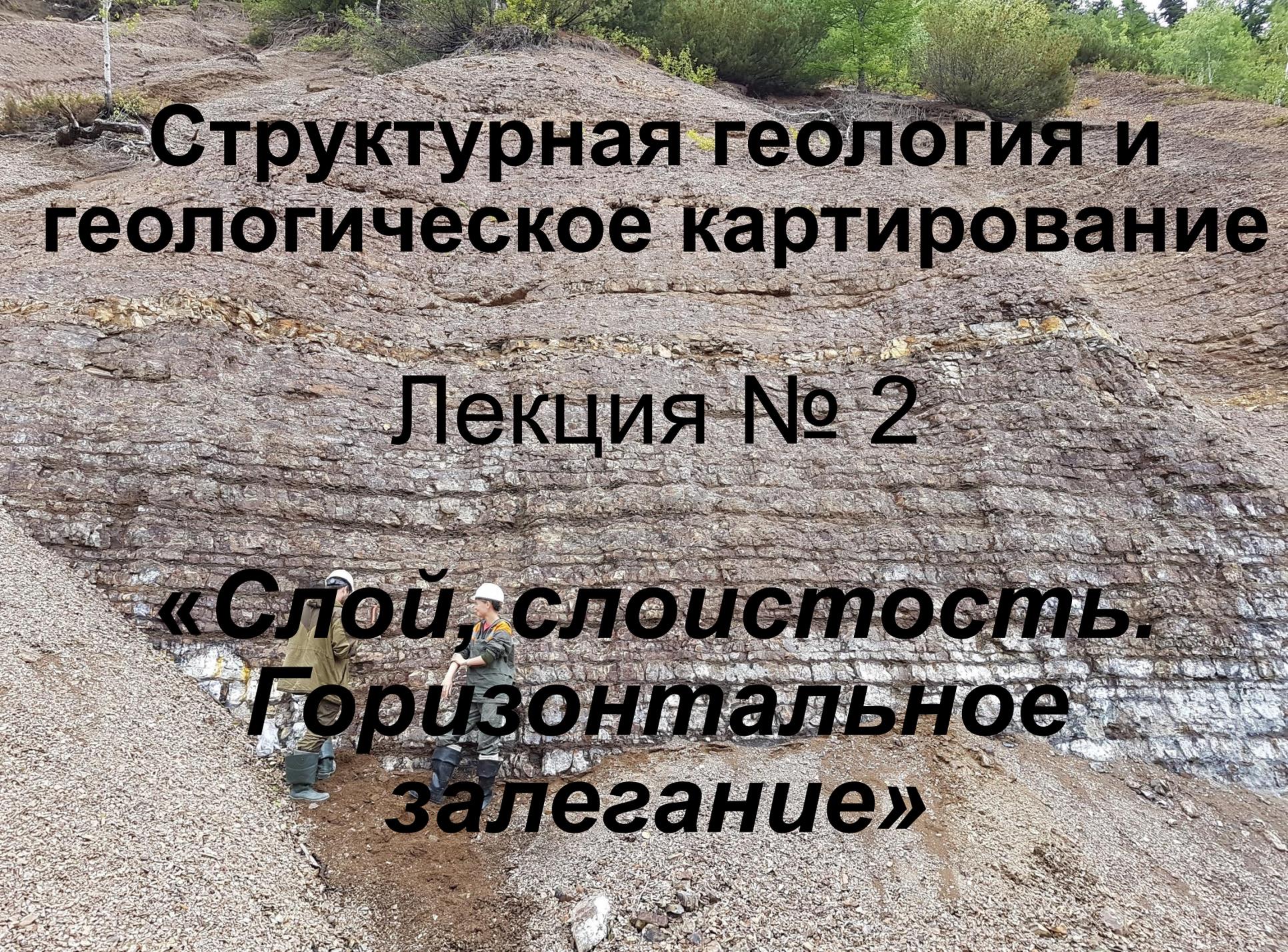


# Структурная геология и геологическое картирование

## Лекция № 2

**«Слой, слоистость.  
Горизонтальное  
залегание»**



## **Слой (пласт) Определения**

«**Слой (пласт)** — литологически более или менее однородные *маломощные отложения*, отличающиеся по вещественному составу или по остаткам организмов и ясно ограниченные от ниже- и вышележащих слоев. Морфологическими модификациями слоя являются линзовидный пласт, линза, клин, *лавовый поток (покров)*, залежь и т. д.» *Стратиграфический кодекс России (2006), Статья V.13.*

«**Слоями или пластами** называют те массы, ограниченные более или менее параллельными плоскостями, из которых обыкновенно состоит толща *осадочных пород*» *Словарь Брокгауза и Эфрона*

«**Пласт (слой)** – в геологии – форма залегания *осадочных* и многих *метаморфических* горных пород; геологическое тело относительно однородного состава, ограниченное практически параллельными поверхностями – подошвой и кровлей; толщина пласта во много раз меньше протяженности» *Большой Энциклопедический словарь*

*bed* — **слой, пласт**. Слой осадков или осадочных пород, ограниченный сверху и снизу более или менее хорошо выраженными поверхностями напластования *Толковый словарь английских геологических терминов*

# Закон Стенона

## **Нильс Стенсен**

**(Николаус Стенон, или Стено) 1638 – 1686**

Учился медицине в Лейдене и Париже, переехал во Флоренцию и стал врачом герцога Медичи. Сделал массу открытий в анатомии, медицине, кристаллографии, палеонтологии и геологии. Сформулировал **основной закон геологии:**



***"Каждый верхний слой откладывается только после того, как отложился нижний слой. Между отложением первого и второго существует перерыв".***

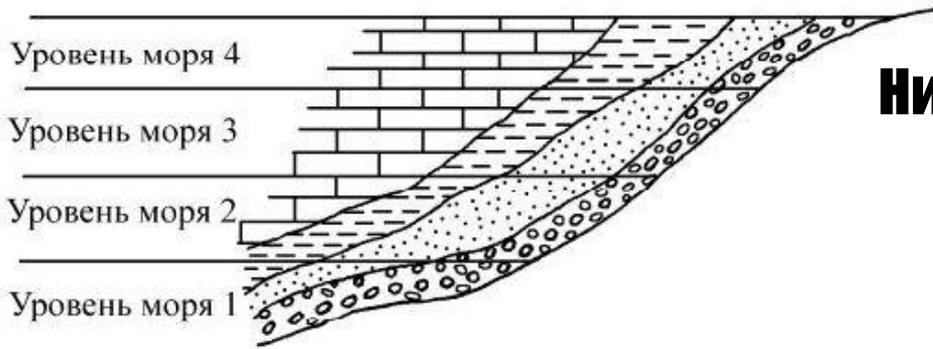
Таким образом, слой, расположенный в ненарушенном разрезе выше, является более молодыми, чем тот, который лежит ниже.

**Основной вопрос изучения слоев в разрезе:**

**"Где подошва, а где кровля?"**

**Иными словами: "Где низ разреза, а где его верх?"**

# Закон Головкинского – Вальтера



**Николай Алексеевич  
Головкинский**  
1834 – 1897



**«В разрезе осадочных толщ друг над другом отлагаются осадки, образующиеся рядом на поверхности литосферы или на дне бассейна седиментации»**

При трансгрессии или регрессии моря горизонтальные зоны осадков (фаций) переходят в разрезах осадочных толщ в вертикальные. В результате осадки одной и той же фации в направлении суша — море не являются строго одновозрастными.

Возрастное скольжение отдельных петрографических (литостратиграфических) горизонтов — типов осадков (фаций) и их границ; явление, обусловленное движением береговой линии. Смена одних осадков другими на поверхности литосферы, в бассейне седиментации и в разрезах может происходить не только постепенно, но и внезапно. Может наблюдаться выпадение одной или ряда промежуточных фаций, расположенных в соседстве с рассматриваемой, благодаря тектоническим, климатическим, и др. причинам.

Этот закон, установленный Головкинским (1869), был сформулирован Иностранцевым (1872), а позже дополнен и уточнен Вальтером (1894 (Геологический словарь, 1978)).

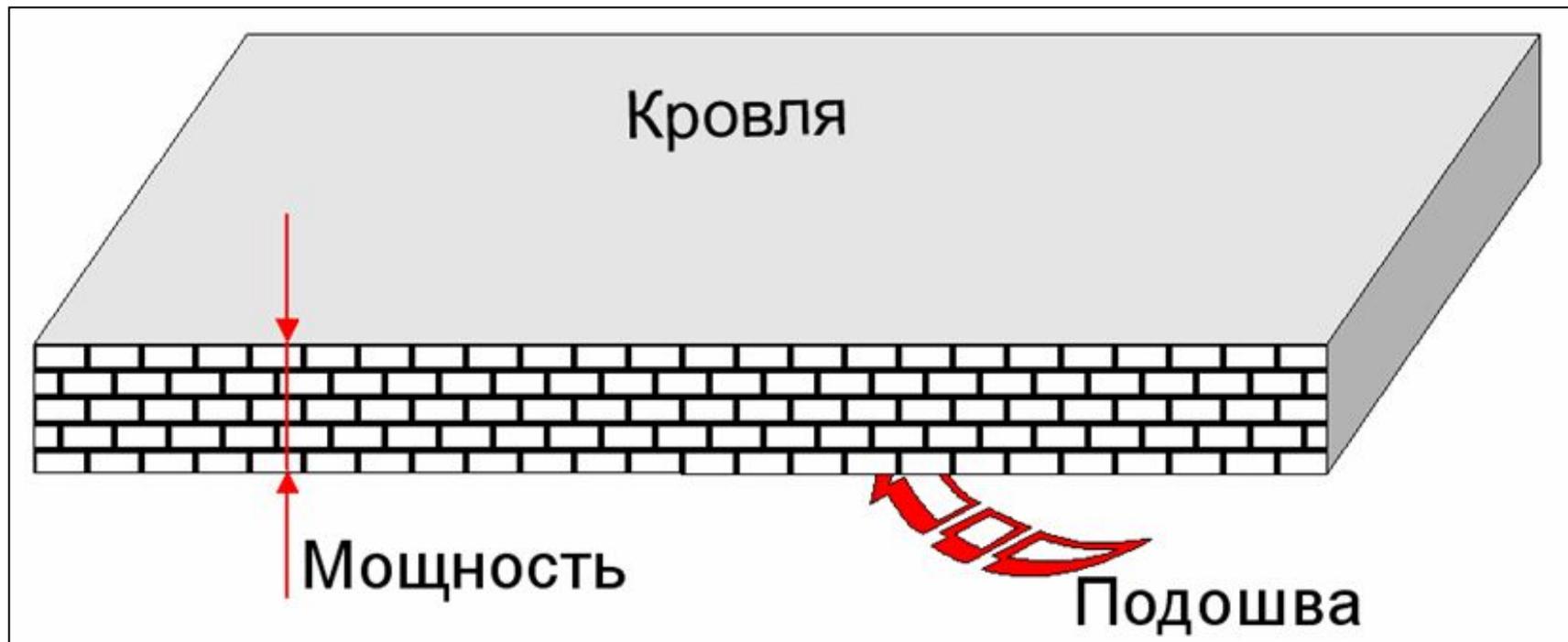
## Геометрические элементы пласта

**Подошва** – нижняя поверхность слоя, контакт с более древним слоем.

**Кровля** – верхняя поверхность слоя, контакт с более молодым слоем,  
е. подошва следующего слоя.

т.

**Мощность** – кратчайшее расстояние между подошвой и кровлей.



При нормальном залегании подошва пласта определённа практически **ВСЕГДА**, а кровля – **НЕ ВСЕГДА**, поскольку бывает размывта или срезана вышележащим пластом. Поэтому при изучении слоистости, а также при рисовке геологических карт и разрезов в первую очередь обращайтесь внимание на **ПОДОШВУ!**

## • **Напластование**

Слои обыкновенно налегают друг на друга целым пакетом, называемым **серией, свитой, толщей, пачкой и т. п.**, а последовательную смену одних слоев на другие называют **напластованием, наслоением**. Ритмичная смена слоев – **чередованием, переслаиванием**

**Граница** между двумя слоями (пластами) практически всегда (согласно закону Стенона) соответствует перерыву в отложении (**гиатусу**), а часто и изменению состава осаждающегося вещества.

Иногда различают **стратиграфический** и **хронологический** гиатусы, понимая под последним именно временной интервал, соответствующий стратиграфическому интервалу.

Перерыв в осадконакоплении (или в излиянии вулканических лав) может сопровождаться частичной эрозией слоя, поэтому гиатусы делят на **седиментационные** (образуются за счет временного ненакопления осадков) и **постседиментационные**, или **эрозионные** (образуются за счет эрозии осадков, уже литифицированных и последующего отложения новых осадков).

Суммарное время ненакопления при формировании толщи обычно бывает существенно **больше**, чем общее время накопления пластов!

## • **Прослои**

Тонкие слои (обычно – меньше 10 см), заключенные между другими, называются **прослоями**, менее 1 см – **слойками, пропластками** и т.п.

# Морфологические и генетические типы слоистости

**Морфологические** типы слоистости тесно связаны с **генетическими** типами, именно генезис отложений во многом определяет морфологию образующихся пластов и строение поверхностей напластования.

## **Параллельная слоистость (открытых бассейнов)**

Чередование слоев и слойков, *параллельных друг другу и общей поверхности напластования*. Параллельная слоистость формируется в относительно спокойных обстановках, поэтому мощности отдельных слоев оказываются выдержанными на больших пространствах.

Определение **подошвы—кровли** в параллельно слоистых толщах по деталям морфологии самих пластов возможно не всегда, однако при наличии некоторых особенностей строения пластов и поверхностей напластования это сделать можно.



**Иероглифы** (гиероглифы) [*hieroglyph*] – слепки неровностей кровли нижележащего слоя **на подошве вышележащего**.

Представляют собой прихотливо изогнутые, ветвящиеся валики и борозды, а также изометричные бугорки и ямки. Могут иметь разное происхождение, часто, это волновая рябь.



Иероглифы в подошве слоя.  
Нижний карбон. Ю. Урал



Неровности возникают на кровле пласта, а на подошве более молодого пласта наблюдаются их отпечатки, поэтому иногда их называют "негативными" иероглифами.

Разрез нижнего карбона в этой складке перевернут



Складка в песчаниках, нижний карбон. Ю. Урал

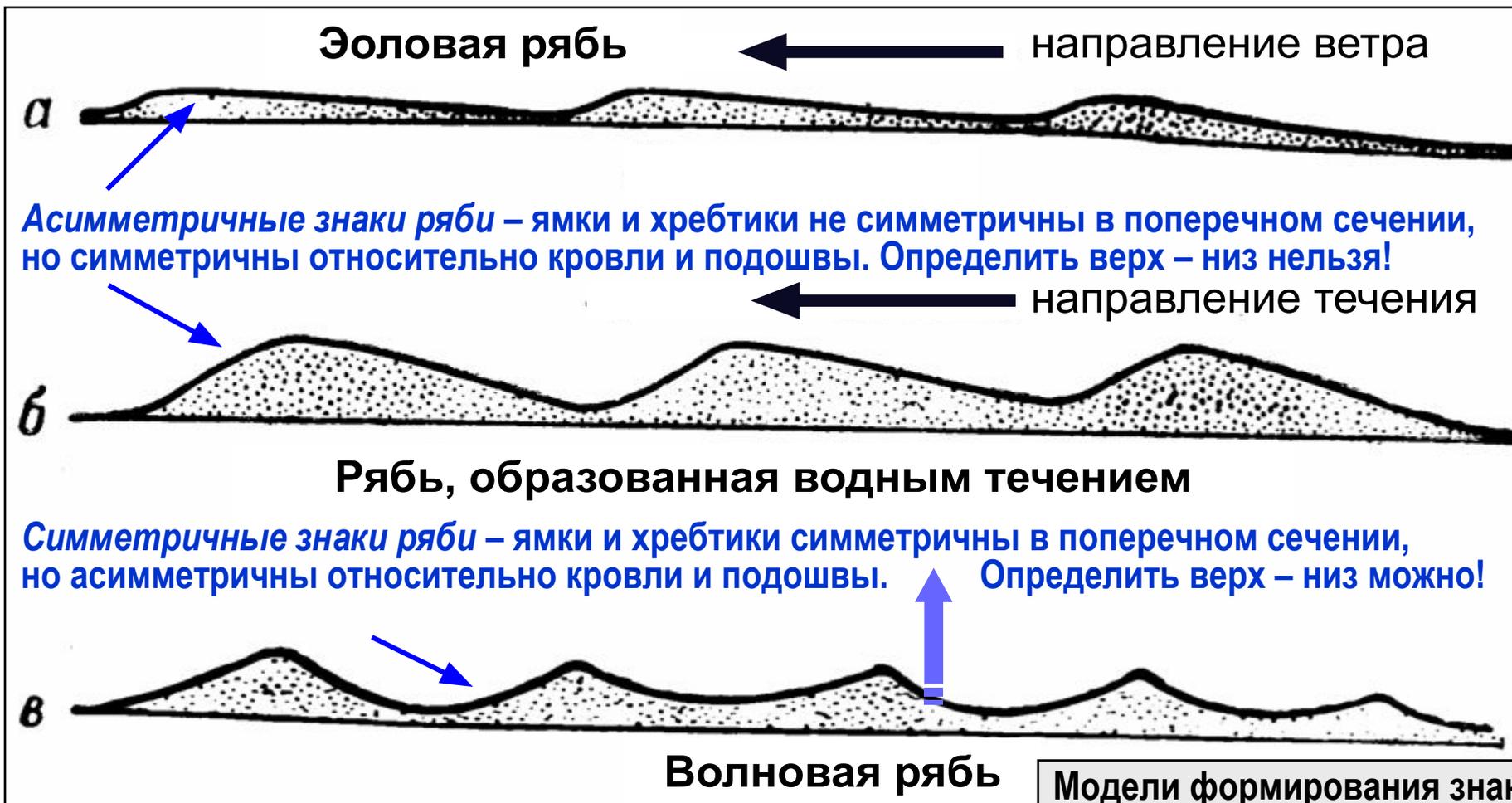
**Механоглифы** возникают за счет переноса и перераспределения терригенного материала – это текстуры течения (*реоглифы*), волновые, эоловые, следы волочения водой по дну различных предметов и т.д.



Механоглифы в подошве слоя алевролитов. Слой перевернут. Средний карбон. Южный Урал

# Знаки ряби

Упорядоченные иероглифы, или **знаки ряби** формируются под воздействием волнения и течений в прибрежных зонах, в дельтах рек, а также – ветра (эоловые). К этому же типу относится и линзовидная слоистость. Возникающие серии слойков имеют выпукло-вогнутую форму; в разрезе это создает картину волны или полуволны, которую обычно и называют "знаки ряби".

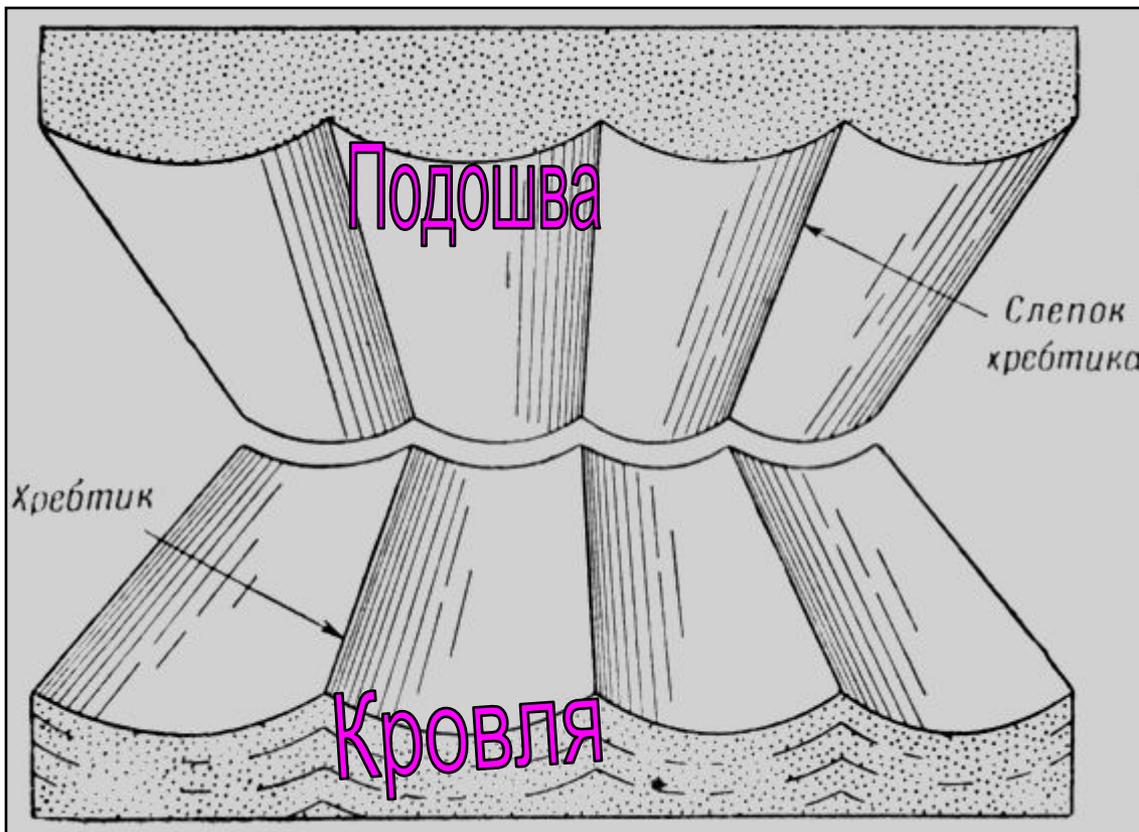


Модели формирования знаков ряби. По Р. Шроку, 1950

# Модели формирования знаков ряби

По Р. Шроку, 1950

Определение подошвы-кровли пласта по знакам ряби



Определение подошвы-кровли пласта по знакам ряби сложного строения



Рябь, образованная водным течением

# Знаки ряби

Нижний мел. Сахалин



# Средний эоцен. Сахалин



# Современные. Западная Камчатка



**Биоглифы** формируются как результат жизнедеятельности животных организмов (ходы илоедов, норки, холмики и пр.).

*Биоглиф - гиероглиф, образованный организмом или имеющий биологическое происхождение*

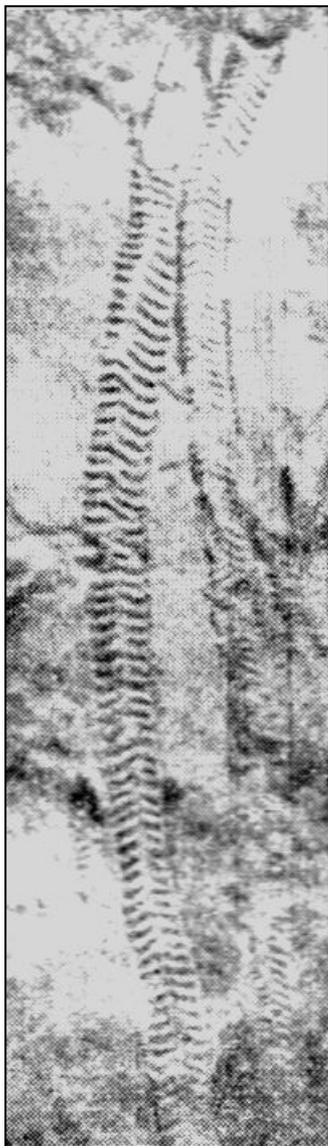
*[Толковый словарь английских геологических терминов].*



**Биоглифы в подошве  
слоя песчаников. Нижний  
мел. СЗ Кавказ.**



**Биоглифы в подошве  
слоя. Нижний мел.  
Сахалин.**



**Следы ползания  
трилобитов на кровле  
пласта. По Р. Шроку, 1950**



**Отпечатки следов пермских амфибий  
на кровле пласта. По Р. Шроку, 1950**

## Характер залегания остатков флоры и фауны

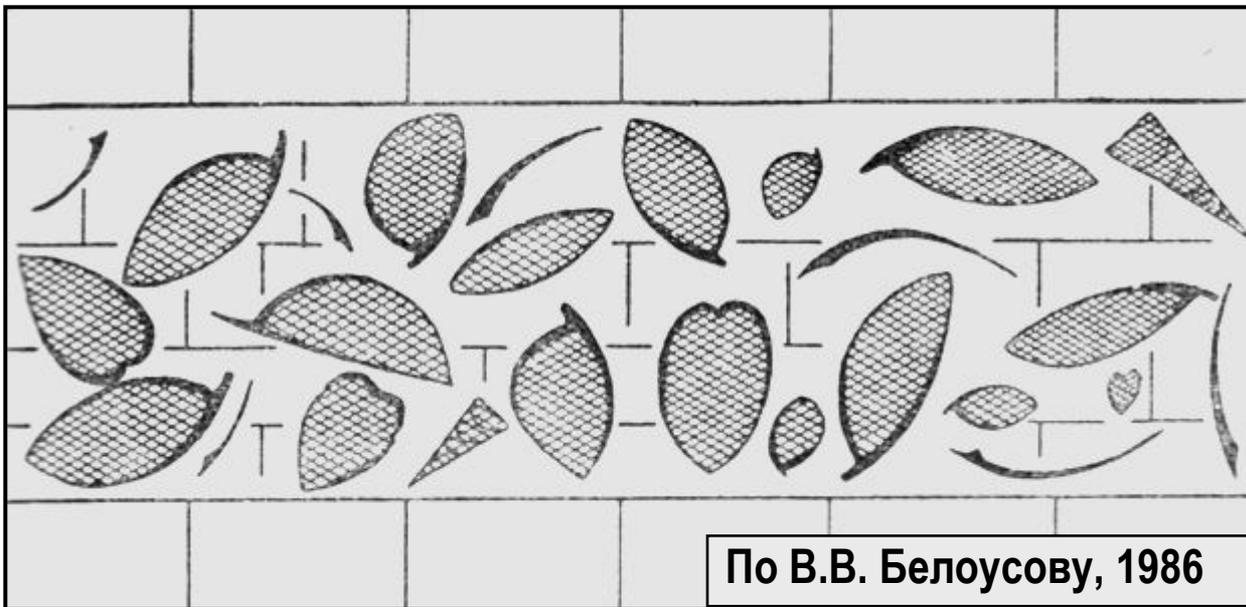


Схема хаотического расположения остатков раковин брахиопод в пласте известняков (разрез). Определение подошвы слоя **НЕВОЗМОЖНО**.

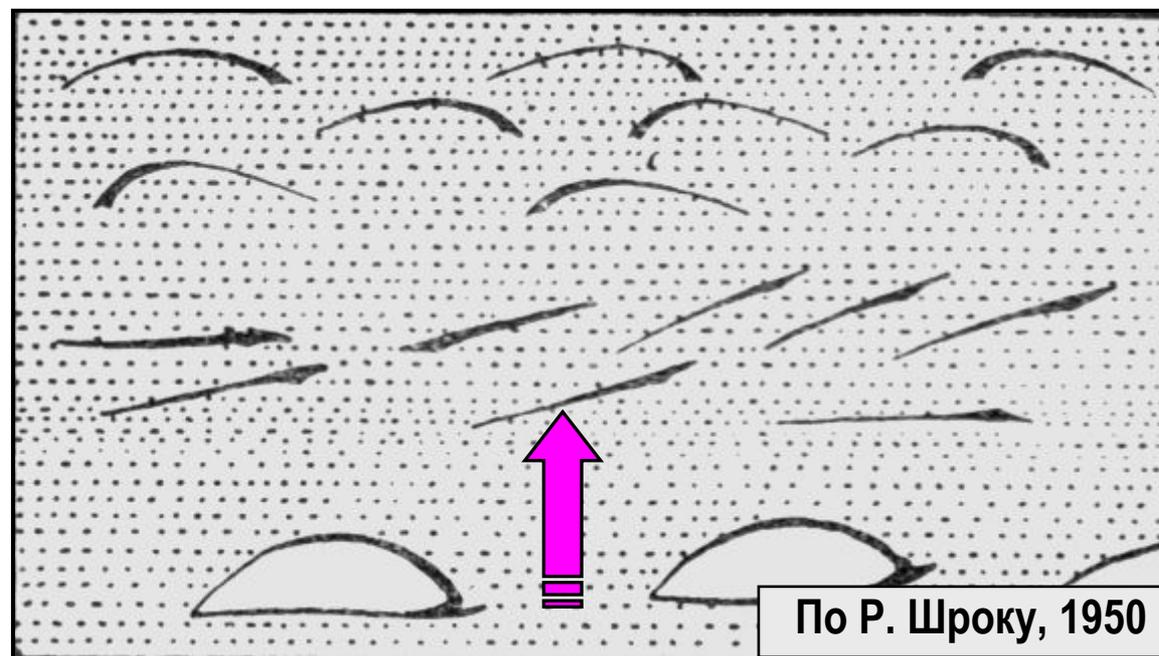


Схема упорядоченного расположения остатков раковин брахиопод в пласте известняков (разрез). Выпуклости раковин показывают **кровлю** пласта.



Трилобиты на кровле пласта.  
Образец из магазина в Вене  
(Фото Тевелев Ал. В.)

**Выпуклые отпечатки листьев на песчанике.  
Скорее всего, вид со стороны кровли пласта.  
Песчаники нижнего карбона. Южный Урал**



**Слепок листьев на песчанике.  
Скорее всего, вид со стороны подошвы пласта.  
Песчаники нижнего карбона. Южный Урал**

Остатки деревьев и пней в угленосной толще. Корни, естественно, внизу.  
По Р. Шроку, 1950



# Первичные трещины

Образуются при временном осушении бассейна (трещины усыхания) или при уплотнении осадка в процессе литификации. Во влажном состоянии скорлупки еще загнуты вниз, а сухие выгибаются вверх!

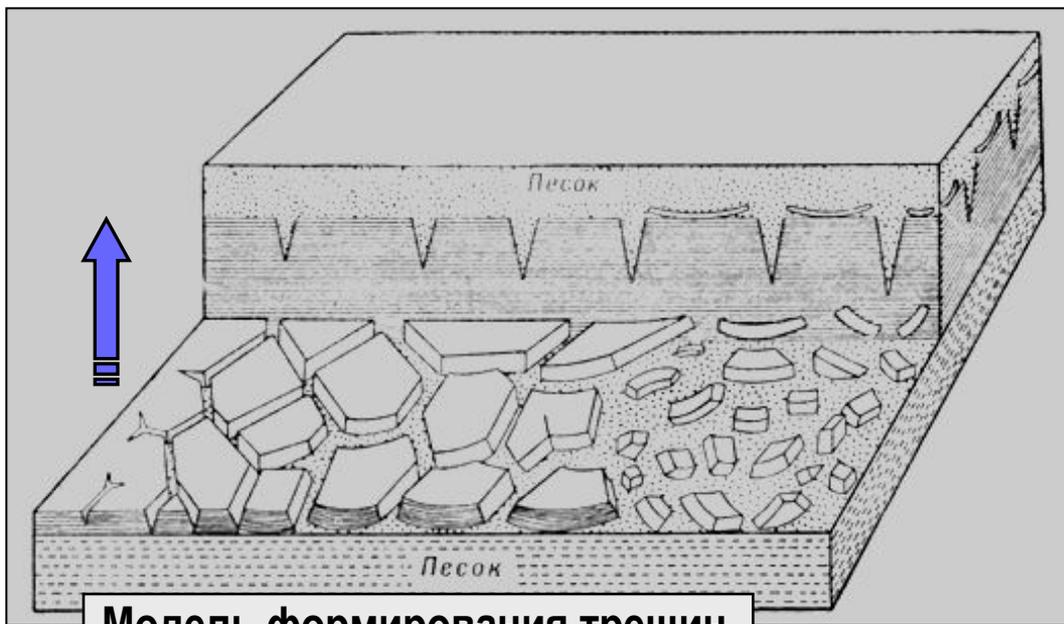
Трещины усыхания.  
По Р. Шроку, 1950



Трещины усыхания.  
По Л.Н. Болдушевской



Концентрические трещины  
усыхания. Средний карбон.  
Южный Урал



Модель формирования трещин усыхания. По Р. Шроку, 1950

Определение подошвы слоя при наличии вогнутых скорлупок от трещин усыхания достаточно однозначно: **выпуклая** часть указывает на **подошву** слоя, а **загнутые** края указывают на **кровлю**. При хаотическом расположении скорлупок определить подошву слоя затруднительно.

Трещины усыхания в аргиллитах. Частично скорлупки выпали, обнажив вышележащий слой песчаников. Нижняя пермь. Южный Урал



# Поверхность "твёрдого дна"

Структуры "*твёрдого дна*", или "*hardground*" представляют собой неровные "...каменистые поверхности на дне морского бассейна, возникающие при остановке **карбонатного осадконакопления** за счет цементации карбонатных илов" (Барабошкин и др., 2002). Кровля пласта определяется по максимальному ожелезнению, выходам ходов илоедов, подошва – по обломкам раковин, галькам фосфатизированных конкреций и т.д.

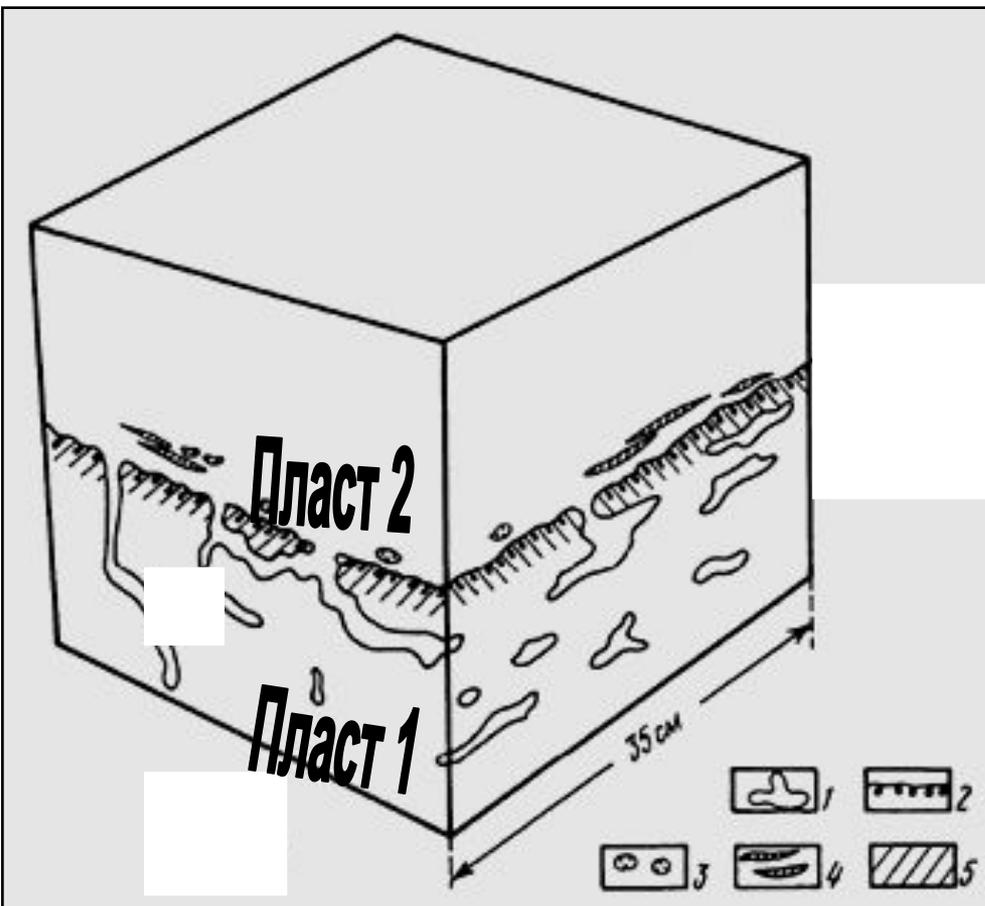


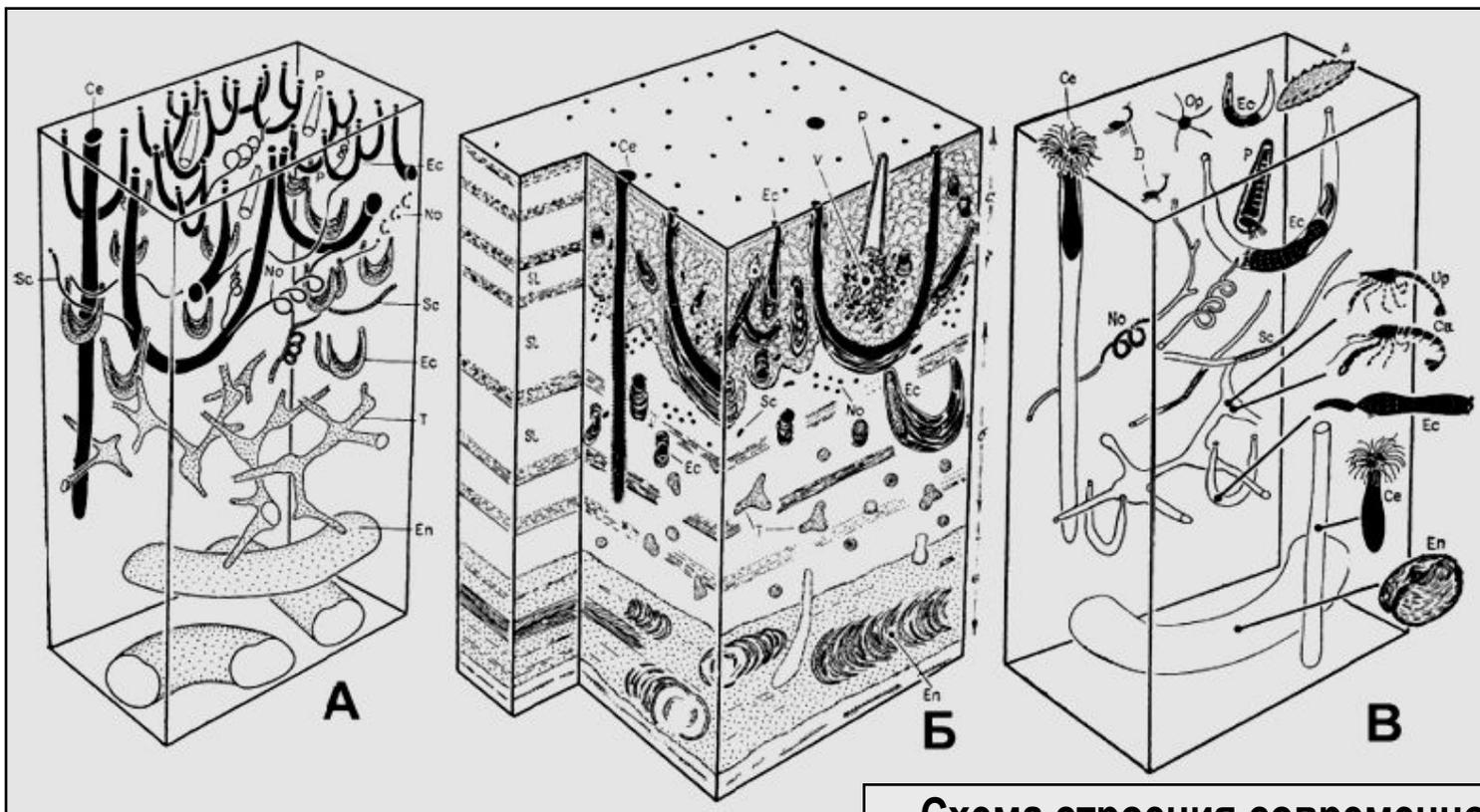
Схема строения "твёрдого дна" зрелой стадии развития (Л.Ф. Копаевич, Д.П. Найдин, 1988)

- 1 – норы десятиногих раков,
- 2 – поверхность твёрдого дна, исверленная камнеточцами,
- 3 – обломки фосфатизированного мела, исверленные камнеточцами,
- 4 – обломки створок иноцерамов,
- 5 – ожелезнение.

Между отложением пластов существует перерыв!

# Поверхность "мягкого дна"

Структуры "**мягкого дна**", или "*softground*" возникают "... при замедлении осадконакопления в бассейнах с **терригенной седиментацией** (когда карбоната в осадке слишком мало или он вообще отсутствует)" (Барабоскин и др., 2002). Подошва и кровля пласта при наличии "мягкого дна" определяются хуже, чем при наличии "твёрдого дна", однако их можно установить по положению ходов илоедов, имеющих выполнение, отличное от вмещающих пород



Между отложением пластов существует перерыв!

Схема строения современного "мягкого дна" в отложениях Северного моря (Рейнек, Сингх, 1981)

# Косая слоистость

Косая слоистость характеризуется волнистыми сериями слоев, которые расположены косо по отношению к кровле и подошве пластов

Наиболее распространена дельтовая и эоловая косая слоистость



Косослоистые песчаники.  
Фото Е.Ю. Барабошкина

Косослоистые песчаники.  
Нижний рифей. Ю. Урал



# Модель формирования косой слоистости

Дельтовая косая слоистость в  
песчаниках юры. Северный Кавказ.  
Фото А.М. Никишина



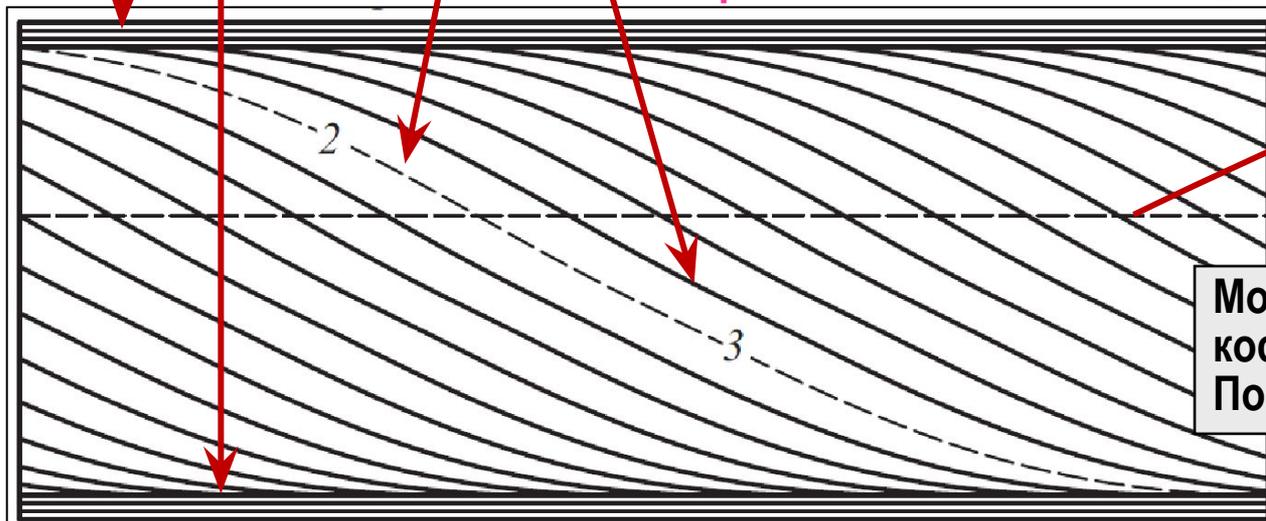
Поверхности слойков,  
приближающиеся  
к кровле и подошве пласта

Перекрывающий  
пласт

Подстилающий  
пласт

Направление течения →

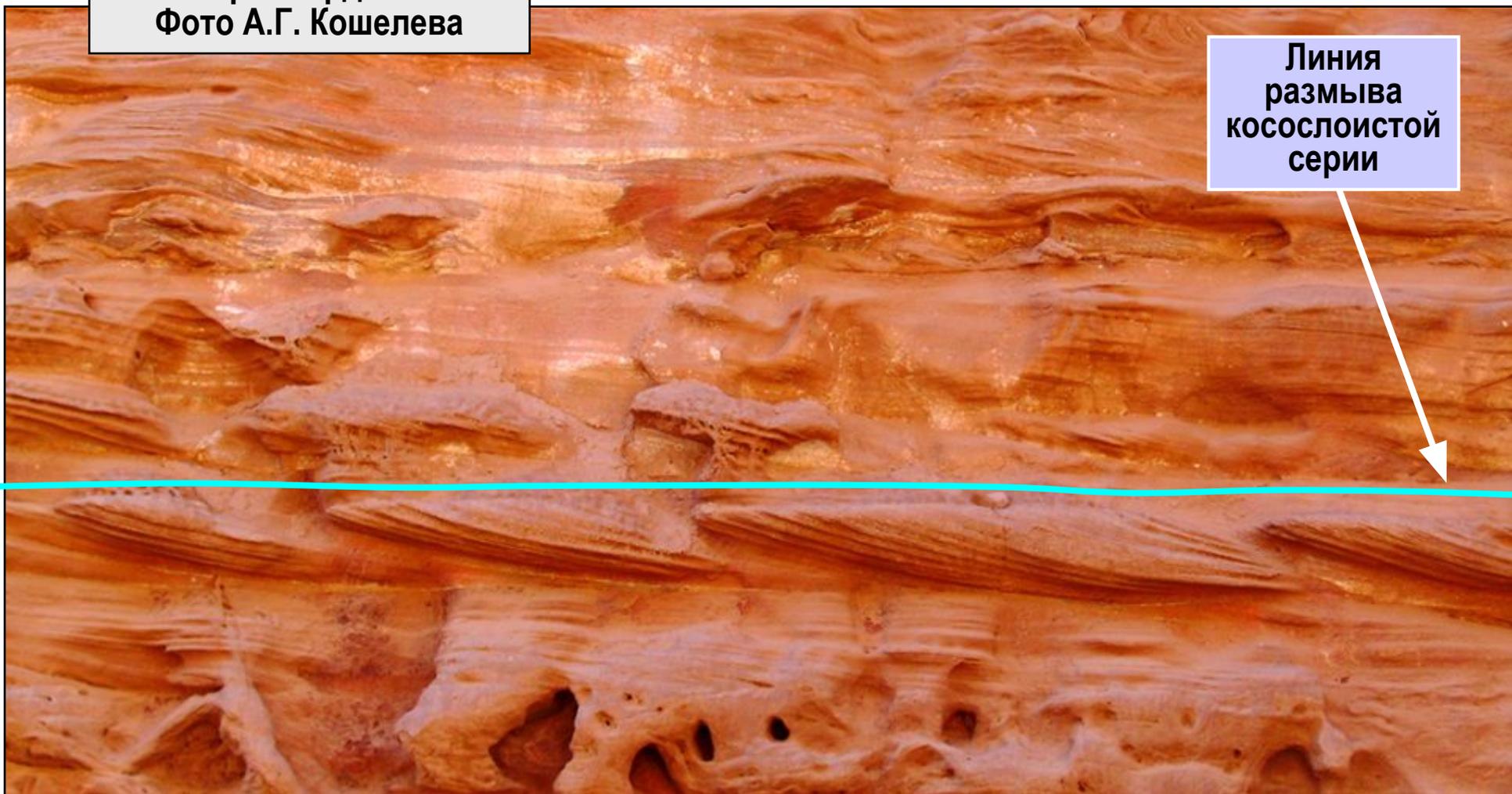
Линия  
последующего  
размыва



Модель формирования  
косой слоистости.  
По Р. Шроку, 1950

**Красноцветные золотые  
косослоистые песчаники.  
Петра. Иордания.  
Фото А.Г. Кошелева**

**Линия  
размыва  
косослоистой  
серии**



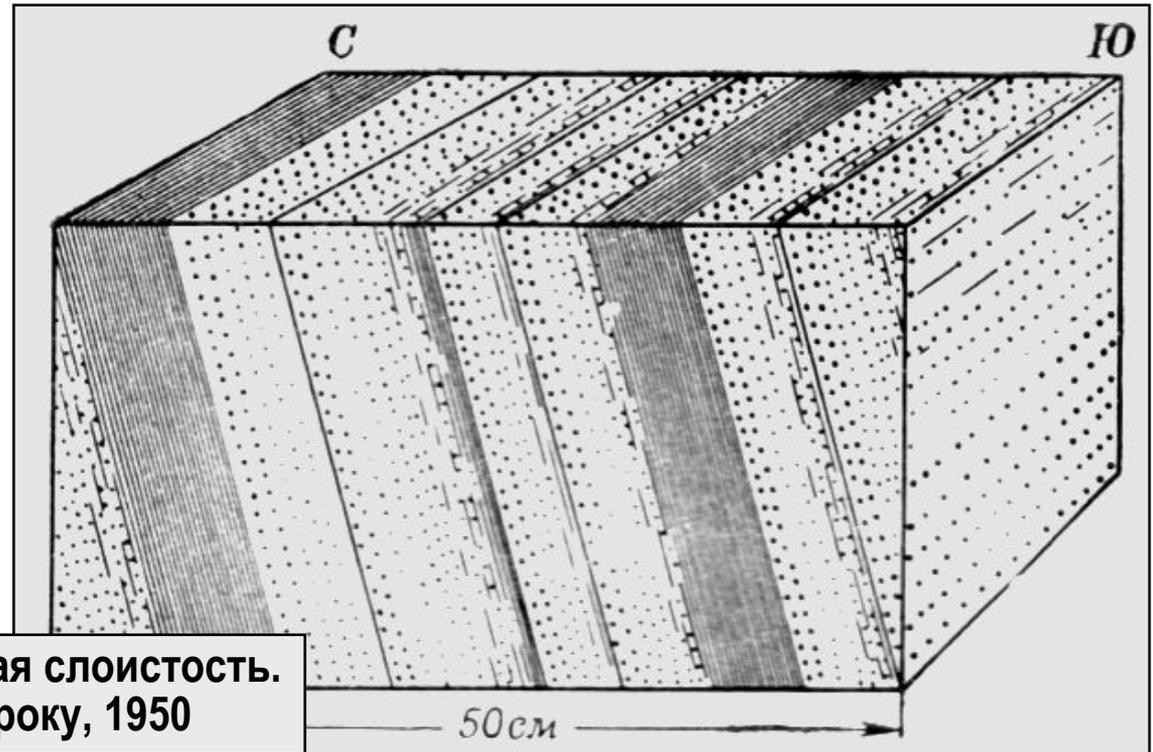
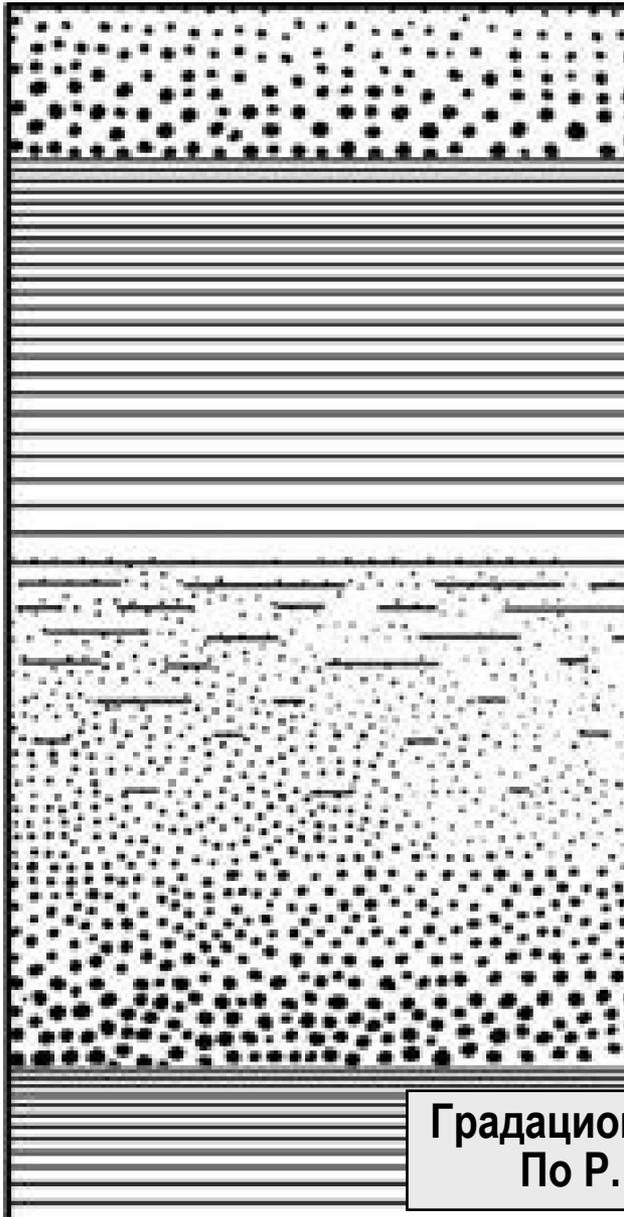
**Косослоистые песчаники.  
Квартер. Подмосковье**



**Косослоистые красноцветные  
песчаники. Аризона, США.  
Косослоистые пачки срезаны  
вышележащими слоями.  
Фото С.А. Зимина**

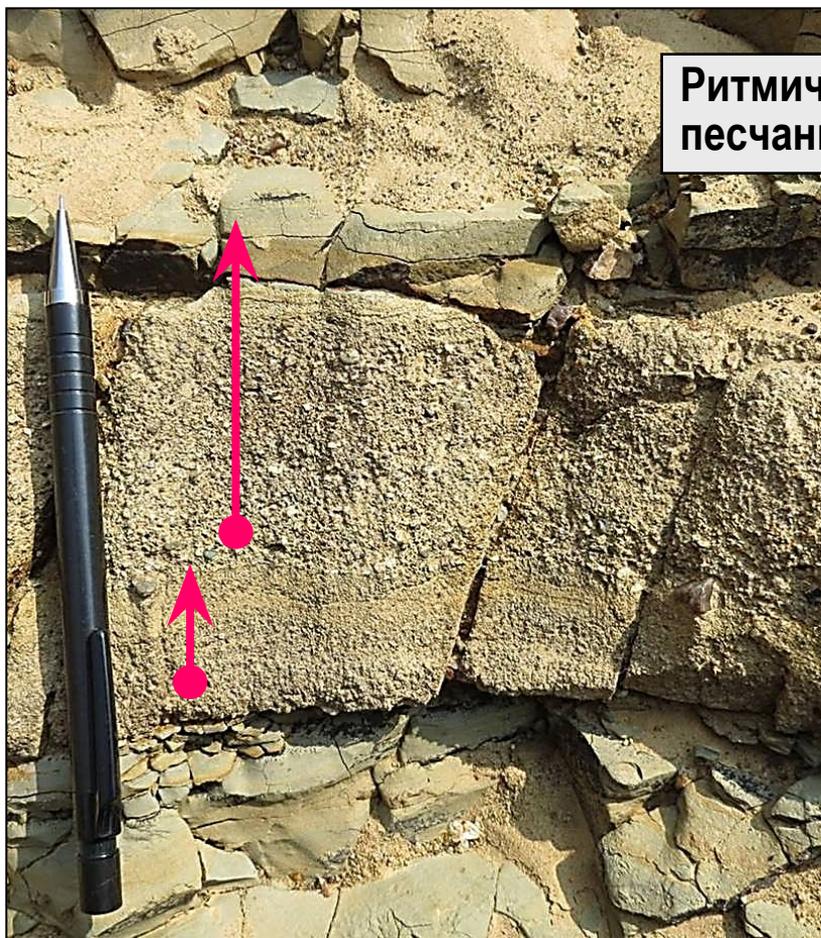
# Градационная (ритмичная) слоистость

Обычно градационная слоистость это более или менее параллельная слоистость с четкой сортировкой обломочного материала внутри слоя (крупнозернистый материал располагается у подошвы слоя). Градационная слоистость формируется при сходе по склону мутьевых потоков и отложении их у подножья. С каждым новым сходом образуется следующий слой и формируется ритмичная слоистость.



Градационная слоистость.  
По Р. Шроку, 1950

**Ритмичнослоистые разнозернистые  
песчаники. Средний карбон. Южный Урал.**



**Ритмичнослоистые разнозернистые породы.  
Нижний мел. Сахалин.**

# Подводно-оползневая слоистость

Подводно-оползневая слоистость формируется при оползании слабо консолидированного материала. Её отличительный признак – сложно закрученные мелкие складки отдельных прослоев



Подводно-оползневая слоистость  
[oldwebsite.laurentian.ca](http://oldwebsite.laurentian.ca)

Подводно-оползневая слоистость.  
Слабо песчанистые известняки  
нижнего карбона. Южный Урал



# Конволютная слоистость

Конволютная слоистость возникает за счет турбулентного течения в слабо литифицированных осадках, движущихся по пологим склонам.

В отличие от подводно-оползневых складок, деформируются только слойки внутри пласта, а не весь пласт.

Конволютная слоистость  
radant.narod.ru



Кремнистые алевриты.  
Нижний карбон. Южный Урал.  
Фото Н.В. Правиковой

## Первично горизонтальное залегание пластов



Горизонтально лежащие  
пласты песчаников.  
Египет. Фото М.Я. Каца

Горизонтальная слоистость формируется в спокойной обстановке открытых бассейнов, когда дно бассейна выровнено предыдущим осадконакоплением. Она считается первичной.



Горизонтально лежащие  
пласты известняков мела.  
Парижский бассейн.

**Горизонтально лежащие  
пласты песчаников. Ронда,  
Испания.  
Фото И.А. Кошелевой**



**Горизонтально лежащие  
пласты песчаников неогена.  
Ущелье Чарын. Ю. Казахстан.  
Фото Е.И. Безуглых**





Горизонтально лежащие пласты.  
Большой Каньон. США.  
<http://img.sci-lib.com>



Горизонтально лежащие пласты  
песчаников. Скалы "12 апостолов".  
Австралия. Фото С. Зимина



Горизонтальные слои. Долина  
монуменов. США. Фото С. Зимина

# Первично негоризонтальное залегание пластов



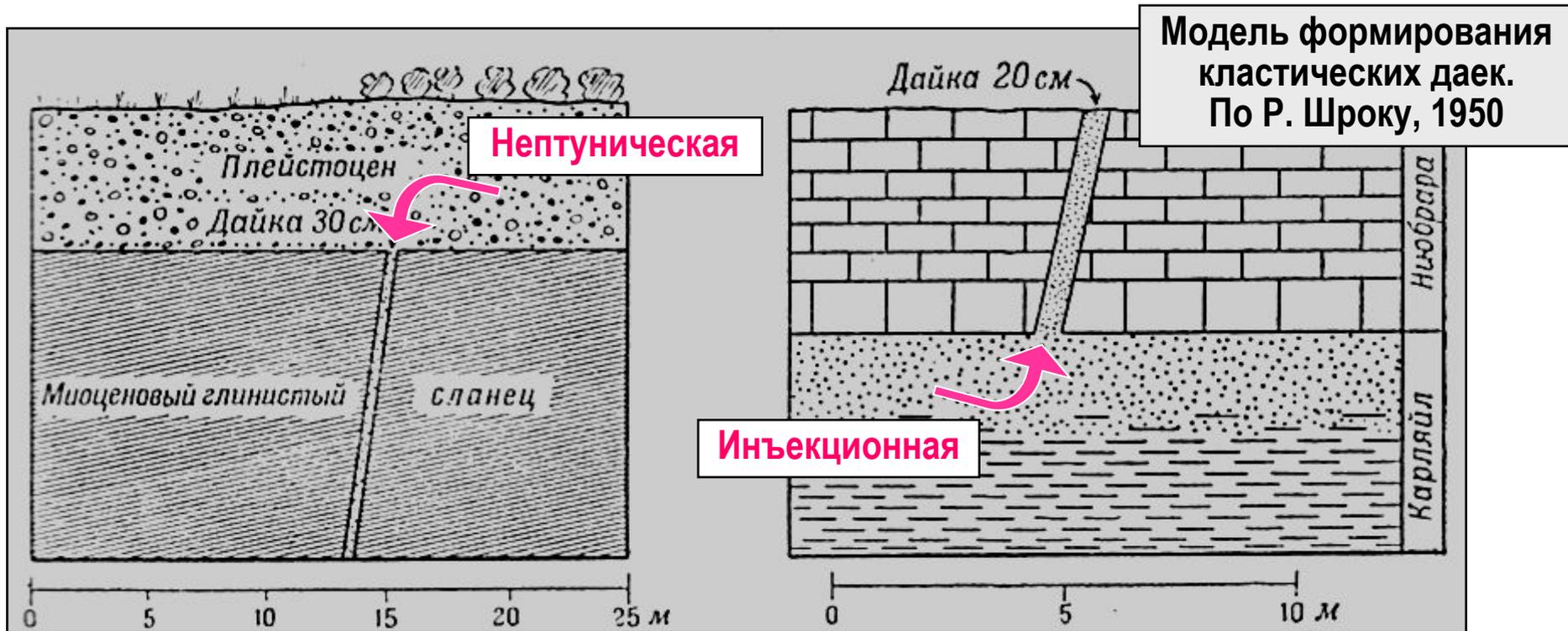
Первично наклонное залегание пластов базальтовых туфов на склоне вулкана Санторин.  
Фото А.Г. Кошелева

Первичное залегание пластов не всегда горизонтально!

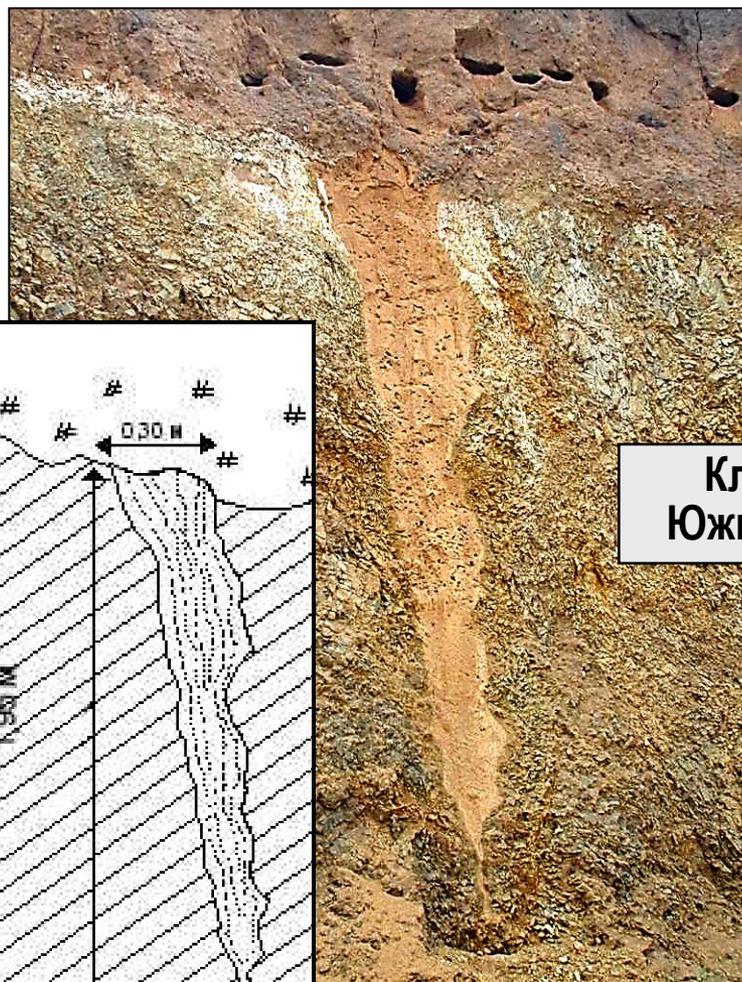
# Кластические дайки

**Кластические дайки** возникают за счет заполнения трещин в твердых породах рыхлым обломочным материалом. Они могут заполнять трещины в более твердых породах как сверху (*нептунические*), так и снизу (*инъекционные*). Поэтому определение подошвы и кровли пластов по ним не всегда однозначно.

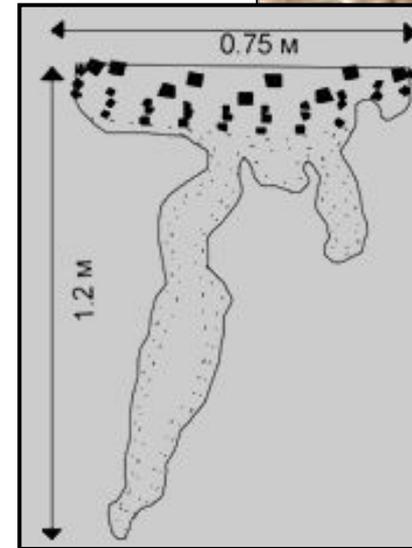
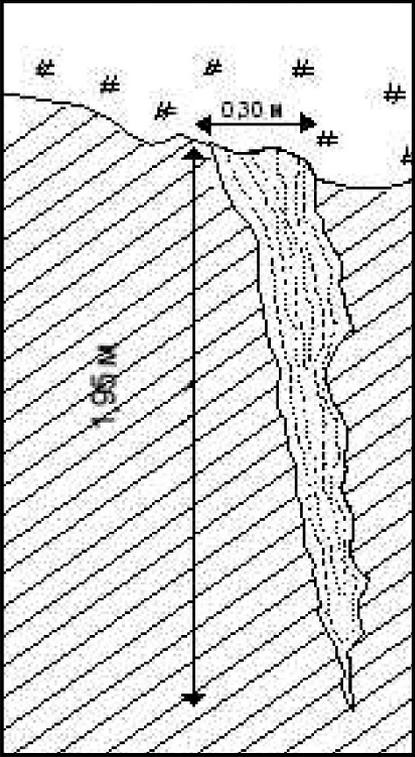
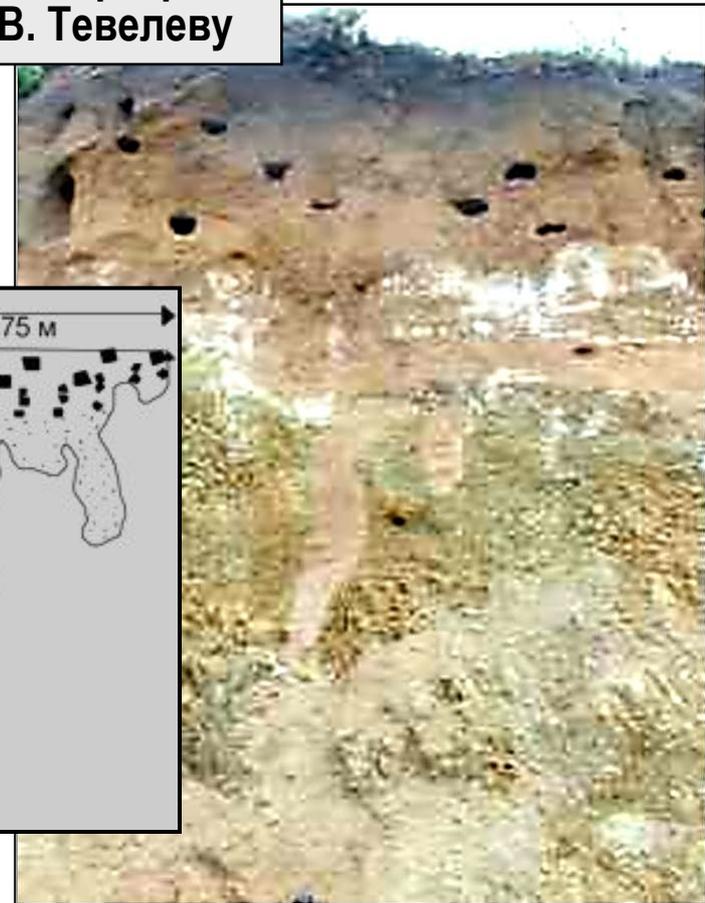
Поскольку *нептуническая дайка* заполняется слоями ритмично за счет сезонного растяжения трещины при замерзании поровой воды и последующего оттаивания, слоистость в ней *первично ориентирована вертикально*.



Каждый более молодой слой нептунической дайки образуется **внутри** более древнего, т. е. формально имеет две "подошвы", а его "кровля" возникает только после того, как образуется "подошва" следующего слоя.



Кластические дайки. Квартер.  
Южный Урал. По Арк.В. Тевелеву

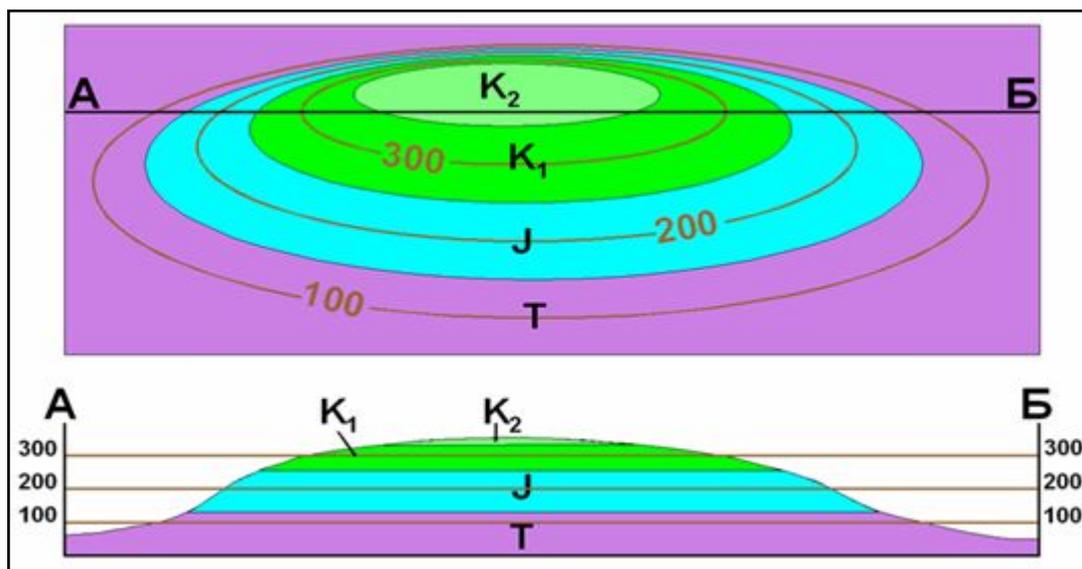


Чтобы определить  
верх – низ разреза,  
надо изучать литологию пород,  
выполняющих кластическую дайку!

# Горизонтальные слои на геологической карте

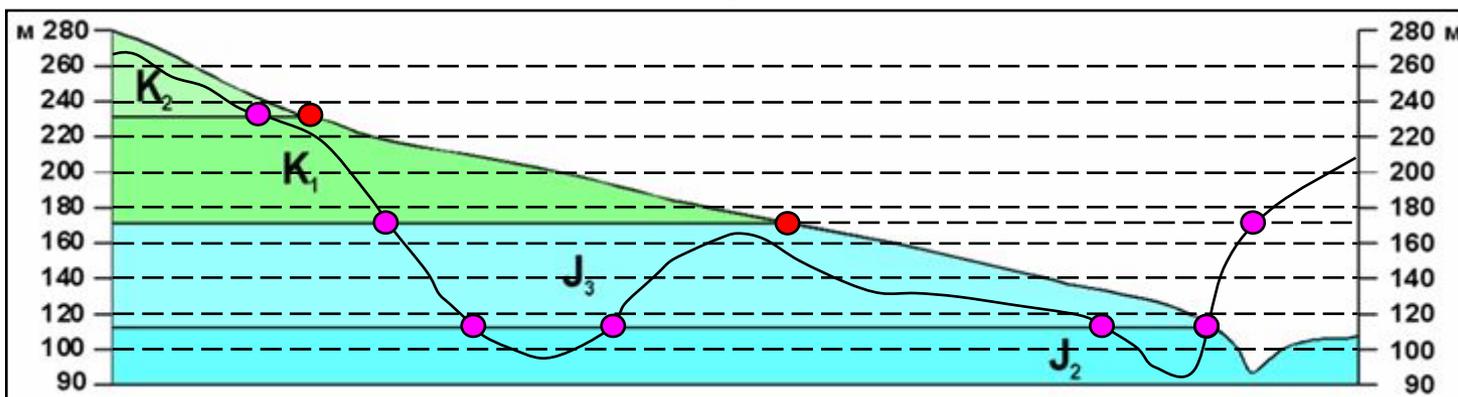
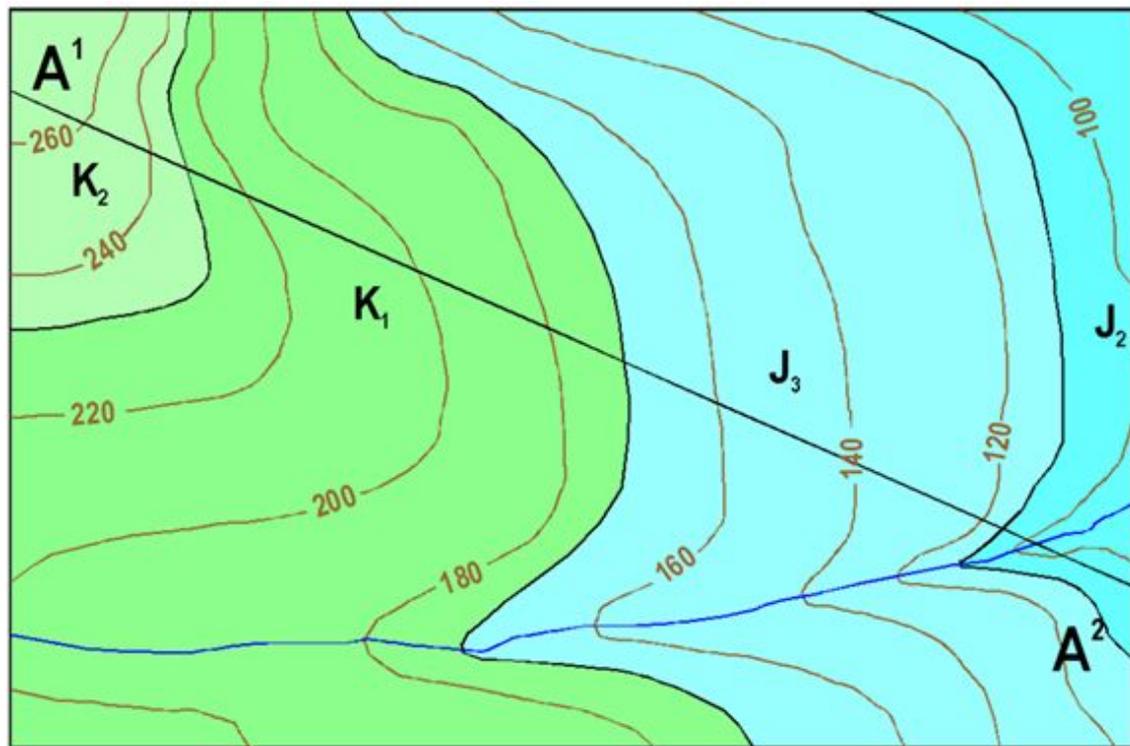
Изображаемые на геологической карте границы пластов есть линии пересечения подошвы пластов с поверхностью рельефа.

В идеальном случае линии геологических границ горизонтально залегающих пластов **конформна горизонталям рельефа**, поскольку сами горизонтали являются линиями пересечения поверхности рельефа с горизонтальными плоскостями, имеющими определенную абсолютную отметку.



Горизонтальные слои. Западная Сахара.  
Спутниковый снимок GoogleEarth

Границы горизонтально залегающего пласта **конформны** горизонталям рельефа, т.е. их форма на геологической карте зависит **только** от **морфологии рельефа**.



Подшвы горизонтально залегающих пластов на всем протяжении сохраняют свои **абсолютные отметки**, поэтому любой рельеф вскроет их на **одной и той же высоте**.

