

Палеогеография Фациальный (литолого-генетический) анализ

- **Восстановление физико-географических обстановок в определенный этап геологического прошлого**
- Предмет исследования – **фация**
- **Фация** (А. Грессли, 1838) – конкретные участки любого слоя одновозрастных пород, отличающихся от соседних участков как петрографическим составом, так и ископаемыми остатками организмов.
- **Фация** (Д.В. Наливкин) – физико-географическая обстановка или единица ландшафта.

- Основа фациального анализа – *принцип актуализма*.
- Что это за принцип? Кто его автор?

Основные типы седиментогенеза

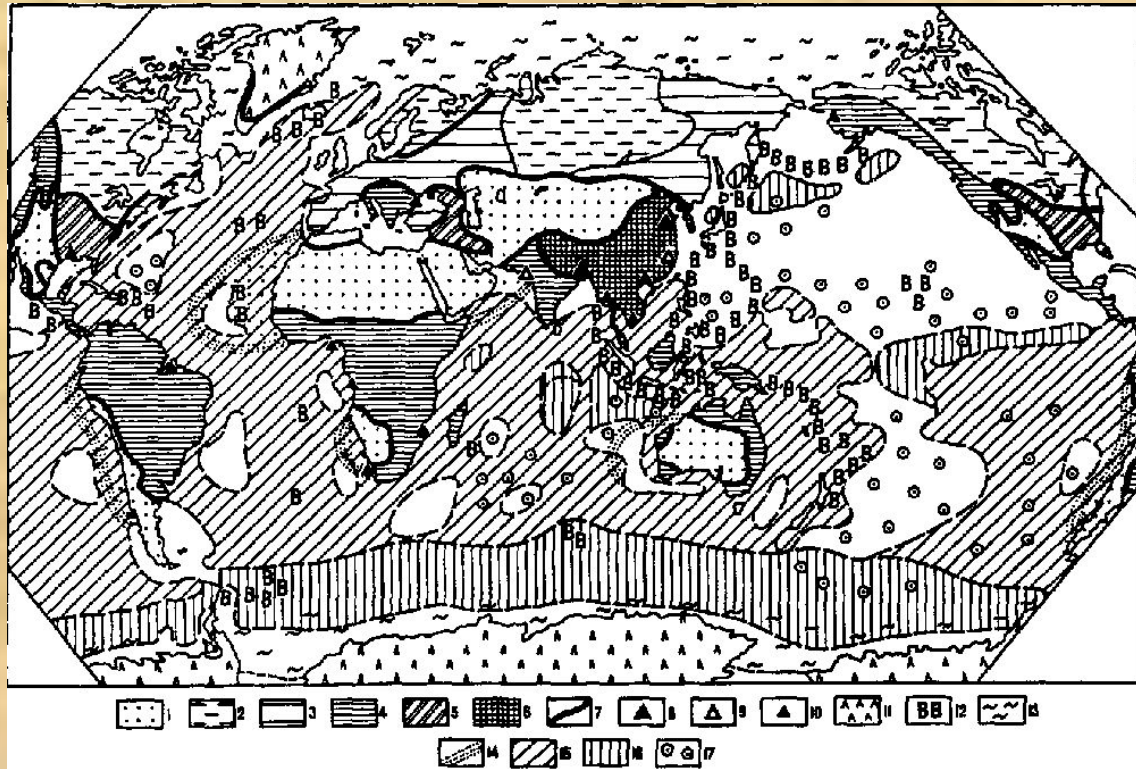
- Самые крупные естественные комплексы условий и процессов, определяющие формирование качественно отличных от производных других типов продуктов — осадков и пород (Н.М. Страхов).
- Главные факторы, влияющие на осадконакопление?
- Вспомнить основные типы осадочных пород.

Климатические типы литогенеза

- **Какие?**
- **1. Гумидный** - по наиболее характерным, т.е. типоморфным, производным — гуминовым соединениям (органическим растительным минералам), проявляется во влажных зонах Земли.
- **2. Аридный** - по аридным зонам Земли, где недостаточно влаги для произрастания растений и эти зоны становятся пустынными, часто без почв и растительного покрова.
- **3. Нивальный (ледовый)** - весьма неразвитый седиментогенез полярных зон, в которых вода круглый год находится в твердом состоянии и практически исключена из агентов формирования осадков.
- В некоторых линейных зонах климатические черты становятся нечеткими, что указывает на какой-то другой фактор, определяющий ход и результаты осадочного процесса. Характерные, типоморфные образования — туфы, гидротермные осадки, вулканический элювий, сульфидные и другие руды, лавы и экструзии — тип **вулканогенно-осадочный**.

Типы литогенеза, по Н.М. Страхову (седиментогенеза, по П.П. Тимофееву) и питание осадочным материалом осадконакопления (по О.К. Леонтьеву, 1982):

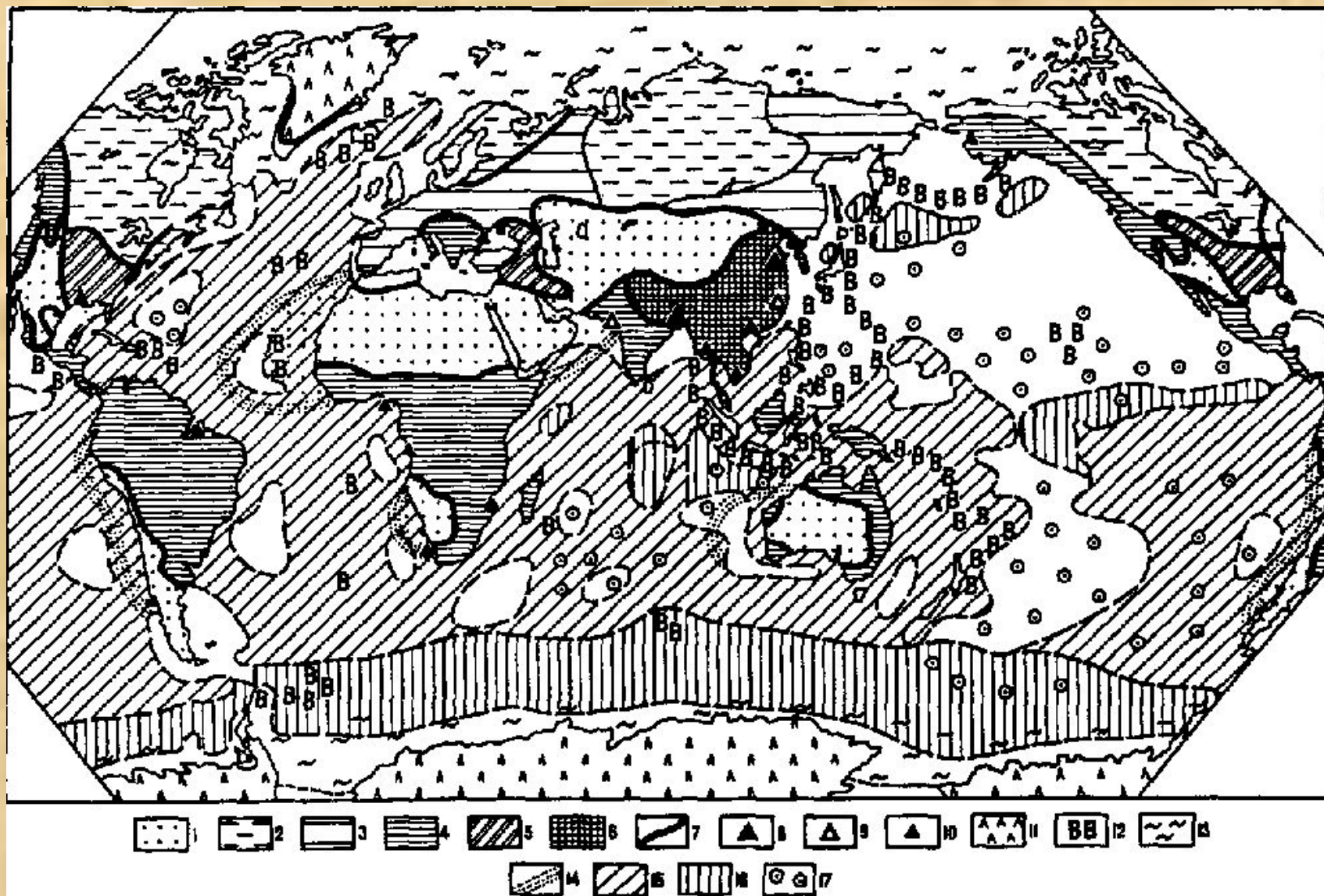
- 1 — области аридного литогенеза; 2-6 — области гумидного литогенеза, с интенсивностью механической денудации, т/км² в год: 2 — менее 10, 3 — от 10 до 50, 4 — от 50 до 100, 5 — от 100 до 240, 6 — более 240; 7 — границы областей гумидного литогенеза (по Страхову, 1963); 8-10 — твердый сток крупнейших рек (по А.П. Лисицыну, 1973): 8 — более 1 млрд т/год, 9 — от 500 млн т до 1 млрд т; 10 — от 50 до 500 млн т; 11 — области ледового литогенеза; 12 — области вулканогенно-осадочного литогенеза; 13 — поступление ледового материала в осадки; 14 — поступление эолового материала; 15 — поступление биогенного карбонатного материала; 16 — поступление биогенного кремнистого материала; 17 — железомарганцевые конкреции



Гумидный

- 1. Количество осадков преобладает над испарением.
- 2. Свойственны химические, в частности латеритные, коры выветривания — бокситы, железные и отчасти марганцевые руды, первичные каолины и кварцевые пески, первичные россыпи стойких тяжелых минералов (циркона, рутила, турмалина, дистена, ставролита, монацита, ильменита, апатита, граната, золота, алмазов и др.), торфяники и угли, а также горючие сланцы, биогенные известняки, силициты, фосфориты.
- 3. Незрелые обломочные породы (граувакки, аркозы), широко распространены высокозрелые олигомиктовые и мономинеральные кварцевые пески. Сортировка их часто хорошая, свидетельствующая о возможности длительного перемывания. Широко распространена косая слоистость. Характерен серый цвет пород и формаций, которые и называются сероцветными.
- 4. Обилие органического вещества - серый или черный цвет пород.

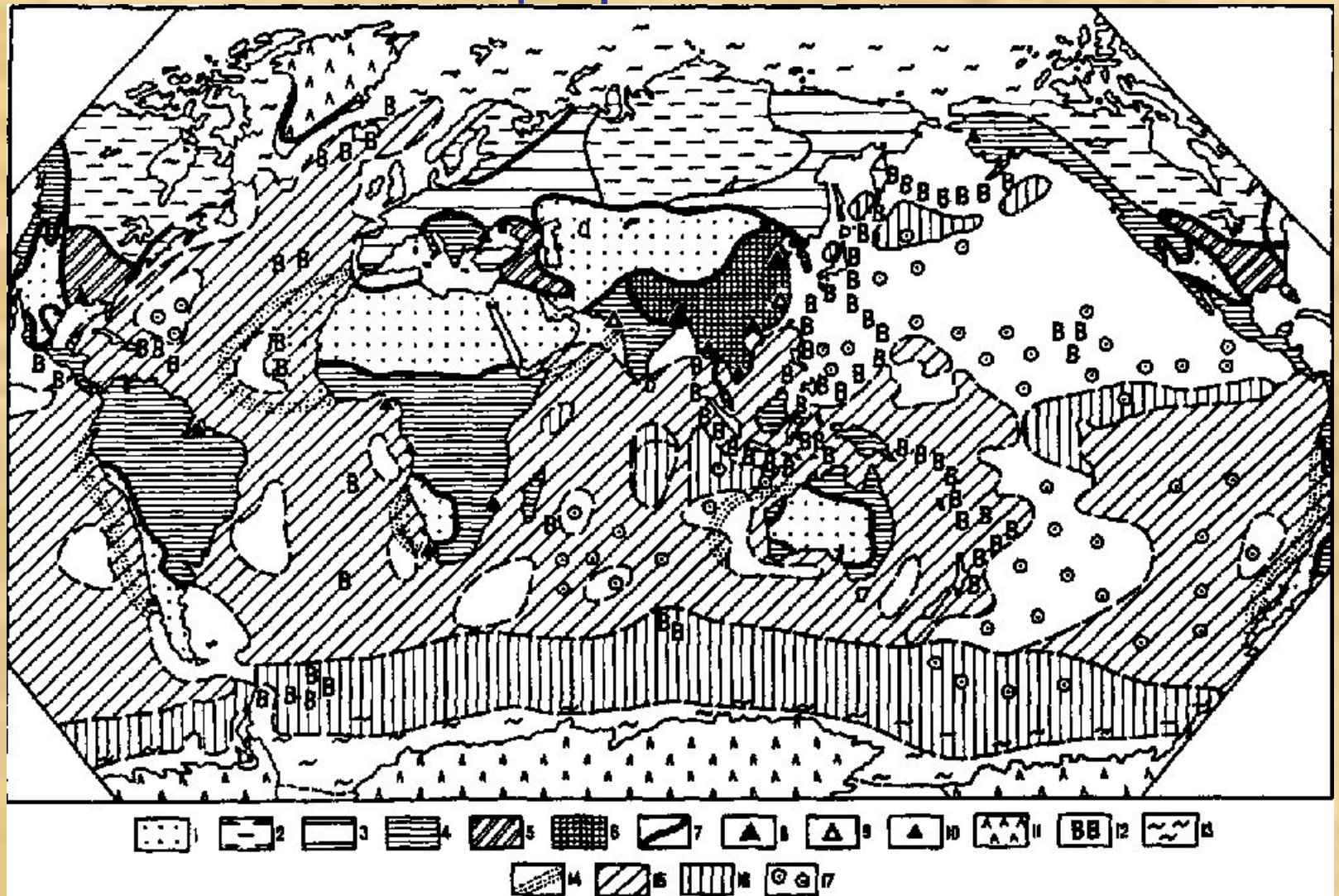
Гумидный тип распространен на большей части площади континентов, и к нему можно отнести и всю поверхность океанов



Аридный

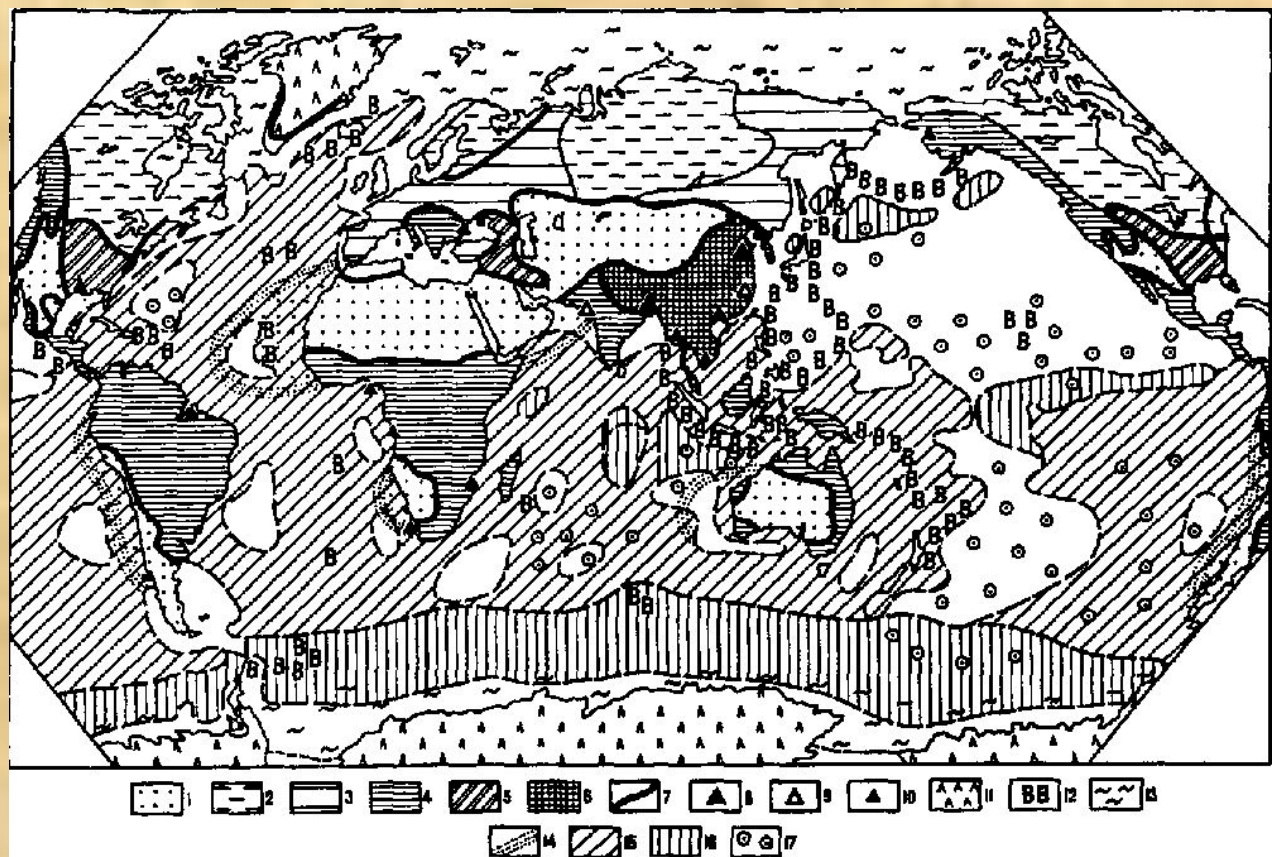
- 1. Баланс метеорных осадков отрицательный: осадков меньше испарения.
- 2. Не характерны угли, химическое выветривание, которое вырождается до образования лишь тонкой пленки пустынного загара.
- 3. Физическое выветривание, образуются каменистые развалы. Обломочные породы незрелые, химически неизмененные — аркозы и граувакки. Сортировка их часто плохая.
- 4. Цвет большинства пород красный, желтый, что ясно указывает на дефицит восстанавливающего органического вещества.
- 5. Дефицит воды порождает бессточность впадин, водная поверхность в которых часто на десятки (Каспийское море — на 26-28 м) и первые сотни метров ниже уровня океана. Этим объясняется парадокс пустынь: несмотря на дефицит воды, осадки здесь в основном хемогенные; из растворов выпадают карбонаты (известняки, доломиты), сульфаты, хлориды, бораты и другие эвапориты. Это означает, что осадочный процесс идет до конца, т.е. становится завершенным: все, что мобилизовано в пределах аридного типа литогенеза и в соседних гумидных зонах, осаждается здесь.
- 6. Обломочные породы всех гранулометрических типов — от глыбовых и блоковых до алевроитов. Глинистые породы практически не образуются, хотя некоторые глинистые минералы весьма характерны для аридного типа литогенеза. Красноцветные аридные формации несут нередко оруденение меди — свинца — цинка (аридная рудная триада), а также залежи или концентрации урана, фтора, брома, бора, стронция, рубидия, цезия, йода.

Аридные формации приурочены к двум широтным поясам, расположенным к северу и югу от экватора, примерно между 15-20 и 25-35° с. и ю. ш., иногда они сдвигаются к экватору (Перу) или к 40-45° в Центральной Азии.



- Чем представлен, к чему приурочен?

Ледовый



Интерпретация первичных признаков пород

Состав обломочных пород



Что
позволяет
выяснить?

Состав хемогенных пород



О чем позволяет судить?

**Глауконит,
фосфорит,
марганцевые
конкреции – только
морские отложения**

**Глины гумидного
климата –
каолинитовые**

**Глины аридного
климата –
монтмориллонитов
ые и
гидрослюдистые**

Цвет породы

слева – красноцветная толща среднего девона (Р. Лемовжа), справа – верхняя часть разреза зеленая глауконитовая толща нижнего ордовика (р. Саблинка)



- Белый цвет в цементе обломочных пород – интенсивность химического выветривания в условиях жаркого климата
- Черный цвет – повышенная концентрация органического вещества как битуминозного (возникает при анаэробном разложении водорослей), так и углистого. В первом случае – восстановительные условия осадконакопления, также индикатором восстановительных условий является присутствие пирита и других аутигенных сульфидов. В ситуации с последним – влажный климат.

- **Зеленый цвет** – часто связан с присутствием глауконита, указывающим на морские отложения нормальной солености.
- **Бурый цвет** – связан с гидроокислами железа и характерен для прибрежно-морских и пресноводных озерных отложений.
- **Красный цвет** – обусловлен присутствием гематита, указывающего на окислительную среду и жаркий, засушливый климат.
- **Бледно-зеленые (блеклые тона)** – болотные условия

Структурные особенности пород: вспомнить какие бывают структуры осадочных пород?

- 1. Размер
- Зависит от рельефа и удаленности от источника питания, скорости движения воды
- Где будут располагаться крупнообломочные отложения в море и на суше?

Структуры терригенных пород

Структура	Динамика среды, особенности рельефа
Псефитовые (>2 мм диаметром)	Высокая динамика среды, расчлененный рельеф
Псаммитовые (2-0,1 мм)	Высокая динамика среды, равнинный рельеф
Алевритовые (0,1 – 0,01 мм)	Низкая, очень характерны для эоловых отложений
Пелитовые (<0,01 мм)	Низкая

Слева – крупнозернистые кварцевые песчаники верхнего девона (Лужский район, Ленинградской области) – источник сноса обломочного материала Балтийский щит; справа – современные склоновые отложения Северного Тянь-Шаня



Сортировка обломочного материала



- **От чего зависит?**
- **Отсутствие сортировки – осыпи, глубоководные брекчии, обвальные и селевые отложения, морены.**
- *На снимке – хорошо отсортированные алевролиты среднего франского подъяруса верхнего девона (ильменские слои), южный берег оз. Ильмень*

- **Чем определяется?**

- 1. Составом
- 2. Трещиноватостью
- 3. Сланцеватостью и слоистостью.
- 4. Характером обрабатывающего агента.

Морская, озерная галька – уплощенной формы, речная – удлиненной, веретеновидной, пустынная – эоловые многогранники, ледниковая – утюгообразная.

Моренный валун утюгообразной формы в долине р. Оредеж



Степень окатанности обломков

- **Чем определяется?**
- 1. Составом
- 2. Первоначальная форма обломков
- 3. Скорость и длительность переноса
- Пятибальная шкала окатанности:
наилучшая – морские галечники, плохо окатанные – конусы выноса временных потоков, верховья рек, делювий.

Хорошо окатанная галька верхнедевонских известняков в пляжной зоне оз. Ильмень



Характер поверхности обломков

- **Чем определяется?**

- 1. Составом
- 2. Средой
- Морская галька – гладкая, отполированная; ледниковая – борозды, шрамы, царапины; пустынная – «загар пустынь».

Расположение обломочного материала

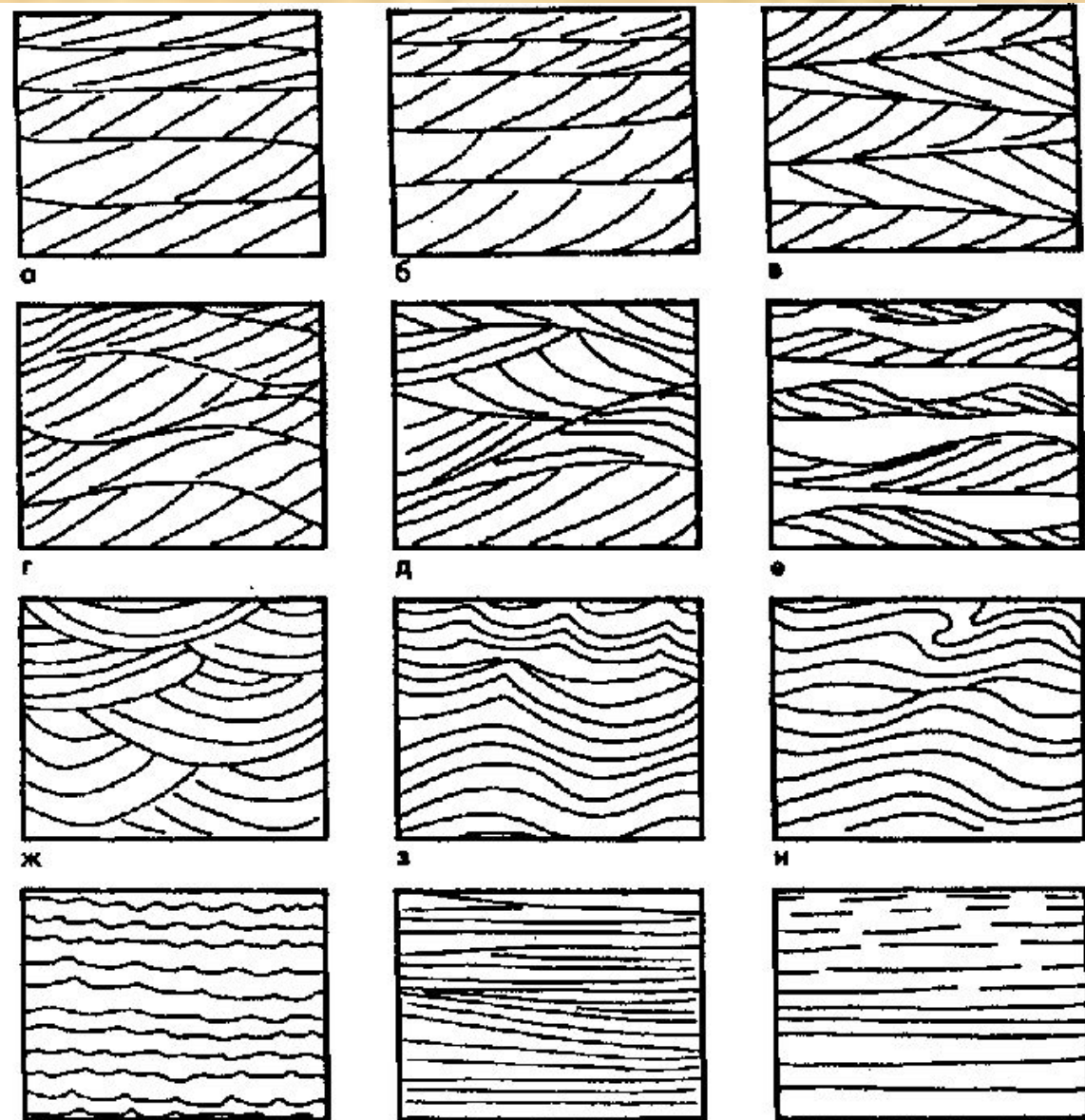
- **Что позволяет установить?**
- Направление и характер движения среды.
- В зоне прибоя – обломки параллельно берегу.
В русловых отложениях – черепитчатое наслоение галек.
- Характеристика цементирующей массы также является отображением условий образования.
Карбонатный цемент – неподвижные галечники водных бассейнов.

Анализ текстур

**Какие текстуры осадочных
пород известны?**

- **Массивная (неслоистая, беспорядочная) первичная текстура :**
- 1) при лавинной седиментации — из селевых и других временных потоков, из суспензионных турбидитных потоков, в обвалах, нередко в осыпях, оползнях, в туфах и т.д.;
- 2) при медленной седиментации — постоянном перемыве или переносе течениями зернистого материала, а гальки и зерна в основном изометричные (например, кварцевые), которые при отложении не обозначают слоистость; тонкий материал (глинистый или растительный детрит) вымывается, и поэтому он также не подчеркивает слоистость;
- 3) при медленной и равномерной седиментации глинистого материала.

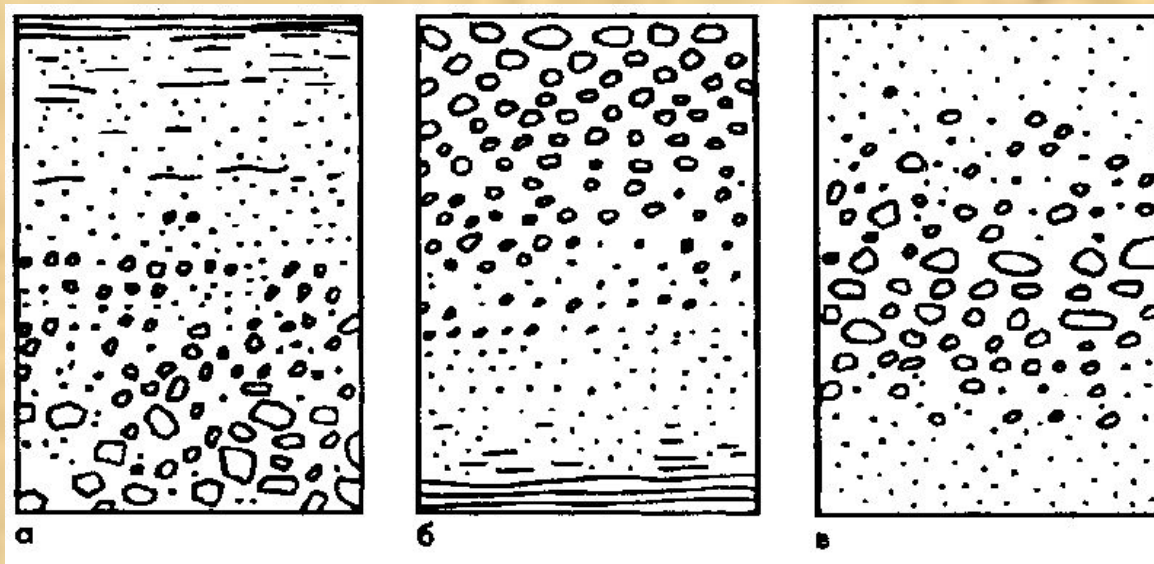
**Слоистые текстуры -
указывают на отложение
осадков в среде с менявшимся
режимом осадконакопления**



- а-б — **косая однонаправленная**, в — **косая разнонаправленная**; г-е — **косоволнистая**;
- к-м — **горизонтальная волнистая**.
- Четыре основных морфологических типа слоистости (слойчатости):
- горизонтальная
- волнистая
- косоволнистая
- косая
- **Горизонтальная слоистость (слойчатость)** - спокойная водная среда, отсутствие движения вещества среды, по меньшей мере у дна (у поверхности напластования) или при ламинарном движении (вода движется строго параллельными струями).
- **Волнистая слоистость (слойчатость)** - колебательные (волновыми) или пульсационными (порывами) движениями воды или воздуха (ветра) у дна. Чаще всего волнистая слоистость всех типов — мелководное образование, обусловленное прерывистым выпадением частиц из взвеси в условиях низкой гидродинамики.
- **Косая** — высокодинамичная обстановка, поступательные, потоковые, направленные движения — течениями, за исключением очень медленных или очень быстрых (горные реки в паводок) ламинарных течений.
- **Косоволнистая** - не отвечает какой-то чистый динамический тип движения среды, она образуется при сочетании волнения и течения — наиболее частом проявлении волнения в природе, формируется в реках, озерах, в морях от прибойной зоны до океанического дна, а также на суше как золовая.

Градационная слоистость (частая разновидность горизонтальной слоистости):

а — нормальная (прямая градационность); б — перевернутая, или инверсионная (обратная градационность); в — симметричная



Слоистость, выражающаяся в чередовании пачек осадков, в каждой из которых крупность постепенно уменьшается снизу вверх. Каждая пачка образуется в результате гранулометрической сортировки оседающих частиц из воды, обогащенной полифракционной взвесью. Часто пачки залегают с размывом одна на другой. Характерна для турбидитов (мутьевых потоков) ниже базы волнений - придонные течения в морях и океанах, характеризующиеся повышенной плотностью. Возникают на склоне морского дна, когда нарушается равновесие больших масс рыхлого донного осадка и образуются подводные оползни (например, в результате землетрясения). Также возможна у флиша и некоторых мелководных (напр. дельтовых) отложений.

**Горизонтальная слоистость в среднефранских алевролитах
Южного Приильменья – образовалась в спокойных морских
условиях**



Косая однонаправленная слоистость в среднедевонских песчаниках (Лужский район) – образовалась в условиях активного морского мелководья при движении среды в одном направлении (например, речного потока, морского течения)



**Косая разнонаправленная слоистость в верхнекембрийских
песчаниках (р. Тосна) – образуется при смене направлений
движении среды (например, движении воздушных потоков,
морских течений, сочетание волнений и течений, зона активных
волнений)**



- В каких породах не бывает косой слойчатости?

Текстуры поверхности напластования

- **Механоглифы** – неорганического происхождения.
- **Биоглифы** – органического происхождения (изучает **палеоихнология**).
- 1. **Знаки ряби**
 - **Симметричная** – только для водной среды
 - **Несимметричная** – водная (течений, прибрежной зоны), ветровая (эоловая).

Водная рябь от эоловой отличается по индексу ряби (отношение ширины валика к его высоте)
5 – 10: водная, 20-50: ветровая.

- **Рябь течений** - валики имеют более мелкие размеры, с резко выраженными хребтиками. Валики ориентируются поперек или вдоль направления течения и характеризуются чешуйчато-черепитчатым расположением в плане.
- **Рябь волнения** имеет наименьшие размеры и асимметричное расположение валиков, с более крутыми склонами, обращенными к берегу. Более грубые зерна осадка в ряби, образовавшейся в водной среде, накапливаются во впадинах между валиками.

Современная рябь морского мелководья (Калининградская область)



Эоловая рябь, берег р. Волга





- 2.
**Многоугольники
высыхания**
(трещины
высыхания)
образуются в
наземных
условиях, в сухом,
жарком, реже
умеренном
климате.
- *На снимке –
современные
многоугольники
высыхания,
Волгоградская
область*

Современные многоугольники высыхания



Глиптоморфозы по кристаллам каменной соли



- Сухой жаркий климат, бассейны повышенной солености.