

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«Ухтинский государственный технический университет»**

**(УГТУ)**

Л. В. Пармузина

# Изучение текстур осадочных пород

Учебное пособие

Ухта 2013

УДК 552.5.051

П 18

Пармузина, Л. В.

Изучение текстур осадочных пород [Текст] : учеб. пособие / Л. В. Пармузина. – Ухта : УГТУ, 2013. – 86 с.: ил.

ISBN 978-5-88179-739-3

Учебное пособие, предназначенное для студентов геологоразведочных, геологических и нефтегазопромысловых факультетов нефтегазовых вузов, разработано согласно учебной программе дисциплины в соответствии с общеинженерной подготовкой специалистов направления 130304.

Пособие включает научно-практические разработки, лабораторные и самостоятельные работы, отвечающие теоретическому курсу по четырём основным главам: 1. Основные понятия и терминология; 2. Возникновение слоистости; 3. Классификация текстур; 4. Методика изучения слоистости.

*Учебное пособие рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом Ухтинского государственного технического университета.*

Рецензенты: А. В. Мартынов, заместитель начальника отдела центра ресурсов и запасов углеводородов филиала ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта, к.г.-м.н.; С. Ф. Хафизов, заведующий кафедрой геологии углеводородных систем РГУНиГ им. И. М. Губкина, профессор, д.г.-м.н.

© Ухтинский государственный технический университет, 2013

© Пармузина Л. В., 2013

ISBN 978-5-88179-739-3

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ .....	4
1.1. Слоевые единицы .....	4
1.2. Повторяемость слоевых единиц.....	12
ГЛАВА 2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ СЛОИСТОСТИ. ....	26
2.1. Характеристика основных типов слоистости и механизм их формирования .....	29
ГЛАВА 3. КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТУР .....	44
3.1. Морфологическая классификация слоистости .....	44
3.2. Классификация текстур по времени образования.....	54
3.3. Текстуры на поверхности пластов.....	61
ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ СЛОИСТОСТИ .....	66
4.1. Полевые наблюдения.....	66
4.2. Описание слоистости и анализ её признаков.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	85

## ВВЕДЕНИЕ

Текстура осадочных пород является одним из основных диагностических признаков, позволяющих установить генезис осадочных образований и определять первичные обстановки образования осадка. Слоистая структура пород при диагенезе и эпигенезе обычно хорошо сохраняется, и следовательно, изучение её особенностей даёт возможность более точно определить условие формирования отложений, т. е. широко использовать текстурные признаки при фациальном анализе и палеогеографических построениях. В нефтяной геологии текстурный анализ в комплексе с другими методами исследования позволяет выявлять фации, перспективные для поисков углеводородного сырья, и выяснить закономерности их размещения по площади и в разрезе.

## ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТЕРМИНОЛОГИЯ

Текстура осадочных пород наряду со структурой входят в группу петрографических признаков (табл. 1.1). Структура\* и текстура\*\* обычно тесно взаимосвязаны.

Структурные признаки включают форму и размер зёрен, слагающих породу, а также оценку степени сортировки материала.

Текстурой осадочной горной породы называют черты её внутреннего строения, которые обусловлены пространственными взаимоотношениями отдельных компонентов и их ориентировкой по отношению как к поверхности наслоения, так и к Земле. Главным текстурным признаком осадочных пород является слоистость.

### 1.1. Слоевые единицы

Текстуры осадочных пород различают по масштабам проявления. В геологии выделяют:

- слоистость, характеризующую осадочные толщи и образующую последовательное налегание разных слоёв или пластов;
- слоистость, характеризующую внутреннюю текстуру породы, т. е. слоистость внутри одного слоя.

---

\* под структурой (structure) в английском языке понимают слоистость и другие признаки, называемые в России текстурными.

\*\* под текстурой (texture) в английском языке понимают форму и размер частиц породы.

Таблица 1.1 – ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Генетические признаки			
Породы		физико-химические	Разрез
петрографические	палеонтологические		
<p>1. Структура (форма и размер зёрен, сортировка).</p> <p>2. Текстура (слоистость и др.).</p> <p>3. Минерально-петрофизический состав.</p> <p>4. Цемент (состав и тип цементации).</p> <p>5. Конкреции (состав, форма, распределение)</p>	<p>1. Состав органических остатков (животных и растительных).</p> <p>2. Сохранность.</p> <p>3. Распределение и количество.</p> <p>4. Условия обитания и захоронения</p>	<p>1. Цвет.</p> <p>2. Пористость и др.</p> <p>3. Состав поглощённого комплекса.</p> <p>4. Другие физического и химические особенности</p>	<p>вертикальные и латеральные переходы</p> <p>1. Строение разреза (макротекстуры, характер чередования слоёв, ритмичность и др.).</p> <p>2. Мощность слоёв и её изменения на площади.</p> <p>3. Характер границ раздела между слоями (размыты и др.).</p> <p>4. Знаки на поверхности слоёв.</p> <p>5. Условия залегания.</p> <p>6. Боковые границы (характер выклинивания; расщепления и др.).</p> <p>7. Форма слоёв в плане.</p> <p>8. Изменение разреза на площади.</p> <p>9. Генетические признаки разреза, замещающего изучаемый</p>

Основным текстурным элементом слоистой осадочной толщи является *слой*, который протягивается обычно на большие расстояния и имеет значительно меньшую мощность, чем его протяжённость. Слои пород отлагаются горизонтально или пологонаклонно, параллельно дну бассейна седиментации (рис. 1.1.1).

Каждый слой породы обладает внутренней текстурой, часто слоистой, которая может быть параллельна общему наслоению, но может быть и косою, волнистой и другой. Следовательно, слой распадается на подчинённые ему слои, которые для определения внутренней слоистости осадочных пород называют *слойками*, а само явление – *слойчатостью*. Слоёк, в отличие от слоя, может быть не только однороден, но и иметь двучленное строение, либо представлять собой постепенное изменение компонентов осадка снизу вверх по размеру и составу. Слойки, которые являются элементарными единицами слоистой текстуры осадочной породы, группируясь, образуют пачки, серии и слои.

По масштабам и интенсивности развития слоистой текстуры выделяют, кроме слойчатости, и *слоеватость*. Такая текстура подчеркивает невыраженность признака («слоистость без слоистости»). В случае развития слоеватости слоистость намечается благодаря ориентировке отдельных зёрнышек, чешуек слюды и обрывков растительных тканей.

Наряду с терминами «слой» и «слоёк», существует термин «пласт». Пласт – это слой или группа слоёв, образовавшихся в результате изменения седиментации при смене фациальной обстановки.

На рис. 1.1.2 показано соотношение пластов, слоёв и слойков.

*Слои* объединяются в *пласты*, в горизонты, далее в комплексы отложений, а *слойки*, которые являются элементарными единицами слоистой текстуры осадочной породы, образуют *пачки*, *серии* и *слои* (рис. 1.1.3).

*Серия слойков* – группа сходных по форме и строению слойков, которые связаны друг с другом непрерывной последовательностью наслоения и имеют одинаковое залегание. Серии слойков сверху и снизу отделены от смежных серий плоскостями раздела – границами серий. Серии характеризуются сходством слойков внутри каждой серии, а отличаются в смежных сериях по углу наклона. Группировка в серии характерна для косою и волнистой слоистости.

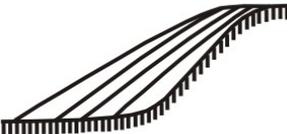
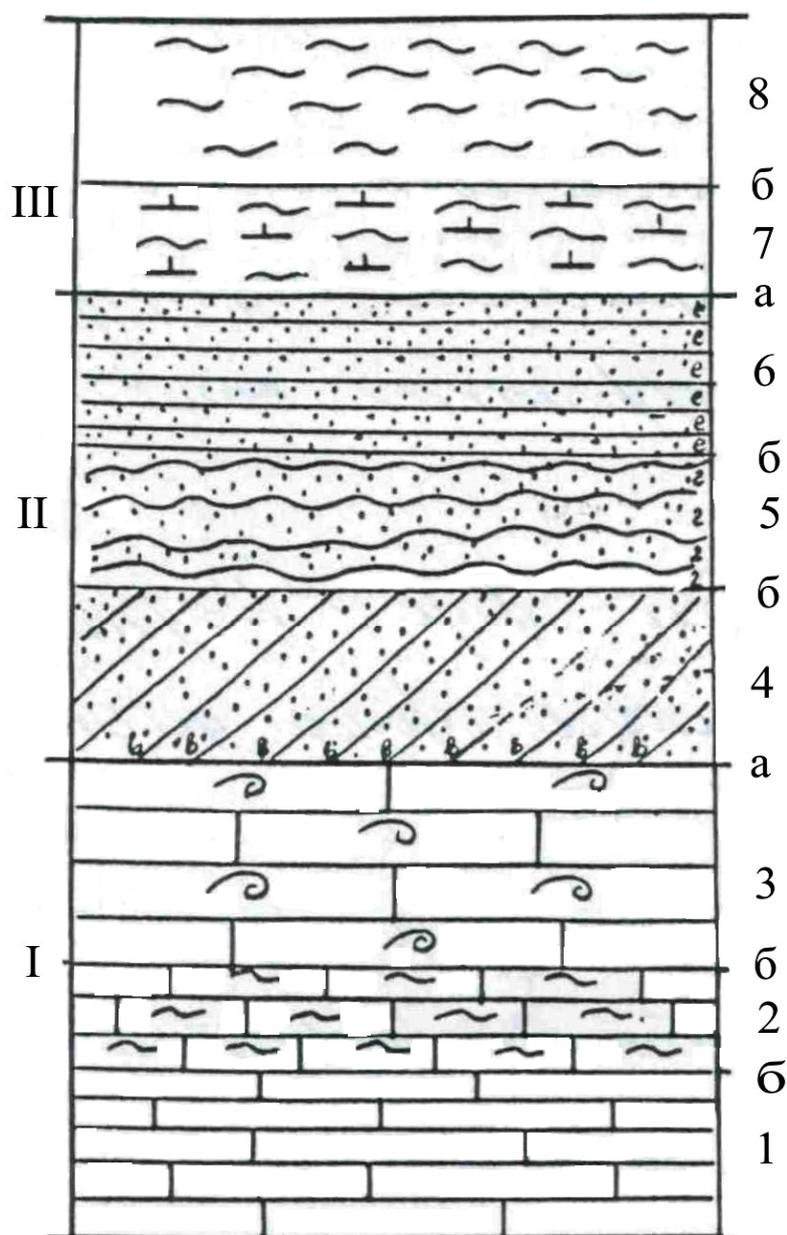
Тип	Вид	Схематическая зарисовка
Наклонная	Параллельная	
	Выполаживающаяся	
	Утоняющаяся книзу	
	Выклинивающаяся	
Сложная	Наклонная или заполнение поперечных промоин	
Заполненная	Утоняющаяся к бортам впадин	
	Упирающаяся в борта впадин	
Облегания	Положительных форм рельефа	
	Отрицательных форм рельефа	
Сложная	Заполнения и облегания	

Рис. 1.1.1. Классификация слоистости, обусловленная рельефом дна  
(по Л. Н. Ботвинкиной, 1965, с сокращениями)



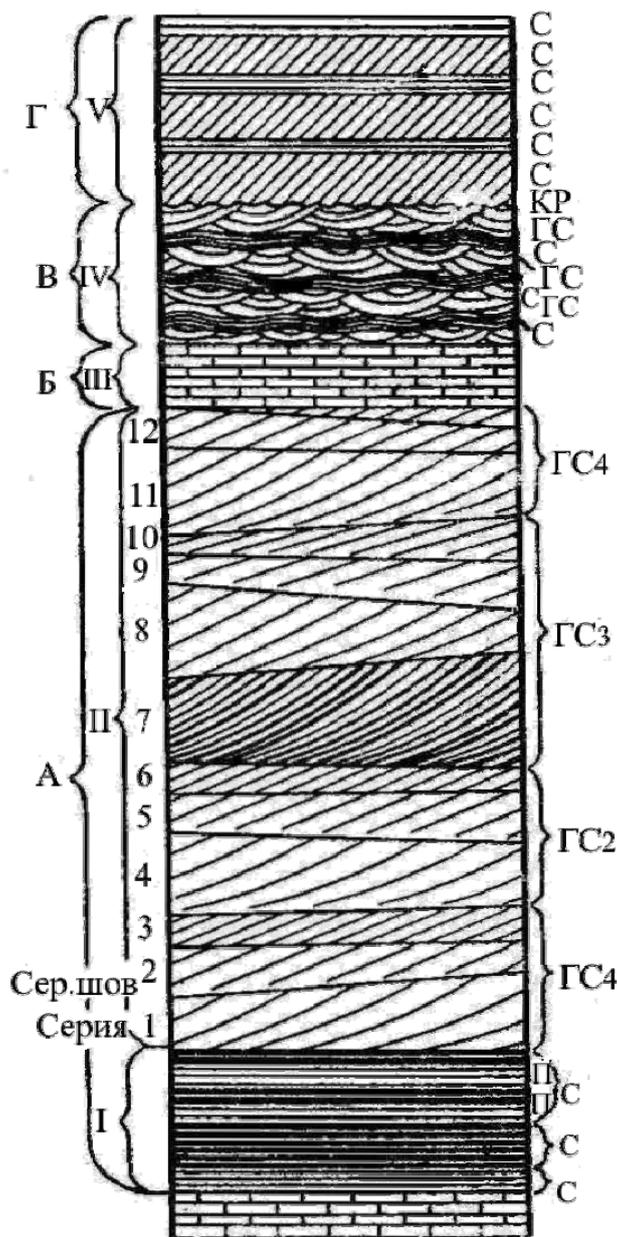
Пласты обозначены римскими цифрами, слои – арабскими, слойки буквами **в**, **г**, **е**: **а** – границы пластов; **б** – границы слоёв

**I** – пласт известняка, состоящих из слоёв разного состава: 1 – известняк фораминиферовых; 2 – известняк афанитовый глинистый; 3 – известняк детритусовый.

**II** – пласт песчаника, состоящий из слоёв с разным типом слоистости: 4 – косою; 5 – волнистый; 6 – тонкой горизонтальной.

**III** – пласт глины, состоящий из слоёв различного химического состава: 7 – глина известняковистая; 8 – глина чистая

Рис. 1.1.2. Соотношение пластов, слоёв и слойков  
(по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)



А, Б, В, Г – пласты; I, II, III, IV, V – слои; С – серии; ГС – группы серий; П – пачки; КР – контакты размыва; А – пласт песка между пластами известняка, состоящий из слоёв, различающихся по текстуре; I – горизонтально-слоистый песок. В нём выделяются три серии, из которых две нижние – простые, а верхняя состоит из двух пачек; II – косослоистый песок, в котором серии (1-12) образуют четыре группы; в каждой из них мощность серий убывает снизу вверх. Нижняя серия (7) третьей группы (ГС<sub>3</sub>) сложена пачками косых слойков. Пласты Б, В и Г содержат по одному слою (равны слою), причём пласты В и Г имеют сложную слоистость; В – пологоволнистую с мутьдообразной волнистой; Г – диагональную (чередование горизонтально- и косослоистых)

Рис. 1.1.3. Основные слоевые элементы

Слойки могут группироваться в группы с отчётливо выраженной тенденцией к постоянному изменению от слойка к слойку внутри группы слойков и резким изменением их на границе двух групп. Эти группы слойков называют *пачками слойков*. Для всех пачек данного слоя характерна одна и та же закономерность изменения слойков (например увеличение глинистости от слойка к слойку внутри пачки и резкое уменьшение её в начале новой пачки). Наиболее типична группировка в пачки для горизонтальной слоистости; повторяющиеся пачки образуют не серии, а группы пачек высшего порядка, подчинённые той же закономерности, что и смена слойков внутри пачек первого порядка.

Пачки слойков представляют собой ритмы. Пример такого ритма – «ленты» в отложениях ленточных глин, где нижняя часть ленты – песчаная, верхняя – глинистая, причём внутри пачки переход постепенный, а граница со следующей пачкой (лентой) – резкая. Лента является наиболее просто построенной пачкой, сложенной всего лишь двумя слойками, чаще связанными постепенным переходом. Соотношение и соподчинение всех перечисленных стратификационных единиц друг с другом показаны на рис. 1.1.2, 1.1.3 и 1.1.4.

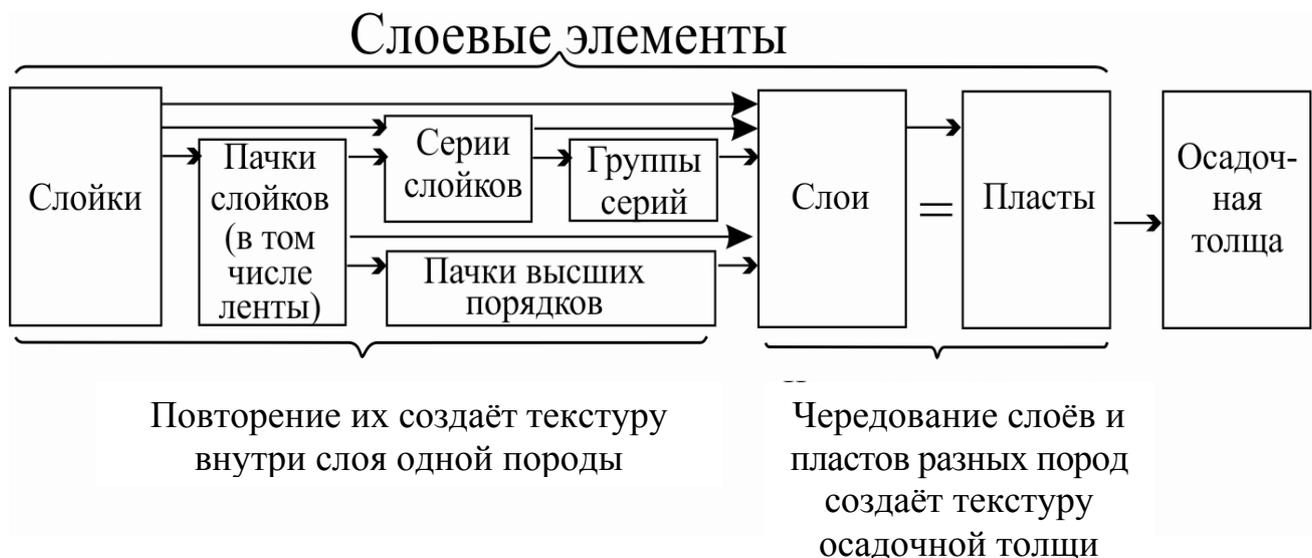
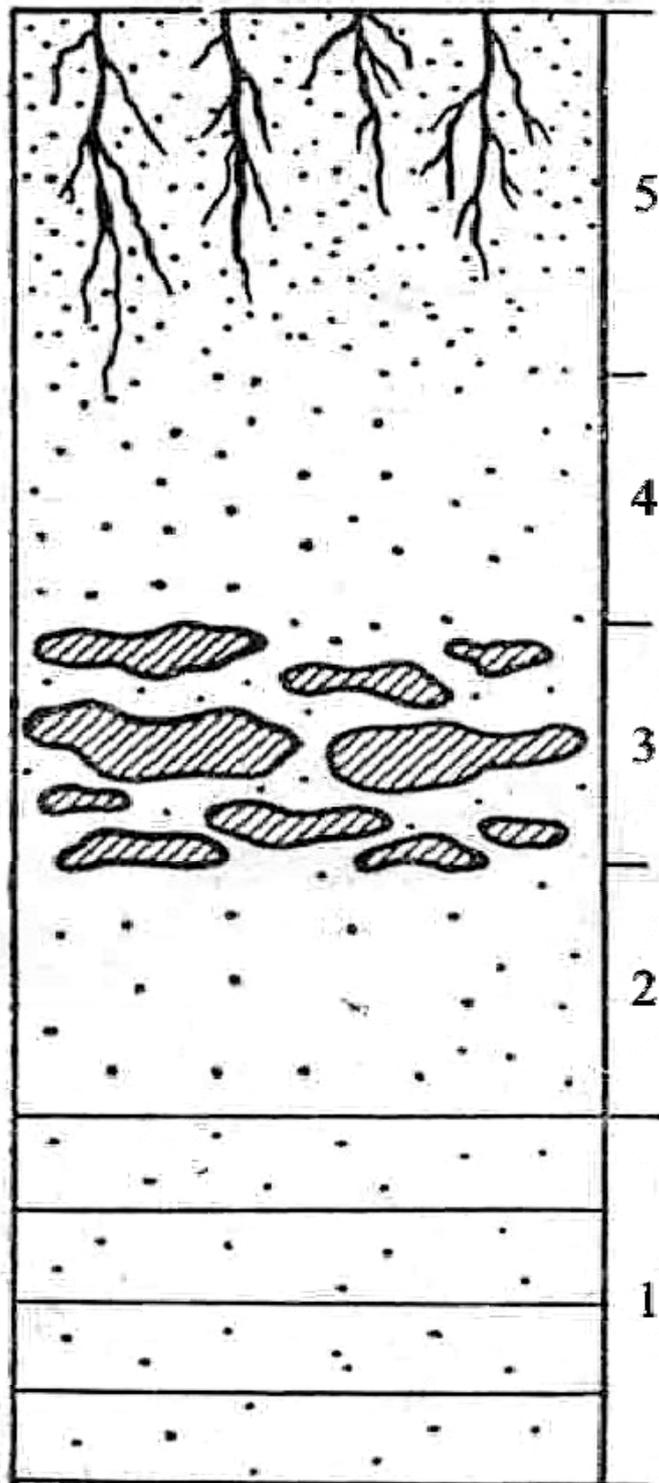


Рис. 1.1.4. Схема соотношения и соподчинения различных элементов слоистой текстуры (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

Выделение слоёв имеет значительную степень условности из-за сложности и многообразия природных явлений. Так, например, по мнению Л. Н. Ботвинкиной, в толще пород, показанной на рис. 1.1.5, разные исследователи, в зависимости от масштаба работ и стоящих перед ними задач, выделяют и различные слои.



Пласт песчаника, внизу – разделённый отчетливыми плоскостями отдельности, выше – массивный; в средней его части имеется горизонт с конкрециями. Верхняя часть пласта изменена в результате проникновения корней растений. Цифры справа показывают возможное выделение условных слоев (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

Рис. 1.1.5. Условность выделения слоёв

Л. Н. Ботвинкина считала, что «если конкреционный горизонт связан с полезным ископаемым, он будет обязательно выделен как самостоятельный слой; геолог-угольщик отметит слой со следами корневой системы растений, так как такие слои лежат в почве угольных пластов, причём часто являются маркирующими горизонтами или служат поисковыми признаками и т. д. С нашей точки зрения, в приведённом разрезе следует выделить пять слоев, так как каждый из них отвечает определённому изменению условий осадкообразования. Однако, если горизонт с конкрециями маломощный и невыдержанный, его следует считать прослоем, объединив слои 2, 3 и 4 в один. При региональных мелко-масштабных работах этот разрез весь будет описан как единый пласт песчаника без выделения слоёв внутри него. Вообще более существенным признаком при выделении слоёв является не наличие разделяющих их границ (которых иногда может и совсем не быть), а изменение состава материала, слагающего слой (основного и включений), его структуры, текстуры и органических остатков».

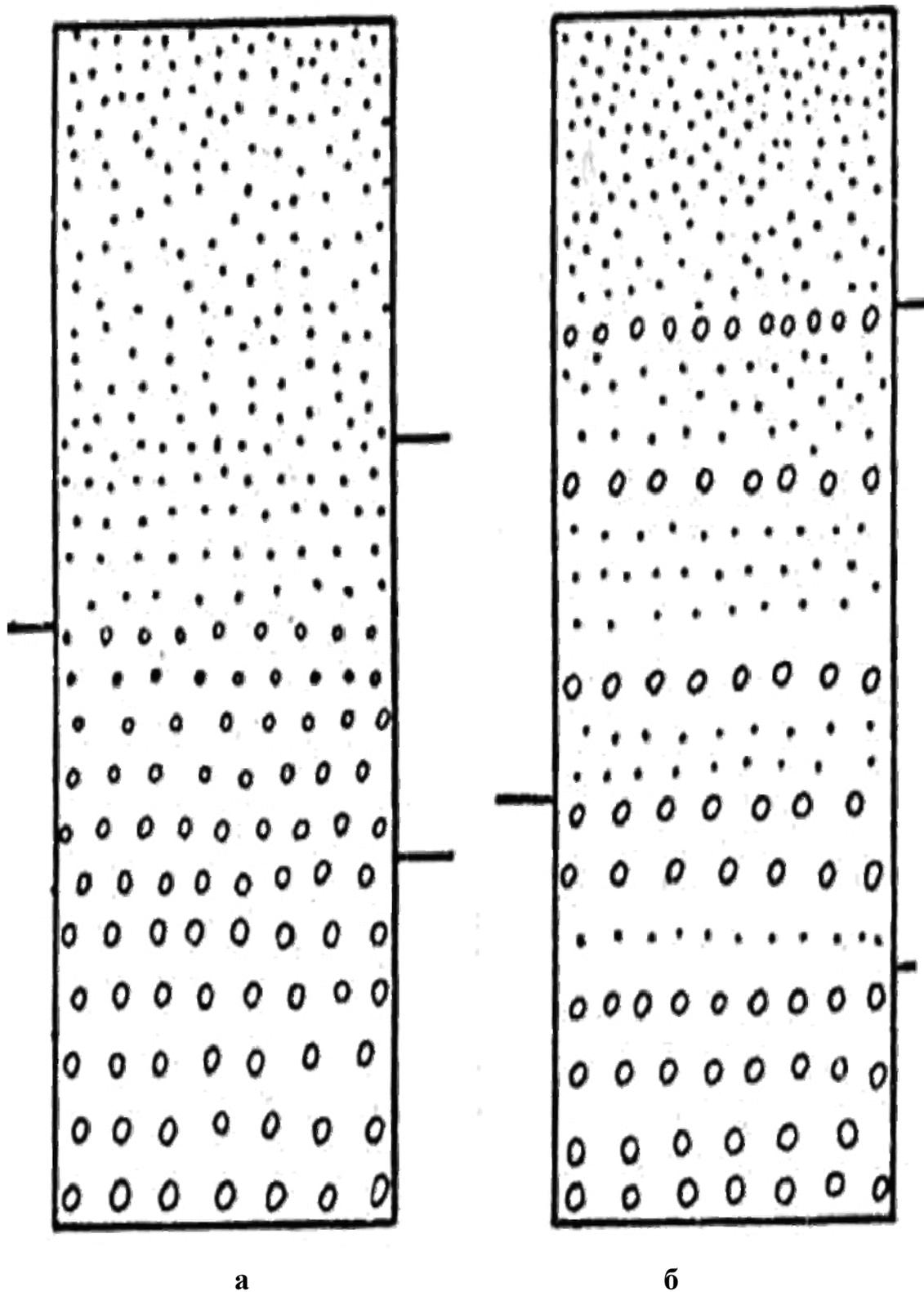
Границы, которые разделяют слои, бывают резкими, чёткими либо слой переходит в другой слой постепенно, что осуществляется либо путём постепенного изменения породы нижележащего слоя и перехода её в вышележащий, либо через зону переслаивания пород, составляющих верхний и нижний слои (рис. 1.1.6). При достаточно большой мощности растянутая переходная зона может быть выделена в самостоятельный слой.

Всё это свидетельствует о большей или меньшей доли условности выделения слоёв.

Термин *переслаивание* употребляется для обозначения достаточно частого и более или менее равномерного чередования слоёв относительно небольшой мощности. Этот термин применим только к слоям, но не слойкам.

## 1.2. Повторяемость слоевых единиц

Со слоистостью связано понятие ритмичности, и/или цикличности осадкообразования, т. е. повторяемости слоевых единиц в результате периодичности процесса осадкообразования. Чередование пород имеет обычно закономерный, ритмичный характер, но отличается степенью чёткости. В однообразных глинистых и карбонатных толщах, однородных, на первый взгляд, при более тщательном изучении обнаруживается ритмичное строение, т. е. повторяемость слоевых единиц, возникающая в результате процесса осадкообразования. По мнению Д. В. Наливкина (1956), «ритмическим осадконакоплением называется такое осадконакопление, при котором в разрезах повторяются те или иные комплексы отложений, обладающие одинаковой последовательностью и более или менее одинаковым литологическим составом».



**а** – постепенное изменение породы; **б** – переход через зону переслаивания материала выше- и нижележащих слоёв. Чёрточками сбоку колонок показаны возможные границы «условных слоёв» (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

Рис. 1.1.6. Типы постепенных переходов между слоями

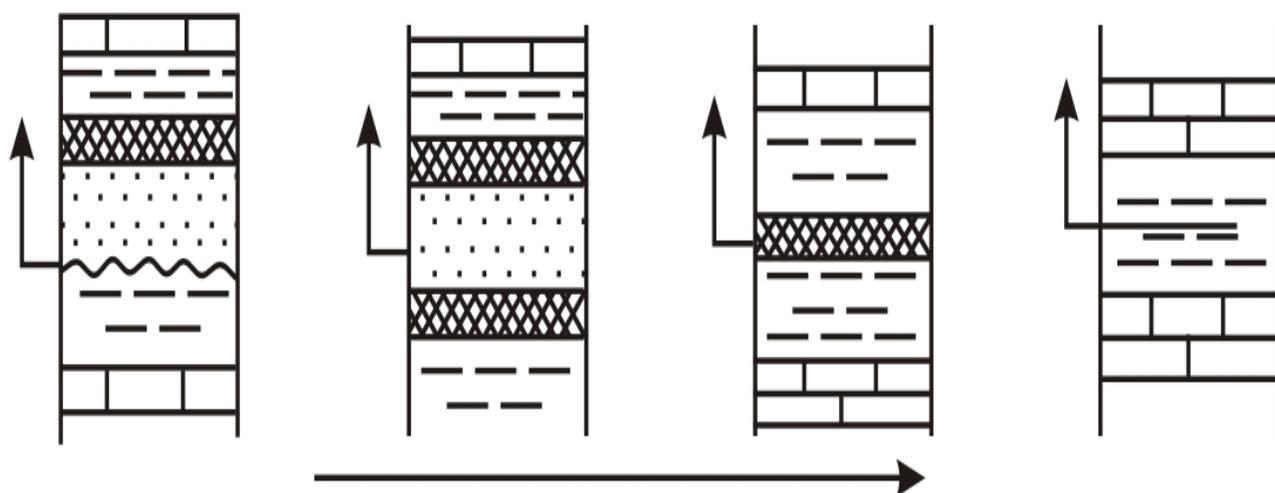
Впервые явление ритмичности осадконакопления было описано Н. А. Головкинским (1869). Несколько позже изучением этого явления занимались А. А. Иностранцев (1872) и Ньюбери (1872), который первым предложил название «цикл отложения» («cycle of deposition»). Через двадцать лет такие же построения были выполнены Вальтером (Walter, 1893-1894). Благодаря работе Грэбо (Grabau, 1906) ритмичность осадконакопления получает широкую известность. Часто ритмичность называют законом Вальтера-Иностранцева-Головкинского. Большой вклад в изучение ритмичности внесён В. В. Белоусовым, Е. П. Брунс, Л. Н. Ботвинкиной, Н. Б. Вассоевичем, С. М. Домрачевым, Ю. А. Жемчужниковым, Г. Ф. Крашенинниковым, Д. В. Наливкиным, Л. В. Пустоваловым, Л. Б. Рухиным, Н. М. Страховым, В. С. Сорокиным, С. В. Тихомировым, В. Т. Фроловым, Н. К. Фортунатовой, В. Е. Хайном, Н. Г. Чочия, М. С. Швецовым и многими другими исследователями.

В геологической литературе часто используются термины «циклическая седиментация», «циклы осадков», «ритмы осадконакопления», «секвенции» и другие. Эти термины понимаются в геологии неодинаково. Так, В. Е. Хаин (1954) под ритмами понимает комплексы малой мощности, а под циклами – большой. Л. Б. Рухин (1959) предлагает под циклами понимать длительно формирующиеся (на протяжении миллионов и десятков миллионов лет), повторяющиеся в разрезах комплексы пород, а под ритмами – более быстро образующие комплексы (обычно менее миллиона лет). Н. Б. Вассоевич (1948) предложил под ритмами понимать определённую размерность повторения явлений (предметов), а для обозначения того, что повторяется, рекомендовал употреблять термин многослои или циклы (Н. Б. Вассоевич, 1954). Ю. А. Жемчужников (1955) понимал под ритмами только равномерно повторяющиеся отложения типа сезонной слоистости, а комплексы пород, длительность формирования которых неодинакова, он называл циклами. Д. В. Наливкин (1954) и С. В. Тихомиров (1963, 1964, 1965, 1967, 1968, 1972) считали неверным понятие «цикл», так как «циклом называется последовательность явлений, кончающаяся той же категорией явлений, которой она начиналась, но в другой точке» (Д. В. Наливкин, 1956). Термин «ритм» наиболее чётко отражает сущность явления.

М. С. Швецов впервые (1938) при изучении динамита Московского каменноугольного бассейна раскрыл сложный характер колебательных движений земной коры и их разделение на пульсационные, которые выражаются в периодическом изменении уровня вод Мирового океана и обуславливают ритмичность в строении осадочных толщ, и волнообразные, которые вызывают фациальные различия отложений.

Ритмы представляют собой закономерно построенные ассоциации пород, и закономерный характер строения ритмов выражается направленностью изменения литологических свойств – структуры, текстуры, состава и др. *Ритмичность* – это закономерное повторение в разрезе однотипных комплексов осадочных пород. Образование ритмов обусловлено периодически происходящими поднятиями и погружениями земной коры. Установлено, что в разрезе ритмы начинаются с отложений, образовавшихся в наибольшей близости к области сноса в эпохи её наибольшего поднятия. Эти породы наиболее обогащены обломочными частицами. При уменьшении размеров области сноса происходит трансгрессия моря, достигающая максимума в середине ритма. Средняя часть ритма, образовавшаяся на наибольшем удалении от области сноса, содержит наименьшее количество обломочного материала (обычно мелкозернистого), а среди морских отложений преобладают относительно наиболее глубоководные фации. Во второй половине ритма происходит регрессия моря, увеличиваются границы области сноса и расчленяется её рельеф. Идеальный ритм состоит из двух частей: нижней (трансгрессивной), образующейся во время уменьшения размеров области сноса и выравнивания её рельефа, и верхней (регрессивной), соответствующей эпохе увеличения области сноса и усиления её расчленённости. В формировании осадочных ритмов Н. М. Страхов (1949) выделил три основные стадии: А – начало развития трансгрессии, В – время относительно стабильного стояния бассейна и С – регрессия, эпоха поднятия, отметив, что большинство типов пород характерно для всех стадий, но облик их изменяется и количественное распределение типов пород на различных стадиях формирования ритма резко неодинаково. На регрессивной стадии, на периферии области сноса, происходит размыв ранее накопленных отложений, и разрез большинства ритмов в этой зоне значительно сокращается за счёт размыва их верхней регрессивной части, образуются ассиметричные ритмы.

По данным Л. Б. Рухина (1959, 1969), в зонах, всё более удалённых от области сноса, облик одного и того же ритма постепенно изменяется. В зонах, удалённых на неодинаковое расстояние от области сноса, один и тот же ритм будет начинаться различными породами (рис. 1.2.1). Л. Б. Рухин (1959) предложил подразделять ритмы по продолжительности их формирования, по фациальному составу отложений и резкости разграничивающих их перерывов. Среди ритмов различают: а) бассейновые, сложенные отложениями крупных солончатых или морских бассейнов; б) паралические, состоящие из чередования морских и континентальных отложений; в) лимнические, присутствующие только в континентальных отложениях (рис. 1.2.2). При переходе от бассейновых ритмов к паралическим в них резко сокращается количество карбонатных пород и увеличивается количество грубообломочных отложений.



Удаление от области сноса



1 – размыв; 2 – аллювий; 3 – лагунные отложения; 4 – морские накопления; 5 – подошва ритма; 6 – угли

Рис. 1.2.1. Один и тот же ритм в разрезах, неодинаково удалённых от области сноса, из-за фациальной изменчивости осадков начинается различными породами (по Л. Б. Рухину, 1956)

По резкости перерывов различают прерывные и непрерывные ритмы (рис. 1.2.2). В непрерывных ритмах всегда присутствует регрессивная часть, а прерывные разделены отчётливыми перерывами, и их регрессивная часть в той или иной мере размыта. Непрерывные ритмы возникают там, где скорость прогибания больше (или равна) скорости накопления. Это чаще происходит вдали от областей сноса, на дне морских бассейнов, где прогибание земной коры «не справляется» с большим количеством осадков, накопившихся здесь в эпоху поднятия области сноса, и та их часть, которая оказывается выше профиля равновесия, удаляется денудацией.

Масштаб ритмичности и формы её проявления очень разнообразны. По масштабу проявления выделяют ритмы разных порядков. Н. М. Страховым (1949) и С. В. Тихомировым (1965, 1967, 1968, 1969) определён относительный масштаб и порядок осадочных ритмов. Длительность больших ритмов может быть равна одной или нескольким геологическим системам. Так, палеозойская группа выделяется как ритм первого порядка; герцинский, каледонский и альпийский тектонические циклы – ритмы второго порядка; система – ритм третьего порядка; отдел – четвёртого; ярус – пятого; подъярус – шестого; горизонт – седьмого порядка и т. д.

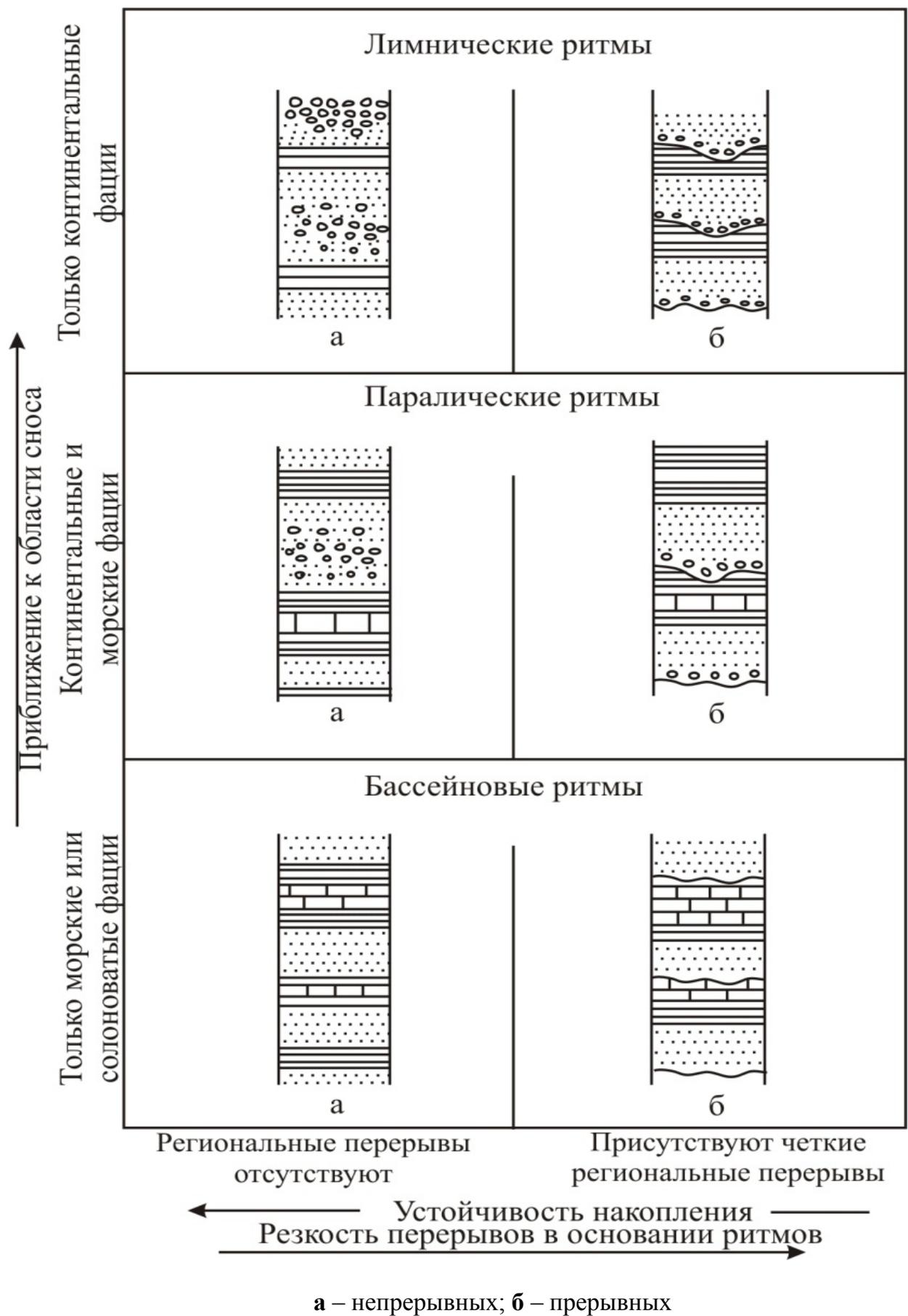


Рис. 1.2.2. Схема классификации ритмов (по Л. Б. Рухину, 1959)

Так, франский ярус (рис. 1.2.3) Тимано-Печорской провинции представляет собой ритм пятого порядка, а нижнефранский, среднефранский и верхнефранский подъярусы являются ритмами шестого порядка. В составе ритмов шестого порядка выделяются ритмы седьмого порядка, отвечающие горизонтал: в нижнефранском ритме выделяют снизу вверх яранский, джьерский и тиманский, в среднефранском – саргаевский, доманиковый и ветласянский, в верхнефранском – сирачойский, евлановский и ливенский. Нижнефранский ритм представляет собой отложения начальной стадии трансгрессии и сложен он, в основном, карбонатными образованиями, верхнефранский ритм соответствует регрессии франского бассейна и сложен карбонатными, глинисто-терригенными, а в верхней части (на значительной части территории провинции) – сульфатными породами.

Ритмы седьмого порядка, в свою очередь, подразделяются на ритмы более мелких порядков. Так, доманиковый горизонт (ритм седьмого порядка) Тимано-Печорской провинции (рис. 1.2.4, 1.2.5) подразделён на два ритма восьмого порядка, отвечающих подсветам, которые, в свою очередь, разделены на толщи (ритмы девятого порядка). В составе каждого ритма девятого порядка выделяются ритмы десятого порядка, отвечающие пачкам пород, которые, в свою очередь, должны подразделяться на ритмы десятого порядка, соответствующие слоям. Подобная ритмичность характерна как для всего верхнедевонского комплекса, так и для каждого её подразделения. Она отражает периодическое пульсационное развитие крупных и малых трансгрессий и регрессий.

Понятие о периодичности осадкообразования было сформулировано Л. В. Пустоваловым (1940), по мнению которого: «Определённые геологические моменты характеризуются преимущественным накоплением определённых типов осадков, причём наиболее интенсивное образование этих типов осадков периодически повторяется на протяжении геологической истории Земли: последовательность образования доминирующих типов осадков соответствует схеме осадочной дифференциации вещества, составляя большие периоды осадконакопления; на фоне больших периодов могут иметь место малые периоды осадконакопления, имеющие местное значение и связанные с местными проявлениями тектонических сил».

Периодичность образования осадочных пород и вызывает ритмичность строения осадочных толщ. Одни и те же ритмы, представленные в разных литологофациальных областях различными породами и охарактеризованные различными экологическими комплексами ископаемых организмов, достаточно уверенно прослеживаются в области развития морских отложений и области развития прибрежно-морских образований. Каждый полный трансгрессивный ритм рассматривается как совокупность отложений, образовавшихся за время одной трансгрессии и последующей регрессии.

система		отдел		ярус		подъярус		Горизонт		литологическая колонка		стадии развития бассейна		
Д е в о н с к а я - D		(ритм 3 порядка)		D <sub>3</sub>										
В е р х н и й - D <sub>3</sub>		(ритм 4 порядка)		D <sub>3f</sub>										
Ф р а н с к и й - D <sub>3f</sub>		(ритм 5 порядка)												
Верхний - D <sub>3f<sub>3</sub></sub> (ритм 6 порядка)														
Средний - D <sub>3f<sub>2</sub></sub> (ритм 6 порядка)														
Нижний - D <sub>3f<sub>1</sub></sub> (ритм 6 порядка)														
Яранский	Джъерский	Тиманский	Саргаевский	Доманиковский	Ветлянский	Сирачойский	Евлановский	Ливенский						
( рит м ы 7 п о р я д к а )		( рит м ы 7 п о р я д к а )		( рит м ы 7 п о р я д к а )		( рит м ы 7 п о р я д к а )		( рит м ы 7 п о р я д к а )						
Н а ч а л о т р а н с г р е с с и и		М а к с и м у м т р а н с г р е с с и и		Р е г р е с с и я										

Рис. 1.2.3. Схематичное строение франского яруса (ритма пятого порядка) Тимано-Печорской провинции

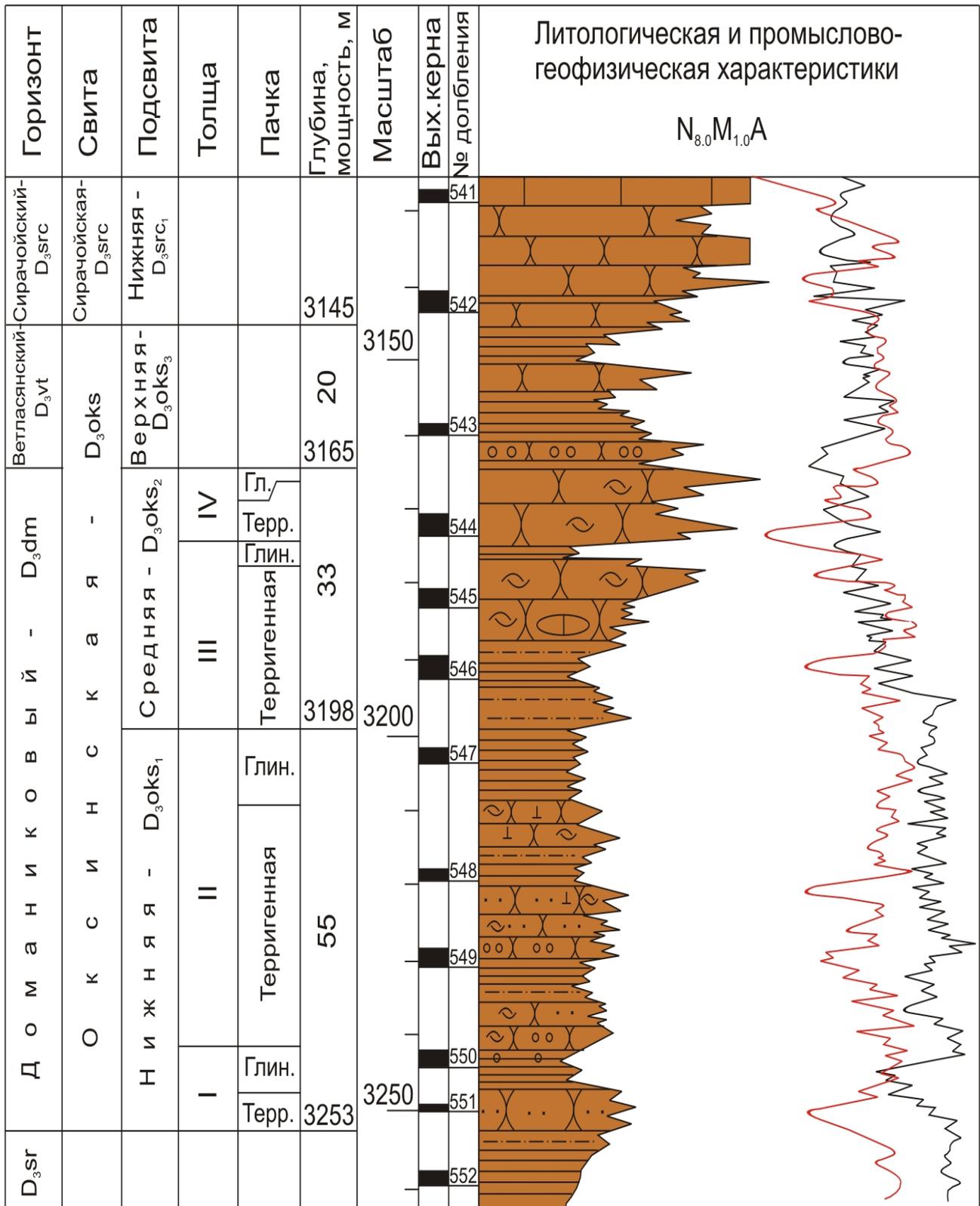


Рис. 1.2.4. Мелководно-шельфовый тип разреза доманикувского горизонта.  
Оксинская свита. Скв. 1 – Нарьян-Мар

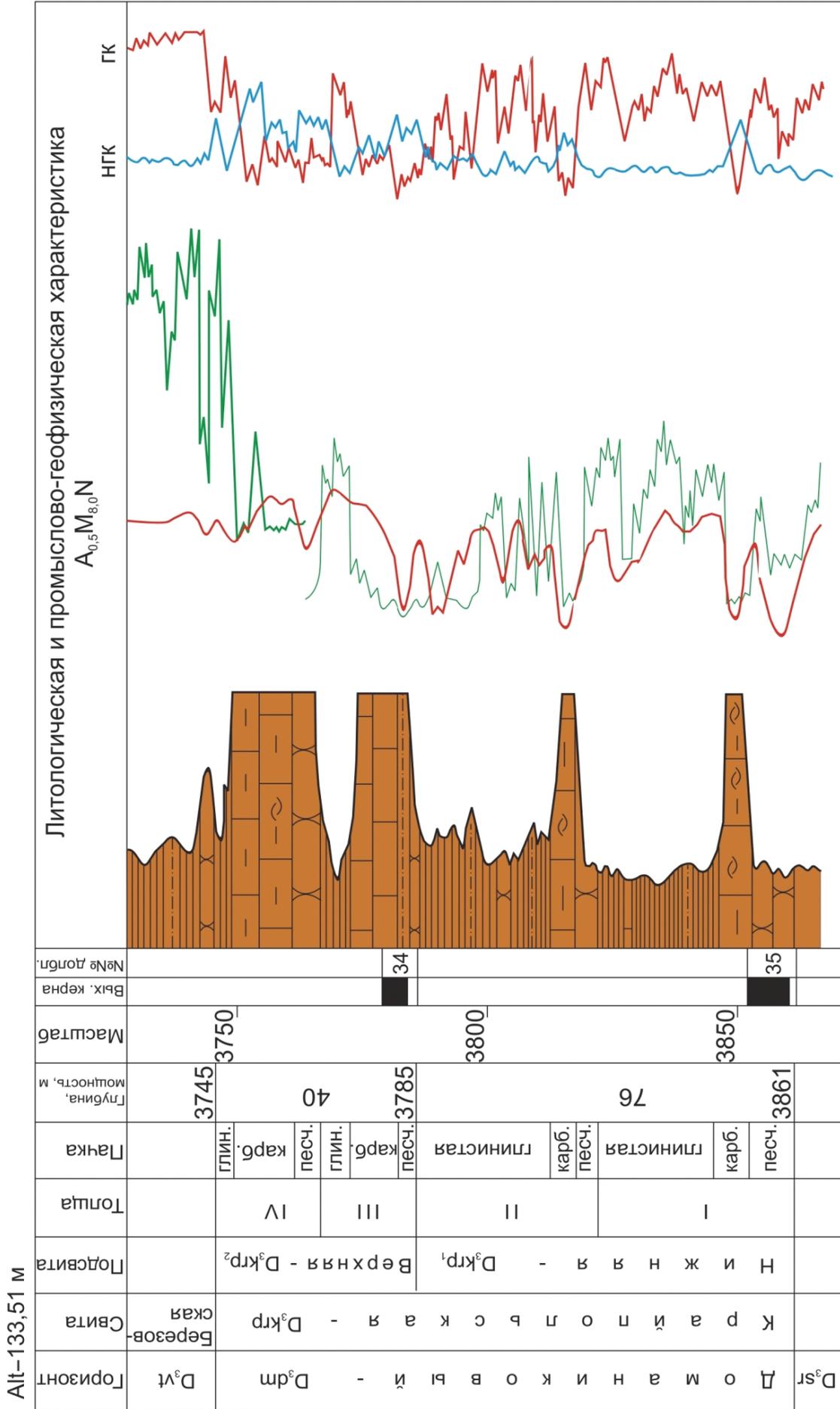


Рис. 1.2.5 Мелководно-шельфовый тип разреза доманикового горизонта. Крайпольская свита. Скв. 26 – Ю. Шапкино

В ритмах, кроме периодической повторяемости элементов осадочной толщи, наблюдается их направленная изменчивость. Отложения каждого ритма фациально изменчивы. В них по площади закономерно изменяются набор пород, их вещественный состав, облик, генетические и фациальные типы отложений. Также направленно меняются и заключённые в них экологические комплексы ископаемых организмов, образующие экологические ряды. В трансгрессивных пачках ритмов направленность изменений элементов ритма по вертикали в общем повторяет их площадную изменчивость в направлении вглубь открытого моря, а в регрессивных пачках – в сторону полузамкнутого аномально осолонённого залива. При изучении франских отложений северо-запада Русской платформы В. С. Сорокин (1978) установил, что «в полных трансгрессивных ритмах с непрерывным разрезом и постепенными переходами между составляющими ритм элементами трансгрессивная и регрессивная пачки почти зеркально симметричны одна другой. Неполные ритмы с прерывистым разрезом всегда отличаются более или менее выраженной асимметрией своих половин». Симметрия или асимметрия строения ритмов зависит не только от прерывистости осадконакопления и от положения данного ритма в разрезе ритмов более крупного порядка. «Асимметрия строения ритмов указывает на преобладающую направленность развития осадочного процесса» (В. С. Сорокин, 1978). Симметричные ритмы занимают срединное положение в более крупных ритмах и отвечают стадиям наиболее широкого распространения морских или лагунно-континентальных условий, а асимметричные ритмы располагаются в более крупных ритмах на восходящей или нисходящей ветвях колебательной синусоиды; в более крупном ритме трансгрессивные или регрессивные элементы ритма получают более полное развитие и доминируют в разрезе. Подобное строение установлено и для верхнедевонского комплекса ТПП. Так, в мелких ритмах среднеоксинской, верхнекрайпольской подсвет, приуроченных к трансгрессивной части верхнедоманикового (семилукский этап) ритма, наиболее развиты трансгрессивные пачки, а регрессивные пачки в значительной степени редуцированы (рис. 1.2.4, 1.2.5).

На восходящей ветви в нижнедоманиковом ритме в нижнеоксинском и нижнекрайпольском ритмах доминируют в разрезе регрессивные элементы ритма – глинистые пачки.

При детальном изучении ритмов определяется их строение, мощность, характер контактов между ними, а также общая направленность изменения разреза ритмов. В каждом ритме, при наличии достаточной геолого-геофизической информации, определяются геологические особенности каждого элемента рит-

ма, характер границ, наличие органических остатков, изменение их в разрезе ритма. Для изображения результатов изучения ритмичности применяют ритмограммы по методу Н. Б. Вассоевича (1951). В качестве примера приведена ритмограмма крайпольской свиты (рис. 1.2.6).

В среднефранском (доманиково-ветласянском) ритме нижнеоксинская, нижнекрайпольская и нижнедоманиковая подсвиты залегают в основании трансгрессивной толщи. Эта часть разреза соответствует начальной стадии среднефранской трансгрессии, которая достигла своего максимума в среднеоксинское, позднекрайпольское и позднедоманиковое время. Регрессивная пачка мегаритма представлена ветласянским горизонтом. Ветласянская регрессия протекала на фоне общей регрессии щигровско-семилукского (ранне-среднефранского) бассейна седиментации. Отмечено, что интенсивность фациальных изменений отложений, залегающих на разных уровнях внутри ритма, неодинакова. В непрерывных нормально построенных ритмах, где в основании ритма залегают терригенные породы (алевролиты или песчаники), которые сменяются известковыми песчаниками или известняками, а затем – глинистыми породами, фациальная изменчивость наименьшая в средней части ритма. Эта часть ритма отвечает времени наиболее широкого территориального распространения отложений моря с солёностью, близкой к нормальной. В нижней части ритма, отвечающей времени постепенного увеличения площади развития нормально-морских отложений, и в верхней части ритма, соответствующей постепенному уменьшению площади морских отложений с нормальной солёностью, интенсивность фациальных изменений выше, чем в средней части ритма, и нарастает к его границам.

Установлено, что в ассиметричных ритмах трансгрессивная и регрессивная пачки по степени фациальной изменчивости резко отличаются друг от друга. В мелких ритмах, находящихся на трансгрессивных ветвях более крупных ритмов, трансгрессивные пачки обычно выражены более полно. В ассиметричных ритмах, находящихся на регрессивных ветвях крупных подразделений, трансгрессивные пачки имеют довольно выдержанный петрографический состав, а регрессивные пачки отличаются резкой фациальной изменчивостью.

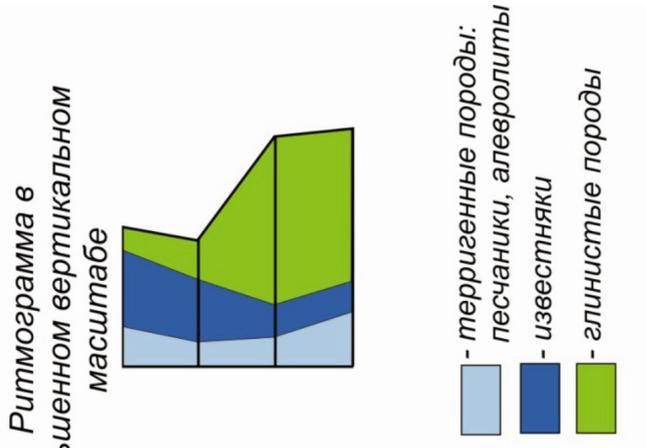
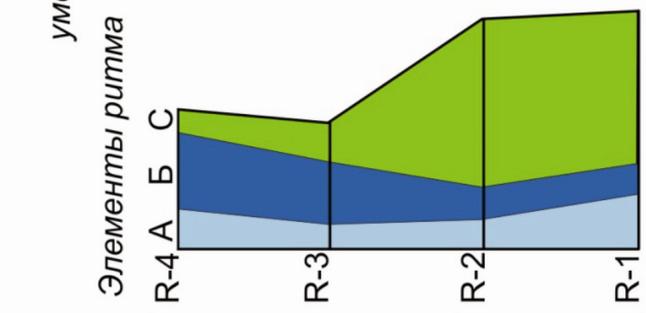
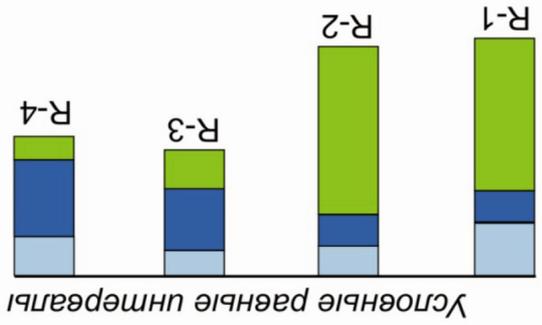
В трансгрессивных пачках ассиметричных ритмов преобладают отложения моря с солёностью, близкой к нормальной, а в регрессивных – отложения с затруднённым водообменом и повышенной или пониженной солёностью, а в прибрежных частях бассейна – прибрежно-морские образования. В симметричных ритмах фациальные и генетические типы пород могут быть одинаковыми, но сменяющимися в разрезе в обратной последовательности.

Преобразование разреза в ритмограмму

Последний разрез

Alt=133,51 м

Горизонт	Свита	Подсвита	Толща	Пачка	Глубина, м	Масштаб	Вых. керна	№№ допл.	Литологическая колонка	РИТМЫ
D <sup>3</sup> st	ДОМАНИКОВЫЙ - D <sup>3</sup> dm	НИЖНЯЯ - D <sup>3</sup> кр <sup>1</sup>	I	глинистая	76	3850	35		[Литологическая колонка]	R-1
				карб.						
D <sup>3</sup> VI	Бере-зовская - D <sup>3</sup> кр	ВЕРХНЯЯ - D <sup>3</sup> кр <sup>2</sup>	II	глинистая	40	3750	34		[Литологическая колонка]	R-2
				карб.						
			III	глин.						R-3
			карб.							
IV	карб.	R-4								



- терригенные породы:  
 песчаники, алевролиты  
 - известняки  
 - глинистые породы

А – начало трансгрессии; Б – максимум трансгрессии; С – регрессия

Рис. 1.2.6. Ритмограммакрайпольской свиты по скв. 26 – Ю. Шапкино

В более крупном, ранне-среднефранском, ритме семилукский ритм располагается в регрессивной ветви, а в позднедевонском мегаритме – в трансгрессивной ветви. Донской этап, охватывающий позднефранский подъярус, и сосновский этап осадконакопления, выделенный С. В. Тихомировым в качестве заключительного этапа девонского осадконакопления на Русской платформе, являются ритмами IV порядка и характеризуются прерывистым сокращением площади осадконакопления и площади моря с нормальной морской или близкой к ней солёностью (С. В. Тихомиров, 1963, 1965, 1967).

В донской и сосновский этапы в Тимано-Печорском седиментационном бассейне резко сокращалась площадь распространения нормально-морских отложений. В удалённых от источников поступления обломочного материала на западе и севере седиментационного бассейна, в конце донского этапа в ливенское время и в конце сосновского этапа в устьепечорское время, накапливались сульфатные отложения (франские – устьухтинская свита Южного Тимана и пестроцветная толща севера Колвинского мегавала и фаменская – II – устьепечорская толща и III – ыджид-каменная толща). Это отчётливо указывает на регрессивную направленность доно-сосновских отложений по сравнению с нижне-среднефранскими.

В Тимано-Печорской провинции, к границе II и III толщ устьепечорского горизонта, приурочено изменение общей направленности осадочного процесса. Со времени формирования III толщи устьепечорского горизонта вновь наблюдается расширение площади отложений с нормальной солёностью. Отложения этого этапа названо позднеустьепечорско-джеболским. В центральных районах Русской платформы этому этапу отвечают отложения тургеневско-нижнеозёрского этапа осадконакопления, образование которых, как показал, С. В. Тихомиров, связано с новым расширением площади осадконакопления.

Особенности ритмичного строения осадочных толщ связаны с закономерностями напластования, а следовательно, со стратификацией разрезов осадочно-породных бассейнов.

## ГЛАВА 2. ВОЗНИКНОВЕНИЕ СЛОИСТОСТИ

Образование слоёв, пластов в осадочных толщах и слойков в породе может быть вызвано различными геологическими причинами.

Слоистость может быть обусловлена одной из следующих причин или их совокупностью (рис. 2.1):

- неодинаковой величиной обломочных частиц или размером кристаллов в соседних слойках;
- различием минерального состава;
- неодинаковой ориентировкой или окраской частиц, слагающих слойки;
- неодинаковым количеством и составом органических остатков в соседних слойках.

Образование слоёв и пластов зависит:

- от изменения количества и состава поступающего в осадок материала;
- от климатических условий;
- от изменения состава осадка в различных фациальных зонах;
- от гидродинамических условий в водоеме седиментации;
- от перерывов в процессе осадконакопления и других причин.

Законы слоеобразования определяются тектоническим режимом бассейна седиментации, климатическими, а также космическими причинами. Основными факторами, создающими слоистость осадка, являются следующие:

1) сортировка осадка и органических осадков при их выпадении. При этом слоистость внутри породы возникает в результате периодичности действия внешних факторов седиментации, среди которых наиболее важное значение имеют сезонные изменения;

2) перераспределение выпавшего осадка по дну в результате движений придонной части среды отложения (течений и волнений);

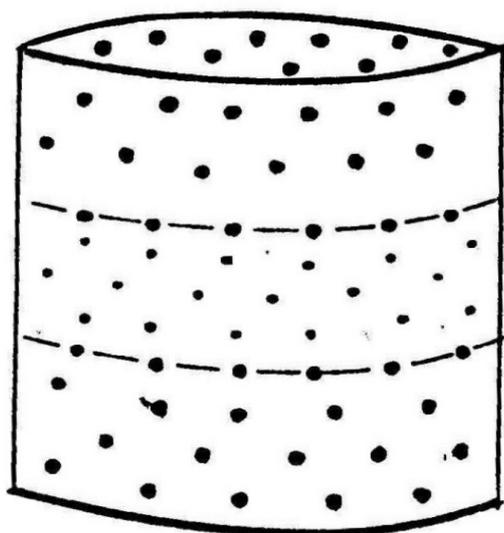
3) перераспределение и изменение составных компонентов уже выпавшего осадка при диагенезе;

4) развитие и рост живых организмов, нарастание их на дне, создающие биогенную слоистость;

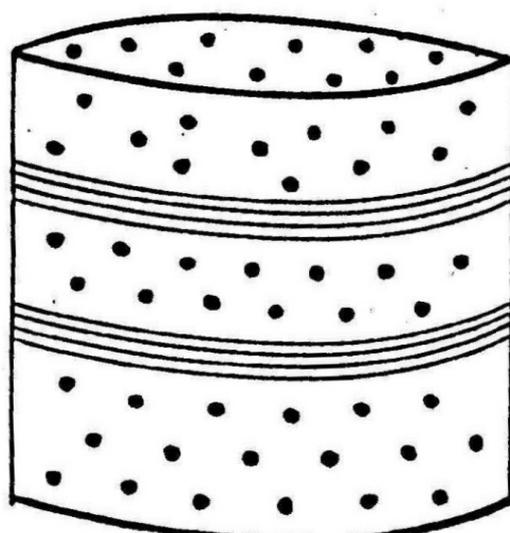
5) пульсационная подача в осадок иного материала (например вулканогенного).

Эти факторы, действуя в различных фациальных и климатических обстановках, создают многообразие слоистых текстур.

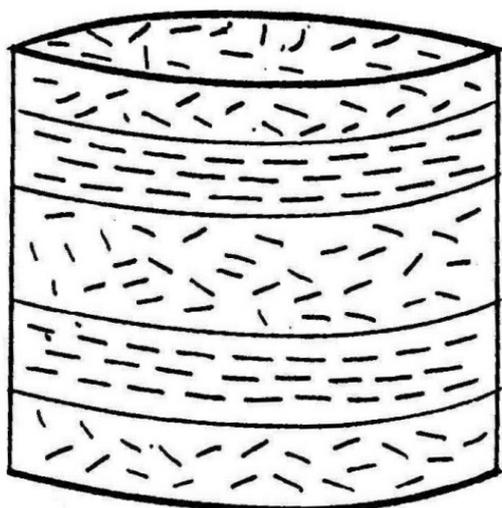
Слоистость обломочных, хемогенных и органогенных пород обычно обусловлена различными механизмами и разными факторами седиментации.



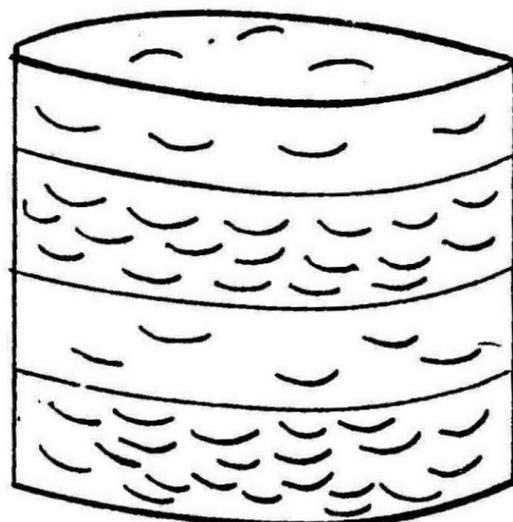
а



б



в



г

а – слоистая текстура породы связана с изменением размера обломочных частиц в соседних слойках;

б – слоистая текстура пород связана с различием минерального состава в соседних слойках;

в – слоистая текстура породы связана с неодинаковой ориентировкой или окраской частиц, слагающих слойки;

г – слоистая текстура породы связана с неодинаковым количеством и составом органических остатков в соседних слойках

Рис. 2.1. Характеристика причин, обуславливающих слоистую текстуру пород

Слоистость обломочных пород зависит от различных физико-механических факторов седиментации, гидродинамического или аэродинамического режимов, присущих фациальной обстановке осадконакопления.

Слоистость хемогенных пород, которая обычно бывает горизонтальной, обусловлена химическими процессами, протекающими при выпадении осадков из растворов в седиментогенезе, или процессами, протекающими непосредственно после выпадения в раннем диагенезе. Выпавшие из раствора минеральные зёрна или сгустки коллоидов в дальнейшем перераспределяются под воздействием гидродинамического фактора, подчиняясь физико-механическим законам, в результате чего в известняках и доломитах формируется косая слоистость, как и в обломочных породах. Появляется диагенетическая слоистость, которая обычно подчёркивает первичную слоистость, а иногда создаёт ложную слоистость.

Органогенные породы имеют обычно биоморфные текстуры, обусловленные образом жизни и особенностями организмов, слагающих породу. Текстуры органогенно-обломочных пород образуются так же, как и текстуры обломочных образований, подчиняясь физико-механическим законам при выпадении в осадок детрита и его перераспределения. При этом слоистость органогенно-обломочных пород имеет определённую специфичность, обусловленную формой органогенных остатков.

Для органогенных и хемогенных пород важная роль отводится диагенетической слоистости.

Таким образом, при спокойной седиментации формируется горизонтальная слоистость, а под воздействием гидродинамического фактора (под воздействием на осадок течений и волн) – косая и волнистая слоистость. Эти три типа слоистости являются основными и отвечают трём обстановкам осадконакопления. Слабые течения образуют на поверхности отложений разного рода рябь, создающую в разрезе косоволнистую слоистость, переходную между косой и волнистой. Слабые волнения создают пологоволнистую слоистость, являющуюся переходной от волнистой к горизонтальной. Таким образом, косоволнистая и пологоволнистая слоистости являются переходными типами как по форме, так и по механизму образования. Все эти простые типы слоистости образуются при нормальном количестве взвеси в воде.

Если же мутьевые потоки имеют высокую плотность и несут грубый материал, в результате его выпадения формируется не косая, а горизонтальная (градационная) слоистость.

## 2.1. Характеристика основных типов слоистости и механизм их формирования

Горизонтальная слоистость формируется при отсутствии придонных движений воды путём выпадения осадка из взвеси или раствора. На характер слоистости оказывает влияние сезонное изменение условий осадконакопления. Эти изменения часто имеют периодический характер (Лунгерсгаузен, 1956; Жемчужников, 1963 и др.).

Л. Н. Ботвинкина отмечает следующие признаки, характеризующие горизонтальную слоистость. «Одним из наиболее существенных признаков горизонтально-слоистой текстуры является последовательность слоёв внутри слоя породы и изменение их по мощности и составу. По этому признаку слоистость может быть равномерная, неравномерная и направленно изменяющаяся, когда слоевые элементы сменяют друг друга, подчиняясь определённой закономерности (например, каждый слой снизу вверх становится всё тоньше и тоньше, каждая пачка снизу вверх становится всё более и более глинистой и т. д.). Иногда слоистость, равномерная по мощности, может быть неоднородной по составу и наоборот.

Следующим важным признаком слоистости является характер группировки слоёв в слое. Они или просто повторяются один за другим (простая слоистость), или же образуют серии слоёв, сходных по какому-либо признаку. Например, серия слоёв мощностью 1-2 мм, затем идёт серия слоёв мощностью 5-7 мм и т. д. (такая слоистость называется серийной). Серийная горизонтальная слоистость встречается реже, более распространены простая и пачечная.

Соотношение разобранных двух признаков следующее (рис. 2.1.1): при простой слоистости может быть равномерное, направленно изменяющееся и неравномерное распределение слоёв (более характерны первое и последнее); при пачечной слоистости устанавливается аналогичное распределение пачек слоёв, при этом для неё наиболее характерно направленно изменяющееся распределение пачек, в меньшей степени равномерное и, значительно реже, – неравномерное.

При наличии серийной слоистости чаще бывает неравномерное чередование серий, реже – равномерное и, совсем редко, – направленно изменяющееся».

Например, в разрезе снизу вверх в слое отмечается следующая последовательность:

- серия слоёв мощностью по 2-2,5 см;
- серия слоёв мощностью по 0,5 см;
- серия слоёв мощностью по 1-2 мм.

Такую слоистость следует называть серийной направленно изменяющейся, так как от серии к серии отмечается постепенное уменьшение толщины слойков.

Строение слойков, чёткость границ и другие признаки будут рассмотрены ниже.

Косая слоистость. Выпавший осадок при наличии водных или воздушных течений передвигается волочением или в виде взвеси, в результате чего образуются вытянутые валы разного размера (от нескольких сантиметров до нескольких метров, иногда десятков метров). Валы обычно имеют асимметричную форму: склон вала, расположенный против течения, более пологий и длинный, склон по течению – более крутой и короткий. Осадочный материал переносится течением с пологого склона на крутой.

Л. Н. Ботвинкина с учётом работ А. А. Вейхера предлагает следующий механизм формирования слойков на крутом склоне вала (рис. 2.1.1).

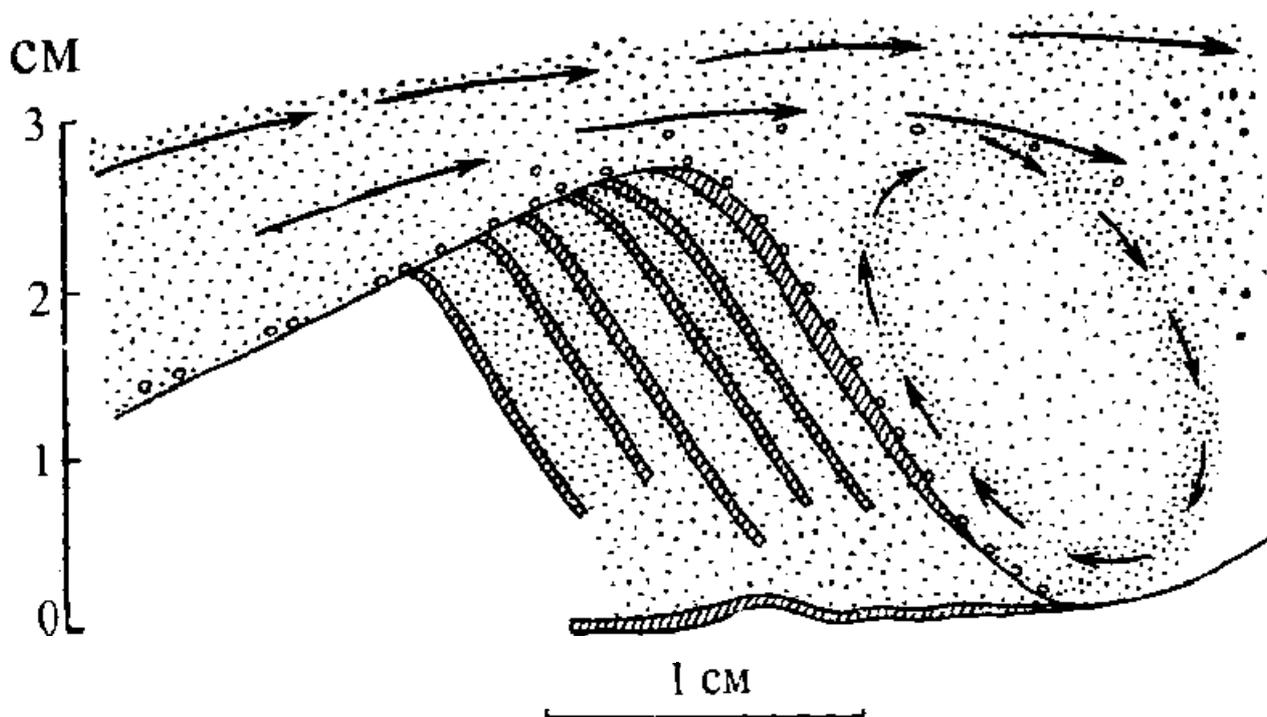


Рис. 2.1.1. Образование косых слойков на переднем крутом склоне песчаного вала (по А. А. Вайхеру, 1948)

«Появление слойков, чередование в последних более грубозернистого и более тонкозернистого материала (т. е. слоичатость) обусловлено тем, что скорость течения не бывает постоянной, а состоит из чередования максимумов и минимумов – так называемых «мгновенных скоростей», т. е. имеет пульсирующий характер. При действии максимальной мгновенной скорости происходит

размыв верхнего склона, частицы переходят во взвешенное состояние, а наиболее тяжёлые и крупные перекачиваются по поверхности валика. Достигая гребня, влекомые частицы падают вниз, создавая наклонный песчаный слоёк. Наиболее крупные частицы обычно скапливаются у основания валика и частично в подвалье (также, как и тяжёлые минералы). Взвешенные частицы проносятся над гребнем и на некотором расстоянии попадают в область подвального завихрения. Ток завихрения, направленный вниз, увлекает тонкие взвешенные частицы, а также пластинчатые минералы, которые оседают на дне подвалья. Тонкие фракции частично оседают в подвалье, частично же уносятся завихрением вдоль нижнего склона валика; там они либо оседают, либо вновь попадают в круговорот завихрения, либо уносятся дальше надгребневой струёй.

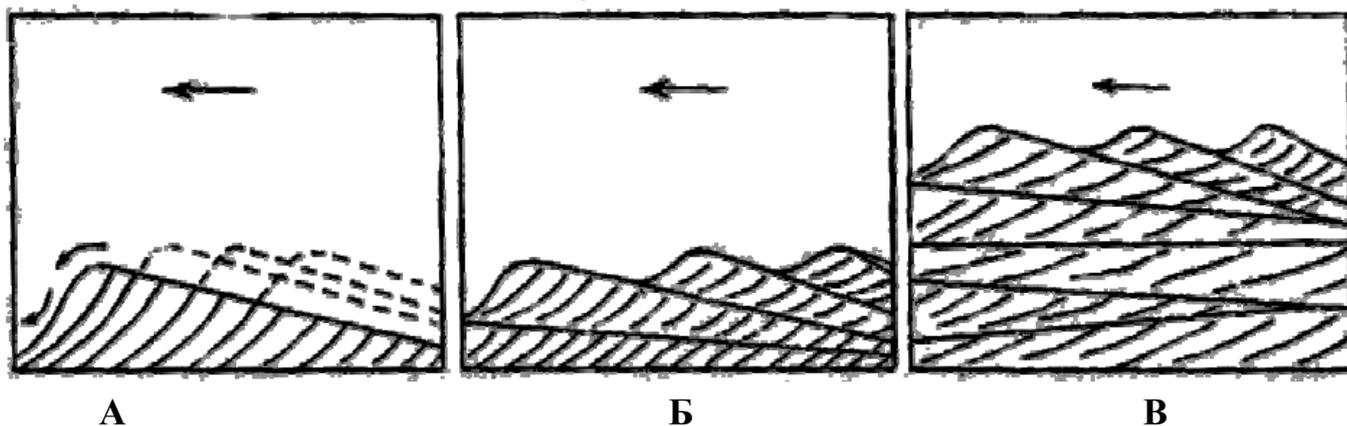
Когда мгновенная скорость становится минимальной, размыв верхнего склона прекращается, во взвеси остаются только пылевато-глинистые частицы, а волочением передвигаются лишь частицы мелких фракций. Скорость подвального завихрения также уменьшается. При этом в подвалье, также как и на крутом склоне вала, оседают пылевато-глинистые частицы. Чем дольше удерживается минимальное значение скорости, тем значительнее будет мощность слойка, состоящего из тонкозернистого осадка. При последующем возрастании мгновенной скорости образуется новый косой слоёк, а в подвалье постепенно возникает основание косо-слоистой серии либо в виде горизонтального вытягивания косых слойков (обычно при относительно более тонкозернистом осадке), либо в виде почти неслоистого осадка, в котором как бы «тонут» концы косых слойков (обычно при более грубо-зернистом и менее отсортированном осадке, в котором более мелкие фракции распределяются в пространстве между более крупными зёрнами).

Наращивание крутого склона вала всё новыми и новыми слойками образует одну косо-слоистую серию, а напользание одного вала на остатки другого – налегание ряда косо-слоистых серий. Слияние последовательно напользающих друг на друга валов образует отмели, косы, бары и другие аккумулятивные формы» (рис. 2.1.2).

Мощность серии слойков является отражением высоты оставшейся части донного вала. Она тем больше, чем крупнее был вал, а следовательно, тем больше была сила течения, его создавшего.

Наличие косой слоистости в породе указывает на формирование осадка при поступательном движении среды осадконакопления, а мощность серий – на его скорость течения.

В зависимости от фациальной обстановки признаки косых слойков и косо-слоистых серий различаются. Следовательно, возможно использование признаков слоистости в качестве одного из фациальных признаков.

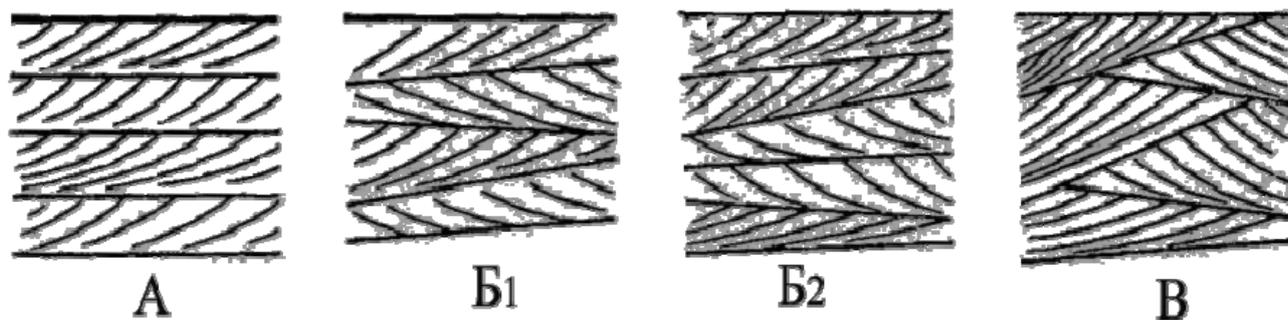


А – передвижение одного косослоистого песчаного вала; Б – наполнение косослоистых валов на оставшиеся части валов, идущих впереди; В – конечный результат – группа налегающих друг на друга косослоистых серий. Стрелка показывает направление течения.

Рис. 2.1.2. Образование косослоистых серий в осадке (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

Л. Н. Ботвинкиной установлено десять фациальных признаков:

1. *Соотношение границ серий* может быть параллельное и непараллельное, причём срезание может быть более слабым, с образованием серий клиновидной формы, и более сильным, с образованием как бы перекрёстных серий, с границами, падающими в разные стороны (рис. 2.1.3).



А – границы серий параллельны, слойки имеют одинаковое направление; Б – границы серий смещённые, серии имеют клиновидную форму (Б<sub>1</sub> – слойки попеременно-разнонаправлены в смежных сериях, Б<sub>2</sub> – слойки разнонаправлены без отчётливо видной закономерности); В – границы серий смещённые, перекрёстные, слойки разнонаправленные в смежных сериях

Рис. 2.1.3. Соотношение границ серий и слойков в ряде смежных серий

Параллельность серий указывает на большую величину и протяжённость песчаных валов и на выдержанность направления течения во времени. Клиновидный характер серий указывает на некоторые изменения направления течения и частичный плоскостной смыв ранее отложенной косослоистой серии. Перекрёстные серии формируются при резком изменении направления течения, часто сопровождаемого и изменением его скоростей. Таким образом, соотношение границ является показателем выдержанности или изменчивости направления струй течений.

2. *Форма границ серий* может быть в разрезе ровная, прямолинейная или изогнутая. Генетическое значение этого признака пока не установлено.

3. *Направление слоёв* в смежных сериях указывает на степень выдержанности направления течения. Наиболее выдержанный поток формирует одноподобную косую слоистость (рис. 2.1.3, А).

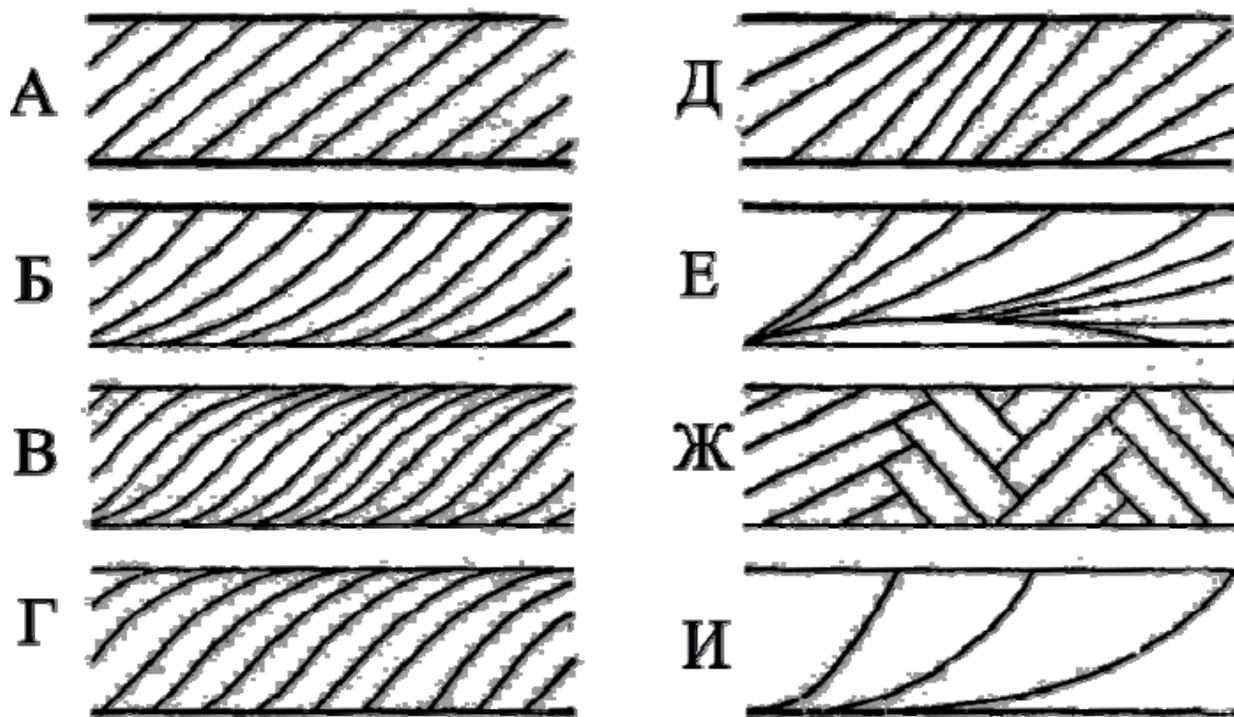
Однонаправленная слоистость характерна для континентальных потоков и для некоторых морских течений.

Более резкое изменение направления течения вызывает появление разнонаправленной слоистости (попеременной, беспорядочной и веерообразной). Попеременно-разнонаправленной называется слоистость, при которой косые слои в смежных сериях имеют падение в противоположные стороны. Такая слоистость формируется морскими течениями периодически переменного направления чаще в прибрежной зоне (рис. 2.1.3, Б<sub>1</sub>). Беспорядочно-разнонаправленной называется слоистость, когда в вертикальном разрезе установлено в разных сериях падение слоёв в разные стороны без какой-либо определённой закономерности (рис. 2.1.3, Б<sub>2</sub>, В). Для веерообразно-направленной слоистости азимуты направлений падения косых слоёв изменяются в пределах около 180°, а роза-диаграмма даёт рисунок веера. Такой тип слоистости характерен для дельтовых отложений.

Направленность косых слоёв является важным генетическим признаком, который зависит от динамических условий. Изменчивость серий и их разнонаправленность в одном разрезе (различные направления падения слоёв в верхних и нижних сериях) указывают на изменчивость направления течения потока во времени.

4. *Форма косых слоёв* бывает прямолинейной, вогнутой, вогнуто-выпуклой (или S-образной) и выпуклой (рис. 2.1.4).

Наиболее распространена вогнутая форма слоёв, наименее – выпуклая. Слои вогнутой формы могут быть обнаружены в отложениях почти всех фаций.



А – прямолинейные параллельные; Б – вогнутые сходящиеся внизу (подстилающие); В – вогнуто-выпуклые, S-образные, сходящиесяверху и внизу; Г – выпуклые, сходящиесяверху (редкий случай); Д, Е, Ж – сложное соотношение слоев: Д – слои прямолинейные, клиновидно сходящиесяверху и внизу, Е – слои вогнутые, пучковидно сходящиеся внизу, Ж – перекрещивание слоев в виде «ёлочки» внутри одной серии (случай редкий); И – разная степень вогнутости слоев: показан слой, слабовогнутый у основания, плавно выполаживающийся и с растянутой выполаживающейся частью у основания серии

Рис. 2.1.4. Форма слоев и их соотношение внутри одной серии  
(по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

Характер вогнутости может быть различным (рис. 2.1.4). Слои могут быть почти прямолинейными, вогнутыми у основания, плавно вогнутыми на всем протяжении и очень сильно и постепенно выполаживаться у основания. При этом слои первого и последнего рода присущи морским отложениям, а плавно вогнутые слои полифациальны.

Выпуклые формы слоев изредка встречаются в эоловых отложениях. Прямолинейная слоистость с прямыми, параллельными друг другу слоями больше свойственна континентальным отложениям (эоловым, временных и речных потоков), а из морских – пляжевым. S-образная вогнуто-выпуклая слоистость наиболее типична для отложений морских донных течений.

5. Иногда первоначальная форма косых слойков получает *усложнение*. Например, при медленном формировании донного вала на его основание накладывается рябь волнения, и косые слойки у основания приобретают слабую волнистость (рис. 2.1.5).

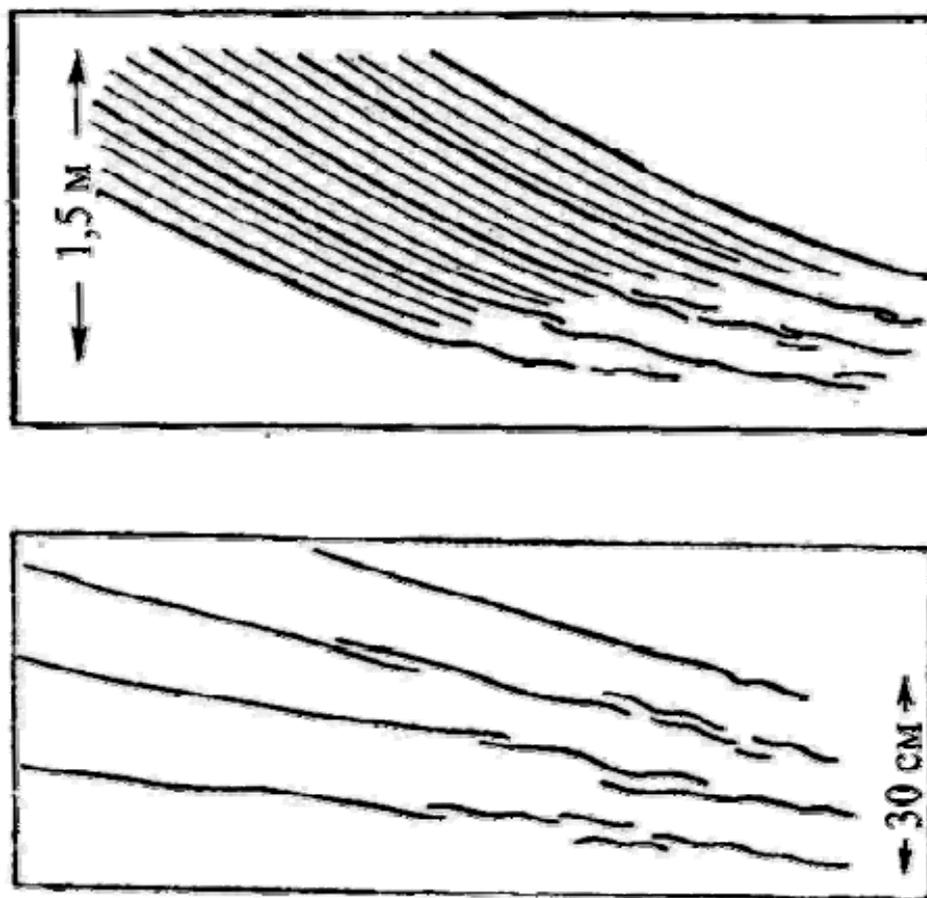


Рис. 2.1.5. Усложнение волнением формы косых слойков у их основания в морских песчаных отложениях (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

Такое явление характерно для отложений прибрежно-морских течений, дельт и баров, т. е. прибрежных аккумулятивных форм.

В более грубозернистых гравийно-песчаных отложениях рек иногда наблюдаются завороты верхней части косых слойков в сторону, обратную их падению (рис. 2.1.6).

С некоторой долей условности этот признак считается характерным для речных отложений.

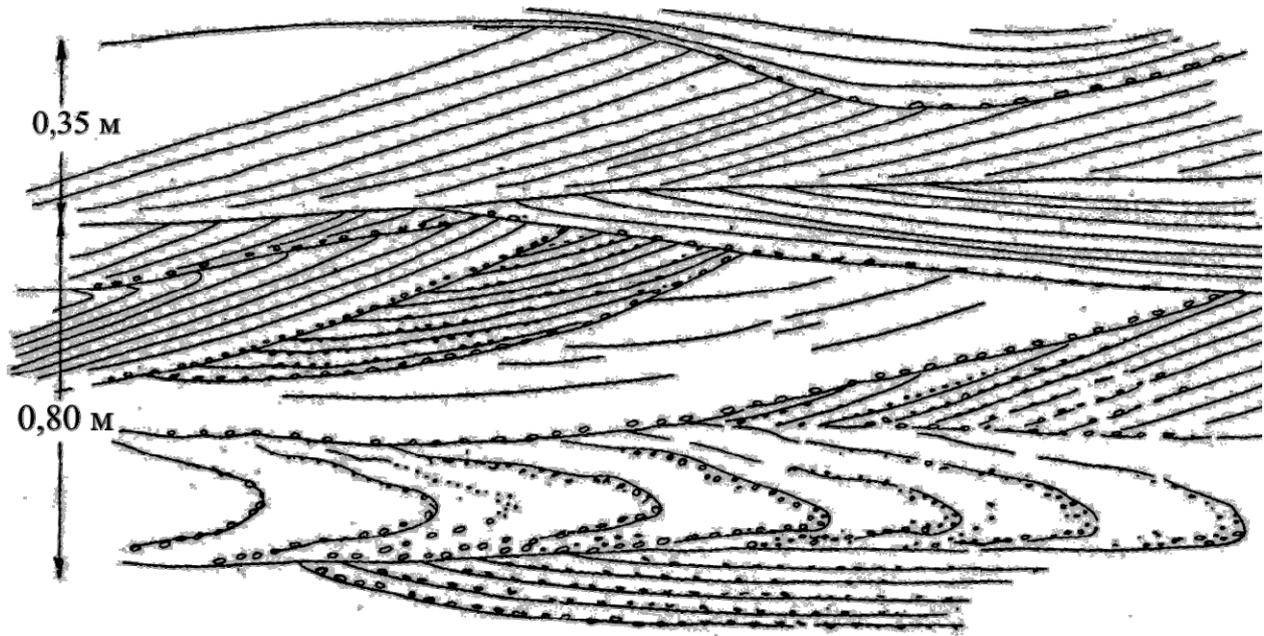


Рис. 2.1.6. Заворот косых слойков в обратную сторону, видимый в двух сериях; особенно отчётливо прослеживается по более грубозернистым слойкам. Песок разнозернистый (от грубозернистого до среднезернистого). Слоистость сильно смещённая, но слойки имеют падение в общем справа налево (однаправленная).

Речные отложения (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

6. Соотношение слойков внутри серии определяется формой слойков (рис. 2.1.7).

Прямолинейные слойки обычно параллельны, вогнутые – сходятся у основания серии, S-образные слойки сходятся вверху и внизу серии. Прямолинейные слойки могут образовывать группы, клинопеременно то вверху, то внизу. Сходящиеся книзу слойки, образующие пучки внутри серии, характерны для аккумулятивных форм прибрежно-морских отложений (бары, дельты). Образование «пучков» сочетается обычно с пологими углами наклона слойков.

По данным Л. Н. Ботвинкиной, попеременное «клиновидное схождение» слойков (сначала вверх, а затем вниз) характерно для песчаных отложений дюн, которые сначала нарастают в высоту, а потом в ширину. Сложное перекрещивание слойков в виде «ёлочки» характерно для эоловых отложений крупных продольных дюн, формируемых устойчивыми ветрами, дуящими параллельно направлению дюн и как бы наметающими на них песок с боков».

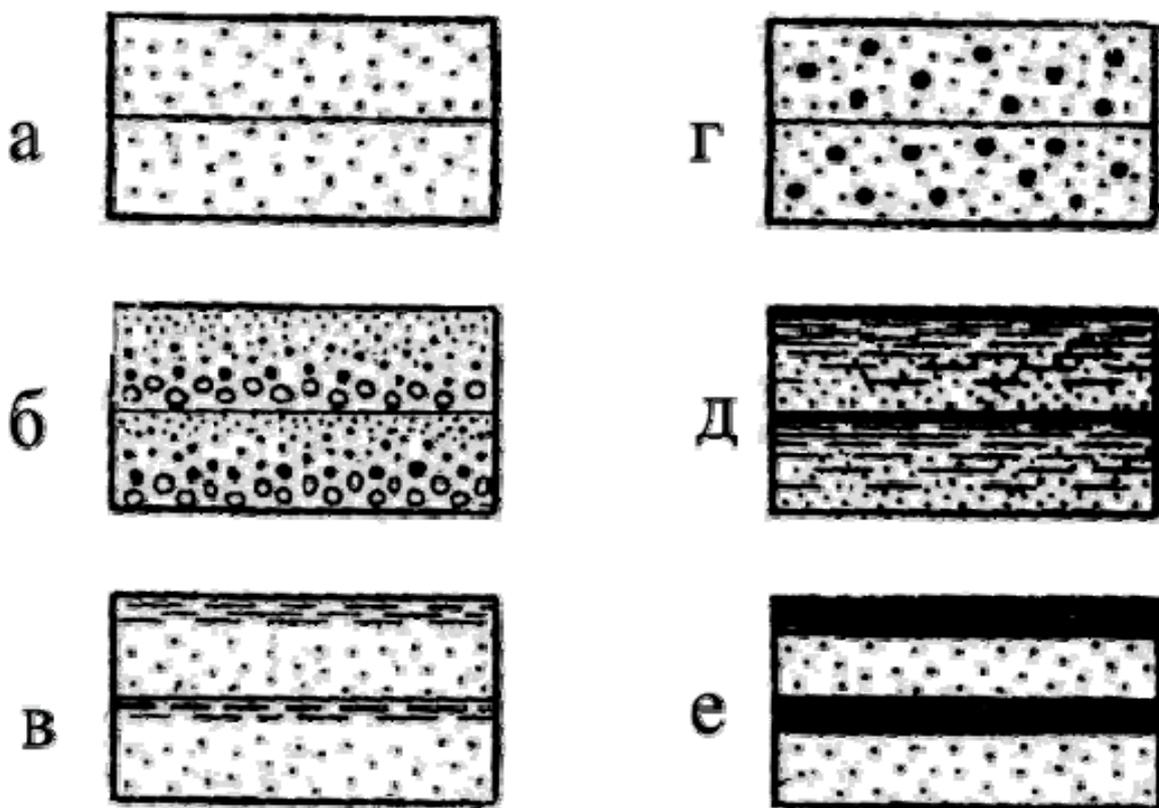
7. Строение слойков может быть четырёх типов (рис. 2.1.7):

а) однородное, если слойки сложены однородным материалом и отделены друг от друга плоскостями раздела, выраженными с разной степенью отчётливости (например эоловые отложения);

б) сортированное, если материал, слагающий слоёк, изменяется по нормали от более крупнозернистого до более мелкозернистого. При этом наиболее распространена прямая сортировка, характерная для речных и дельтовых отложений, но встречается и обратная сортировка, когда более грубозернистый материал появляется вверху слойка (золотые отложения). Резкое различие материала вверху и внизу превращает слоёк в пачку (или ленту) из двух слойков с постепенным переходом между ними (рис. 2.1.7 д);

в) двучленное, если в слойке выделяются две части. Например, вверху песчаного слойка появляется глинистая примесь, а внизу слойка обнаруживается некоторое количество зёрен слюды (рис. 2.1.7 е);

г) неоднородное, если слоёк сложен неоднородным неотсортированным материалом. Границы слойков плохо видны. Такое неоднородное строение свойственно более крупным слойкам в более грубозернистых породах – конгломератах, гравелитах.



а – однородное; б – сортированное; в – двучленное; г – неоднородное; д – два слойка образуют пачку или ленту, в которой нижний, более грубозернистый слоёк постепенно переходит в верхний, более тонкозернистый; е – два слойка образуют пачку или «пару слойков», но без постепенных переходов между ними (слойки обособлены). Такие ленты или пары слойков многократно повторяются в породе (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965).

Рис. 2.1.7. Типы строения слойков (а, б, в, г) и их пар (д, е).

8. *Расположение слоёв внутри серии* может быть равномерным, однородным, когда слои одного состава имеют более или менее одинаковую мощность, или неравномерным с беспорядочной последовательностью слоёв различной мощности.

9. *Включения* – более грубые зерна, гальки, конкреции, органические остатки, некоторые минералы (слюда, глауконит, полезные ископаемые россыпей и т. д.), располагаются послойно и подчёркивают слоистость породы.

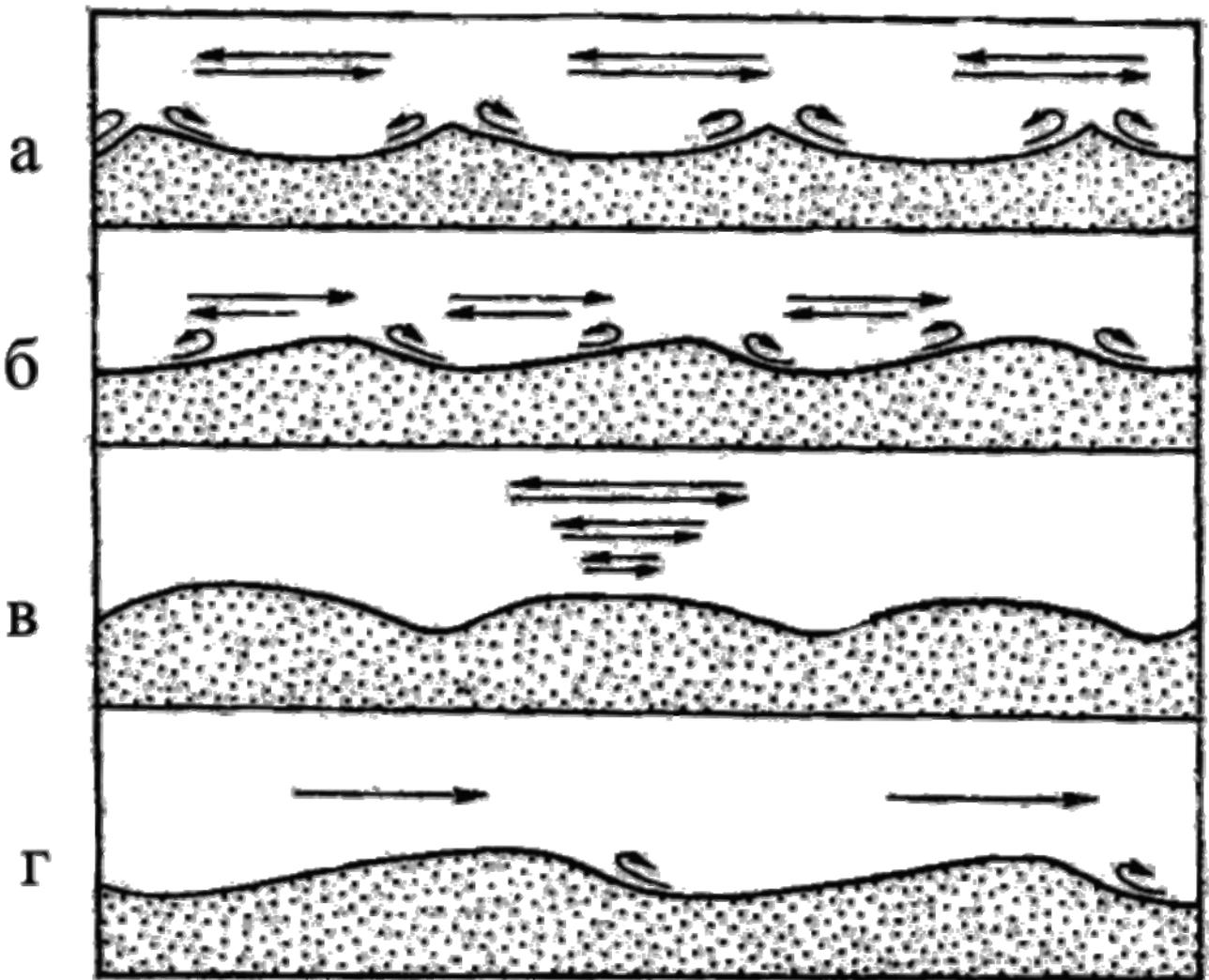
10. *Мощность слоёв* имеет определённое значение при фациальном анализе. Она обычно колеблется в небольших пределах и зависит от гранулометрии осадка. Изменения мощностей слоёв внутри осадка одной фации могут быть значительно большими, чем изменения мощностей слоёв из отложений разных фаций. Мощности серий слоёв отражают масштаб явления, силу течения, волнения, длительность накопления (для горизонтальной слоистости) и имеют большое значение при фациальном анализе.

*Волнистая слоистость.* Многие признаки волнистой слоистости (размер серий, их смещение, форма и строение слоёв) сходны с аналогичными признаками косой слоистости. Наиболее существенным специфическим признаком волнистой слоистости является степень симметричности.

Симметричная волнистая слоистость формируется волнениями, т. е. колебательными движениями вод (рис. 2.1.8).

Эта разновидность волнистой слоистости является хорошим фациальным индикатором, так как волновые движения сказываются на донном осадке в зоне с глубинами от 0 до 200 м. На больших глубинах даже сильные волновые движения затухают и не нарушают донного осадка.

Крупная симметричная слоистость возникает в осадке в средней части этой зоны, где волнения уже сильные, но глубины моря ещё не очень большие. По направлению к берегу слоистость становится мельче. В сторону открытого моря волнения усиливаются, но так как затухание волны с глубиной происходит в геометрической прогрессии, размер волнистой слоистости уменьшается как в сторону берега, так и в сторону моря. В континентальных водоёмах правильная волнистая симметричная слоистость встречается редко. Волновые движения с малой амплитудой волн формируют пологоволнистую слоистость осадка, приближающуюся к горизонтальной.

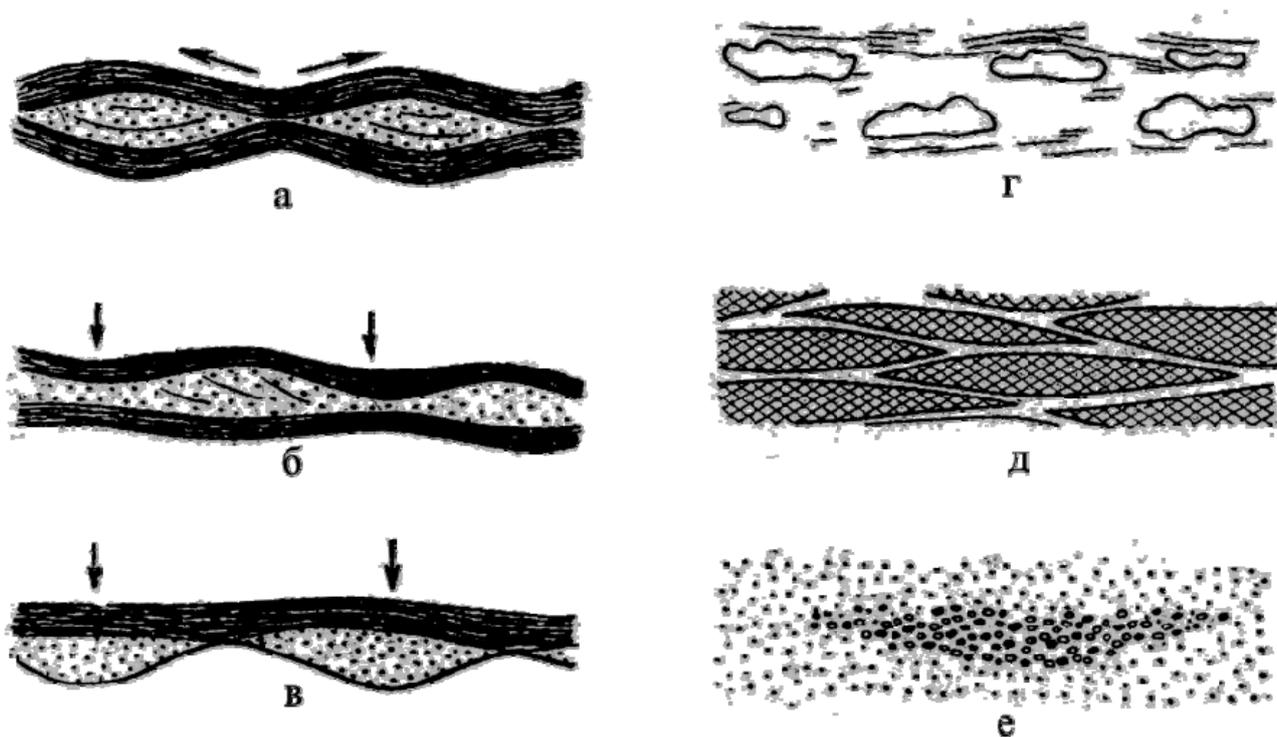


**а** – симметричная рябь волнений; **б** – асимметричная рябь волнений; **в** – симметричная рябь волнений, но с пологими выпуклыми гребнями и угловатыми впадинами (редкий случай); **г** – рябь течения

Рис. 2.1.8. Механизм образования ряби (по Кюнелю, 1950)

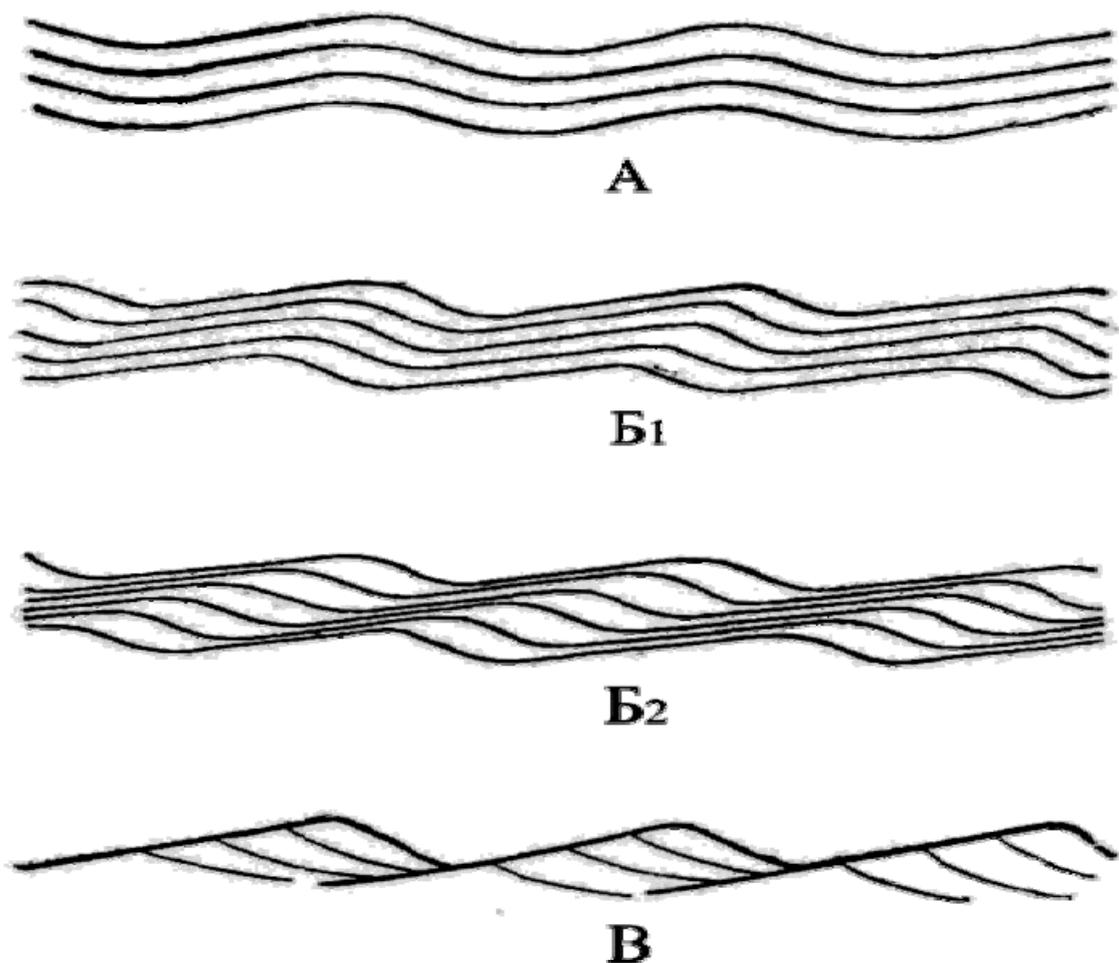
Если у волнистой и пологоволнистой слоистости от серии к серии гребни волн смещаются на расстояние, равное половине длины волны, то при небольшой мощности серий может образоваться линзовидно-волнистая слоистость. Линзовидная слоистость может возникнуть и иным путём (рис. 2.1.9).

Асимметричная волнистая слоистость образуется в результате действия слабых течений, обуславливающих появление на поверхности осадка асимметричной ряби. При этом, если положение гребней ряби устойчиво сохраняется, то в осадке возникает параллельная асимметричная слоистость (рис. 2.1.10).



**а** – волнением с попеременным правильным смещением гребней волн при периодическом поступлении в осадок разного материала; **б** – выпадением из взвеси с облеканием валиков ряби («запечатывание» ряби); **в** – выпадением из взвеси с захоронением материала во впадинах; **г** – биогенным путём – послойным линзовидным скоплением организмов (например колоний водорослей); **д** – в результате промывания торфяника проточными водами; **е** – при местном усилении эрозийной деятельности потока. **а** и **б** – преимущественно слойчатость; **в** и **г** – может быть и слойчатость, и слоистость толщ; **д** и **е** – преимущественно слоистость толщ

Рис. 2.1.9. Линзовидная слоистость, обусловленная различным механизмом образования (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965).



**А** – слои параллельны, мощность их не изменяется (смещения гребней нет);  
**Б** – мощность слоев на крутом склоне больше, чем на пологом; гребни смещаются (**Б<sub>1</sub>** – слабое смещение, **Б<sub>2</sub>** – сильное смещение); **В** – материал накапливается только на крутом склоне, пологий склон как бы срезается в процессе перемещения валиков. **А** и **Б** – образуется волнистая слоистость; **В** – образуется косоволнистая слоистость или мелкая косая, в зависимости от формы границ серий

Рис. 2.1.10. Постепенное видоизменение ряби течения и переход слоистости из одной разновидности в другую в результате последовательного изменения соотношения мощности слоев крутого и полного склонов

(по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

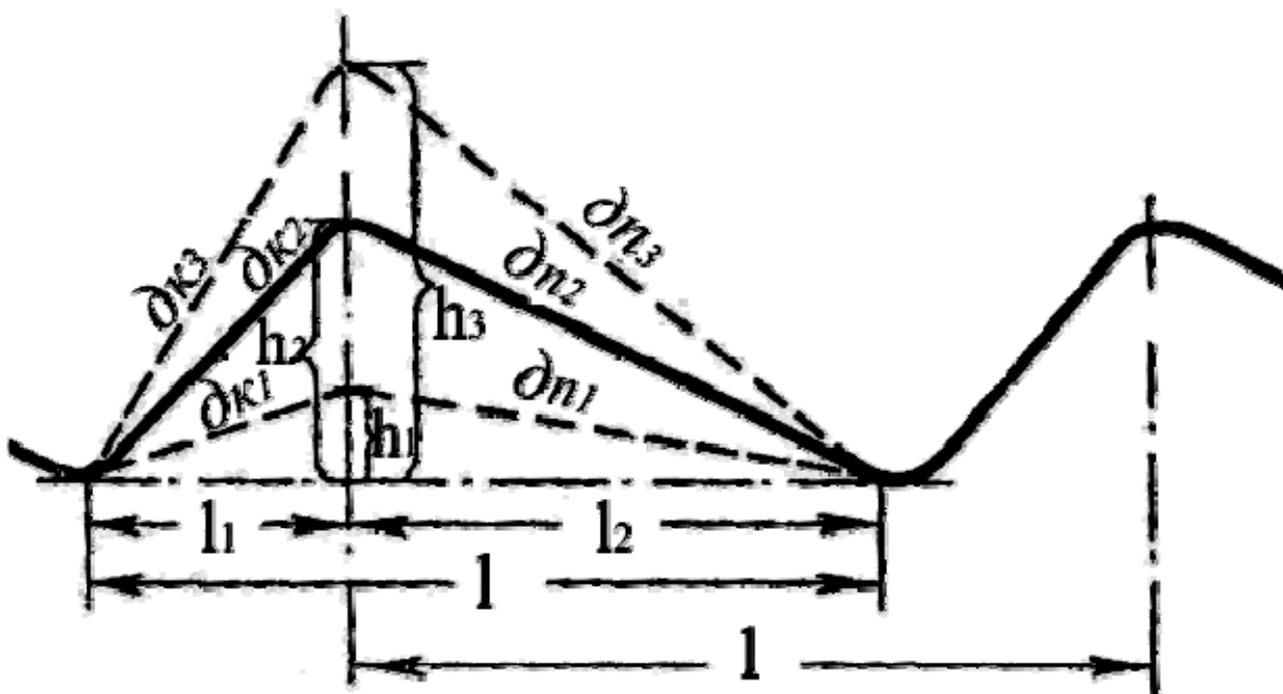
Однако этот случай довольно редкий. Обычно гребни ряби смещаются, и чем больше смещение, тем тоньше становится слой осадка на пологом склоне ряби, вплоть до полного исчезновения. Слоистость внутри валиков ряби превращается из асимметричной волнистой в косоволнистую (рис.2.1.9, в), у которой границы серий волнистые, отражающие форму валиков ряби, а слойки в сериях – косые.

Для косоволнистой слоистости характерна выдержанность размера серий внутри одного пласта и мелкая слоистость. Этот тип слоистости по внешнему виду сходен с косой слоистостью, у которой границы серий изогнутые (обычно вогнутые).

Резкое перемещение гребней волн приводит к образованию волнистой асимметричной мутьдообразной перекрестной слоистости.

Если рябь имеет параллельные гребни, а скорость и направление течения постоянны, образуется косая параллельная мелкая слоистость ряби течений.

Параметрами, определяющими рябь, являются длина волны и её амплитуда (рис. 2.1.11).



$l$  – длина волны (расстояние между валиками ряби, или длина валика ряби);  
 $h$  – высота ряби. Отношение  $l:h$  – индекс ряби;  $d_n$  – длина полного склона ряби;  
 $l_2$  – его проекция;  $d_k$  – длина крутого склона ряби;  $l_1$  – его проекция.  $l_2:l_1$  – степень асимметрии, или второй индекс ряби;  $d_n:d_k$  – показатель асимметрии

Рис. 2.1.11. Величины, определяющие рябь (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965).

Для волнистой слоистости, как симметричной, так и асимметричной, определяют индекс ряби (отношение длины волны ( $l$ ) к высоте ( $h$ ),  $l:h$ ).

Индексы ряби указывают на обстановку формирования осадка. Для водных отложений индекс ряби меньше (до 10-20), чем для эоловых (до 20-40 и более).

Кроме индекса ряби, для асимметричной слоистости существуют показатели степени её асимметрии. Это *горизонтальный индекс ряби*, равный отношению проекции пологого склона ряби к проекции её крутого склона ( $l_2:l_1$ , рис. 2.1.11) и *показатель асимметрии*, равный отношению длины пологого склона ряби ( $d_n$ ) к длине её крутого склона ( $d_k$ ). Для симметричной слоистости его величина будет равна единице. Этот показатель определяет асимметричность независимо от высоты валиков осадка и независимо от масштаба слоистости.

## ГЛАВА 3. КЛАССИФИКАЦИИ ТЕКСТУР

Текстуры классифицируют по разным признакам: по морфологическим, по стадиям литогенеза, на которых они возникают, а также выделяют текстуры основной массы самой породы и знаки на поверхности пластов или внутри породы – иероглифы.

### 3.1. Морфологическая классификация слоистости

Признаками, которые определяют все виды слоистости, являются форма слойков и их серий, их размер, внутреннее строение, соотношение друг с другом и характер границ.

В морфологической классификации выделяют три основных простых типа слоистости: *горизонтальную, косую и волнистую*, отвечающие трём состояниям среды отложения. Спокойная седиментация без перераспределения осадка создаёт горизонтальную слоистость (рис. 3.1.1), а перераспределение осадка течениями и волнениями – косую (рис. 3.1.2) и волнистую слоистость (рис. 3.1.3).

Слабые течения создают *косо-волнистую слоистость* (рис. 3.1.4), являющуюся переходной между косой и волнистой, а слабые волнения формируют *полого-волнистую слоистость* (рис. 3.1.5), являющуюся переходной между волнистой и горизонтальной.

Перечисленные простые типы слоистости образуются при нормальном количестве взвеси в воде. Более сложные сочетания геологических факторов формируют сложную слоистость. Например, попеременное чередование косослоистых и горизонтально-слоистых слойков создаёт *диагональную слоистость*. Существуют и другие, сложные типы слоистости, представленные на рис. 3.1.6.

Первичная слоистая текстура осадка иногда нарушается одновременно с образованием слоистости. Нарушения могут проявляться в изменении формы слойков и слоёв, разрыве слоевых элементов, внедрении одного слоя в другой и нарушении слоистости растениями и животными. Нарушенные слоистые текстуры показаны на рис. 3.1.7.

На рис. 3.1.8 и 3.1.9 показаны первично неслоистые и неясно слоистые текстуры.

При морфологическом определении слоистости необходимо отметить характеристику границ слоевых элементов (рис. 3.1.10).

П. П. Тимофеевым классифицированы морфологические типы слоистости обломочных пород, образовавшихся в мелководных бассейнах (рис. 3.1.11).

Эти текстуры с разными типами слоистости возникли в континентальных высоко- и низкоэнергетических обстановках, а также в прибрежно-морских шельфовых низкоэнергетических обстановках.

Особая группа текстур возникает в пластах при действии мутьевых, турбидитных потоков на континентальных склонах (рис. 3.1.12).

При выпадении осадка из разжиженного потока обломочного материала, наряду с массивными неслоистыми текстурами, возникают специфические текстуры типа мелких песчаных даек («язычки пламени»), внедряющихся в вышележащий слой, и типа текстур нагрузки, образующихся вследствие просадки вышележащего осадка (песчаного) в нижележащий более тонкий, т. е. возникают текстуры в виде мелких складочек. Этому процессу способствует и оползание осадков по уклону дна (текстуры оползания).

Виды (по равномерности распределения в слое)	Разновидности (по группировке слоев в слое)		
Равномерная (однородная)			
Направленно-изменяющаяся (в т.ч. «маятниковая»)			
Неравномерная (неоднородная)			

Рис. 3.1.1. Классификация горизонтальной слоистости

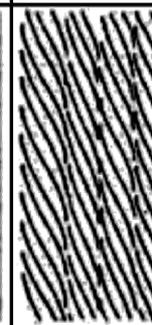
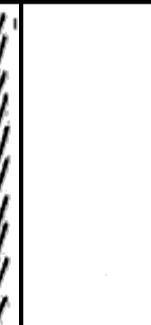
Виды (по соотношению серий и подвиды) по форме серийных швов)	Разновидности			
	а) по форме слоёв	б) по направлению слоёв в смежных сериях		Особо разнообразно и своеобразно
		Однонаправленная	Разнонаправленно	
Параллельная 	Прямойлинейная			
	Вогнутая (подстилаяющая)			
	S-образная (вогнуто-выпуклая)			
	Выпуклая			
Непараллельная слабо срезанная: Прямая (клиновидная) 	Прямойлинейная			
	Вогнутая			

Рис. 3.1.2. Классификация кривой слоистости

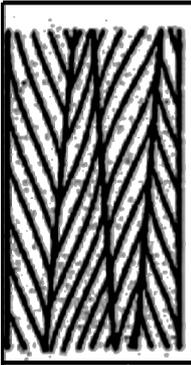
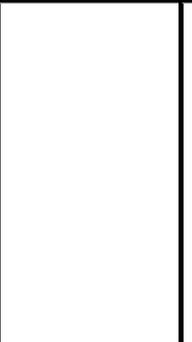
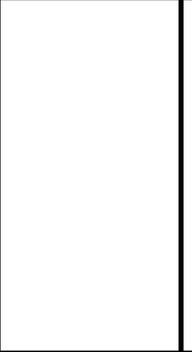
<p>Изогнутая</p> 	<p>S-образная</p>				
<p>Непараллельная сильно срезанная (в т.ч. перекрестная)</p>	<p>Прямая</p> 				
<p>Прямая</p> 	<p>Вогнутая</p>				
<p>Изогнутая:</p> 	<p>S-образная</p>				
<p>Выпуклая</p>	<p>Выпуклая</p>				

Рис. 3.1.2. Продолжение

Виды по соотношению серий	Разновидности		
	По форме серийных швов и слоев	По симметричности волн	
		Симметричная	Несимметричная
Параллельная	Вогнутая		
	Вогнуто-выпуклая		
	Выпуклая		
Непараллельная слабо срезанная (смещенная)	Вогнутая		
	Вогнуто-выпуклая		
	Выпуклая		
Непараллельная сильно срезанная (перекрестная)	Вогнутая		
	Вогнуто-выпуклая		
	Выпуклая		

\* – слойки внутри одной серии могут быть параллельны

\*\* – текстуру называют мульдообразной

\*\*\* – иногда образуется линзовидная слоистость

Рис. 3.1.3. Классификация волнистой слоистости (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

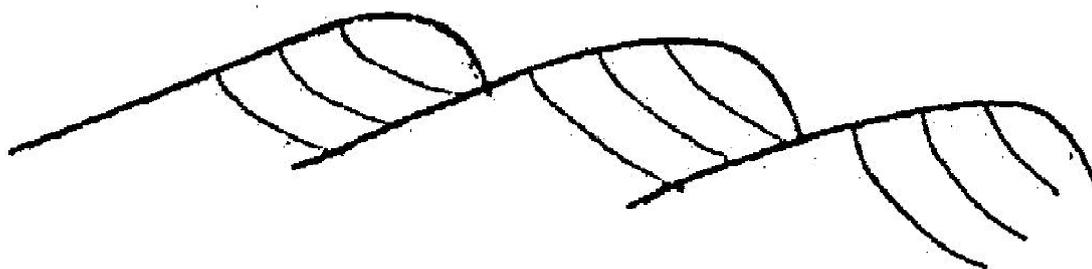


Рис. 3.1.4. Косо-волнистая слоистость

Виды (по соотношению слоёв)	Разновидность		
	По равномерности Распределения слоёв	По выдержанности слоёв	
		Сплошная	Прерывистая
Параллельная	Равномерная (однородная)		
	Направленно- изменяющаяся		
	Неравномерная (неоднородная)		
Непараллельная (слоистая)	Равномерная (однородная)		
	Направленно- изменяющаяся		
	Неравномерная (неоднородная)		

\* – иногда образуется линзовидная слоистость

Рис. 3.1.5. Классификация полого-волнистой слоистости

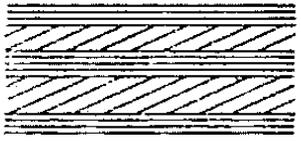
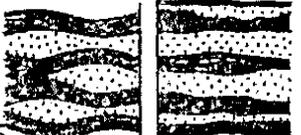
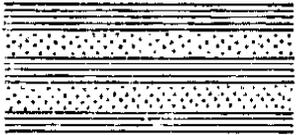
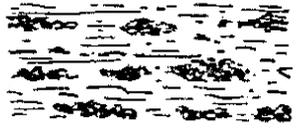
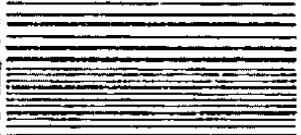
Основной тип, с которым связан сложный тип	Сложный тип	Схематическая зарисовка
Косая с горизонтальной (чередование типов)	Диагональная	
Косая (группы серий)	а) напозлающая	
	б) пучковидная в) елочная	
Волнистая а) чередование серий и групп серий разных видов или типов  б) и в) чередование слоек с сериями слоек	а) Волнистая многостепенная  1. полого-волнистая с мульдообразной	
	2. полого-волнистая с косоволнистой	
	б) линзовидно-волнистая в) линзовидно-полосчатая	
Горизонтальная а) чередование слоев и серий  б) и в) чередование слоек разных масштабов  г) чередование пачек внутри серий	а) полосчатая	
	б) неправильная полосовидная * (биогенная)	
	в) неправильно-линзовидная (биогенная)	
	г) серийно-ритмическая	

Рис. 3.1.6. Классификация некоторых сложных типов слоистости

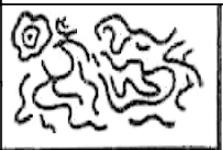
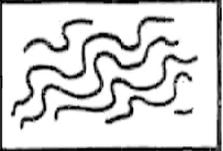
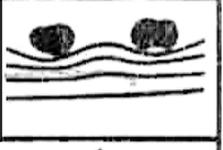
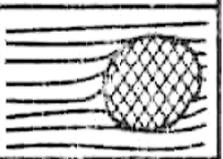
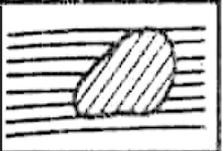
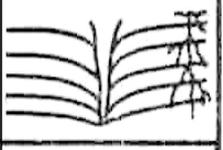
Тип нарушения	Вид		Схематическое изображение
Нарушение формы слоёв или слойков (изгиб)	а) смятие	1) постепенно затухающее	
		2) в резко ограниченных пределах	
	б) изгиб (в т. ч. плейчат.)	1) постепенно затухающее	
		2) в резко ограниченных пределах	
	в) заворот		
	г) огибание		
	д) вдавливание		
е) примыкание	а		
	б		
Разрыв слоёв или слойков	а) включением		
	б) смещением (атектоническим)		
	в) протыканием и пересечением		
	г) растрескиванием (вклинивание)		

Рис. 3.1.7. Классификация нарушений слоистой текстуры

Внедрение одного слоя в другой	Неглубоко, только близ границы слоёв	а) по изогнутой границе слоёв	
		б) заполнение углублений в нижнем слое	
		в) заполнение оседания	
	Глубоко, в виде относительно узких внедрений	а) инъектирование (песчаные дайки)	
		б) внедрение вверх	
	Широкое и глубокое проникновение одного слоя в другой	а) втекание	
		б) взаимное проникновение слоёв	
		в) перемешивание материала двух слоёв: а) взмучивание; б) взламывание	
	Нарушение слоистости растениями и животными	а) слоистость ещё отчётлива	
б) слоистость почти исчезает			

Рис. 3.1.7. Продолжение

Тип		Вид	Схематическое изображение
Однородная		Массивная, землистая, порошковая и др.	
Неоднородная	Неравномерное расположение компонентов породы	Беспорядочная	
		Пятнистая* (границы пятен неотчетливы)	
		Вкрапления*	
		Узловатая, линзовидная, очковая* (границы пятен отчетливы)	
		Комковатая	
		Гранулированная	
		Пористая (первично)*	
	Нарушение породы	Трещинная или сетчатая: 1 - в разрезе; 2 - поверхность наслоения;	
		Брекчиевидная:* 1 - в разрезе; 2 - поверхность наслоения;	
	Образуемая нарастанием	Хемотропная	Первичная концентрация или концентрически-скорлуповатая (в том числе сталактитовая)**
Биоморфная		Водорослей, коралловых рифов и др.	

Рис. 3.1.8. Первично неслоистые текстуры

Тип	Вид	Схематическое изображение
Неяснослоистые	Градационная	
	За счёт редких включений	
	За счёт ориентировано расположенных конкреций	
	Неотчётливая	

Рис. 3.1.9. Неясно слоистые текстуры

### 3.2. Классификация текстур по времени образования

Классификация текстур по времени образования была разработана Н. Б. Вассоевичем, который предложил различать:

- *гиперглифы* – текстуры, связанные с воздействием факторов гипергенеза. К гиперглифам относятся различные типы трещин выветривания, сфероидальные и эллипсоидальные оболочки (конкреционно-скорлуповатая отдельность), кольца Лизеганга (рис. 3.2.1);

- *синглифы* – первичные знаки, образующиеся одновременно с отложением осадка. Это – знаки ряби, следы струй на поверхности, оползание, ориентировка обломочного материала и органических остатков (рис. 3.2.2);

- *диаглифы* – диагенетические знаки, среди которых выделяются следы смещения внутри слоёв, внедрение одних слоёв в другие, трещины усыхания, следы бентосных организмов, ходы илоедов (рис. 3.2.3);

- *катаглифы* – текстуры, образующиеся при катагенезе, к числу которых относятся стилолиты, ямки вдавливания, текстуры «конус-в-конус» или фунтиковая (рис. 3.2.4).

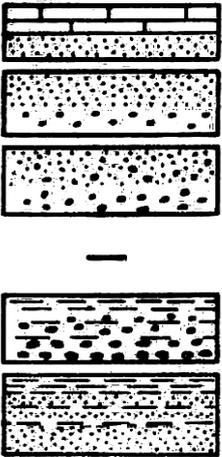
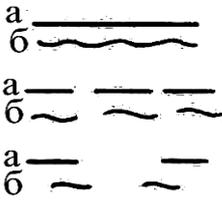
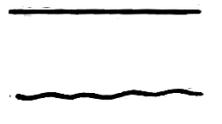
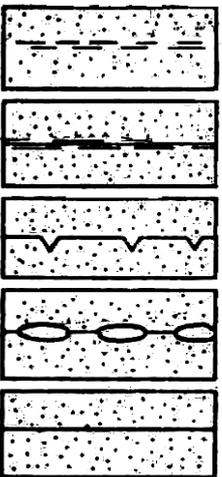
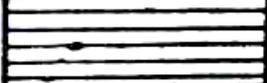
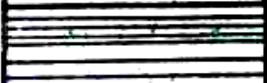
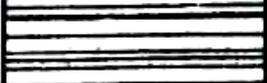
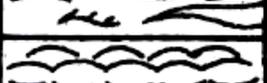
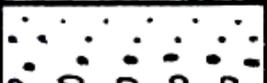
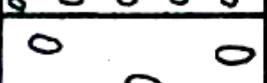
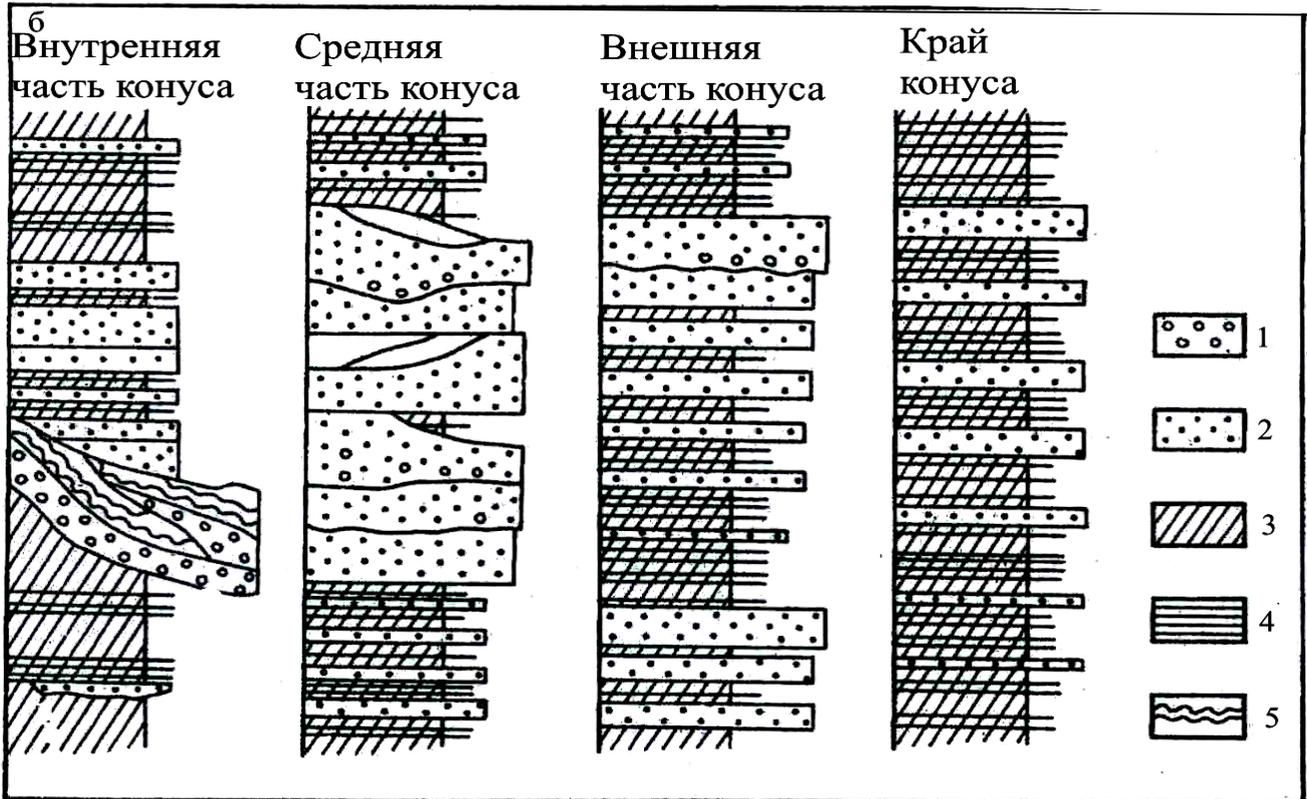
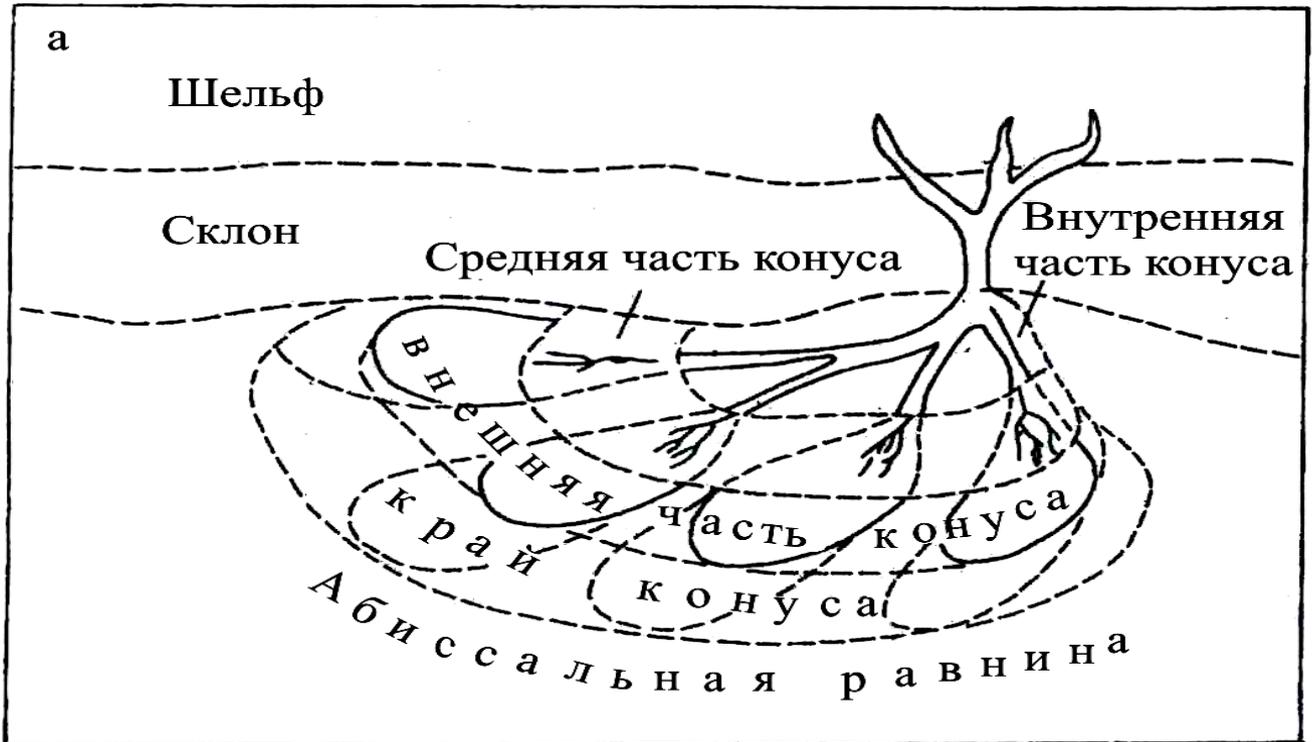
Признак	Характер границы	Схематическое изображение
Четкость	<p>Резкая</p> <p>Отчетливая</p> <p>Неотчетливая *</p> <p>Скрытая *</p> <p>Постепенный переход А { через постепенное изменение породы Через переслаивание смежных пород</p>	
Выдержанность	<p>Непрерывная</p> <p>Прерывистая</p> <p>Невыдержанная (сильно прерывистая)</p>	
Правильность	<p>Правильна (ровная)</p> <p>Неправильная (неровная)</p>	
Проявление и подчеркивание	<p>Скоплением или налетом на плоскости наслоения минералов (глинистых, слюд, рудных и др., растительного детрита, остатков фауны</p> <p>Наличием соединяющего прослоя</p> <p>Текстурами на поверхности наслоения</p> <p>Конкрециеобразованием</p> <p>Плоскостью отдельности</p> <p>Вторичным ожелезнением, выветриванием и др.</p>	

Рис. 3.1.10. Характеристика границ слоевых элементов (по Л. Н. Ботвинкиной, с сокращениями)

Типы текстур		
Слоистые		1
		2
		3
		4
		5
		6
		7
		8
		9
Сложно-слоистые		10
		11
		12
Нарушенно-слоистые		13
		14
		15
Неяснослоистые		16
		17
		18
		19

Горизонтальная: 1 – равномерная, 2 – направленно-изменяющаяся, 3 – неравномерная, 4 – полого-волнистая, параллельная, 5 – линзовидная; косая: 6 – косо-слоисто-касательная, 7 – параллельная, 8 – параллельная с косым срезанием серий слойков, 9 – мульдообразная; чередования разных типов: 10 – косая горизонтальная, 11 – косо-плого-волнистая; 12 – биогенно-слоистая; 13 – оползневая; 14 – внедрения под давлением; 15 – биотурбация; слоеватая: 16 – градационная, 17 – за счёт редких включений, 18 – за счёт ориентированно расположенных конкреций, 19 – неотчётливая

Рис. 3.1.11. Типы слоистости  
(по П. П. Тимофееву, с упрощением)



1 – грубообломочные образования; 2 – пески; 3 – алевропелитовые отложения; 4 – слоистые глинистые отложения; 5 – складки оползания

Рис. 3.1.12. Характер строения разрезов (а) и особенности текстур (б) в отложениях подводных конусов выноса

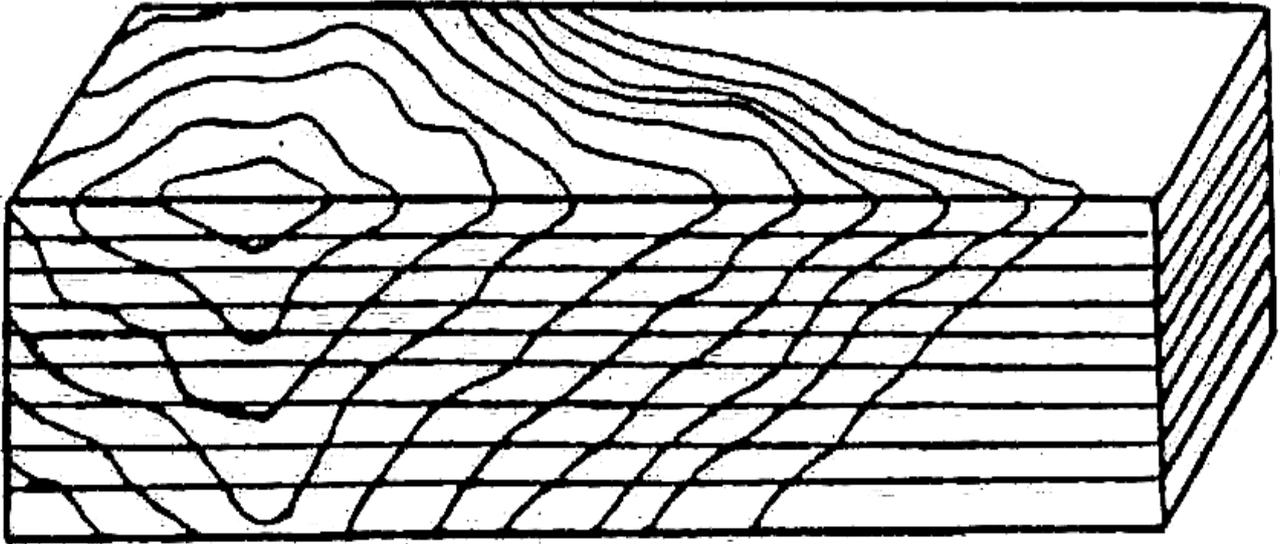
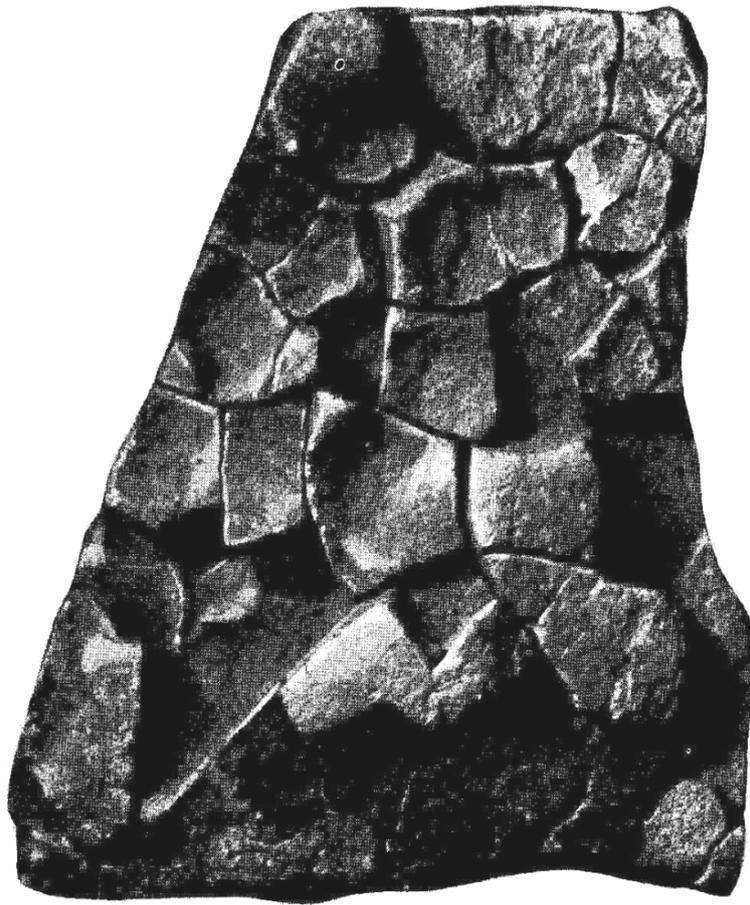


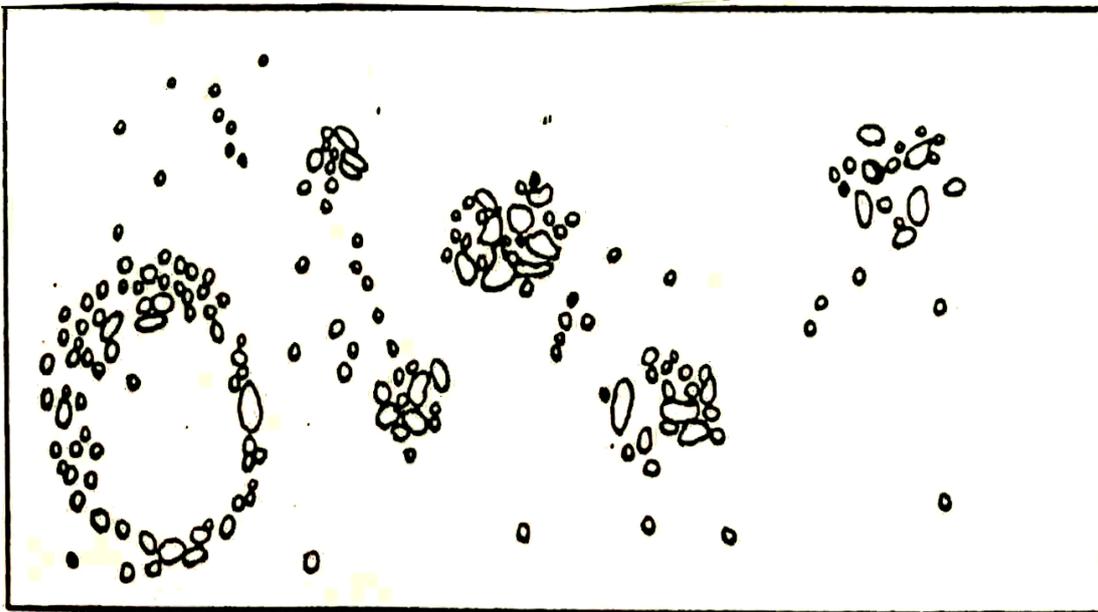
Рис. 3.2.1. Кольца Лизеганга. Горизонтальная слоистость затемняется секущими её выделениями солей, создающими ложную слоистость



Рис. 3.2.2. Текстура подводноползневоего происхождения в глинистом известняке

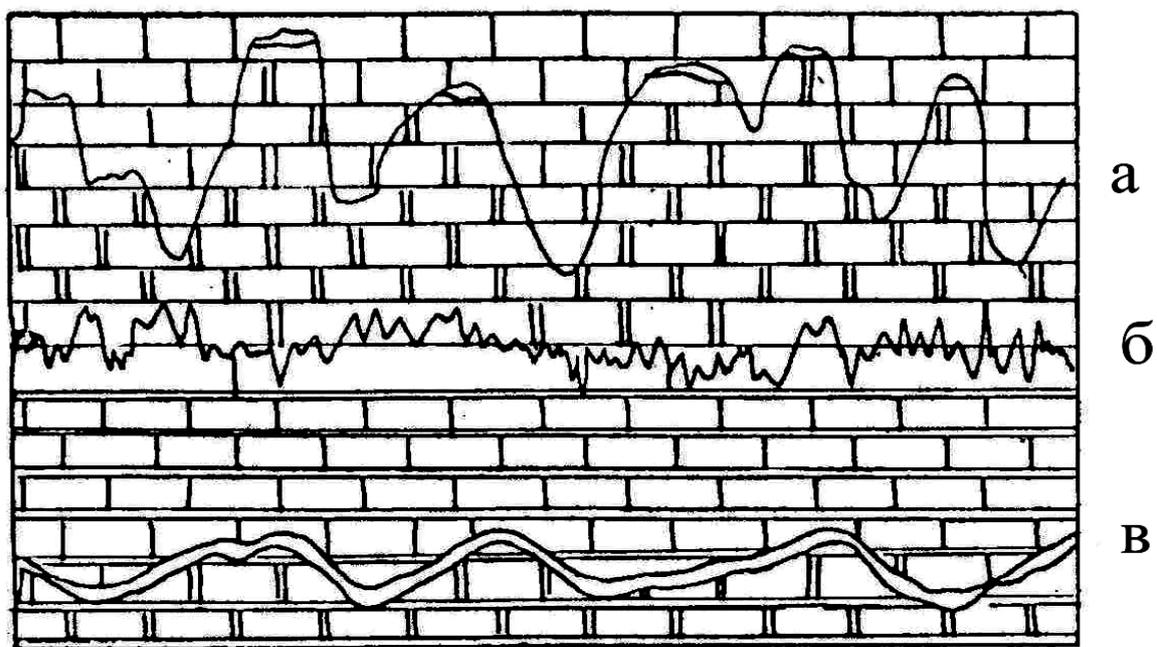


а

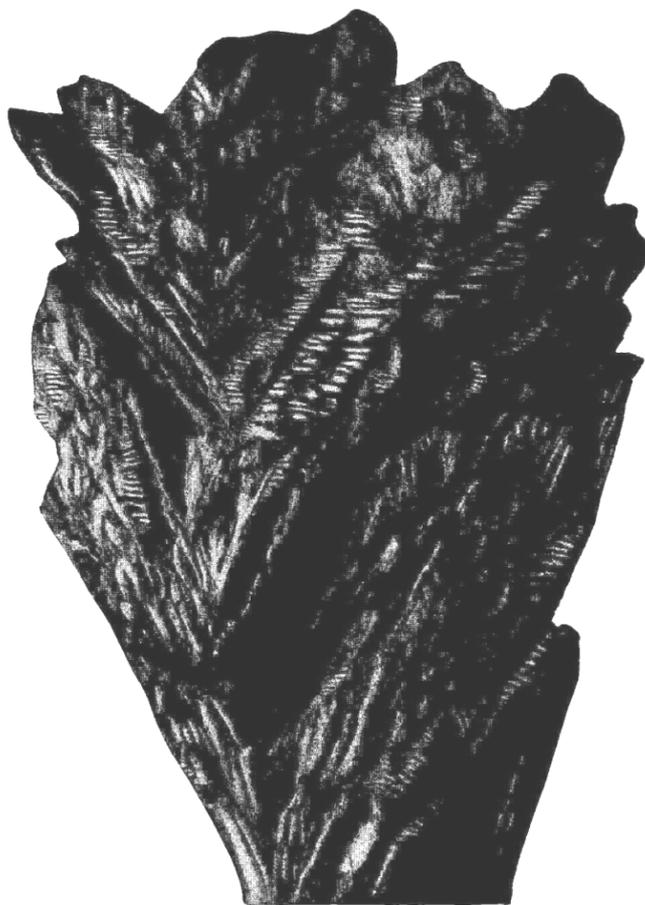


б

Рис. 3.2.3. Диаглифы:  
а) трещины усыхания на поверхности известняка;  
б) следы жизнедеятельности илоедов



А



Б

Рис. 3.2.4. Катаглифы:

А – стилолиты (вертикальное сечение): а – столбчатые; б – зубчатые; в – бугорчатые (парастилолиты); Б – фунтиковая текстура в мергеле

### 3.3 Текстуры на поверхности пластов

Движение воды, воздуха, перемещение вещества, жизнедеятельность организмов могут изменять текстуры осадков и пород и оставлять на поверхности слоёв или внутри породы следы своего воздействия. Число таких текстур огромно, и главнейшими среди них являются: ископаемая рябь, знаки струй, трещины высыхания, иероглифы механического и биогенного происхождения.

*Ископаемая рябь.* По условиям образования знаки ряби делятся на воздушные, или эоловые (субаэральные), и водные (субаквальные). Основными типами ряби являются: рябь эоловая, рябь течений, рябь волнений (рис. 3.3.1) и рябь перекрёстная.

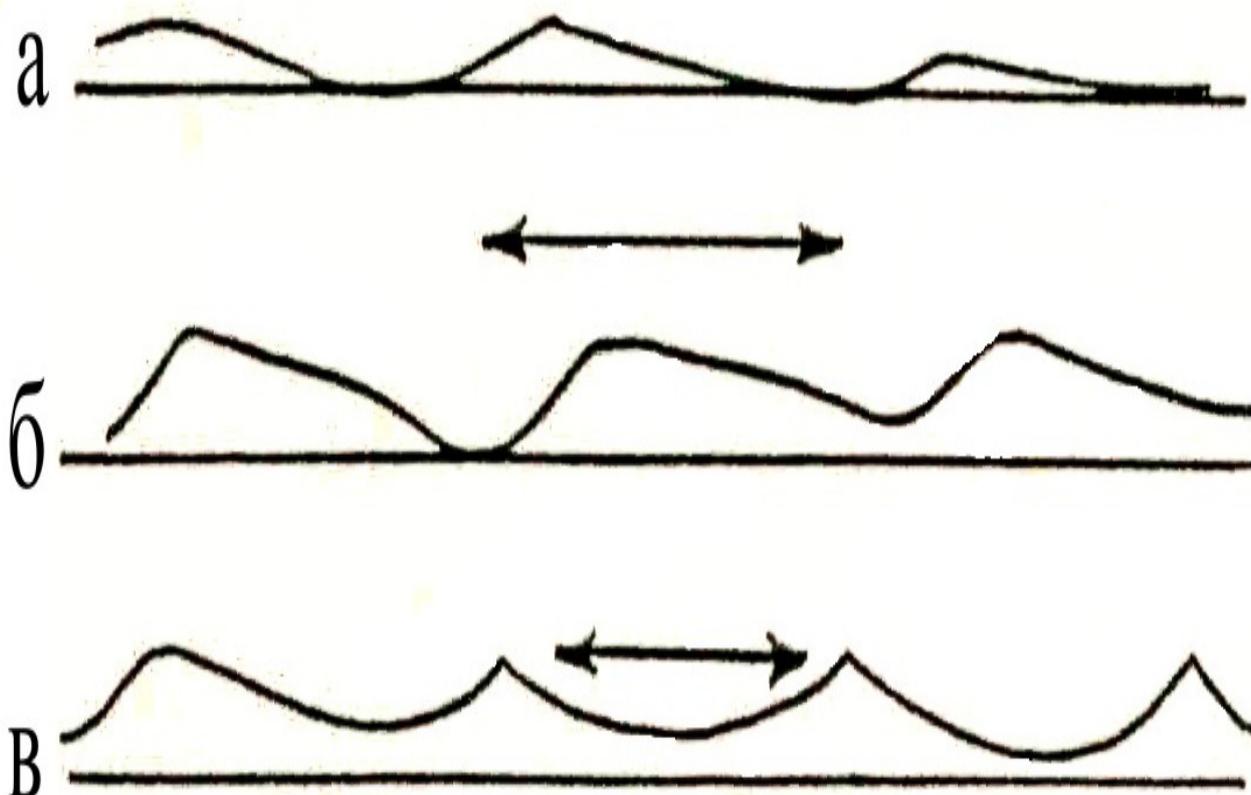


Рис. 3.3.1. Схематическое изображение ископаемой ряби:

а – эоловая; б – течений; в – волнений

*Эоловая рябь* обычно несимметрична и отличается небольшой амплитудой колебания (отношение высоты к длине волны от 1:20 до 1:50). Длина ряби – не больше нескольких сантиметров и редко (в грубых песках) достигает 25 сантиметров, на гребнях волн песчинки грубее, чем в желобках.

*Рябь течений* (речных и морских) по облику близка к эоловой ряби, но имеет большую амплитуду (от 1:4 до 1:10). Длина волны – несколько сантиметров, иногда не более одного миллиметра, изредка достигает многих мет-

ров. Грубые зёрнышки собираются в желобках, пологий склон волн падает против течения.

*Волновая рябь* представляет собой ряды острых гряд, разделённых широкими ложбинами, в отличие от ряби течений, она симметрична. Образуется волновая рябь под воздействием волнения на глубинах, значительно меньших, на которых образуется рябь течений.

*Перекры́стная рябь* возникает при наложении на ранее образованную рябь новой ряби другого направления. Она представляет неправильные ряды многоугольных ямок, размеры которых изменяются в пределах нескольких сантиметров (рис. 3.3.2).

*Знаки струй* оставляют на поверхности слоя тонкие извилистые древовидно разветвляющиеся желобки (рис. 3.3.3). Эти текстурные знаки представляют собой миниатюрную модель речной сети и являются характерным образованием побережья.

*Трещины высыхания* характерны для высыхающих пойм, такыров, а также крупных водоёмов, поверхность которых растрескивается и покрывается характерным узором пересекающихся трещин (рис. 3.3.4). При этом слойки распадаются на полигональные участки (плитки), размеры которых зависят от скорости высыхания, толщины слоя и его материала. Плитки коробятся при высыхании, и их края закручиваются кверху, реже – книзу.

*Иероглифы механического происхождения, или механоглифы*, наблюдаются внутри слоя, а чаще на его поверхности, преимущественно нижней. Они имеют вид гроздевидных или сосковидных образований, являясь следами неравномерного размыва осадка сильным течением (рис. 3.3.5).

*Иероглифы биогенного происхождения, или биоглифы*, являются следами передвижения животных (пелеципод, гастропод и др.). Следы имеют вид вертикально или косопронизывающих породу ходов, ветвистых отпечатков, валиков, тесно примыкающих друг к другу, отдельных желобков или каналов. Полости ходов обычно заполнены веществом, выпадающим из растворов, или осадком вышележащего слоя (рис. 3.3.6).

По данным О. В. Япаскурта, среди биоглифов «как на нижних, так и на верхних поверхностях различаются отпечатки организмов, часто даже лишённых скелета, отпечатки различных построек, следы ползания червей, перемещения другого бентоса (рис. 3.3.7)».

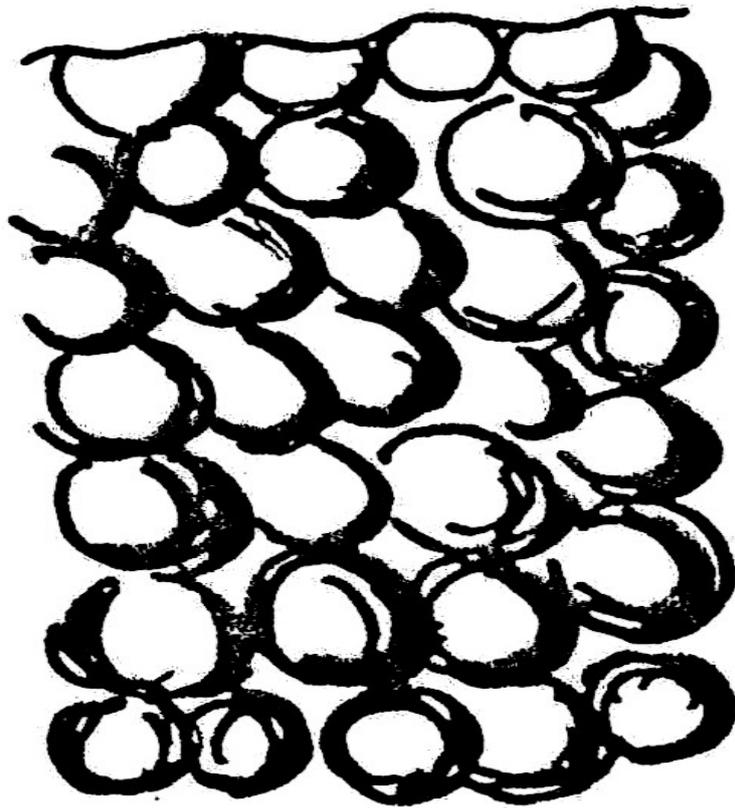


Рис. 3.3.2. Перекрёстная рябь (бугорки)

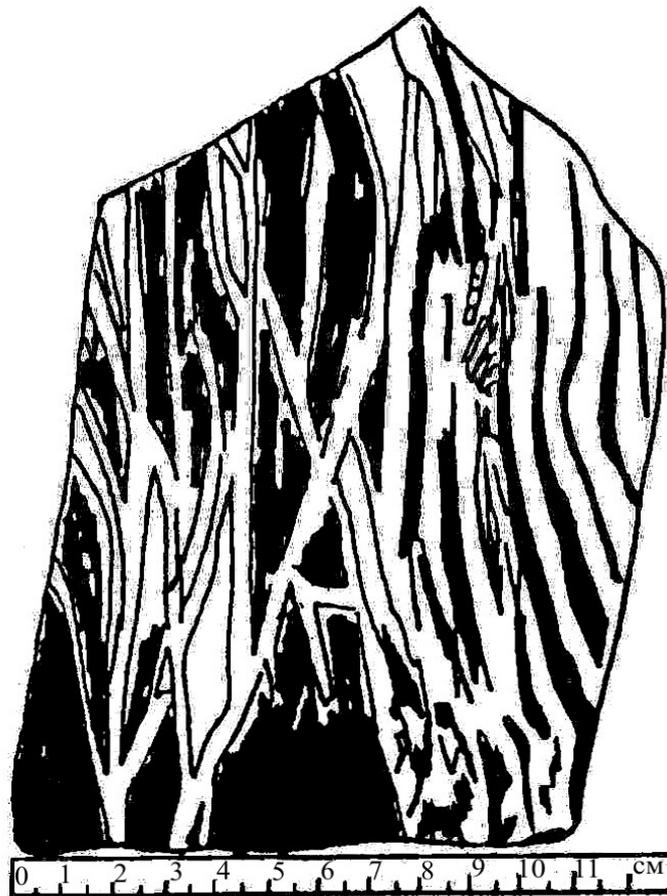


Рис. 3.3.3. Знаки струй



Рис. 3.3.4. Трещины усыхания в тонкослоистых глинистых известняках

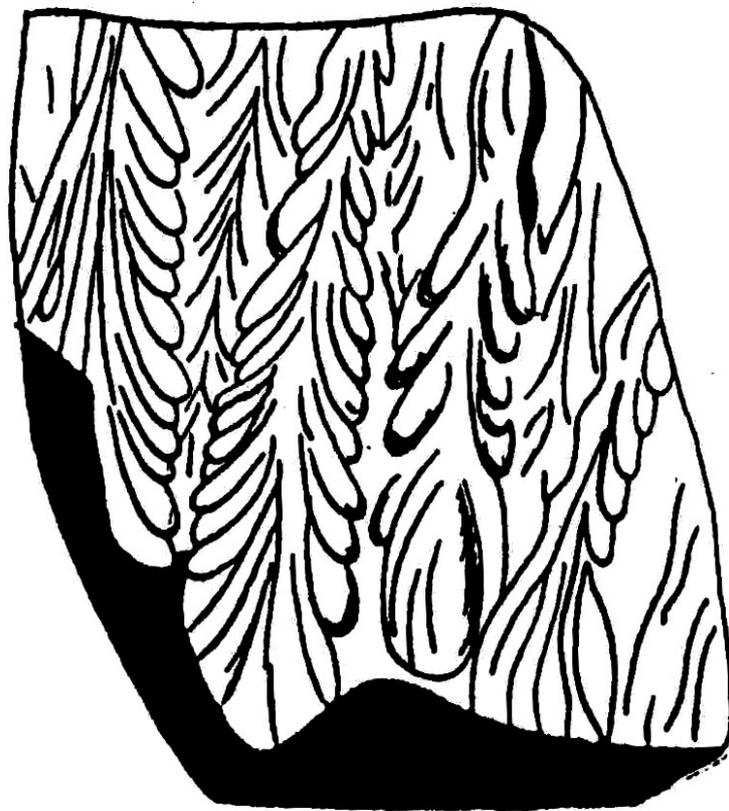


Рис. 3.3.5. Механические иероглифы стекания ила



Рис. 3.3.6. Ходы животных, нарушившие слоистость алеврито-глинистых отложений

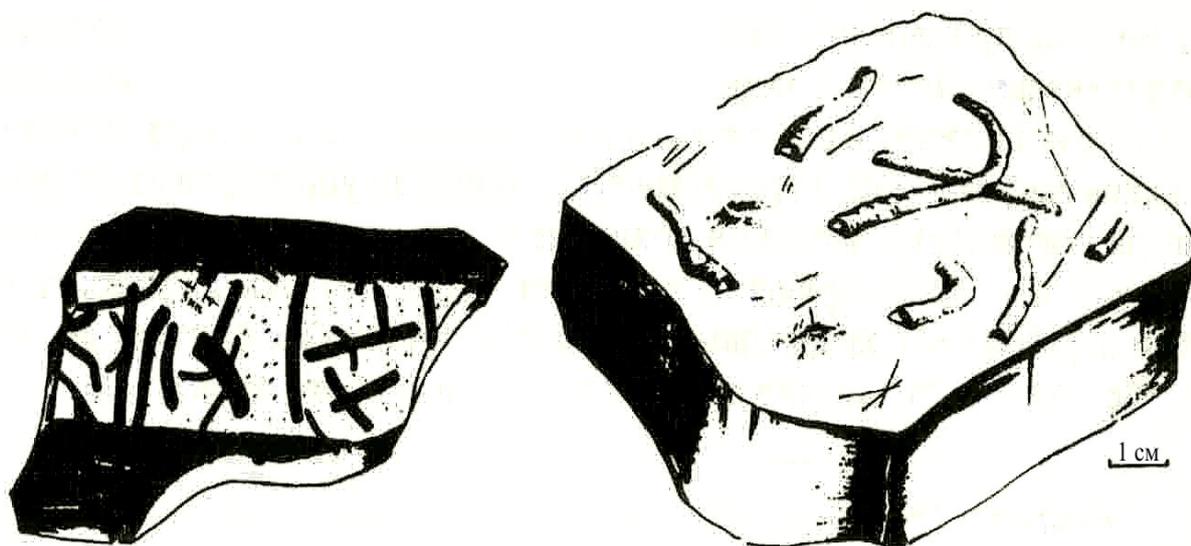


Рис. 3.3.7. Морфологические разновидности биотурбидитов. Показаны ходы илоедов. Пермь Хараулахских гор (по О. В. Япаскурту)

## ГЛАВА 4. МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ СЛОИСТОСТИ

Изучение слоистости включает сбор фактического материала, его обобщение и выводы. Степень детальности при изучении слоистости находится в прямой зависимости, которые стоят перед исследователем.

### 4.1. Полевые наблюдения

На полевом этапе исследования необходимо выявить все признаки, характеризующие слоистость:

- форму;
- размер слоевых элементов;
- положение слоевых единиц в пространстве;
- внутреннее строение и соотношение слоевых единиц друг с другом.

На этом этапе должны быть произведены наблюдения и замеры, сделаны описания, зарисовки, фотографии и отобраны образцы.

В начале полевого этапа просматривается объект наблюдения (керна, обнажение) в целом. Намечается порядок описания и интервалы, которые подлежат зарисовке и фотографированию. Изучение объекта лучше начать с зарисовок, так как в процессе рисования выявляют все детали и особенности строения текстуры, после чего легче сделать описание. Замеры производятся попутно с описанием. Образцы отбираются после или во время описания (последнее особенно важно при работе с керном).

Описание слоистости имеет некоторые особенности в зависимости от объекта наблюдения (керна, обнажение, горная выработка), а также от того, изучаются рыхлые или плотные горные породы.

По мнению Л. Н. Ботвинкиной, «наблюдения над слоистостью и её описание по керну буровых скважин дают возможность хорошо изучить детали строения в свежем образце и притом с разных сторон. По керну особенно хорошо изучать мелкую слоистость. В нём также хорошо детально и непрерывно прослеживается последовательная смена текстур на большом протяжении по разрезу (в вертикальном направлении)», но ряд признаков крупной слоистости в керне не виден или виден недостаточно полно.

Наилучшими объектами наблюдения являются свежие искусственные обнажения (стенки карьеров, дорожные выемки, канавы), где можно проследить как соотношение крупных элементов слоистости, так и мелкие типы слоистости, их последовательную смену, а также внутренние детали слоевых элементов.

В искусственных или естественных обнажениях производят ориентированные замеры углов наклона и направления падения косых слойков, направления гребешков ряби, но в естественных обнажениях первичная слоистая текстура часто маскируется выветриванием, плоскостями отдельности (в твёрдых породах), бурыми железистыми разводами, неровностями поверхности обнажения, растительностью, осыпями и оплывинами.

Перед изучением необходимо подготовить объект наблюдения, чтобы слоистость была видна наиболее отчётливо. Так, керн необходимо отмыть от глинистого раствора и бурового шлама, в сыпучих породах следует зачистить поверхность обнажения, выровнять её обычной лопатой, в обнажениях нужно найти участки, где слоистость отпрепарирована выветриванием.

Описание слоистости необходимо сопровождать иллюстрациями – зарисовками и фотографиями, как частых типичных случаев, так и более редких.

Перед зарисовкой необходимо рассмотреть отдельные элементы слоистости, проследить слойки по падению, места их выклинивания или стыка с другими слойками, определить границы серий, обратить особое внимание на бурые и красные железистые разводы и полосы вторичного происхождения. Эти полосы и разводы могут быть приурочены к слоевым единицам или затушёвывать первичную слоистость. Явление колец Лизеганга создаёт ложную слоистость.

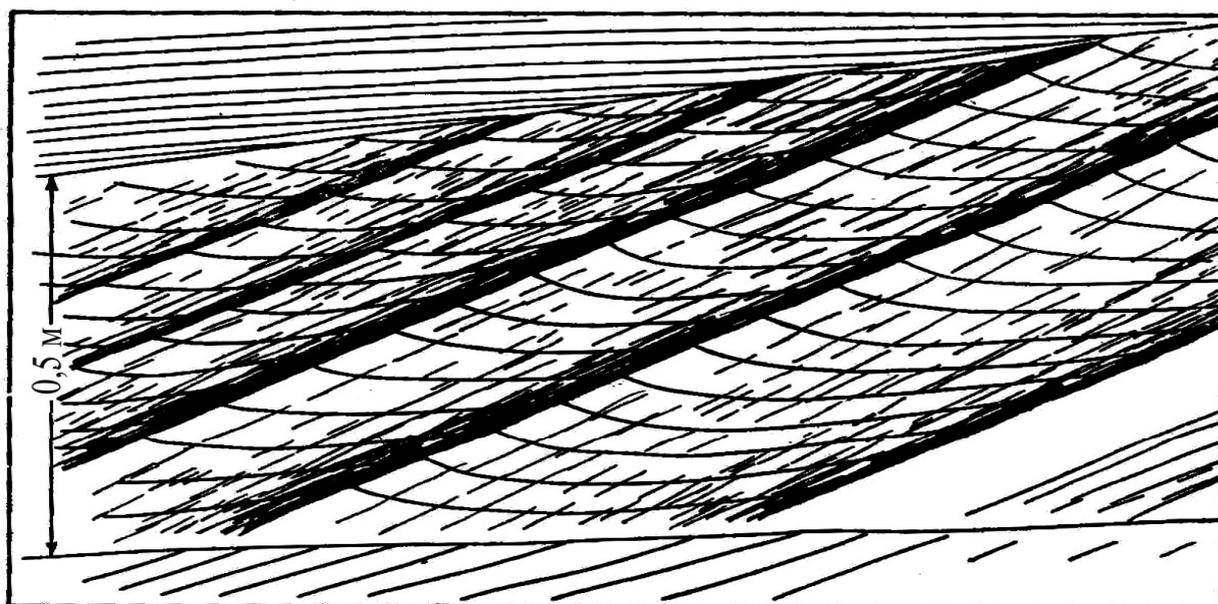
Обычно на фотографии первичная текстура породы выявляется более отчётливо, чем непосредственно на объекте, а цветовые разводы и полосы, наоборот, становятся почти незаметными (рис. 4.1.1).

Способы зарисовок различны и определяются умением исследователя рисовать.

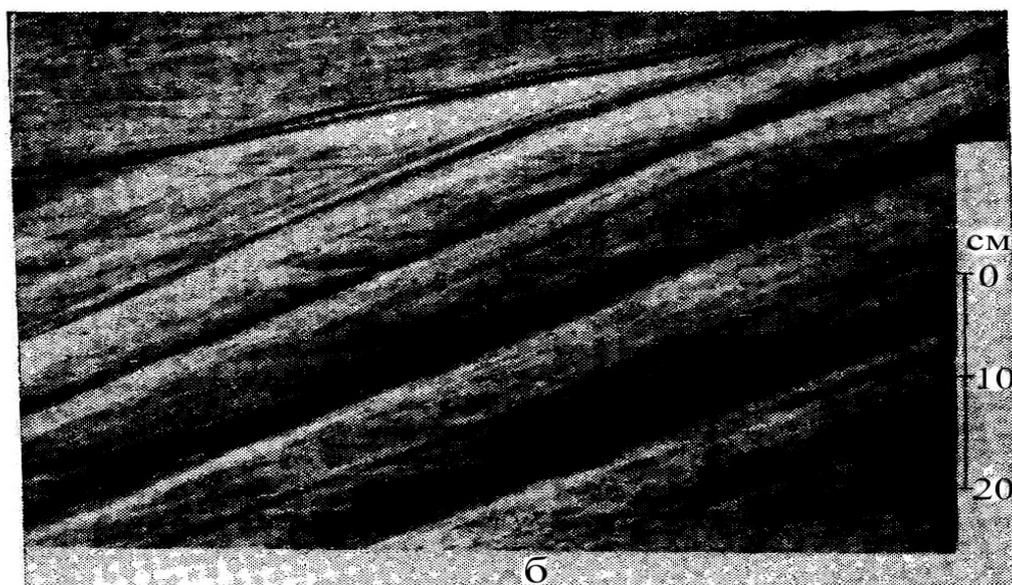
Наиболее простой способ изображения – штриховкой, когда линиями указывается направление и форма косых слойков, серийных швов и других текстурных элементов. Второй способ зарисовки приближается к рисунку, на котором прорисовываются особенности текстуры: более тёмные и светлые элементы породы, её зернистость, толщины слойков, включения или линзы более грубозернистого материала.

На зарисовках обычно отмечают интервалы (места) отбора образцов и ставятся номера.

Масштаб зарисовки выбирают так, чтобы рисунок отразил все детали. При этом не следует допускать искажение вертикального или горизонтального масштабов, их отношение должно быть равно 1:1.



а



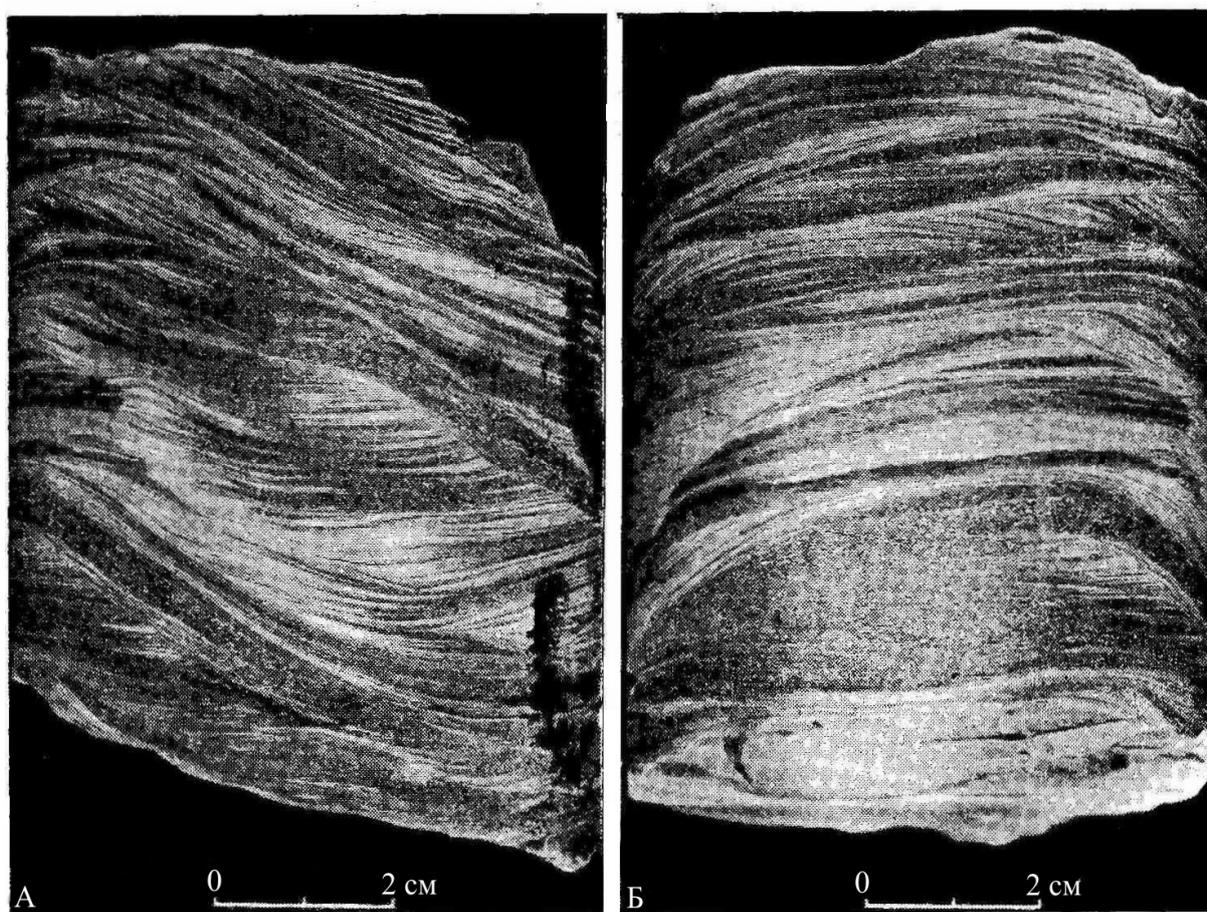
б

а – зарисовка обнажения. На его поверхности в каждой пачке отчётливо видны бурые железистые полосы, изгибающиеся к основанию пачки и создающие впечатление косых слойков; б – фотография того же обнажения. Железистые полосы почти не видны, но отчетливо выступает группировка косых слойков в пачки

Рис. 4.1.1. Крупная косослоистая серия с пачечным строением в морских отложениях (по Л. Н. Ботвинкиной, 1965)

Фотографирование образцов или обнажений даёт объективную документацию. На снимке не сказывается субъективное восприятие исследователя, и фотографирование требует значительно меньше времени. С другой стороны, фотография даёт менее чёткую характеристику. Поэтому фотографию и зарисовку одного и того же объекта полезно делать параллельно.

Объективные морфологические признаки слоистости позволяют определить её даже по одному сечению. На рис. 4.1.2 приведены фотографии керна в плоскости, примерно параллельной падению косых слойков (А), и в плоскости, к ней перпендикулярной (Б). В обеих плоскостях слоистость породы косо-волнистая, мелкая, смещённая, однонаправленная, вогнуто-выпуклая.



А – примерно по направлению течения; Б – в направлении, к нему перпендикулярном. Рисунок слоистости несколько отличается, но тип, подтип, вид и разновидности слоистости (косо-волнистая, мелкая, смещённая, однонаправленная, вогнуто-выпуклая) определяются одинаково в обоих срезах

Рис. 4.1.2. Однотипность текстуры в двух взаимно перпендикулярных плоскостях керна

Слойки сходящиеся, тонкие и очень тонкие, отчётливые, иногда прерывистые, подчеркиваются глинистой примесью в алевроитовом материале. Серийные швы изогнуты. Однонаправленность слоистости, также как и волнисто-изогнутая форма серийных швов, лучше определяется по сечению **A**, но видны и в сечении **B**.

Вообще для любых видов слоистости рассмотрение её в двух сечениях даёт лучшее представление о ее характере, чем одно сечение.

Изучение слоистости производится также путём замеров и пересчётов.

Путём замеров определяются мощности слоевых элементов, их протяжённость, длина, высота и индексы ряби, углы падения косых слойков и азимуты направления их падения.

Мощность слоевых единиц замеряется по нормали. Если верхняя и нижняя границы слоевых элементов не параллельны, то она замеряется перпендикулярно к нижней границе. Если мощность сильно изменяется, то указываются колебания от – до и преобладающий размер. В подавляющем большинстве случаев лучше определить порядок цифр.

Для косой слоистости определяется протяжённость косослоистых серий как вдоль, так и поперёк к направлению потока, их образовавшего.

Для волнистой слоистости и связанных с ней переходных и сложных типов Л. Н. Ботвинкина предлагает определять длину волны, которая равна расстоянию между гребнями или длине валика ряби (в поперечном разрезе), высоту волны, которая равна мощности серии, и индекс ряби – отношение длины волны к её высоте ( $l:h$ ). «Для асимметричной слоистости определяется степень её асимметрии – отношение проекции её пологого склона к проекции крутого склона ( $l_2:l_1$ ), или же показатель асимметрии – отношение длины пологого склона валика к длине крутого склона».

Для косой слоистости, особенно для крупной и очень крупной слоистости, замеряют углы наклона косых слойков. Замеры производят компасом на поверхности наслоения. При складчатом залегании необходимо делать поправки на угол падения слоя путём специальных пересчётов. Для генетических выводов важен преобладающий порядок цифр, так как отдельные цифры углов падения слойков в отложениях разных фаций могут повторяться.

Так, в морских отложениях преобладают углы падения от 15 до 20°, а в речных – от 20 до 30°. Пределы колебаний в ряде замеров дают более точное указание на генетический тип отложений.

Н. Б. Вассоевичем и В. А. Гроссгеймом предложена методика (с использованием сетки Вульфа) замера азимутов падения косых слойков с дальнейшим

их графическим обобщением, что, по мнению Л. Н. Ботвинкиной, представляет собой весьма трудоёмкую работу.

В институте геологии г. Петрозаводска Ю. И. Сацуком, А. В. Рылеевым и К. И. Хейсканеном разработан более простой способ массовых замеров кривой слоистости с помощью изобретённого ими специального прибора – «косомера».

Для изучения слоистости отбирают образцы и составляют коллекции.

Образцы текстур отбираются по-разному:

- послойно, равномерно для характеристики изменения текстур слоев по разрезу;
- по комплексам, характеризующим генетические типы пород;
- для характеристики всех морфологических типов слоистости;
- для составления эталонных коллекций.

#### 4.2. Описание слоистости и анализ её признаков

При описании слоистости необходимо определить:

- морфологический тип;
- подтип;
- вид;
- разновидность.

Далее даётся характеристика слоев и их серии в соответствии с таблицами морфологической и фациально-генетической классификаций (табл. 4.2.1 – 4.2.3).

В качестве примера Л. Н. Ботвинкиной предлагается следующий вариант описания кривой слоистости.

Таблица 4.2.1 – Признаки кривой слоистости в отложениях разного генезиса

Отмечаемые признаки	Описание конкретной слоистости
1	2
Порода и её структура	Песчаник полимиктовый, от мелкозернистого до среднезернистого
Признак, выявляющий слоистость	Слоистость выявляется слабым изменением гранулометрического состава в слоях
Тип по форме	Слоистость кривая
Подтип по величине серий	Крупная
Вид по соотношению серий (и подвид по форме серий)	Резко перекрестная (слабоизогнутая)

1	2
1-й признак разновидности (направленность слоёв в смежных сериях)	Веерообразно-разнонаправленная
2-й признак разновидности (форма слоёв)	С вогнутыми слоями
Признаки слоёв: соотношение в серии, строение, сортировка, отчётливость, выдержанность, мощность, угол наклона и его изменение, распределение в серии, включения на поверхности наложения и др.	Слои, слабо сходящиеся вниз, однородные, иногда со слабой прямой ритмической сортировкой, отчётливые, выдержанные, мощность средняя (1-2 см). Угол наклона изменчивый, достигает 30°. Распределение в серии равномерное. На поверхности слоёв имеется растительный детрит в небольшом количестве, который подчёркивает рисунок слоистости
Распределение серий в пласте и изменение его структуры	В середине пласта порода более грубозернистая и серии несколько крупнее
Другие признаки	В двух местах отмечен пучковидный характер слоистости

признаки		отложения		континентальные				морские						
				эоловые		речные		ледниковые	прибрежно-морские			зоны донных морских течений		
				дюны и барханов пустынь	прибрежно-морских дюн	русловые	пойменные		временных потоков пустынь	подводной части дельты	баров, пересыпей		пляжей и бичей	
структурные	порода (гранулометрический состав)	глина				+	+	+	+	+	+		+	
		алеврит				++	++	++	++	++	++	++		++
		Песок м/з и ср/з		++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
		Песок кр/з и гр/з				++		++	++	++	++	++	++	+
		гравий, галька, конгломерат				++		++	++	+	+	+		
	сортировка	плохая					++	++						
		средняя			++	++			++	++				
		хорошая		++	++				+	+		++	++	
	мощность серий	очень крупная	>1м	++	++	+			+	++		+	+	
		крупная	10м-1м	++	++	++		++	++	++	++	++	++	
мелкая		1см-10см			++	++	+		+	+	+	++		
очень мелкая		<1см				+								

текстуры		серии														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
мощность серий	очень крупная	>1м	++	++	+					+	++		+	+		
	крупная	10м-1м	++	++	++					++	++	++	++	++		
	мелкая	1см-10см			++	++	+				+	+	+	++		
	очень мелкая	<1см					+									
соотношение границ серий	параллельная				++					+	+			+		
	смещенная		++	+	++	++	++	++			+	++	++	++		
	перекрестная		++	++					+		++					
форма серийных швов	прямая		++	++	++				++	++	++	++	++	++		
	изогнутая		+	+	++	++	++	++			++	++		+		
направление слоев в смежных сериях	разнонаправлен.	однаправленная		++	+	++	++	++	++	++	+	++	+	++		
		верообразно		++	++				+		++					
		попеременно				+							+	+	++	
		беспорядочно					+	+	+							
форма слоев	разнонаправлен.	прямолинейная		++	++	++				++	++	++		+	++	
		вогнутая		++						++			++		++	
		выпуклая		++	++										++	
		S-образная													++	
усложнение формы слоев	разнонаправлен.	заворот в обратную сторону					++									
		волнистость у основания										++	++		++	
соотношение внутри серии	разнонаправлен.	параллельные		++	++	++				++	++	++	++	++	+	
				++	++	++	++	++			++	++			++	
		сходящиеся				++									++	
																++
мощность слоев	разнонаправлен.	толстые	>2см				+									
		средние	0,5-2см	++	++	++	++	+	++	?	++	?	++	++		
		тонкие	<5мм	++	++	++	++	++	+						++	
строение слоев	разнонаправлен.	однородное		++	++	+			?	++		++	+	++		
		двучленное					++			++		+	?	++	++	
		сортированное	прямая сортировка					++			?	+				
			обратная сортировка		++	++					?					
неоднородное *																
отчетливость слоев	разнонаправлен.	отчетливые				++	+	++	++	+			+	+		
		неотчетливые		++	++	++	+					+	++	+	+	
угол наклона *	наклон слоев	крутой	>30°	++	++					+	++	+				
		средний	20-30°				++	?	++		++	+	+	+		
		пологий	<20°	+	+	+				+		++	++	++	++	
		изменение угла наклона в одной серии	попеременно-нараст. и уменьц.		?	++										
нарастание угла наклона												++	++	++		
распределение слоев в серии	наклон слоев	равномерное		++	++	++	++	?	++	++	?	?	++	++		
		пачечное		+	+									++	+	
		неравномерное					++									

ТЕКСТУРНЫЕ включения и примеси	галька	наличие	●			++		++		+	+			
	органические остатки	растительные	∟		+	++	++			++	+?	+		
		фауна	⊗							+	+	+	+	
	прочие ***	грубозернистый материал	⋯			+·		+·						
		слюда	Σ							+·		+·	+·	
		темноцветные минералы	●					+·				+·	+·	
		тяжелые минералы	■				+·					+·		
		стойкие минералы	○		+·									
	образование сложных типов слоистости	диагональная	▨				+	+	++					+
		пучковидная	⋈							+	+	+		
		елочкой	⋈		+									

Условные обозначения:

++ признак типичен

+ признак менее типичен

+· признак дан без указания степени его типичности

? значение признака неясно (мало фактических данных)

\* неоднородное строение слоев возможно для некоторых типов

\*\* цифры показывают наиболее типичные углы наклона слоев

\*\*\* требуются уточнения и дополнения (составлено по неполным данным)

Кроме того, отмечается: чем проявляется и подчеркивается слоистость; распределение осадочного материала внутри серии; распределение серий в пласте и их изменение; связь текстуры со структурой; типы слоистости, которые могут быть в прослоях; смена или чередование типов слоистости в осадочной толще; дополнительные признаки (разные для разных генетических типов).

Имеются дополнительные текстурные признаки для отложений с косою слоистостью для разных типов фаций.

*Эоловые отложения.* Строение серий однородное. Слоистость может подчеркиваться чередованием плотных и рыхлых слоев. Обычно отсутствует слюда. Прослои других типов слоистости не характерны. Слоистость «елочкой» типична для продольных дюн пустынь.

*Русловые отложения.* В верхней части серий – более мелкозернистый материал и растительный детрит, внизу – более грубые включения и галька. Мощность серий, также как и размер зёрен, в общем уменьшается снизу вверх; изменение текстуры связано с изменением структуры. Грубые включения связаны с общим погрубением материала. Могут встречаться прослои волнистой асимметричной слоистости ряби, косо-волнистой и горизонтальной. Характерен эрозионный размыв в основании толщи.

*Пойменные отложения.* Обязательно переслаивание косої слоистости с другими типами – косо-волнистой, полого-волнистой и горизонтальной. В нижних горизонтах старичных отложений может быть встречена диагональная слоистость.

*Флювиогляциальные отложения.* Крупные серии быстро выклиниваются. Имеются прослойки волнисто- и горизонтально-слоистые, а иногда с мелкой диагональной слоистостью. Гравий и галька образуют прослойки и линзы в мелкозернистом материале и часто располагаются вдоль всего слоя. Структура изменяется независимо от изменения текстуры.

*Отложения временных потоков пустынь.* Обязательно попеременное чередование косослоистых серий с горизонтально-слоистыми. Отчётливая связь изменения текстуры с изменением структуры. Угол наклона слоёв внутри серии обычно очень постоянен.

*Отложения подводной части дельты.* В середине толщи могут быть серии более грубозернистого состава. Встречается галька в однородном мелкозернистом материале. Типичны прослойки с волнистой слоистостью ряби. Иногда – слабый размыв в основании толщи.

*Отложения баров, пересыпей, кос.* Иногда могут быть почти целиком сложены остатками фауны. Характерна изменчивость текстуры, часты прослойки со слоистостью других типов.

*Отложения пляжей.* Серии однородного состава. Границы серий могут иметь падение в разные стороны, но углы падения всегда пологие. Встречаются отдельные прослойки фауны и растительных остатков, в отложениях заднего пляжа – мелкие русла. Прослойки со слоистостью других типов не характерны.

*Отложения зоны донных течений.* В нижней части серий часто присутствуют глина и слюда. Мощность серий может резко и незакономерно изменяться независимо от гранулометрического состава (независимость структуры и текстуры). Встречаются прослойки горизонтальной и волнистой слоистости (в том числе симметричной). Иногда может быть встречена диагональная слоистость.

*В отложениях всех типов* необходимо учитывать (кроме указанных признаков): чем проявляется и чем подчёркивается слоистость; степень отчётливости границ слоёв и их серий; возможность изменения вида слоистости в поперечном сечении; нарушения слоистости; смену типов слоистости (строение всей толщи в целом) и другие признаки, значение которых для определения генетических типов отложений показано в тексте.

Таблица 4.2.2 – Признаки горизонтальной слоистости в отложениях разного генезиса

признаки		ОТЛОЖЕНИЯ	континентальные				переходные лагуны	морские					
			золотые (песчаные покровы)	речные пойменные	озер	болот		прибрежные	более глубоководные				
							зоны спокойной седиментации		мутовых течений	поперечных течений			
структурные	порода (гранулометрический состав)	глина		++	++	++	++	++	++	++	++	?	
		алеврит	?	++	++	++	++	++	++	++	++	++	
		песок мелкозерн., среднезерн.	++	++	++		+	++	++	++	++	++	
		песок крупнозернистый							+	++	++	++	
		гравий, галька, конгломерат								++			
	сортировка	плохая				+							
		средняя		+			+						
		хорошая	+		+			+	+				
		ритмическая	прямая			+		+		+	++	++	
			обратная	+									
текстуры	серии	мощность серий	очень крупная										
			крупная	?			?			++	++		
			мелкая		+	++		++		++	+	++	
			очень мелкая			++		++		++			
	равномерность распределения (слоев, пачек, серий) в слое	равномерное	++	+	++		+	++	++	+	?	?	
		направленно-изменяющееся	++		++		+		+	++	++		
		неравномерное		++	+	++	++	+	+	?	+		
	группировка слоев	простая	++	++	+	++	++	++	++	+	?	?	
		пачечная	++		++		+	?	++	++	++		
		серийная	+	+	+		+	+	+				
	правильность формы	правильная	?	+	++		+	++	++	++	++	++	
		неправильная		++	++	++	++	++					
	отчетливость слоев	отчетливая		++	++		+	++	+	++		?	
		неотчетливая	++	++		++	++		++				
	выдержанность слоев	выдержанные	?		++		++	++	++	++		?	
		невыдержанные		++		++	++						
	мощность слоев	толстые 2-5 см	+		+	++	++	+	++	++	++	++	
		средние 0,5 - 2 см	++	разная	++	++	++	++	++	++	++	++	
		тонкие 0,1 - 0,5 см	++		++	++	++	++	++	++	++	++	
		очень тонкие < 1 мм	+		++	++	++	++	++	?	?		
строение слоев	однородное	++	++		+		++	++	++				
	двучленное		+	++		+	+	++					
	сортированное	+		++		+		+	++	++			
	неоднородное *				++								
включения	галька									+			
	органические остатки	растительные		++	++	++	+	+	?				
		фауна			+		+	++	++	+	?		
прочие *													
включения	галька									+			
	органические остатки	растительные		++	++	++	+	+	?				
		фауна			+		+	++	++	+	?		
	прочие *												

Условные обозначения к табл. 4.2.2:

++ признак типичен

+ признак менее типичен

? значение признака неясно (мало фактических данных)

Кроме того, учитываются: типы слоистости в прослоях, дополнительные признаки (разные для каждого генетического типа);

\* Нет достаточного количества данных (требуется уточнение)

Для разных типов фаций существуют дополнительные текстурные признаки отложений с горизонтальной слоистостью.

*Пойменные отложения.* Характерны прослои с другими типами слоистости, а также прослои почв неслоистой текстуры.

*Озёрные отложения.* Характерна сезонная слоистость. Иногда встречаются прослои волнистослоистые и неслоистой (комковатой) текстуры. Возможна сложная серийно-ритмическая слоистость. Сортировка внутри слоев чаще несимметричная.

*Болотные отложения.* Преобладают прослои неслоистой текстуры. Встречаются остатки растений (в том числе их корневой системы).

*Морские отложения зоны спокойной седиментации.* Характерны прослои волнистой слоистости разных типов, в том числе симметричной. В более глубоководных отложениях иногда отмечается пачечное строение разных порядков. Часто присутствует морская фауна.

*Отложения мутевых течений.* Характерно сочетание грубозернистого материала с горизонтальной формой слоистости и постепенное изменение материала от самого грубого до самого тонкого. Встречаются прослои с косоволнистой (всегда однонаправленной) слоистостью ряби и с асимметричной волнистой слоистостью, но не бывает симметричной волнистой. Фауна чаще переотложенная.

*Биогенные отложения\**. Характерна сложная полосчатая слоистость.

*Хемогенные отложения\** Характерны ритмичность и пачечное строение разных порядков.

*Для всех отложений* – остальные особенности текстур смотреть в тексте.

---

\* в таблицу не включены

Таблица 4.2.3 – Признаки волнистой слоистости в отложениях разного генезиса

признаки		ОТЛОЖЕНИЯ	континентальные					морские									
			прибрежно-морские	речные			флювиогляциальные	ВАТТОВ	прибрежной мелководной зоны волнения		баров	ПОДВОДНОГО	ЧАСТИ	ДАЛЬШЕ	БОЛЕЕ ГЛУБОКО	ВОДНЫЕ МОРСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ	
				прирусловый	отмели	поймы			морская	лагунная							
структурные	порода (гранулометрический состав)	глина		+	++	+	+	+	++	+	++	++	++	++	++	++	
		алеврит		+	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
		песок мелкозерн., среднезерн.	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
		песок крупнозернистый					+	+	+	+	+						
		гравий, галька, конгломерат								+							
сортировка	плохая																
	средняя		+?	+?	разная			разная	+.								
	хорошая	+.					+.	+.				+.	+.				
тип слоистости	косоволнистая		?	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	
		волнис- несимметричная	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.
	тая симметричная	+.					+.	+.	+.	+?	+?						
	полого-волнистая			+.			+.	+.	+.	?	+.	+?					
серии	мощность серий	крупная	++	++				+	+								
		мелкая	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
		очень мелкая							+	+	+						+
	соотношение границ серий	параллельная					+	++								++	++
		смещенная	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++
		перекрестная		++	++	++	++	++	++	++	++			++	+		
	форма серийных швов	вогнутая	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+.	+?		
		вогнуто-выпуклая	+.	+.	+.	+.			+.	+.				+.	+.		
		выпуклая	+.														
	направление слоистости в смежных сериях (косоволнистой слоистости)	однонаправленная	?	+?	++?	++		?	++	++		?	?		++	++	
разнонаправленная						++	++	++	++							?	
симметричность (волнистой слоистости)*	ДП ДК																
	l <sub>2</sub> : l <sub>1</sub>																
определение ряби	индексы ряби	длина l (см)	10-25			10-15 до 50	5-7 см	от 1-3 до 5-7									
		высота h (см)	0,5	?	?	1-2	1 см	от 1-2 до 5		?	?	?	?				
		индекс ряби l : h	от 10-15 до от 50-40			7-10	5-7	от 2-3 до 6 и до 10-30									
форма слойков	вогнутая	+?	+	+	+	+	+	+	+		?	?		+			
	вогнуто-выпуклая	+?	+	+	+	+	+	+?	+					+			
	выпуклая	+?															

ТЕКСТУРНЫЕ СЛОЙКИ	соотношение внутри серий	параллельные	++				++	++	++	?	?	++	
		сходящиеся (в косоволнистой)	++	++	++	++	++	+	+			+	
	мощность слойков	толстые 2-5 см											
		средние 0,5 - 2 см	++				+				?	?	
		тонкие 0,1 - 0,5 см	++	++	++	++	++	++	++				++
		очень тонкие < 1 мм	++			++	++	++	++				
	строение слойков*	однородное	++	++	++	++	++	++	++	?	?		++
		двучленное											
		сортированное											
		неоднородное											
	распределение слойков в серии	равномерное	++	++	++		++	++	++				
		направленно-изменяющееся	+								?	?	
		неравномерное			++	++	++						++
прерывистость слоистости	непрерывная	+	++	+	++	+	++	+		?	+	+	
	прерывистая	++	+	++	+	++		++			++	++	
включения	галька			+		+	+	+	+	+	+		
	органические остатки	растительные	+	++	++		+	+	++	+	+		
		фауна					++	++	++	+	+	++	
прочие *													
образование сложных типов	пологоволнист.+мульдообраз.						++	++	+				
	пологоволнист.+косоволнист.				++		++	++	++				
	линзовидно-волнистая				++		++	++	++				
	линзовидно-полосчатая											+	

Условные обозначения:

ДП – длина пологого склона ряби;  $l_2$  – его проекция

ДК – длина крутого склона ряби;  $l_1$  – его проекция

\* нет достаточного количества данных

++ признак типичен

+ признак менее типичен

+· признак дан без указания степени его типичности

? значение признака неясно (мало фактических данных)

Изучены дополнительные текстурные признаки отложений с волнистой слоистостью для разных типов фаций.

*Эоловые отложения прибрежно-морских дюн.* Крупная волнистая слоистость в разрезе дюн, образуемая облеканием слойков, в другом сечении даёт косую. Слоистость может иногда определяться различной плотностью слойков

(«упаковкой» зёрен). Строение серий однородное. Более грубозернистый материал скапливается на гребне валиков ряби.

*Отложения прирусловой отмели.* Более характерна косоволнистая слоистость, иногда крупная; симметричная волнистая слоистость обычно отсутствует. Встречаются единичные серии крупной косо́й слоистости (прирусловых валов) или пологой наклонной слоистости отмелей, а также прослой мелкой косо́й и горизонтальной слоистости. Более грубозернистый материал концентрируется в основании валиков ряби.

*Пойменные отложения.* Характерно частое чередование различных типов волнистой слоистости с прослоями горизонтальной и мелкой косо́й, а также отсутствие правильной симметричной волнистой симметричности.

*Флювиогляциальные отложения.* Слои с асимметричной волнистой слоистостью чередуются в разных соотношениях с прослоями иной текстуры. Симметричная волнистая слоистость отсутствует. Иногда отмечается общее поглубление материала в слое от серии снизу вверх. Нет закономерной последовательности в смене типов слоистости в разрезе. Среди тонкозернистого материала встречаются линзы и прослой значительно более грубозернистые. Нет обязательного изменения текстуры в зависимости от изменения структуры. Остатков фауны и флоры обычно нет.

*Отложения ваттов.* Характерно чередование разных видов волнистой слоистости, а также образование сложных типов. Проявляется слоистость в чередовании песчаного и илистого материала. Мощность серий довольно равномерная. Встречаются прослой горизонтально-слоистые и линзы со слоистостью наклонной (отложение желобов стока). Характерны нарушения слоистости оползанием, взмучиванием, донными животными. Ориентированность гребней ряби может быть достаточно выдержанной. Встречаются остатки фауны и даже сложенные ими отдельные прослой.

*Отложения прибрежной зоны волнений.* Преимущественно волнистая, косо-волнистая и полого-волнистая слоистость разных видов. Встречаются прослой горизонтально-слоистые. Мощность серий довольно равномерная. Характерны нарушения слоистости оползанием, взмучиванием, донными животными. В морских отложениях этой зоны отмечаются прослой с косо́й слоистостью донных течений, в лагунных – прослой с косо́й слоистостью баров. Часто волнистая слоистость морских отложений более отчётливая, выдержанная и правильная, чем тот же тип слоистости в отложениях лагун. Фауна в лагунных отложениях – солоноватоводная, в морских отложениях бывает представлена зарывающимися организмами.

*Отложения баров.* Волнистая слоистость встречается только в прослоях среди косослоистых отложений.

*Отложения подводной части дельты.* Волнистая слоистость ряби течений и волнений встречается только в прослоях между косослоистыми сериями, которые присутствуют обязательно.

*Морские отложения* в более глубоководных областях. Волнистая слоистость не характерна, но иногда может образовывать прослои среди горизонтальной и косой в более или менее однородной породе. До глубин 200 м может встречаться слоистость и симметричная и асимметричная, на больших глубинах – только последняя. Растительные остатки обычно отсутствуют.

Определение морфологического типа слоистости и выявление всех его признаков должно сопровождаться параллельным изучением генетического смысла каждого признака.

Ниже приведены примеры морфологического описания слоистости.

*Первый пример.* Порода – песчаник разномелкозернистый, в основном – среднезернистый, с примесью и более мелких, и более крупных зёрен (сортировка средняя).

Слоистость крупная (мощность серий 20-50 см), параллельная, иногда слабо смещённая, прямая, однонаправленная. Слойки прямолинейные, параллельные, средние (толщина их около 1 см), отчётливые благодаря хорошо выраженной прямой ритмической сортировке зёрен внутри каждого слойка. Угол падения слойков 25-30°. В основании серий имеются включения мелкой гальки и гравия, подчёркивающие границы серий. В некоторых косослоистых сериях близ их верхней границы отмечается присутствие на плоскостях наслоения небольшого количества обугленного растительного детрита, ещё более подчёркивающего слоистость.

В верхней части слоя песчаник становится более мелкозернистым и лучше отсортированным; косослоистые серии в нём более мелкие, а слойки в них тоньше и подстилают друг друга.

*Второй пример.* Песчаник мелкозернистый, с примесью алевролита; слоистость обусловлена слабым изменением гранулометрического состава и налётом слюды на поверхностях наслоения.

Слоистость косая, крупная (мощность серий 30-40 см), смещённая, почти прямая, попеременно-разнонаправленная.

Слойки почти прямолинейны и параллельны, лишь у самой нижней границы серии они слегка вогнуты и подстилают друг друга. В некоторых сериях слойки имеют S-образную форму. Строение слойков двучленное, выделяются

они достаточно отчётливо. Мощность слоек – около 0,5 см, распределение в серии равномерное, угол падения слоек довольно постоянен – около 20°. Включений нет. Серии однородны, каких-либо изменений их снизу вверх по разрезу не отмечено. Прослоев иной текстуры нет.

*Третий пример.* Песчаник крупнозернистый, неоднородный, с примесью глинистого материала. Слоистость диагональная, представлена чередованием горизонтально- и косослоистых серий.

Косая слоистость крупная (мощность серий 20-30 см), параллельная, прямолинейная, однонаправленная (в данном случае учитывается направленность слоек в косослоистых сериях, разделённых горизонтально-слоистыми). Слойки параллельные, довольно однородные, без включений. Мощность косых слоек варьируется от 2 до 5 см, выдерживаясь внутри одной серии. Угол наклона – около 30°. Границы слоек отчётливые, выдержанные, правильные, проявляются тонким глинистым налётом. Границы серий прямые, горизонтальные и параллельные, проявляются и подчёркиваются резким различием строения и состава смежных горизонтально-и косослоистых серий. Строение серий однородное, иногда у нижней границы серий отмечается погрубение материала.

Разделяющие их горизонтально-слоистые серии мелкие (мощность около 10 см) представлены попеременным чередованием мелкозернистых песчаных (средних) и глинистых (тонких) слоек (мощность, соответственно 4-5 см и 2-4 мм). Мощность слоек в нижней части серии больше у песчаных прослоев, кверху она уменьшается, мощность же глинистых слоек, наоборот, возрастает в верхней части слоя. Слойки однородного строения, без включений, с отчётливыми, выдержанными, иногда слегка неправильными границами.

В слое чередование серий имеет направленный характер: в нижней части слоя косослоистые серии несколько более мощные и более грубозернистые по составу (в крупнозернистом песчанике имеется примесь грубозернистого материала), вверх по слою мощность косослоистых серий уменьшается, что же касается разделяющих их горизонтально-слоистых серий, то мощность их очень выдержана по всему слою. Косые слои отчётливо упираются в нижнюю и верхнюю границу серии, и таким образом совершенно отчётливо видна последовательность наложения попеременно то горизонтально-слоистого, более тонкого, то косослоистого, более грубого осадка.

Как видно из приведённых примеров, для определения слоистости недостаточно указать только её форму и размер («косая», «крупная»), но обязательно следует отметить и другие признаки, разобранные выше и перечисленные в классификационных таблицах.

Таким образом, для получения сравнимых и достаточно полных данных необходимо придерживаться в процессе описания слоистости (слоичатости) определённой программы.

1. Общая характеристика морфологического типа слоичатости (горизонтальная, волнистая, косая, диагональная, перекрещивающаяся и т. п.) и степень отчётливости её проявления.

2. Мощность слоёв и серий слоек внутри них.

3. Описание серий: форма (горизонтальные, прямые, изогнутые и др.), взаиморасположение серийных швов (перекрёстное, параллельное) и положение их по отношению к напластованию слоев и к наклону слоек внутри них (в одном направлении или в разных), чёткость границ серий и причина их разграничения (изменения гранулярного состава, включения и др.), массовые замеры азимутов падения и углов наклона серийных швов.

4. Описание слоек: форма (прямолинейная, криволинейная, S-образная), соотношение слоек в серии (параллельные или сходящиеся), чёткость границ слоек (резкие границы по всей длине, прерывистые и др.), причина разграничения слоек (ритмичная сортировка обломочного материала, включения и др.), массовые замеры максимальных углов и азимутов падения косых слоек, замеры рекомендуется проводить для каждого косослоистого пласта отдельно и на площади, близкой по форме квадрату. Результаты замеров представляются в виде роз-диаграмм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отличие от других признаков пород, слоистость определяется особенностями среды отложения. Изучение текстур осадочных пород даёт возможность судить о направлении приноса обломочного материала и об условиях накопления отложений, т. е. изучение слоистости осадочных пород необходимо для решения самых разнообразных задач геологии и, в первую очередь, для фациального анализа.

Текстурные признаки осадочных пород хорошо распознаваемы, и морфологические и фациально-генетические типы слоистости могут быть определены при проведении самых разнообразных геологических работ.

Генетическая расшифровка слоистости существенно дополняет выводы, полученные при изучении других генетических признаков осадочных пород.

По мнению Л. Н. Ботвинкиной, «выводы, полученные на основании анализа слоистости, необходимо сопоставлять и увязывать со всеми другими данными геологических наблюдений. Особенно следует подчеркнуть ещё раз, что при определении генетического типа пород их слоистые текстуры следует рассматривать на фоне изучения всей осадочной толщи и особенностей её строения в целом (важно установить не только наличие тех или иных текстур, но и их последовательность, и соотношение друг с другом)».

Текстурный анализ позволяет: расшифровать генезис осадочных отложений; определять коррелятивные связи текстурного признака с другими признаками пород (структурой, вещественным составом); выявлять соотношение текстур пород со стратификацией осадочных толщ; изучать механизм седиментации и формирования тех или иных текстурных признаков осадка в зависимости от различных условий осадконакопления; изучать текстуры осадочных полезных ископаемых и другое.

Системный подход в изучении осадочных толщ начинается с выделения осадочно-породных слоевых единиц, что является основой текстурного анализа.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Ч. 1. – М. : Госгеолтеиздат, 1962.
2. Ботвинкина Л. Н. О классификации различных типов слоистости / Л. Н. Ботвинкина // Изв. АН СССР. Серия геол. – 1950. – №5.
3. Ботвинкина Л. Н. Морфологическая классификация слоистости осадочных пород / Л. Н. Ботвинкина // Изв. АН СССР. Серия геол. 1959а. – №6.
4. Ботвинкина Л. Н. Слоистость как генетический признак осадочных пород / Л. Н. Ботвинкина // Междунар. геол. конгресс, XXI сессия : доклады советских геологов по седиментологии. – М. : Госгеолтеиздат, 1960.
5. Ботвинкина Л. Н. Слоистость осадочных пород / Л. Н. Ботвинкина // Труды Геол. ин-та АН СССР. – 1962. – Вып. 59.
6. Ботвинкина Л. Н. Методическое руководство по изучению слоистости / Л. Н. Ботвинкина. – М. : Наука, 1965. – 260 с.
7. Вассоевич Н. Б. К изучению слоистости осадочных горных пород. В кн. : «Литологический сборник». Т. 1 / Н. Б. Вассоевич. – Л.; М. : Гостоптехиздат, 1948.
8. Вассоевич Н. Б. Слоистости фации / Н. Б. Вассоевич // Изв. АН СССР. Серия геол. – 1949. – №2.
9. Вассоевич Н. Б. Текстуры осадочных горных пород. В кн. : «Справочное руководство по петрографии осадочных пород». Т. 1 / Н. Б. Вассоевич. – Л. : Гостоптехиздат, 1958.
10. Вассоевич Н. Б. Метод определения первичной ориентировки наклона косых слоев. В кн. : «Геологический сборник ВНИГРИ». Вып. 1 (4) / Н. Б. Вассоевич, В. А. Гроссгейм. – Л.; М. : Гостоптехиздат, 1951.
11. Геккер Р. Ф. Наставление для исследований по палеоэкологии / Р. Ф. Геккер. – М. : Изд-во АН СССР, 1954.
12. Гроссгейм В. А. О значении и методике изучения гиероглифов (на материале кавказского флиша) / В. А. Гроссгейм // Изв. АН СССР. Серия геол. – 1946. – №2.
13. Гроссгейм В. А. Опыт создания терминологии для морфологического описания гиероглифов. В кн. : «Геологический сборник ВНИИГРИ». Вып. 3(6) / В. А. Гроссгейм. – Л.; М. : Гостоптехиздат, 1955.
14. Методы изучения осадочных пород / под ред. Н. М. Страхова. Т. 1-2. – М. : Госгеолтехиздат, 1957.
15. Наливкин Д. В. Учение о фациях. Т. 1-2 / Д. В. Наливкин. – М.; Л. : Изд-во АН СССР, 1955-1956.
16. Рухин Л. Б. Основы литологии / Л. Б. Рухин. – Л.; М. : Гостоптехиздат, 1953.
17. Рухин Л. Б. Основы общей палеографии / Л. Б. Рухин. – 2-е изд. – Л. : Гостоптехиздат, 1962.

*Учебное издание*

Любовь Васильевна Пармузина

## **Изучение текстур осадочных пород**

Учебное пособие

Редактор К. В. Коптяева

Технический редактор Л. П. Коровкина

План 2012 г., позиция 24. Подписано в печать 28.02.2013.

Компьютерный набор. Гарнитура Times New Roman.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.

Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 4,5. Тираж 120 экз. Заказ № 272.

Ухтинский государственный технический университет.

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, д. 13.

Типография УГТУ.

169300, Республика Коми, г. Ухта, ул. Октябрьская, д. 13.