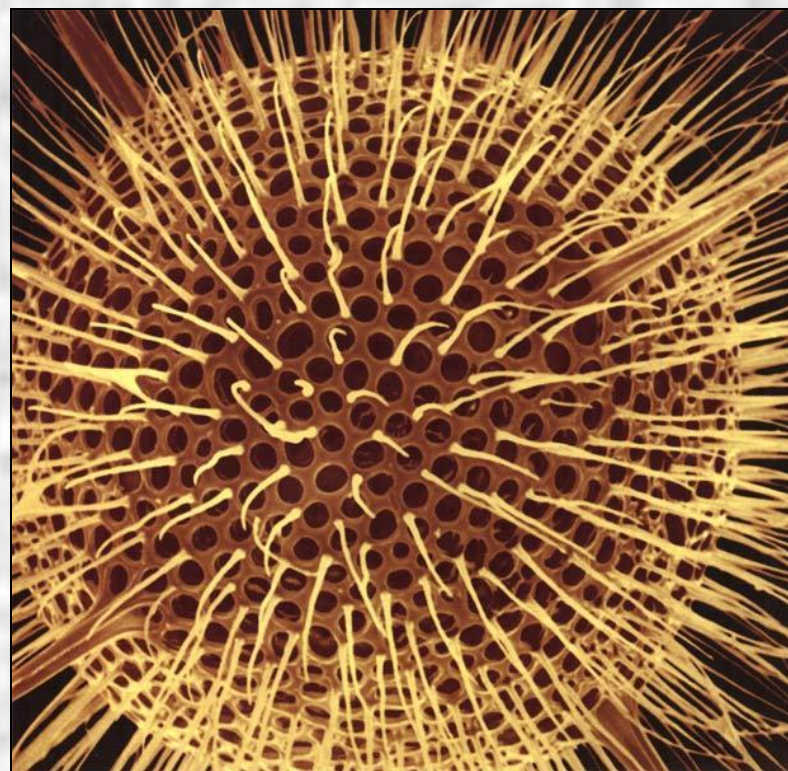


Тип Саркодовые, Класс Радиоларии *Radiolaria*

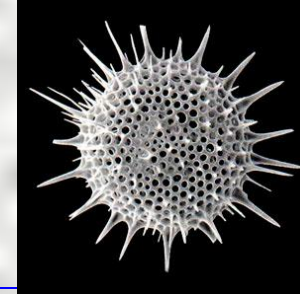
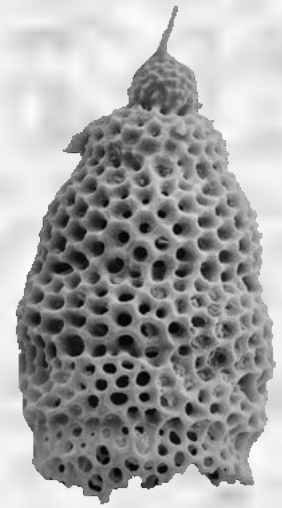
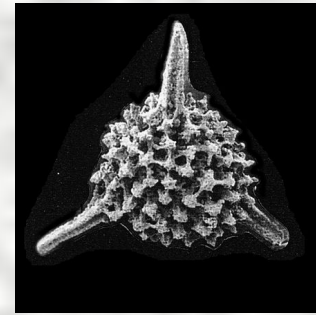
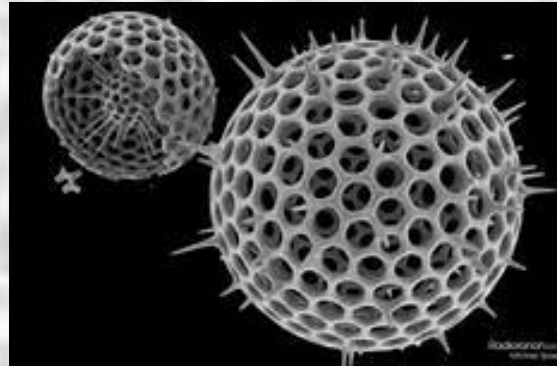
Радиоларии – одиночные морские **планктонные** саркодовые размером от 40 – 50 мкм до 2 мм.



Раковины современных радиоларий



Живая радиолария с псевдоподиями



Скелеты современных радиолярий

Тело радиолярий состоит из:

- **цитоплазмы** (мягкое тело животного – одна клетка),
- **центральной капсулы** (в ней находится **ядро** клетки),
- **скелета** твердого минерального состава или более мягкого органического состава,
- **псевдоподий** – радиально расходящихся длинных тонких выростов, часть из которых (**аксоподии**) имеет **опорную нить**.

Скелет радиолярий **внутриклеточный, находится внутри цитоплазмы. Он имеет сложную и разнообразную геометрически правильную форму. У разных групп радиолярий скелет может состоять из:**

- **аморфного кремнезема,**
- **целестина (сернокислого стронция),**
- **органических соединений.**

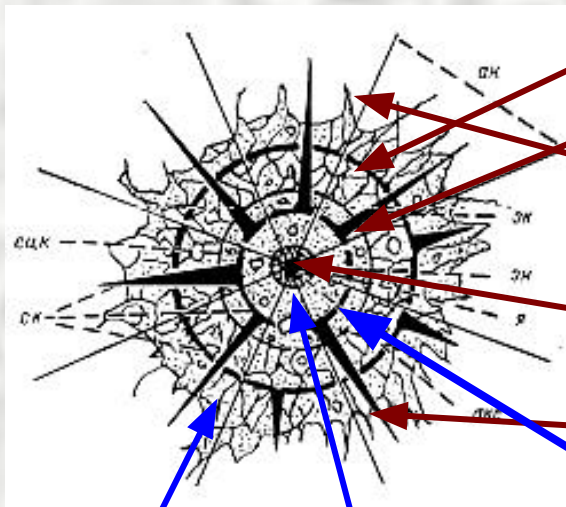
В ископаемом состоянии встречаются только радиолярии, обладающие **кремниевым скелетом.**

Плавучесть радиолярий обеспечивается

- **небольшим удельным весом животного (много жира),**
- **ажурностью скелета, иглами, торчащими в разные стороны**
- **псевдоподиями, увеличивающими опору тела на воду и дающими возможность **парения**.**

Цитоплазма радиолярий состоит из **экто- и эндоплазмы**, разделенных **мембраной** из органического (**хитинового**) вещества. Мембрана окружает **центральную капсулу**, внутри которой находится **ядро** клетки.

Центральная капсула состоит из микропластинок – **физул**, через которые проходят **аксоподии** (псевдоподии, имеющие опорную нить). В эктоплазме часто присутствуют **симбионты** – одноклеточные водоросли.



Наружный скелет

Внутренний скелет

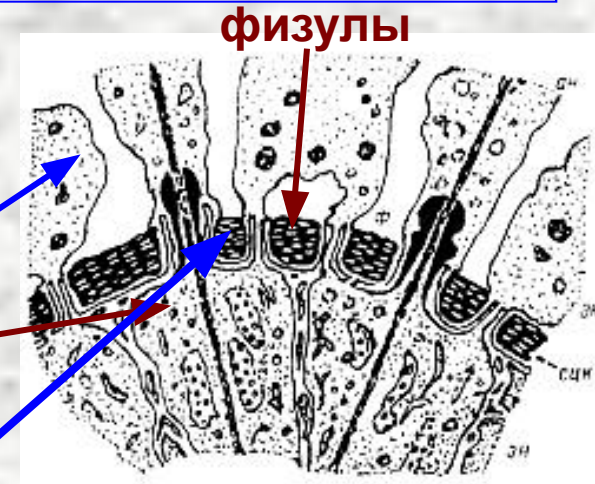
Аксоподии

ядро

шипы

Мембрана - стенка
центральной капсулы

симбионты



физулы

Разрез центральной
капсулы

Эктоплазма и эндоплазма

Тип Саркодовые *Sarcodina*

Класс *Радиолярии (Radiolaria)*

Подкласс *Acantharia*
(Акантариум)

Раковины состоят из **сернокислого стронция** и сразу растворяются после гибели животного. **В ископаемом состоянии не известны.** Акантариум хорошо усваивают не только обычный стронций -87, но и радиоактивный изотоп стронций-90.

Подкласс *Euradiolaria*
Собственно радиолярии

Надотряд
Полицистины
(*Polycytina*)

Имеют скелет из кремнезема. **Наиболее распространены**

Надотряд
Феодариум
(*Phaeodaria*)

Имеют скелет из **кремне-органических соединений.** **В ископаемом состоянии находки единичны.** **Эоцен - ныне**

Надотряд *Полицистины (Polycystina)*

Отряд Сфереллярии
(Sphaerellaria)

Отряд Насселлярии
(Nassellaria)

Отряд Альбаиллеллярии
(Albaillellaria)

Отряд Коллодарии
(Collodaria)

Систематика *современных радиолярий* основана строении
цитоплазмы, т.к. именно она определяет форму скелета.

Для *палеозойских радиолярий* применяется искусственная
систематика, основанная на форме скелета. Среди палеозойских
полицистин наиболее распространены две группы:

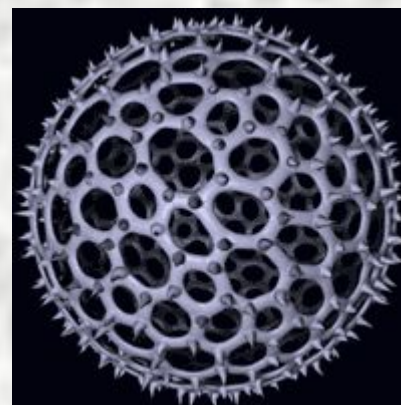
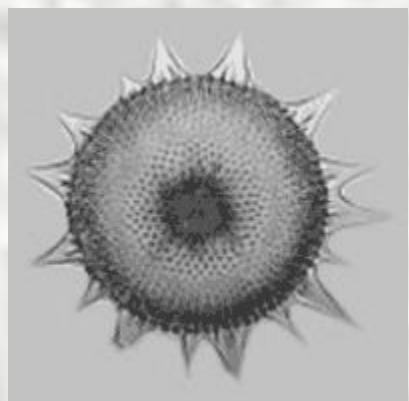
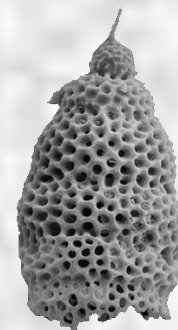
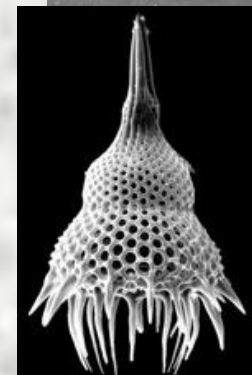
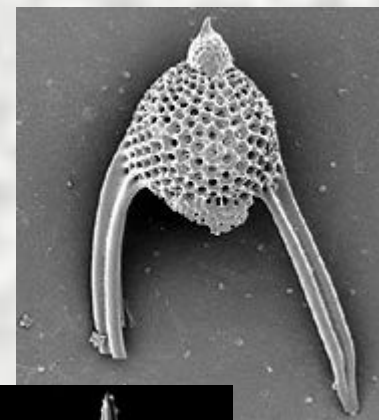
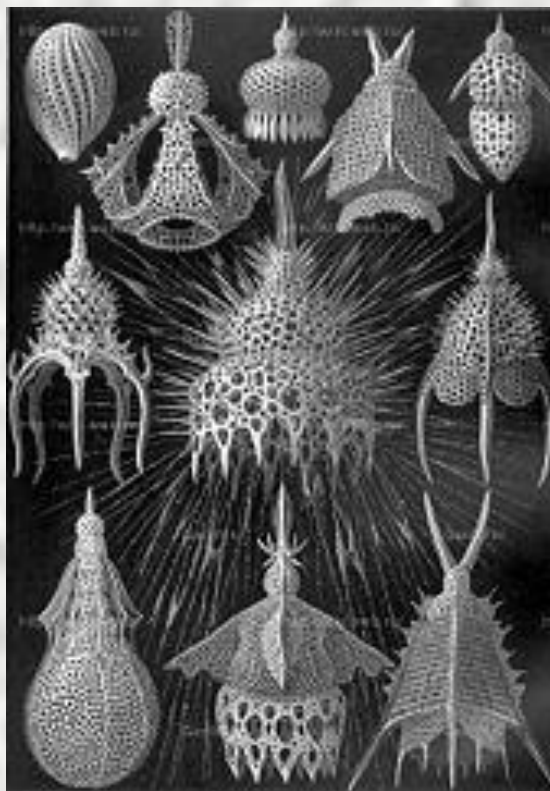
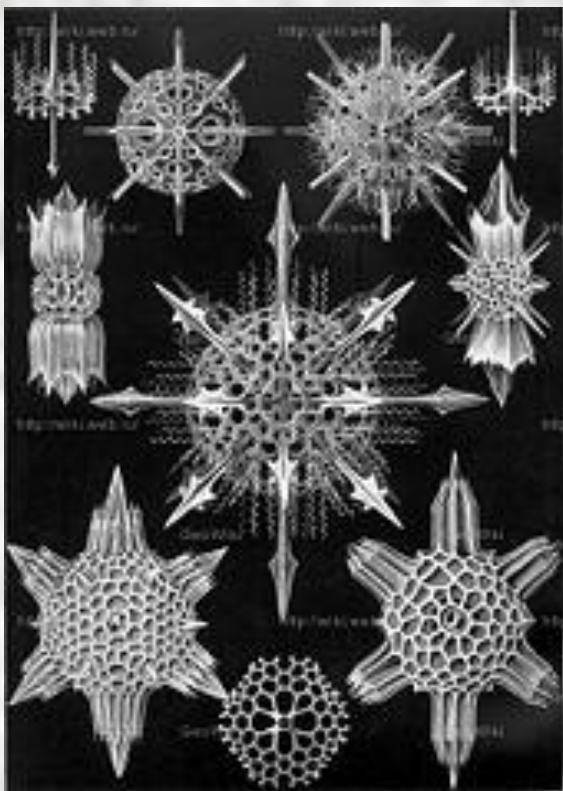
Сфереллярии

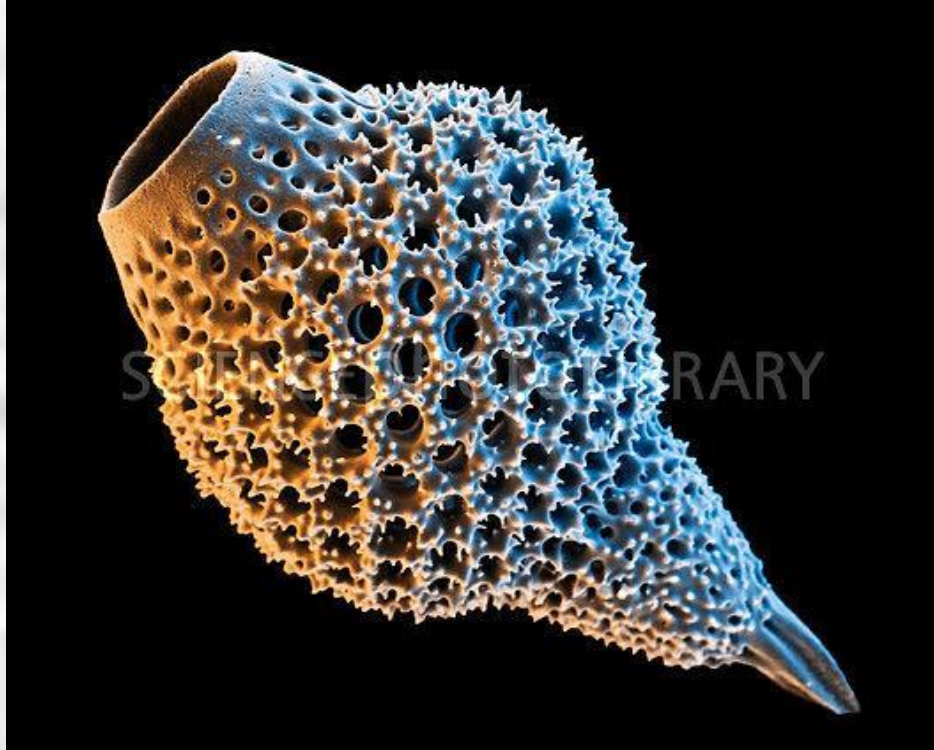
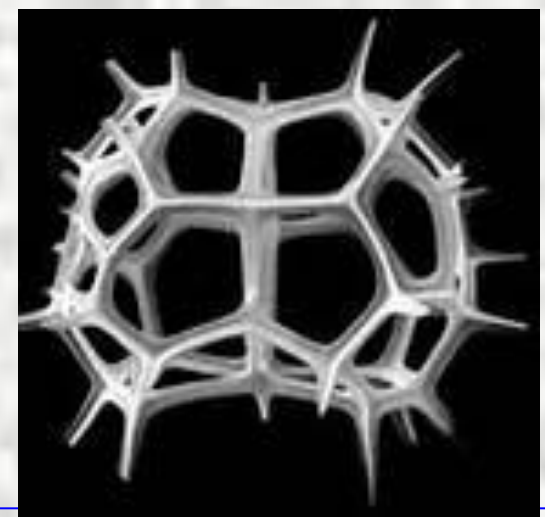
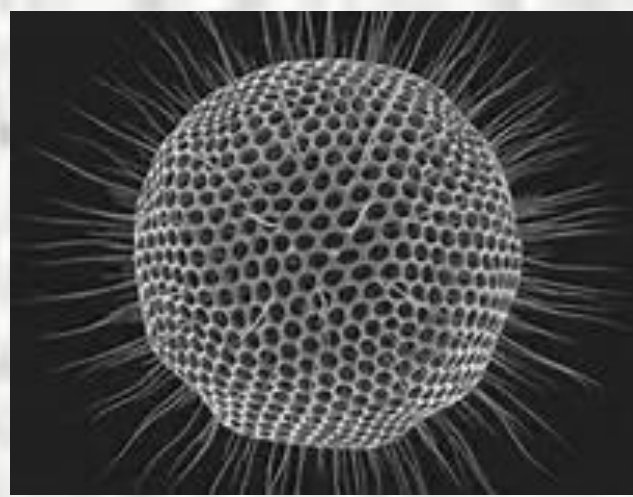
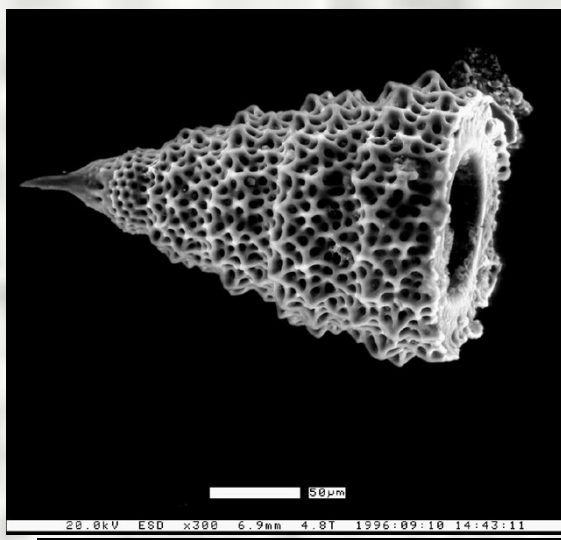
Насселлярии

Имеют многослойный
шарообразный скелет

Имеют однородный
шлемообразный скелет

Представители группы сферулярий и пассерий





Скелет радиолярий сетчатый, ажурный, с иглами и шипами. Он максимально облегчен и приспособлен к парению организма в толще воды. Но в тоже время он достаточно прочен и хорошо поддерживает и защищает мягкое тело.

Наружный облик раковины представляет собой комбинацию внешних окончаний радиальных игл и одной или нескольких тангентальных оболочек. **Внутренний скелет** может быть представлен: - многолучевой **спикулой**, **многогранником** или **сферой**.

Устье – отверстие в раковине для связи с внешней средой

Устье **населлярий** расположено на последней камере и может быть открытым или закрытым.

Устье **сфереллярий** имеет вид воронки или трубки, проходящей внутри скелетной ткани.

Для изучения тонких деталей скелета радиолярий необходимо увеличение объекта более $\times 200$.

Строение скелета радиолярий

Обычно скелет имеет **симметричные формы с центром, осью или плоскостями симметрии**. Он состоит из **тангентальных и радиальных элементов**.

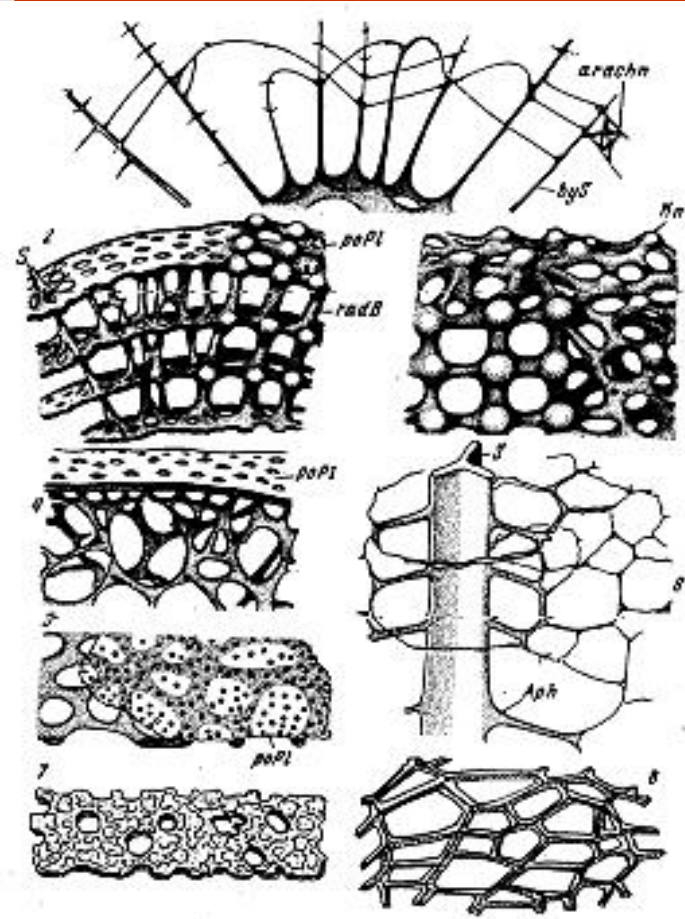
Тангентальные элементы –

- 1) **оболочки или пластины**, которые могут быть в разной степени пористые и губчатые.
- 2) **отдельные перекладины или иглы**.

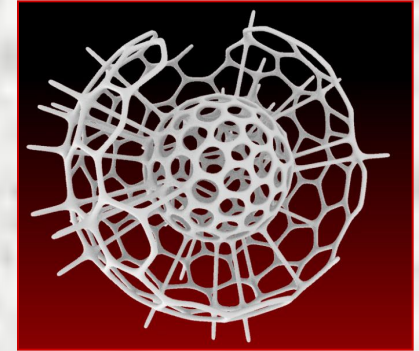
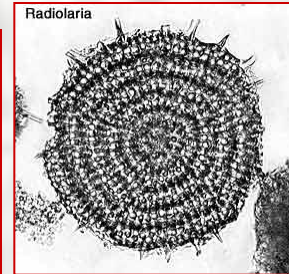
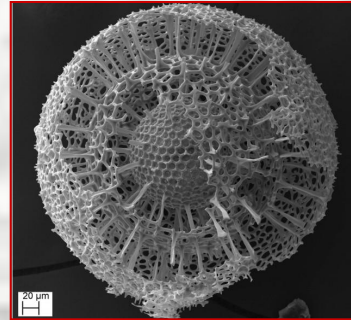
Радиальные элементы –

- 1) **наружные трубки или иглы**,
- 2) **перекладины внутри скелета**,
- 3) **сложные комплексы**, создающие придатки раковины.

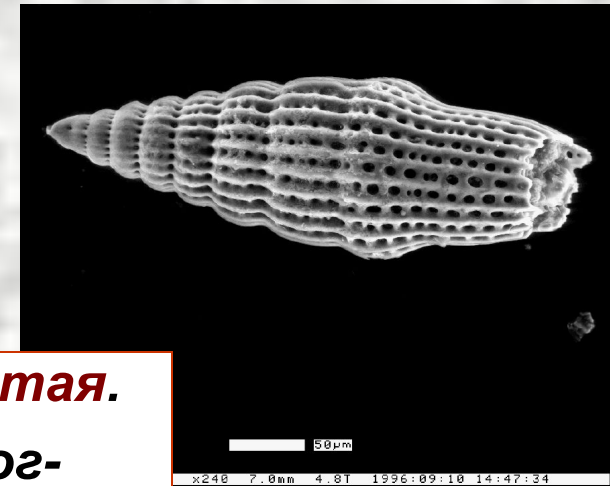
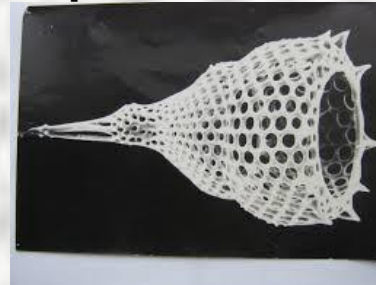
Тангентальные элементы скелета радиолярий



У **сфереллярий** стенки раковин (**тангентальные элементы**) **представлены оболочками**. Они обычно пористые и замкнутые, образуют концентрические слои.

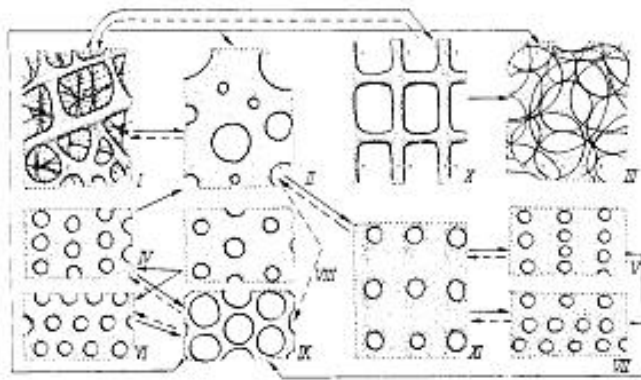


У **населлярий** они обычно не замкнуты, а надстраивают друг друга в одном направлении



Структура стенки бывает **пористая и губчатая**.

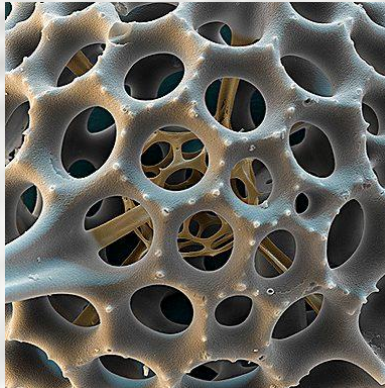
Губчатая структура является наиболее прогрессивной, т.к. образует максимальную площадь при минимуме материала.



Скелет пронизан множеством **отверстий (пор)**. Они служат для выхода псевдоподий: **аксоподий** (функции гидростатического аппарата) и **филоподий** (для добывания пищи). Расположение пор может быть упорядоченным или беспорядочным.

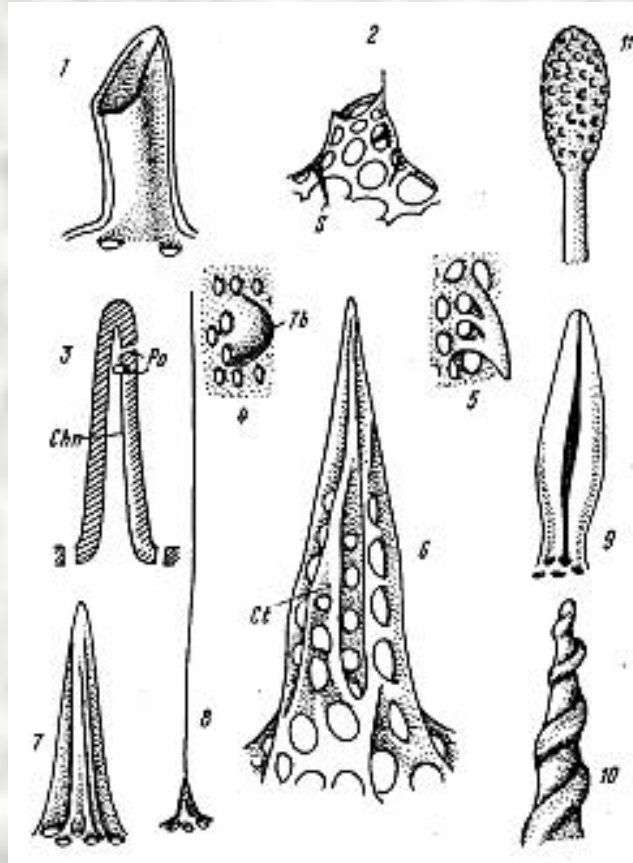
Форма пор разнообразная: **овальная, эллипсовидная, прямоугольная, трапецевидная, шестиугольная, неправильная** и т.д. В поперечном сечении поры могут иметь простое или фигурное очертание. Иногда поры окаймлены валиком, каймой, затянуты сеточкой или снабжены зубцами, иглами или шипами.

Типы пор
радиолярий



Строение пор является важным видовым признаком.

Радиальные элементы скелета



Типы игл
радиолярий

Радиальные элементы –

1) **наружные** трубки или иглы, 2) **перекладины** внутри скелета, 3) **сложные комплексы**, создающие придатки раковины.

Многие из них имеют разнообразную скульптуру.

У насселлярий число игл строго определенное и ориентировано по отношению к центральной капсуле.

У сфереллярий (спумеллярий) число игл и их положение может варьировать.

Морфологические признаки радиолярий

Тип **Саркодовые**

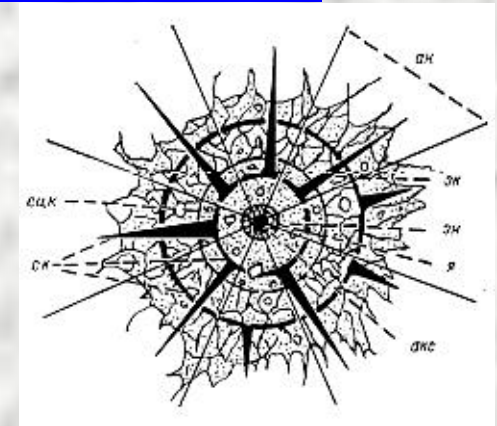
Класс **Радиолярии** (*Radiolaria*)

Подкласс **Эурадиолярии**

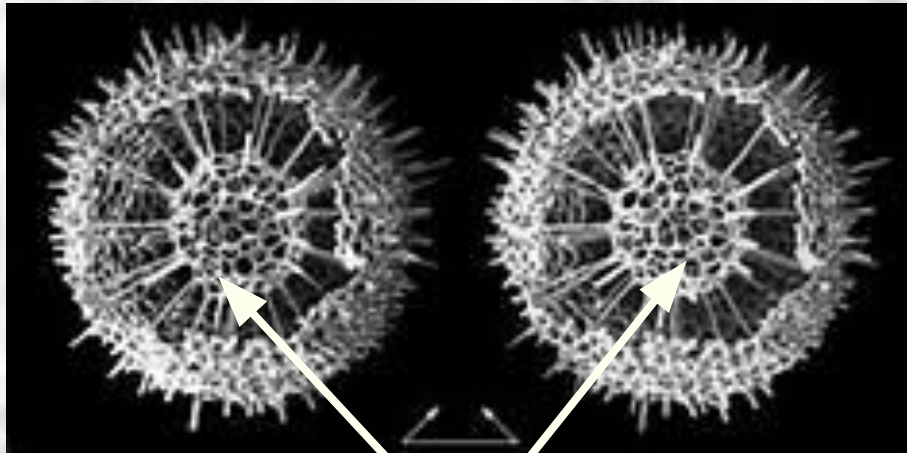
Надотряд **Полицистины**

Отряд **Спумеллярии**

Подотряд Сфереллярии



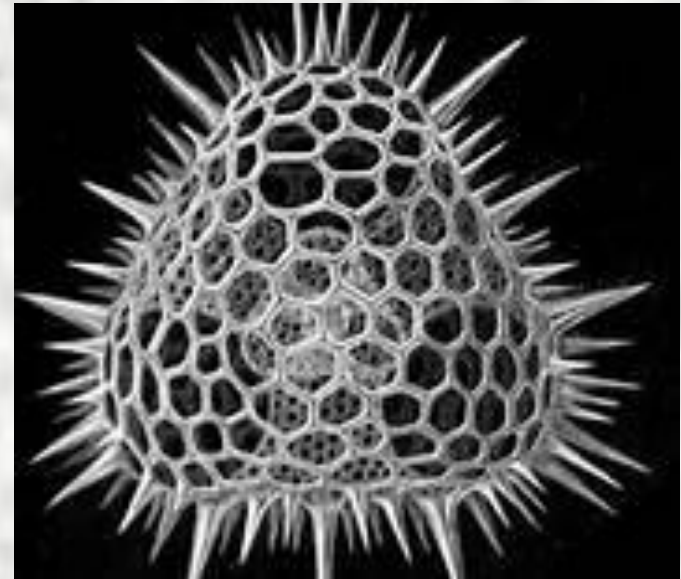
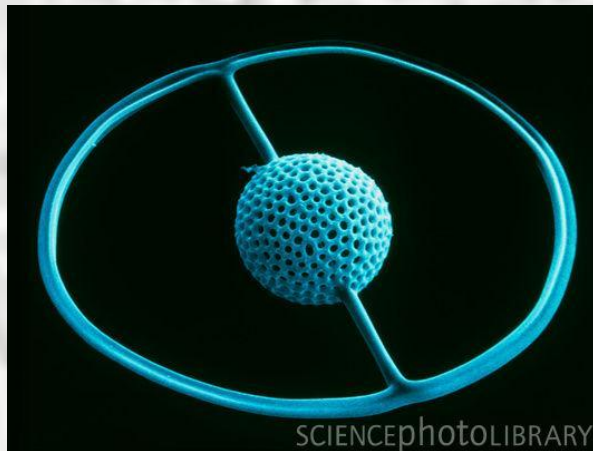
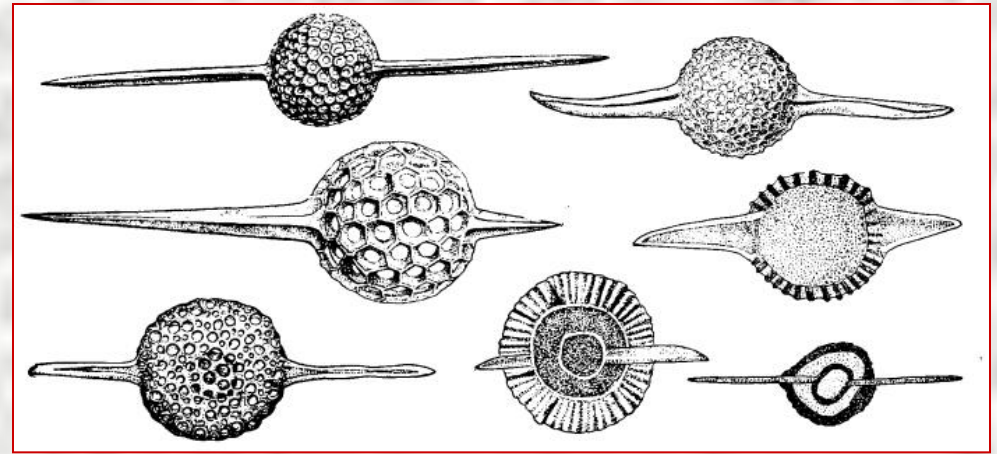
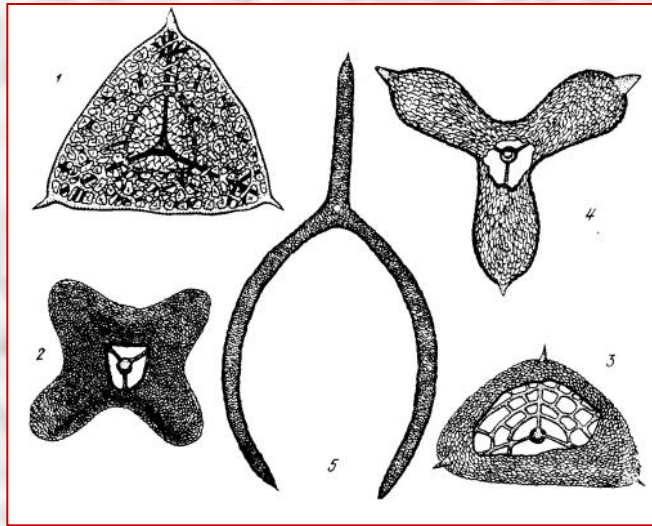
Имеют первоначальный сферический скелет, который по мере роста раковины может значительно изменяться. Тангентальные и радиальные структуры хорошо развиты. **Число оболочек от одной до 15. Число радиальных игл от 2 до 20.**



Внутренние оболочки

Известны с **ордовика до настоящего времени**

Типы раковин Сфереллярий



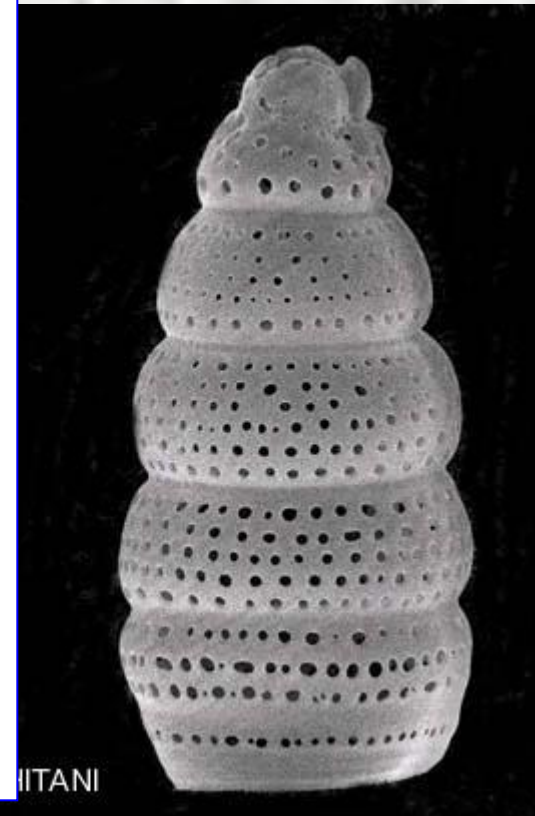
Отряд *Насселларии Nassellaria*

Раковины насселларий имеют **трехлучевую симметрию**.

Ее основу составляет многолучевая **спикула** внутреннего скелета.

Внешний скелет имеет разнообразную форму – конуса, башенки, цилиндра, сочетания конуса и шара и т.п. Раковина состоит из трех главных отделов:

- 1) **цефалиса с апикальной иглой**,
- 2) **торекса**, расположенного ниже цефалиса,
- 3) **абдомена**, который следует ниже торекса и состоит из одного или нескольких сегментов. Количество сегментов абдомена может увеличиваться и образовывать новые камеры: **постабдомен, пост-пост-абдомен** и т.д. до 15 камер.

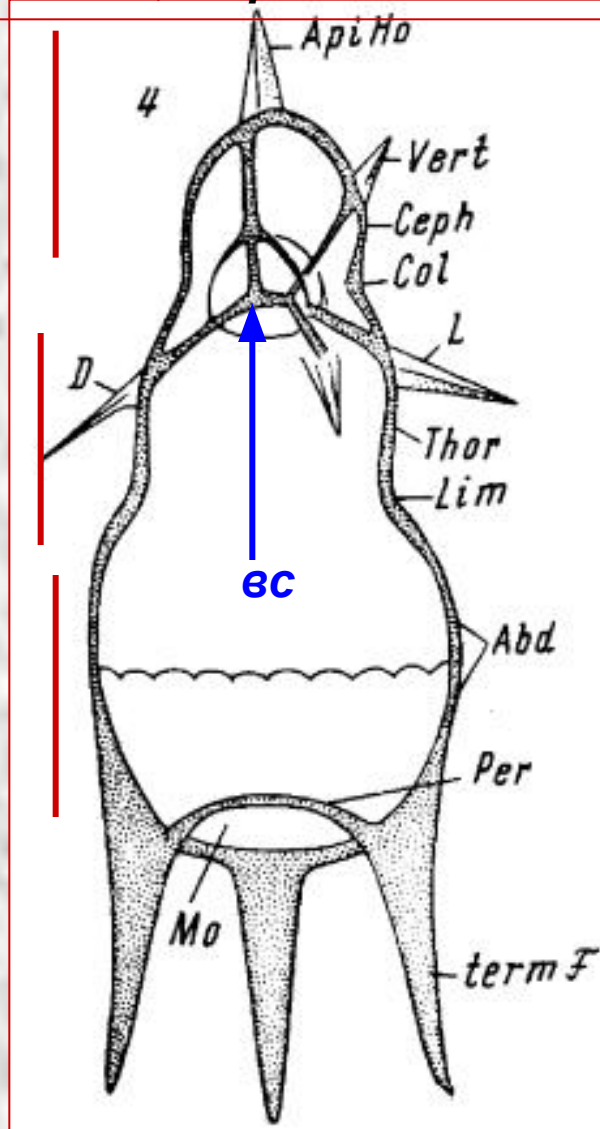


Элементы строения внешнего скелета **насселларий** : **апикальный рог (игла)**, **цефалис**, **шейное сужение**, **торекс**, **лимбранное (межкамерное) сужение**, **вентральная, дорзальные и боковые иглы**, **абдомен**, **терминальные ноги** и др.

цефалис

торекс

абдомен



ApiHo – апикальный рог,
Vert – вентрикулярная игла,

Ceph – цефалис,
Col – шейное сужение,

D – дорзальная игла,
L – боковая игла,

Thor – торакс,
Lim – лимбарное сужение,

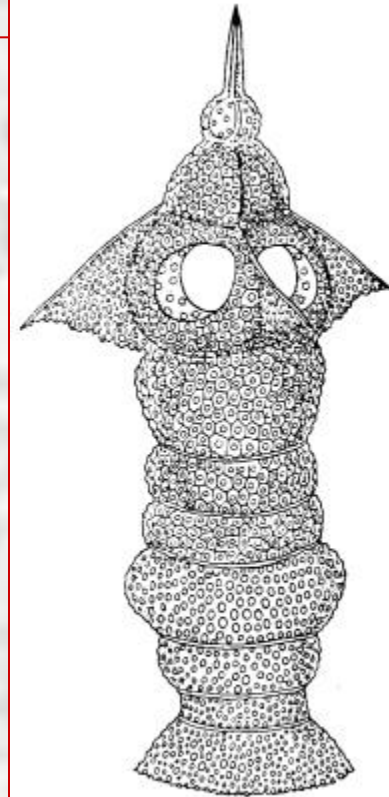
Abd – абдомен

Per – перистом

Mo – устье

term F – терминальные ноги

вс – внутренняя спикула



Раковина
насселларии с 6-ю
постабдоменами

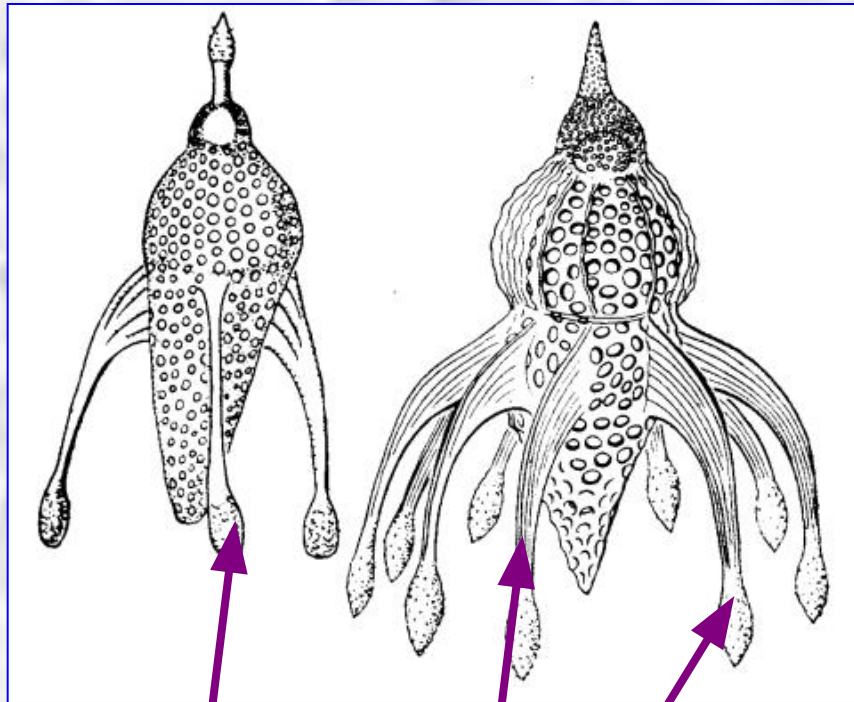
Внутренний скелет (многогранник) **Насселларий** заключен в первом отделе (цефалисе) Он образован радиальными иглами и дугами, формирующими **внутреннюю спикулу**.

Наружные тангентальные оболочки хорошо развиты. Обычно они представляют собой камеры, более или менее отделенные друг от друга.

Представители отряда **Насселларий** распространены от **мезозоя до ныне**; есть сведения о возможном присутствии насселларий в **позднем девоне – раннем карбоне**.

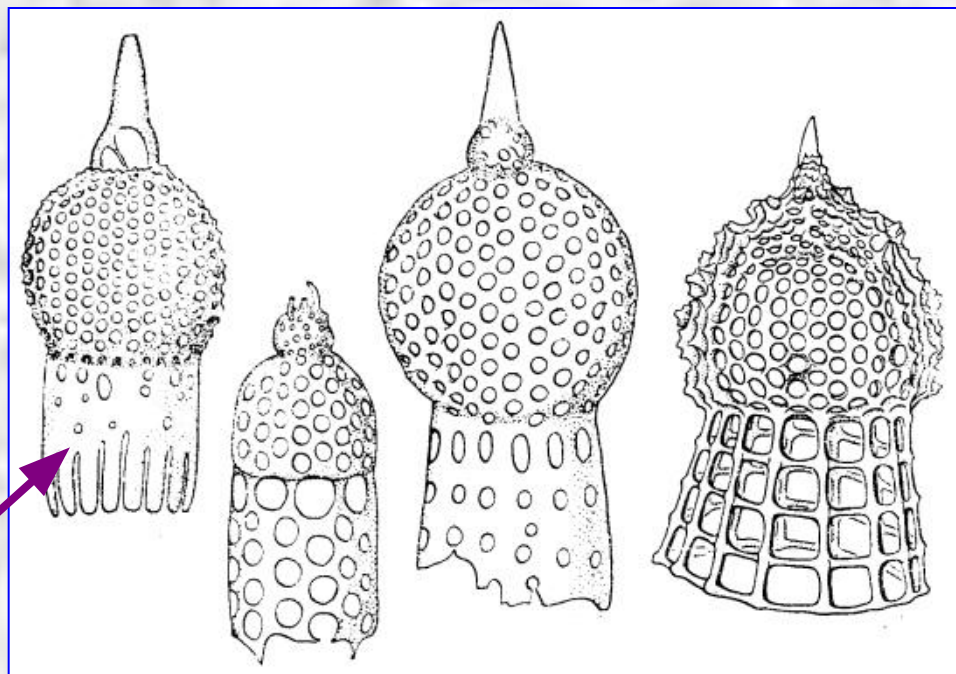


Разнообразные формы раковин населларий



терминальные ноги

**Терминальный
поясок** – сросшиеся
терминальные ноги

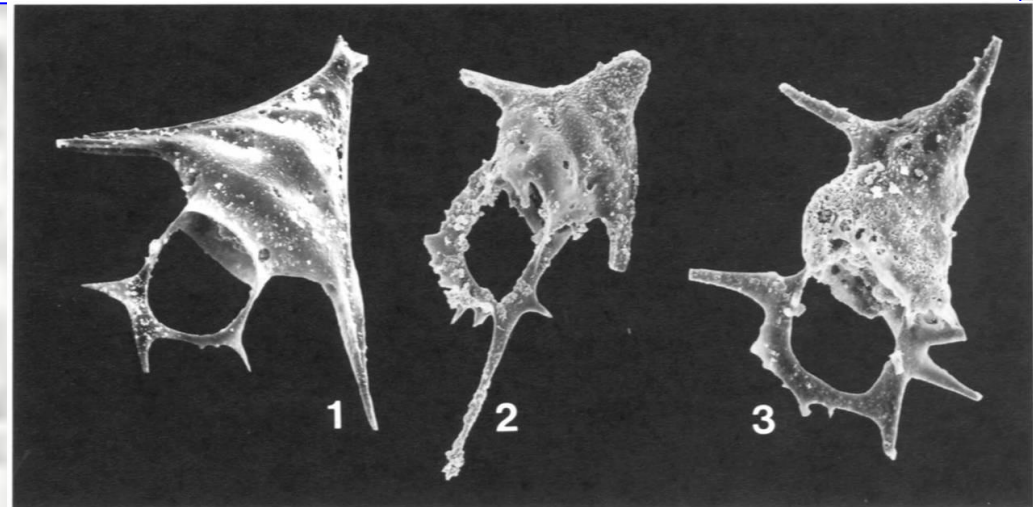


Отряд Альбаиллелларии *Albaillellaria*

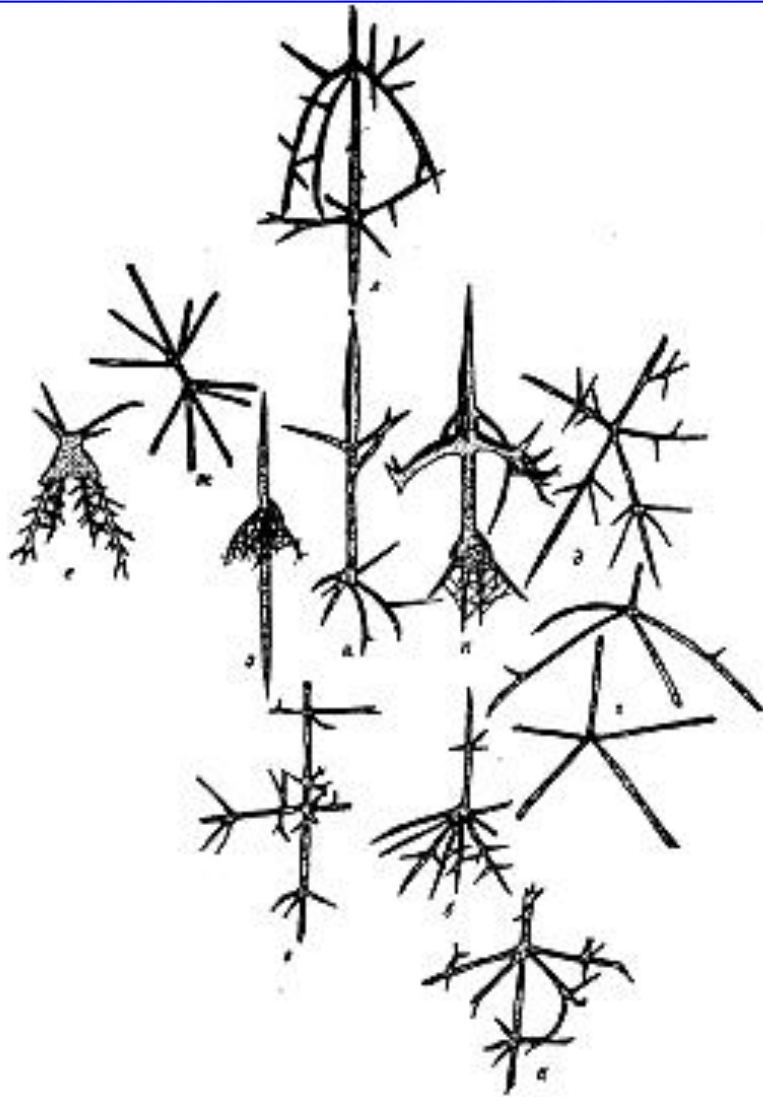
К отряду **альбаиллелларий** принадлежат ископаемые, преимущественно **двусторонне-симметричные радиолярии**. Скелет образован пересечением **трех игл**, расходящихся из одного центра или перекладины. Скелет имеет **конусовидную форму**. **Тангентальная оболочка примитивная**. Существовали от **ордовика до триаса**.

Строение скелета альбаиллелларий:

- a** – апикальная часть
- lat** – боковые крылья
- cp** – конусовидная часть
- bp** – базальная часть
- co** – колумеллы
- bc** – внутренняя перекладина



Отряд Колодарии *Colodaria*



Скелеты колодарий

Колодарии представлены крупными **одинокими** и **КОЛОНИАЛЬНЫМИ** формами.

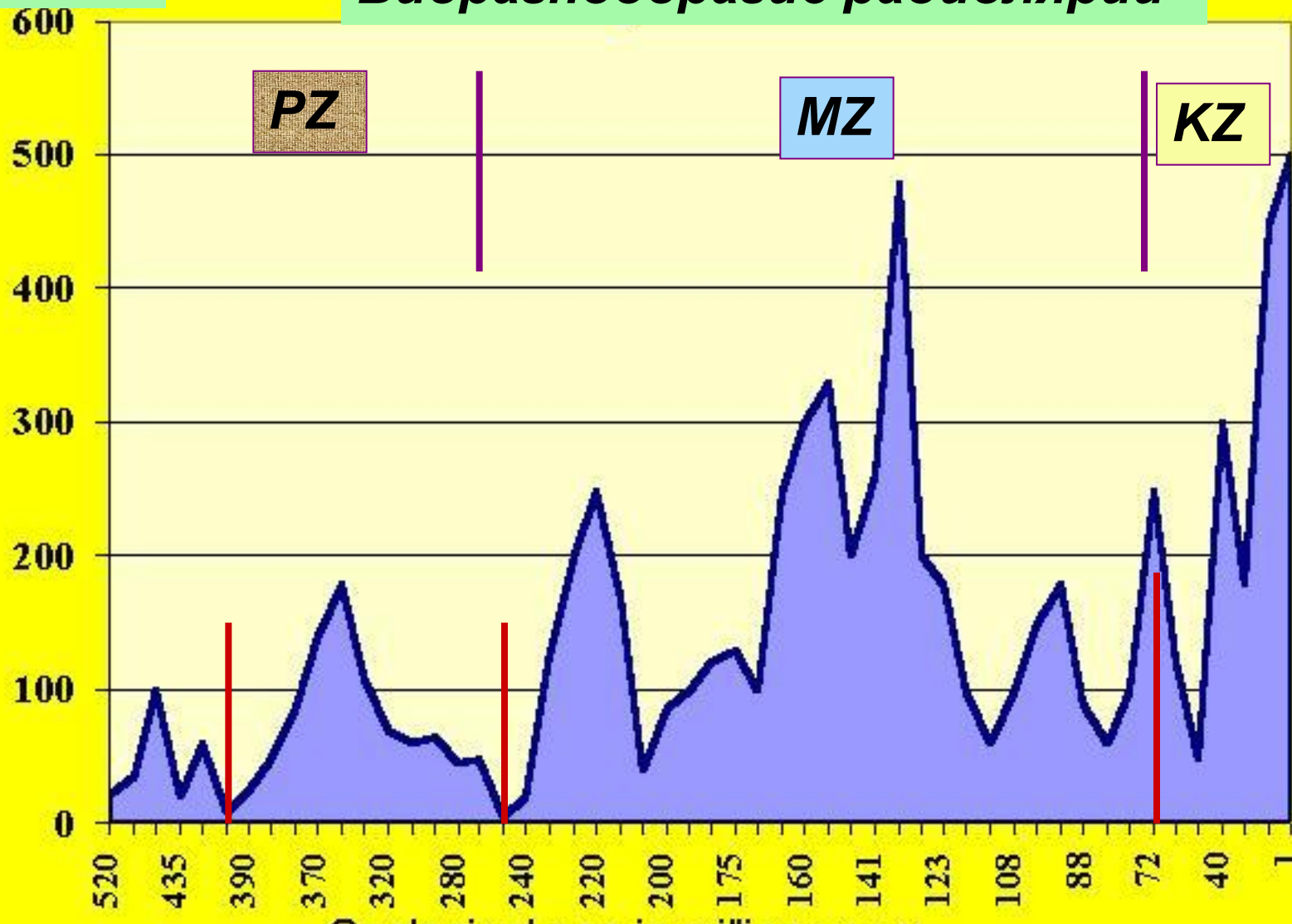
Колонии Колодарий встречаются обычно в поверхностных водах низких широт.

Одиночные формы *Колодарий* имеют простую скелетную основу, **тангентальные элементы** часто **не развиты**. Иногда скелет колодарий представлен только **многолучевой спикулой**.

Существуют со **среднего девона** **по ныне**.

Число
видов

Биоразнообразие радиолярий



Геологический возраст в миллионах лет

В настоящее время радиолярии распространены в морских водах с соленостью 32-38 промиллей в пелагиали на всех уровнях водного столба Мирового океана, а также в эпиконтинентальных морях. Они обнаружены на глубинах более 5 км (зона Клариона - Клиппертон).

В верхних более теплых поверхностных слоях обычно встречаются **тонкие ажурные радиолярии** с хорошо развитыми шипами, а **ближе к дну** – **массивные радиолярии** с редуцированными иглами.

Численность одиночных радиолярий на разных глубинах от **10 до 16000 экз. на кв. м** воды. Радиоляриевые илы покрывают миллионы кв. км дна современных океанов.

Существует **два максимума концентраций радиолярий**:

- 1) **поверхностный (0 м), 2) подповерхностный (50 – 100м).**

Общее количество раковин радиолярий в осадке может достигать сотен тысяч экземпляров на 1 г. осадка.

Радиолярии являются **фильтраторами**. Известны **эврибатные** и **стенобатные** виды. Для некоторых радиолярий характерны **суточные миграции** в интервале до 300 м.

Из **абиотических факторов** на продуктивность радиолярий наиболее влияют **климатические условия**. В настоящее время выделяются зоны : **бореальная, тропическая, экваториальная, антарктическая**, которые отличаются по количеству экземпляров радиолярий на 1 куб. м воды.

Однако сохранность радиолярий в осадках бореальной зоны во много раз лучше, чем в тропических.

Радиолярии **холодных областей и глубин** более крупные и толстостенные, почти гладкие и мелкопористые.

В **мелководных отложениях** скелеты радиолярий грубые, иглистые.

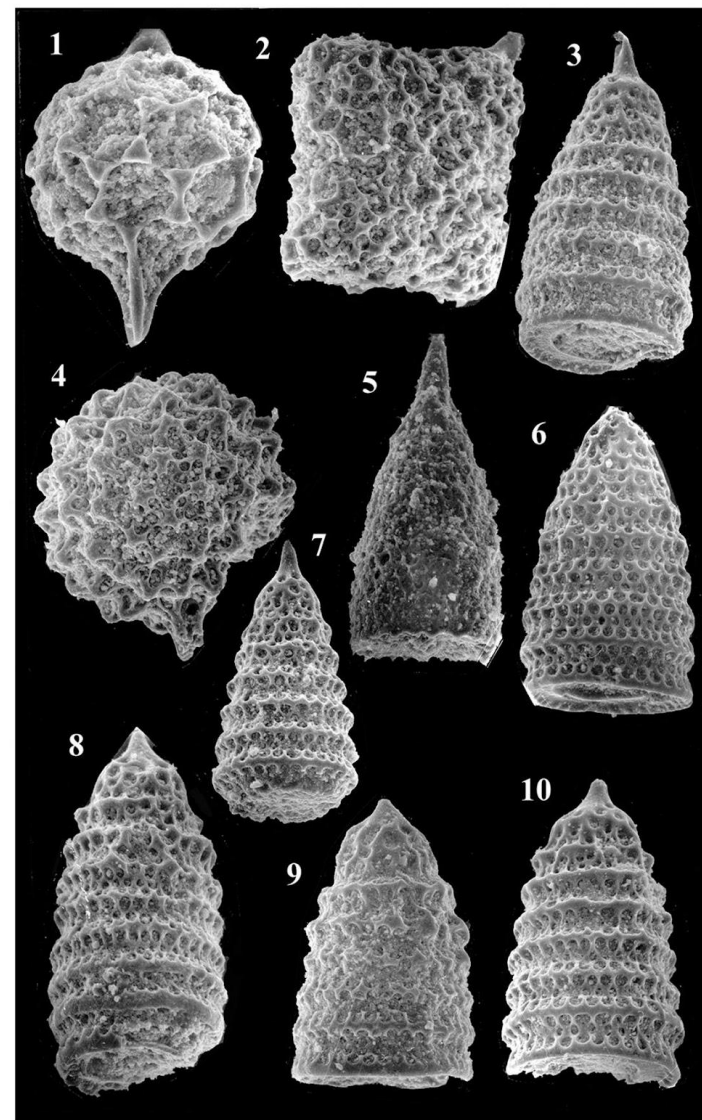
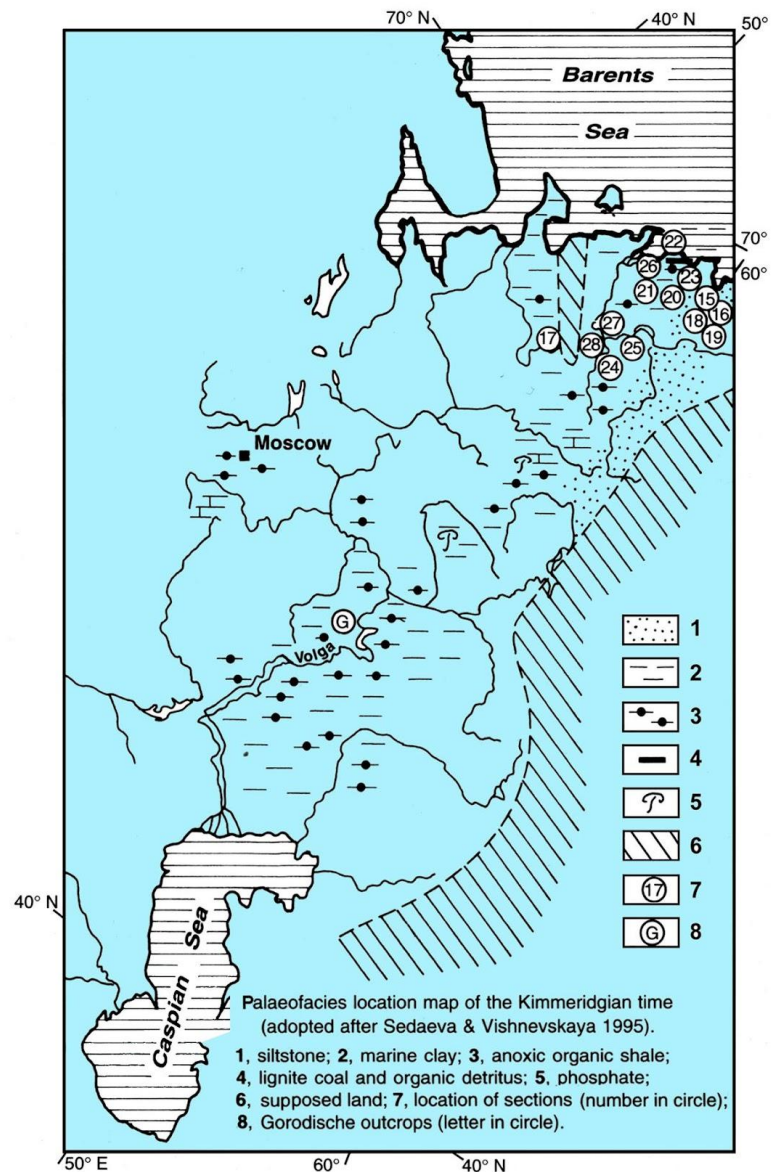
Обычно морская вода недонасыщена кремнеземом. Во время осаднения на дно раковин погибших радиолярий почти всегда растворяются тонкостенные и ювенильные формы. Поэтому **численность радиолярий в планктоне значительно превышает численность радиолярий в осадке.**

Однако при **подводной вулканической деятельности** величина растворенного кремнезема значительно увеличивается (например на 10% на площади 150 – 200 км от места извержения)

Это приводит к тому, что на этой территории увеличивается

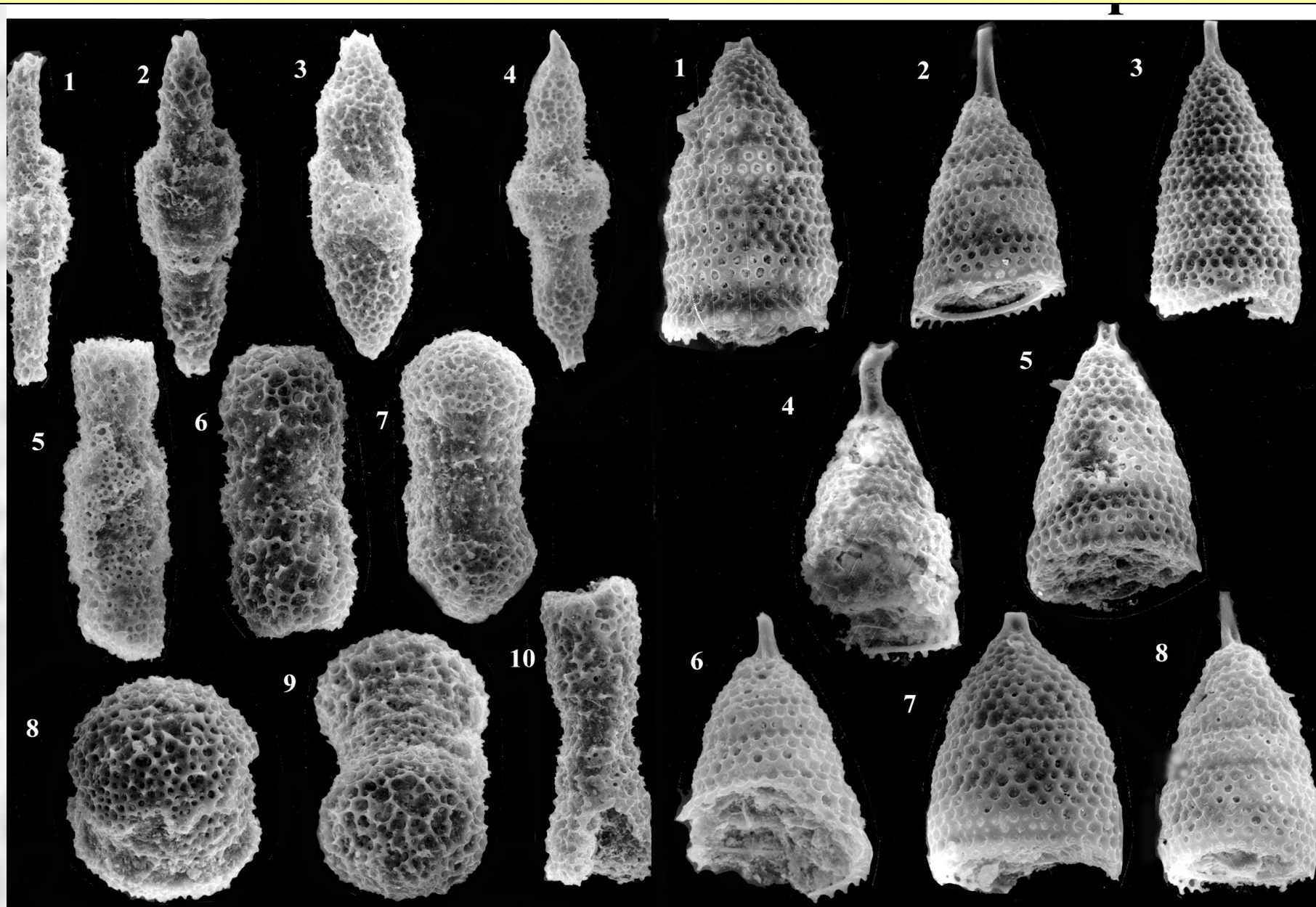
- 1) численность радиолярий,**
- 2) разнообразие их видов,**
- 3) количество сохранившихся радиолярий.**

Радиолярии играют большую роль в **круговороте кремния** и способствуют накоплению мощных толщ кремнезема (девон и карбон Тагило-Магнитогорской СФЗ Восточного склона Урала, мезозойские и кайнозойские осадки Тихоокеанского складчатого пояса и др.).

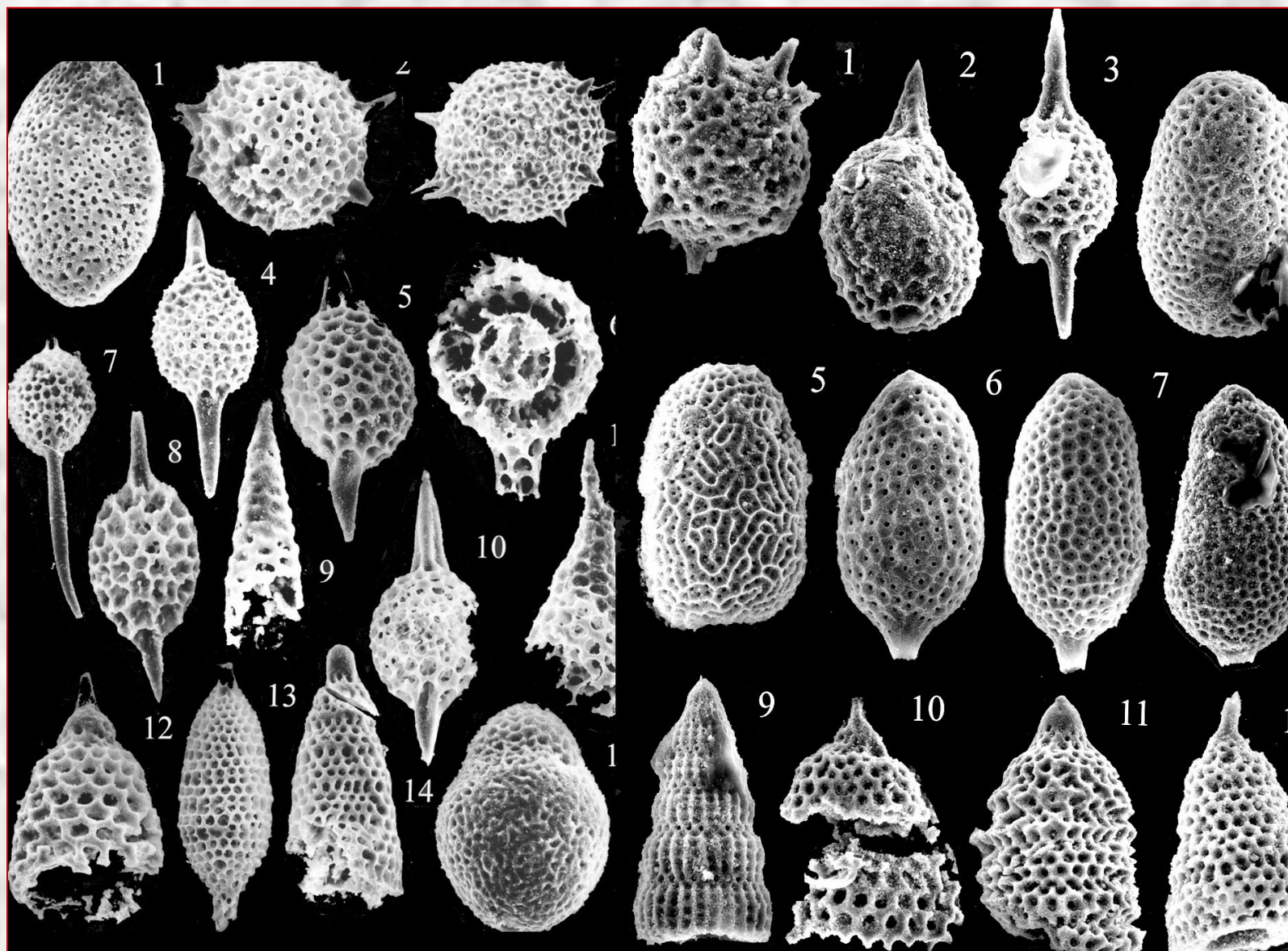


Положение скважин и обнажений с киммериджскими (верхняя юра) радиоляриями на Русской плите и фототаблица с наиболее характерными видами

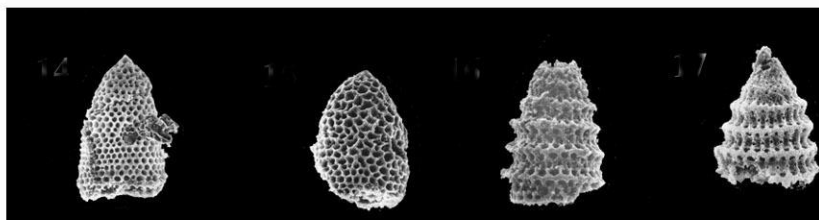
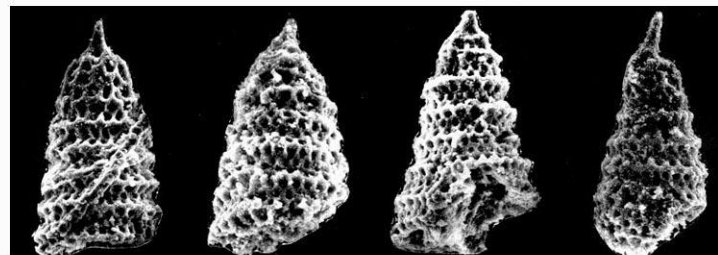
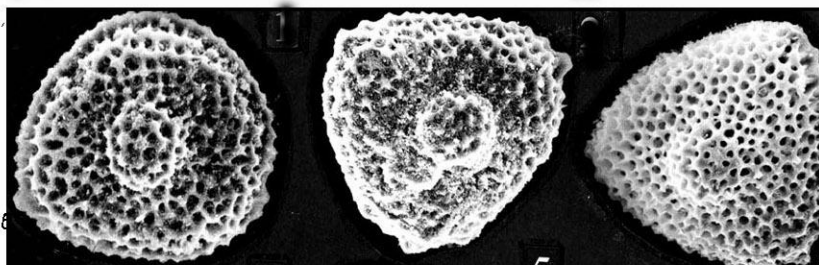
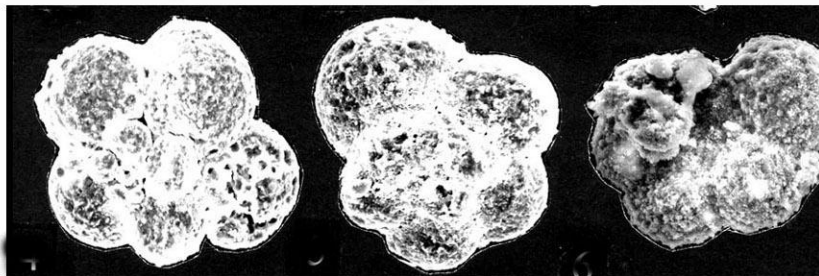
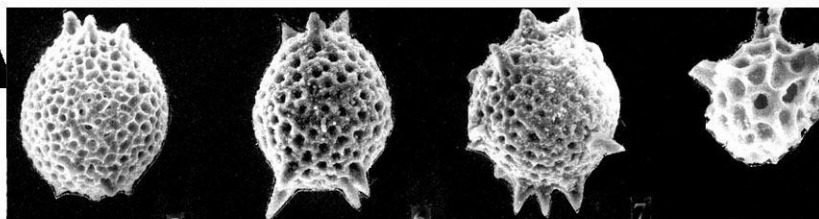
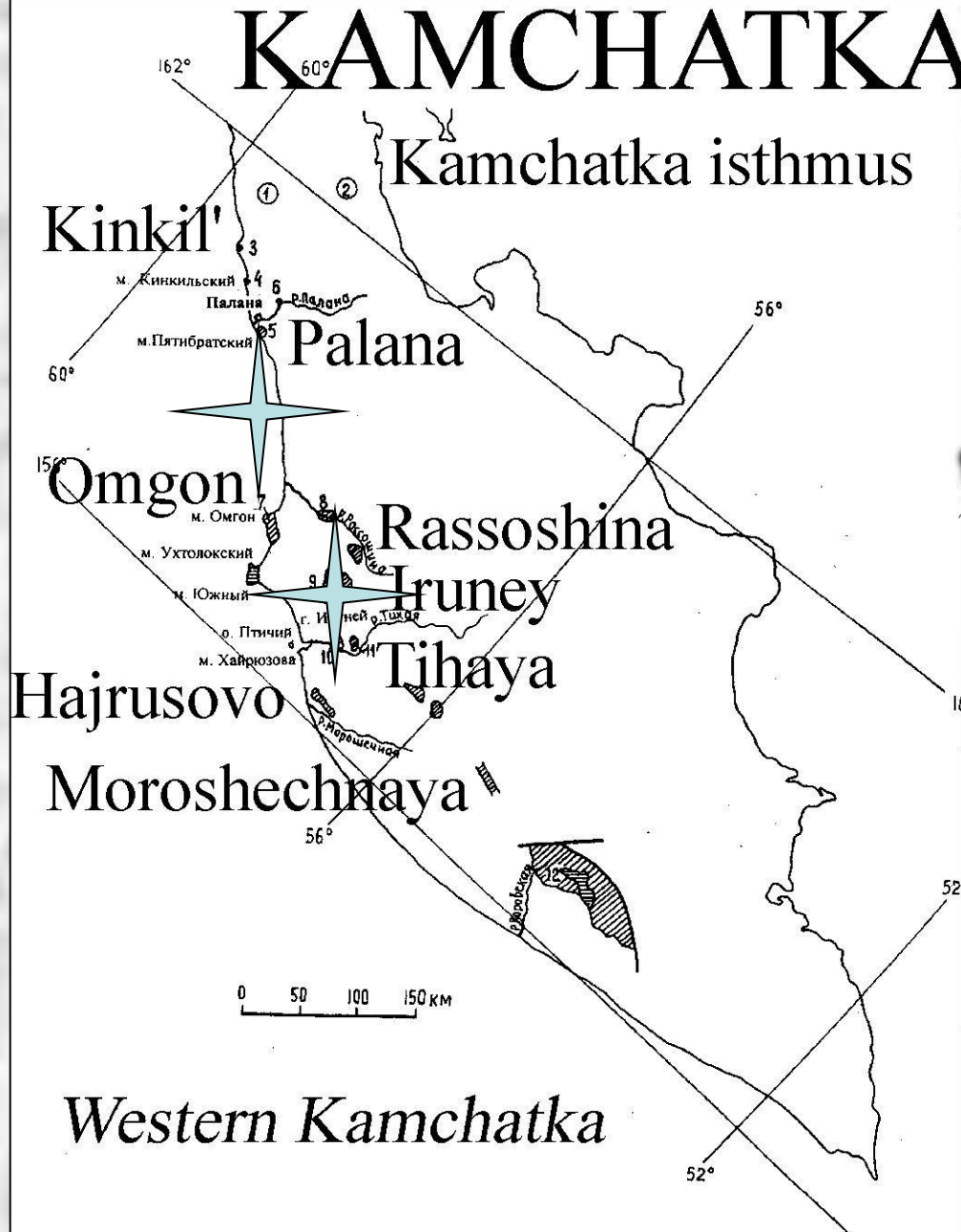
Комплекс кампанских (верхний мел) радиолярий запада Сибирской платформы



Комплекс кампанских (верхний мел) радиолярий из Камчатки



KAMCHATKA



Кайнозойские радиолярии и фораминиферы Камчатки

Использование радиолярий для биостратиграфии триаса в Тихоокеанском поясе

Терригенно-кремнистые триасовые отложения распространены на значительной территории севера Тихоокеанского подвижного пояса - Карякском нагорье, Приамурье, Сихоте-Алине, Японии, Аляски и др. По фациальному происхождению и по структурному положению отложения триаса в этих районах близки между собой.

Триас часто входит в состав аккреционных комплексов, для которых характерны шарьяжные горизонтальные перемещения по оси континент – океан. Эти комплексы формировались в открытой области океана у зон субдукции океанических поднятий и островных дуг. В данных комплексах происходит смешивание молодых осадочных толщ океанического склона и более древних толщ континентальной окраины.

Литологический состав обоих комплексов общий – кремнисто-глинистый. Для установления стратификации и строения толщ широко используются радиолярии

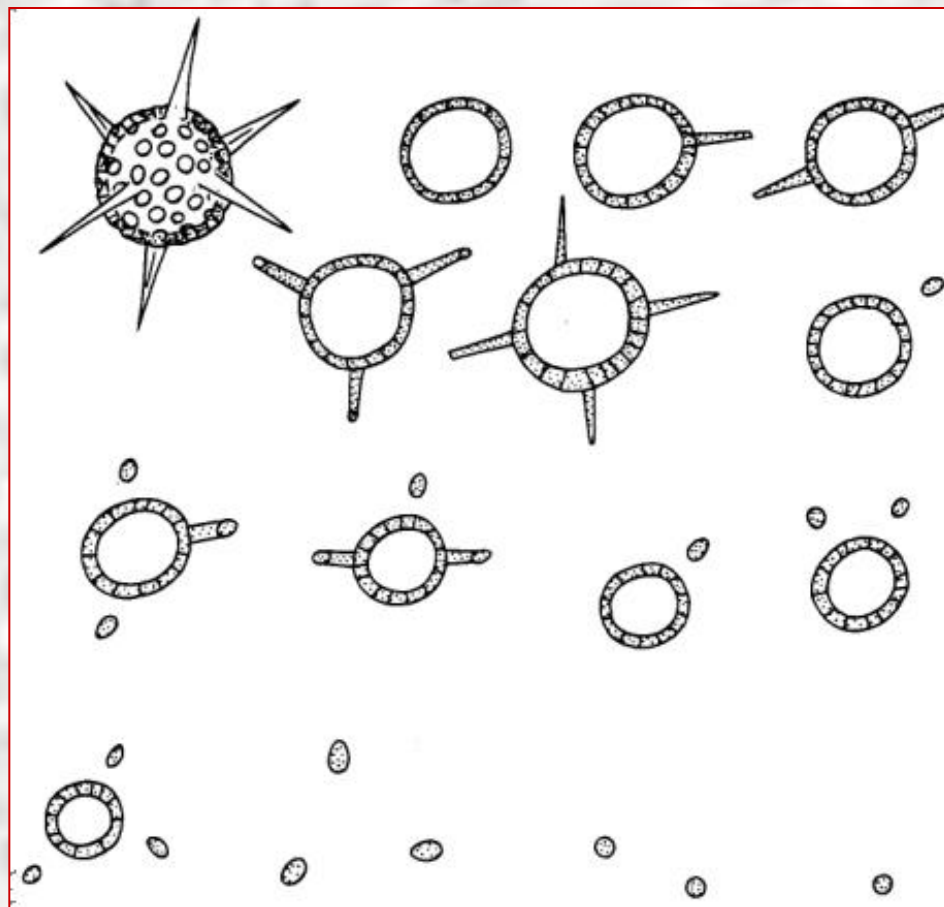
В твердых породах сохранность радиолярий много хуже, чем в рыхлых. Поэтому правильно выбранная методика сборов и препарирования экземпляров значительно влияет на конечные результаты исследований.

Образцы для изучения радиолярий обычно отбираются «в слепую» через **определенные интервалы** из участков **невыветрелой породы**.

Далее образцы породы **измельчают и дезинтегрируют**.

Кремнистые породы обрабатывают 5-20% раствором **фтористоводородной** (плавиковой) **кислоты** в течение 12 – 24 часов. **Карбонатные** породы обрабатывают **уксусной кислотой**, а **терригенные** – **перекисью водорода, щелочами или органическими кислотами**.

Сохранность раковин считается хорошей, если на ней хорошо видны поры и удовлетворительной – если поры различимы слабо.



Целая раковина радиолярий и ее возможные сечения в петрографических шлифах



Спасибо за внимание!

