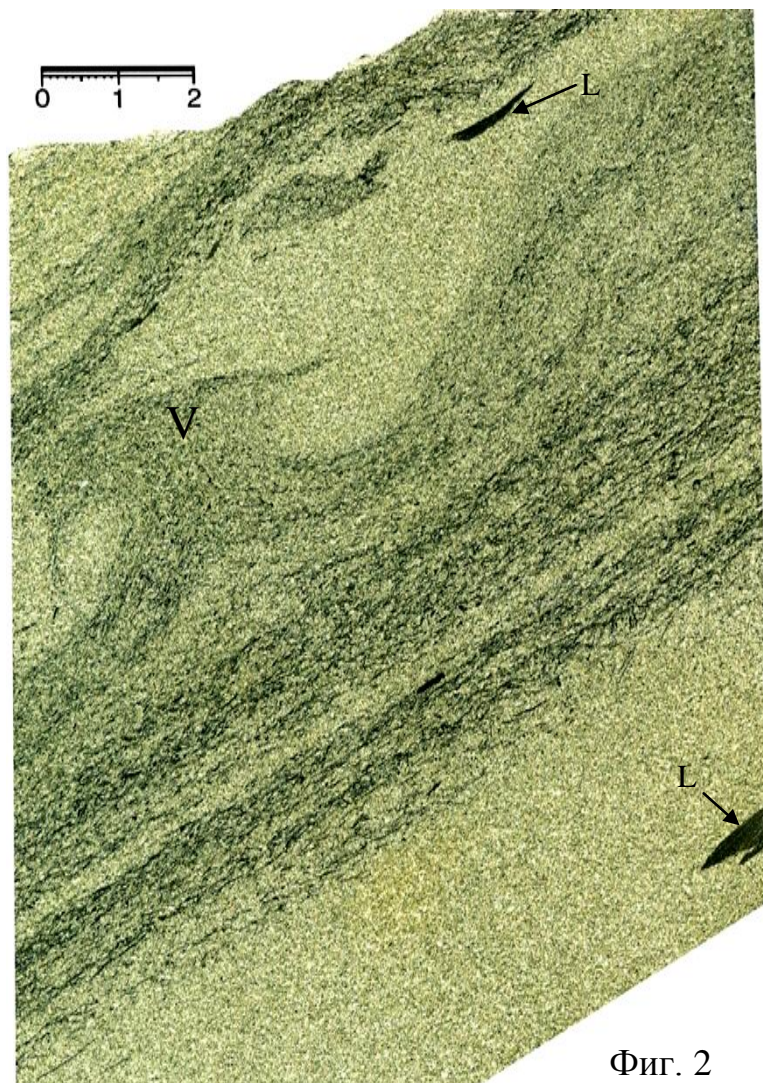
Фиг. 2. Песчаник мелко-среднезернистый, среднесортированный. Отчетливая косая однонаправленная слоистость подчеркнута крупным растительным детритом. В верхней части образца крупная рябь волнения с индексом  $RI$  в плоскости образца  $\approx 1,5$ , фиксирующая «раздавленный» валик (V). Единичные литокласты (L) представлены обломками алевролитов толщиной 0,5-3 мм.

Фиг. 3. Песчаник мелкозернистый, довольно плохо сортированный. «Игольчатая» текстура за счет значительного количества включений крупного детрита. Имеются мелкие литокласты преимущественно округлой формы, ориентированные параллельно наслоению, которые особенно хорошо видны на увеличенном фрагменте (внизу).

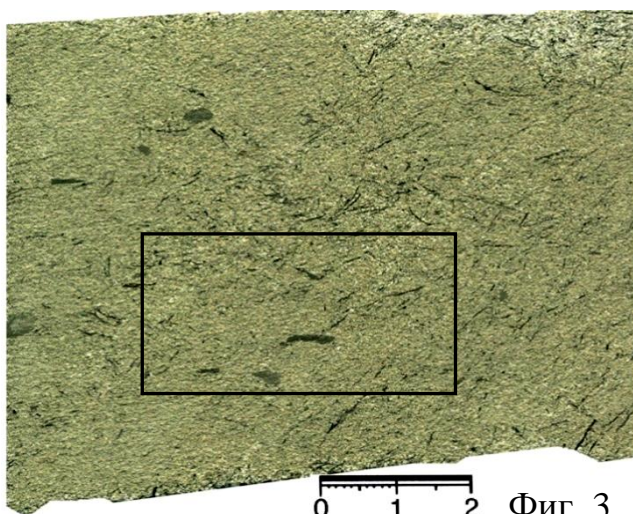
Фиг. 4. Внизу песчаник мелкозернистый, среднесортированный, с отчетливой косой слоистостью, подчеркнутой мелкими литокластами, слабо-нефтенасыщенный. С неровным контактом (выше стрелки) на нем залегает мелко-среднезернистый карбонатизированный песчаник с «расплывчатой», первично косой слоистостью. Диагенетическое конкрециеобразование послужило экраном для нефтенакопления, что подтверждает представления А. И. Сидоренкова [17].



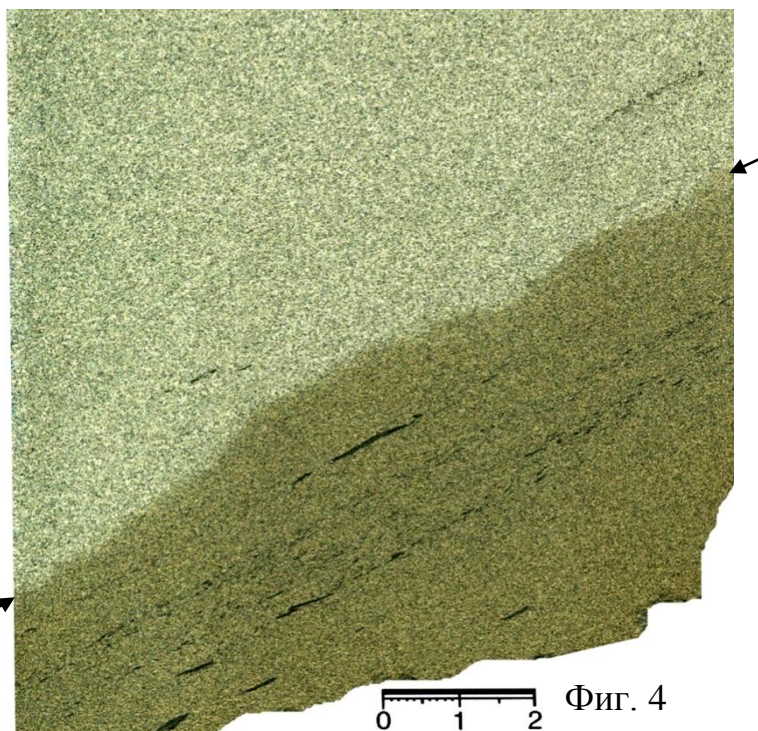
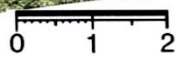
Фиг. 1



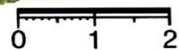
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



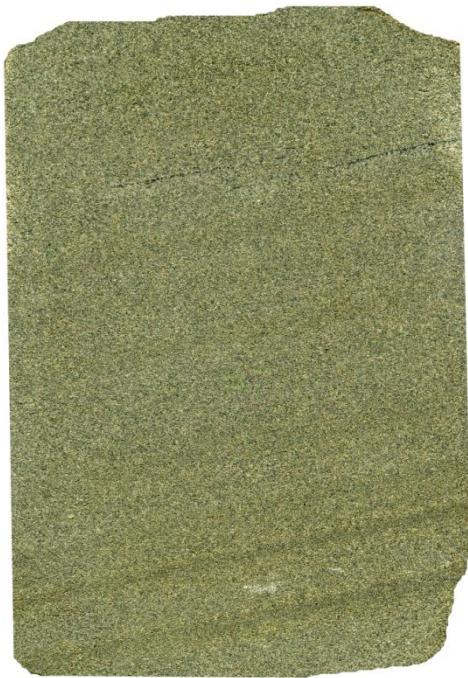
## **Фототаблица VIII. Фация песчаных осадков конусов выноса рек (БДД)**

Фиг. 1. Песчаник мелкозернистый, среднесортированный. Слоистость косая однонаправленная, слабо срезанная, обусловленная изменением размерности частиц.

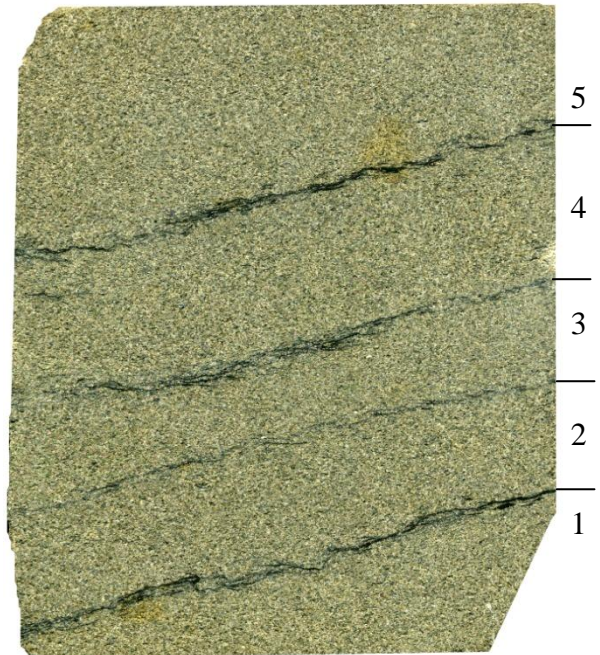
Фиг. 2. Песчаник мелкозернистый, среднесортированный. Четкая косая однонаправленная слоистость. Выделяется пять серий со средней толщиной 1,5 см, пронумерованных по правому срезу образца. Границы серий подчеркнуты крупным детритом спутанно-волокнистой формы, в сочетании с мелкими окатышами темно-серого алевроаргиллита (особенно на границах 1/2 и 4/5), перенесенными на небольшие расстояния.

Фиг. 3. Песчаник мелкозернистый, средне(хорошо)сортированный. В нижней части образца редкие прерывистые слойки, фиксирующие косую слоистость; здесь же линза алевролита (литокласт – L) с хорошей окатанностью, ориентированная по наслоению.

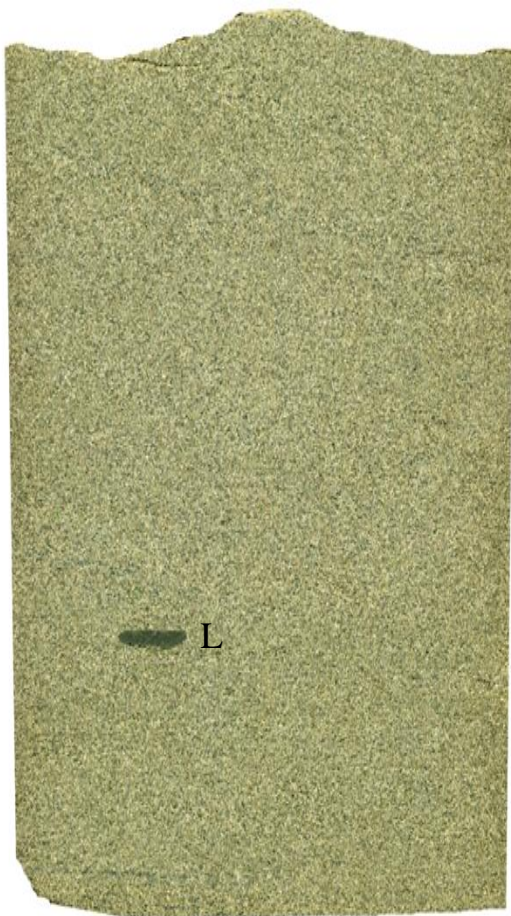
Фиг. 4. Песчаник мелкозернистый, карбонатизированный, среднесортированный. Мелкая косая однонаправленная слоистость обусловлена изменением размерности материала.



Фиг. 1 0 1 2



Фиг. 2 0 1 2



Фиг. 3



Фиг. 4



## Фототаблица VIII. Фация БДД (окончание)

Фиг. 5. Снизу вверх выделяется четыре *mini*-слоя.

*a* – мелкозернистый алевролит хорошей садки, массивный (фация БПП). Контакт неровный, с диастемой и единичными знаками ряби;

*b* – песчаник тонкозернистый, довольно хорошо сортированный, с мелкой косою разнонаправленной слоистостью (угол серийного шва  $\alpha = 15^\circ$ ); контакт с глубокой диастемой (угол  $\beta = 20^\circ$ ), с запечатанной рябью волнения ( $RI - 1 : 3$  и менее);

*c* – песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, массивный, слабонефтенасыщенный. Контакт постепенный.

*d* – песчаник мелкозернистый, аналогичный слою *b*.

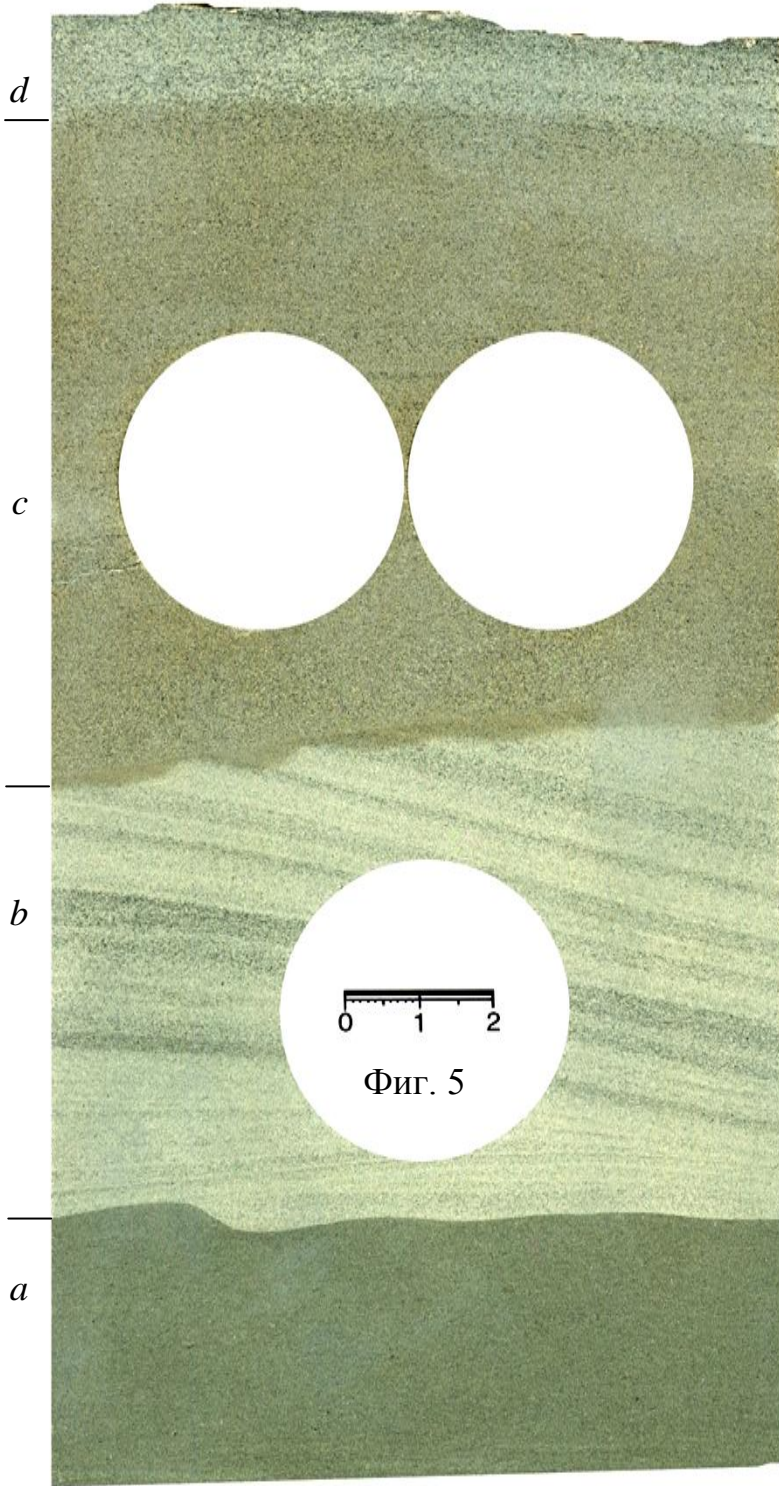
Фиг. 6. Песчаник мелкозернистый, среднесортированный, с намечающейся косою слоистостью за счет редких слойков с растительным детритом. В центральной части образца глиняный окатанный окатыш (O). Выше с отчетливым перерывом (межслоевой диастемой – по стрелке) залегает мелко-крупнозернистый алевролит со следами ряби и активной биотурбацией (ii до 2). Ходы *Palaeophycus* (Pph), ихнофация *Scolithos*. Фация БПВ.

Фиг. 7. Песчаник тонкозернистый, довольно хорошо сортированный. Нижняя часть – четкая косою однонаправленная слоистость с толстыми слегка нефтенасыщенными слойками, располагающимися под углом  $20^\circ$  к серийному шву. Последний представлен относительно толстым слойком (3 мм), заключенным между двумя стрелками. По нижней стрелке – внутрислоевая, по верхней – межслоевая диастемы.

В верхней части образца – тонкая косо-волнистая S-образная и отчасти мультислойчатая (флазерная) слоистость, подчеркнутая атритом. Фация БПА.

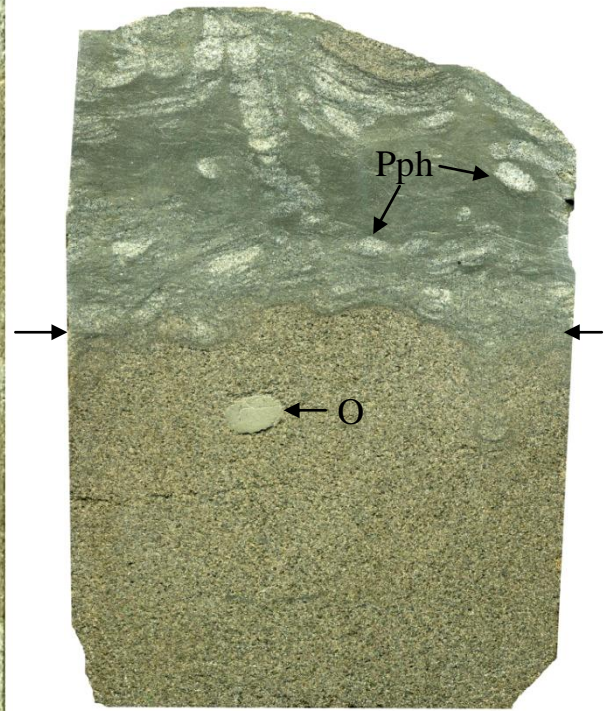
Фиг. 8. Нижняя часть образца: песчаник тонко-мелкозернистый, среднесортированный, с косою однонаправленной слабосрезанной слоистостью, обусловленной изменением размерности материала.

«Запечатан» (контакт по стрелке) крупнозернистым хорошо сортированным алевролитом с тонкой косо-волнистой (флазерной) слоистостью, подчеркнутая атритом. Фация БПА.



0 1 2

Фиг. 5



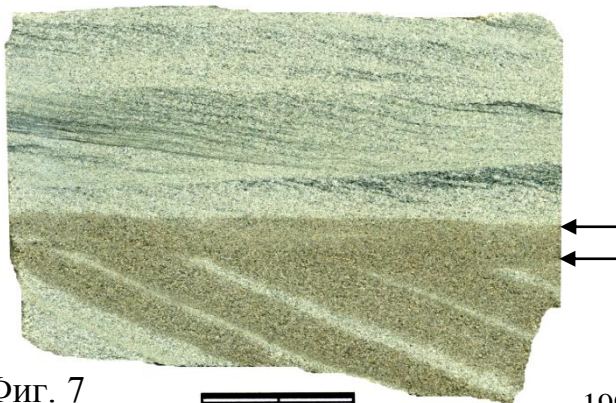
0 1 2

Фиг. 6



0 1 2

Фиг. 8



Фиг. 7

0 1 2



## **Фототаблица IX. Фация алеврито-песчаных осадков передовой части дельты (БДА)**

Фиг. 1. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный. В верхней части образца отчетливая косая слабосрезанная слоистость, обусловленная изменением размерности и состава частиц, слагающих слойки.

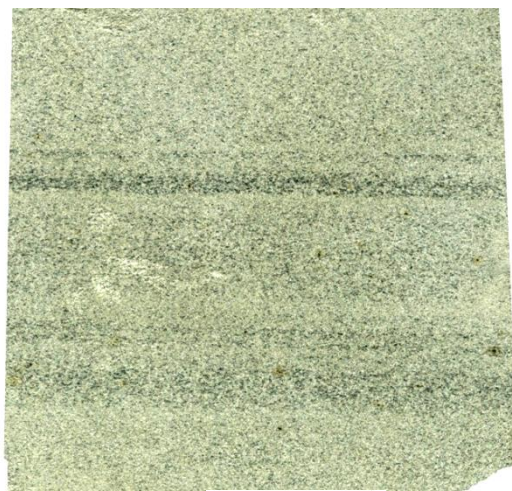
Фиг. 2. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Тонкая косая однонаправленная слабосрезанная слоистость в нижней части образца подчеркнута небольшим количеством тонкой органики.

Фиг. 3. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Косая однонаправленная слоистость с довольно толстыми слойками, подчеркнутыми эпигенетическими изменениями по первичной неоднородности. В их строении наблюдается неоднородность и прерывистость; отчасти – пятнистость, также квази-синерезис.

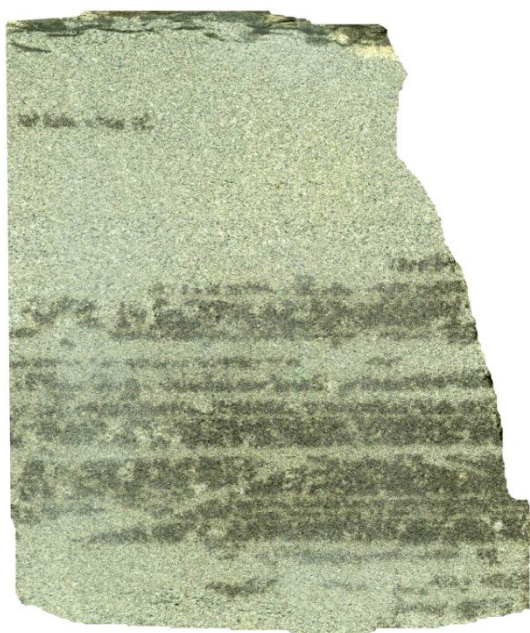
Фиг. 4. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Слоистость мелкая косая однонаправленная, слабосрезанная, подчеркнута тонкой органикой. Нефтенасыщен, с послойной слабой карбонатизацией (осветленные слойки).



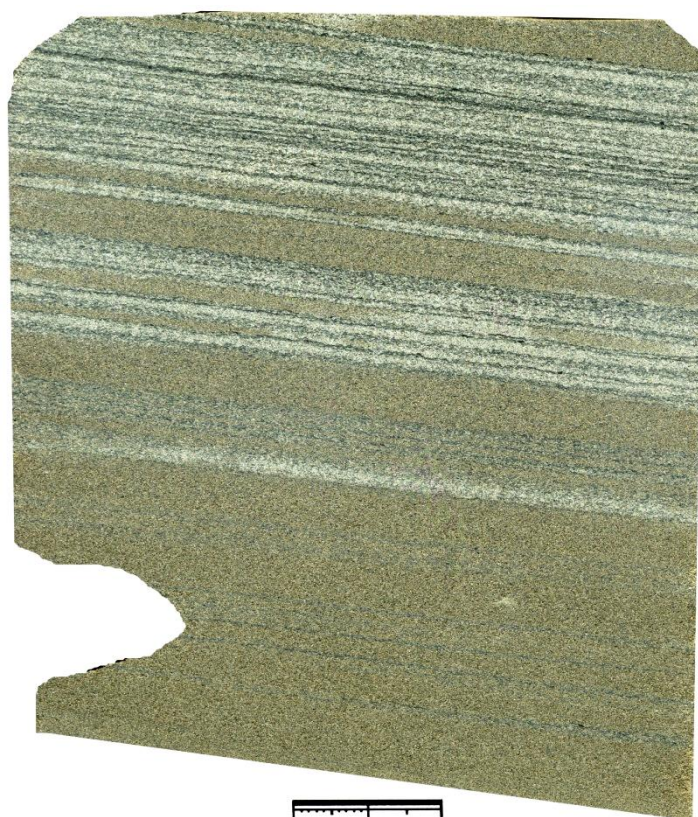
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## Фототаблица IX. Фация БДА (окончание)

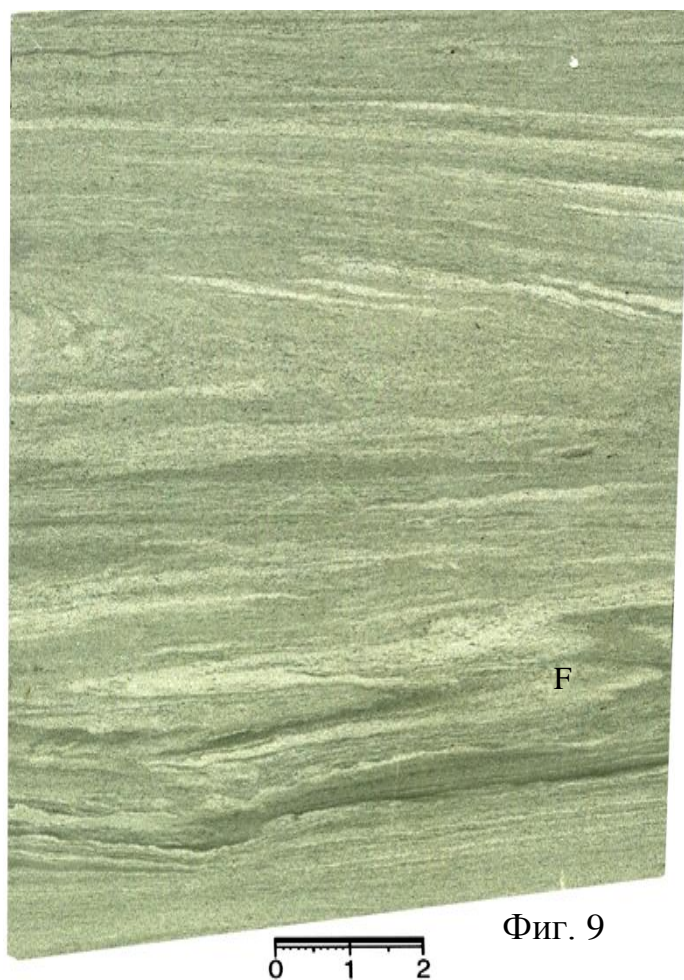
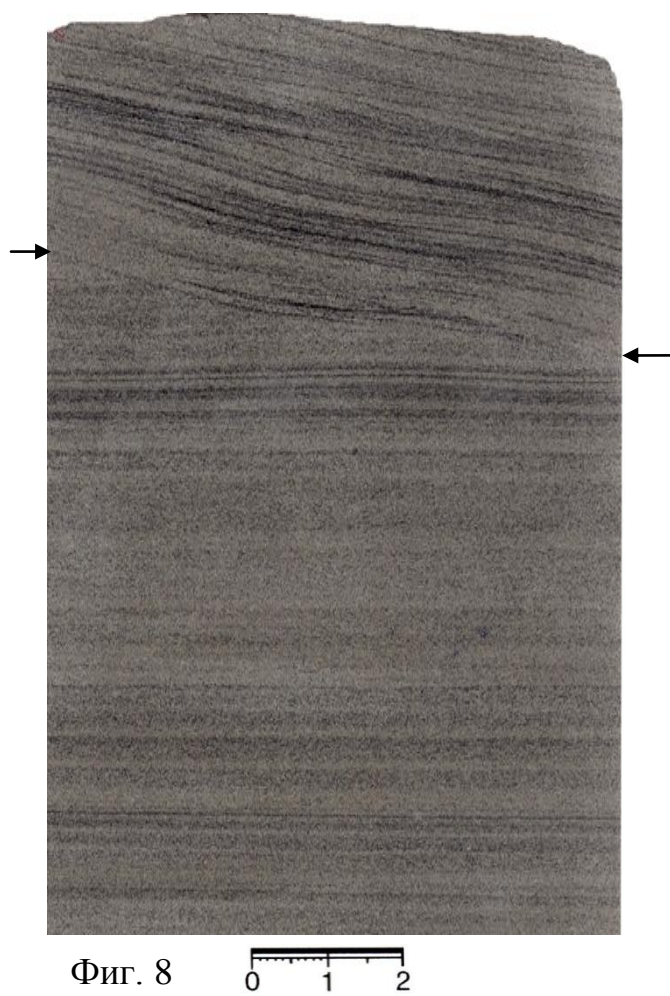
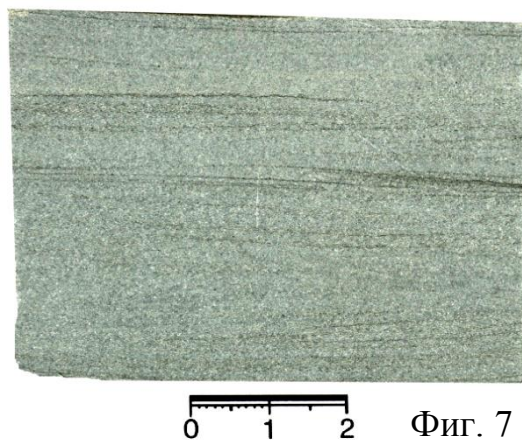
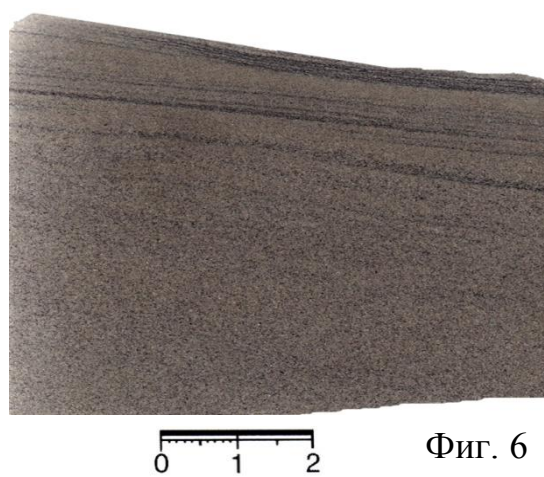
Фиг. 5. Нижняя часть образца – песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Тонкая косая слоистость обусловлена скоплениями темноцветных минералов. В центральной части – активные сингенетические взмучивания и оплывины, придающие контакту слоев (по стрелке) характер взаимного протыкания. Верхняя часть – песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный.

Фиг. 6. Песчаник со снижением размерности частиц снизу вверх по образцу: от мелкозернистого до тонкозернистого, достаточно хорошо сортированный. Слоистость мелкая косая, в верхней части подчеркнута аттритом и приближается к косо-волнистой.

Фиг. 7. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, карбонатизированный. Тонкая косая слабосрезанная слоистость, отчасти переходящая в косо-волнистую.

Фиг. 8. Песчаник тонкозернистый. Сортированность материала от хорошей до средней. Тонкая косая слоистость подчеркнута небольшим количеством аттрита. В верхней части образца со значительным перерывом (межслоевой диастемой с контактом по стрелке) смена слоистости на косо-волнистую и увеличение аттрита (фация БПА).

Фиг. 9. Алевролит крупнозернистый, с примесью тонкозернистого песчаного материала, в целом достаточно хорошо сортированный. Слоистость косая, с изогнутыми сериями в результате послойного смятия, вплоть до образования текстур флексуроподобного типа (F).



## МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБЕРЕГОВОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БП)

### Фототаблица X. Фация глинисто-алевроитовых и песчаных осадков приморских озер (БПО)

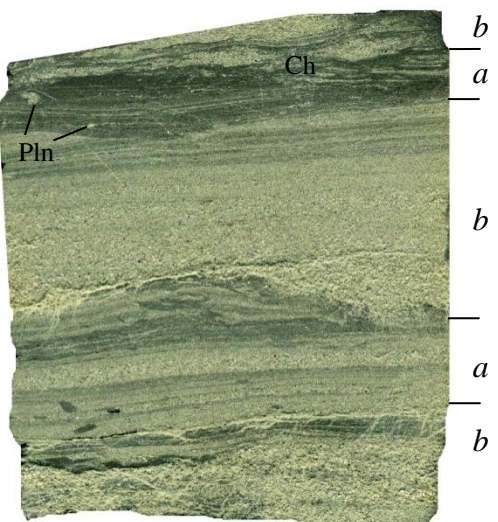
Фиг. 1. Переслаивание преимущественно мелко- (а) и крупно (b) зернистого алевролитов. Слои мелкоалевроитового состава имеют тонкую полого-волнистую слоистость. Крупноалевроитовые слои в нижних частях характеризуются примесью песчаного материала и в связи с этим довольно плохой сортировкой. В нижней и верхней частях образца наблюдаются послойные взмучивания, сопровождающиеся образованием литокластов размером 1-2 мм, накапливающихся почти *in situ* (в том числе и в мелкоалевроитовых слоях). Ходы Planolites (Pln), Chondrites (Ch).

Фиг. 2. Песчаник тонкозернистый со значительной примесью алевроитового материала. Сортировка плохая. Линзовидно-волнистая слоистость, с интенсивным перемешиванием материала и образованием вихревых потоковых текстур. Много «обрывков» алевроитовой размерности с неровными очертаниями, что соответствует начальной стадии образования литокластов. В левой части основной плоскости интенсивное взмучивание, прослеживающееся по всей высоте образца (латеральный контакт по вертикальным стрелкам), соответствующее подмыву берега. В перпендикулярном распиле оно не наблюдается.

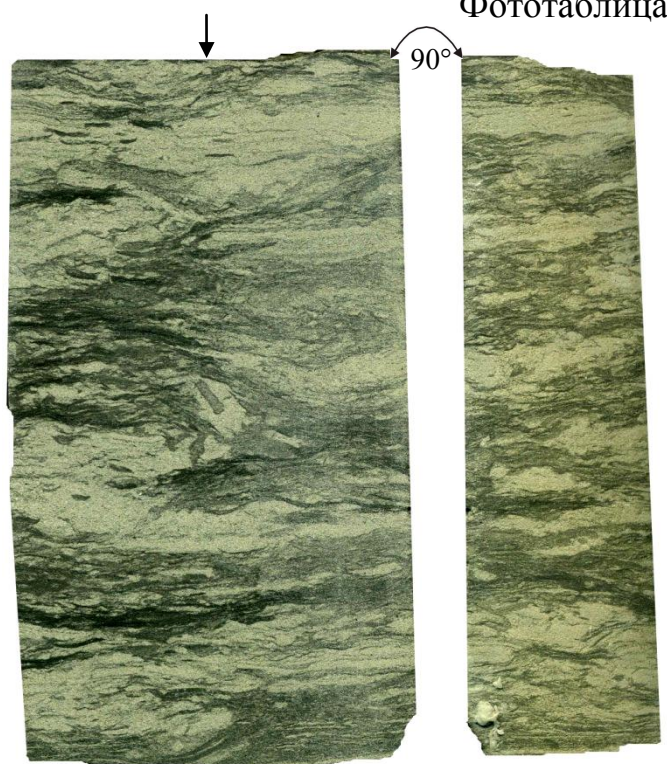
Фиг. 3. Переслаивание темно-серого мелкозернистого и светло-серого, с желтоватым оттенком крупнозернистого алевролитов. Сортировка в основном средняя. Слоистость пологоволнистая с локальными мини-взмучиваниями. Достаточно много корневых остатков (R), следов жизнедеятельности Planolites (Pln).

Фиг. 4. Алевролит мелко-крупнозернистый, карбонатный, нестабильной садки. Первичная полого-волнистая слоистость нарушена взмучиваниями и смятиями; подчеркнута небольшим количеством тонкой органики. Квазифунтиковая текстура (cone-in-cone).

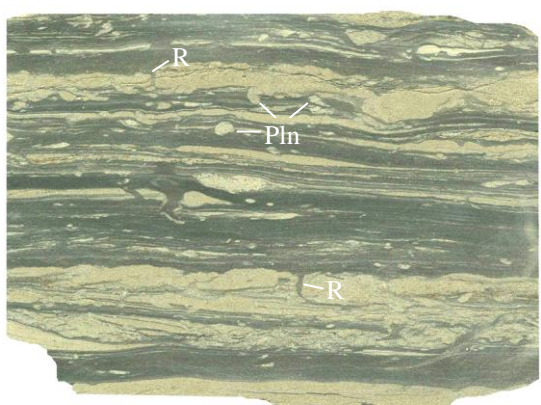
Фиг. 5. Алевролит крупнозернистый, с примесью тонкозернистого песчаного материала. Сортировка средняя. Динамичная линзовидно-косоволнистая слоистость, подчеркнутая тонким растительным детритом; в нижней части образца – активная волновая рябь. Посредством дробления алевроаргиллитовых прослоев формируются уплощенные литокласты (L), расположенные практически *in situ*.



0 1 2 Фиг. 1



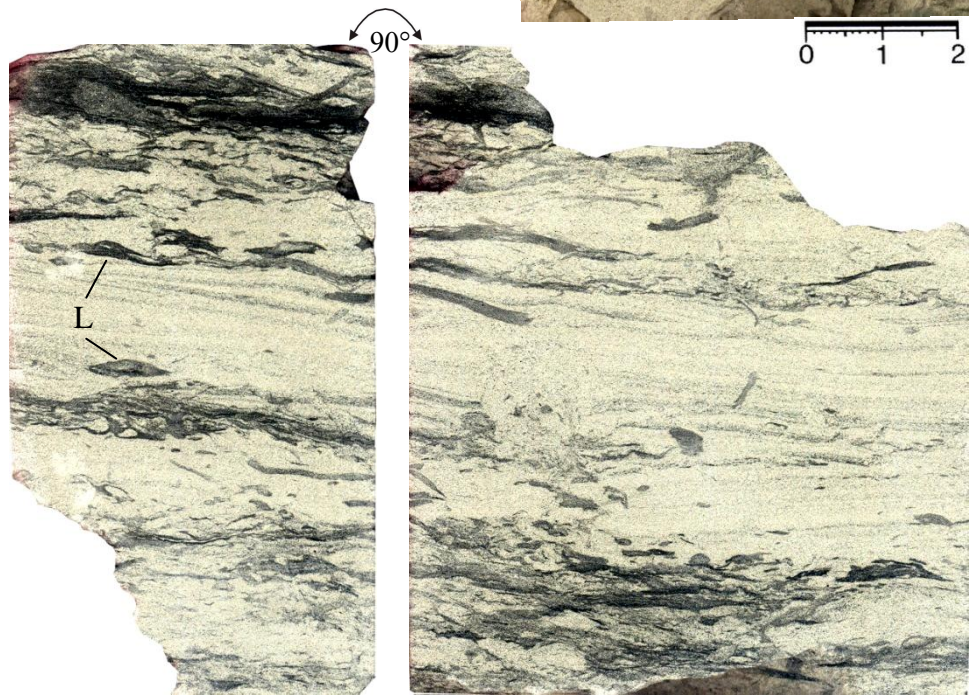
Фиг. 2



0 1 2 Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

## Фототаблица XI. Фация алеврито-глинистых осадков прибрежного малоподвижного мелководья (БПП)

Фиг. 1. Алевролит мелкозернистый, хорошей садки, с тонкой горизонтальной слоистостью, обусловленной неравномерным распределением тонкорассеянной органики. Единичные слойки (по стрелкам) обогащены органическим материалом и характеризуются плитчатой отдельностью.

Фиг. 2. Верхняя и нижняя части (по стрелкам) – мелко(крупно)зернистый довольно хорошо сортированный алевролит с полого-волнистой слоистостью, нарушенной послойными оплывинами относительно крупного ( $O_1$ ) и мелкого ( $O_2$ ) характера – естественно, в масштабе образца.

Центральная часть образца (между стрелками) – крупнозернистый карбонатный алевролит с довольно хорошей сортировкой материала, почти массивный. Канал отлива, «запечатанный» оплывиной  $O_1$ .

Фиг. 3. Основная часть образца представлена мелкозернистым алевролитом хорошей садки, с массивной текстурой. Снизу вверх выделяется несколько интервалов, на границах которых нарушается общая стабильная картина.

1 – мелкозернистый алевролит с мелкой полого-волнистой слоистостью. Данный интервал перекрыт основной массой более тонкой размерности с диастемальным перерывом.

2 – интервал, начинающийся с послойных (цепочечных) сидеритовых конкреций овальной формы. Выше – мелкая полого-волнистая слоистость.

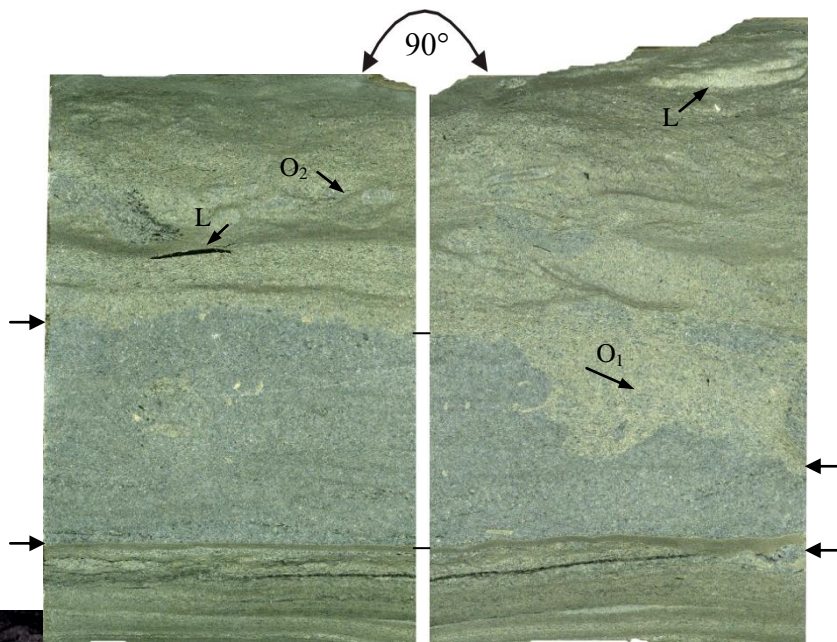
3 – аналогичен 1-му; на нижнем контакте небольшой прослой, с конволютивными текстурами, завершающийся внутрислойной диастемой.

4 – в нижней части толстый (1,5 см) двучленный слюек крупноалевроитового материала, с активным слабоэрозионным нижним контактом; верхняя (основная) часть аналогична интервалам 1 и 3.

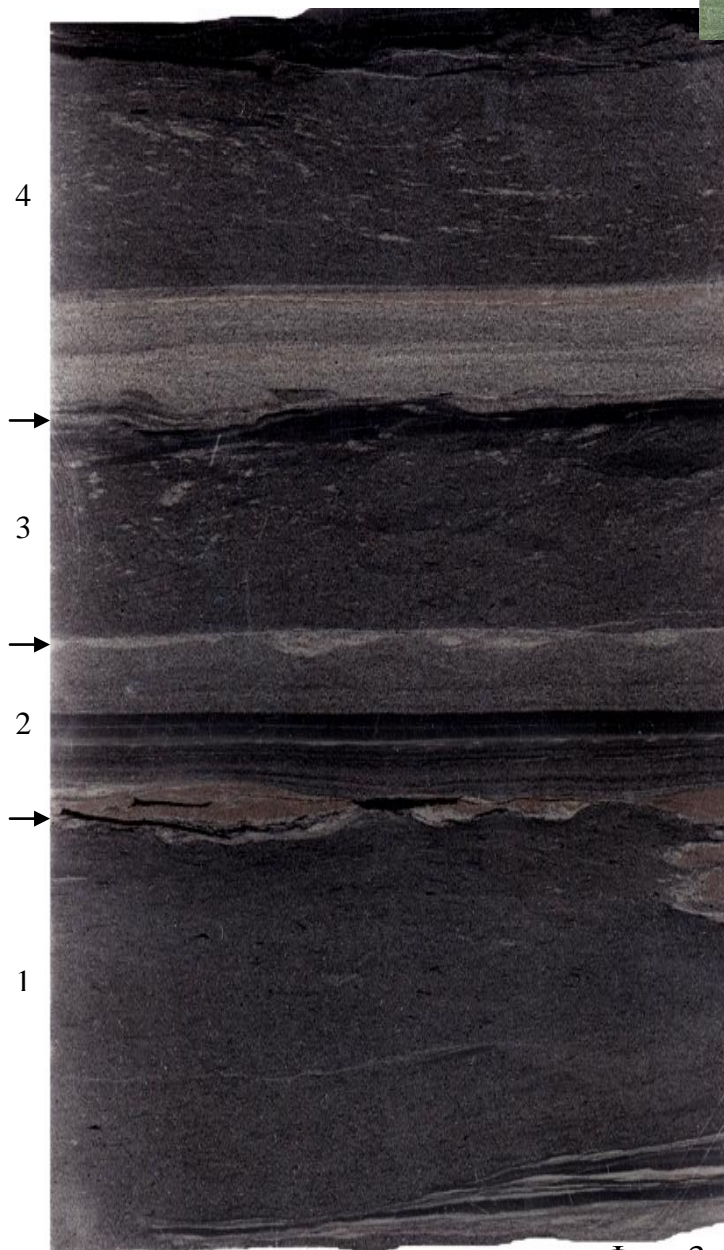
Фиг. 4. Алевролит мелко-крупнозернистый, карбонатизированный. Массивный; с начальной стадией образования фунтиковой текстуры в центральной части образца. Верхняя часть (выше стрелки) – с небольшим увеличением зернистости и неотчетливой линзовидно(?)-волнистой слоистостью. Контакт неровный, с интенсивным взмучиванием; участками – со слабой пиритизацией (Py).



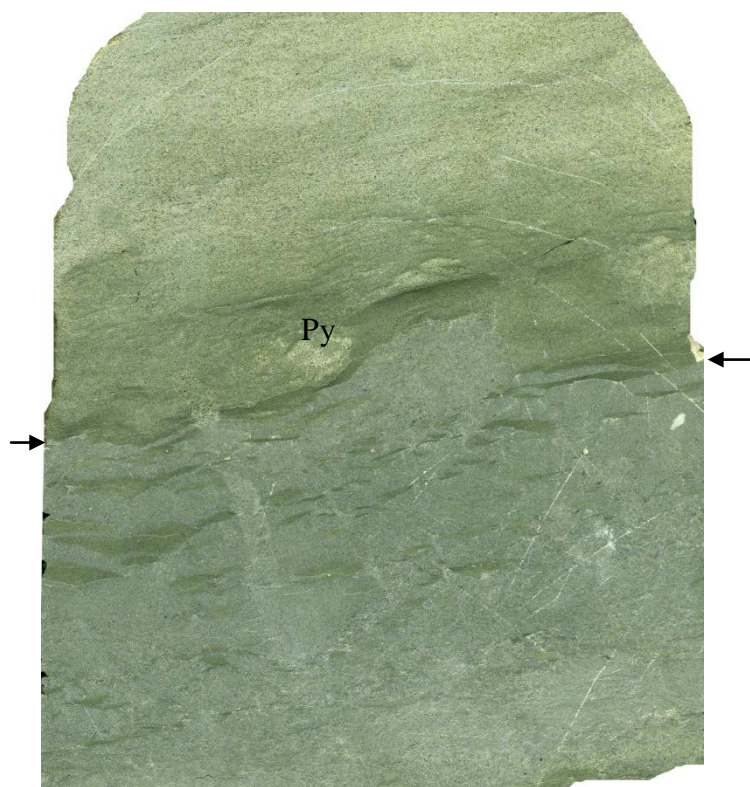
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



## Фототаблица XI. Фация БПП (окончание)

Фиг. 5. Мелкозернистый алевролит средней сортировки, с подчиненными прослоями светло-серого крупноалевритового материала (не более 1/20 части). За счет переслаивания формируется пологоволнистая слоистость с диастемальными перерывами на границах серий ( $d_1 - d_{12}$ ). Ритмичность серий позволяет предполагать ее формирование проявлением солнечной активности (11 лет).

Фиг. 6. В нижней части образца – алевроаргиллит стабильной садки, массивный. На нем с аккумулятивным контактом (показан стрелкой) залегает тонкозернистый довольно хорошо сортированный песчаник с косою слоистостью и литокластами L (фация БПК).

Фиг. 7. Алевролит мелкозернистый, средней стабильности. Не вполне отчетливая текстура прерывистой ряби, нарушенная сингенетическими оплывинами. Ассоциация ходов: *Anconichnus*, *Teichichnus*, *Planolites*, образованных приповерхностными роющими животными. Результат систематического питания в волноприбойных песчаных отложениях.

С неровным контактом (по стрелке) залегает на тонко-мелкозернистом среднесортированном песчанике с массивной текстурой (нижние 3 см: фация БПК).

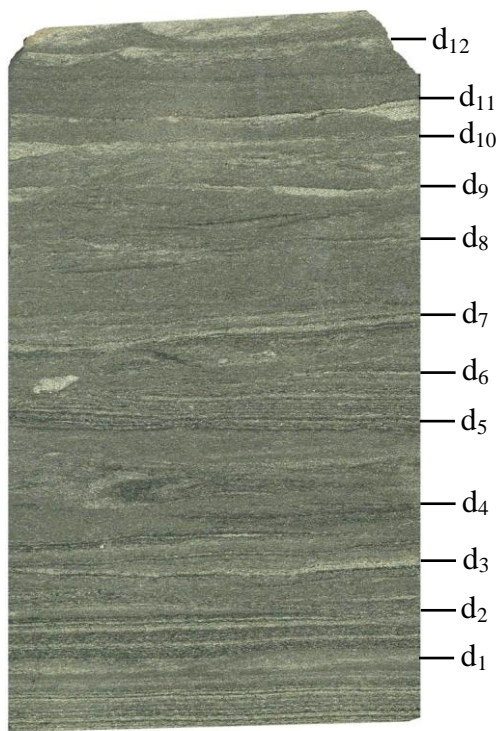
Фиг. 8. Алевролит мелкозернистый, в целом достаточно стабильный.

В одном образце переход между тремя «миниатюрами» фаций, определяемый изменением текстуры (снизу вверх; контакты показаны стрелками):

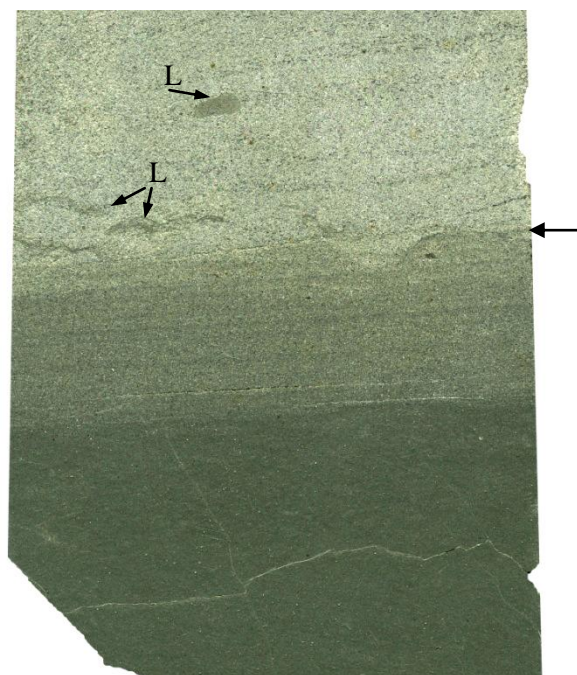
*a* – ритмит с направленным уменьшением доли осветленного мелко-крупнозернистого алевролита (фация БПР);

*b* – массивная текстура (собственно фация БПП);

*c* – переработанная биотурбацией ( $ii = 1$ ) и слегка «взвихренная» текстура (фация БПВ). Ходы *Planolites* (Pln), *Chondrites* (Ch).



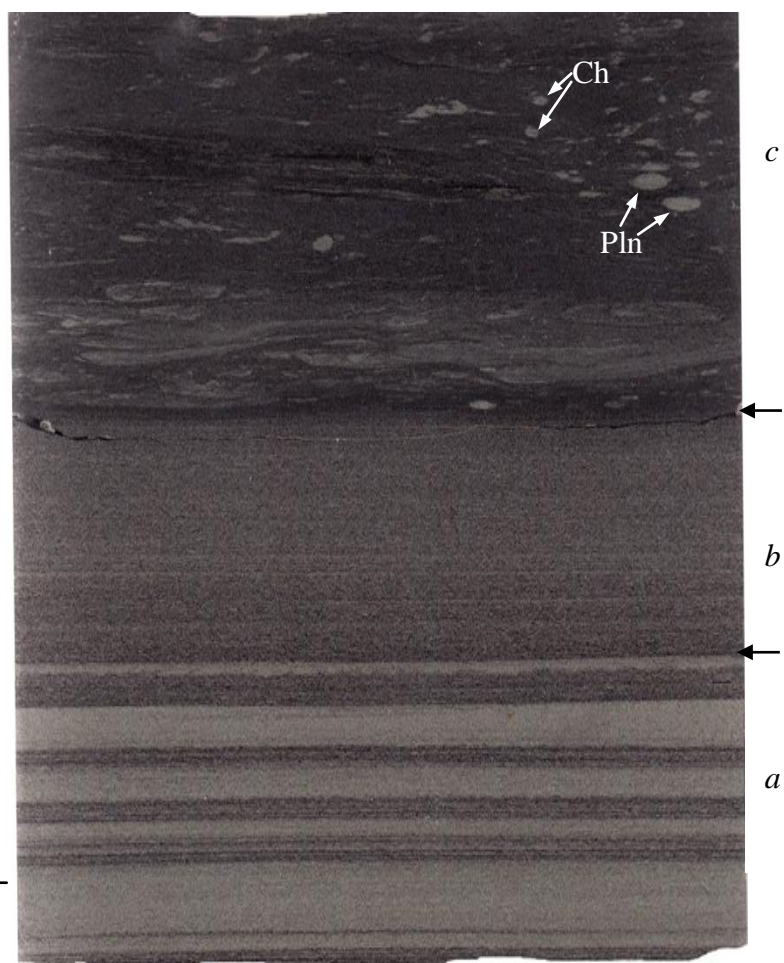
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

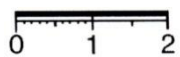
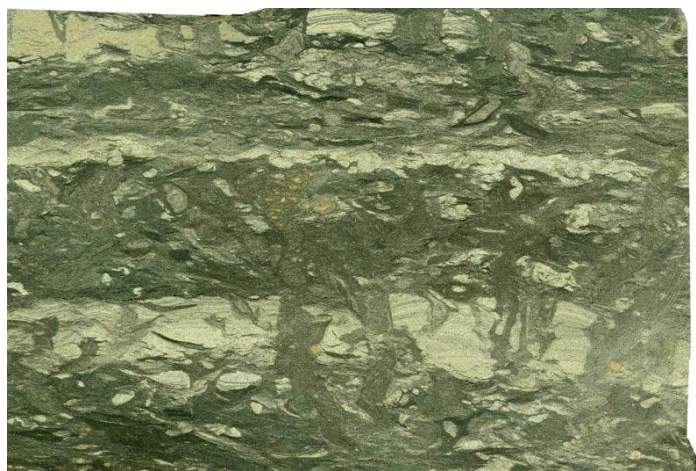
## **Фототаблица XII. Фация глинистых и алеврито-песчаных осадков приберегового взмучивания «рябчик» (БПВ)**

Фиг. 1. Мелко-крупнозернистый алевролит, первоначально хорошей сортировки, с бимодальной волнистой слоистостью. Почти полностью переработан роющими организмами ( $i\bar{i} = 4$ ; биотурбационная текстура – классический «рябчик»). Многообразные формы ихнофагии *Scolithos*.

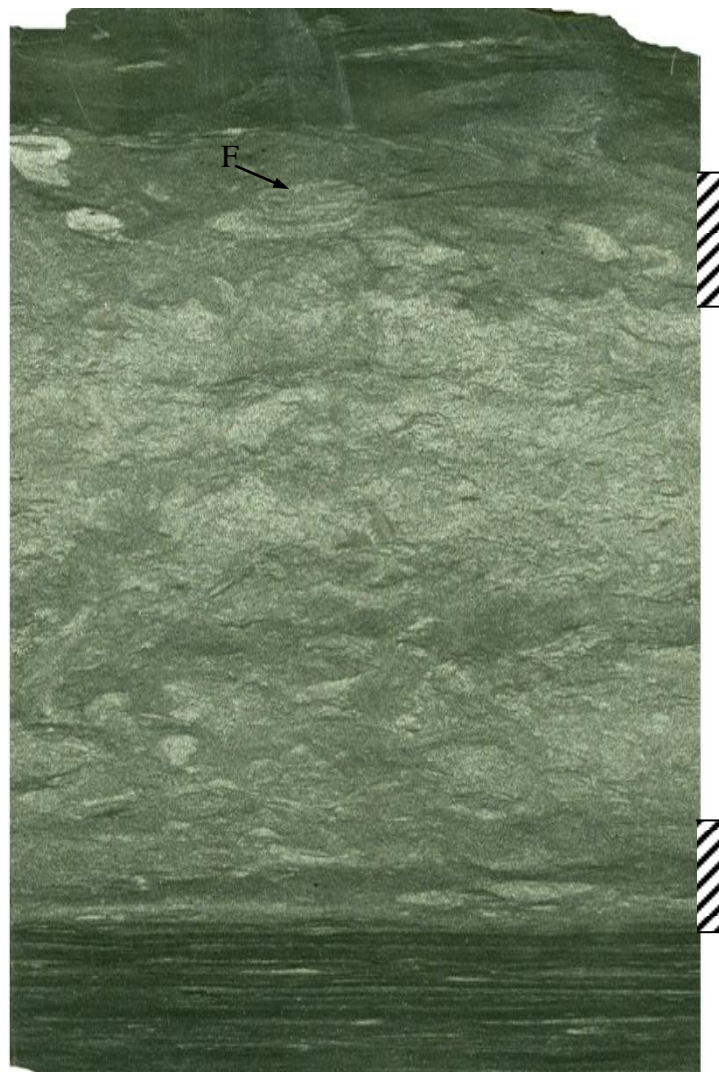
Фиг. 2. Основная (центральная) часть образца – алевролит мелко-крупнозернистый, плохо сортированный, с интенсивной гидродинамикой, обеспечившей активную рябь «вихревого» типа. «Зажат» между нижней и верхней частями с толщиной по 2-3 см с достаточно стабильными условиями седиментации (фация БПП). Внизу – четкая полого-волнистая, близкая к горизонтальной, слоистость. Вверху – вначале «отголоски» активной вихревой динамики в виде приподнятых кольцевых фрагментов (F); выше – массивный алевроаргиллит. Контакты постепенные (заштрихованные интервалы по правому срезу).

Фиг. 3. Алевролит мелко-крупнозернистый, с примесью песчаного материала, увеличивающейся вверх по разрезу. Сортировка материала от средней до плохой, слоистость ряби волнений («рябчик»). Вверху образца ростр белемнита (В1).

Фиг. 4. Алевролит мелко-крупнозернистый, активной гидродинамики. Текстура мелкой ряби («глинистый рябчик»), обусловленная интенсивными взмучиваниями в мелководной обстановке.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## Фототаблица XII. Фация БПВ (окончание)

Фиг. 5. Алевролит мелко-крупнозернистый, весьма нестабильной садки, со значительными внутрислойными перемывами и взвирениями, формирующими квазирябь. Присутствуют равномерно распределенные «обрывки» растительной органики и углистого алевролита игольчатой формы, в основном размерами около 1 мм.

С четким ровным контактом залегает на тонко-мелкозернистом достаточно хорошо сортированном песчанике фации БПК. Непосредственный контакт (показан стрелкой) «запечатан» тонким прослоем серого крупнозернистого алевролита и пологими линзовидными знаками ряби.

Фиг. 6. Алевролит мелко-крупнозернистый, довольно плохо сортированный. Активная гидродинамика обусловила вихревую текстуру типа «рябчик». Достаточно много послонных литокластов (L) – как остроугольной формы, так и довольно окатанных.

Фиг. 7. Алевролит мелко-крупнозернистый, довольно плохой садки, в центральной части образца с сильной биотурбацией (ii до 3). Ихнофация Scolithos. Реликтовые ходы мелких аннелид или возможно ракообразных (?). Часть береговой зоны со спокойной обстановкой (возможно отмель приливно-отливная). Животные, оставившие ходы, - фильтровальщики, питающиеся взвесью. Большое количество подобных ходов является признаком приливно-отливных равнин.

С переслаиванием наследует мелкозернистый песчаник средней (до плохой) сортировки фации БДД.

Фиг. 8. Алевролит мелко-крупнозернистый, средней садки. Интенсивно биотурбирован (ii = 3), ходы пескожилов Arenicolites (Ar) и Teichichnus (Tch) заполнены крупноалевритовым-тонкозернистым песчаным (верхняя часть образца) материалом. Ихнофация Scolithos.

Верхние 2 см – песчаник тонко-мелкозернистый, средне (хорошо) сортированный, массивный. Фация БПК.



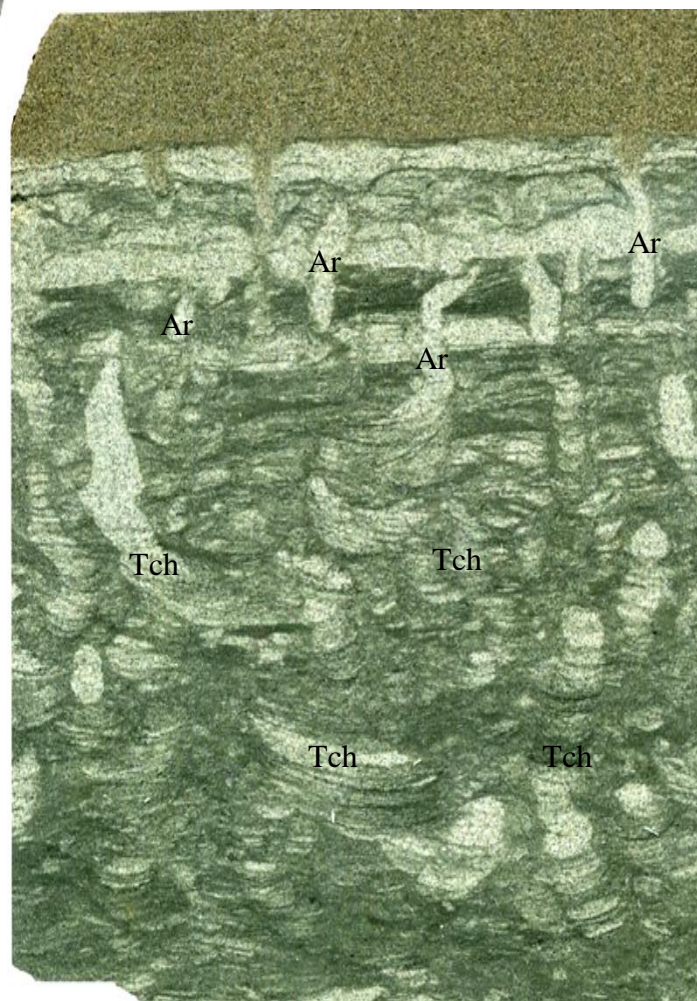
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

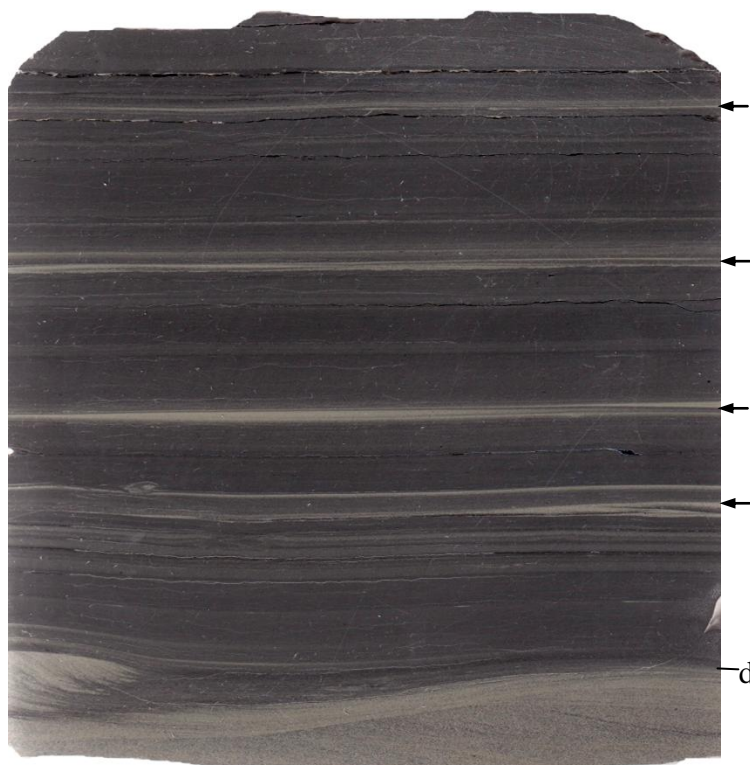
### **Фототаблица XIII. Фация тонкого переслаивания глинистых и алевроитовых осадков прибереговой зоны (ватты, марши) (БПР)**

Фиг. 1. Алевролит мелкозернистый, хорошей садки. Несколько сложных слоев с осветлением (показаны стрелками) подчеркивают ритмичность накопления осадков. С диастемальным перерывом (d) залегает на мелко-крупнозернистом алевролите (нижняя часть образца), со взмучиванием в левой части. Здесь отчетливая линзовидно-волнистая слоистость, местами переходящая в косо-волнистую.

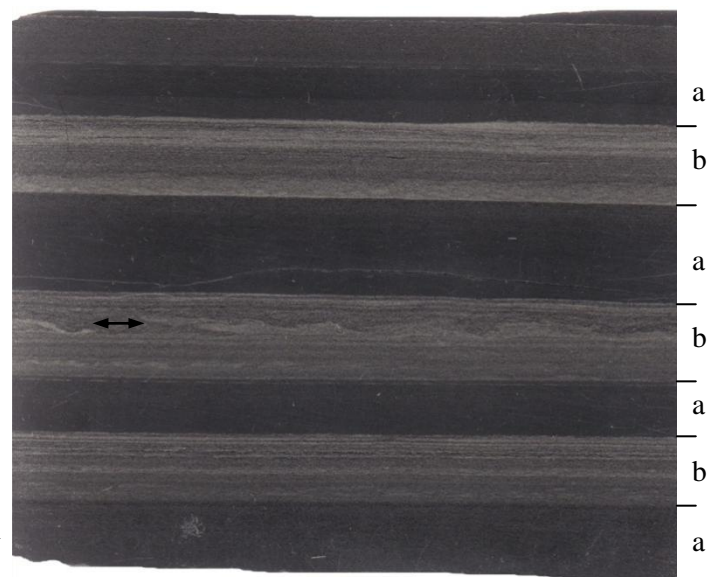
Фиг. 2. Четкое переслаивание темно-серого алевроаргиллита (a) и серого мелко-крупнозернистого алевролита (b) в отношении  $\approx 1 : 1$ . Ритмит. Мелко-крупнозернистый алевролит с тонкой горизонтальной слоистостью, в центральной части (по стрелке) нарушенной рябью взмучивания.

Фиг. 3. Сочетание двух типов. Преобладает (до 80 %) темно-серый алевроаргиллит с тонкой полого-волнистой, близкой к горизонтальной слоистостью. В нем выделяются светло-серые слои и серии слоев крупнозернистого алевролита, дающие слою в целом четкую характеристику ритмита. В нижней части образца данные прослои занимают до половины объема и имеют тонкую однонаправленную косо-волнистую слоистость, подчеркнутую тонким растительным атритом. Здесь же наличествуют взвихрения и водоворотные ямки (Ya). В средней части такие прослои редки и имеют толщину до 1 мм. В верхней части образца хорошо видно усиление гидродинамики среды, приведшее к оплывинам (O) и ухудшению сортировки материала, что особенно присуще для самого верхнего осветленного крупноалевритового прослоя. Здесь же взмучивания и довольно крупный растительный детрит.

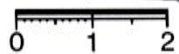
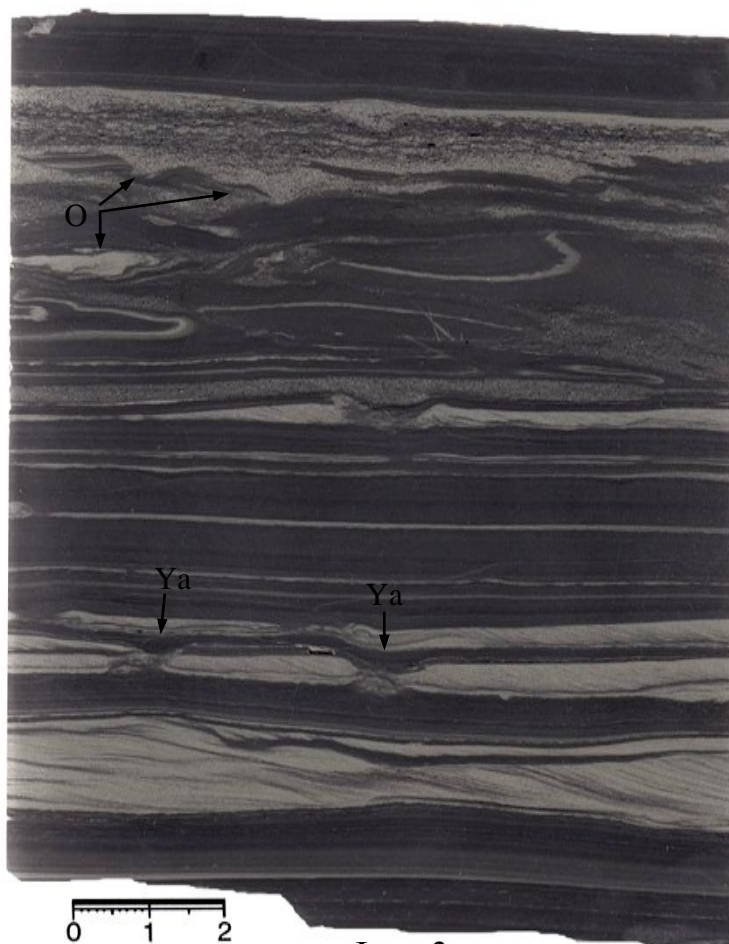
Фиг. 4. Алевролит мелко- и крупнозернистый, в соотношении  $\approx 1 : 1$ . Тонкая полого-волнистая слоистость отчетливо ритмичного характера нарушена многочисленными каналами отлива (K) с амплитудами 5-10 мм, заполненными материалом крупноалевритовой – тонкопесчаной размерности. Русла имеют извилистый характер, что следует из их плохой прослеживаемости во взаимно перпендикулярных срезах. В верхней части образца – трещины синерезиса (Syn).



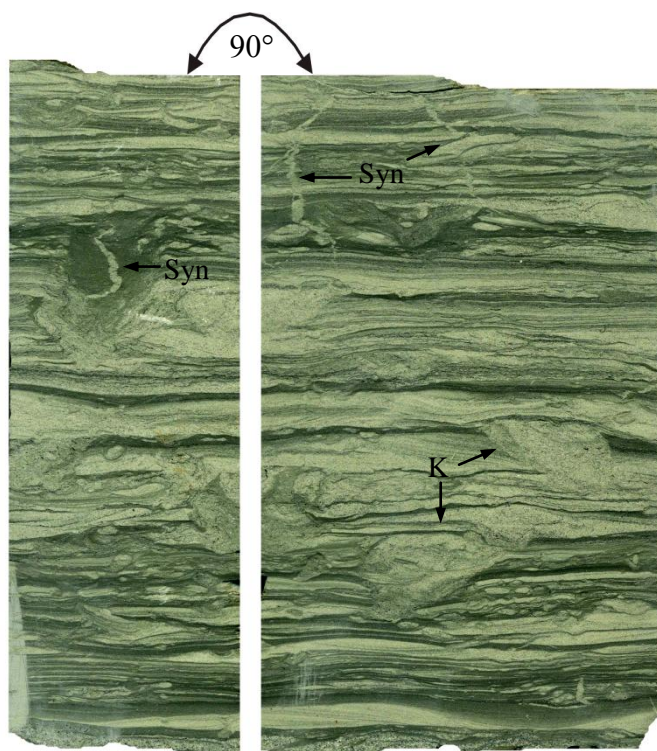
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



### Фототаблица XIII. Фация БПР (окончание)

Фиг. 5. Верхняя часть образца (выше стрелки) – переслаивание алевроаргиллита и крупнозернистого алевролита (ритмит). Алевроаргиллит (темно-серый) хорошей садки, массивный. Пронизан ходами *Planolithes* (Pln), в основном приуроченных к верхним частям слойков, а также отливными каналами (К) различной глубины, заполненными разносортированным материалом. Крупнозернистый алевролит в нижней и верхней сериях хорошо, а в средней – довольно плохо сортирован. Тонкая косо-волнистая слоистость.

Нижняя часть образца – тонкозернистый хорошо сортированный песчаник с мелкой косо-волнистой сильно срезанной (мульдообразной) слоистостью.

Фиг. 6. Выше стрелки – переслаивание мелко- (темно-серый) и крупно (светло-серый) зернистых алевролитов в соотношении 1 : 5. Мелкозернистый алевролит в толстых слойках – до массивного; в целом имеет тонкую полого-волнистую слоистость. Крупнозернистый алевролит хорошо сортирован, с тонкой линзовидно-косоволнистой слоистостью, подчеркнутой тонким растительным детритом.

В нижней части (центральная часть образца) интенсивное взмучивание, с привнесением песчаного материала и грубым растительным детритом. Нижний контакт с сингенетическим размывом и взвихрениями. По центру – также сингенетический микросброс (ms), с амплитудой и латеральным смещением по правому краю образца до 1 см. Вверх по разрезу микросброс расщепляется и исчезает.

Нижняя часть образца (ниже стрелки) – серый крупнозернистый алевролит. Текстура от массивной (внизу) до линзовидной и толстополосчатой (вблизи контакта). Фация БПП.

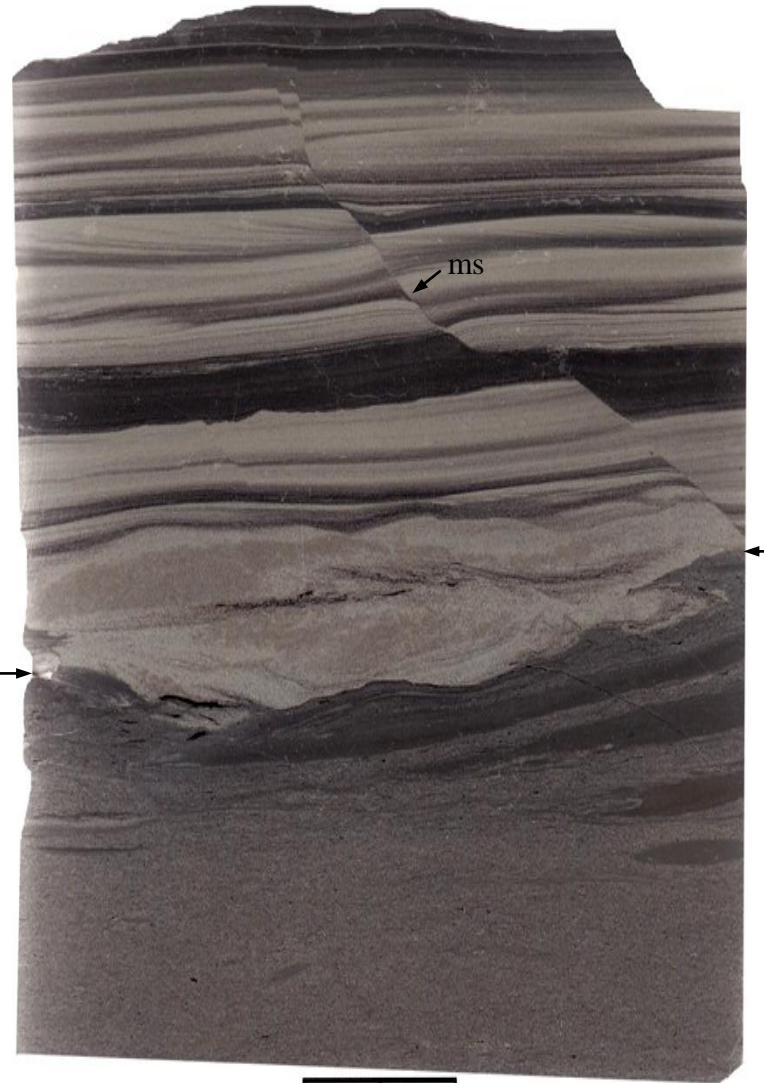
Фиг. 7. Сложное сочетание слойков и серий мелко- и крупнозернистого алевролитов; тонкозернистого песчаника: ритмит. Сортировка материала преимущественно средняя; в верхней части – хорошая. Слоистость первично полого- и линзовидно-волнистая, интенсивно биотурбирована ( $i = 3$ ), в основном ходами *Chondrites* (Ch), *Planolithes* (Pln) и отчасти *Scolithos* (Sc), за исключением верхней части образца, где ихнофоссилии отсутствуют.

Фиг. 8. Верхняя часть образца – неравномерное бимодальное переслаивание темно-серого алевроаргиллита и светло-серого мелкозернистого алевролита, с хорошей садкой материала. Сочетание полого- и линзовидно-волнистого типа слоистостей. В центре этой части, обозначенной фигурной скобкой, обильные следы ползания (гипихниальные желобки) *Planolithes* (Pln), *Chondrites* (Ch), а также корневые остатки (R).

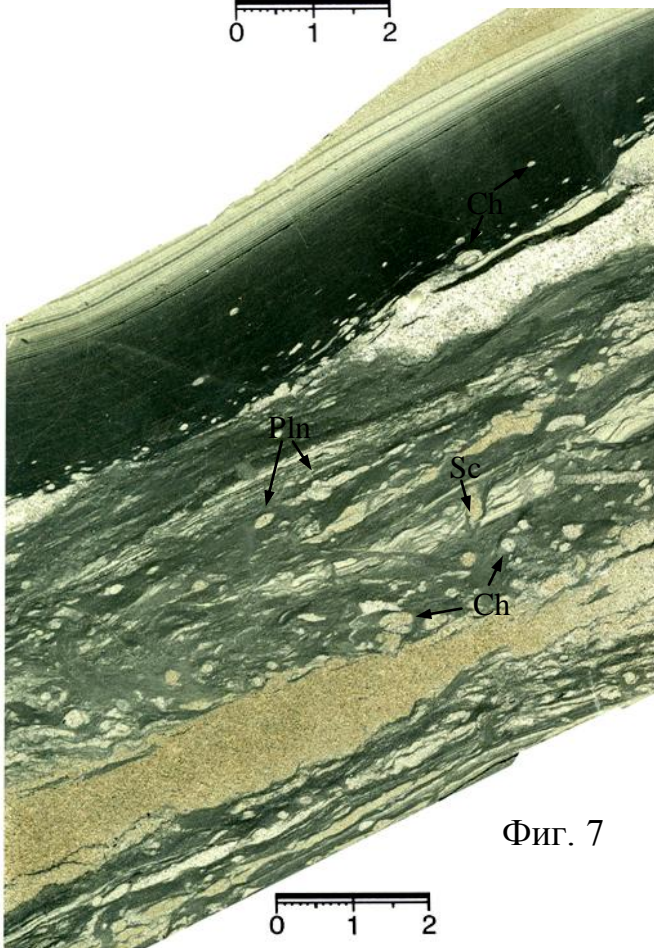
С четким контактом (по стрелке) залегает на светло-сером мелко-крупнозернистом алевролите хорошей садки, с довольно крупной линзовидно-волнистой слоистостью. Внутри серий толщиной 1-3 см – тонкие слойки, подчеркнутые тонкой органикой, формирующие разные типы слоистости: от полого- до косо-волнистой.



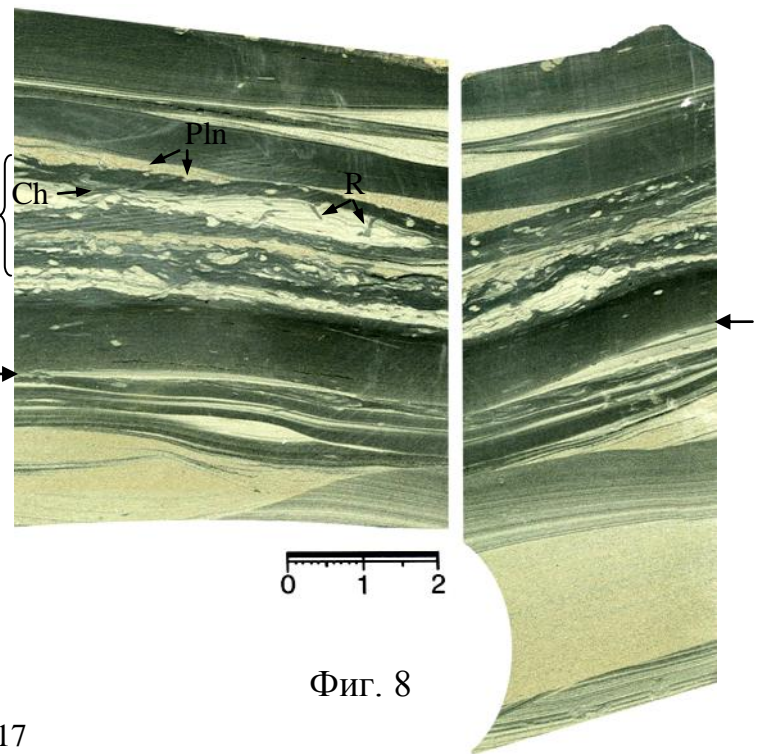
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



#### Фототаблица XIV. Фация песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи) (БПК)

Фиг. 1. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Мелкая ритмичная косая слоистость, подчеркнутая скоплениями аттрита. Границы слоев преимущественно неровные, отчасти с микро-перемычками, фиксирующими изменения гидродинамики несущего потока *in situ*.

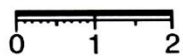
Фиг. 2. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Слоистость от косо-волнистой вогнутой в нижней до полого-волнистой в верхней части образца, подчеркнута небольшим количеством тонкой органики.

Фиг. 3. Основная часть образца – тонкозернистый, хорошо сортированный песчаник. Четкая косая однонаправленная слабосрезанная слоистость; в верхней части – до сильносрезанной разнонаправленной. Отдельные ходы *Monocraterion* (M) и *Conichnus* (Con): ихнофагия *Scolithos*. Нижняя часть (ниже стрелки) – ритмичная, в чередовании мелкозернистого алевролита и тонкозернистого песчаника, с интенсивной гидродинамикой. Алевролитовые слои со взмучиванием и довольно активной биотурбацией (*ii* = 2; *Planolites* – Pl; *Chondrites* – Ch). Фация БПР.

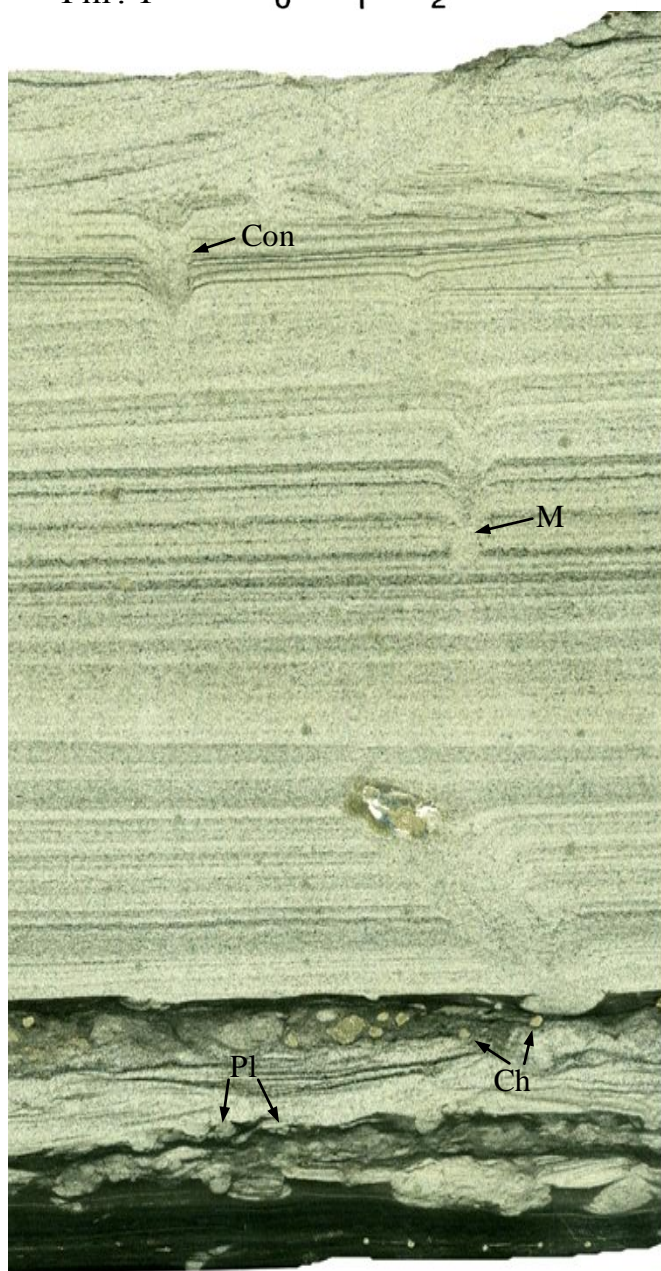
Фиг. 4. Песчаник тонкозернистый, в нижней части образца хорошо сортированный, массивный. Контакт с основной частью подчеркнут крупной линзой алевроаргиллита (L) с краями от острого (левый срез) до округленного. Выше сортировка средняя; слоистость линзовидно-косо-волнистая, нечеткая. Довольно много литокластов небольшого размера, уплощенных (от 1 : 3 до 1 : 10) и в разной степени окатанности.



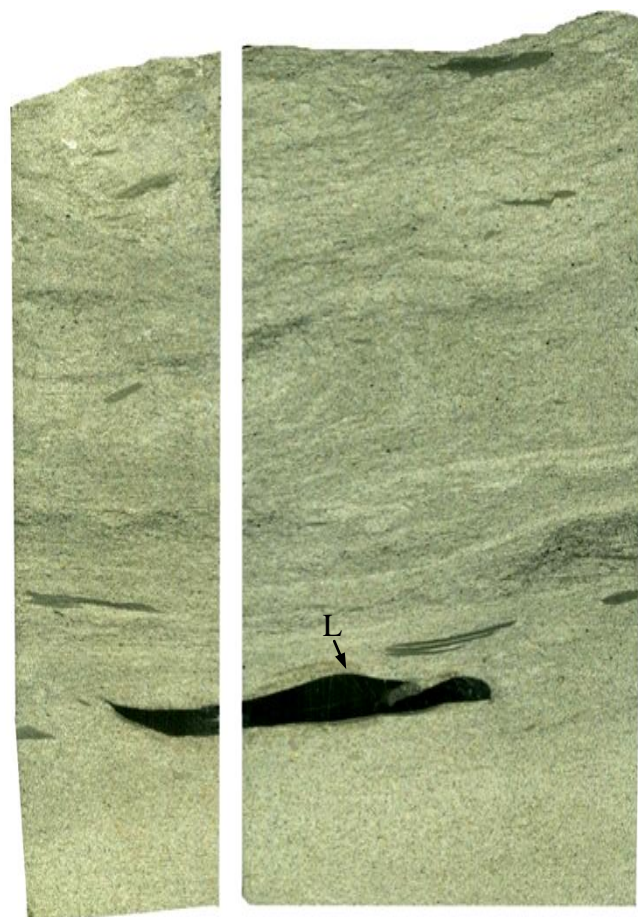
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

#### Фототаблица XIV. Фация БПК (окончание)

Фиг. 5. Песчаник тонкозернистый. Сортировка хорошая в нижней части образца; от хорошей до средней – в основной части. Внизу довольно отчетливая тонкая косо-волнистая слоистость, подчеркнутая небольшим количеством растительного аттрита. В основной части образца, преимущественно по правому срезу, крупная оплывина, заполненная литокластами алевритовой размерности. Последние отчасти перенесены, что подчеркнуто их полуокатанной формой; отчасти перемещены почти *in situ*, что следует из их «махровых» контуров. В целом это соответствует некоторой приемной ямке (типа водоворотной), аккумулировавшей указанные литокласты.

Фиг. 6. Песчаник тонкозернистый, достаточно хорошо сортированный. В нижней части тонкая косая – косо-волнистая слоистость, подчеркнутая небольшим количеством аттрита; в верхней – почти массивный. На контакте активное взмучивание, с формированием текстур довольно крупной волновой ряби, облекаемых осветленным материалом (локальный темпестит).

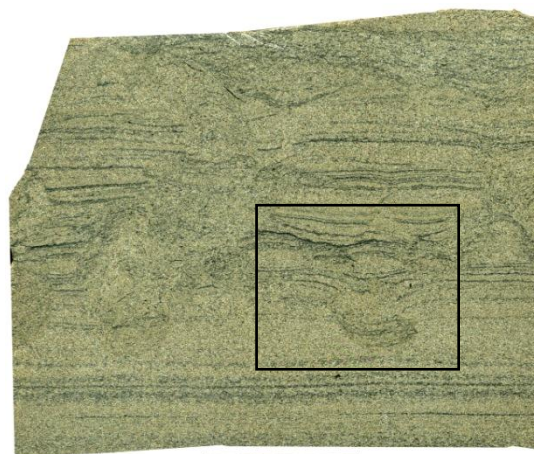
Внизу – увеличенный фрагмент, иллюстрирующий водоворотную ямку глубиной около 1 см (Ya), заполненную более плохо сортированным материалом из верхнего интервала.

Фиг. 7. Песчаник тонкозернистый, достаточно хорошо сортированный, в нижней части образца практически массивный. В верхней части – с аккумуляцией детрита, придающего неравномерную вихревую текстуру. Она определена его быстрым захоронением в подготовленной «ловушке» в виде крупной ряби.

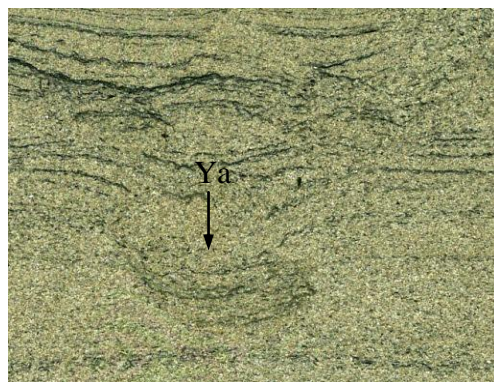
Фиг. 8. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Слоистость полого-косо-волнистая, подчеркнутая аттритом. В центральной части образца S-образное смятие по уже консолидированному, но еще пластичному материалу, прошедшему стадию начального диагенеза. Процесс обрамления текстур вида «солнце», центры которых расположены по левому и правому краям образца (показаны стрелками).



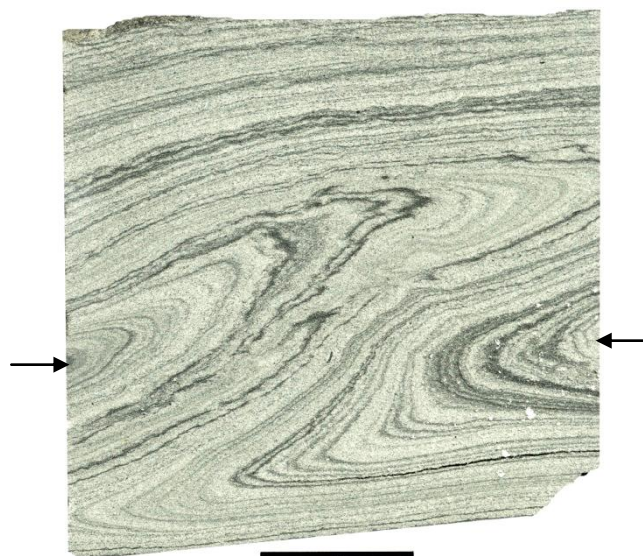
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

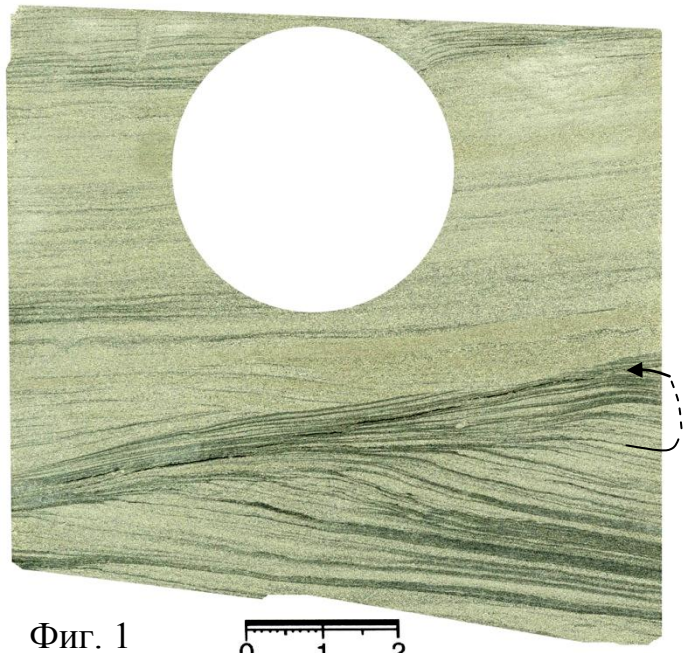
## **Фототаблица XV. Фация песчано-алевритовых осадков малоподвижного мелководья бассейна (БПА)**

Фиг. 1. Алевролит крупнозернистый, хорошо сортированный. В нижней части образца изменение наклона тонких слойков, формирующих косо-волнистую слоистость, вплоть до «обратного» падения (показано стрелкой). Слоистость подчеркнута тонкой органикой.

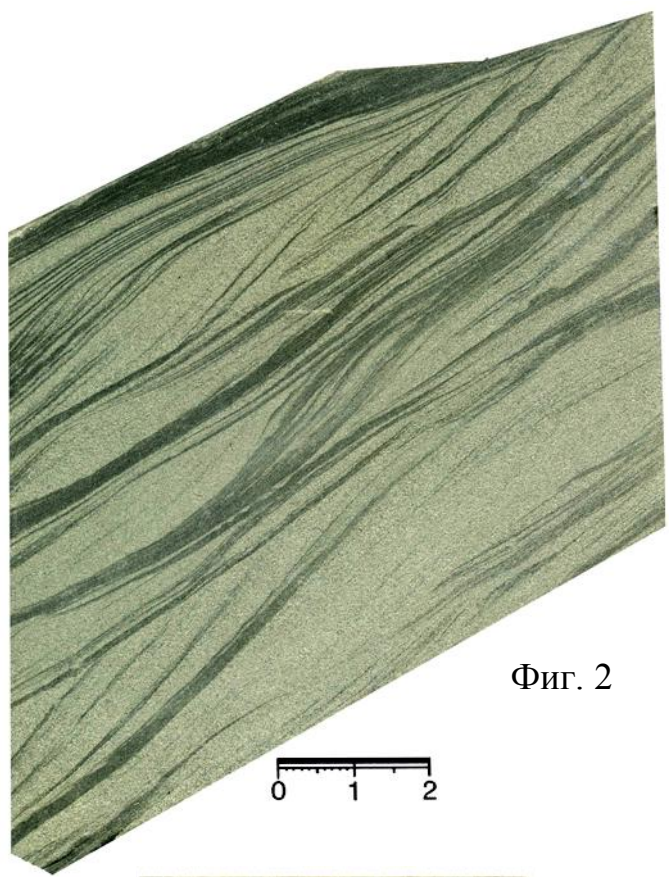
Фиг. 2. Песчаник тонкозернистый – алевролит крупнозернистый, достаточно хорошо сортированный. Весьма динамичная косо-волнистая сильно срезанная и S-образная однонаправленная слоистость, подчеркнутая небольшим количеством тонкой органики. Углы срезания на серийных швах до  $20^\circ$ . В верхней части образца (0,5 см) выполаживание и переход к мелкозернистому алевролиту.

Фиг. 3. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Тонкая косо-волнистая слоистость, подчеркнутая тонкой органикой (аттритом). Латеральное перемещение слойков формирует восходящую рябь с углом избегающего  $\alpha = 30^\circ$ . На увеличенном фрагменте (внизу) отчетливо видны темные зерна алевритового состава, привнесенные во время активизации процессов осадконакопления на близлежащих территориях.

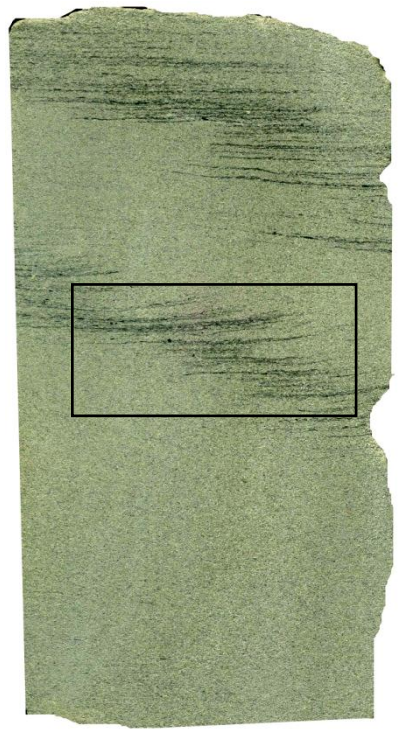
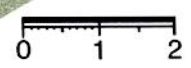
Фиг. 4. Песчаник тонкозернистый, с существенной примесью алевритового материала. Сортировка хорошая. Слоистость линзовидно-волнистая; в более активных (гидродинамически) прослоях, показанных стрелками, – косо-волнистая; подчеркнута небольшим количеством аттрита. Слева внизу неокатанный обломок алевроаргиллита (L) (отголосок ближнего штормового проявления).



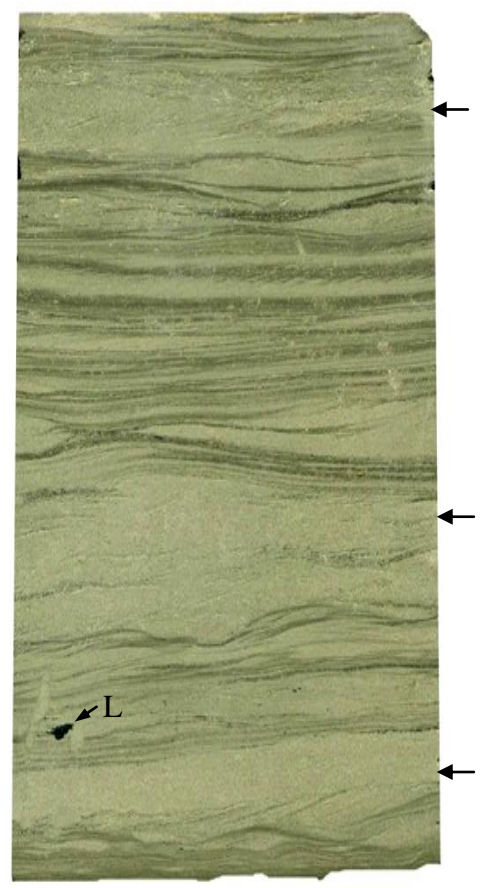
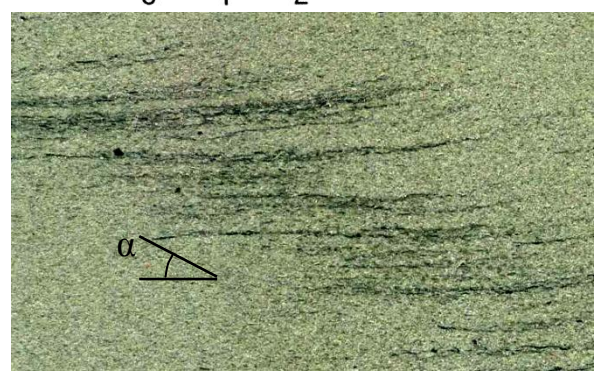
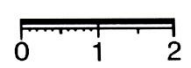
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4





## Фототаблица XV. Фация БПА (окончание)

Фиг. 5. Песчаник тонкозернистый, в верхней части – алевролит крупнозернистый. Соответственно, снизу вверх слоистость меняется от косо-волнистой сильно срезанной (мульдообразной) до полого-волнистой. Слойки очень тонкие, подчеркнуты растительным аттритом; в нижней серии отдельные слои с растительным детритом.

Фиг. 6. Песчаник тонкозернистый, в нижней части образца алевролит крупнозернистый, достаточно хорошо сортированный. Снизу вверх происходит смена слоистости от полого-волнистой, через линзовидно-волнистую, к косо-волнистой, S-образной. По стрелке – серия с восходящей рябью и углом набегания  $\alpha = 10^\circ$ . Слоистость подчеркнута мелким растительным детритом.

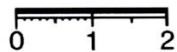
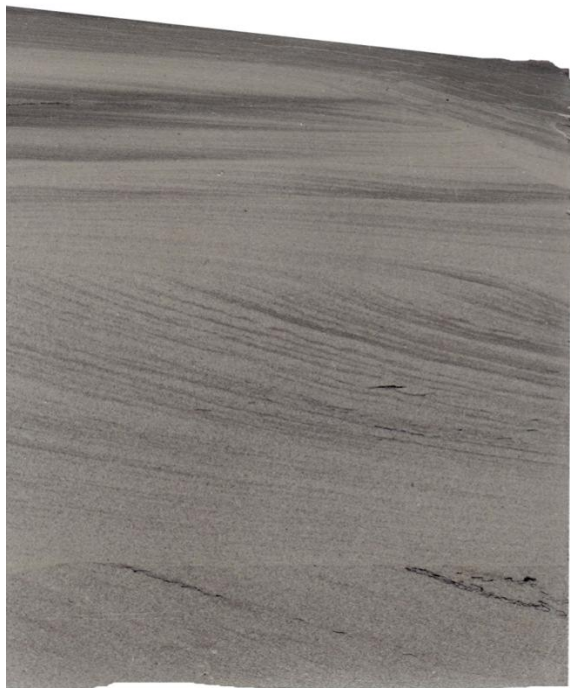
Постепенный переход от фации БПП (нижние 0,5 см массивного мелкозернистого алевролита).

Фиг. 7. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. Слоистость косо-волнистая, сильно срезанная, S-образная, подчеркнута тонко рассеянной органикой. В верхней части образца размерность частиц снижается, а слоистость выполаживается до полого-волнистой. Перекрыт слоем алевроаргиллита видимой толщиной до 1 см (а). Верхняя граница последнего с четкой рябью волнения ( $RI = 5$ ); выше – та же тонкая косо-волнистая слоистость

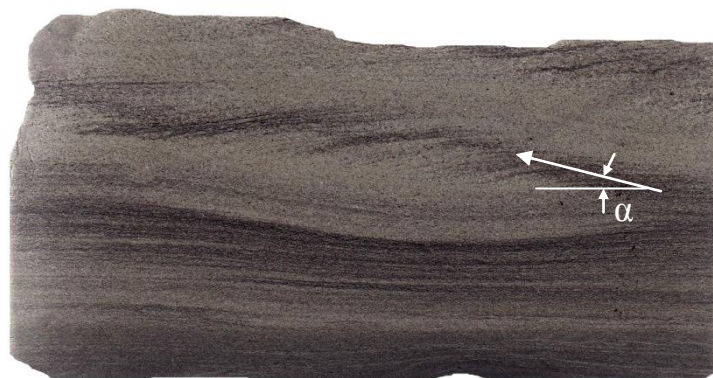
Фиг. 8. Верхняя (основная) часть: песчаник тонкомелкозернистый, хорошо сортированный. Косоволнистая, в основном вогнутая, реже S-образная и перистая слоистость, обусловленная примесью алевроитового материала. Сверху вниз отчетливо выделяется пять довольно крупных серий, границы между которыми (особенно двумя верхними) сильно «скользят», давая даже «бегущую волну».

С локальным перерывом, но в целом конседиментационно (контакт по двойной стрелке) залегает на мелкозернистом, довольно хорошо сортированном массивном нефтенасыщенном баровом песчанике (фация БМБ) – нижняя часть образца. По цвету (нефтенасыщенности) достаточно хорошо различается островершинный валик волновой ряби (пунктирная стрелка) с индексом  $RI$  около 8-10.

Фототаблица XV  
(окончание)



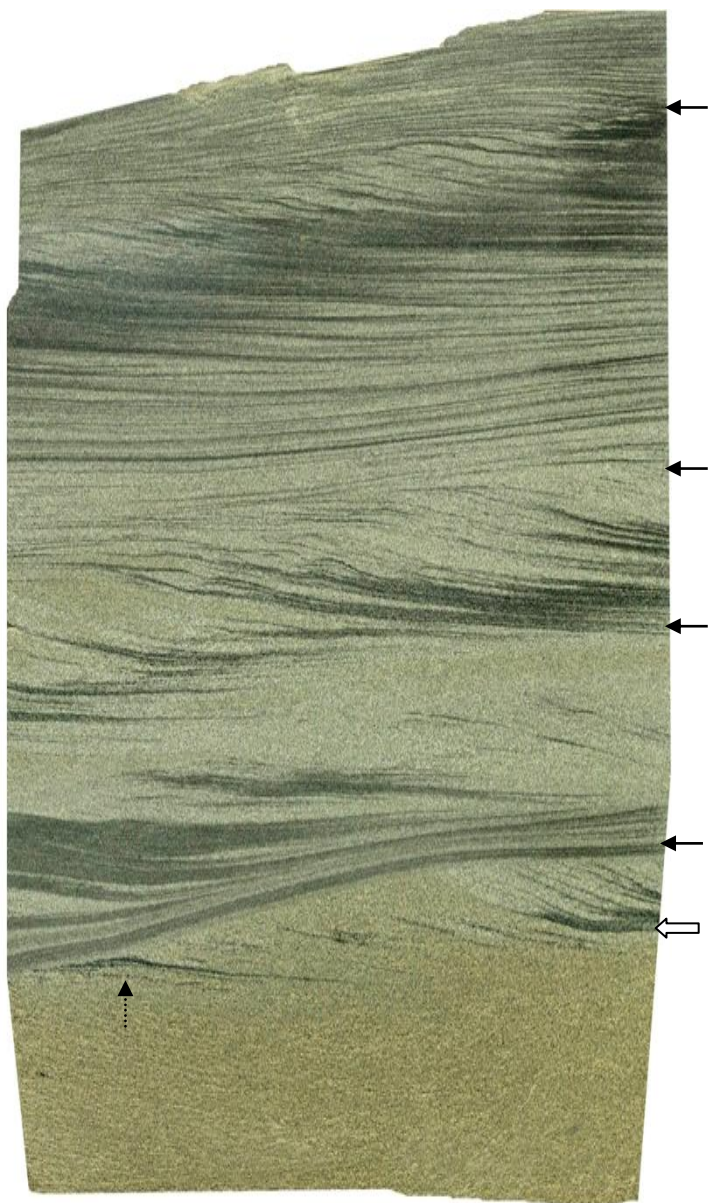
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

## МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ОТКРЫТОГО ПОДВИЖНОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БМ)

### Фототаблица XVI. Фация переслаивания глинисто-алевритопесчаных осадков подвижного приберегового мелководья (малые аккумулятивные формы) (БММ)

Фиг. 1. Мелко-крупнозернистый алевролит достаточно хорошей садки. Содержит 5-10 % включений светло-серого крупнозернистого алевролита в виде останцов от оплывин в оживленном состоянии. Недалеке перемещение определяется изогнуто-рваным характером включений.

Фиг. 2. Бимодальное сочетание мелко- и крупнозернистого алевролитов (темное и светлое,  $\approx 1 : 1$ ). При достаточно хорошей сортировке материала образец представляет сплошную оплывину, с общим перемещением по двойной стрелке и тремя намечающимися этажами по пунктирным стрелкам.

Фиг. 3. Песчаник тонко-мелкозернистый, довольно плохо сортированный. Оползневая текстура смятия, с фрагментами первичной волнистой слоистости; редкие остроугольные обломки древесных тканей (крупный детрит – R).

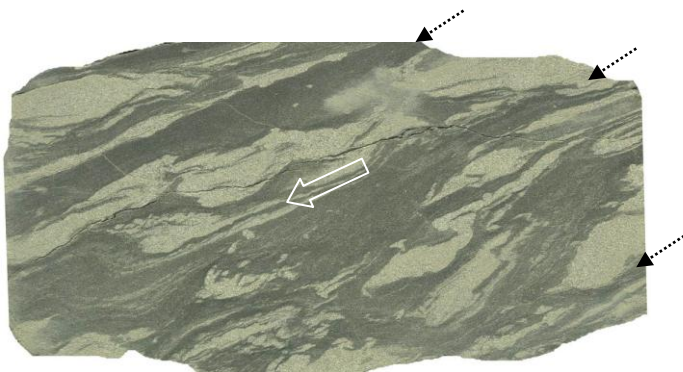
Фиг. 4. Песчаник тонкозернистый, довольно хорошо сортированный. «Пуддинговая» текстура за счет включений обломков алевритового состава разной формы и размеров. По стрелкам – два продольных смещения, фиксирующих прибереговую разгрузку возникающих напряжений.

Фиг. 5. Снизу вверх: переход от темно-серого алевроаргиллита (нижние 0,5 см) через высокодинамичный плохо сортированный крупнозернистый алевролит до достаточно хорошо сортированного крупнозернистого алевролита с примесью песчаного материала и горизонтальной слоистостью (верхний 1 см).

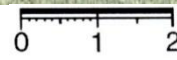
Слой активно перемешан, с вихревой рябью и перенесенными литокластами, зачастую имеющими нечеткие контуры (L). Отчетливо локализованный в небольшом объеме перемык невысокого берега.



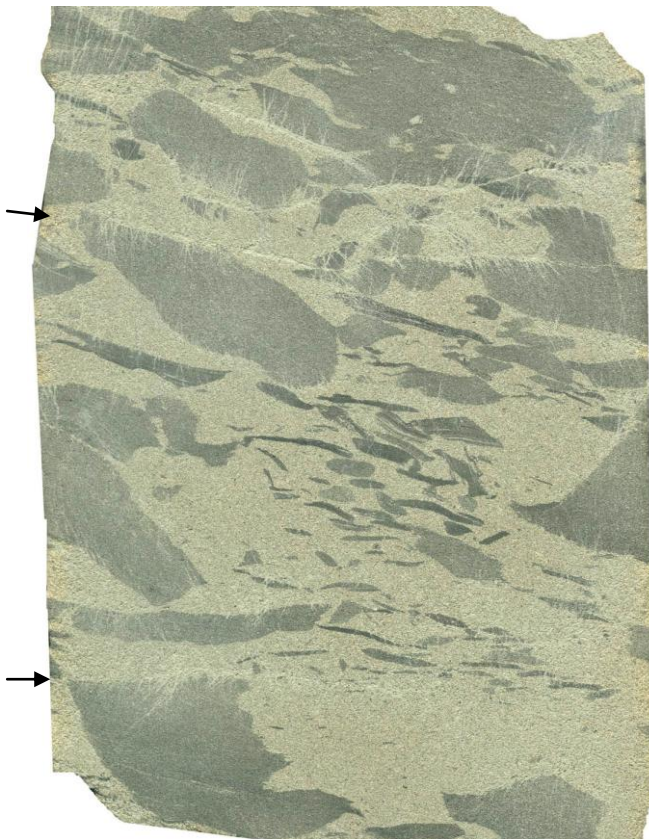
Фиг. 1



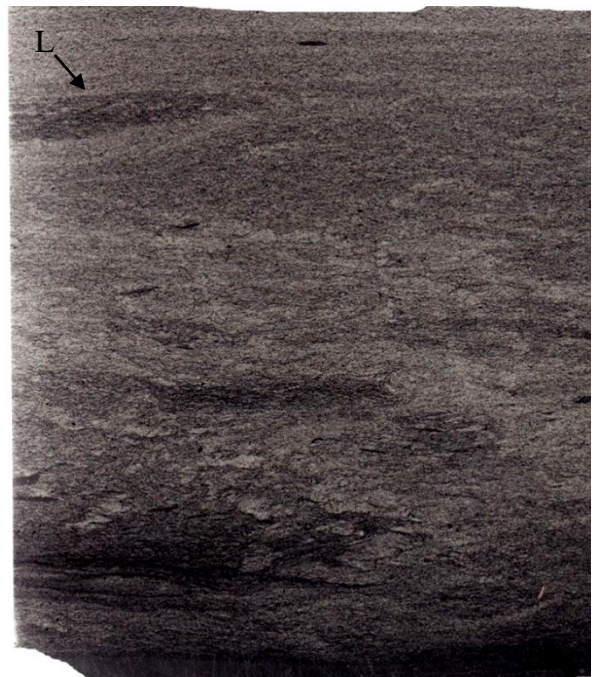
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

## **Фототаблица XVII. Фация переслаивания алевроитовых и песчаных осадков волновой ряби (БМВ)**

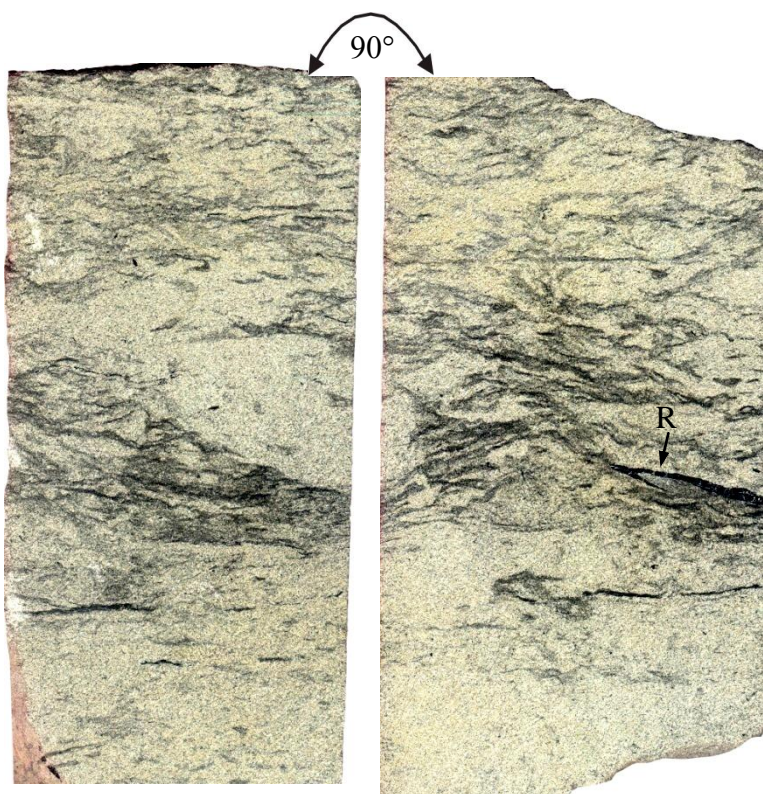
Фиг. 1. Песчаник тонкозернистый, среднесортированный. Активная рябь волнения (текстура «рябчик»), подчеркнутая скоплениями аттрита. На правом срезе – древесный обломок (R).

Фиг. 2. Песчаник тонко-мелкозернистый, среднесортированный. Основная часть образца с интенсивным вихревым взмучиванием. Ниже стрелки мелкая косо-волнистая слоистость, подчеркнутая аттритом. Вполне вероятно биотурбация (*Conichnus*), закамуфлированная волновой рябью.

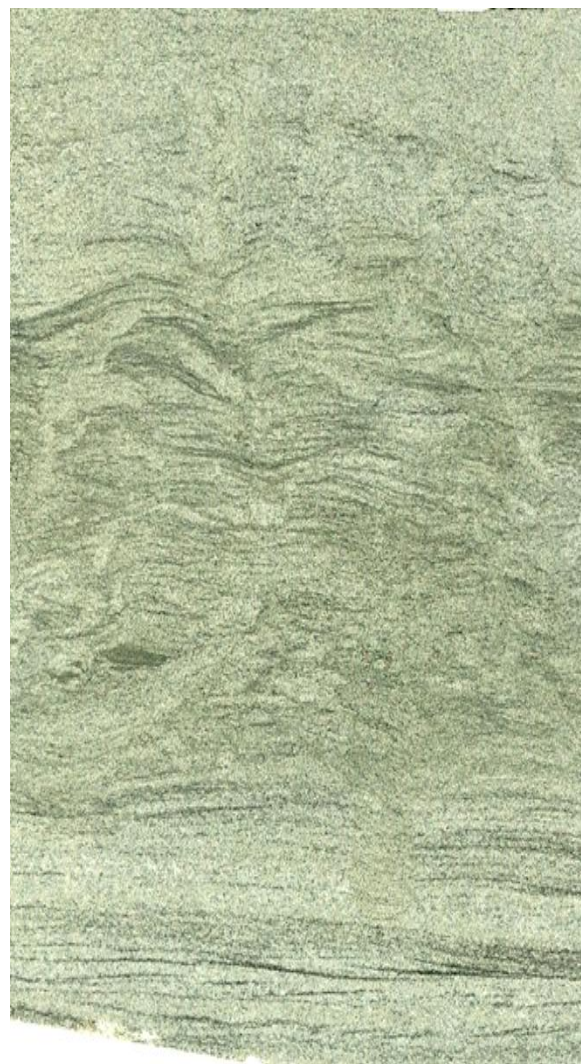
Фиг. 3. Песчаник тонкозернистый, среднесортированный. Активная вихревая рябь, подчеркнутая мелким растительным детритом. В правой части образца ходы *Scolicia* (Sc) (*Subphyllochorda*).

С небольшим перемывом залегает на мелко-крупнозернистом алевролите, с хорошей садкой материала и тонкой полого-волнистой слоистостью. Размыв подчеркнут сохранившейся крутой рябью с заплесками (левая часть образца) и «запечатанными» плитками органогенных литокластов (L), которые присутствуют и в верхней части образца.

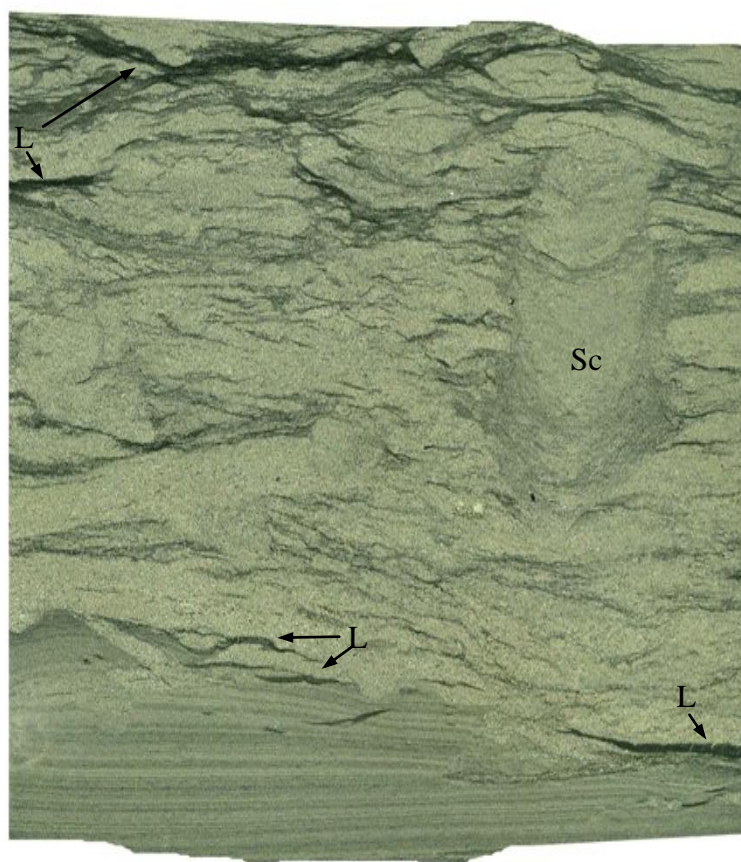
Фиг. 4. Песчаник тонкозернистый, довольно хорошо сортированный. Активная рябь волнения, подчеркнутая перераспределением «обрывков» слоев алевроаргиллитовой размерности. В центральной части образца канал отлива сложной конфигурации (вероятно, мультипликация нескольких одновременных каналов с небольшой миграцией по латерали:  $K_1 \rightarrow K_2 \rightarrow K_3$ ).



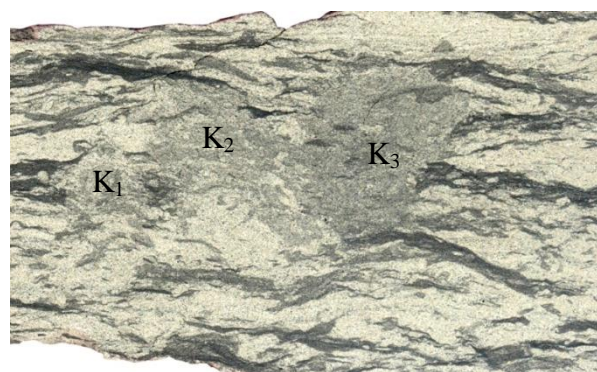
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## Фототаблица XVII. Фация БМВ (окончание)

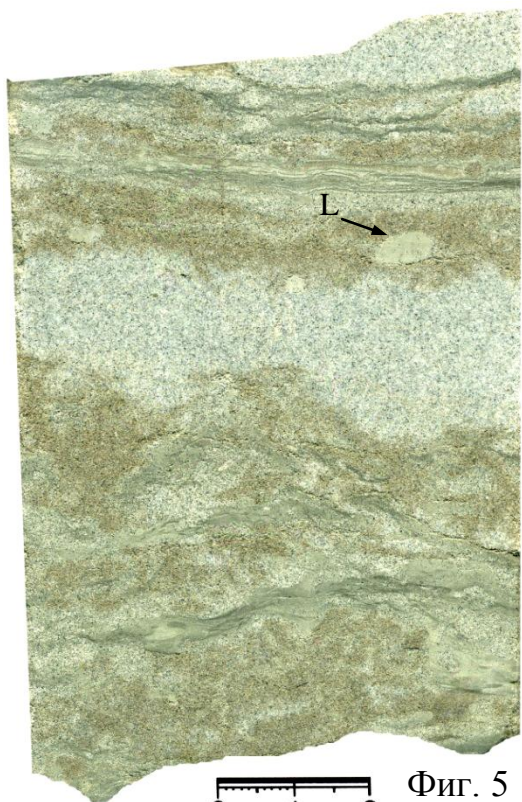
Фиг. 5. Алевролит крупнозернистый, плохо сортированный, высоко динамичный. Активная рябь волнения, со взмучиваниями и глиняными катунами недалекого переноса (L). По центру образца и в его верхней части – карбонатизированный тонкозернистый песчаник. Контакты очень неровные, что «усугублено» эпигенетическими изменениями.

Фиг. 6. Песчаник тонкозернистый, со слоями и слойками преимущественно мелкозернистого алевролита (10-15 %). Сортировка средняя, до плохой. По алевритовым прослоям фиксируется активная вихревая гидродинамика, которой формируется волновая рябь. Эти же интервалы достаточно активно переработаны следами жизнедеятельности, в основном интрагиппихниального характера.

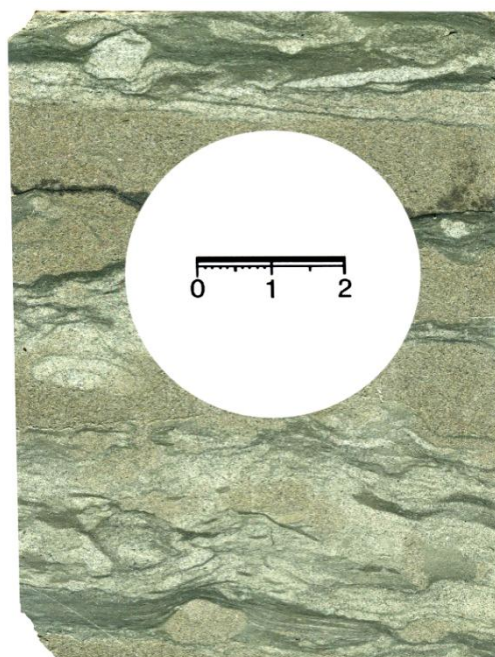
Фиг. 7. Песчаник тонкозернистый, среднесортированный, в верхней части образца с прослоями мелкозернистого алевролита, сильно биотурбированный ( $ii = 3$ ), в основном *Teichichnus*. В средней части образца близок к массивному; внизу – с четкой косой однонаправленной слоистостью и слабой карбонатизацией (фация БПК).

Фиг. 8. Основная часть образца – алевролит крупнозернистый нестабильной садки. Текстура сплошного взмучивания, с рябью «вихревого» типа. Большое количество следов жизнедеятельности ( $ii = 2$ ). Ихнофация *Cruziana*. Присутствуют *Anconichnus* – неправильные, извилистые, заполненные черным веществом ходы с ореолом светлого алевритистого материала овальной, почти круглой формы в разрезе. В продольном сечении ходы в виде темных прерывистых линий.

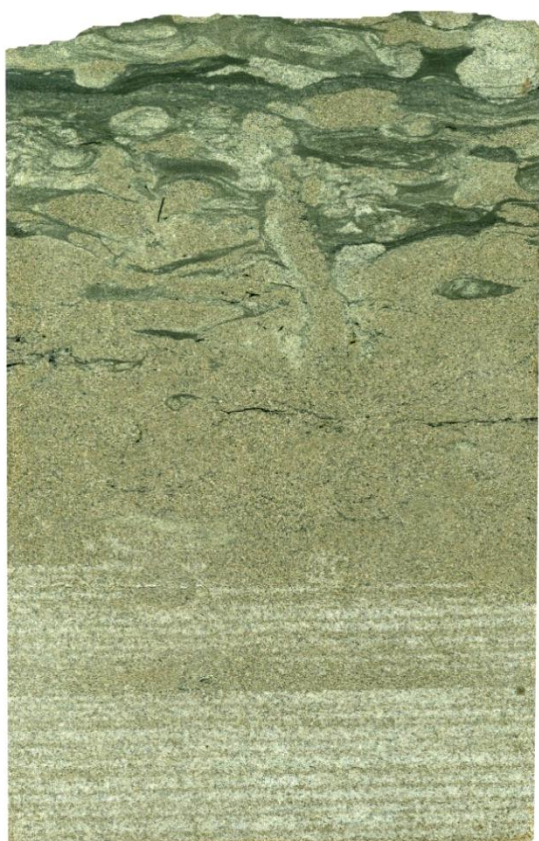
Внизу – косонаправленное проникновение пескожилов в нижнюю, стабильную часть образца. Здесь, с контактом по типу *firnground* (плотный грунт, показан стрелкой) описанная часть залегает на алевроаргиллите стабильной садки, большей частью массивном (фация БПП).



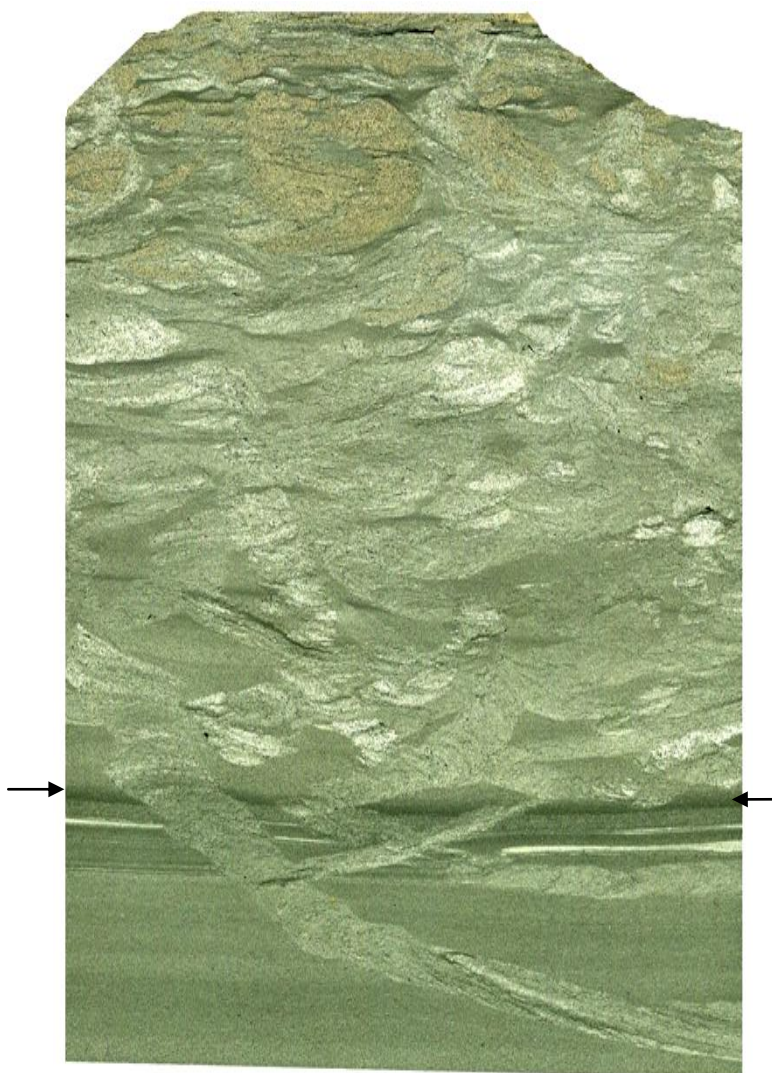
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



### Фототаблица XVIII. Фация переслаивания алевритовых и песчаных осадков в зоне активной волновой переработки (проксимальные темпеститы) (БМР)

Фиг. 1. Ритмит, представленный бимодальным чередованием двух типов пород. *a* – мелко-крупнозернистый алевролит стабильной садки, с внутренней полого-волнистой слоистостью и тонким аттритом. *b* – крупнозернистый алевролит – тонкозернистый песчаник с хорошей сортировкой материала и мелкой сильносрезанной косо-волнистой (мульдообразной) слоистостью, отчасти подчеркнутой крупным детритом.

Фиг. 2. Переслаивание темно-серого алевроаргиллита и светло-серого крупнозернистого алевролита в отношении 1 : 4. Алевроаргиллит от массивного до тонкослоистого внутри серий с толщиной от 2 до 10 мм. Крупнозернистый алевролит хорошо сортирован, с четкой тонкой косо-волнистой, сильно срезанной (мульдообразной) слоистостью. Нижние контакты серий часто подчеркнуты взмучиваниями и перемычками, фиксирующими плотное дно (*firnground*), по которому отмечены следы ряби.

Фиг. 3. Центральная часть образца – песчаник тонкозернистый, с прослоями алевритовых слоев (ритмит). Сортировка достаточно хорошая, слоистость линзовидно-косо-волнистая, разнонаправленная, фиксирует высокую гидродинамическую активность. Верхняя и нижняя части образца (по 3 см) – мелкозернистый алевролит с неотчетливыми знаками довольно крупной ряби (низ) и полого-волнистой слоистостью (верх). Большое количество *Helminthosis* (H). Ихнофагия *Cruziana*.

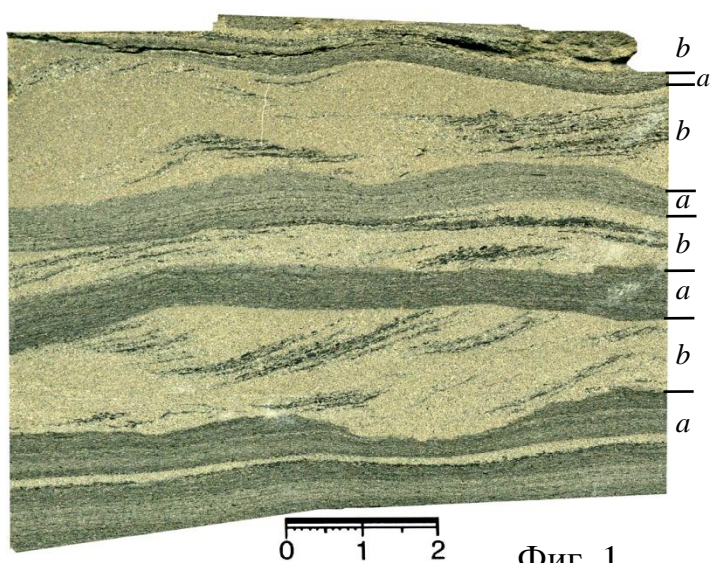
Фиг. 4. Сложное ритмичное сочетание трех основных типов, характеризующихся хорошей сортировкой материала:

*a* – алевроаргиллит, от массивного до тонкослоистого;

*b* – алевролит мелко-крупнозернистый с тонкой полого-волнистой слоистостью;

*c* – песчаник тонкозернистый с тонкой полого-волнистой слоистостью.

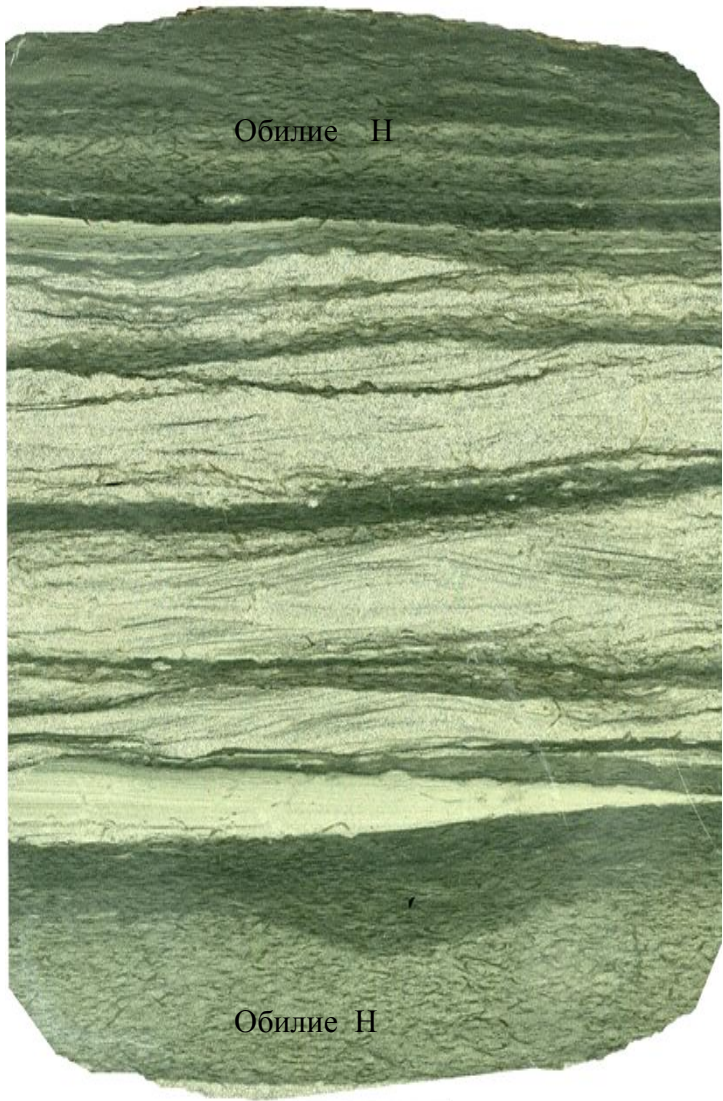
В плоскости образца чередование выделенных типов бимодальное, в нижней части формирующее довольно крупную линзовидную слоистость. На границах серий слоев отмечаются запечатанные валики ряби.



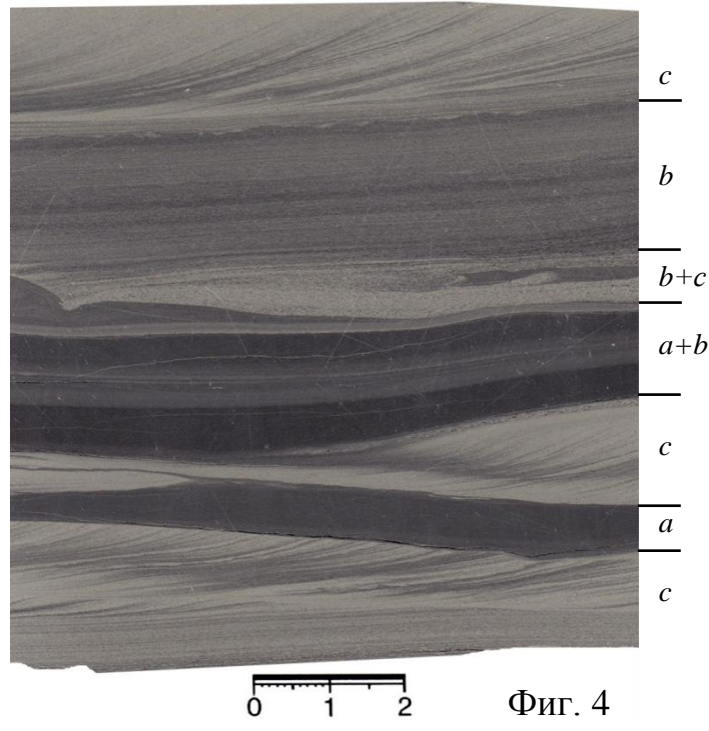
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## Фототаблица XVIII. Фация БМР (окончание)

Фиг. 5. Бимодальное сочетание алевроаргиллита (темно-серый) и мелко-крупнозернистого алевролитов (светло-серый): ритмит. Алевроаргиллит массивной текстуры. Алевролит с тонкой косо-волнистой, отчасти сильно срезанной слоистостью. Контакты серий весьма различны. На некоторых знаки ряби, вплоть до крупных (1); на других – валики вдавливания (2); третьи – постепенное, частично через переслаивание (3). Это свидетельствует о динамичной смене локальных условий седиментации, характерной для открытой части приемного водоема.

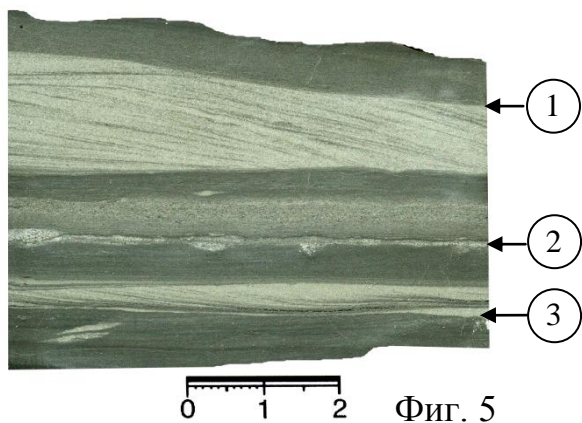
Фиг. 6. Чередование темно-серого алевроаргиллита и светло-серого крупнозернистого алевролита в соотношении 1 : 4 (ритмит), в верхней части образца сменяющееся крупнозернистым алевролитом – тонкозернистым песчаником массивной текстуры. Общая полого-волнистая слоистость, переходящая в линзовидно- и косо-волнистую при погрубении материала.

Фиг. 7. Бимодальное чередование двух резко различающихся типов (ритмит): *a* – темно-серый алевроаргиллит стабильной садки, массивный; *b* – серый крупнозернистый алевролит с тонкой линзовидно-волнистой слоистостью. В верхней серии линза с более крупной размерностью интервала и небольшой нефтенасыщенностью (L).

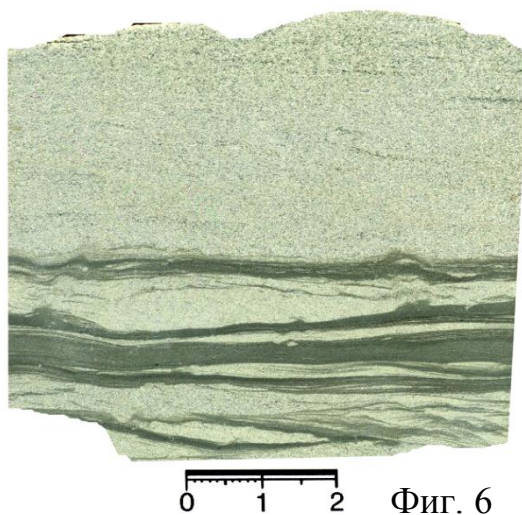
Фиг. 8. Песчаник тонкозернистый, довольно хорошо сортированный. Границы серий толщиной 2-3 см (1 – 4) перекрыты слойками алевроаргиллитов с толщиной первые миллиметры (верхняя имеет толщину до 1 см и сложное внутреннее строение). Слоистость мелкая косо-волнистая, однонаправленная, от S-образной до сильно срезанной вогнутой (мульдообразной); подчеркнута аттритом.

Фиг. 9. Алевролит крупнозернистый, в верхней части (выше стрелки) с прослоями и примесью мелкозернистого алевролита; в нижней – до тонкозернистого песчаника. Слоистость (соответственно) от тонкой косо-волнистой до неотчетливой косой. Единичные ходы *Teichichnus* (T).

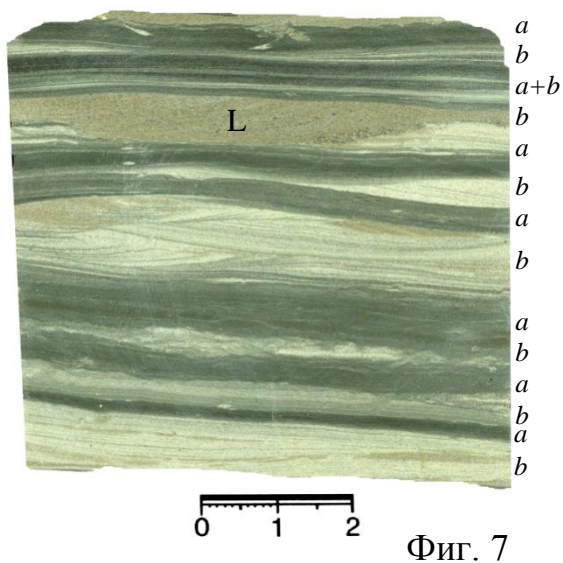
Фиг. 10. Бимодальное сочетание двух резко различающихся типов пород – ритмит. *a* – темно-серый алевроаргиллит стабильной садки, массивный. *b* – тонкозернистый среднесортированный песчаник с мелкой косо-волнистой слоистостью. Верхняя серия залегает с неровным контактом и следами крупной волновой (штормовой) ряби, с остроугольным валиком (стрелка) и индексом ряби  $RI = 1,5-4$ .



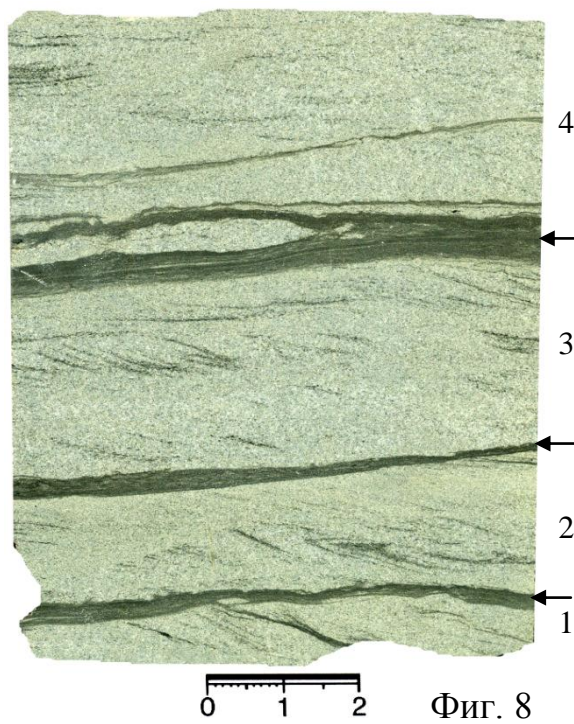
Фиг. 5



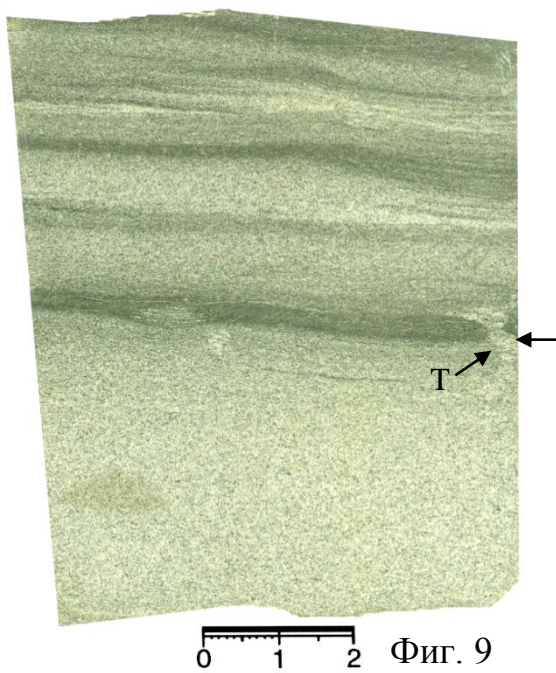
Фиг. 6



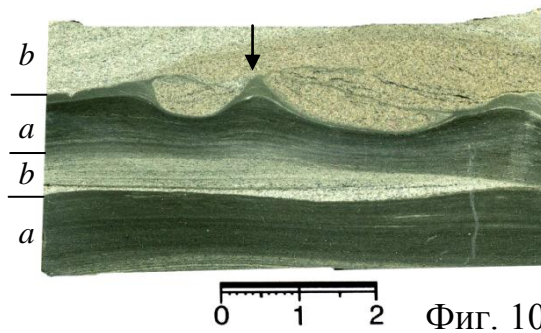
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10

## **Фототаблица XIX. Фация алеврито-песчаных осадков активного подвижного мелководья (дистальные темпеститы) (БМА)**

Фиг. 1. Алевролит мелко-крупнозернистый, хорошей садки. Слоистость косо-волнистая, сильно срезанная, разнонаправленная, в нижней части образца с послойными взмучиваниями. Темпестит.

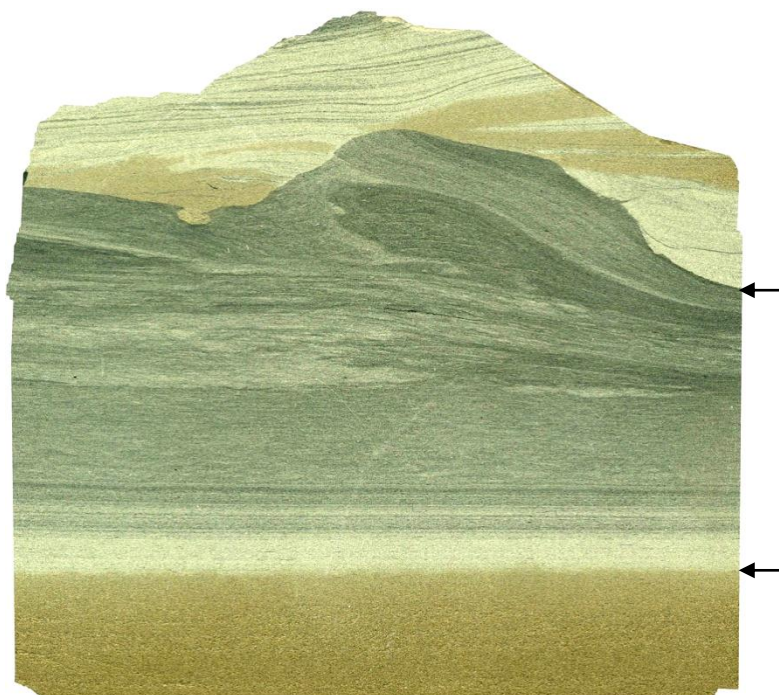
Фиг. 2. Нижняя часть – тонкозернистый хорошо сортированный массивный нефтенасыщенный песчаник. Между стрелками – крупнозернистый хорошо сортированный алевролит. Снизу вверх, начиная с середины интервала, горизонтальная слоистость сминается послойными смещениями, завершаясь (по верхней стрелке) бугорчатой слоистостью, присущей темпеститам. Выше залегает хорошо сортированный очень тонкозернистый песчаник с тонкой косоволнистой слоистостью.

Фиг. 3. Песчаник тонкозернистый – алевролит крупнозернистый, хорошо сортированный. Мелкая косо-волнистая сильно срезанная слоистость; по левому срезу – до перекрестной, с разнонаправленным падением и изменением углов до 20°. В нижней части асимметричная рябь подводного течения с индексом RI около 1 : 10. Слоистость подчеркнута тонкой органикой.

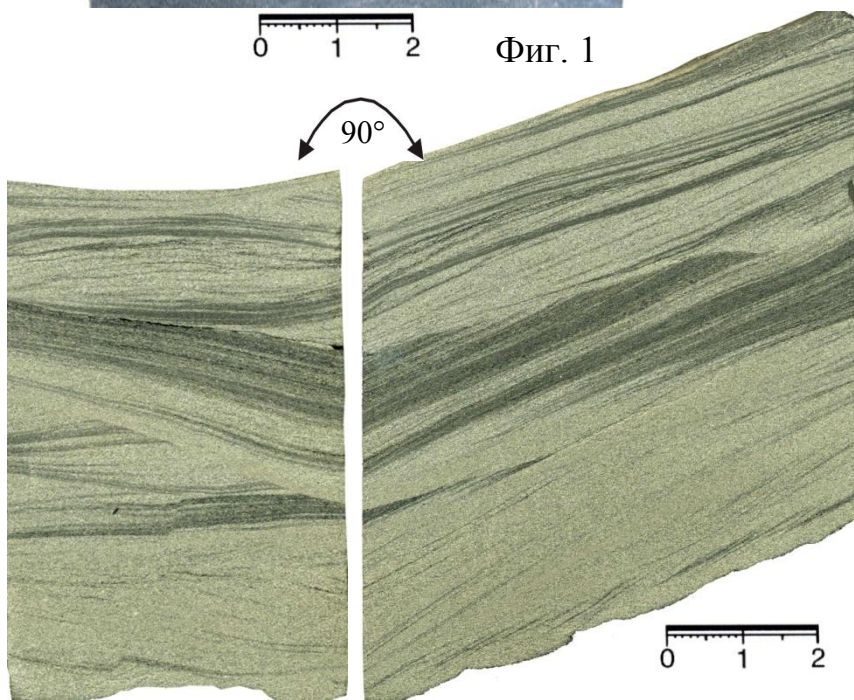
Фиг. 4. Песчаник тонкозернистый среднесортированный. Высокодинамичная косо-волнистая сильно срезанная (мульдообразная) слоистость с изменением углов падения слоев и их серий до 15-30°. Выпуклая линза алевролита (L) на контакте серий.



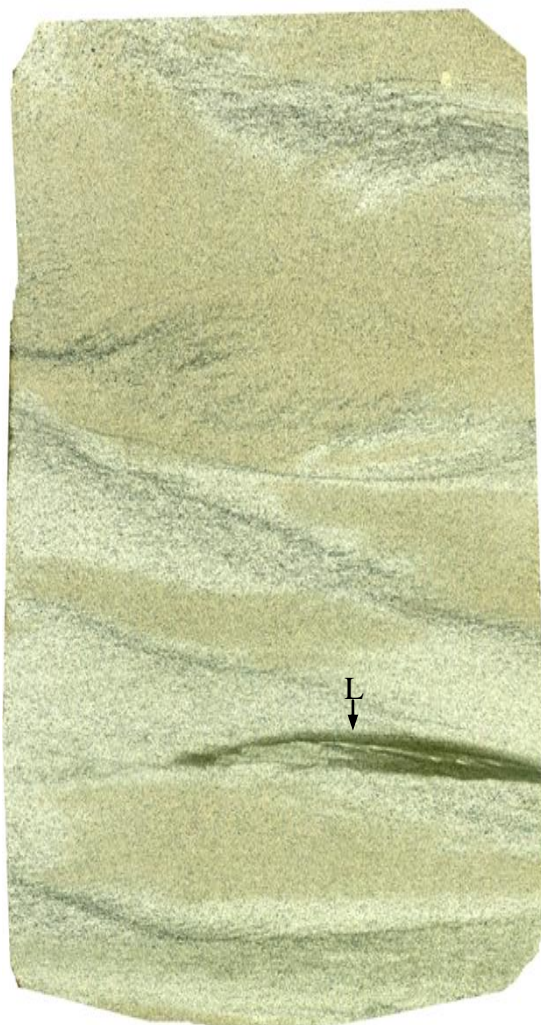
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## Фототаблица XIX. Фация БМА (окончание)

Фиг. 5. Нижняя часть – мелко- и крупнозернистый алевролит в неравномерном переслаивании. В самом низу – сингенетические ступенчатые сбросы (S). Верхняя часть (между стрелками) сильно биотурбирована. Между двойными стрелками, фиксирующими диастемальные перерывы, – переходный слой из трех серий (в плоскости образца): 1 и 2 – косоволнистой сильно срезанной мультислойной слоистости в крупнозернистом алевролите, 3 – массивного алевроаргиллита. В целом определяет бугорчатую слоистость.

Верхняя часть – хорошо сортированный очень тонкозернистый полойно слабонефтенасыщенный песчаник. Слоистость тонкая полого(косо)-волнистая; нарушена постдиагенетическими микросбросами (S) с углами падения до противоположных (микрограбен g).

Фиг. 6. Песчаник тонко-мелкозернистый, сортировка до хорошей. Первичная тонкая полого-волнистая слоистость сильно нарушена в раннедиагенетическую стадию. Нарушения выражены как в виде конволютного смятия (нижняя часть образца), так и в виде послойных (двойная стрелка по правому краю) и вертикальных (верхняя часть: S) смещений.

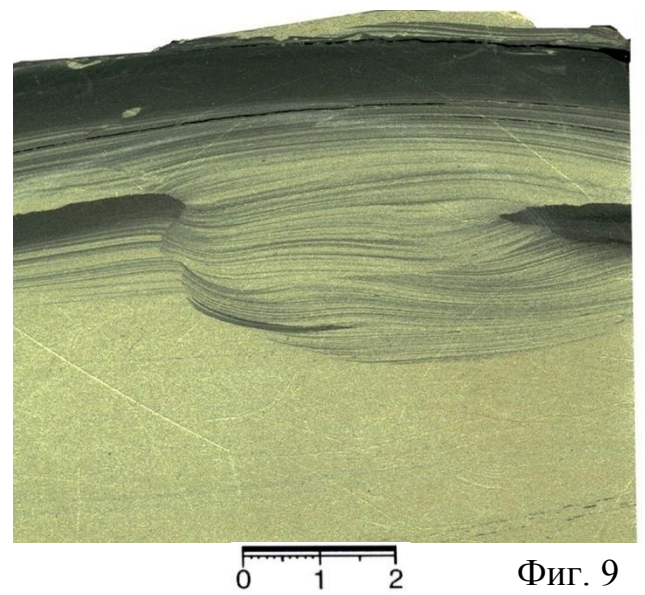
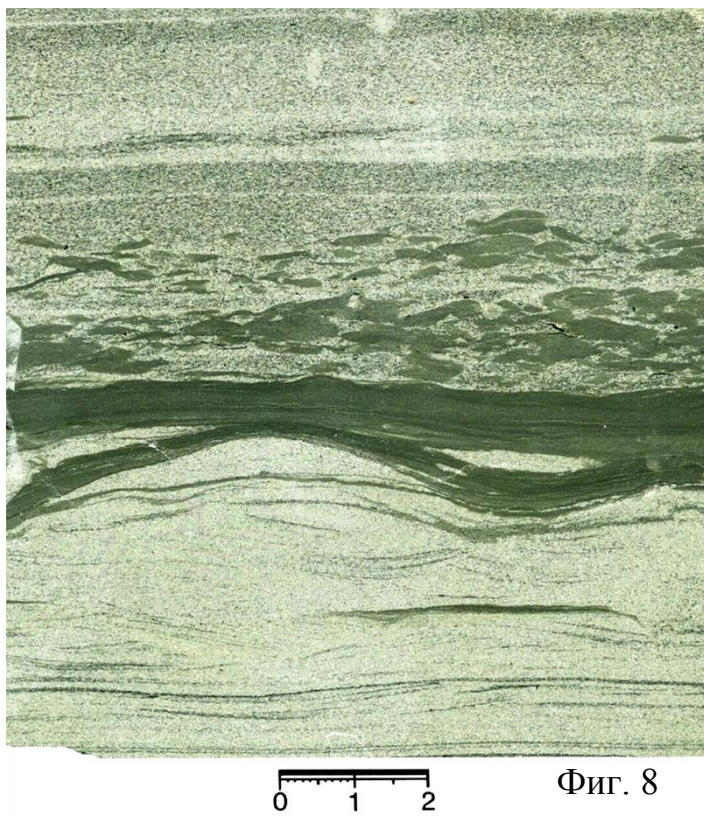
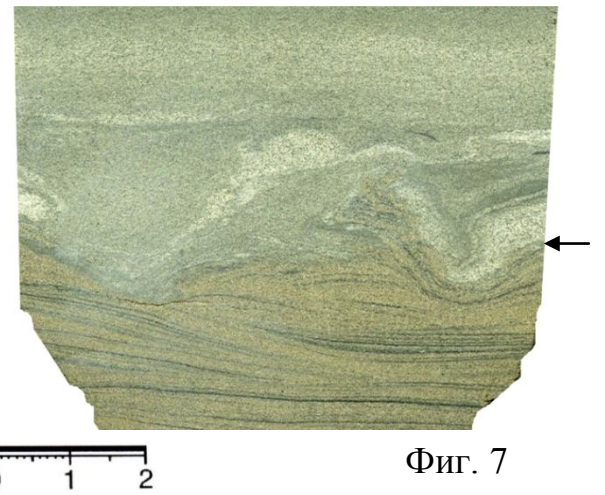
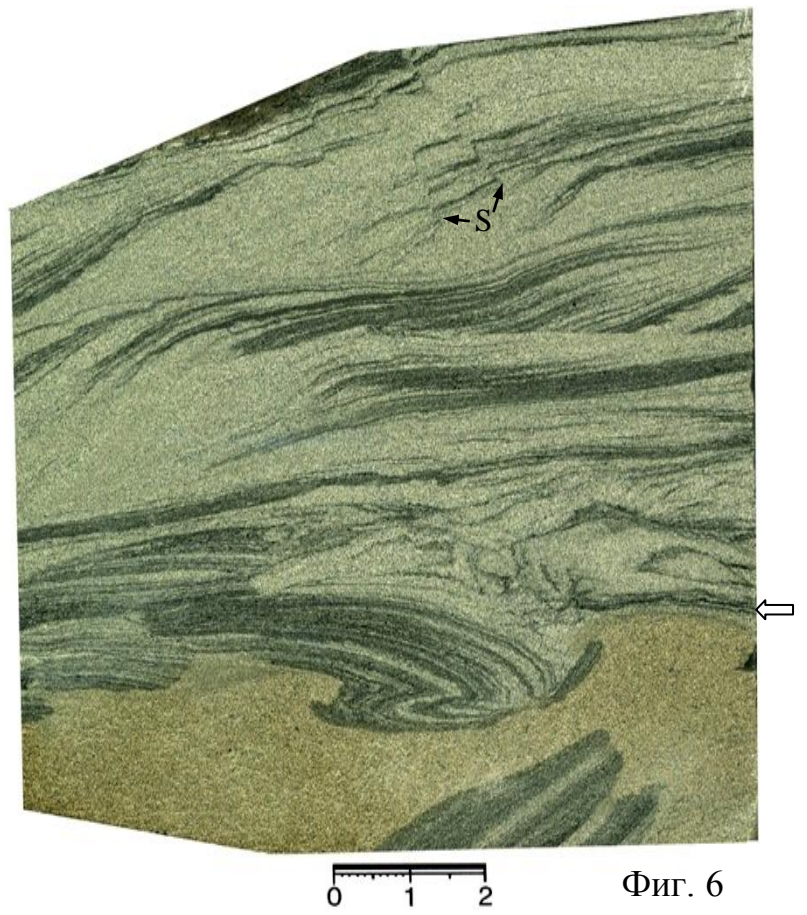
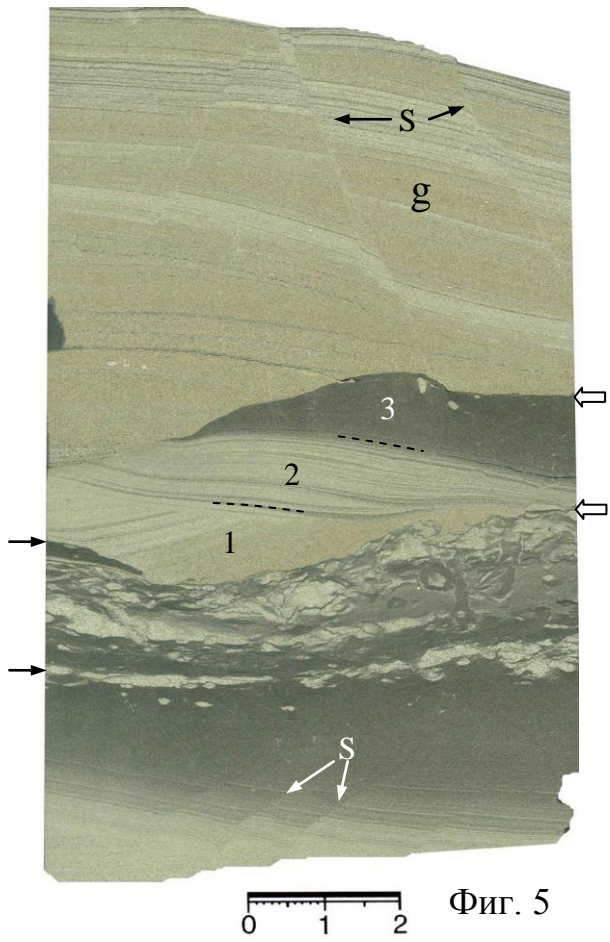
Фиг. 7. Песчаник тонкозернистый, довольно хорошо сортированный. В нижней части (ниже стрелки) тонкая вогнутая косо-волнистая слоистость, с небольшим количеством аттрита. Верхняя часть слегка карбонатизирована. По контакту активное взмучивание и вихревые текстуры, с облеканием осветленным материалом.

Фиг. 8. Песчаник тонкозернистый (нижняя часть образца), хорошо сортированный, с тонкой косо-волнистой (флазерной) слоистостью, подчеркнутой небольшим количеством алевроитового материала. Двухэтапно «запечатан» алевроаргиллитом: вначале слойком, облекающим волновую рябь с индексом  $RI = 1 : 6$ , а затем, после заполнения углублений в этой ряби, ровным довольно толстым (5-8 мм) слойком, в правой части сливающимся воедино с первым.

В верхней части образца вначале небольшой переувлажненный ранее сформированных отложений с формированием квази-«пуддинговой» текстуры за счет включения значительного количества послойно ориентированных уплощенных окатанных (3 балла) литокластов размером до 2-3 мм. Основная часть – тонкозернистый песчаник средней (до хорошей) сортировки с тонкой косо-волнистой слоистостью, подчеркнутой аттритом. Фация БДА (нижняя часть с литокластами – микромодель фации БДП).

Фиг. 9. Крупнозернистый хорошо сортированный алевролит со слабо отчетливой косоволнистой слоистостью. В верхней части два довольно толстых контрастных слоя темно-серого алевроаргиллита. Нижний из них взвихрен водоворотной ямкой шириной 4 и глубиной 2 см (в плоскости образца). Отчетливое многоэтапное выпадение взмученного тонкого материала из взвеси, образованной mini-штормовым процессом.

Фототаблица XIX (окончание)





**Фототаблица XX. Фация песчаных осадков сильноподвижного мелководья (бары) (БМБ)**

Фиг. 1. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный, массивный.

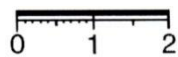
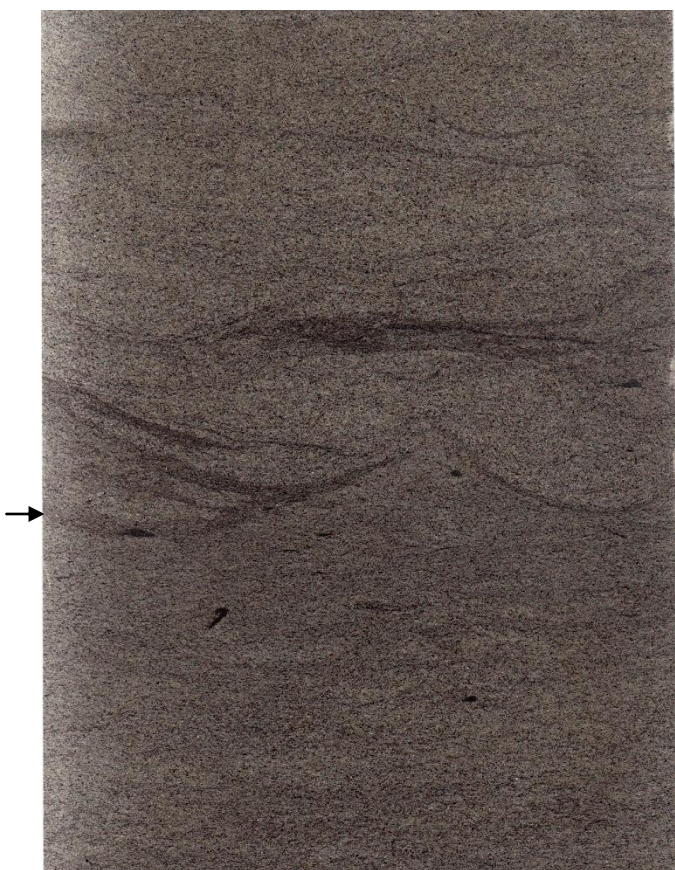
Фиг. 2. Песчаник мелкозернистый. Сортировка материала от средней до хорошей. Слабо отчетливая косо-волнистая сильно срезанная (мульдообразная) слоистость, по большей части обусловленная изменением гранулометрического состава. По стрелке – знак достаточно крупной волновой ряби с индексом  $RI = 5$ .

Фиг. 3. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный. Косо-волнистая сильно срезанная слоистость, обусловленная изменением размерности частиц, со взмучиваниями в средней части образца.

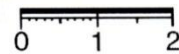
Верхние 3 см – тонкозернистый песчаник с тонкой косою слоистостью, срезающей под углом  $30^\circ$  нижележащие отложения (фация БДА).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

## Фототаблица XX. Фация БМБ (окончание)

Фиг. 4. Песчаник мелкозернистый, среднесортированный. Слоистость от косо-волнистой до косой, в нижней и центральной частях образца подчеркнута крупным детритом и нитевидными растительными остатками. На контакте крупных серий (по стрелке) сглаженные знаки ряби с индексом  $RI = 1:5 \div 1:10$ . Здесь внутрислоевая диастема.

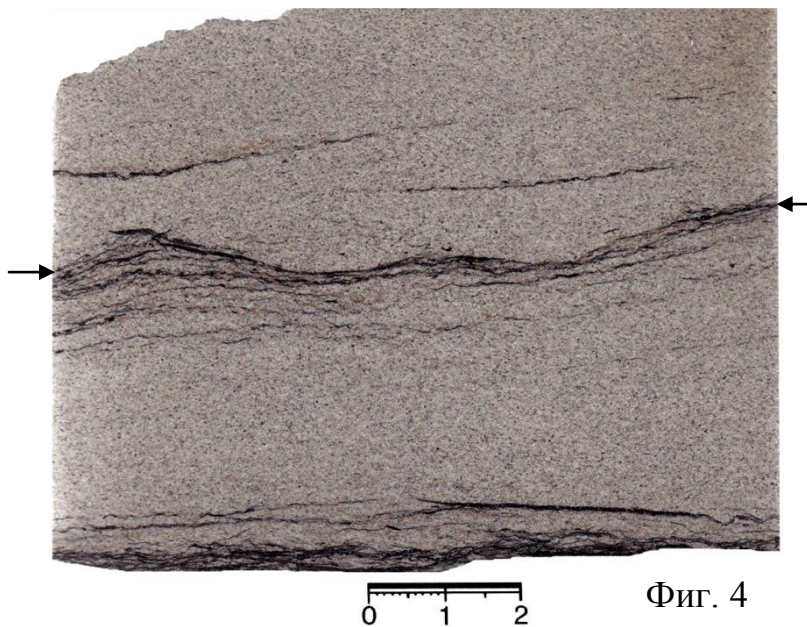
Фиг. 5. Песчаник тонкозернистый с примесью мелкозернистого материала, довольно хорошо сортированный. Преимущественно линзовидно-волнистая (флазерная) слоистость, частично переходящая в косо-волнистую. Подчеркнута аттритом и зернами с ожелезнением (коричневое). Нитевидные растительные остатки (R).

Фиг. 6. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный, массивный. Между стрелками прослой мелкозернистого алевролита толщиной, изменяющейся от 2,5 до 5 см. Нечетко слоистый, с большим количеством ходов илоедов *Planolites*. Ходы питания бентических полихет или других червеобразных организмов. Концентрические, мелкие светлые пятна в илистом осадке, характеризующие осадок, переработанный подвижными эндобионтами. Здесь фиксируют кратковременный «выход» в фацию БПВ. Нижний контакт алевролитового прослоя неровный, верхний – с запечатыванием крупной ряби. Это подчеркивает кратковременность такого «выхода».

Фиг. 7. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный, в основной части массивный. Послойные включения литокластов недалекого перемещения (L); канал дальнего отлива (K).

Фиг. 8. Песчаник мелкозернистый, хорошо сортированный. Полуокатанные единичные обломки литокластов (L) до 1 мм. Верхняя часть (2 см) переработана активным послойным взмучиванием тонкозернистого песчаного материала, с формированием оплывин и инъекций («выход» на фацию БМА).

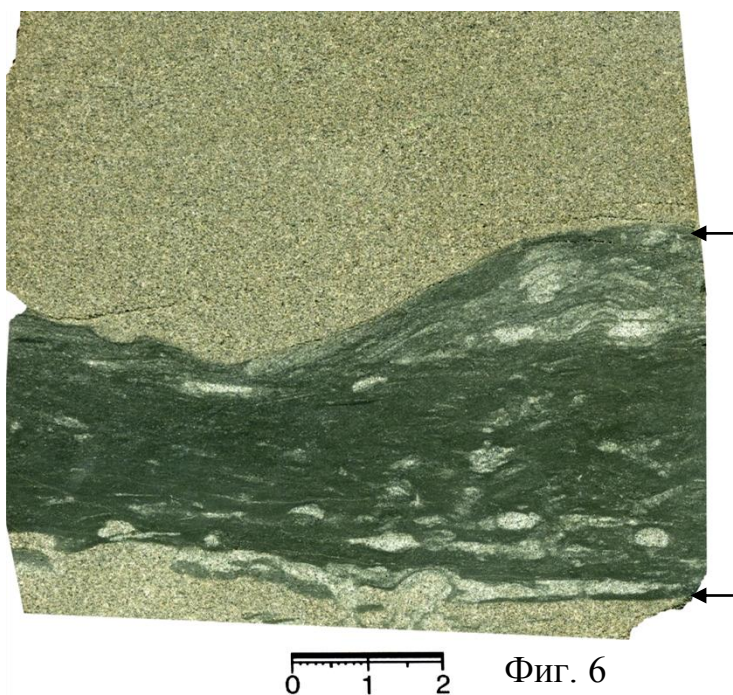
Фиг. 9. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный, массивный. С конседиментационным контактом залегает на мелко-крупнозернистом алевролите нестабильной садки, с вихревой текстурой мелкой ряби (фация БПР – «рябчик»).



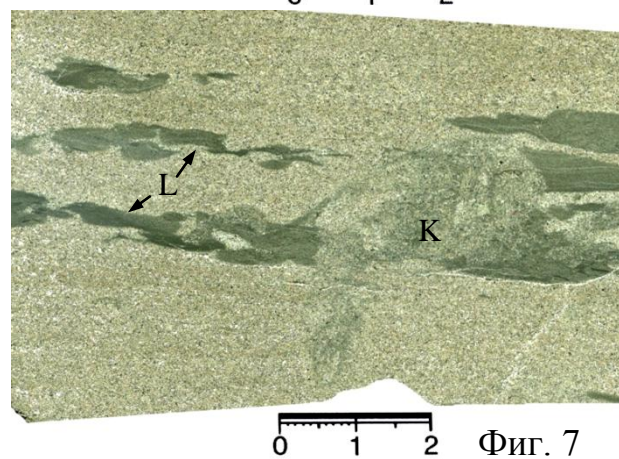
Фиг. 4



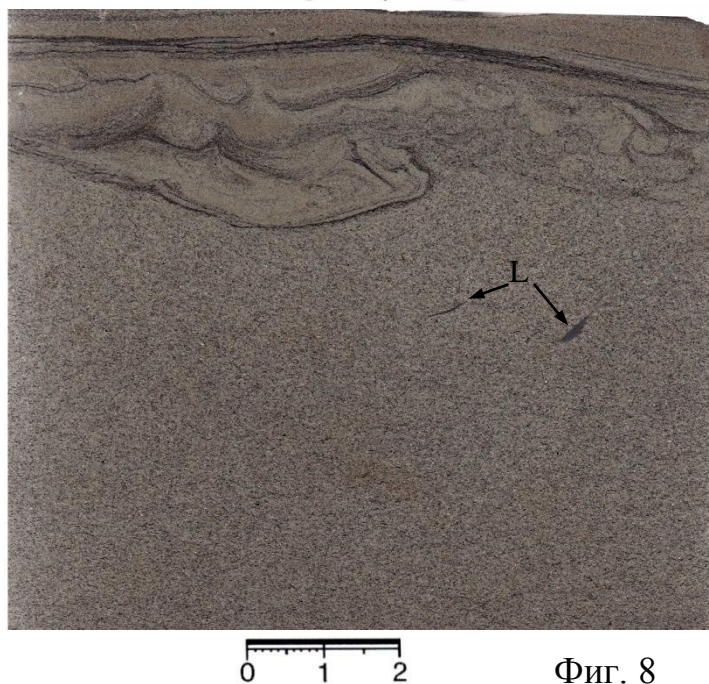
Фиг. 5



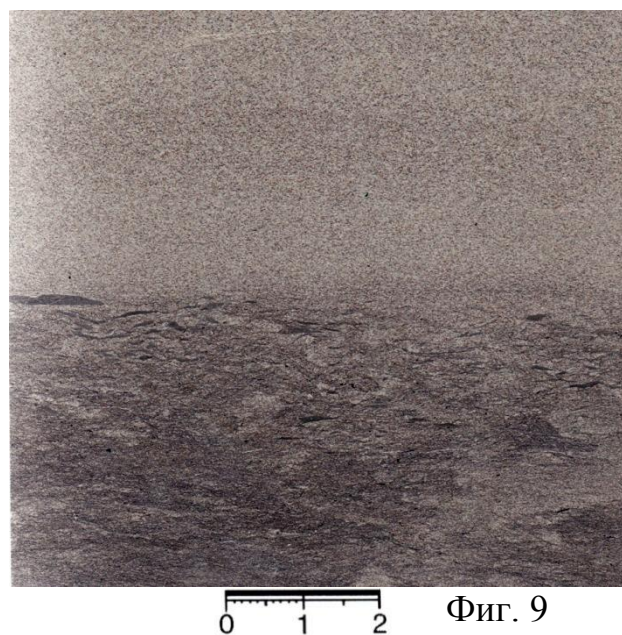
Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 9

## **Фототаблица XXI. Фация алеврито-песчаных осадков дальней зоны подвижного мелководья (БМП)**

Фиг. 1. Мелко-крупнозернистый алевролит, в основной части достаточно хорошей садки и почти массивный.

В нижней части контактирует, а в верхней содержит прослой тонкозернистого, хорошо сортированного песчаника с внутренней косо-волнистой слоистостью. Контакты неровные, взвихренные, с оплывинами и взмучиваниями (характерные для фации БУО).

Фиг. 2. Алевролит мелкозернистый, хорошо сортированный. Горизонтальная слоистость с намечающейся в средней части образца ритмичностью (границы серий показаны стрелками).

Фиг. 3. Верхняя часть образца – алевролит мелкозернистый, стабильной садки, до массивного. Расплывчатые прерывистые знаки ряби, выделяющиеся по осветленному материалу.

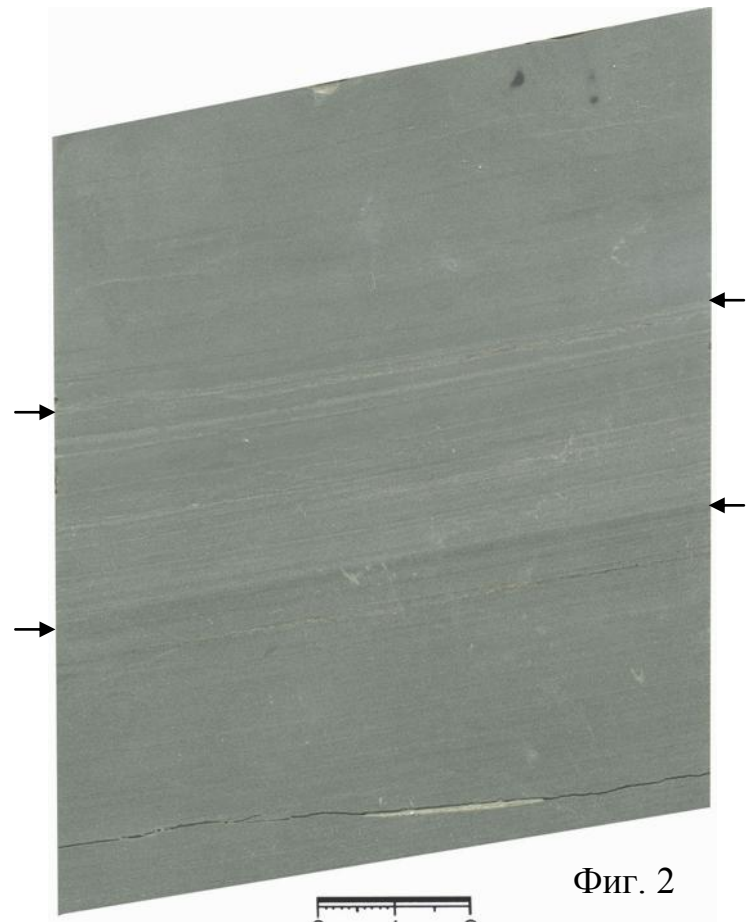
С четким контактом (по стрелкам), имеющим характер надвига, судя по завороту слоев Z, (справа налево в плоскости образца) залегает на тонкозернистом песчанике, обладающем достаточно хорошей сортировкой и первичной полого-волнистой слоистостью.

Фиг. 4. Переход от открытой части бассейна в нижней части образца (мелкозернистый массивный алевролит фации БУГ) к собственно фации БМП (верхняя часть образца). Последняя представлена крупнозернистым хорошо сортированным массивным алевролитом.

Собственно переход (между двумя стрелками) представлен переслаиванием двух выделенных типов, сопровождающимся локальными взмучиваниями и формированием округлых окатышей недалежного переноса (L).



0 1 2 Фиг. 1



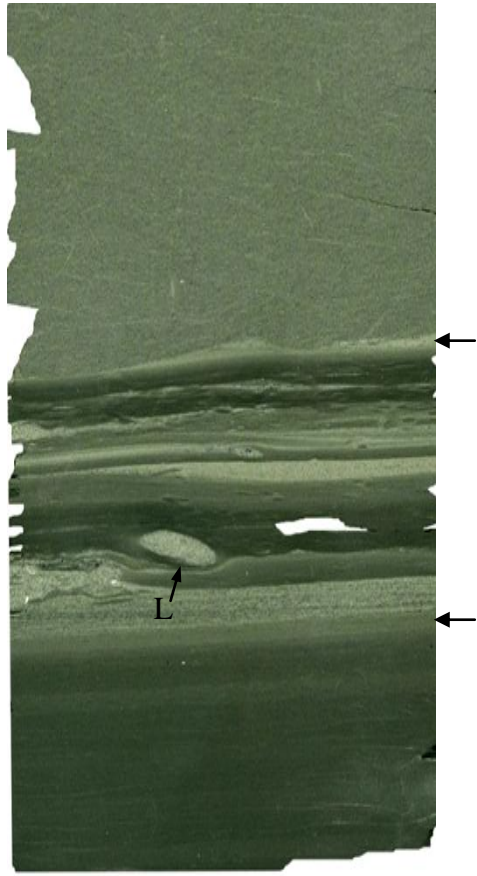
Фиг. 2

0 1 2



Фиг. 3

0 1 2



Фиг. 4

0 1 2

## Фототаблица XXI. Фация БМП (окончание)

Фиг. 5. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, с тонкой косо-волнистой слоистостью. В нижней части образца последовательно, постепенно переходит в крупнозернистый и в самом низу – довольно резко в мелкозернистый алевролит. Контакты со знаками волновой ряби, вплоть до относительно крупной. Обилие *Phycosiphon* (ихнофация *Cruziana*, на переходе к *Nereites*).

Фиг. 6. Алевролит мелкозернистый; в верхней половине образца с примесью крупноалевритового материала. Стабильная садка, почти массивный. Редкие слои соответствуют горизонтальной слоистости. Обилие *Phycosiphon*: серпообразно-извилистые, заполненные черным веществом ходы с ореолами светлого алевролита, принадлежащие червеобразным организмам (Goldring et al., 1991). Ходы систематического питания мелких червей, присущие морскому бассейну.

Фиг. 7. Алевролит мелкозернистый, стабильной садки. Слабо отчетливая полого-волнистая слоистость. Обилие *Phycosiphon*. Верхние 1,5 см – массивный алевроаргиллит фации БУГ.

Фиг. 8. Мелко-крупнозернистый алевролит достаточно хорошей садки, с повышенной гидродинамикой (отголоски «штормовых» волнений). В нижней части образца – текстуры оплывания; в верхней – обилие *Phycosiphon*.

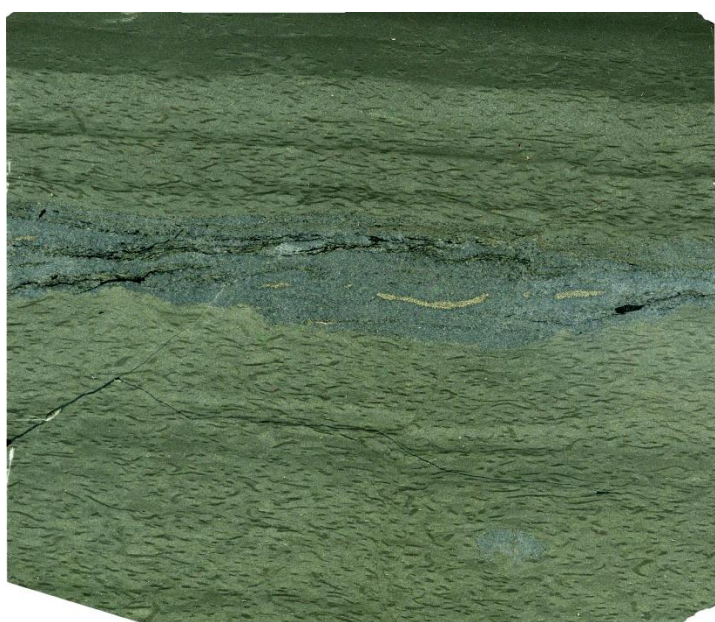
Фототаблица XXI (окончание)



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



## МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НАИБОЛЕЕ УДАЛЕННОЙ ОТ ПОБЕРЕЖЬЯ ЧАСТИ БАССЕЙНА (БУ)

### Фототаблица XXII. Фация алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна (БУГ)

Фиг. 1. Алевроаргиллит серый, стабильной садки, массивный. Поверхности скола и трещины вертикального кливажа неровные, угловато-ступенчатые.

Фиг. 2. Алевроаргиллит темно-серый, стабильной садки. Тонкая неравномерная горизонтальная слоистость, с намечающейся ритмичностью в отдельных частях образца (толщины серий около 1 см).

Фиг. 3. Алевролит мелкозернистый, хорошей садки, с неотчетливой текстурой квазивзмучивания. Верхняя часть – с сингенетичным перемешиванием поступающего более крупного алевритового материала, создающего текстуру квазирияби. Здесь же окатанные линзы «основного» алевролита (L), переотложенные почти *in situ*. Достаточно глубоководное перемешивание.

Фиг. 4. Алевроаргиллит стабильной садки, в верхней части образца массивный, с микрофауной.

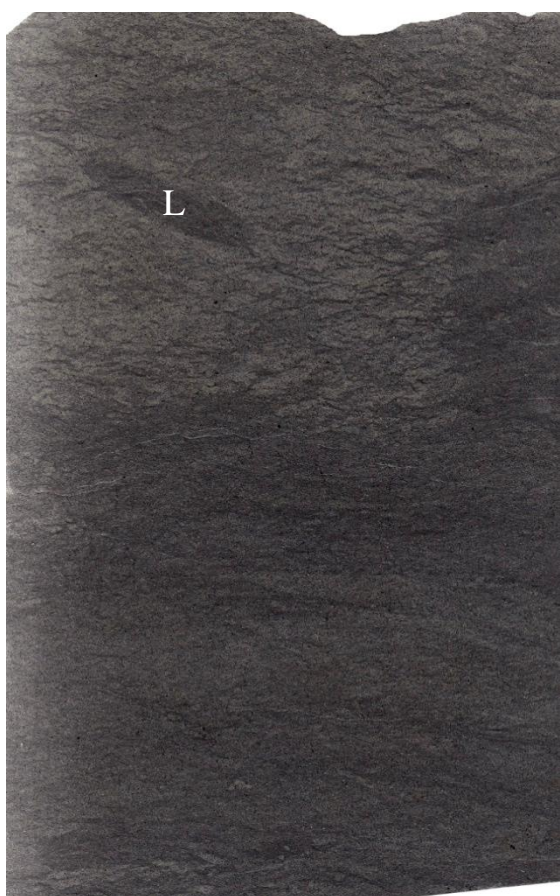
В нижней части образца – крупная оплывина, с формированием плоскости сместителя (показано стрелками). Выше и ниже этой плоскости смятие и будинаж слабokonсолидированного материала.



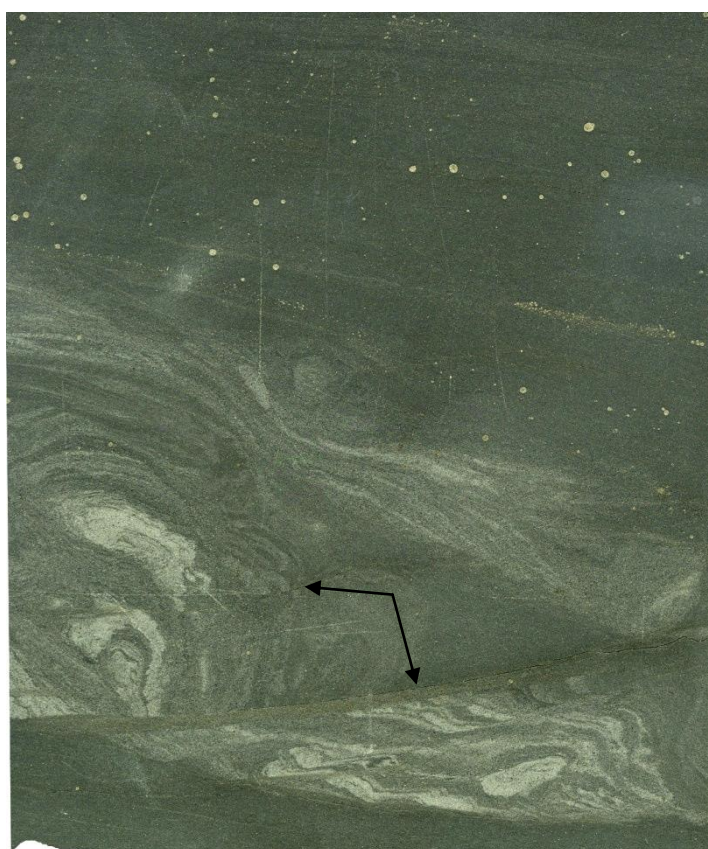
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## Фототаблица XXII. Фация БУГ (окончание)

Фиг. 5. Алевролит мелкозернистый, с примесью крупнозернистого алевритового материала, среднестабильной садки. Неотчетливое наслоение в виде расплывчатой полого-волнистой слоистости. Существенно переработан ходами *Teichichnus*.

Фиг. 6. Алевролит мелкозернистый, слабо карбонатный. При общей стабильной садке имеет «игольчатую» текстуру за счет ксенохтонных остроугольных линзочек более темного алевроаргиллита с размерами в доли миллиметра. На правом срезе осветленное пятно с неправильно-округлой формой, повышенной карбонатизации (С).

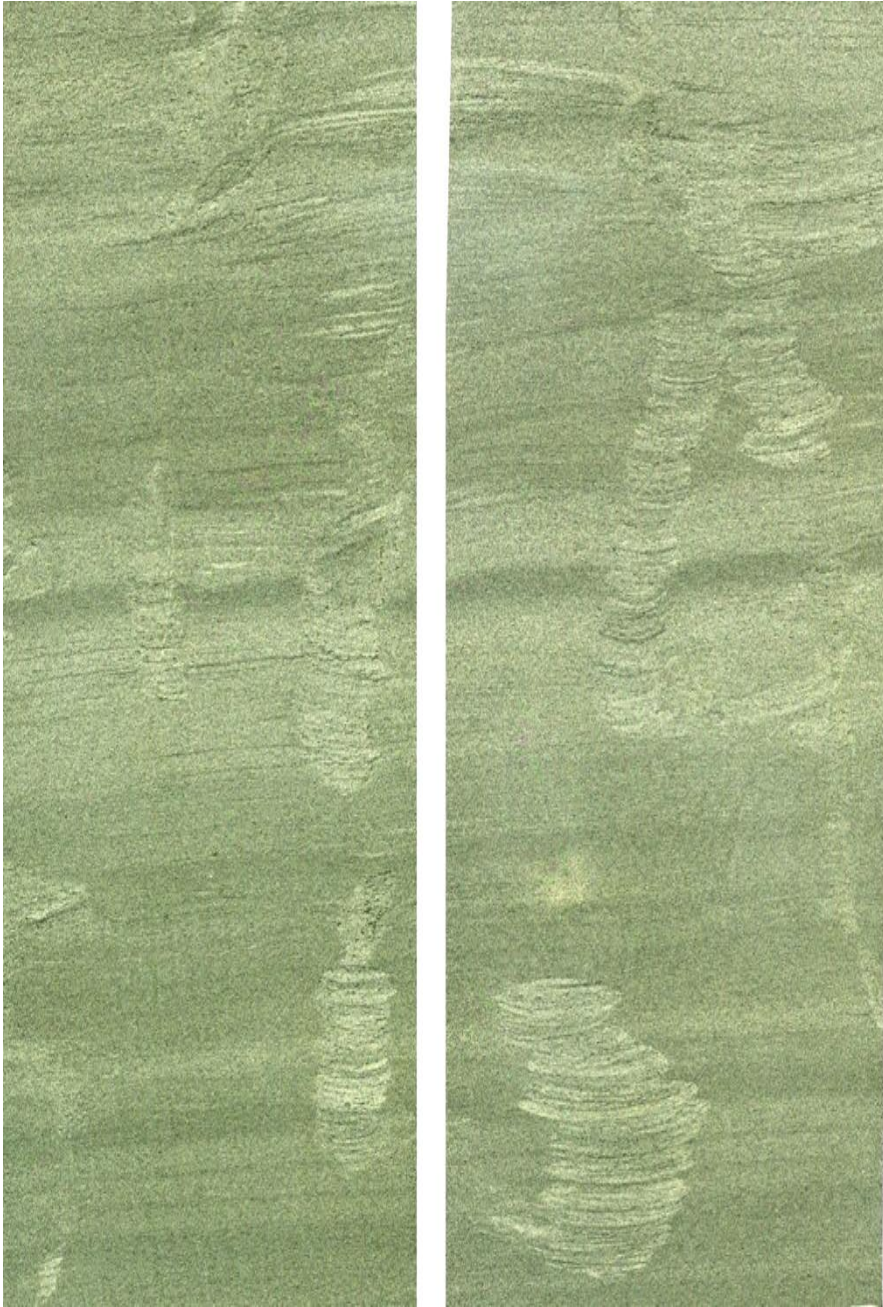
Фиг. 7. Алевролит мелкозернистый, хорошей садки, массивный. В центре – идеально круглая конкреция марказита, сформировавшаяся в центре «облакоподобного» стяжения крупноалевритового материала, с текстурами внутреннего сингенетического взмучивания.

Фиг. 8. Алевроаргиллит хорошей садки, массивный (фото по наслоению). Неопределимые остатки двустворчатых моллюсков *Entolium sp. ind.* («давленная ракушь»).

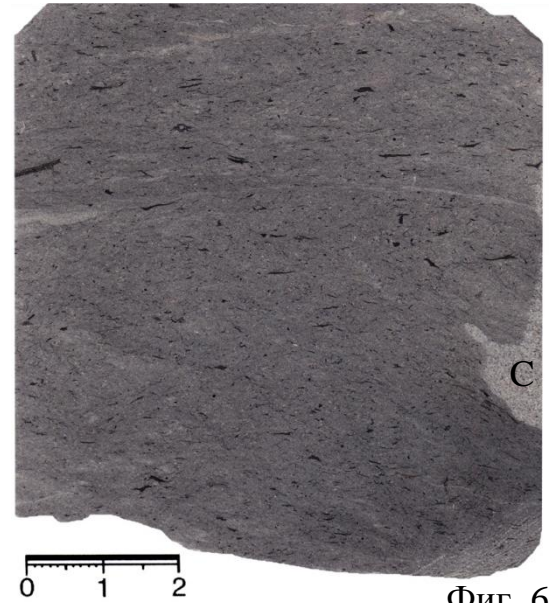
Фиг. 9. Алевроаргиллит хорошей садки (верхняя часть образца). Тонкая полого-волнистая слоистость. С глубоким перерывом (показан стрелкой) залегает на бимодальном сочетании мелко- и крупнозернистого алевролитов с весьма высокой динамикой и *mini*-сбросами (S) фации БПВ.

Крапом выделен интервал с дистальными «отголосками» активности в осадконакоплении.

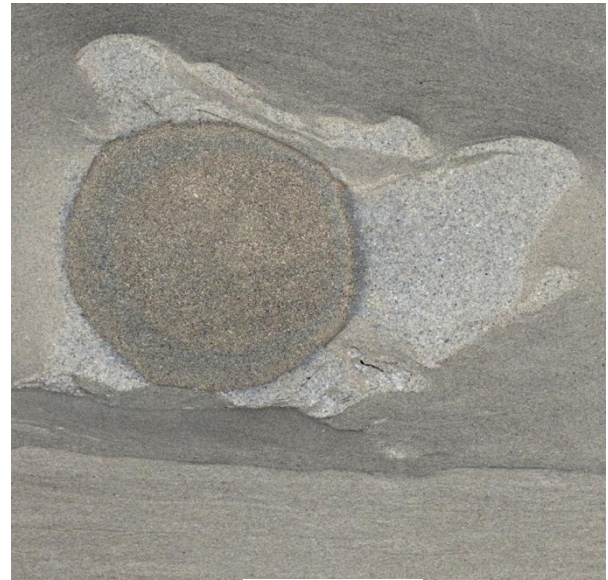
Фототаблица XXII (окончание)



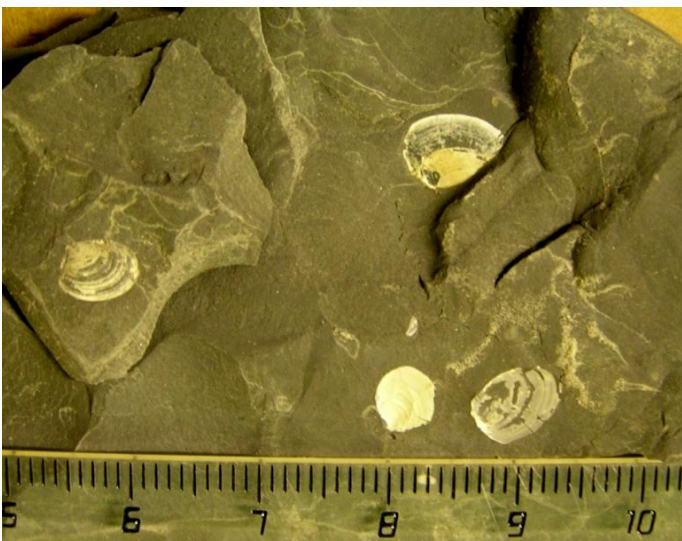
Фиг. 5 0 1 2



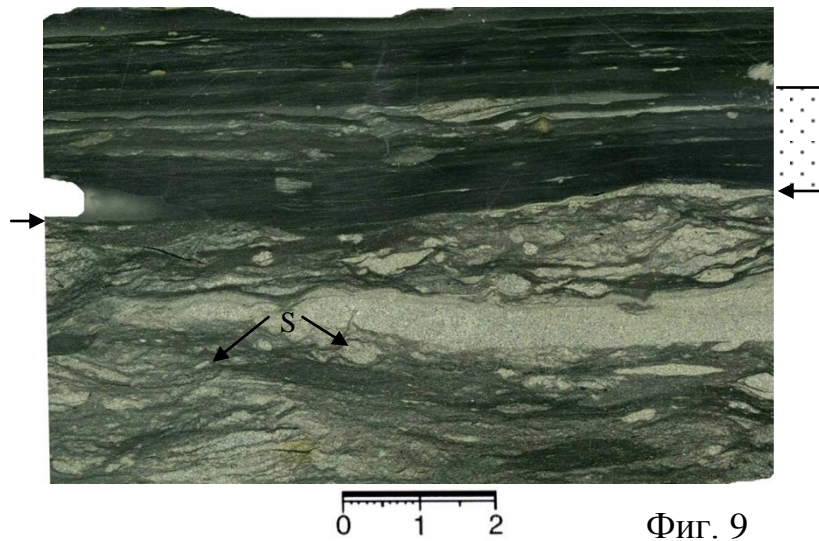
Фиг. 6



Фиг. 7 0 1 2



Фиг. 8



Фиг. 9

### **Фототаблица XXIII. Фация алевроаргиллитовых и песчаных осадков склонов и оползней (БУО)**

Фиг. 1. Алевролит мелко-крупнозернистый, средней садки. Представлен сложнопостроенной оплывиной, «зажатой» между субпараллельными интервалами с видимой толщиной около 2 см каждый, в верхней и нижней частях образца. Последние дают представление о первоначальной текстуре, присущей всему образцу и представленной полого-линзовидно-волнистой слоистостью, подчеркнутой небольшим количеством растительной органики. Оплывина зафиксировала пластичное перемещение слабоконсолидированного материала, с образованием (снизу вверх) фестончатых текстур, квазидиапиров и постепенным выполаживанием в прикровельной части. Вверху – норка *Teichichnus* (Т).

Фиг. 2. Алевролит мелко-крупнозернистый, средней садки. Сплошная оплывина – оползание материала, находившегося в пластичном состоянии, с S-образными изгибами и закручиванием слоев в квази-«колобки».

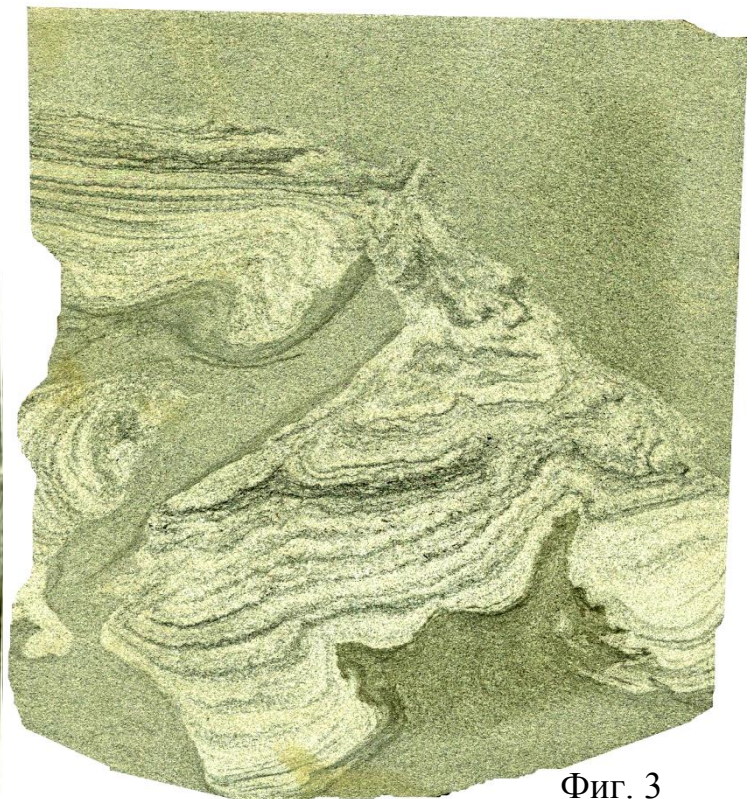
Фиг. 3. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный. В однородной основе – крупномерные оползневые обломки с внутренней флюидоподобной текстурой, представленной смятием первичной полого-косо-волнистой слоистости, подчеркнутой атритом. Перенос слабоконсолидированных обломков фации БМА (?) в суспензионном потоке на относительно недалекое расстояние.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

### **Фототаблица XXIII. Фация БУО (окончание)**

Фиг. 4. Тонко-мелкозернистый песчаник, с довольно плохой сортировкой. Весь образец – сплошная оплывина, с формированием сложных, в том числе S-образных, текстур (левый срез).

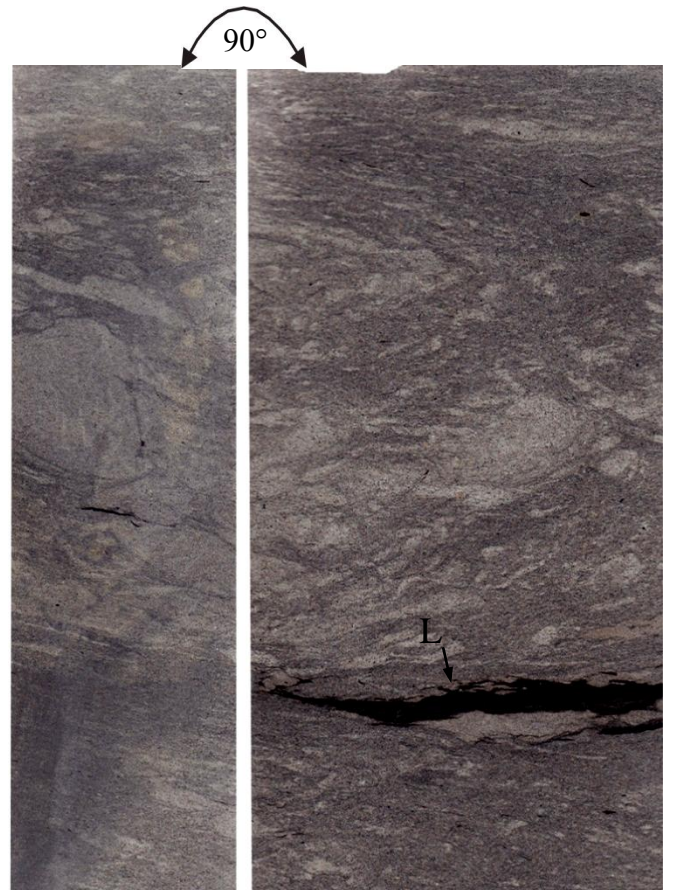
Фиг. 5. Микст – смешение частиц алевроитовой и тонкозернистой песчаной размерностей, вызванное оползневыми процессами. Сортировка материала плохая, текстура хлопьевидная. В нижней части образца - сингенетически перемещенный фрагмент слабодиагенезированного органогенного алевроаргиллита с «вздохмаченными» контактами (L).

Фиг. 6. В мелкоалевритовой основе (матриксе) с массивной текстурой – перемещенные блоки и линзы песчаного состава. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, с тонкой кривой слоистостью, подчеркнутой атритом (фация БДА). В процессе перемещения первичная текстура частью сохранена (верхняя и нижняя части образца), частью сильно деформирована в результате смятия (центральная часть).



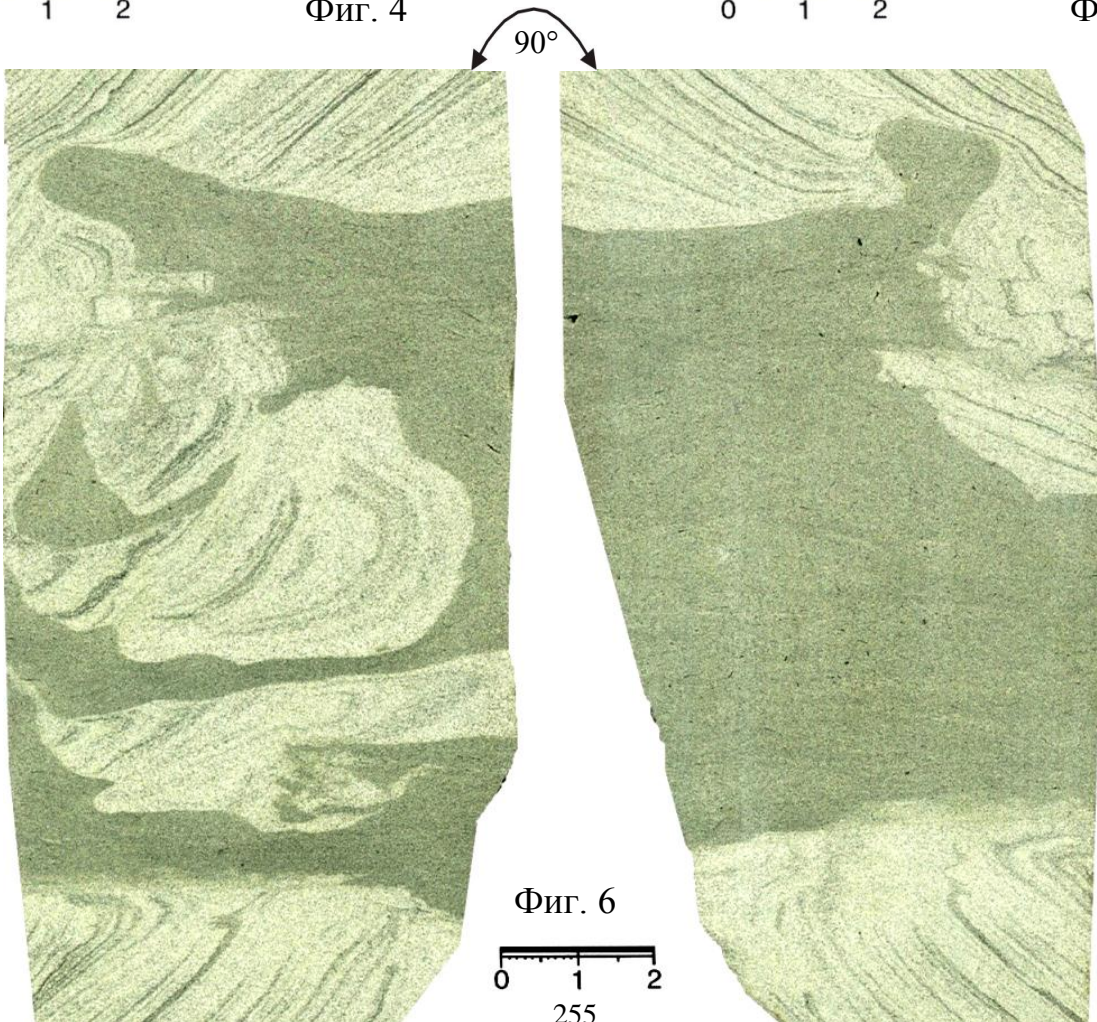
0 1 2

Фиг. 4



0 1 2

Фиг. 5



90°

Фиг. 6

0 1 2



## **Фототаблица XXIV. Фация песчаных осадковых зерновых потоков (БУЗ)**

Фиг. 1. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный, массивный.

Фиг. 2. Песчаник тонко-мелкозернистый. Сортированность материала от средней до хорошей. Тонкая прерывистая косо-волнистая слоистость, обусловленная изменением размерности частиц. Единичные знаки ряби (стрелки).

Фиг. 3. Песчаник тонко-мелкозернистый, хорошо сортированный, массивный, слабо нефтенасыщен. В верхней части образца – до 1 сантиметра осветленного тонкозернистого песчаника с полого-волнистой слоистостью, подчеркнутой аттритом (фация БМП).

Фиг. 4. Песчаник тонко-мелкозернистый, сортированность материала до хорошей. Слоистость косо-волнистая, до сильно срезанной (мульдообразной). «Потоковость» обстановки определяет профиль достаточно крупной (в рамках образца) антидюны. Направление течения слева направо (по стрелке).



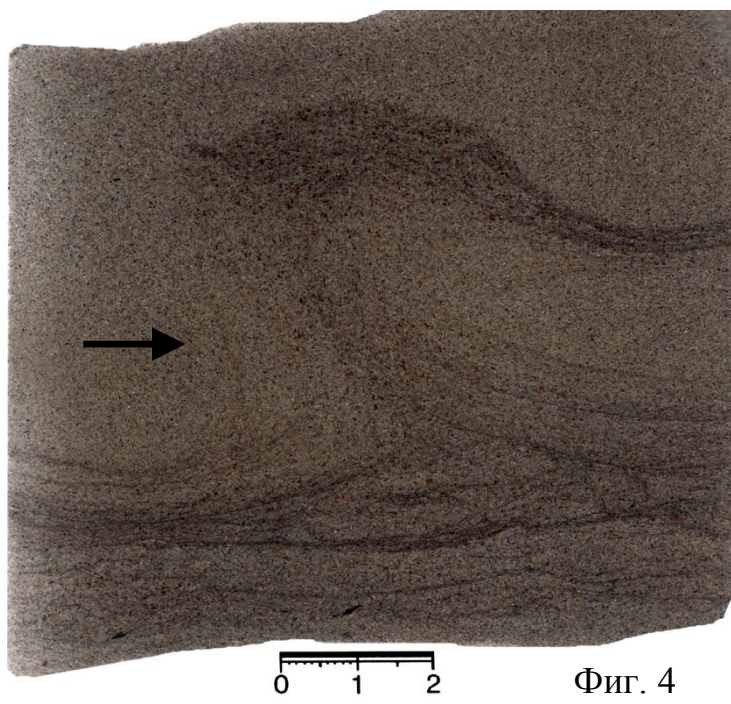
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

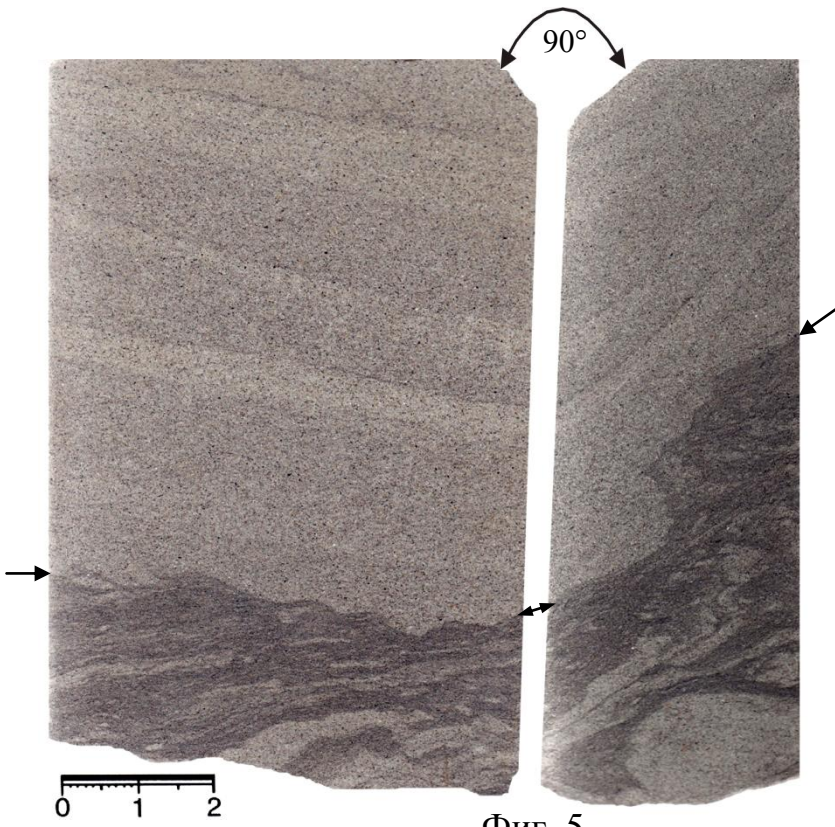
## Фототаблица XXIV. Фация БУЗ (окончание)

Фиг. 5. Основная часть образца – тонко-мелкозернистый песчаник. Сортировка материала от средней до хорошей. Параллельные толстые слойки отражают фрагмент косою однонаправленной слоистости. Данный интервал «запечатывает» (по стрелкам) нижний слой, с сохранившейся сложно-гофрированной текстурой поверхности контакта. Последний представлен тонкозернистым песчаником с первичной полого-линзовидной слоистостью, нарушенной послойными взмучиваниями и смятиями (фация БУО).

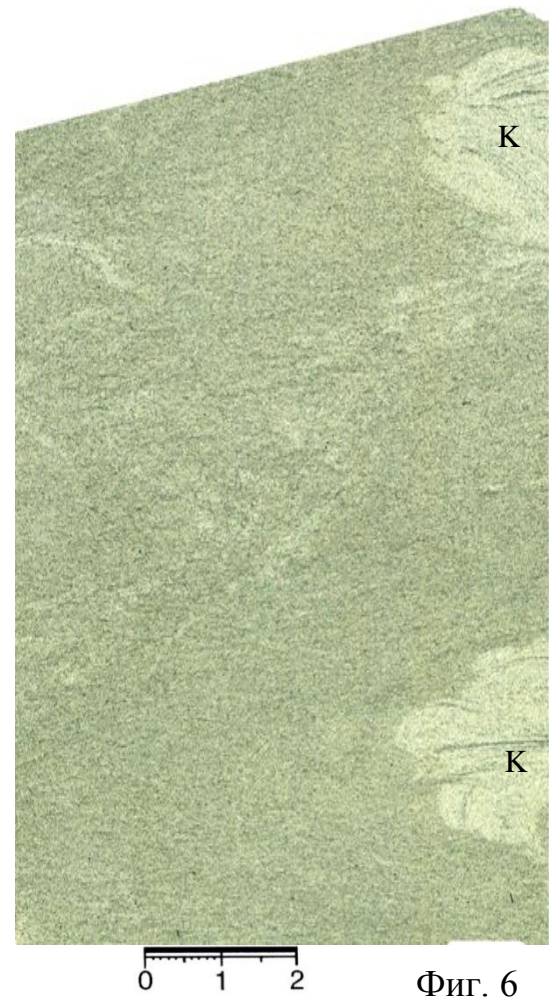
Фиг. 6. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, массивный. Содержит алевритовые «катуны» овальной формы, с неровной поверхностью, наследующей первичную косо-волнистую слоистость (К).

Фиг. 7. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, массивный. Нижняя часть – органогенный алевроаргиллит (баженит). Контакт с отщеплением остроугольной линзочки баженита – своего рода модель начальной стадии формирования «аномального» разреза (АРБ).

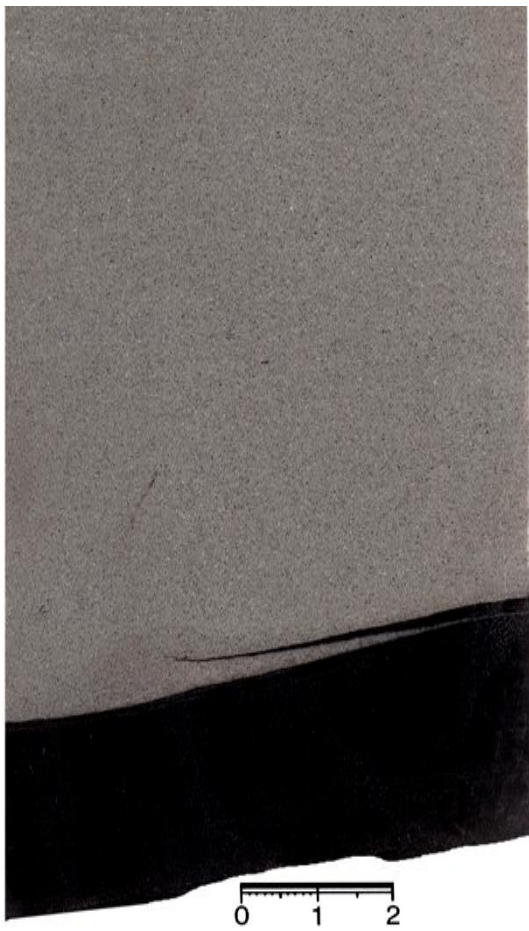
Фиг. 8. Песчаник тонкозернистый, хорошо сортированный, массивный. Рассечен сбросом (S) с углом падения к оси образца  $25^\circ$  и амплитудой смещения 5 см. Последний четко фиксируется обрывками органогенных алевроаргиллитов (баженитов) неправильной формы, которые частично включены непосредственно в зону дезинтеграции толщиной 1-2 мм.



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8

## Фототаблица XXV. Фация пуддинговых осадков «аномальных» разрезов баженовской свиты (БУА)

Фиг. 1. Песчаник тонкозернистый, среднесортированный, с обилием оплывин и взмучиваний. В нижней части образца наблюдается процесс взламывания нижележащих баженитов, путем внедрения послойной инъекции. Выше по образцу неравномерно распределены остроугольные обломки баженитов. Преобладают уплощенные, но есть изометричные формы. Отдельные обломки ориентированы субвертикально, что свидетельствует об их быстром («мгновенном») захоронении.

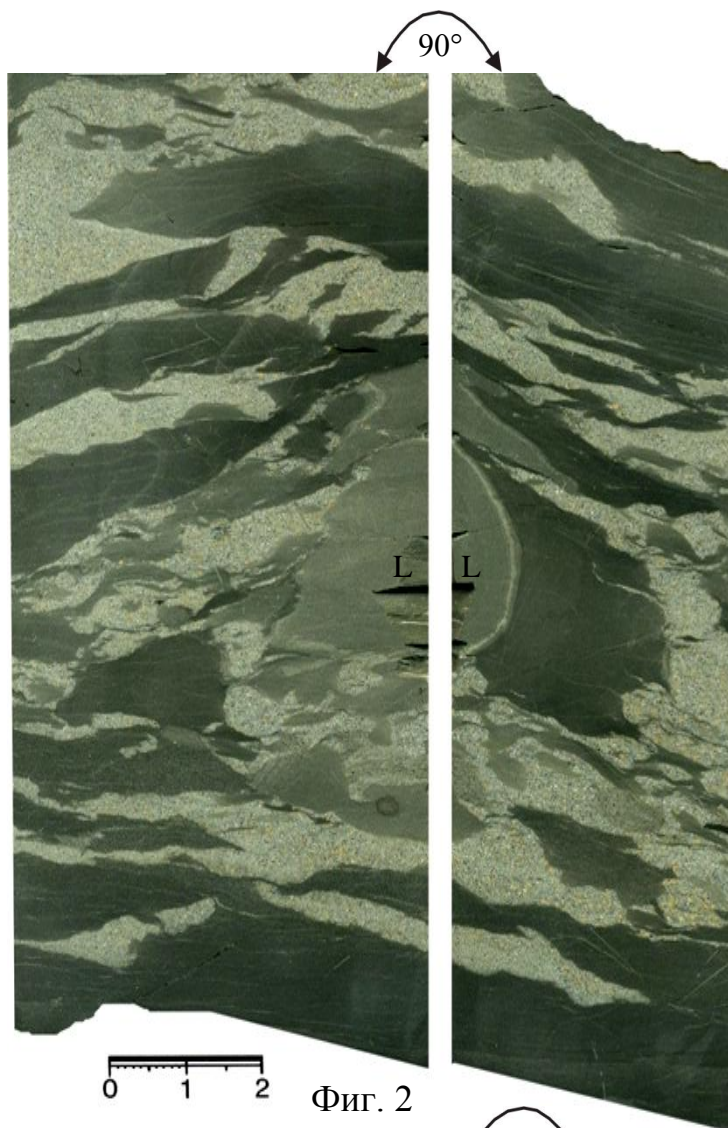
Фиг. 2. «Пуддинговый» песчаник. Достаточно однородная основа (matrix) представлена мелкозернистым сравнительно хорошо сортированным песчаником. В нем содержится до 40 % линз и обломков битуминизированных алевроаргиллитов. При сильно меняющихся размерах они в основном уплощенные (соотношение осей от 1 : 3 до 1 : 10), с неровными, остроугольными окончаниями. В центре – округлая линза серого цвета (L) более дальнего переноса, со светлым окаймлением (карбонатизацией), хорошо заметным в правом срезе.

Фиг. 3. Нижняя часть образца – известковисто-органогенный алевроаргиллит (баженит). Основная часть – будинированный меланж: в известково-алевроаргиллитовой основе (матрикс) динамично-перемешанной текстуры остроугольные обломки и послойные включения баженитов.

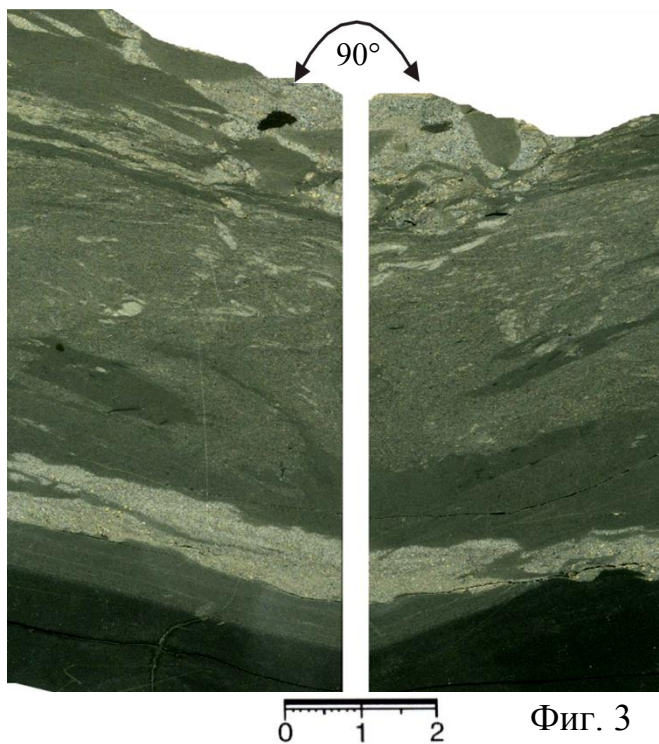
Фиг. 4. Алевроаргиллит органогенный (баженит). В верхней части образца послойная инъекция тонкозернистого песчаного материала. При высокой динамике накопления, его сортировка достаточно хорошая. Внутри прослоя захваченные остроугольные обломки и обрывки баженитов (мини-модель общего строения АРБ). На левом срезе по центру глиняные катуны недалекого перемещения (L), не столько окатанные, сколько «обмятые».



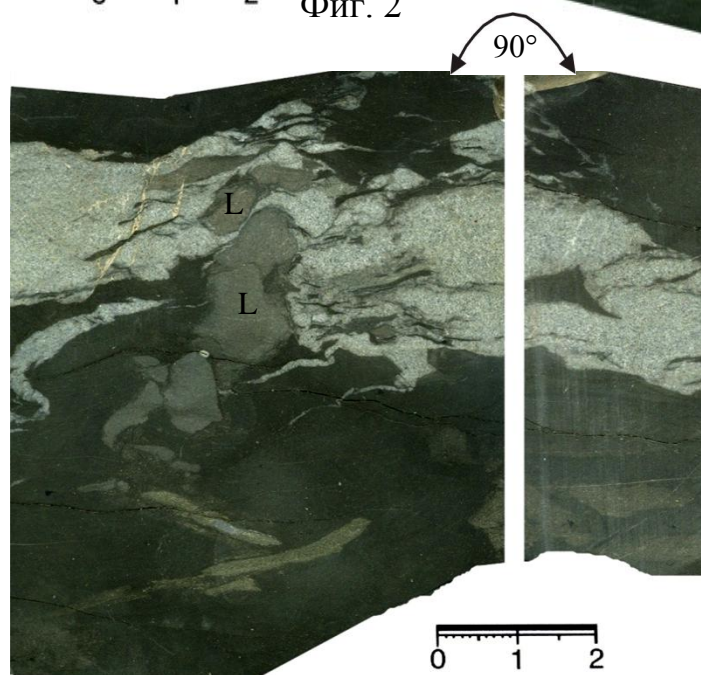
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

## Фототаблица XXV. Фация БУА (окончание)

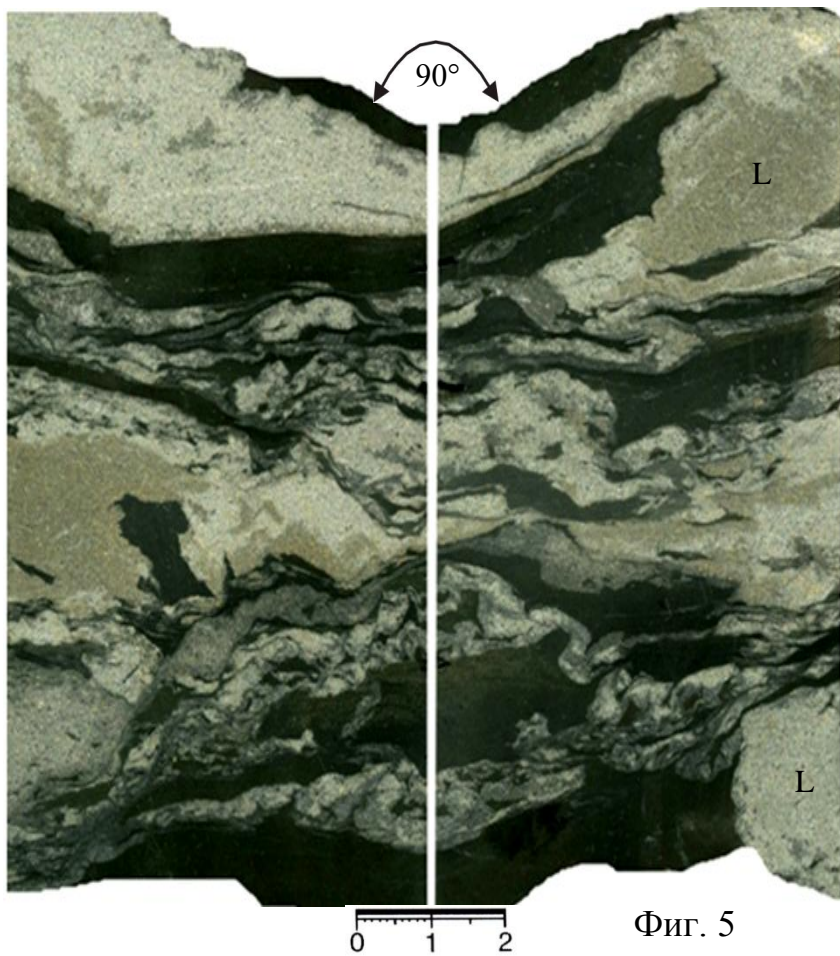
Фиг. 5. Меланжевый песчаник, фиксирующий подводное обрушение некоего уступа в слабо консолидированном рельефе. Собственно песчаник мелкозернистый, довольно плохо сортированный в результате смешения слабосцепленных частиц. Это подчеркнуто пятнистой текстурой песчаных квази-колобков, имеющих размер 1,5-2 см (L). Обрывки алевроаргиллитов черного и темно-серого цвета занимают до 30 % объема, имеют причудливые «махровые» контакты, частично сохраняя уплощенную форму.

Фиг. 6. Основная часть – массивный бажениит. В нем отчетливо выделяется две системы одновозрастных ортогональных трещин, фиксирующих начальную стадию формирования «аномальных» разрезов. Послойные трещины разделяют баженииты на блоки высотой 6 ( $h_1$ ) и 0,5 ( $h_2$ ) см. Вертикальные трещины также имеют полигональную форму (нижняя часть образца). Здесь хорошо видно формирование линз бажениитов, которые при дезинтеграции породы в целом могут переноситься на различные расстояния. Главная трещина (в левой части образца) заполнена небольшими обломками бажениитов, в целом иллюстрирующими механизм формирования наиболее активных примеров АРБ (см. фиг. 1).

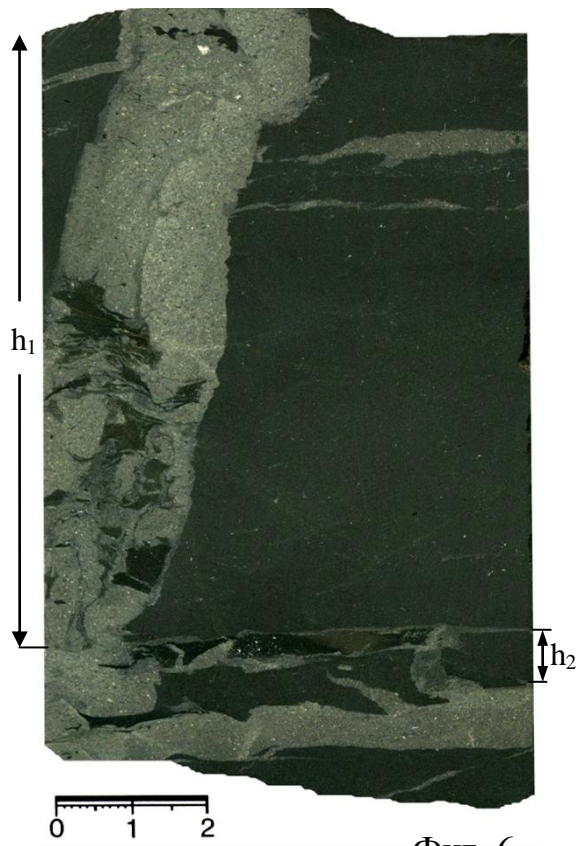
Фиг. 7. Алевроитово-известковистая слабо органогенная порода (бажениит) с расплывчатой линзовидной текстурой. Внизу (между стрелками) – подготовительная стадия к ее расщеплению послойной песчаной инъекцией; вверху – перенос отщепленных остроугольных линз с быстрым округлением формы снизу вверх по разрезу.

Фиг. 8. Нижняя часть образца: тонко-мелкозернистый хорошо сортированный массивный песчаник с единичными литокластами (на левом срезе). Фация БУЗ. Верхняя часть – известково-алевроаргиллитовая органогенная порода (бажениит). Фация БУБ.

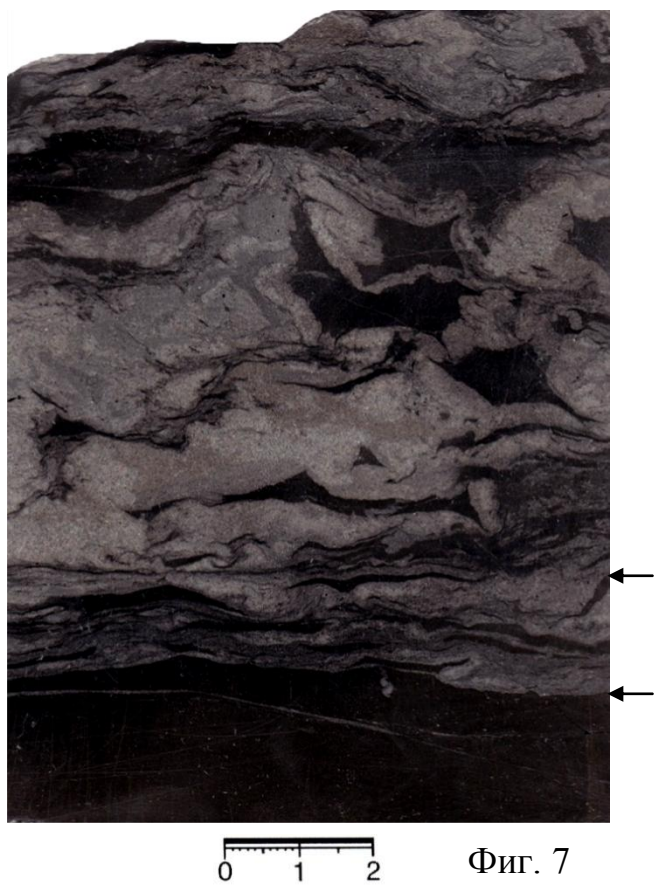
Между стрелками – собственно фация БУА. В песчаном матриксе (от нижнего слоя отличается серым цветом в силу «зараженности» тонким алевроитовым материалом) значительное количество (до 20 %) уплощенных линз и обломков бажениитов близкой размерности (1-3 × 5-20 мм) и остроугольной формы.



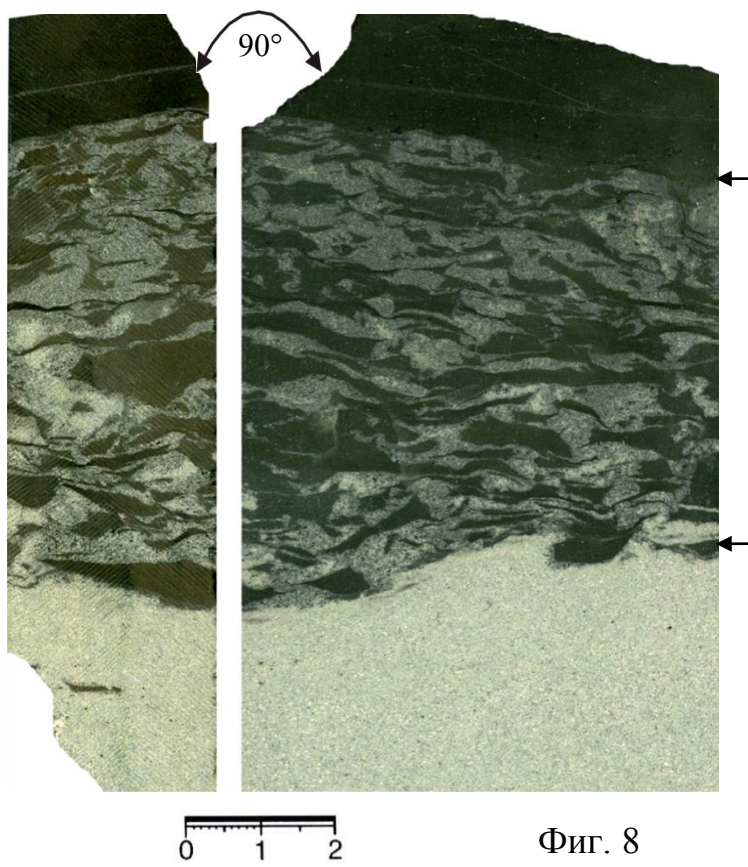
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8



**Фототаблица XXVI. Фация битуминозных осадков (баженитов) наиболее глубоководных областей (БУБ)**

Фиг. 1. Типичный баженит с высоким содержанием  $C_{\text{орг}}$ .

Фиг. 2. Органогенный алевроаргиллит (баженит) с отчетливой относительно равномерно-полосчатой текстурой. Толщина слоев, в разной степени обогащенных органическим веществом ( $C_{\text{орг}}$ ), в основном составляет 2-8 мм.

Фиг. 3. Глинисто-карбонатно-органогенная порода – баженит. Система полигональных – послойных и субвертикальных трещин, заполненных серым алевроитовым материалом. Форма трещин от ровной (для послойных) до червеобразной (для субвертикальных). Начальная стадия формирования аномального разреза (АРБ). В верхней части образца – повышенное содержание  $C_{\text{орг}}$ .

Фиг. 4. Фотография по наслоению. Типичный баженит. Отпечаток аммонита *Dorsoplanites aff. transitorius* Spath. (мулымьинская свита).

Фиг. 5. Фотография по наслоению. Слабо органогенный алевроаргиллит (баженит). Отпечаток *Onichites*.

Фиг. 6. Фотография по наслоению. Слабо органогенный алевроаргиллит (баженит). Отпечаток *Buchia cf. unshensis* (Pavlow).



0 1 2 Фиг. 1



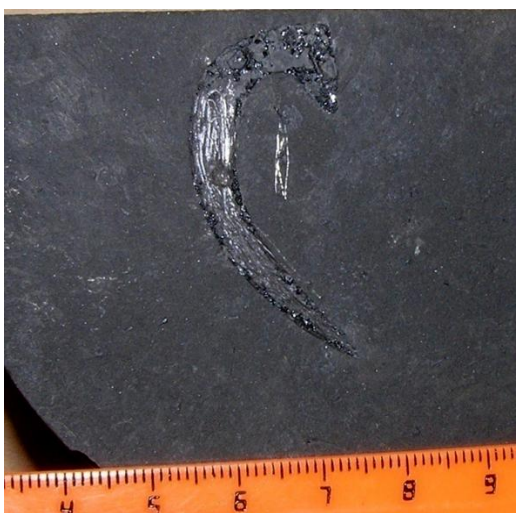
0 1 2 Фиг. 2



0 1 2 Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



265

Фиг. 6

## Фототаблица XXVI. Фация БУБ (окончание)

Фиг. 7. Глинисто-органогенный бажени́т: *a* – фотография керна; *b* – фото керна в люминесцентном свете; *c* – сканированные отпечатки образцов, расположение которых показано стрелками.

Вверху – овоидные и червеобразные стяжения алевроаргиллитовой размерности в почти черной основной высокоуглеродистой основе (доманикит). Снизу вверх по образцу доля включений увеличивается от  $\approx 50\%$  до 80-90 % (показано стрелкой); выше быстро уменьшается до почти полного исчезновения.

Сингенетичность стяжений подчеркивается их концентрическим строением, обусловленным зернами сульфидов с размерностью тонкозернистого песчаника (0,05-0,1 мм). Есть небольшие пустоты кавернозного типа (до 1 мм).

Внизу – схожий образец с основной частью (матриксом) в виде темно-серого, до черного, алевроаргиллита с высоким содержанием углеродистой составляющей (доманикит). В нем «плавают» преимущественно изолированные овоиды разного размера (в основном 0,5-3 см) и формы (от овальных до червеобразных). Последние нередко растресканы, причем трещины как внутренние (1), так и внешние (2); полости обычно минерализованы (пирит).

Фиг. 8. Органогенный известняк, отчасти с глинистой примесью (бажени́т): *a* – фотография керна; *b* – то же в люминесцентном свете.





В завершение III-й, иллюстративной части Атласа еще раз обратим внимание пользователей на его сущностную специфику. Она обозначена уже в названии, кратко охарактеризована в п. 1.2 и вкратце сводится к двум главным позициям.

1. Материал, лежащий в основе Атласа, собран исключительно на объектах деятельности ООО «Лукойл – Западная Сибирь» в пределах ХМАО-Югры. Тем самым априорно вне поля нашего зрения остался целый ряд объектов, содержащих иные обстановки, реализованные в иных вариантах и т. п.

2. Во многом исходя из первой позиции, в Атласе представлены исключительно субаквальные обстановки. Несомненно, что в непосредственном соседстве с ними наличествовали и континентальные фации, которые остались не охарактеризованными.

Оценивая представленные материалы как бы со стороны, т. е. с позиций общего плана, указанные аспекты снижают, «приземляют» значение изложенных сведений. В то же время они не умаляют их **целостность**, позволяющую, в свою очередь, рассчитывать на востребованность, прежде всего в практическом отношении. Напомним, что предложен новый, оригинальный вариант применения фациально-циклического анализа для сугубо мелководно-морских терригенных отложений, включающих значительные нефтегазовые ресурсы. При получении сведений, не укладывающихся в представленный Атлас, его можно дополнить другими изданиями. Для континентальных отложений вполне пригоден к использованию Атлас юрских фаций [4]; для известняков – Атлас [19]; этот список можно продолжить.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ (назад, в будущее)

Отчетливо осознавая всю «запутанность» понятия «фа́ция» и связанных с ним многочисленных модификаций фа́циальных исследований, еще раз подчеркнем, что генетический подход в геологии необходим и непреходяще актуален. Несводимость геологических исследований к «прямым» структурным или вещественным исследованиям несомненна. «Индуктивный идеал агенетического («структурного») исследования в реальности не работает – без изначальной теоретической (генетической) концепции никакой структурный фактический материал отобразить нельзя, ибо в таком случае совершенно непонятно, какой именно фактический материал несет информацию об объекте, а какой – нет» [49]. Именно генетический подход к изучению геологических объектов, то есть фа́циальный анализ в самом конкретном, пусть и «локальном» его выражении и лежит в основе предложенного Атласа.

При изложении сведений мы стремились, по возможности, осветить не только ставшие классическими, но и некоторые современные подходы к изучению генезиса отложений, используемые в нефтегазовой литологии. Подчеркнуто стремление к максимальной «объективизации» фа́циальных исследований, с их возможно более полной воспроизводимостью в разных условиях и разными исследователями. Как указано во введении, это можно охарактеризовать вектором с условным названием «вперед – в прошлое», присущим многим зарубежным работам двух последних десятилетий. К сожалению, подобный подход нередко приводит к излишнему упрощенчеству выполняемых построений, включая некритическое использование современных моделей седиментации при реконструкции древних эпох (униформизм Ч. Ляйеля). На этом фоне весьма перспективными выглядят фа́циальные реконструкции, учитывающие смену парадигм – от классической к неклассической [125]. Более того, понятие «фа́ция» наилучшим образом укладывается именно в неклассическую (нелинейную) парадигму, в которой не только объект, но и средства его изучения зависят от вопрошателя (субъекта) [7]. Дальнейшее совершенствование фа́циальных исследований возможно при подвключении в исследовательский процесс и самого субъекта (постнеклассическая парадигма). Такая, в полном смысле слова, субъективизация работ, решаемая в рамках нейросетевого программирования, по сути возвращает нас к основам фа́циального анализа, заложенного в середине XIX в. А. Грессли и тщательно разработанного на материале угленосных толщ во второй половине XX в. Ю. А. Жемчужниковым и его коллегами и последователями.

Комплексность диагностических признаков, лежащих в основе установления фа́ции, предопределяет *нелинейность* процессов, приводящих к ее реализации. В этом плане неудивительно, что эта процедура хорошо укладывается в общее *синергетическое мировидение*, присущее неклассической парадигме [59]. Данный вопрос достаточно подробно разобран в монографии автора [7], поэтому особо останавливаться на нем не будем. Отметим лишь маленький штрих, верифицирующий эти представления и иллюстрирующий

«всюдность» проявления нелинейных процессов. В небольшой статье [60] показана удивительная схожесть специфических спиральных наноструктур у некоторых углей и битумных онихитов баженовской свиты. Сделан вывод о том, что «Спирали в каустобиолитах – это запечатленные на страницах геологической летописи диссипативные пространственно-временные структуры, эволюционировавшие в далеком прошлом в процессе образования органических гелей» [60]. Как видно, нелинейность проникает сквозь все уровни организации геологических тел, из которых горнопородный (фациальный) – наиболее доступен для прямого, визуального изучения.

Изложенные выше представления, детально разобранные в 3-й главе и II-й части Атласа, позволяют сформулировать надлежащий вектор фациальных исследований так, как он обозначен в заголовке заключения, то есть «назад – в будущее». При этом понятие «назад» будет соответствовать генетическому подходу в той теоретической ипостаси, о которой сказано в начале заключения. Без такого «назад» геология попросту невозможна, о чем, кстати, было недвусмысленно заявлено на 1-м Всесоюзном литологическом совещании [111]. Что же касается нацеленности фациального анализа на будущее, то подтверждением этого вектора и является непреходящий интерес к нему, проявляемый в нефтегазогеологической отрасли, о котором говорилось уже в «Введении». Обозначив общие векторы совершенствования фациальных исследований, как это сделано в заголовках к «Введению» и «Заключению», констатируем, что исследователь вполне имеет право остановиться на каком-либо одном из них, не имея оснований использовать оба одновременно, поскольку это приведет к неизбежной эклектике.

Автору остается надеяться, что находясь на современном стыке двух описанных векторов, ему в какой-то степени удалось если и не решить задачу фациальной диагностики нижнемеловых отложений ХМАО-Югры, то по крайней мере предоставить базу для такого решения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В. П. Литолого-фациальный анализ. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2002. 147 с.
2. Алексеев В. П. Классический литолого-фациальный анализ как базовый метод при изучении состава и условий формирования раннемезозойских отложений Западно-Сибирской плиты // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Шестая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2003. Т.1. С. 145-150.
3. Алексеев В. П. Литологические этюды. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 149 с.
4. Алексеев В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
5. Алексеев В. П. Подводно-дельтовые песчаники юрских отложений Северной Евразии (распространение, значимость и критерии установления) // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Двенадцатая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2009. Т. 1. С. 144-156.
6. Алексеев В. П. Внутрiformационные конгломераты – специфика и значимость // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Четвертое Всерос. совещание. СПб.: ООО «Издательство ЛЕМА», 2011. С. 20-22.
7. Алексеев В. П. Нелинейно-литологические эссе. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2013. 250 с.
8. Алексеев В. П., Амон Э. О. К вопросу о генезисе песчаников неокомских клиноформ Западной Сибири и синфазности их латеральной и структурной миграции // Меловая система России и ближнего зарубежья (Матер. Четвертого Всерос. сов.). Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. С. 16-18.
9. Алексеев В. П., Амон Э. О. «Рамочные» границы и возможности применения актуализма в седиментологии // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. Вып. V (21). С. 4-38.
10. Алексеев В. П., Манзина А. И., Медведева Т. Ю., Сметанин А. Б. и др. Некоторые штрихи к реконструкциям условий формирования аномального разреза баженовской свиты (на примере Юккунского участка Северо-Покачевского месторождения) // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. Вып. I (17). С. 135-147.
11. Алексеев В. П., Сметанин А. Б., Манзина А. И., Медведева Т. Ю. К вопросу о генезисе «аномальных» разрезов баженовской свиты // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИИГГ, 2008. С. 229-239.
12. Алексеев В. П., Федоров Ю. Н., Лебедев А. И. и др. Фации и палеогеография пластов АВ<sub>1-2</sub> Кечимовского месторождения (Широтное Приобье, Западная Сибирь) // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. Вып. IV (20). С. 92-105.
13. Арманд А. Д. Два в одном: закон дополнительности. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 360 с.



14. Атлас «Геологическое строение и нефтегазоносность неокомского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». Тюмень: ГП НАЦ РН им. В.И. Шпильмана, 2007. 191 с.
15. Атлас «Геология и нефтегазоносность Ханты-Мансийского автономного округа». Ханты-Мансийск, 2004. 148 с.
16. Атлас и объяснительная записка к Атласу литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в масштабе 1 : 5 000000. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1976. 85 с.
17. Атлас конкреций. Л.: Недра, 1988. 323 с. (Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер. т. 340).
18. Атлас литогенетических типов угленосных отложений Алдано-Чульманского района Южно-Якутского каменноугольного бассейна // А. В. Александров, В. М. Желинский, В. Н. Коробицына, Ш. А. Сяндюков, В. И. Фролов. М.: Наука, 1970. 226 с.
19. Атлас литогенетических типов угленосных отложений среднего карбона Донецкого бассейна // Л. Н. Ботвинкина, Ю. А. Жемчужников, П. П. Тимофеев, А. П. Феофилова, В. С. Яблоков. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 368 с.
20. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Часть I. Обломочные и глинистые породы. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 578 с.
21. Афанасьев И. С., Гаврилова Е. В., Бирун Е. М. и др. Баженовская свита. Общий обзор, нерешенные проблемы // Научно-технический вестник ОАО «НК-Роснефть», 2010. № 4. С. 20-25. (см. также ROGTEC, № 25, с. 26-37. ([www.rogtecmagazine.com](http://www.rogtecmagazine.com))).
22. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность) / Брадучан Ю. В., Гурари Ф. Г., Захаров В. А. и др. Новосибирск: Наука, 1986. 216 с.
23. Барабошкин Е. Ю. Ихнокомплексы флювиальной дельты (черкашинская свита, готерив-баррем) Салымского свода Западной Сибири) // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография бореальных районов. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 2011. Т. 1. С. 27-31.
24. Барабошкин Е. Ю., Веймарн А. Б., Копаевич Л. Ф., Найдин Д. П. Изучение стратиграфических перерывов при производстве геологической съемки: Методические рекомендации. М.: Изд-во МГУ, 2002. 169 с.
25. Безбородов Р. С. Основы фациального анализа осадочных толщ. М.: УДН, 2000. 206 с.
26. Бейзель А.Л. Изменения интенсивности сноса осадков – основной фактор образования осадочных комплексов (на материале юры Западной Сибири) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2006. № 5-6. С. 34-44.
27. Белозеров Б. В. Влияние волновых процессов на формирование отложений платформенного чехла Западно-Сибирской плиты // Известия ТПУ, 2002. Т. 305. Вып. 6. С. 23-44.
28. Бижу-Дюваль Б. Седиментационная геология: пер. с англ. М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. 704 с.

29. Ботвинкина Л. Н. Слоистость осадочных пород. М.: Изд-во АН СССР. 1962. 542 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 59).
30. Ботвинкина Л. Н. Об «Атласе текстур и структур осадочных горных пород». Часть 1. «Обломочные породы» // Литология и полезные ископаемые. 1964. № 4. С. 130-137.
31. Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости. М.: Наука, 1965. 260 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 119).
32. Ботвинкина Л. Н. Текстуальный анализ и перспективы его развития // Литология и полезные ископаемые. 1965. № 2. С. 5-18.
33. Ботвинкина Л. Н. Ритмит – особый текстурный тип породы смешанного состава // Литология и полезные ископаемые. 1966. № 5. С. 3-16.
34. Ботвинкина Л. Н., Алексеев В. П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. 336 с.
35. Бочкарев В. С., Федоров Ю. Н. Палеобатиметрия Западно-Сибирского бассейна на конец времени накопления баженовской свиты // Строение и нефтегазоносность баженитов Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1985. С. 35–41.
36. Бриллиант Л. С., Клочков А. А., Разуменко В. Е. и др. Повышение эффективности вовлечения в разработку слабодренлируемых запасов нефти Самотлорского месторождения на основе геолого-гидродинамических моделей (на примере пласта АВ<sub>1</sub><sup>1-2</sup>) // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Пятая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2002. Т. 2. С. 208-216.
37. Вассоевич Н. Б. К изучению слоистости осадочных горных пород // Литологический сборник. М.-Л.: Гостоптехиздат, 1948. С. 24-34.
38. Воронин Ю. А., Еганов Э. А. Фации и формации. Парагенезис. Новосибирск: Наука. СО. 1972. 120 с. (Тр. ИГГ СО АН СССР. Вып. 146).
39. Вялов О. С. Следы жизнедеятельности организмов и их палеонтологическое значение. Киев: Наукова думка, 1966. 219 с.
40. Ганелин В. Г. Особенности позднепалеозойского био-седиментогенеза Северо-Востока Азии // Концептуальные проблемы литологических исследований в России: Матер. 6-го Всерос. литолог. сов. Казань: Казан. ун-т. 2011. С. 201-204.
41. Геологический словарь. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. Т. 1, 2010, 432 с.; Т. 2, 2011. 480 с; Т. 3, 2012. 440 с.
42. Геология для нефтяников / под ред. Н. А. Малышева и А. М. Никишина. М. – Ижевск: ИКИ, 2008. 360 с.
43. Глебов А. Ф. Геолого-математическое моделирование нефтяного резервуара: от сейсмоки до флюидодинамики. М.: Научный мир, 2006. 344 с.
44. Головкинский Н. А. О пермской формации в центральной части Камско-Волжского бассейна. СПб., 1868. 143 с. Репринтное воспроизведение: Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. Прилож. к вып. III (19).

45. Грабовская Ф. Р. Строение и условия формирования берриас-валанжинских отложений северо-восточной части Среднеобской области Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Сыктывкар, 2013. 17 с.
46. Гурари Ф. Г. Строение и условия образования клиноформ Западно-Сибирской плиты (история становления представлений). Новосибирск: СНИИГГиМС, 2003. 141 с.
47. Гурова Е. С., Чубаренко Б. В. Вихревые текстуры прибрежных вод юго-восточной Балтики по данным дистанционного зондирования // Морские берега – эволюция, экология, экономика: Матер. XXIV Межд. береговой конф. Краснодар: Издат. Дом – Юг, 2012. Т. 1. С. 108-111.
48. Дельты – модели для изучения: пер. с англ. М.: Недра, 1979. 232 с.
49. Егоров Д. Г. Изменение парадигм в современных науках о Земле. М.: Academia, 2004. 184 с.
50. Еремеев Н. В., Еремеев В. В. Литология, фации и коллекторские свойства верхнеберриасских-нижневаланжинских отложений севера Западной Сибири и прогноз коллекторов нефти и газа // Бюл. МОИП, отд. геол. 2010. Т. 85. Вып. 3. С. 29-44.
51. Ершов С.В., Зверев К.В., Казаненков В.А., Карогодин Ю.Н. Седиментация в раннемеловом бассейне Западной Сибири и ее влияние на нефтегазонасность // Геология и геофизика, 2001. Т. 42. № 11-12. С. 1908-1917.
52. Жарков А. М., Цимбалюк Ю. А. Основы локального прогноза неантиклинальных ловушек УВ в ачимовской толще на примере юга Западной Сибири // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИИГГ, 2008. С. 112-117.
53. Жемчужников Ю. А. Цикличность строения угленосных толщ, периодичность осадконакопления и методы их изучения // Труды Института геологических наук АН СССР. Вып. 90. Угольная серия (№ 2). 1947. С. 7-18. См. также: Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. Вып. IV (20). С. 321-332 (репринтное воспроизведение).
54. Жемчужников Ю. А. Что такое фация? // Литологический сборник. М.: Гостоптехиздат, 1948. Вып. I. С. 50-58. См. также: Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. Вып. V (20). С. 340-348 (репринтное воспроизведение).
55. Захаров В. А. Условия формирования волжско-берриасской высокоуглеродистой баженовской свиты Западной Сибири по данным палеоэкологии // Эволюция биосферы и биоразнообразия. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. С. 552-568.
56. Зверев К. В., Казаненков В. А. Седиментология отложений ачимовской толщи Северного Приобья // Геология и геофизика. 2001. Т. 42. № 4. С. 617-630.
57. Иванов Г. А. Угленосные формации. Л.: Наука, 1967. 407 с.

58. Карогодин Ю. Н. Системная модель стратиграфии нефтегазоносных бассейнов Евразии. Т. 1.: Мел Западной Сибири. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2006. 166 с.
59. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Синергетика: нелинейность времени и ландшафты коэволюции. М.: КомКнига, 2007. 272 с.
60. Колокольцев В. Г., Кудаманов А. И., Скачек К. Г., Волкова И. Б. Спирали в углях и битумах // Природа, 2009. № 10. С. 31-38.
61. Конюхов А. И. Осадочные формации в зонах перехода от континента к океану. М.: Недра, 1987. 222 с.
62. Конюхов А. И. Нефтематеринские отложения на мезозойских и кайнозойских окраинах материков. Сообщение 1. Нефтематеринские отложения на окраинах материков в триас-юрское и неоком-аптское время // Литология и полезные ископаемые, 2012. № 5. С. 451-470.
63. Косыгин Ю. А. Тектоника. М.: Недра, 1983. 536 с.
64. Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях. М.: Высшая школа, 1971. 368 с.
65. Крашенинников Г. Ф. Учение о фациях от Грессли до наших дней // Геология и палеонтология. Л.: Наука, 1989. С. 101-121.
66. Крашенинников Г. Ф., Волкова А. Н., Иванова Н. В. Учение о фациях с основами литологии. М.: Мзд-во МГУ, 1988. 214 с.
67. Кудаманов А. И. Геологическое строение и условия формирования отложений валанжина на примере продуктивных пластов Сургутского свода Западно-Сибирской плиты: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Томск, 2007. 25 с.
68. Кудаманов А. И., Зверев К. В., Королев Е. С. Особенности седиментации продуктивных отложений верхнего баррема – нижнего апта Западной Сибири на примере Самотлорского месторождения // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Шестнадцатая науч.-практ. конференция). Ханты-Мансийск, 2013. Т. I. С. 74-86.
69. Кузнецов В. Г. Литология. Осадочные горные породы и их изучение: Учеб. пособие для вузов. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2007. 511 с.
70. Кузнецов В. Г. Литология. Основы общей (теоретической) литологии: Учеб. пособие для вузов. М.: Научный мир, 2011. 360 с.
71. Кузнецов В. Г. Фации и фациальный анализ в нефтегазовой геологии: Учебник для вузов. М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. 244 с.
72. Кукал З. Скорость геологических процессов: пер. с чешск. М.: Мир, 1987. 246 с.
73. Курчиков А. Р., Бородкин В. Н., Храмцова А. В. Условия формирования и атлас текстур пород ачимовского клиноформного комплекса севера Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 130 с.
74. Кучерявенко Д. С., Сапрыкина А. Ю., Гаврилов С. С., Потрясов А. А., Скачек К. Г. Влияние палеорельефа и эвстатических колебаний моря на формирование коллекторов ачимовской толщи и возникновение аномальных разрезов бажендовской свиты (на примере западного обрамления Повховского месторождения) // Геология нефти и газа, 2006. № 4.

75. Лидер М. Р. Седиментология. Процессы и продукты: пер. с англ. М.: Мир, 1986. 439 с.
76. Лисицын А. П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. М.: Наука, 1988. 309 с.
77. Македонов А. В. Методы литофациального анализа и типизация осадков гумидных зон. Л.: Недра, 1985. 243 с.
78. Маркевич П. В. Осторожно, турбидиты! // Генетический формационный анализ осадочных комплексов фанерозоя и докембрия: Матер. 3-го Всерос. литолог. сов. М.: Изд-во МГУ, 2003. С. 19-21.
79. Маркевич П. В. «Турбидиты» и «флиш» без пояснений – опасные термины // Вестник ДВО РАН, 2004. № 4. С. 95-105.
80. Марченко Е. А., Шилова Ю. В. Использование геолого-статистического анализа для прогноза фациальной характеристики разреза // Нефтяное хозяйство, 2010. № 2. С. 30-33.
81. Маслов А. В. Осадочные породы: методы изучения и интерпретации полученных данных. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 289 с.
82. Медведев А. Л. Аптские врезанные речные долины Каменной площади Западной Сибири: региональные аспекты нефтегазоносности // Нефтегазовая геология. Теория и практика, 2010. Т. 5. № 3. 27 с.
83. Медведев А. Л., Хэнфорд Р., Лопатин А. Ю. и др. Новый нефтеперспективный объект – комплекс заполнения врезанных долин в продуктивных пластах викуловской свиты Каменного месторождения // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2009. № 1. С. 4-20.
84. Методы изучения осадочных пород. М.: Госгеолтехиздат, 1957. Т. 1. 612 с. Т. 2. 564 с.
85. Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. 122 с.
86. Михайлов В. Н., Волков Ю. А. О возможности применения математических методов в геологии при проведении фациального анализа // Нефть. Газ. Новации. 2013. № 1. С. 28-35.
87. Мурдмаа И. О. Фации океанов. М.: Наука, 1987. 303 с.
88. Муромцев В. С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа. Л.: Недра, 1984. 260 с.
89. Найдин Д. П. Перерывы и hiatus в стратиграфии // Изв. вузов. Геология и разведка. 2001. № 5. С. 5-9.
90. Наливкин Д. В. Учение о фациях. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 1, 534 с. Т. 2, 393 с.
91. Наумов А. Л. К методике реконструкции рельефа дна Западно-Сибирского раннемелового бассейна // Геология и геофизика, 1977. № 10. С. 38-47.
92. Недропользование в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2011 году. Тюмень – Ханты-Мансийск, 2012. 218 с.

93. Нежданов А. А. Сейсмогеологический анализ нефтегазоносности отложений Западной Сибири для целей прогноза и картирования неантиклинальных ловушек и залежей УВ: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минерал. наук. Тюмень, 2004. 44 с.
94. Нежданов А.А., Огибенин В.В., Бабурин А.Н. и др. Сейсмогеологический прогноз и картирование неантиклинальных ловушек, залежей нефти и газа в Западной Сибири // Разведочная геофизика: обзор «Геоинформмарк». М., 1992. Ч. 1. 99 с. Ч. 2. 101 с.
95. Нежданов А. А., Пономарев В. А., Туренков Н. А., Горбунов С. А. Геология и нефтегазоносность ачимовской толщи Западной Сибири. М.: Изд-во АГН, 2000. 247 с.
96. Нестеров В. Н., Харахинов В. В., Семянов А. А., Шленкин С. И., Глебов А. Ф. Геологическая доразведка нефтяных месторождений Нижневартовского Приобья. М.: Научный мир, 2006. 192 с.
97. Обстановки осадконакопления и фации / под ред. Х. Г. Рединга; пер. с англ. М.: Мир, 1990. Т. 1. 352 с; Т. 2. 384 с.
98. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. М.: Научный мир, 2004. 526 с. (Тр. ГИН РАН, вып. 543).
99. Осадочные породы (состав, текстуры, типы разрезов) / Ю. П. Казанский, О. А. Бетехтина, А. В. Ван и др. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1990. 269 с.
100. Основные закономерности строения и образования угленосных формаций и методы прогноза угленосности. Л.: Недра, 1985. 255 с. (Тр. ВСЕГЕИ, нов. сер. т. 313).
101. Ошуркова М. В. Детальное расчленение угленосных отложений по палеонтологическим данным: Методические рекомендации. Л.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1981. 40 с.
102. Павлидис Ю. А., Никифоров С. Л. Обстановки морфолитогенеза в прибрежной зоне Мирового океана. М.: Наука, 2007. 455 с.
103. Петтиджон Ф. Дж. Осадочные породы: пер. с англ. М.: Недра, 1981, 751 с.
104. Петтиджон Ф. Дж., Поттер П., Сивер Р. Пески и песчаники: пер. с англ. М.: Мир, 1976. 534 с.
105. Плавник Г. И., Шпильман А. В., Олейник Е. В. Авандельты крупных рек Среднего Приобья в нижнемеловое время // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Девятая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2006. Т. 1. С. 77-84.
106. Попов В. И., Запрометов В. Ю., Филиппов А. А. Теплоклиматические динамические фации континентальной ступени. Ташкент: Фан, 1989. 216 с.
107. Попов В. И., Макарова С. Д., Филиппов А. А. Руководство по определению осадочных фациальных комплексов и методика фациального палеогеографического картирования. Л.: Гостоптехиздат, 1963. 714 с.

108. Предтеченская Е. А., Кроль Л. А., Гулари Ф. Г., Сапьяник В. В., Перозо Г. Н., Малюшко Л. Д. О генезисе карбонатов в составе баженовской свиты центральных и юго-восточных районов Западно-Сибирской плиты // Литосфера, 2006. № 4. С. 131-148.
109. Прошляков Б. К., Кузнецов В. Г. Литология и литофациальный анализ. М.: Недра, 1981. 284 с.
110. Рейнек Г.- Э., Сингх И. Б. Обстановки терригенного осадконакопления: пер. с англ. М.: Недра, 1981. 439 с.
111. Решение совещания по осадочным породам. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 32 с.
112. Романовский С. И. Седиментологические основы литологии. Л.: Недра, 1977. 408 с.
113. Романовский С. И. Физическая седиментология. Л.: Недра, 1988. 240 с.
114. Рухин Л. Б. Основы литологии. Л.: Недра, 1969. 704 с.
115. Седиментология: пер. с польск. М.: Недра, 1976. 646 с.
116. Седиментология в нефтяной геологии. Томск: Изд-во ЦППС НД ТПУ, 2009. 134 с.
117. Селли Р. Ч. Древние обстановки осадконакопления: пер. с англ. М.: Недра, 1989. 294 с.
118. Селли Р. Ч. Введение в седиментологию: пер. с англ. М.: Недра, 1981. 370 с.
119. Сергеев А. Ю., Жамойда В. А. Новые данные о динамике экзогенных геологических процессов и строение береговой зоны Куршской косы (Калининградская область) // Морские берега – эволюция, экология, экономика: Матер. XXIV Межд. береговой конф. Краснодар: Издат. Дом – Юг, 2012. Т. 1. С. 317-320.
120. Скачек К. Г., Шайхутдинов А. Н., Гарифуллин И. И., Валеев Р. А. Новые данные о фациальной неоднородности неокомских резервуаров на примере пласта БС<sub>10</sub> Северо-Кочевского месторождения // Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО (Девятая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2006. Т. 2. С. 24-31.
121. Состав и генезис отложений тюменской свиты Шаимского нефтегазонаосного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. 209 с.
122. Состав, строение и условия формирования коллекторов группы ВК восточной части Краснотенинского нефтяного месторождения (Западная Сибирь). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. 325 с.
123. Справочник по литологии. М.: Недра, 1983. 509 с.
124. Справочное руководство по петрографии осадочных пород. Л.: Гостоптехиздат, 1958. Т. 1. 486 с. Т. 2. 520 с.
125. Стёпин В. С. Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 743 с.
126. Стратиграфия и палеогеография мезозойско-кайнозойского осадочного чехла Шаимского нефтегазонаосного района (Западная Сибирь). Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2010. 257 с.

127. Строение и условия накопления основных угленосных свит и угольных пластов среднего карбона Донецкого бассейна / Ю. А. Жемчужников, В. С. Яблоков, Л. И. Боголюбова, Л. Н. Ботвинкина, А. П. Феофилова, М. И. Риттенберг, П. П. Тимофеев, З. В. Тимофеева. М.: Изд-во АН СССР. Ч. 1. 1959. 331 с. Ч. 2. 1960. 346 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 15).
128. Суполкина И. В., Саратинян Л. В., Скачек К. Г. Результаты фациально-го и седиментологического анализа кернового материала с целью оптимизации поисков залежей углеводородов на месторождениях ТПП «Когалымнефтегаз» // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Тринадцатая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2010. Т. 2. С. 44-52.
129. Твенхофел У. Х. Учение об образовании осадков: пер. с англ. М.-Л.: ОНТИ, 1936. 916 с.
130. Тимофеев П. П. Геология и фации юрской угленосной формации Южной Сибири. М.: Наука, 1969. 556 с. (Труды ГИН АН СССР. Вып. 197).
131. Тимофеев П. П. Эволюция угленосных формаций в истории Земли. М.: Наука, 2006. 204 с. (Труды ГИН РАН. Вып. 557).
132. Трофимова Е. Н., Алексеева Е. В., Усманов И. Ш. и др. Макроизучение керна. К вопросу о формировании аномальных разрезов баженовской свиты и клиноформного строения неокомского комплекса // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры (Одиннадцатая научно-практ. конф.). Ханты-Мансийск, 2008. Т. 1. С. 240-259.
133. Условия древнего осадконакопления и их распознавание: пер. с англ. М.: Мир, 1974. 328 с.
134. Фациальный анализ в нефтегазовой литологии. Томск: Изд-во ЦППС НД ТПУ, 2012. 358 с.
135. Федоров Ю. Н., Лебедев А. И., Алексеев В. П., Пудовкина М. А., Амон Э. О. О границах некоторых стратиграфических подразделений Большехетской мегасинеклизы (северо-восток Западной Сибири) // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИИГГ, 2007. С. 183-190.
136. Федоров Ю. Н., Лебедев А. И., Алексеев В. П., Журавлева Д. Д., Красковская Т. Ф. Состав и генезис меловых отложений Большехетской впадины (Западно-Вадинская площадь) // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИИГГ, 2008. С. 174-181.
137. Фролов В. Т. Генетическая типизация морских отложений. М.: Недра, 1984. 222 с.
138. Фролов В. Т. Литология. М.: Изд-во МГУ. Кн. 1, 1992. 336 с. Кн. 2, 1993. 432 с. Кн. 3, 1995. 352 с.
139. Фролов В. Т. Наука геология: философский анализ. М.: Изд-во МГУ, 2004. 128 с.
140. Хэллем Э. Интерпретация фаций и стратиграфическая последовательность: пер. с англ. М.: Мир, 1983. 328 с.



141. Хуснуллина Г. Р., Биркле Е. А., Лебедев А. И. Гранулометрический анализ песчаников викуловской свиты (апт, нижний мел) Красноленинского месторождения (Западная Сибирь) // Литосфера, 2012. № 6. С. 90-99.
142. Цейслер В. М. Основы фациального анализа: учебное пособие. М.: КДУ, 2009. 150 с.
143. Циклическая и событийная седиментация: пер. с англ. М.: Мир, 1985. 504 с.
144. Чернова О. С. Литолого-фациальный и формационный анализ нефтегазоносных толщ: Учебное пособие по краткому курсу. Томск: Изд-во ЦППС НД, 2007. 250 с.
145. Чернова О. С. Седиментология резервуара: Учебное пособие по краткому курсу. Томск: Изд-во ЦППС НД, 2007. 295 с.
146. Чернова О. С. Обстановки седиментации терригенных природных резервуаров: учебное пособие. Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. 108 с.
147. Чернова О. С. Схема классификации текстур осадочных горных пород // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2012. Вып. VI (22). С. 27-45.
148. Чернова О. С., Клименко А. В. Моделирование литолого-петрофизической зональности Двуреченско-Крапивинской зоны нефтегазонакопления // Литология и геология горючих ископаемых. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009. Вып. III (19). С. 99-110.
149. Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. М.: Наука, 1966. 239 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 161).
150. Шванов В. Н. Песчаные породы и методы их изучения. Л.: Недра, 1969. 248 с.
151. Шванов В. Н. Структурно-вещественный анализ осадочных формаций (начала литомографии). СПб.: Недра, 1992. 230 с.
152. Шишлов С. Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. СПб.: С.-Петербург. горн. ин-т., 2010. 276 с.
153. Шишлов С. Б., Губаева Ф. Р. Строение и условия формирования ранне-мелового продуктивного пласта БВ-8 Повховского нефтяного месторождения (Западная Сибирь) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т. 7. № 2.
154. Шлезингер А. Е. Региональная сейсмостратиграфия. М.: Научный мир, 1998. 144 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 512).
155. Шопф Т. Палеоокеанология: пер. с англ. М.: Мир, 1982. 311 с.
156. Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых пород: пер. с англ. М.: Изд-во ин. лит., 1950. 564 с.
157. Ян П. А. Ихнофашии в разрезе васюганского сиквенса (по материалам тюменской СГ-6) // Литосфера, 2003. № 1. С. 54-63.

158. Ян П. А., Вакуленко Л. Г. Смена состава ихнофоссилий в келловей-оксфордских отложениях Западно-Сибирского бассейна как отражение цикличности седиментогенеза // Геология и геофизика, 2011. Т. 52. № 10. С. 1517-1537.
159. Bockelie J. F. Ichnofabric mapping and interpretation of Jurassic reservoir rock of the Norwegian North Sea. *Palaios*, 6.1991. p. 206-215.
160. Dalrymple R.W. Incised Valleys in time and space: an introduction to the volume and an examination of the controls on valley formation and filling in Incised valleys in time and space / ed. R.W. Dalrymple, D. A. Leckie and R.W. Tillman. Tulsa. USA. 2006.
161. Dalrymple R.W., Leckie D. A., Tillman R.W., eds. Incised-Valleys Systems in Space and Time. *Soc. Sediment. Geol. (SEPM) Spec. Publ. 85*. 2006. 348 p.
162. Dumas S., Arnott K. W. C. Origin of hummocky and swaley cross-stratification – The controlling influence of unidirectional current strength and aggradation rate // *Geology*, 2006. V. 34. N 12. P. 1073-1076.
163. Einsele G. *Sedimentary basins: Evolution, facies and sediment budget*. Springer, 2000. 792 p.
164. Ekdale A. A., Bromley R. G., Pemberton S. G. Technology: the use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy. *SEMP Short Course 15*. 1984. 317 p.
165. Irwin M. L. General theory of epeiric clear water sedimentation // *Bull. Amer. Ass. petrol. Geol.* 1965. N 49. P. 445-459.
166. Johannsen P. N., Nielsen L. N., Nielsen L. e. a. Architecture of an Upper Jurassic barrier island sandstone reservoir, Danish Central Graben: implications of a Holocene – Recent analogue from the Wadden Sea // *Petroleum Geology: From Nature Basins to New Frontiers – Proceedings of the 7th Petroleum Geology Conference*. London, 2010. Pp. 145-155.
167. MacEachern J. A., Pemberton S. G., Gingras M. K., Bann K. L. Ichnology and Facies Models // *Facies Models 4*. Geological Association of Canada, 2010. P. 19-58.
168. Pemberton S. G. Application of ichnology to petroleum exploration: A core workshop. *SEPM Core Workshop*. 1992. No. 17. 429 p.
169. Pemberton S. G., MacEachern J. A., Bann K. L., Gingras M. K. An integrated ichnological-sedimentological model of shoreface and deltaic successions // *Jnt. Geological congress*. Oslo, 2008.
170. Reijers T. J. A. Stratigraphy and Sedimentology of the Niger Delta // *Geologos*, 2011. 17(3). P. 133-162.
171. Seilacher A. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology*, 1967. N 5. P. 413-428.
172. Serra O. *Sedimentary Environments from Nireline Logs*. Schlumberger. Houston. 1985. 211 p.
173. Walker R.G., James N. P. (Eds) *Facies models response to sea-level change*. Ontario: Geol. Assoc. of Canada, 1992. 409 pp.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (вперед, в прошлое) .....	3
<b>Часть I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ</b> .....	5
1. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ .....	6
1.1. Краткая характеристика геологического строения территории исследований .....	7
1.2. Изученные объекты .....	12
2. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ .....	14
2.1. Выделение слоев и последовательность их описания .....	14
2.2. Гранулометрический состав пород .....	16
2.3. Соотношение фракций (сортированность) .....	24
2.4. Тектурная характеристика пород .....	27
2.5. Органические остатки и следы жизнедеятельности организмов .....	39
2.6. Карбонатность, конкреции и другие индикативные признаки .....	45
2.7. Контакты слоев и перерывы в осадконакоплении .....	48
3. ФАЦИАЛЬНЫЙ СОСТАВ ОТЛОЖЕНИЙ .....	53
3.1. Классификация обстановок седиментации .....	53
3.2. Базовые представления о фациальных исследованиях .....	55
3.3. Соотношения между признаками как понятийная база для фациальных реконструкций .....	64
3.4. Предлагаемая схема и некоторые особенности древней (раннемеловой) седиментации .....	78
4. ПОРЯДОК РАБОТЫ С АТЛАСОМ .....	94
4.1. Таблица диагностических признаков .....	94
4.2. Процедура установления фации .....	100
<b>Часть II. ХАРАКТЕРИСТИКА ФАЦИЙ</b> .....	105
5. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЛКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ВОДОТОКОВ (КС) .....	109
6. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВНО-ЛАГУННОГО ПОБЕРЕЖЬЯ (БЗ) .....	113
7. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ (БД) .....	120
8. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБЕРЕГОВОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БП) .....	129
9. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ОТКРЫТОГО ПОДВИЖНОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БМ) .....	142
10. МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НАИБОЛЕЕ УДАЛЕННОЙ ОТ ПОБЕРЕЖЬЯ ЧАСТИ БАССЕЙНА (БУ) .....	157

<b>Часть III. ИЛЛЮСТРАТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ</b> .....	176
<b>МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЛКИХ ПРИБРЕЖНЫХ ВОДОТОКОВ (КС)</b> .....	178
Фототаблица I. Фация гравийно-песчаных осадков русел мелких прибрежных водотоков (КСР) .....	178
Фототаблица II. Фация глинистых и песчано-алевритовых осадков поймы мелких прибрежных водотоков (КСП) .....	180
<b>МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАЛИВНО-ЛАГУННОГО ПОБЕРЕЖЬЯ (БЗ)</b> .....	182
Фототаблица III. Фация глинисто-алевритовых осадков полуизолированных частей побережья заливов и лагун (БЗП)	182
Фототаблица IV. Фация песчано-алевритовых осадков прибрежных частей заливов и лагун (БЗА) .....	186
Фототаблица V. Фация алеврито-глинистых и карбонатных осадков центральных частей заливов и лагун (БЗГ) .....	190
<b>МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПОДВОДНОЙ ЧАСТИ ДЕЛЬТЫ (БД)</b> .....	192
Фототаблица VI. Фация гравийно-песчаных (пуддинговых) осадков оснований конусов выноса рек (БДП) .....	192
Фототаблица VII. Фация гравийно-песчаных осадков центральных частей конусов выноса рек (БДЦ) .....	194
Фототаблица VIII. Фация песчаных осадков конусов выноса рек (БДД) .....	196
Фототаблица IX. Фация алеврито-песчаных осадков передовой части дельты (БДА).....	200
<b>МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБЕРЕГОВОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БП)</b> .....	204
Фототаблица X. Фация глинисто-алевритовых и песчаных осадков приморских озер (БПО) .....	204
Фототаблица XI. Фация алеврито-глинистых осадков прибрежного малоподвижного мелководья (БПП) .....	206
Фототаблица XII. Фация глинистых и алеврито-песчаных осадков приберегового взмучивания («рябчик») (БПВ) .....	210
Фототаблица XIII. Фация тонкого переслаивания глинистых и алевритовых осадков прибереговой зоны (ватты, марши) (БПР) .....	214
Фототаблица XIV. Фация алеврито-песчаных осадков малых аккумулятивных форм (косы, пересыпи) (БПК) .....	218
Фототаблица XV. Фация алеврито-песчаных осадков активных участков (БПА) .....	222

МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ОТКРЫТОГО ПОДВИЖНОГО БАССЕЙНОВОГО МЕЛКОВОДЬЯ (БМ) .....	226
Фототаблица XVI. Фация переслаивания глинисто-алеврито- песчаных осадков подвижного приберегового мелководья (малые аккумулятивные формы) (БММ) .....	226
Фототаблица XVII. Фация переслаивания алевритовых и песчаных осадков волновой ряби (БМВ) .....	228
Фототаблица XVIII. Фация переслаивания алевритовых и песчаных осадков в зоне активной волновой переработки (проксимальные темпеститы) (БМР) .....	232
Фототаблица XIX. Фация алеврито-песчаных осадков активного подвижного мелководья (дистальные темпеститы) (БМА) ....	236
Фототаблица XX. Фация песчаных осадков сильноподвижного мелководья (бары) (БМБ) .....	240
Фототаблица XXI. Фация алеврито-песчаных осадков дальней зоны подвижного мелководья (БМП) .....	244
МАКРОФАЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НАИБОЛЕЕ УДАЛЕННОЙ ОТ ПОБЕРЕЖЬЯ ЧАСТИ БАССЕЙНА (БУ) .....	248
Фототаблица XXII. Фация алеврито-глинистых осадков открытой части бассейна (БУГ) .....	248
Фототаблица XXIII. Фация алеврито-глинистых и песчаных осадков склонов и оползней (БУО) .....	252
Фототаблица XXIV. Фация песчаных осадков зерновых потоков (БУЗ) .....	256
Фототаблица XXV. Фация пуддинговых осадков «аномальных» разрезов баженовской свиты (БУА) .....	260
Фототаблица XXVI. Фация битуминозных осадков (баженитов) наиболее глубоководных областей (БУБ) .....	264
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (назад, в будущее) .....	269
Литература .....	271

Заявки на книгу направлять по адресу:  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Уральский государственный горный университет  
Кафедра литологии и геологии горючих ископаемых  
e-mail: [igg.lggi@ursmu.ru](mailto:igg.lggi@ursmu.ru)

Научное издание

Валерий Порфирьевич АЛЕКСЕЕВ

АТЛАС СУБАКВАЛЬНЫХ ФАЦИЙ  
НИЖНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ХМАО-ЮГРА)

Редактор изд-ва *Л. Н. Авдеева*  
Компьютерная верстка и макетирование *Т. С. Мызниковой*

Подписано в печать  
Бумага офсетная. Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Офсетная печать. Гарнитура Times New Roman.  
Усл. печ. л. 35,5. Уч.-изд. л. 17,4. Заказ №

Издательство Урал. гос. горного университета  
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30  
Отпечатано с оригинал-макета в типографии  
ООО «ИРА УТК»  
Адрес: 620102, г. Екатеринбург, ул. Шаумяна, 83  
Тел.: (343) 269-18-83



**АЛЕКСЕЕВ**

**Валерий Порфирьевич**

Профессор кафедры литологии и геологии горючих ископаемых Уральского государственного горного университета, доктор геол.-минерал. наук. Основные научные интересы: фациально-циклический анализ терригенных толщ, включающих горючие полезные ископаемые (нефть, газ, уголь); разработка основ нелинейной седиментологии.

E-mail: [igg.lggi@ursmu.ru](mailto:igg.lggi@ursmu.ru)