

ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

Историческая геология – наука, изучающая историю Земли с древнейших этапов ее развития и до наших дней.

Историческая геология как наука возникла на рубеже XVIII и XIX веков.

М.В. Ломоносов (1711-1765 гг.). Его работа «О слоях земных».

Учебники

1. Историческая геология с основами палеонтологии. Авторы: Е.В. Владимирская, А.Х. Кагарманов, Н.Я Спасский и др. Л.: Недра. 1985. 423 с.
2. Историческая геология. Авторы: Н.В. Короновский, В.Е. Хаин, Н.А. Ясаманов. М.: издательский центр «Академия». 2006. 464 с.
3. История земной коры. Атлас иллюстраций к курсу исторической геологии. Автор: П.В. Федоров. Учебное пособие. СПб.: ВСЕГЕИ. 2006. 16 с.
4. Морские организмы как индикаторы условий осадконакопления в древних бассейнах. Автор: И.Ю. Бугрова. Учебное пособие. СПб.: СПбГУ. 2006. 104 с.
5. Основы фациального анализа. Автор: В.В. Аркадьев. Учебно-методическое пособие. СПб.: СПбГУ. 2011. 66 с.

Задачи, решаемые исторической геологией:

1. Изучение слоев горных пород и восстановление хронологической последовательности их образования, т.е. определение относительного возраста. Эту задачу решает раздел исторической геологии – *стратиграфия*.



Последовательность осадочных пород на горе Ак-Кая (Горный Крым)



Последовательность
отложений на плато
Актолагай (Казахстан).
Верхний мел.



2. Воссоздание физико-географических условий земной поверхности (рельефа, климата, распределения древних морей и суши, солености и глубины бассейнов и др.) в прошлые геологические эпохи. Эту задачу решает раздел исторической геологии – *палеогеография*, опираясь на *учение о фациях*.



А.М. Никишин и др.,
2005

3. Восстановление истории движений земной коры, возникновения и развития различных тектонических структур.



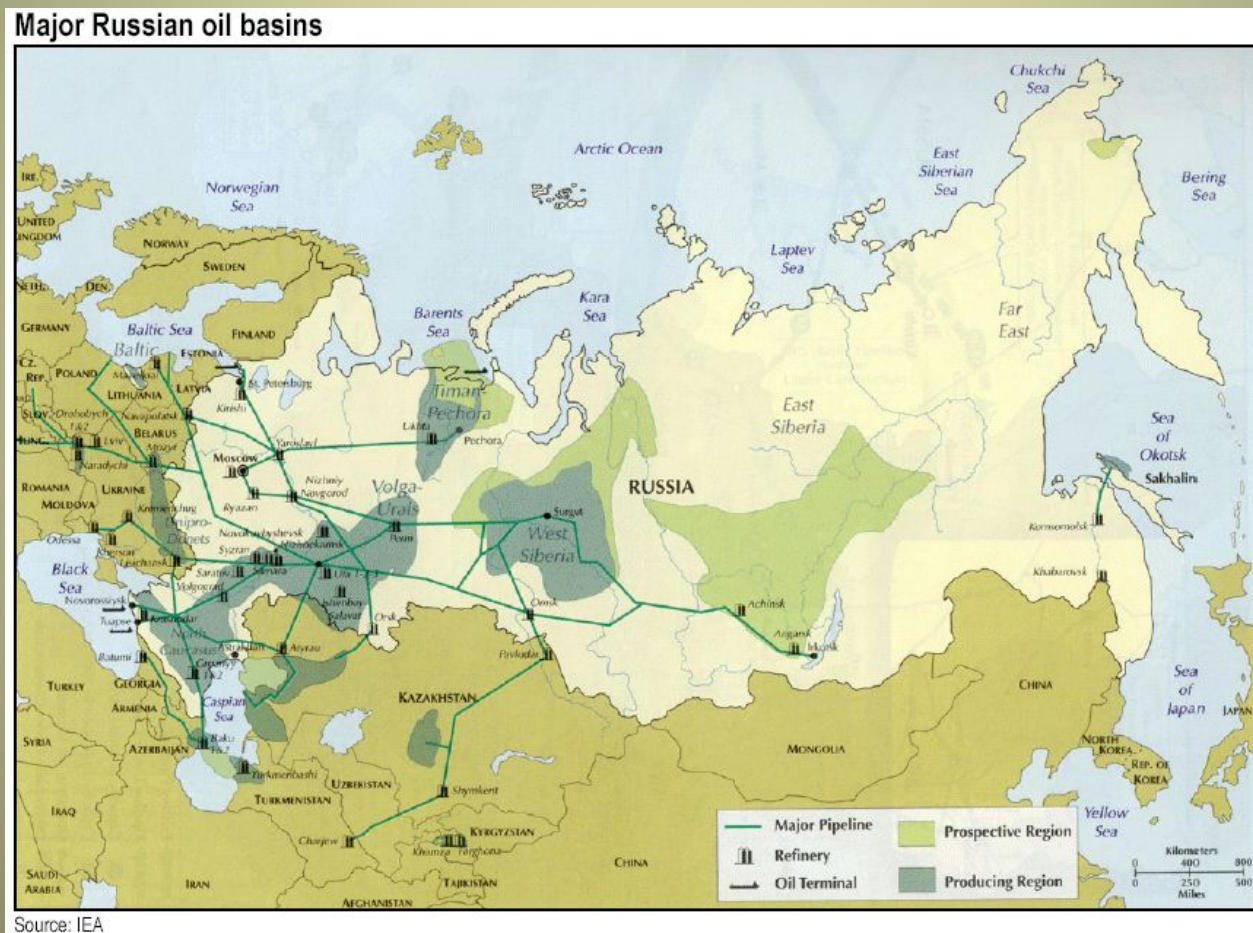
Структурное несогласие между породами палеозоя, Шотландия

4. Анализ характера магматической деятельности в ходе геологической истории.

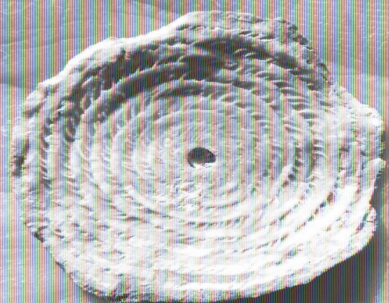


Вулкан
Безымянный,
Камчатка

5. Выявление закономерностей размещения в земной коре скоплений полезных ископаемых в связи с палеогеографией, историей тектонических движений и магматической деятельностью.



6. Анализ становления и развития жизни на Земле в ходе геологической истории. Эту задачу решает наука *палеонтология*.



Учение о фациях (фациальный анализ)

Facies (лат.) – облик, лицо.

Термин впервые был предложен швейцарским геологом А. Грессли в 1838 г. для обозначения различных по облику одновозрастных отложений.



Аманц Грессли, швейцарский геолог

Фациальный анализ включает:

1. Биофациальный анализ
2. Литофациальный анализ
3. Анализ общегеологических данных

Биофациальный анализ

Биофациальный анализ заключается в определении фаций при помощи изучения органических остатков и следов жизнедеятельности организмов.

Для его проведения необходимо иметь представление об условиях жизни животных и растений, а также об основных факторах, определяющих их распространение.

Палеоэкология (основоположник – Р.Ф. Геккер).



Роман Федорович Геккер

Факторы водной среды:

1. Соленость
2. Глубина бассейна
3. Свет
4. Температура
5. Газовый режим
6. Движение воды
7. Характер грунта

Соленость

Измеряется в *промилле* (лат. pro mille – «за тысячу») – количество граммов соли в одном литре воды.

Нормальная соленость - 35‰

Классификация бассейнов:

Пресноводные – менее 0,5‰

Солоноватоводные – 0,5-15‰

Морские – 15-45‰

Осолоненные – свыше 45‰

Красное море – до 43‰, Черное море – 18-22‰, Балтийское море (Финский залив) – 2-7‰, Азовское море – 8-11‰ (в лагуне Сиваш – до 166‰).

Азовское море и лагуна Сиваш (снимок из космоса)



Азовское море

Сиваш

166‰

Черное море

Усоногие рачки (балянусы). Азовское море.



Все организмы по отношению к солености делятся на:

1. **Стеногалинные** («узкосоленные») – обитатели морей нормальной солености – кораллы, иглокожие, головоногие моллюски, брахиоподы, трилобиты.
2. **Эвригалинные** («широкосоленные») – рыбы, двустворчатые и брюхоногие моллюски, ракообразные, черви, водоросли, бактерии. Однако некоторые представители этих групп не выносят изменения солености (например, мезозойские двустворки *Hippurires*, *Diceras*, *Inoceramus* – стеногалинные).

Глубина бассейна

Для жизни животных и растений наиболее благоприятны небольшие глубины.

В Мировом океане через каждые 10 м глубины давление увеличивается на 1 атм (на дне Марианской впадины – 1100 атм).

На глубинах до 200 м сосредоточено 59% биомассы донной фауны.

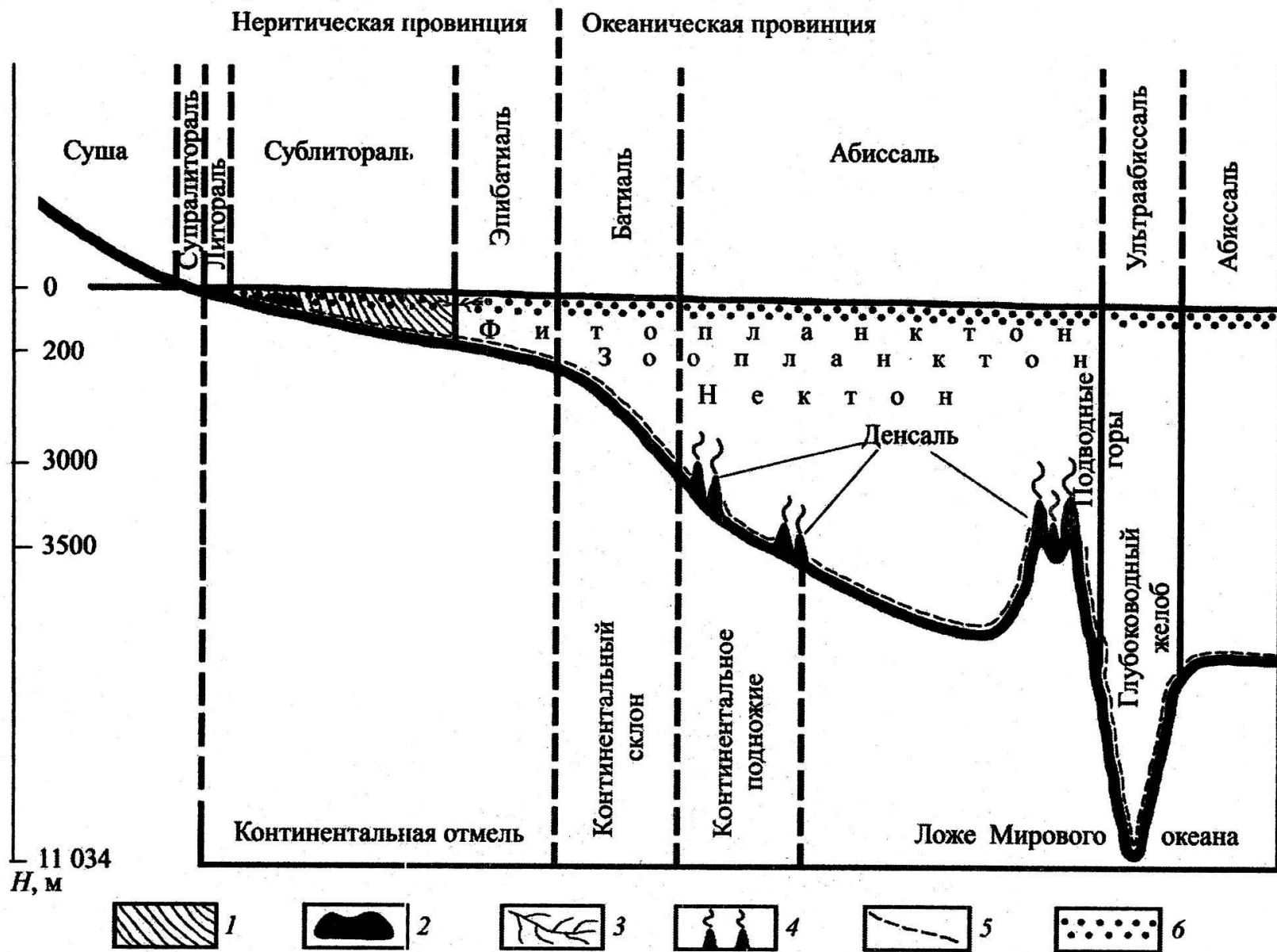


Рис. 1. Глубинный профиль океана и биомические зоны (Михайлова, Бондаренко, 1997)
 1–4 – ступени жизни: 1 – нижняя литораль и сублитораль, 2 – рифы, 3 – скопления водорослей типа «Саргасово море»,
 4 – денсаль; 5, 6 – пленки жизни: 5 – бентосная, 6 – планктонная с фитопланктоном, зоопланктоном и нектоном.

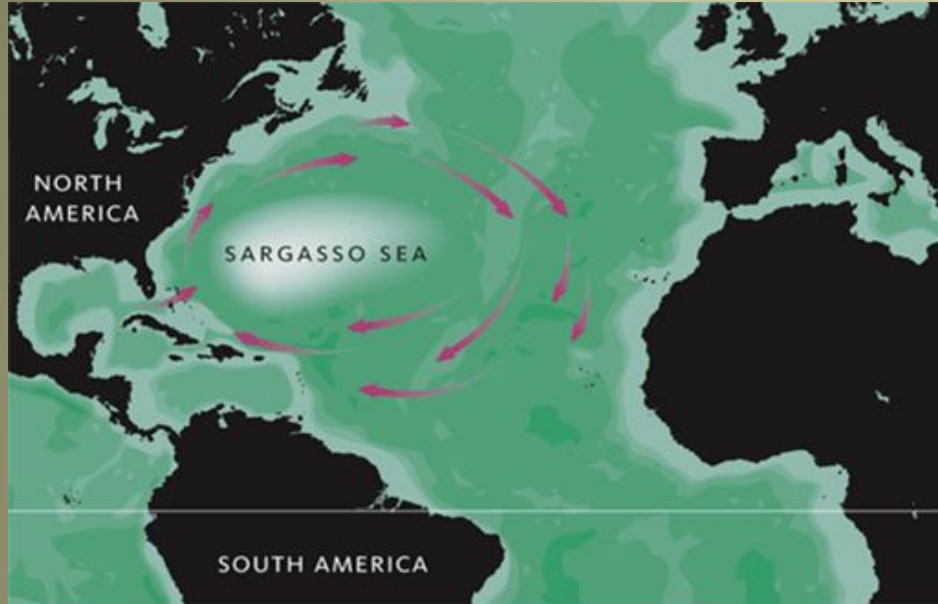
Свет

Свет необходим для существования растений.

Большинство растений располагаются в верхней мелководной зоне (до глубины 50-80 м). Редкие представители растительного мира встречаются на глубине до 200 м.

Проникновение света в толщу воды зависит от количества взвешенных в воде частиц. Наибольшая прозрачность воды – в Саргассовом море (66,5 м). В Тихом океане – до 59 м, в Индийском – до 50 м.

Водоросли в Саргассовом море



Температура

По отношению к температуре выделяют:

- Эвритермные* организмы,
- Стенотермные* организмы.

Эвритермные – бактерии, водоросли, живущие как в холодных арктических водах, так и в горячих гейзерах.

Стенотермные – колониальные кораллы, живущие при температуре не ниже 20°C.

В теплых водах известковые раковины более толстые, массивные, с богатой скульптурой. В холодных водах раковины организмов обычно тонкие, со слабо развитой скульптурой.



Гигантский
двустворчатый
моллюск *Tridacna* –
обитает в тропической
части Тихого, Индийского
океанов и в Красном море



Коралловые рифы

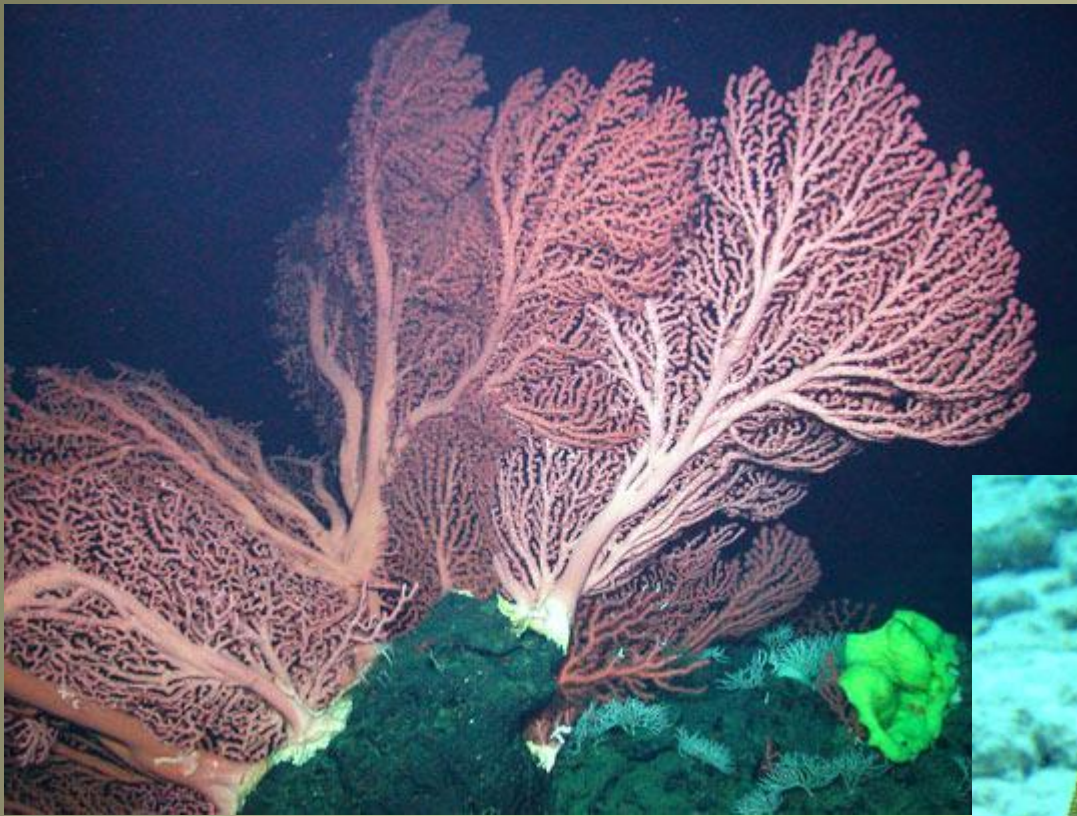




Кораллы



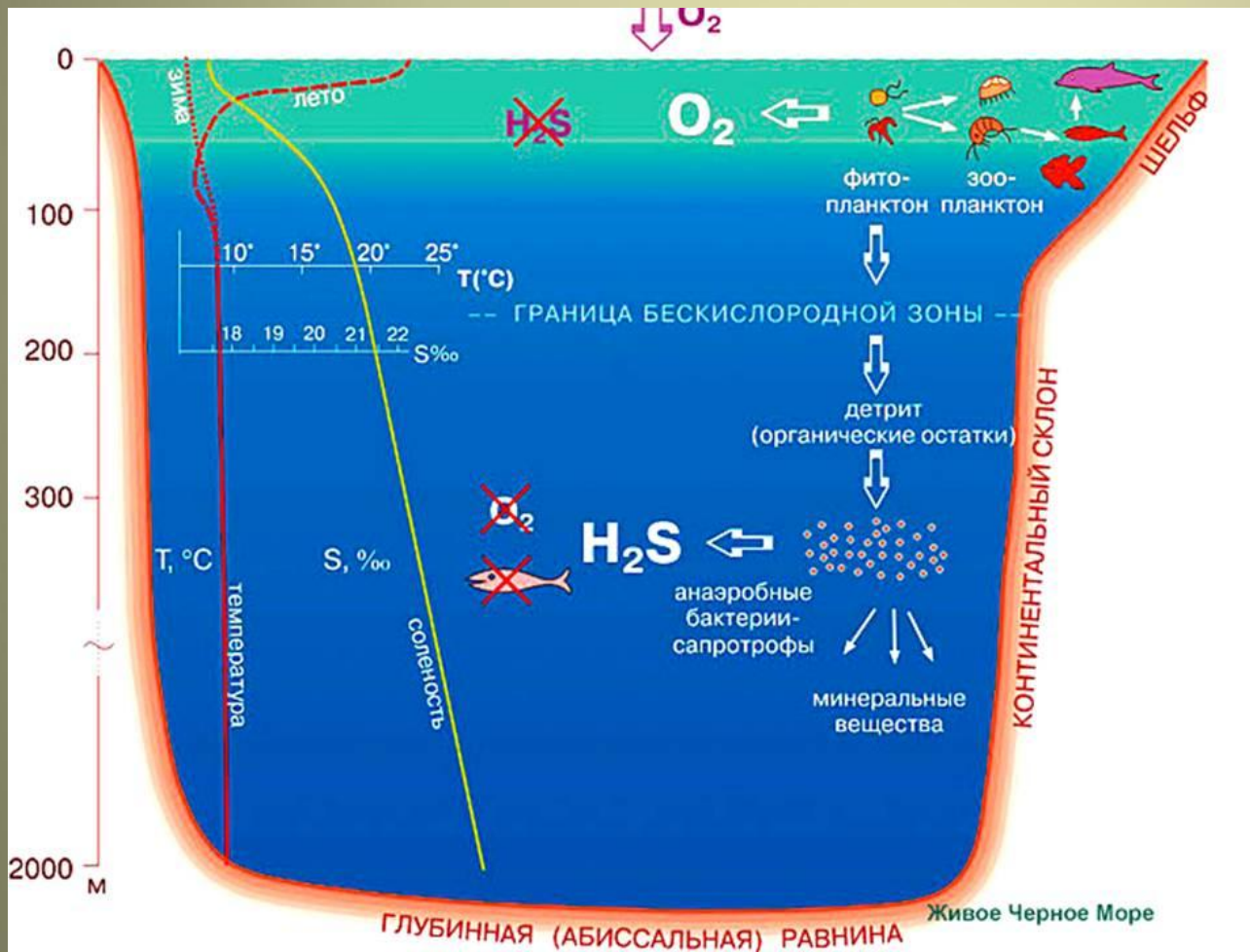
Кораллы



В океанах во многом с температурой связан уровень карбонатной компенсации – критическая глубина карбоната накопления. В Тихом океане она составляет 4-5 км.

Газовый режим

Кислород необходим для нормальной жизнедеятельности организмов.



Газовый режим
Черного моря

Движение воды

В зоне подводных течений на скалистом грунте обитают прирастающие животные (например, кораллы, устрицы).



Современные устрицы. Тихий океан



Двустворка с изогнутой раковиной.
Верхний мел. Крым.

У крутых скалистых берегов, в зонах сильных движений воды обитают
двустворки-камнеточцы



Раковина камнеточца *Pholas*.
Черное море.

Известняк, источенный
двусторками-камнеточцами.
Неоген, Крым, окрестности
г. Севастополя.

Характер грунта

Характер грунта определяет расселение донных (бентосных) организмов.

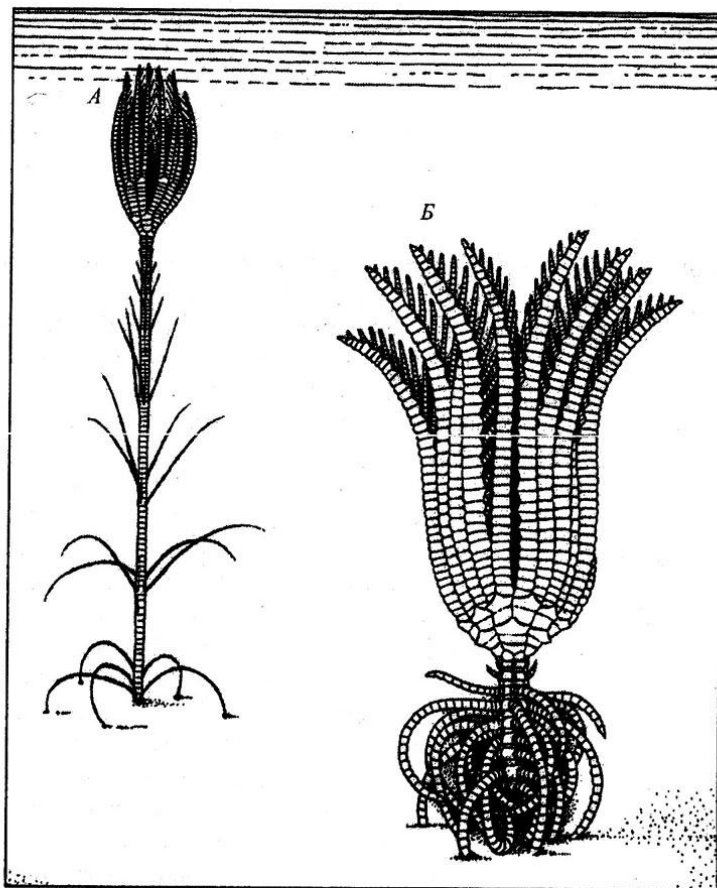


Рис. 2. Морские лилии пентакриниды, прикрепляющиеся к мягкому грунту с помощью корневидных выростов (циррусов) (Кликушин, 1992)
А – *Percevalicrinus*; Б – *Diplocrinus maclearanus*.

Прикрепление морских лилий к мягкому грунту

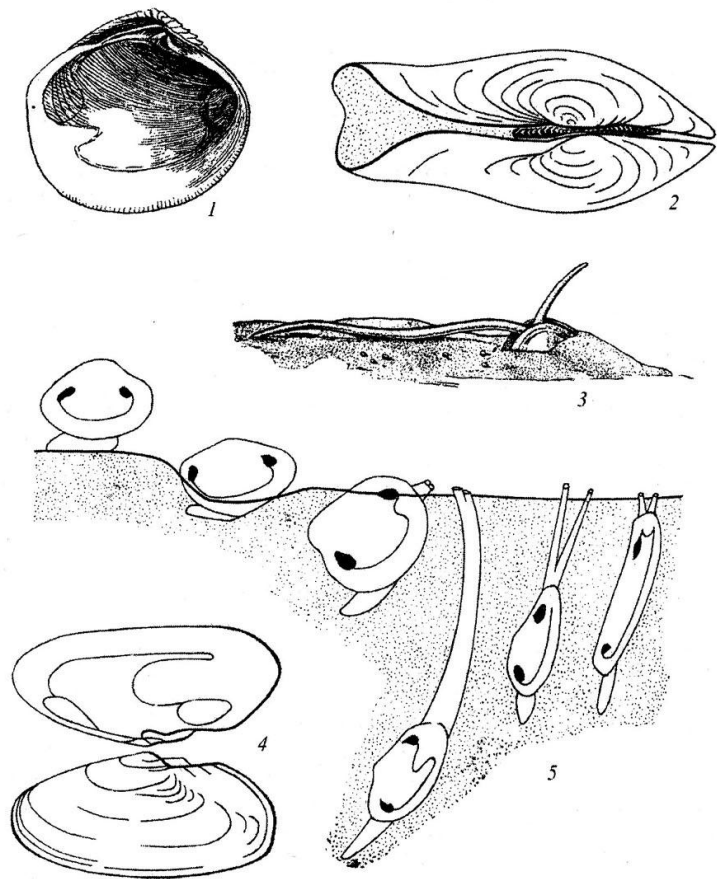


Рис. 5. Углубляющиеся и зарывающиеся двустворки (Марковский, 1966)
 1 – мало углубляющиеся (неглубокий мантийный синус внутри раковины);
 2–4 – глубоко зарывающиеся: 2 – с зиянием на заднем конце, 3 – с
 выступающими из грунта сифонами, 4 – с глубоким мантийным синусом;
 5 – зарывающиеся на разную глубину.

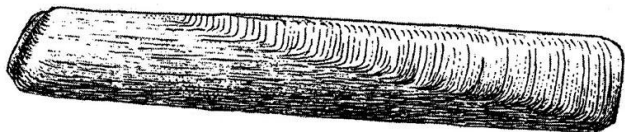


Рис. 6. Раковина двустворчатого моллюска *Solen*. Черное море (Марковский, 1966)

Двустворчатые моллюски, живущие на
 мягком грунте



Раковина *Solen*



Колпачковидные гастроподы *Patella*, прикрепляющиеся к твердому грунту в зонах сильных движений воды.

Определение характера захоронения организмов

Причины смерти организмов – биотические и абиотические.

Остатки организмов могут быть уничтожены (например, детритофагами – животными-падальщиками).

Остатки организмов могут быть захоронены на месте обитания или перенесены на какое-то расстояние.

Тафономия - наука, изучающая процессы захоронения организмов.

Основоположник тафономии – Иван Антонович Ефремов.



Иван Антонович Ефремов – ученый-палеонтолог, советский писатель-фантаст. Автор монографии «Тафономия и геологическая летопись» (1950), романов «Таис Афинская», Туманность Андромеды», «На краю Ойкумены» и др.

Типы современных сообществ и ископаемых захоронений

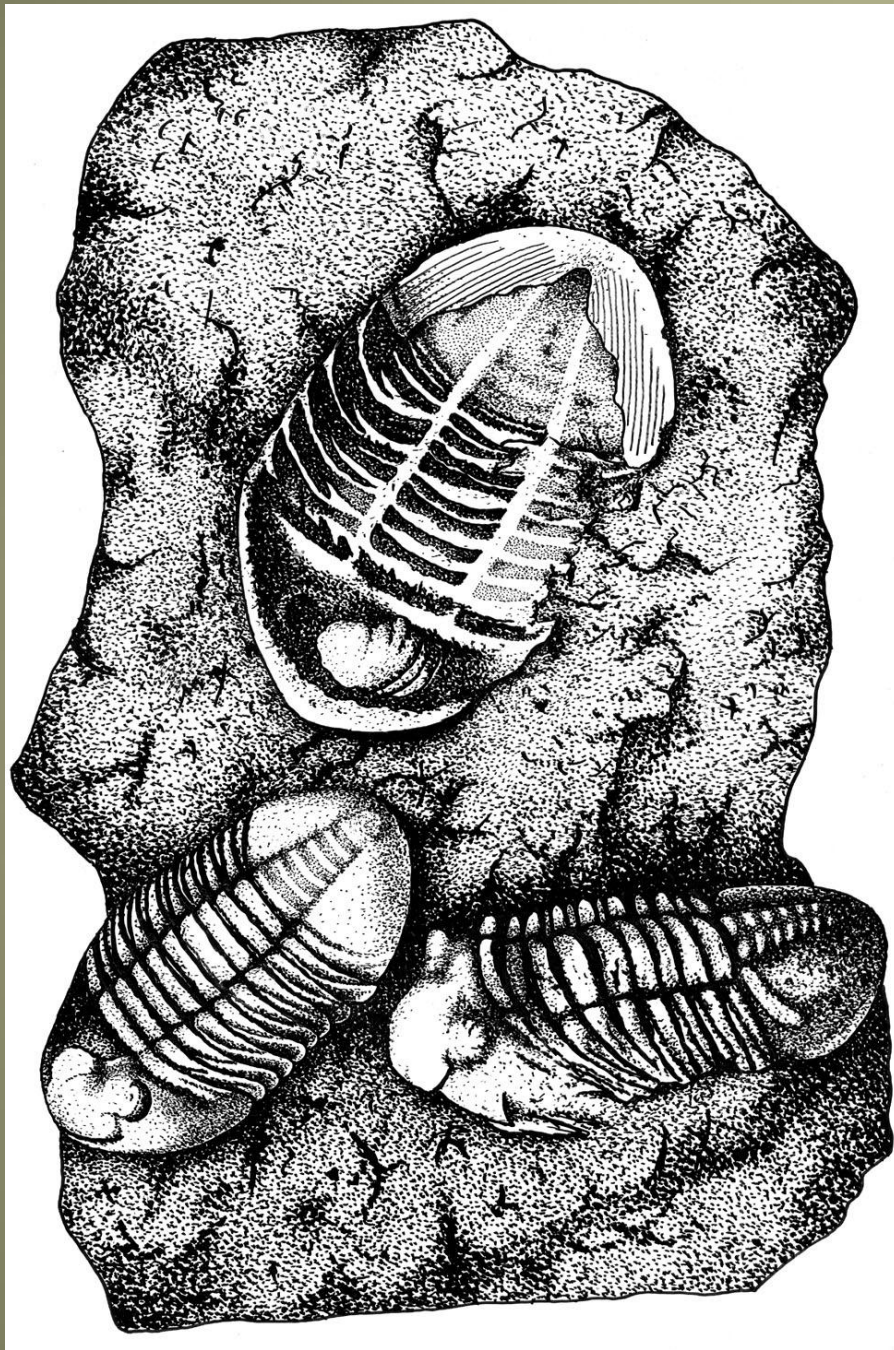
1. **Биоценоз**- комплекс организмов, населяющих тот или иной биотоп и находящийся в определенных взаимоотношениях между собой и с абиотической средой.
2. **Палеобиоценоз** – прижизненная группировка вымерших организмов.
3. **Ориктоценоз** – комплекс всех ископаемых животных и растений, встреченных в породе.
4. **Танатоценоз** – скопление мертвых тел организмов на каком-то участке до их захоронения под осадком (обитавших здесь и принесенных сюда).
5. **Тафоценоз** – скопление посмертных остатков организмов, погребенных в осадке (*автохтонный* или *аллохтонный*)

Для выяснения характера захоронения изучают:

1. Сохранность органических остатков.
2. Сортировка органических остатков.
3. Ориентировка органических остатков.
4. Комплекс органических остатков.

Признаки палеобиоценоза:

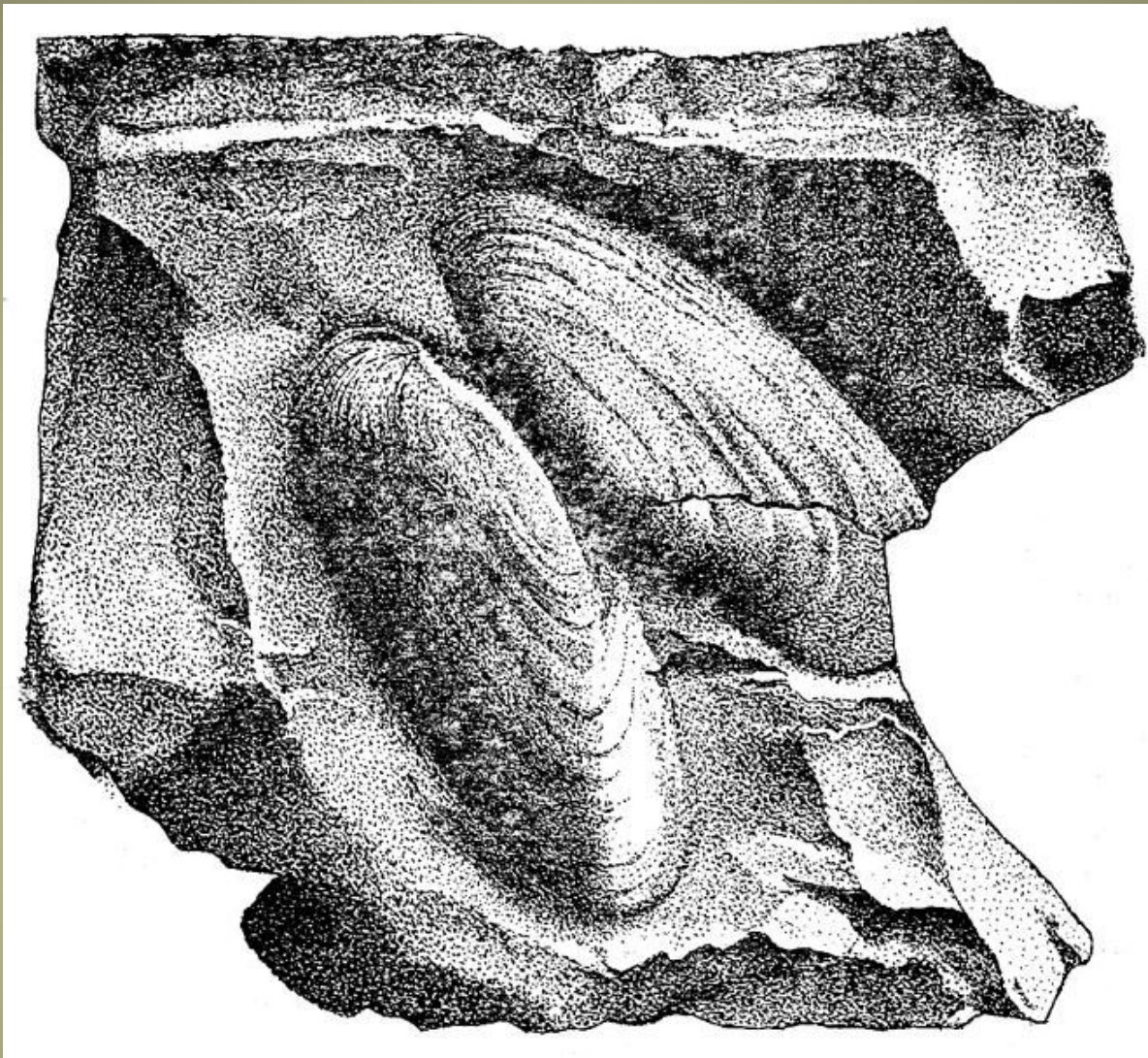
1. Полная сохранность.
2. Отсутствие сортировки.
3. Отсутствие ориентировки (либо наличие прижизненной ориентировки).
4. Комплекс остатков организмов, могущих сосуществовать.



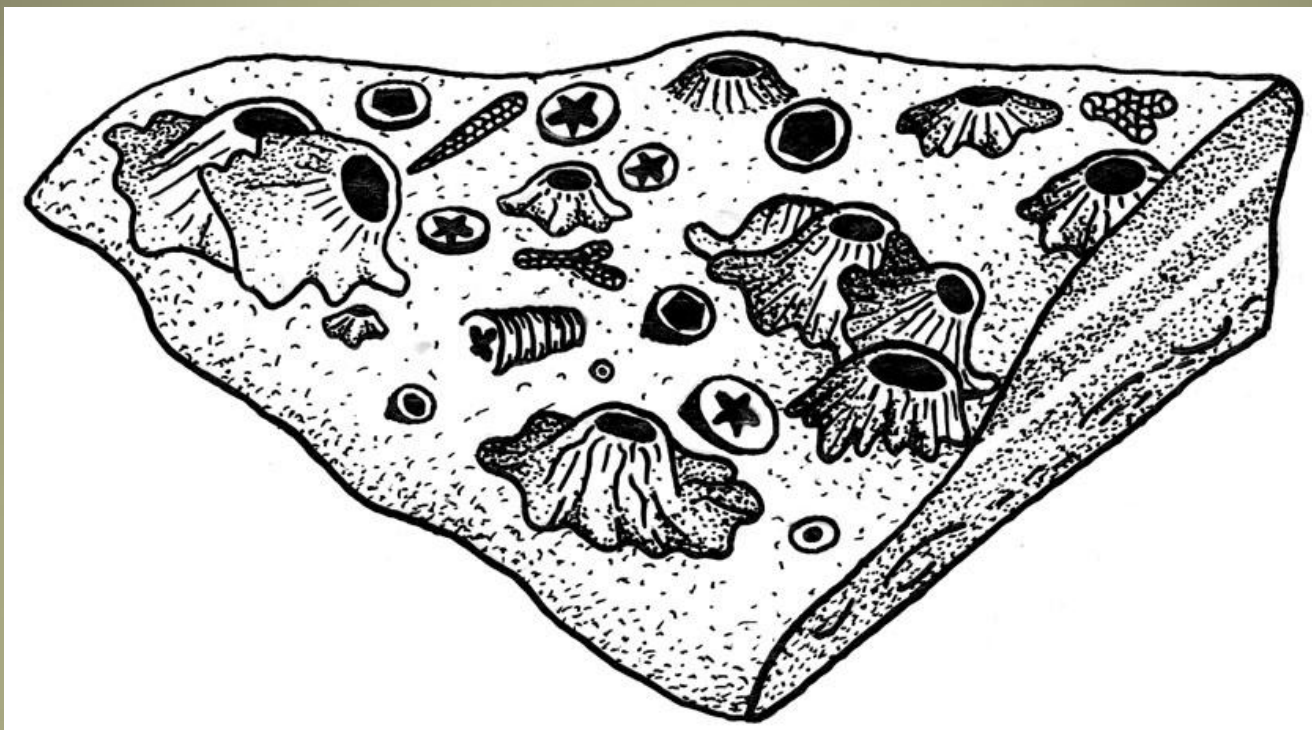
Полные панцири трилобитов
Asaphus. Ленинградская
область, р. Волхов, ордовик



Разрозненные части скелета морской лилии,
сохранившиеся вблизи друг друга
(Марковский, 1966)



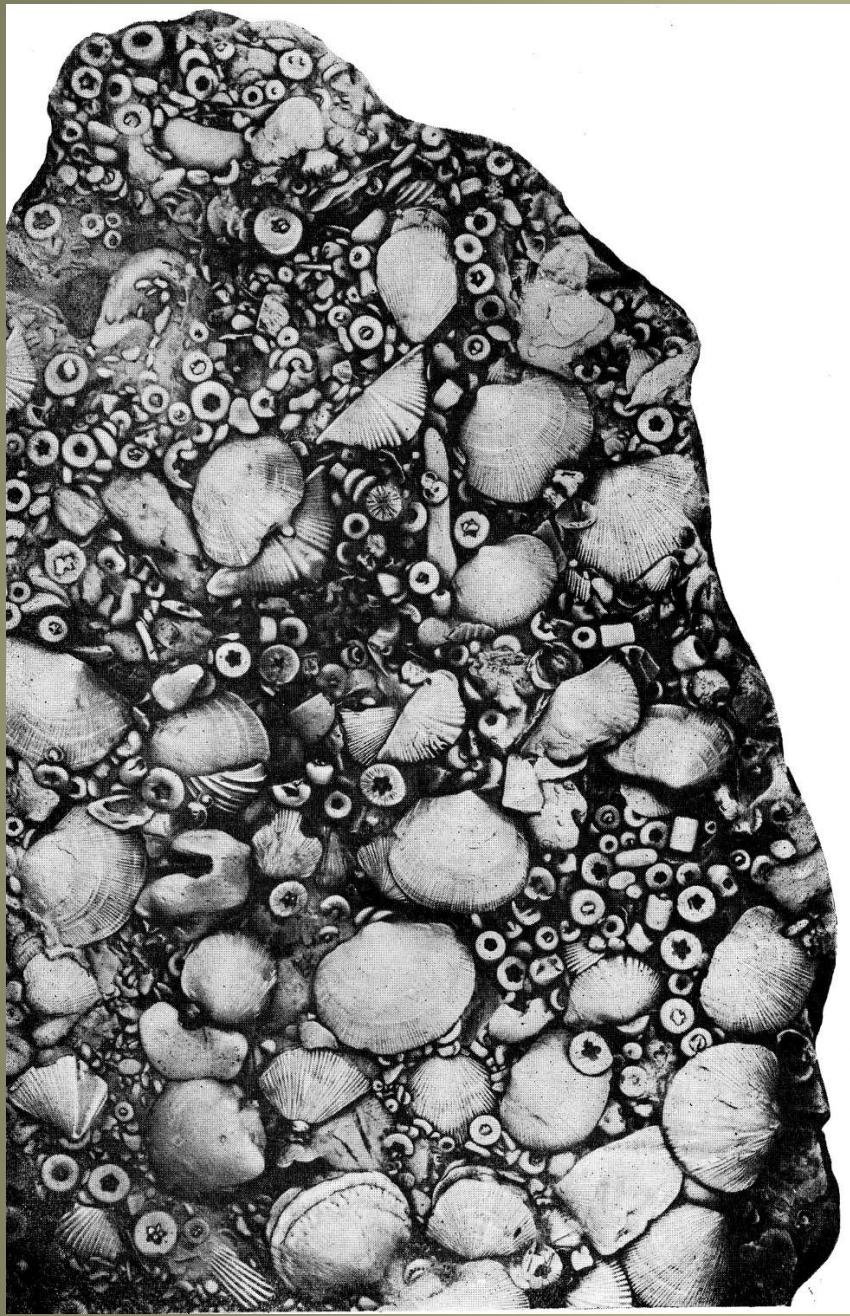
Сохранившиеся рядом правая и левая створки двустворчатого моллюска (Марковский, 1966).



Основания («пеньки») стеблей морских лилий, прикрепившиеся к твердому субстрату. Поверхность напластования силурийских известняков. Сибирская платформа, р. Мойеро. Зарисовка А.Я. Бергера (Владимирская и др., 1985).

Признаки аллохтонного тафоценоза:

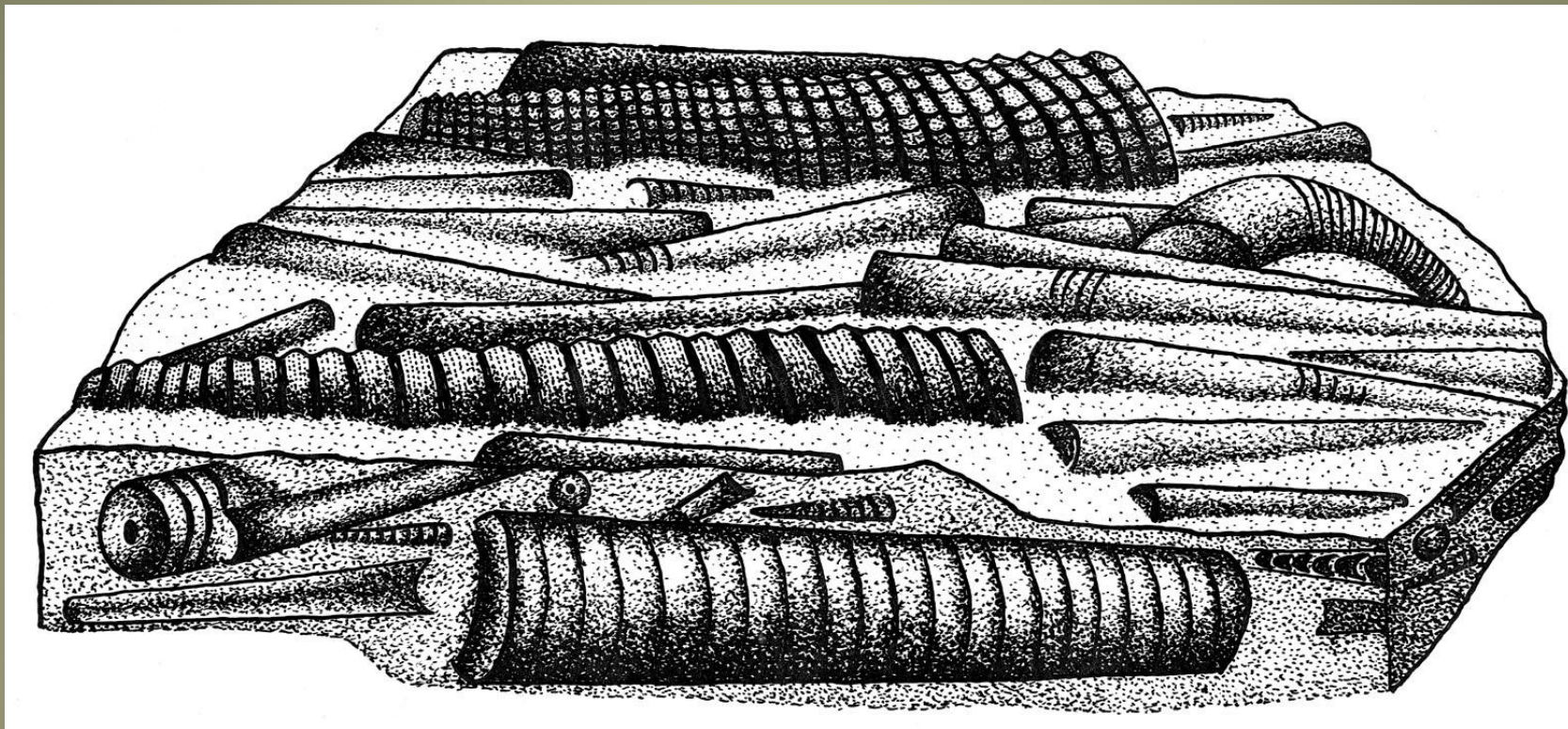
1. Неполная сохранность.
2. Сортировка органических остатков.
3. Ориентировка органических остатков.
4. Комплекс фауны – остатки организмов, не связанные между собой прижизненно.



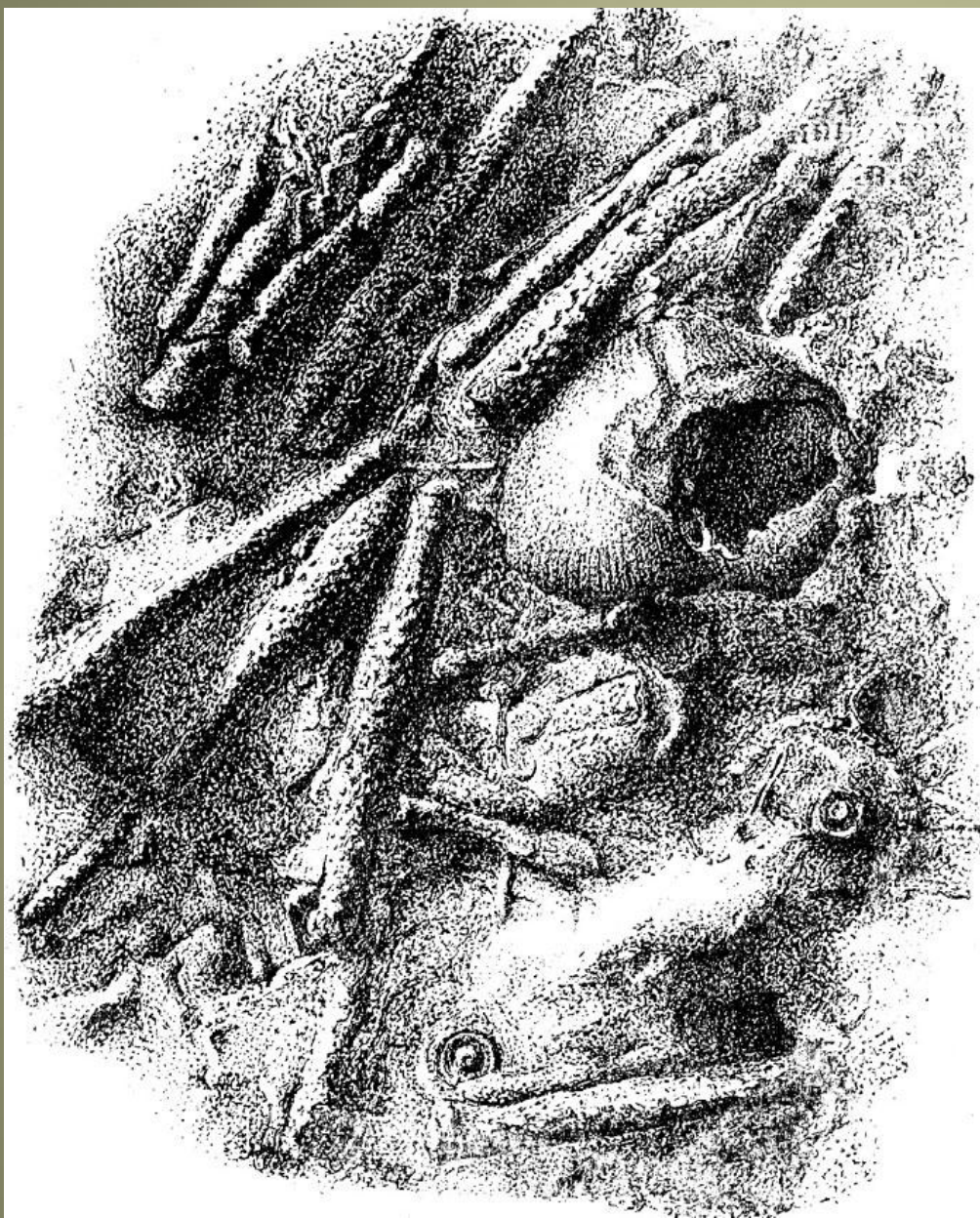
Частично отсортированные и сориентированные створки раковин брахиопод и членики морских лилий (криноидей). Ленинградская область, верхний девон (Марковский, 1966).



Криноидный известняк, сложенный мелкими отсортированными члениками морских лилий. Ленинградская область, верхний девон (Марковский, 1966).



Скопление раковин ортоцератитов, ориентированных движением воды в Прибрежной части моря. Нижний силур, Сибирская платформа, р. Мойеро. Зарисовка А.Я. Бергера (Владимирская и др., 1985).



Ориентированные иглы морских ежей. Московская область, средний карбон (Марковский, 1966).

Следы жизнедеятельности организмов

Следы хождения, ползания, зарывания, всверливания, копролиты и др.

Палеоихнология – наука о следах жизнедеятельности древних организмов.

«Ихнофоссилии» (греч. *ichnos* – след, *fossilis* – ископаемый).

В английской литературе – “trace fossils”.



Отпечаток крупного хищного
динозавра



Ходы червей-илоедов. Крым, окрестности г. Феодосии, нижний мел, берриасский ярус.

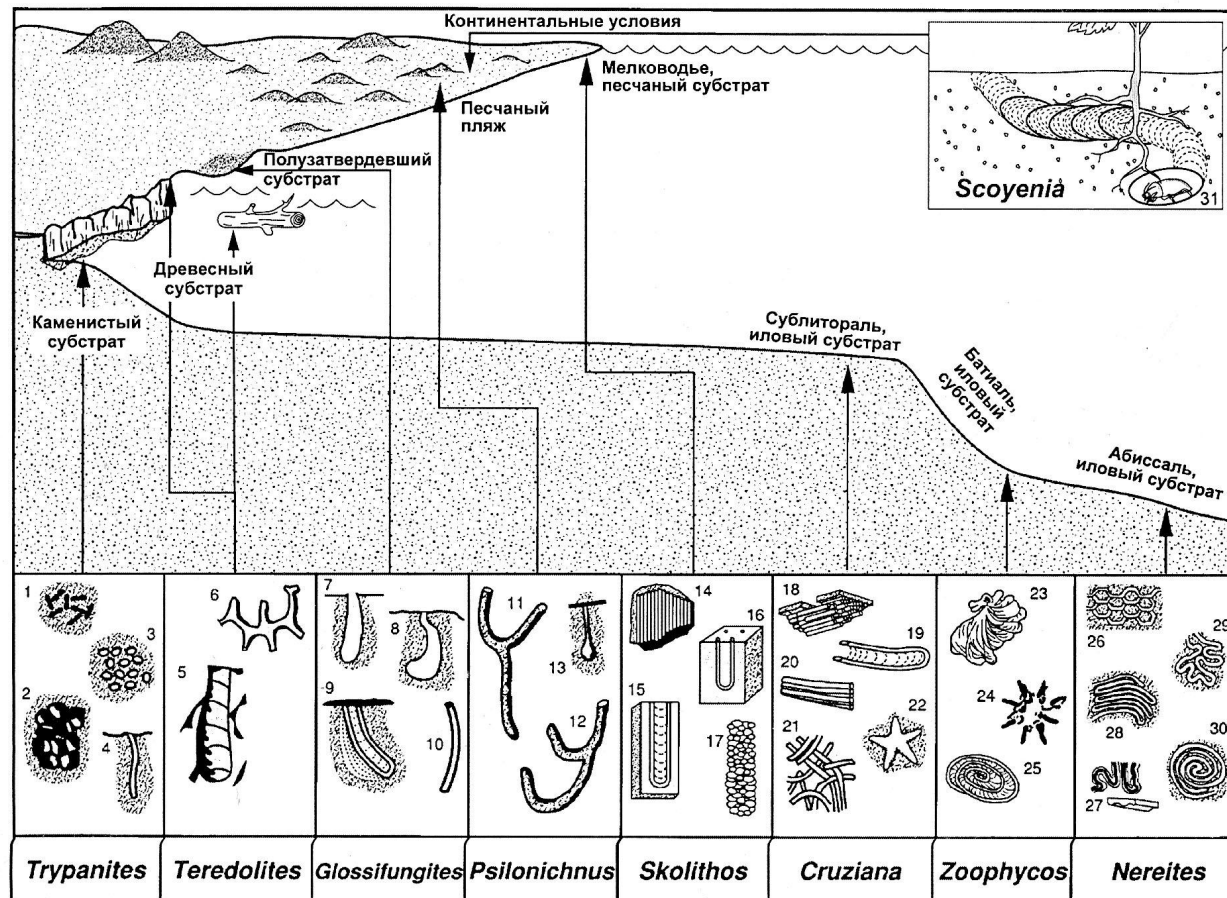


Рис. 5.49. Фациально–батиметрическая последовательность ихнофаций [Pemberton, MacEachern, 1995; Smith et al., 2008; с изменениями]:

1 – *Caulostrepsis*; 2 – *Entobia*; 3 – сверления иглокожих; 4 – *Trypanites*; 5 – *Teredolites*; 6 – *Thalassinoides*; 7 – 8 – *Gastrochaenolites*; 9 – *Diplocraterion* (*Glossifungites*); 10 – *Skolithos*; 11 – 12 – *Psilonichnus*; 13 – *Macanopsis*; 14 – *Skolithos*; 15 – *Diplocraterion*; 16 – *Arenicolites*; 17 – *Ophiomorpha*; 18 – *Phycodes*; 19 – *Rhizocorallium*; 20 – *Teichichnus*; 21 – *Planolites*; 22 – *Asteriacites*; 23 – *Zoophycos*; 24 – *Lorenzina*; 25 – *Zoophycos*; 26 – *Paleodictyon*; 27 – *Taphrohelminthopsis*; 28 – *Helminthoida*; 29 – *Cosmorhaphis*; 30 – *Spirorhaphis*; 31 – *Scoyenia*, *Naktodemasis*

Литофациальный анализ

Литофациальный анализ заключается в определении фаций на основании анализа состава, структурных и текстурных особенностей горных пород.

Структура – размер, форма и характер составных частей, слагающих горную породу. **Например:** мелкозернистая, крупнокристаллическая структура.

Текстура – характер взаимного расположения составных частей горной породы. **Например:** массивная, слоистая, пятнистая текстура.

Анализ состава породы

- Карбонатные породы
- Соли, гипсы, ангидриты
- Глауконит (водный алюмосиликат железа, кремнезема и оксида калия непостоянного состава)
- Фосфориты
- Глинистые минералы (галлуазит и каолинит образуются во влажном тропическом климате при обилии растительности, монтмориллонит – при аридном климате)

Известняки ордовика. Река Саблинка, Ленинградская область.





Соленое озеро Баскунчак



Горизонт конкреций
фосфоритов и
глауконитовый песчаник в
пограничных отложениях
юры и мела. Русская
плита, Самарская область.

Анализ обломочных пород

- Состав обломочного материала
- Размер обломочного материала
- Сортировка обломочного материала
- Форма обломков
- Степень окатанности
- Поверхность обломков
- Расположение обломочного материала
- Характеристика цементирующей массы

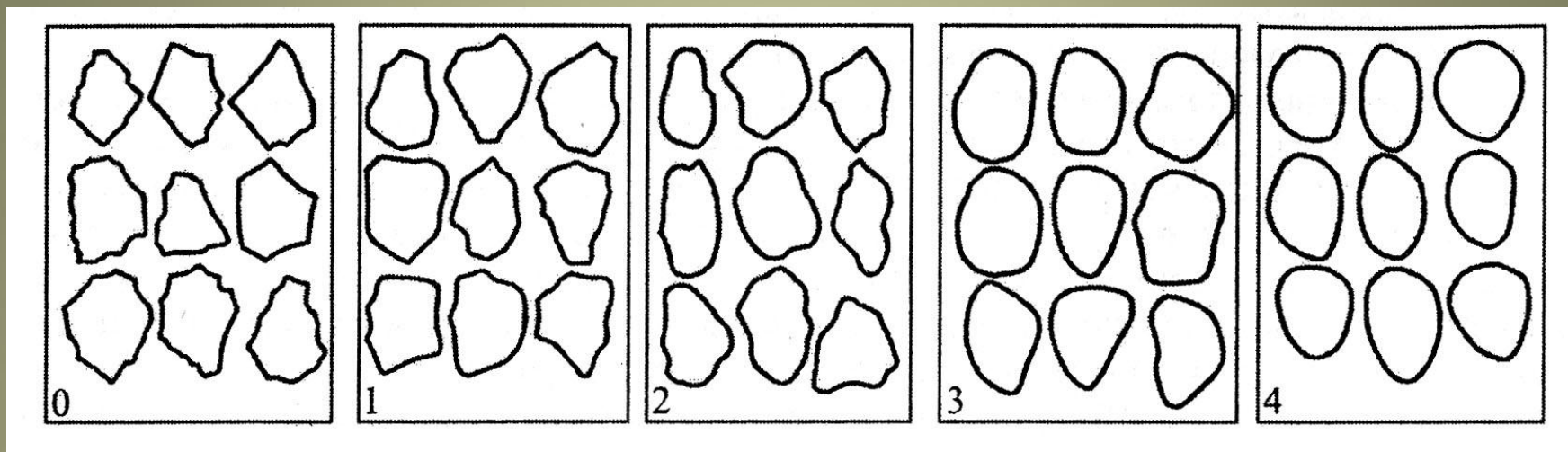
Конгломераты



**Одна из классификаций обломочных зерен,
используемых в России**

| Диаметр, см | Крупнообломочные породы | | | |
|----------------|-------------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Рыхлые | | Цементированные | |
| | Окатанные | Угловатые | Окатанные | Угловатые |
| > 100 | Глыбы | Блоки | Конгломерат глыбовый | Брекчия глыбовая |
| 100 – 50 | Валуны крупные | Валуны неокатанные крупные | Конгломерат крупновалунный | Брекчия крупновалунная |
| 50 – 25 | Валуны средние | Валуны неокатанные средние | Конгломерат средневалунный | Брекчия средневалунная |
| 25 – 10 | Валуны мелкие | Валуны неокатанные мелкие | Конгломерат мелковалунный | Брекчия мелковалунная |
| 10 – 5 | Галька крупная | Щебень крупный | Конгломерат крупногалечный | Брекчия крупная |
| 5 – 2,5 | Галька средняя | Щебень средний | Конгломерат среднегалечный | Брекчия средняя |
| 2,5 – 1 | Галька мелкая | Щебень мелкий | Конгломерат мелкогалечный | Брекчия мелкая |
| 1 – 0,5 | Гравий крупный | Дресва крупная | Гравелит крупнозернистый | Дресвяник крупнозернистый |
| 0,5 – 0,25 | Гравий средний | Дресва средняя | Гравелит среднезернистый | Дресвяник среднезернистый |
| 0,25 – 0,1 | Гравий мелкий | Дресва мелкая | Гравелит мелкозернистый | Дресвяник мелкозернистый |
| Диаметр, мм | Средне–мелкообломочные породы | | | |
| 1 – 0,5 | Песок крупнозернистый | | Песчаник крупнозернистый | |
| 0,5 – 0,25 | Песок среднезернистый | | Песчаник среднезернистый | |
| 0,25 – 0,1 | Песок мелкозернистый | | Песчаник мелкозернистый | |
| 0,1 – 0,05 | Алеврит крупнозернистый | | Алевролит крупнозернистый | |
| 0,05 – 0,025 | Алеврит среднезернистый | | Алевролит среднезернистый | |
| 0,025 – 0,01 | Алеврит мелкозернистый | | Алевролит мелкозернистый | |
| < 0,01 | Глина (пелит) | | Аргиллит | |

По Е.Ю. Барабошкину,
2011



Пятибальная шкала для определения окатанности обломков.

0 – неокатанные, 1 – угловатые, 2 – полуугловатые, 3 –
полуокатанные, 4 – окатанные

Цвет породы

Первичная (сингенетическая) и вторичная окраска породы.

Признаки вторичной окраски: ее связь с трещинами, пятнистость и несогласованность со слоистостью.

Красноцветность пород – характерна для переменного-влажного жаркого климата

Черная и темно-серая окраска – характерна для удаленных от берега зон бассейна, часто с восстановительной обстановкой.

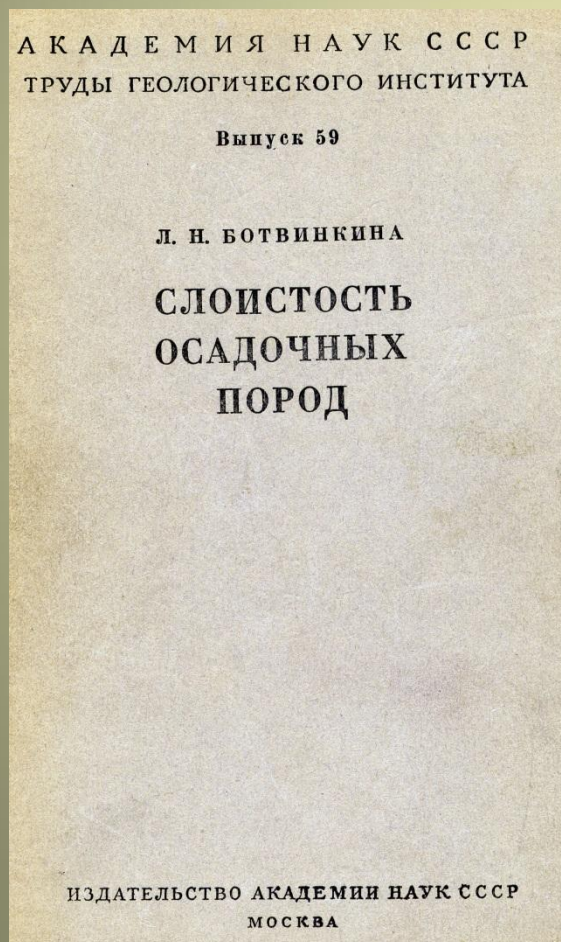
Светлая, серая, желтая, коричневая окраска – характерна для континентальных отложений в условиях жаркого и сухого климата.



Континентальные красноцветные отложения мезозоя
в штате Юта (США)

Слоистость

Одно из важнейших свойств осадочных горных пород.
Все отложения подразделяются на слоистые и массивные (неслоистые).



Монография Л.Н. Ботвинкиной (1962)

Горизонтальная слоистость – чередование слоев с параллельными друг другу поверхностями напластования.

Формируется при выпадении осадка в неподвижной или слабо подвижной водной и наземной среде.

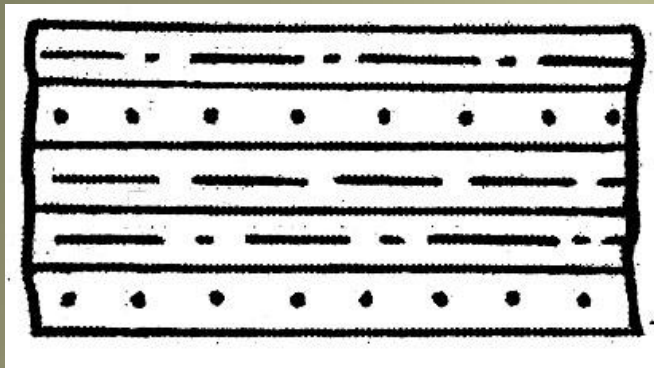
-Равномерная

-Неравномерная

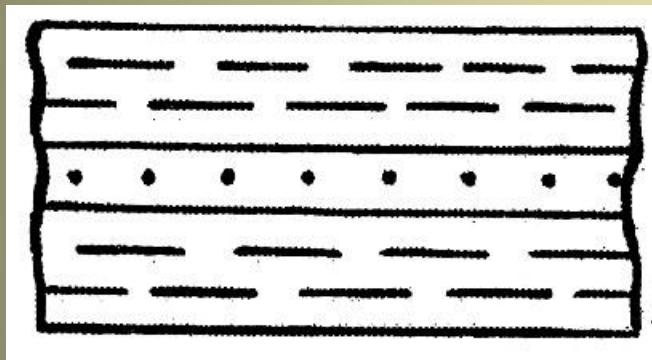
-Прерывистая (пунктирная)

-Ритмичная

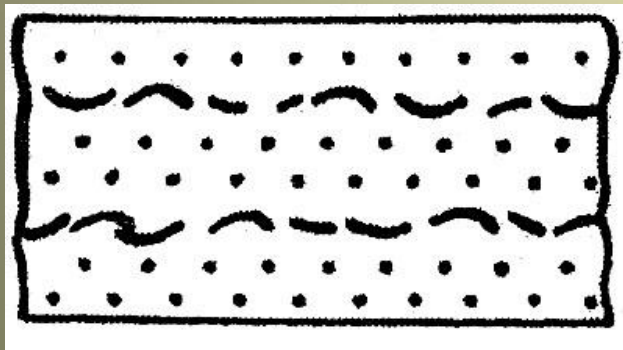
-Градационная



Равномерная слоистость



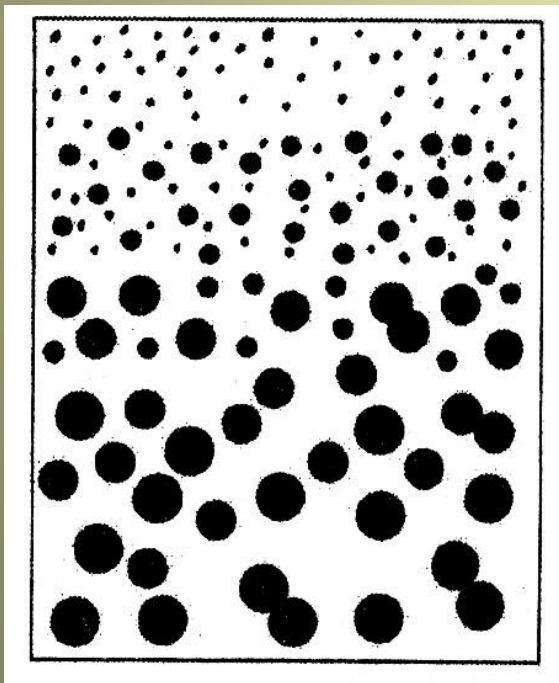
Неравномерная слоистость



Пунктирная (прерывистая) слоистость

Ритмичная слоистость – характерна для флишевых толщ.

Градационная слоистость – связана с деятельностью мутьевых потоков.



Первоначально из взвеси выпадают грубые компоненты (песок), а в последнюю очередь – наиболее тонкие (пелитовая составляющая).



Параллельная слоистость.
Большой Каньон реки Колорадо, США

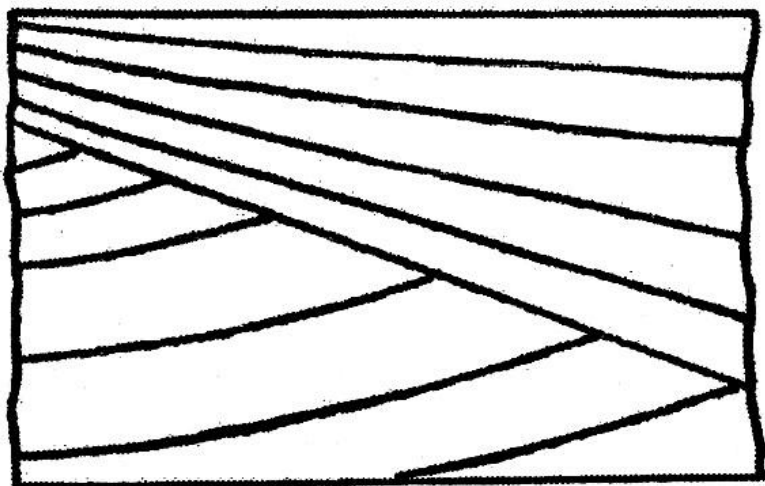
Косая слоистость

Косая слоистость характеризуется сериями слоев, расположенных косо по отношению к границам подошвы и кровли слоев.

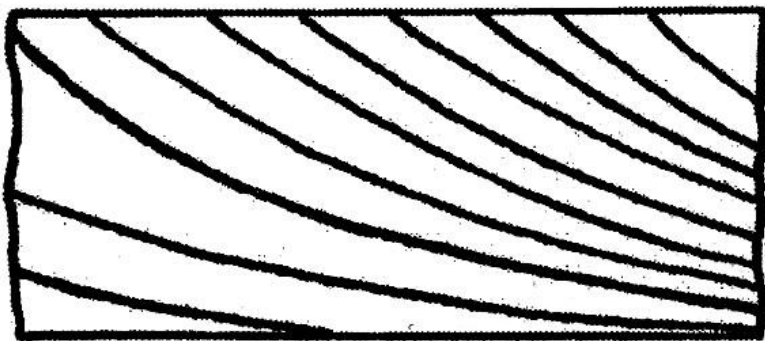
Свидетельствует об образовании осадка при движении воды или ветра.

Возникает:

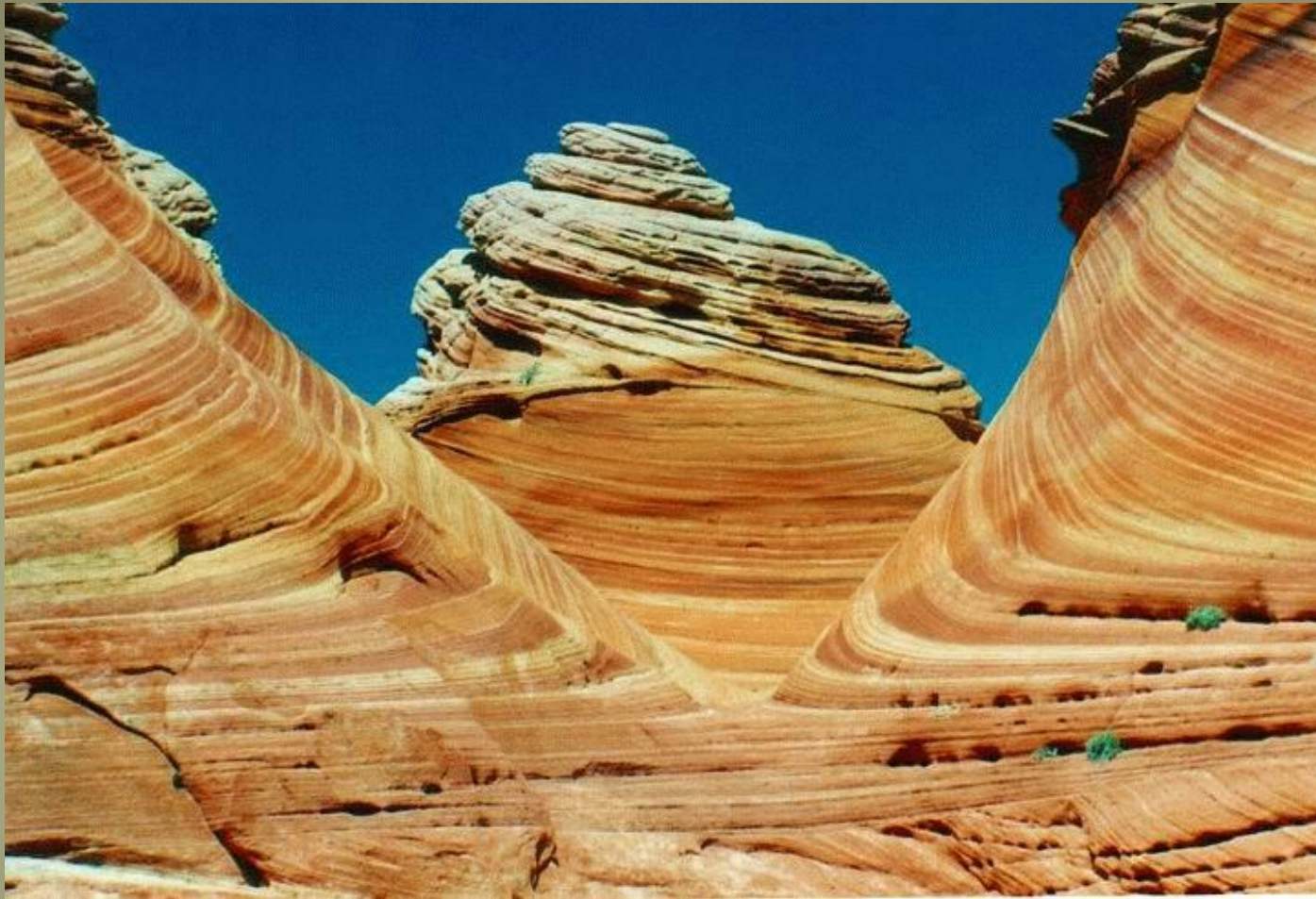
- В руслах рек и временных потоков,
- В дельтах рек,
- В зонах подводных течений,
- В прибрежной части водных бассейнов,
- В наземных условиях (например, в пустынях).



Разнонаправленная косая слоистость



Однонаправленная косая слоистость



Косая разнонаправленная слоистость в мезозойских песчаниках.
Штат Юта, США.



Косая слоистость в верхнеальбских песчаниках.
Крым, река Альма.

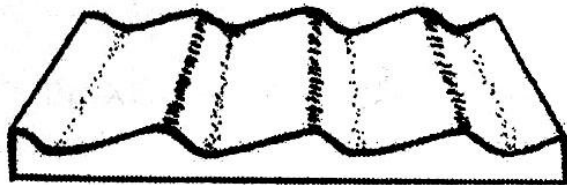


Конволютная слоистость в песчанике.
Таврическая серия, верхний триас – нижняя юра, Горный Крым

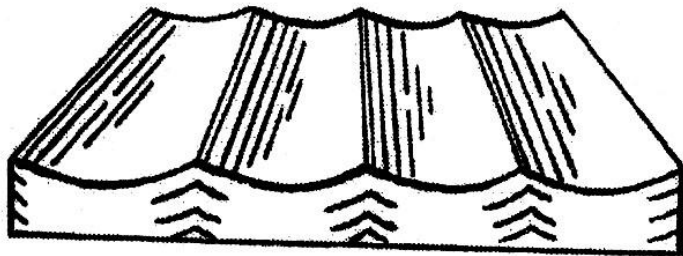
Текстуры поверхностей напластования

Знаки ряби – образуются в результате взаимодействия волн или течения с поверхностью рыхлого осадка, а также ветра (в пустынях). Обычно формируются на песчаных, но иногда и на илистых осадках.

Симметричная и асимметричная рябь.



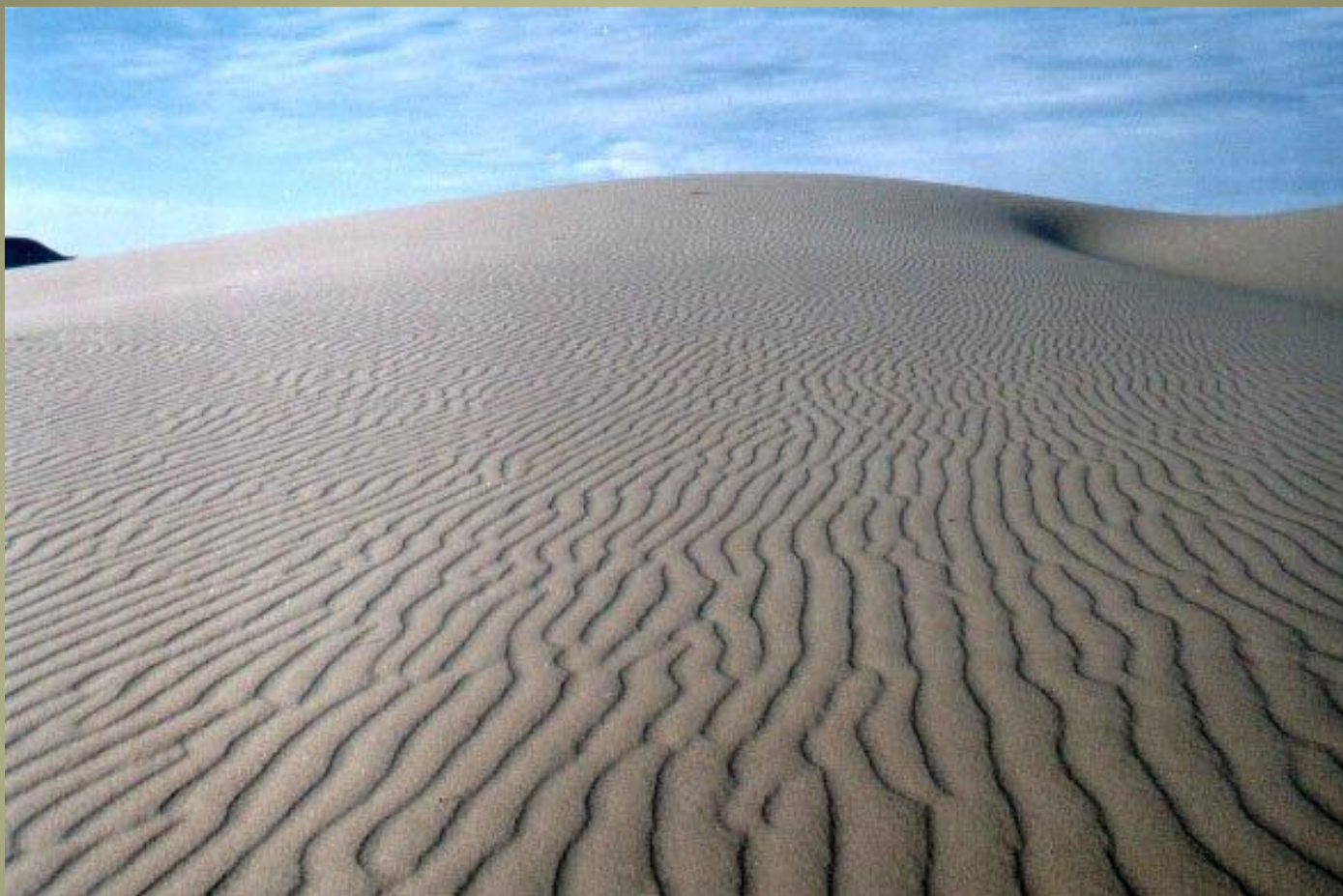
Асимметричная рябь



Симметричная рябь



Знакиряби в устье небольшой
речки, впадающей в Финский
залив.



Знаки ветровой ряби на поверхности песчаных барханов.
Мангышлак

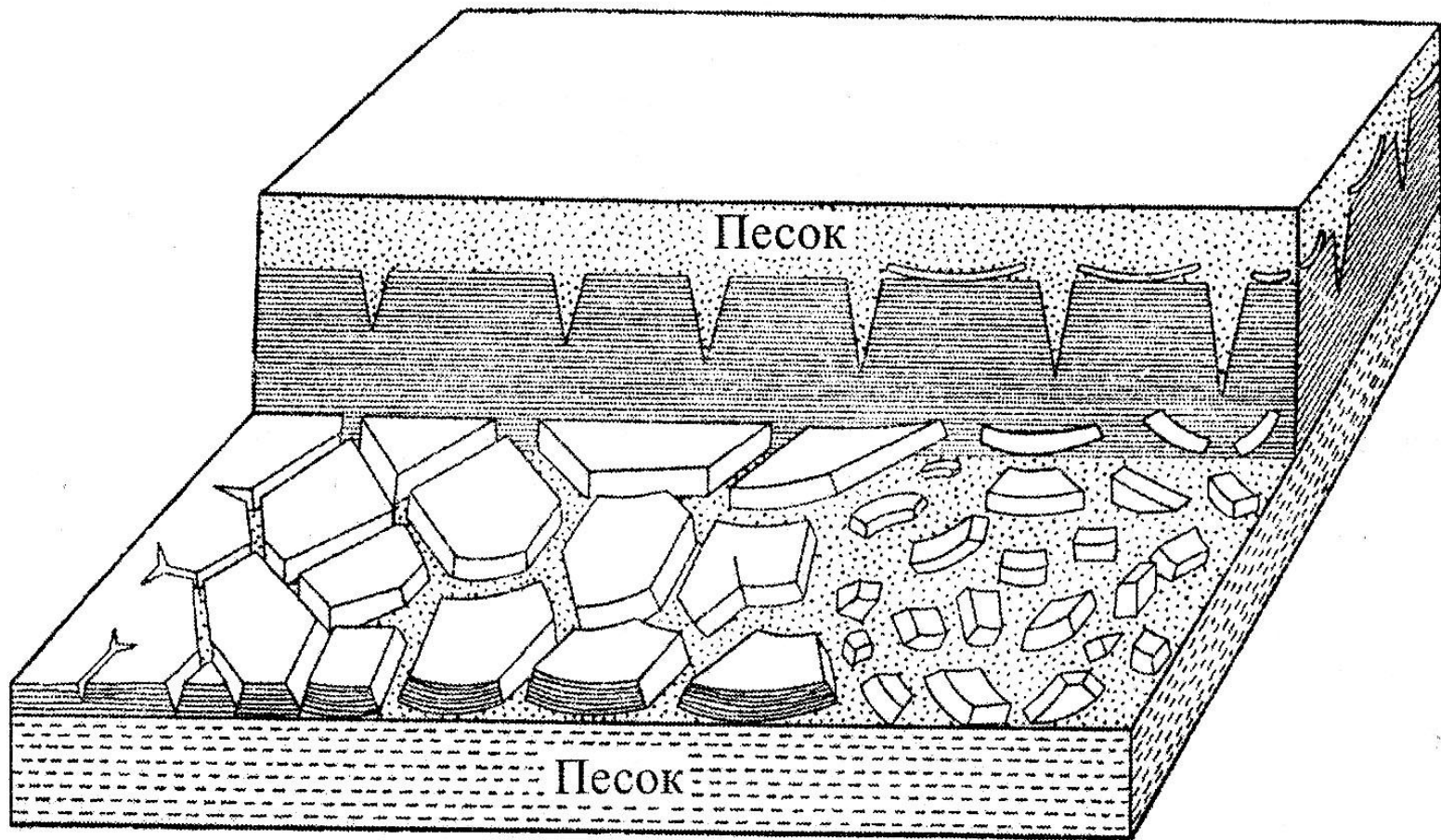
Многоугольники высыхания (трещины усыхания)



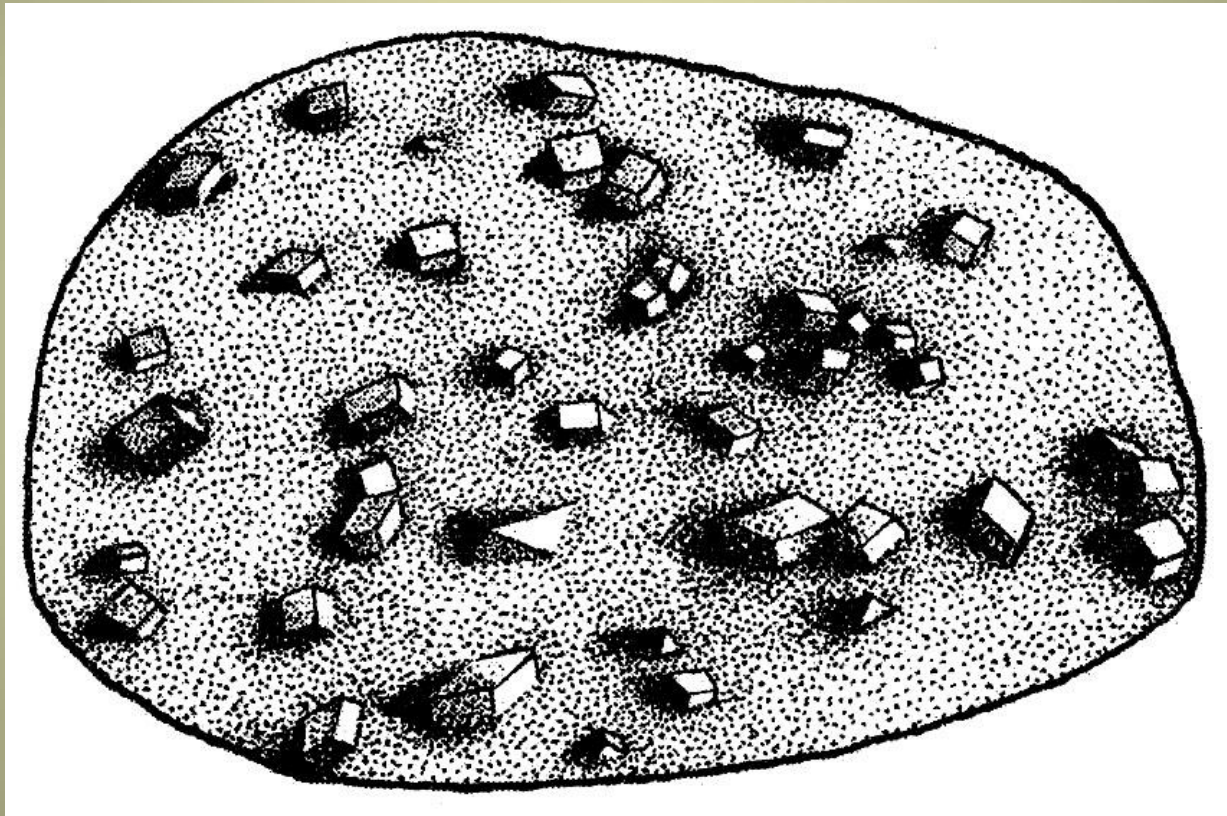
Крым, Керченский полуостров,
Булганак



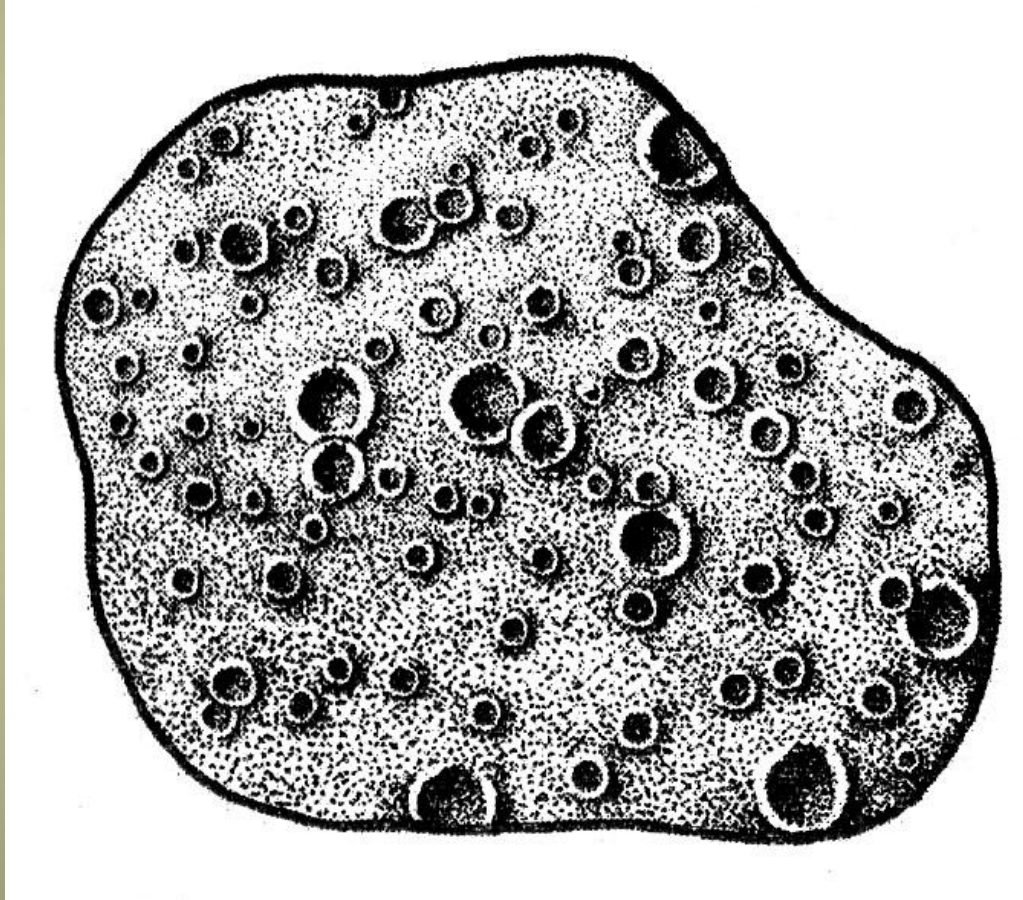
Трещины усыхания (Шрок, 1950)



Глиптоморфозы по кристаллам каменной соли



Отпечатки капель дождя



Гиероглифы (иероглифы)
Разделяются на *механоглифы* и *биоглифы*.



Часто встречаются на нижней поверхности песчаников во флишевых отложениях, например в мезозойском флише Горного Крыма

Гиероглифы на нижней поверхности песчаников таврической серии
Горного Крыма



Загадочные знаки *Palaeodictyon*



Таврическая серия, Горный
Крым

Анализ общих геологических данных

Полевые методы исследования.

Выясняются:

- площадь распространения отложений
- мощность отложений
- взаимоотношения с подстилающими и перекрывающими породами
- переходы по простиранию отложений