

# ПАЛИНОЛОГИЯ

## Спорово-пыльцевой анализ

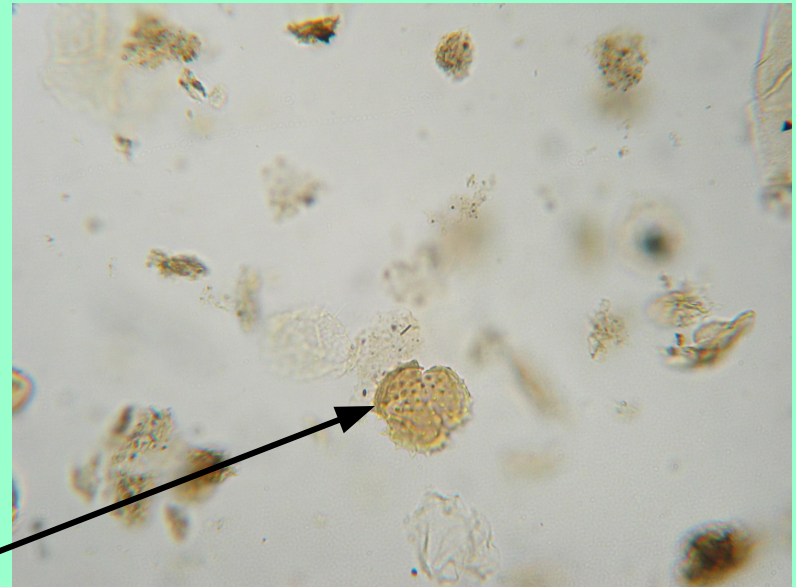
**Палинология** – отрасль ботаники, изучающая споры и пыльцевые зерна (пыльцу) высших растений, как современных, так и ископаемых (**палеопалинология**).

Размер спор и пыльцевых зерен равен **десяткам**, а иногда **сотням микрон**.

**Споры и пыльцевые зерна являются репродуктивными образованиями.**

**Споры и пыльцевые зерна образуются у высших растений:**

**Мохообразные, плауновидные,  
папоротникообразные, голосеменные,  
покрытосеменные**



**Пыльцевые зерна и споры растений в специально  
приготовленных препаратах**

# Высшие растения

мохообразные

плауновидные

папоротникообразные

покрытосеменные

голосеменные

## Равноспоровые (изоспоровые)

У представителей одного и того же вида этих групп присутствуют только **одинаковые по величине споры**.

У данных растений **споры** служат для **размножения, сохранения и распространения вида**.

## Разноспоровые

Эти группы имеют **мегаспоры** и **микроспоры** (пыльцевые зерна).

У данных растений функции **сохранения и распространения вида** принадлежат **семенам**.

# **ИЗОСПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ**

**В жизненном цикле чередуются особи бесполового и полового поколений, которые размножаются, соответственно, бесполовым и половым путем.**

*Формирование спор у плауновидных, моховидных и папоротниковых происходит в **спорангиях** – специальных вместилищах на нижней стороне обыкновенных листьев или в **спорофиллах** - особых видоизмененных редуцированных листьях.*

*Предварительно в спорангиях образуются материнские клетки спор. Затем каждая материнская клетка делится на 4 клетки - **тетраду спор**. Число спор в спорангиях от 8 до 64.*

*После созревания клетки спорангий лопаются, а споры высыпаются и разносятся воздушными потоками.*

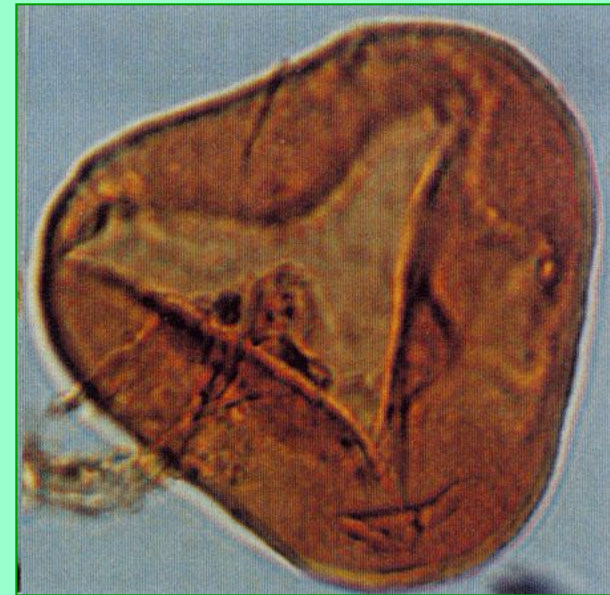
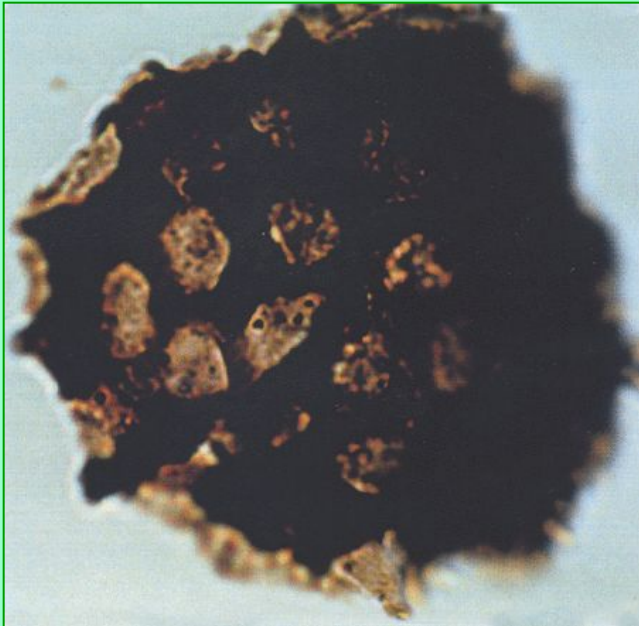
***У изоспоровых отсутствуют цветы и плоды***

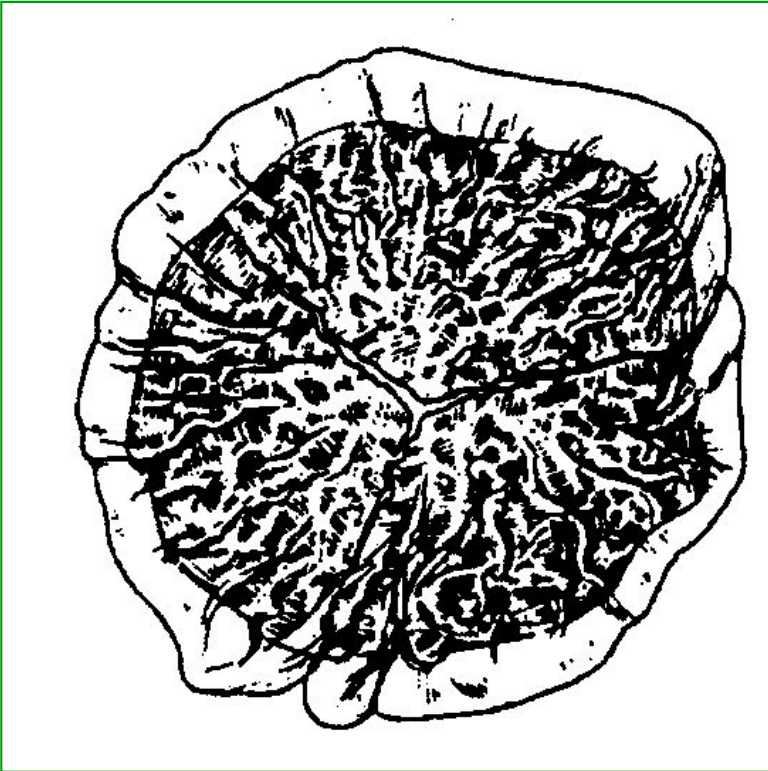
Спора состоит из **оболочек - наружной (экзина) и внутренней (интина) и протоплазмы.**

Экзина выполнена **пектиновым веществом**, которое обладает исключительной стойкостью в отношении внешних воздействий и **сохраняется в ископаемом состоянии.**

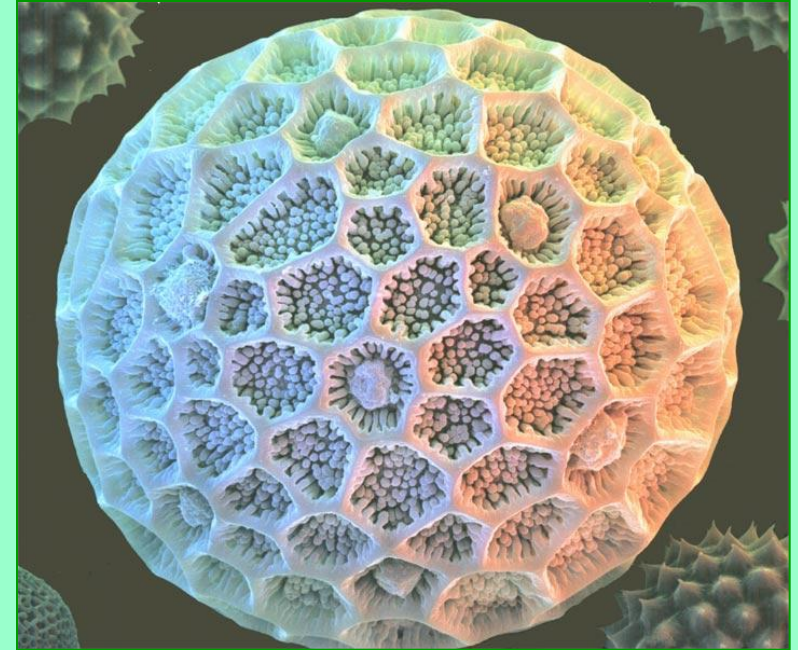
**Интина и протоплазма в ископаемом состоянии не сохраняются.**

*Разнообразное строение экзин спор*





*Ископаемая спора -  
сохранилась только **экзина**  
(наружная оболочка из  
пектинового вещества)*



*Современная пыльца.  
Видна **экзина** (наружная  
оболочка), внутри  
находится **интина**  
(внутренняя оболочка) и  
протоплазма*

## Строение спор

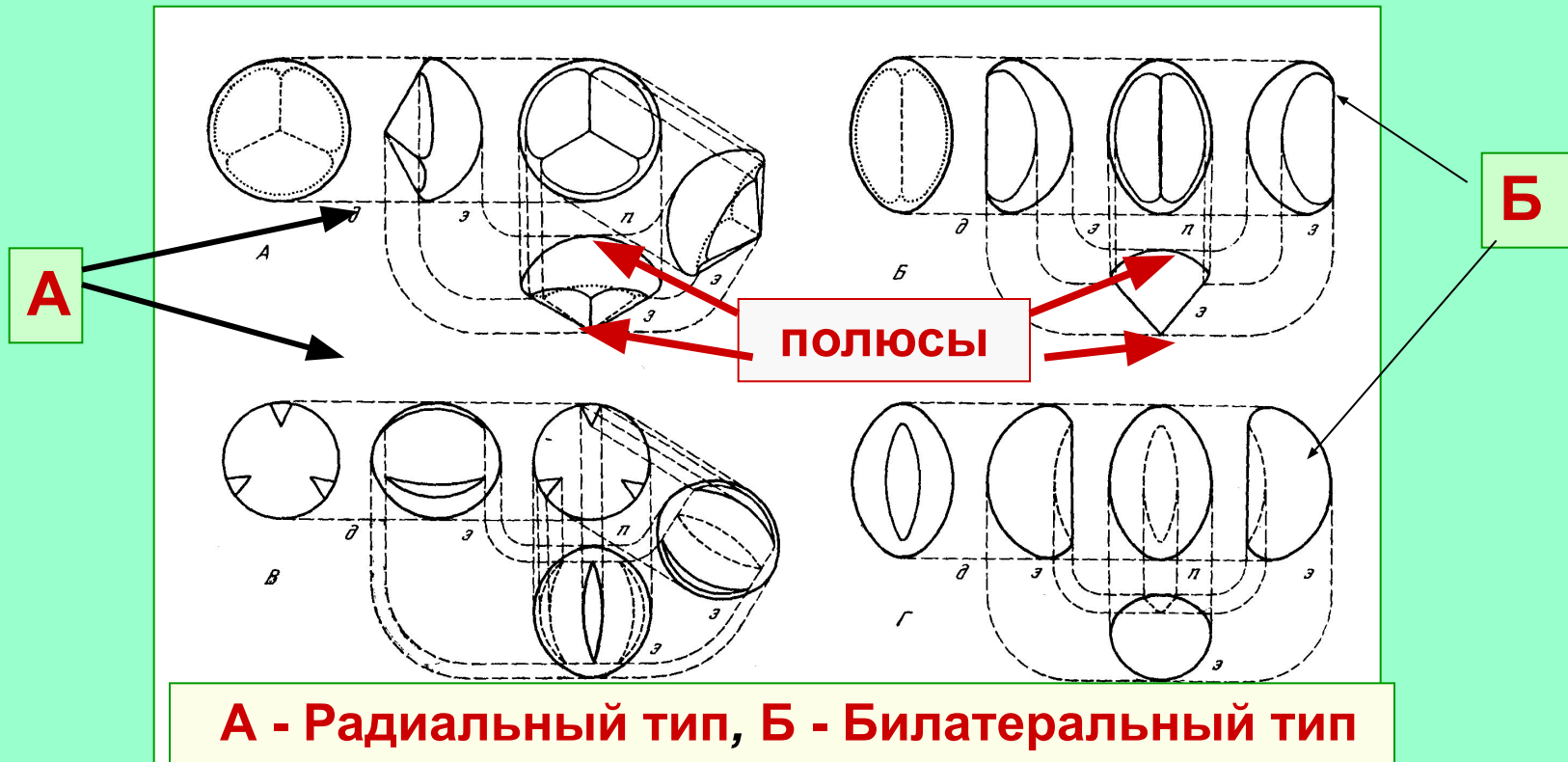
Материнская клетка всегда содержит 4 споры (**тетрада спор**).

Существует 2 типа расположения спор в зависимости от упаковки их в материнской клетке: **Радиальный** и **Билатеральный** типы

**А - Радиальный тип**, когда споры образуются в виде четырех **шарообразных тетраэдров**. При этом **три внутренние стороны** каждой споры **уплощены**, т.к. соприкасаются с соседними спорами, четвертая - **наружная сторона** каждой споры остается свободной и **выпуклой**.

**Б - Билатеральный тип** (двусторонний), когда споры залегают четырьмя удлинненными **сферическими секторами**. Каждая спора соприкасается с соседними **двумя сторонами**, подобно дольке апельсина. Эти стороны являются **уплощенными**, а третья сторона – **выпуклой**.

## Типы распада тетрады спор на отдельные споры



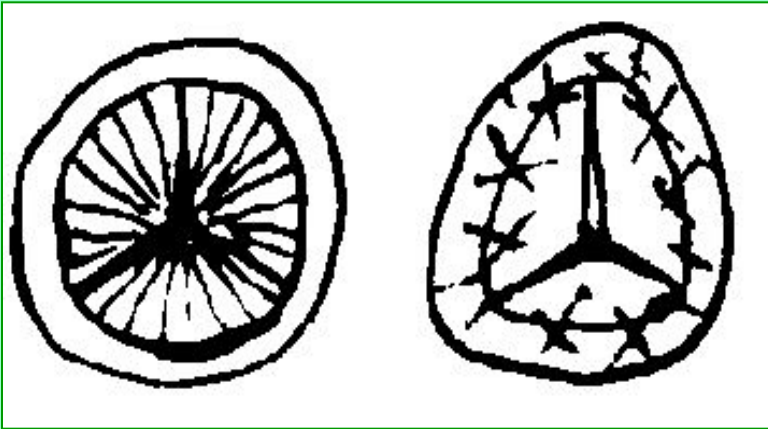
**А - Радиальный тип, Б - Билатеральный тип**

**В каждой споре можно различить две крайние точки - два полюса: внутренний, обращенный к центру тетрады, и наружный, расположенный на наружной стороне. К внутреннему полюсу подходят гребни, которые образуются на местах соприкосновения соседних спор.**

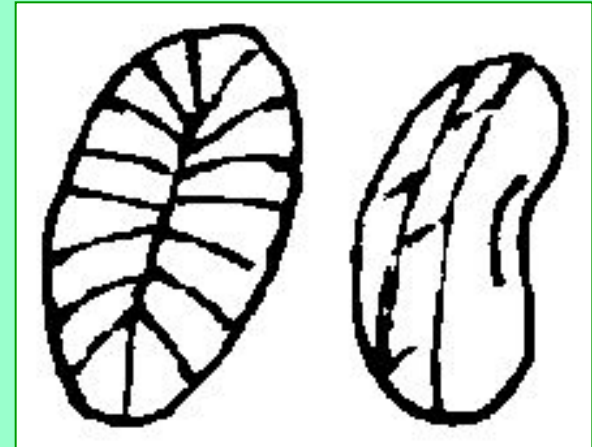


При радиальном строении каждая спора у внутреннего полюса имеет **три гребня или рубца** на местах соприкосновения с соседними спорами. В дальнейшем рубцы во время созревания лопаются и превращаются в **трехлучевую щель**, которая и является местом прорастания споры.

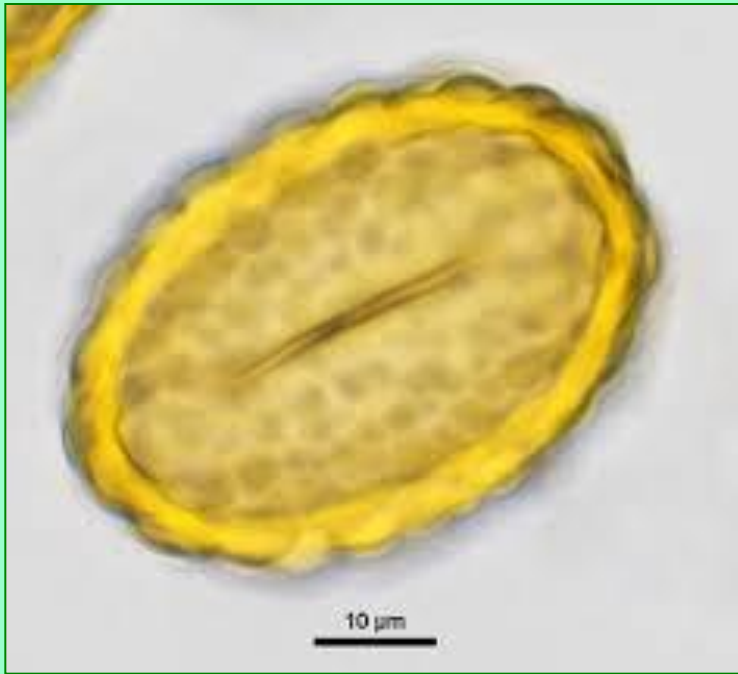
При билатеральном типе формирования спора имеет один **линейный гребень**, который в дальнейшем превращается в **однолучевую щель**.



Спора с **трехлучевой щелью**

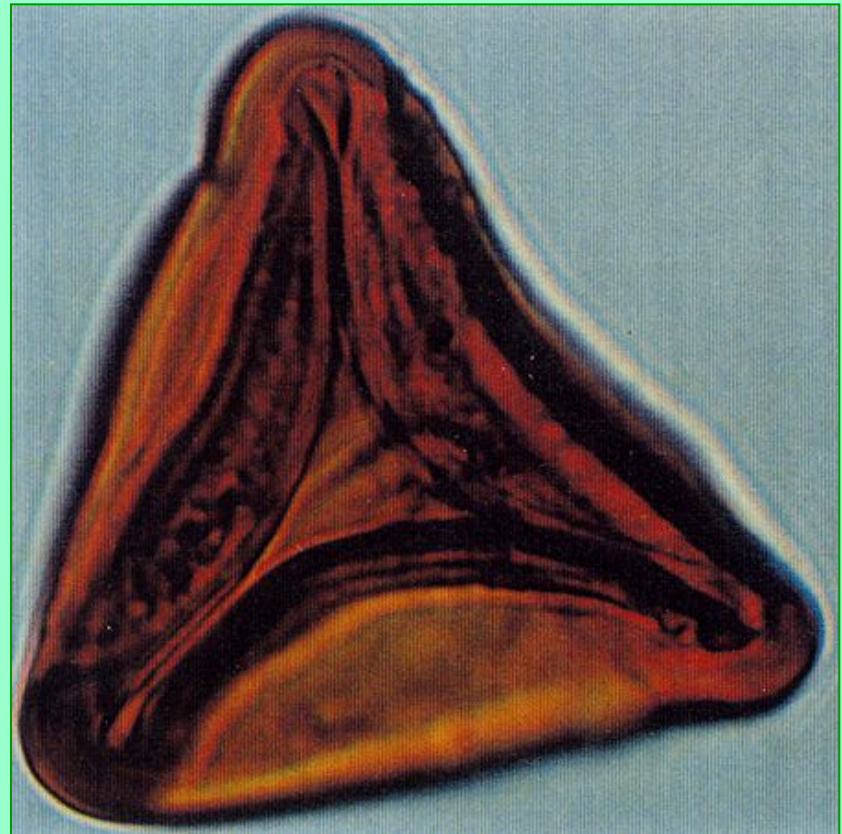


Спора с **однолучевой щелью**



**Спора однолучевая**

**Спора с *трехлучевой* щелью**





**Споры с  
трехлучевой  
щелью**

**Внешняя поверхность экзины** - гладкая или с различными скульптурными выростами – бугорками, шипами, сетками, ямочками.

**Экзина** бывает однослойная и реже – двухслойная. **Щель разверзания** является важным морфологическим признаком спор. В зависимости от степени созревания споры щель разверзания может быть разной длины – доходить до контура споры или составлять половину его радиуса.

**Щель** бывает простая и окаймленная. Окаймление щели зависит от толщины и скульптуры экзины: тонкая и нежная экзина может отвернуться и образовать кайму вокруг лучей щели.



*Несозревшая спора с  
трехлучевой неразверзлой щелью*

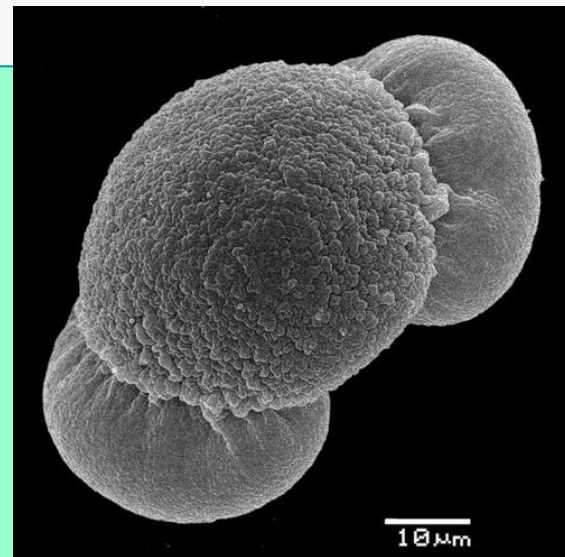


*Созревшая спора с  
каймой вокруг  
трехлучевой  
разверзлой щели*

# РАЗНОСПОРОВЫЕ (семенные) РАСТЕНИЯ

У семенных растений существуют **макроспоры (женские)** и **микроспоры (мужские) – пыльца (пыльцевые зерна)**

Макроспоры образуются на одной из макроспорангий (**пестике**) и остаются вместе с ним на материнском растении. На макроспорангий каким-либо способом переносится микроспора вместе с мужскими гаметам.



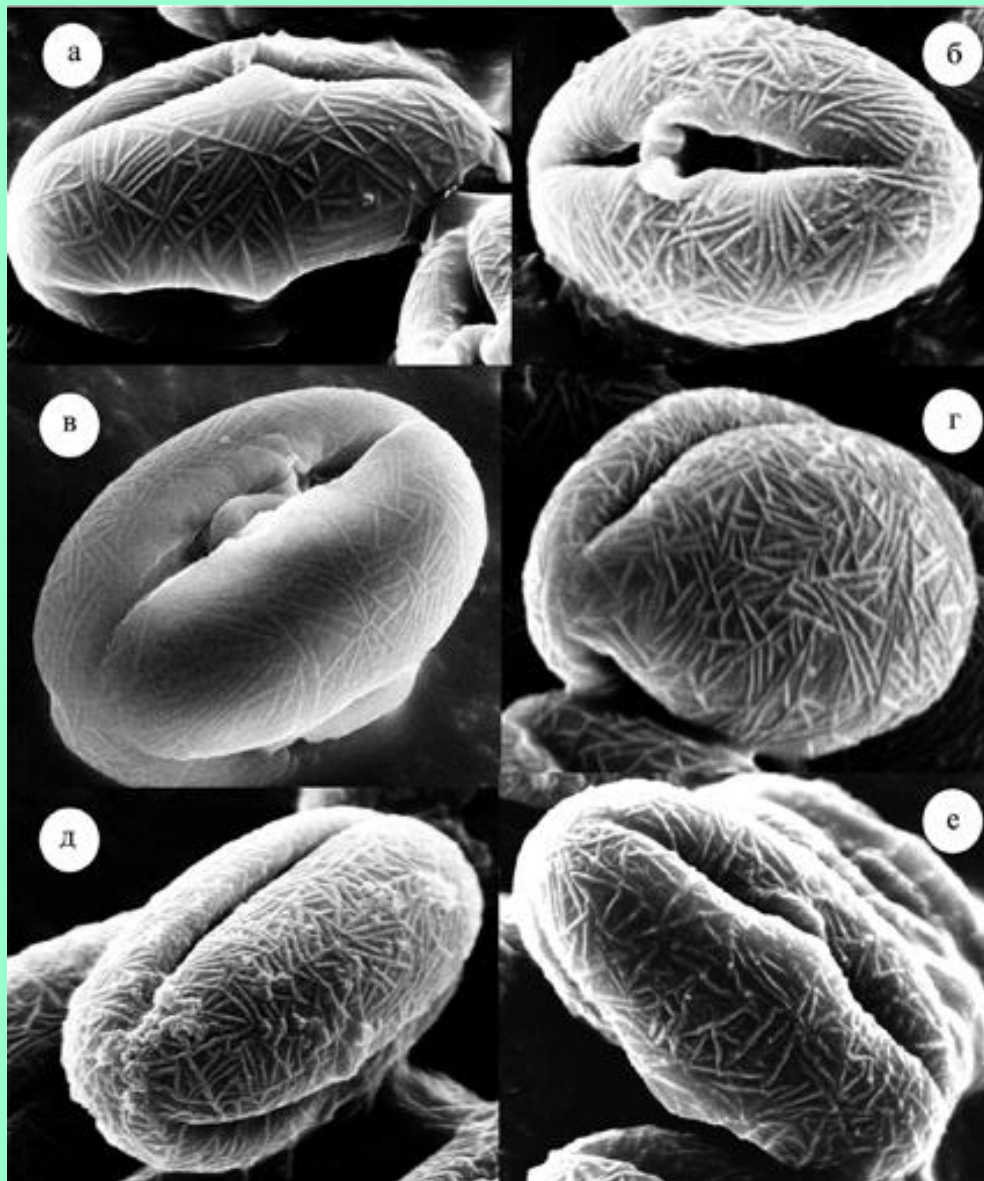
Пыльцевые зерна (микроспоры)

**После оплодотворения происходит развитие нового растения (**спорофита**) – семени, содержащего зародыш и запасы питательных веществ. Это семя, отделившись от материнского растения и попадая в подходящую среду, прорастает и дает новое растение.**

**Для рассеивания и распространения семенных растений служат не споры, а семена.**

**Бесполого размножения спорами у семенных растений нет.**

**Пыльцевые зерна семенных растений при своем формировании проходят стадию деления, в результате которого в каждой материнской клетке образуется по 4 микроспоры, соединенные в тетраду. При созревании тетрада распадается на отдельные клетки – собственно пыльцевые зерна.**



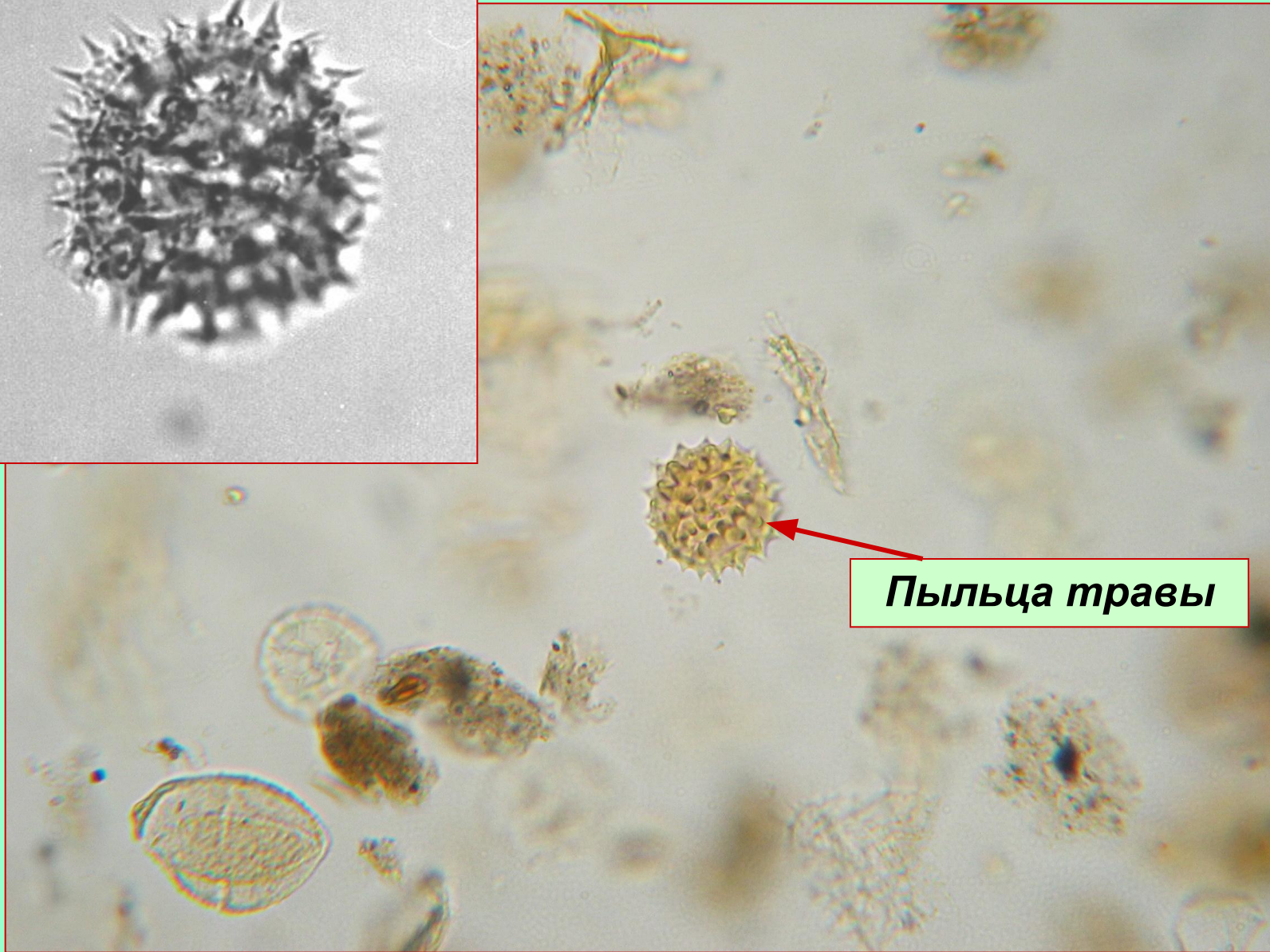
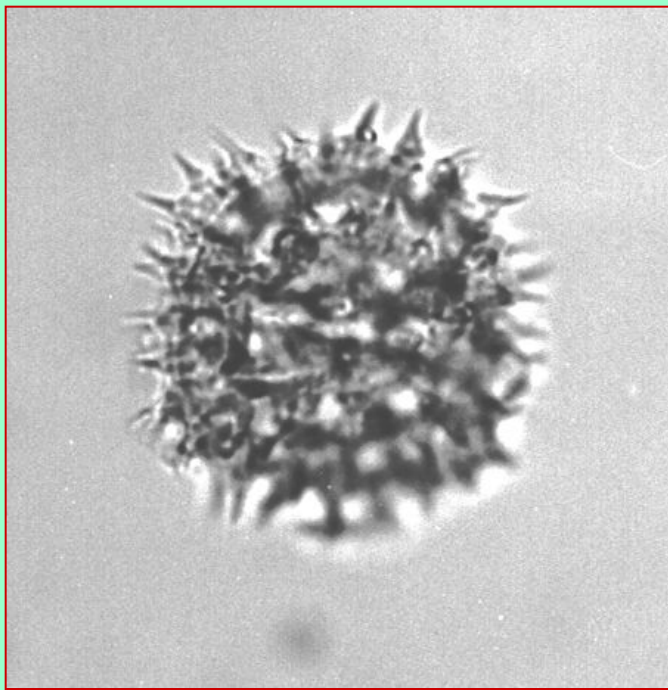
**Пыльца хвойных растений**

**Строение пыльцевых зерен,  
сканирующий электронный  
микроскоп**

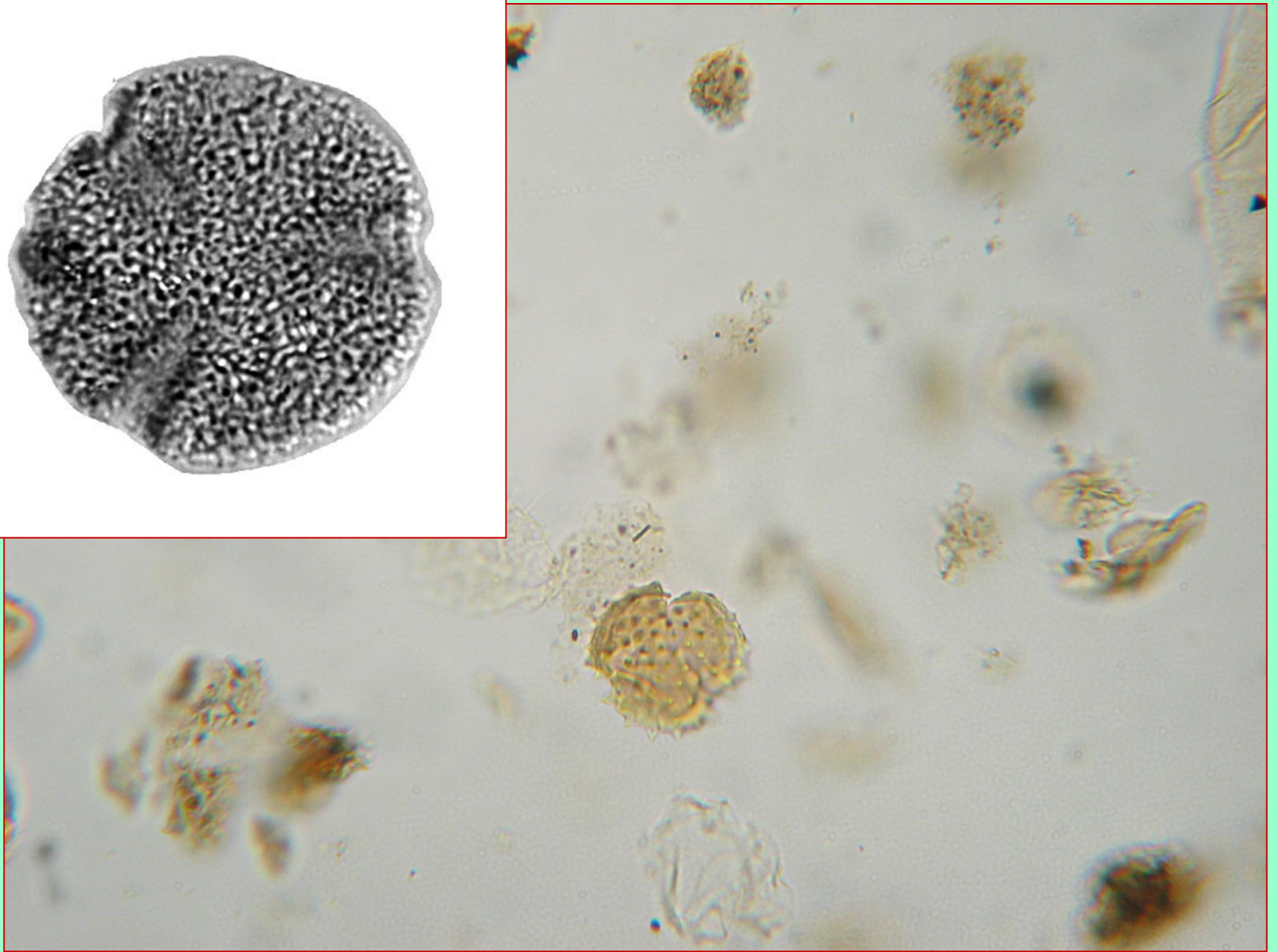
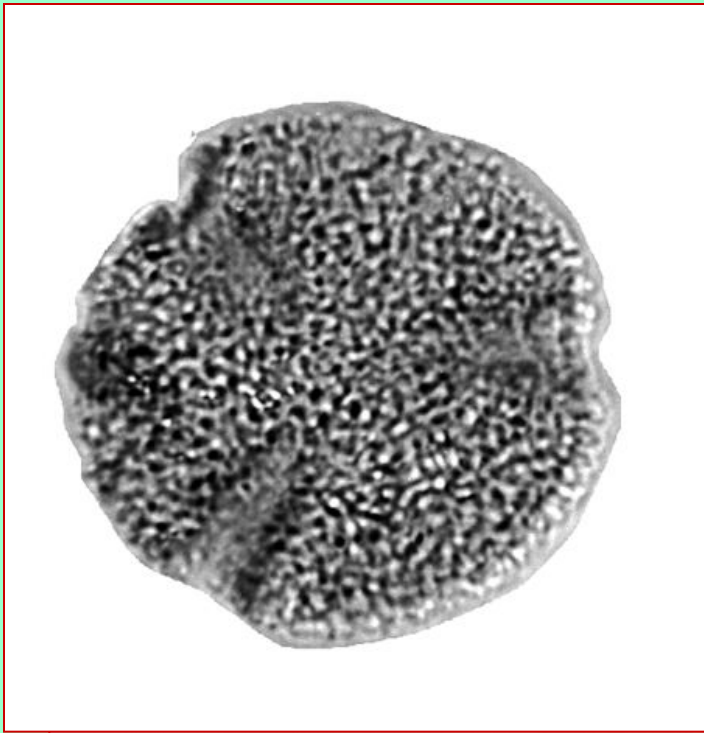


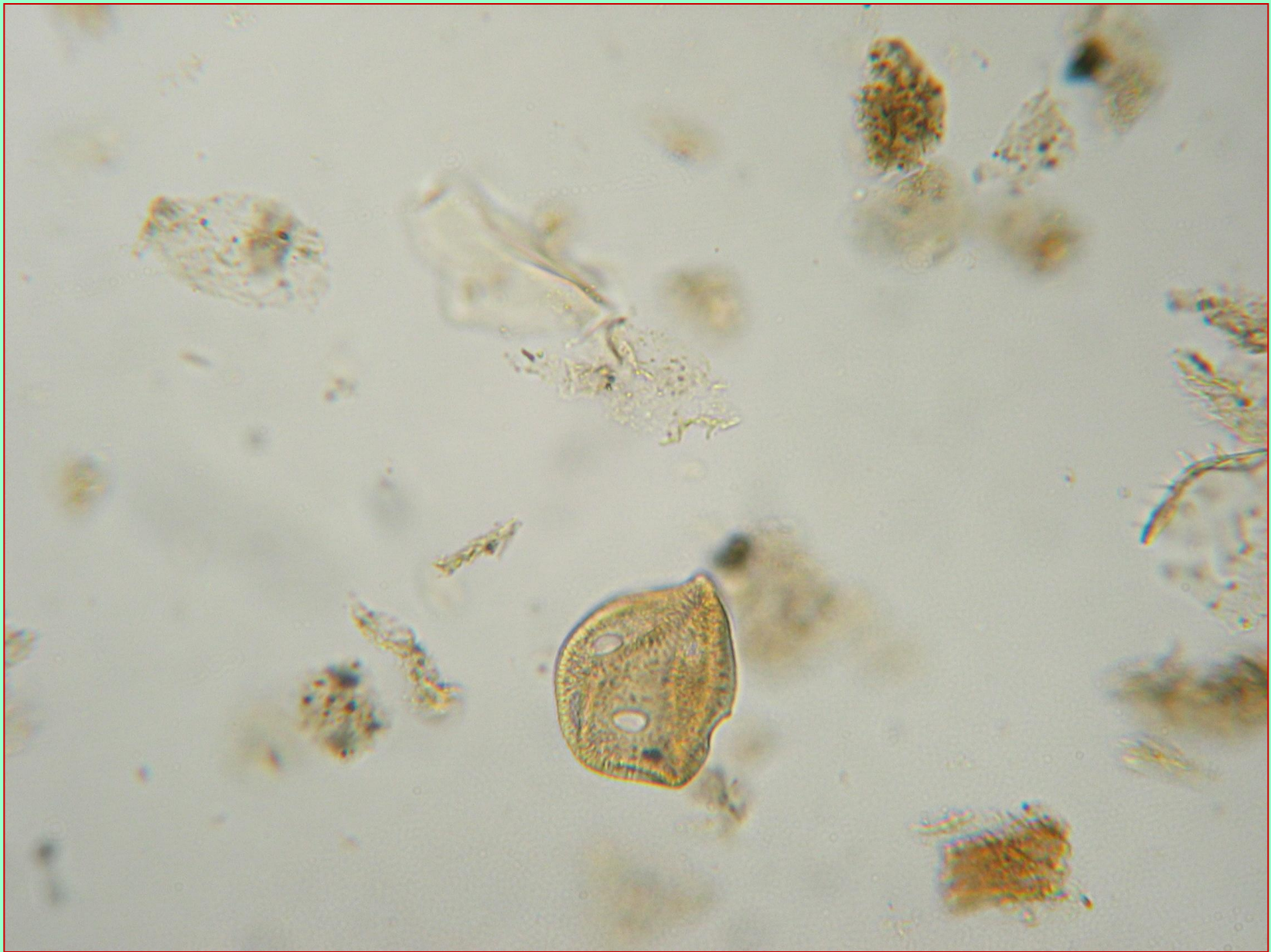


**Пыльца  
(микроспоры,  
пыльцевые зерна)  
покрытосеменных  
растений**



**Пыльца травы**





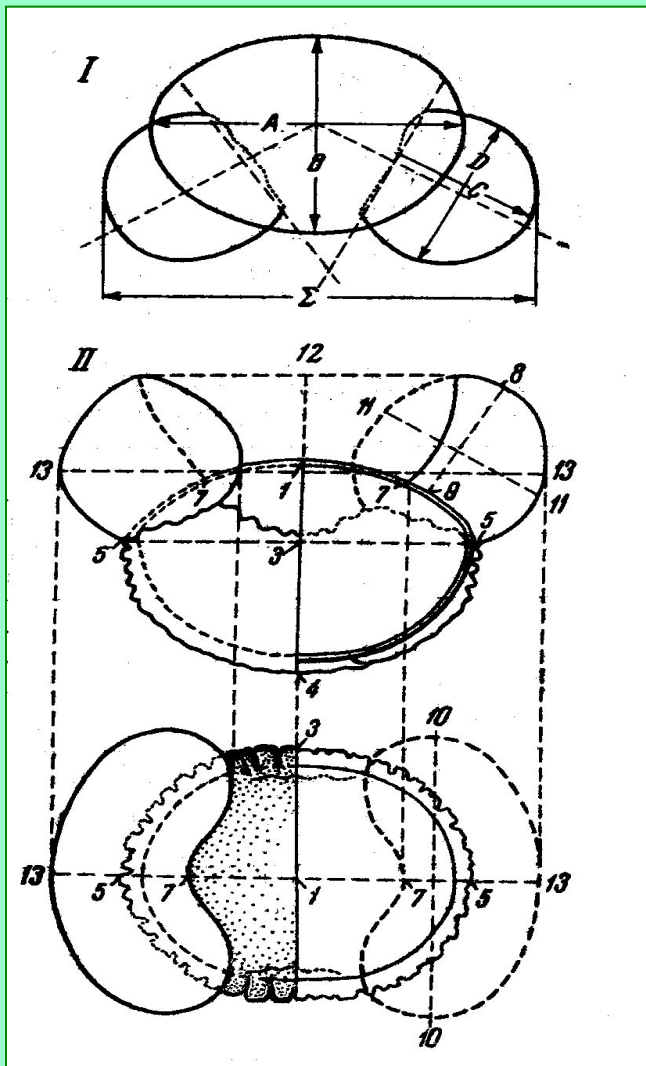
***Препарат с пыльцой покрытосеменных растений.***

**По своему строению пыльцевые зерна голосеменных растений бывают безмешковые и с воздушными мешками.**

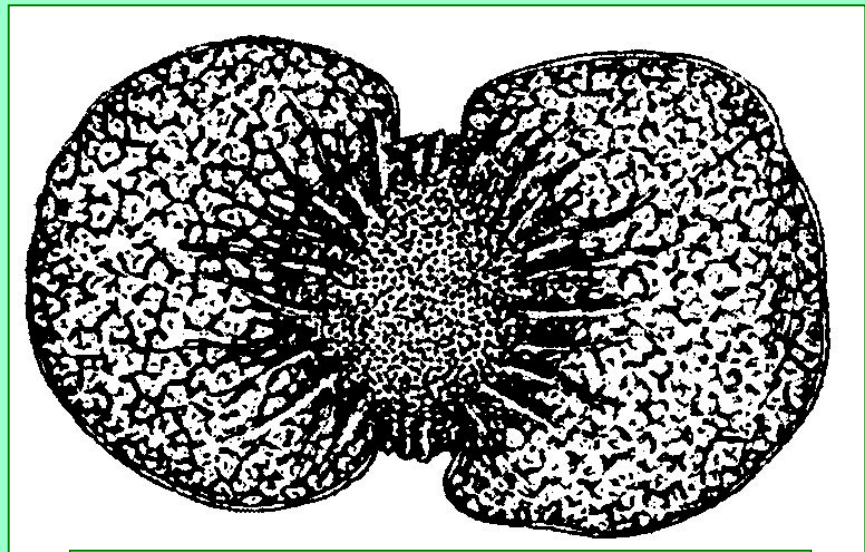
**В строении пыльцы различают следующие элементы:**

- **Оболочки:** наружная - кутинизированная экзина и внутренняя - пектиновая интина. Последняя обычно не сохраняется в ископаемом состоянии. **Экзина** бывает двух и трехслойной. Ее наружная часть обычно имеет скульптуру.
- **Борозда** – утонченная часть экзины, имеющую форму желобка. Из него прорастает пыльцевая трубка и пыльцевое зерно.

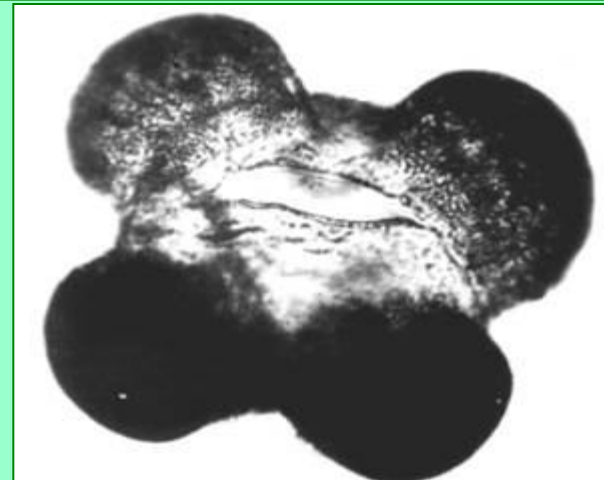
- **Поры** - отверстия в экзине, являющиеся местом выхода пыльцевой трубки.
- **Воздушные мешки** – выросты наружного слоя экзины; их количество от 2 до 6, но есть исключение – **род Тауга** с одним круговым мешком. Мешки могут быть тонкие вуалевидные или раздутые расправленные. По форме – полушаровидные больше или меньше полуокружности. Могут иметь сетчатый орнамент.
- **Щит или диск** – утолщенная часть экзины на проксимальной стороне пыльцевых зерен.



**Схема изменений  
различных элементов  
пыльцевых зерен с двумя  
пыльцевыми мешками**



**Ископаемое пыльцевое  
зерно голосеменных  
растений с двумя  
пыльцевыми мешками**

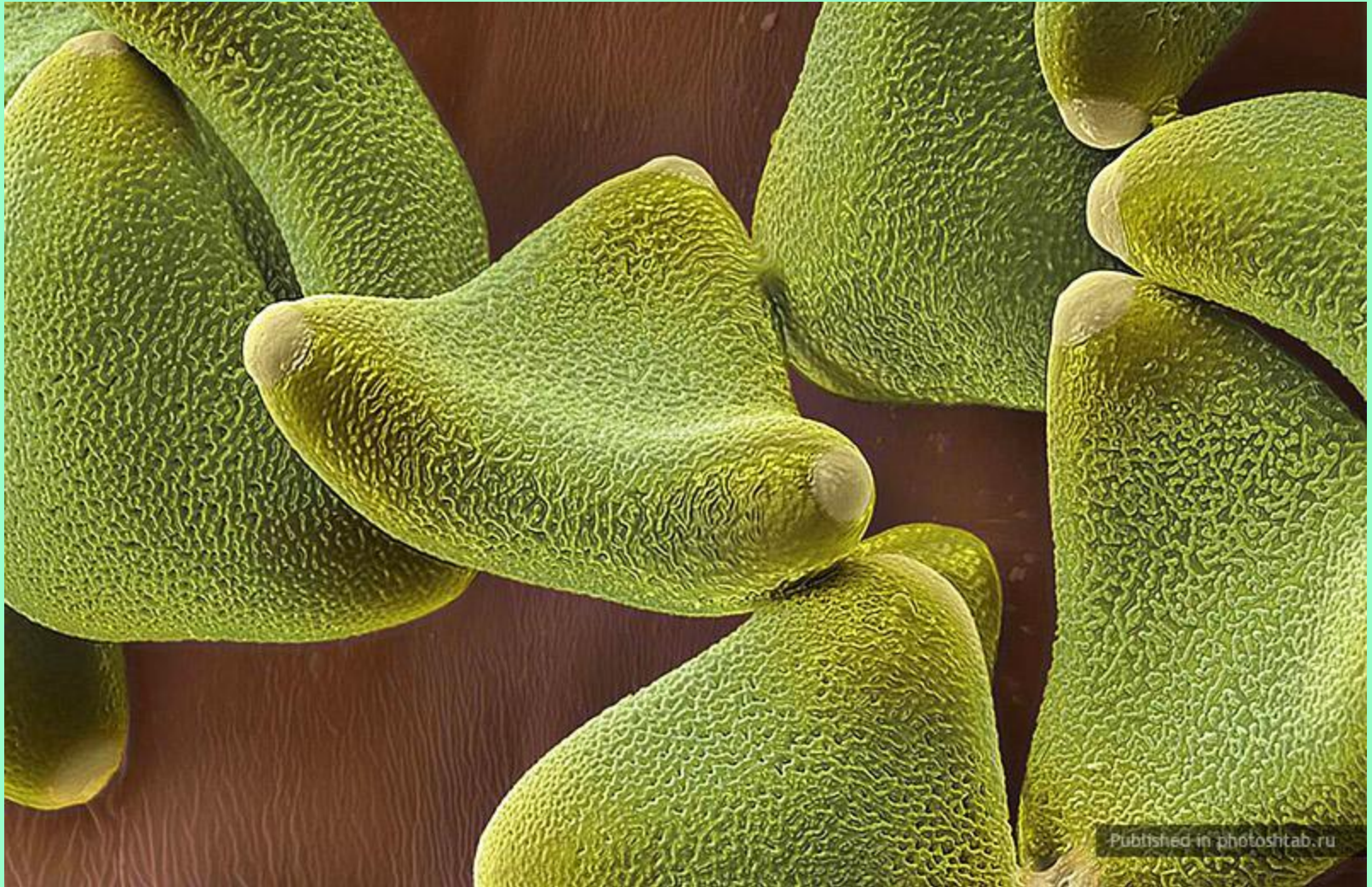


**Пыльца с 4-мя мешками**



**Разная сохранность пыльцевых двухмешковых зерен**





**Безмешковая современная пыльца треугольной формы**

# Стратиграфическое применение палинологии

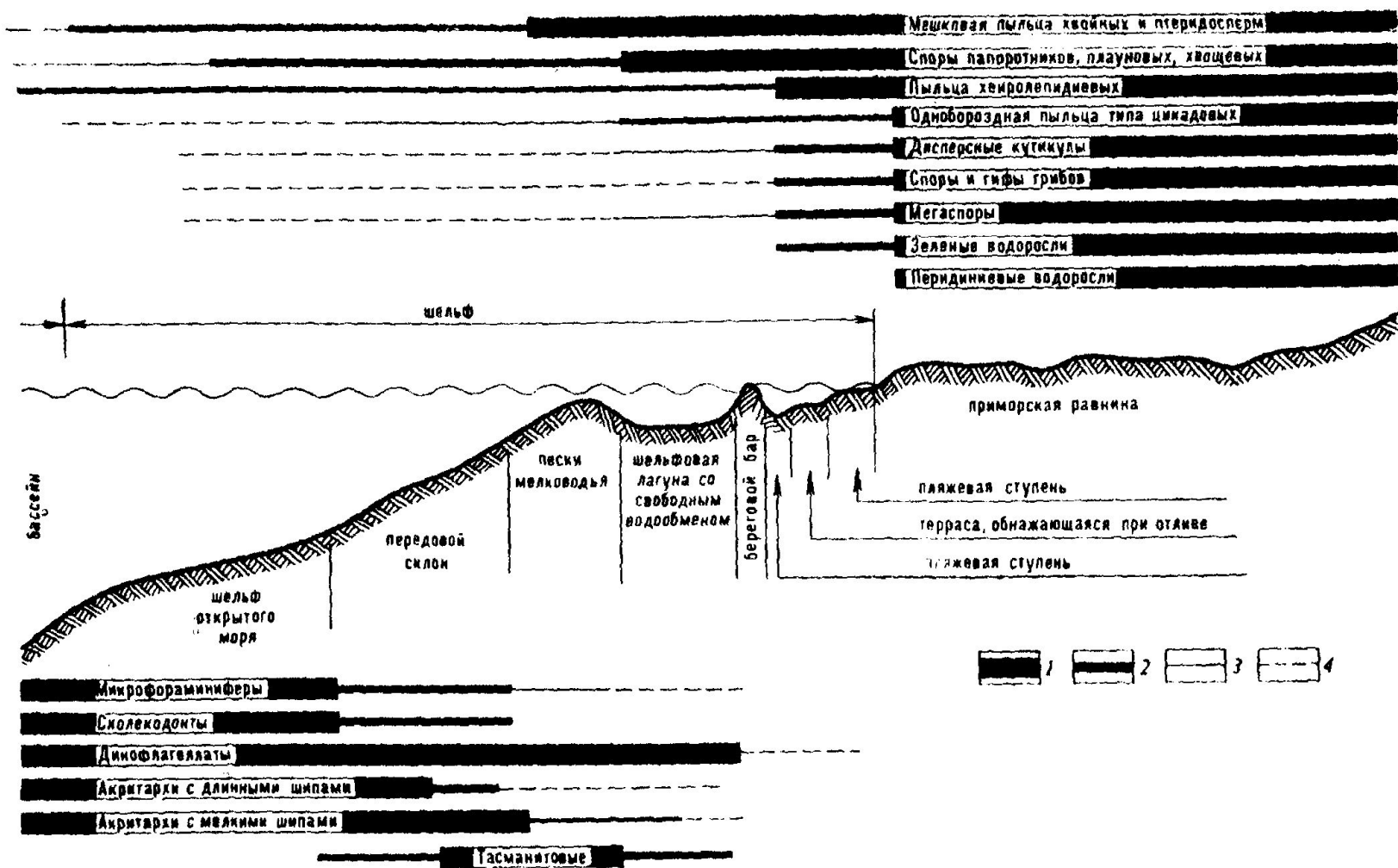
Ископаемые споры и пыльца встречаются обычно в большом количестве в отложениях разного генезиса: от **континентальных** до **морских** и даже **вулканогенных образований**.

- **Палеопалинология** занимает ведущее положение при расчленении и датировке разрезов **континентальных отложений**. Часто в этих толщах споры и пыльца являются единственными органическими остатками, пригодными для целей биостратиграфии.
- **Палеопалинология** успешно используется для сопоставления **континентальных, лагунных и морских отложений**.
- **Цвет** ископаемых спор и пыльцы часто зависит от уровня катагенеза органического вещества (как у конодонтов). Цвет можно использовать для **определения степени метаморфизма пород и сохранности УВ**.

**Основным методом палинологии является спорово-пыльцевой анализ. Он основан на определении, регистрации и статистическом учете комплексов ископаемых спор и пыльцы.**

**Обилие спор и пыльцы в палинологическом препарате позволяет создать количественную оценку отдельных видов.**

**Экспериментальным путем было установлено, что подсчет спор и пыльцы в одной пробе на примере 200 произвольно взятых экземпляров позволяет получить таксономическую характеристику, достаточно полно отражающую видовой состав в данной пробе.**



Распределение основных групп микрофоссилий по геоморфологическому профилю суша—шельф—бассейн. По М. А. Петросьянц (1984 г.)  
 Количественное содержание микрофоссилий: 1 — обильно, 2 — много, 3 — мало, 4 — единично

## Признаки палинологического комплекса из морских отложений

**Палинокомплекс из морских отложений** всегда **аллахтонный**, в нем **нет доминантов**. В его составе присутствует много спор, отличающихся высокой способностью к переносу воздухом и водой, а также спор, продуцируемых растениями, растущими на берегу бассейна.

В комплексе из морских отложений вместе со спорами могут присутствовать **акритархи, динофлагелляты и другие морские микрофоссилии**.

## **Палинокомплекс из континентальных отложений**

может быть как **автохтонный**, так и **гипаллохтонный**.

**Автохтонный комплекс** характеризуется относительно небольшим видовым разнообразием, зато с явным доминированием спор той растительности, на месте которой он сформировался.



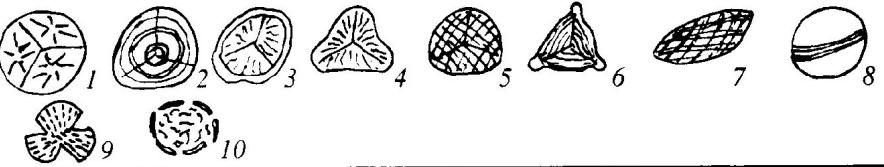
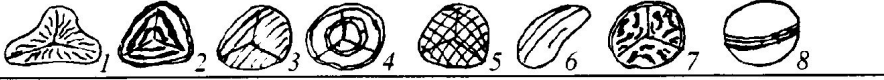
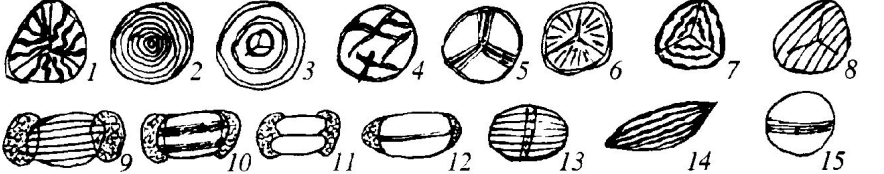
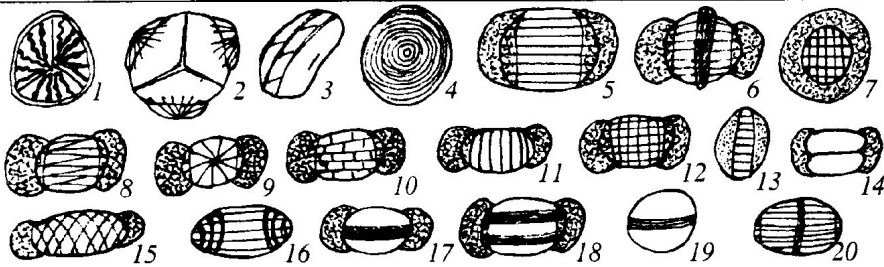
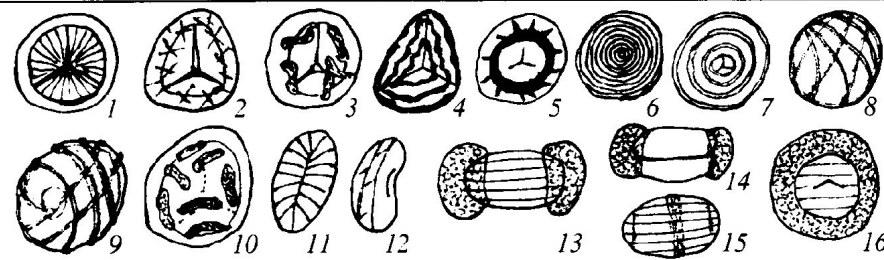
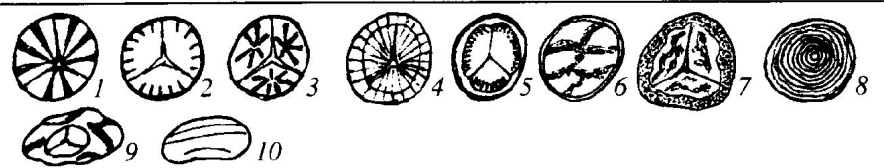
**Гипаллахтонный комплекс** - более разнообразный по составу, но в количественном отношении представлен 2-3 субдоминантами.

Состав **палинологических комплексов** отражает эволюцию растительности.

Для **девонских и большей части каменноугольных отложений** характерны спорово-пыльцевые комплексы, в составе которых **доминируют споры**.

В **пермских и особенно в триасовых и юрских** – возрастает роль пыльцы **голосеменных растений**. Начиная с **мела** – появляется, затем увеличивается и доминирует **пыльца покрытосеменных**.

В настоящее время создается шкала биостратиграфических зон по макроскопическим остаткам растений.

Неоген-квартер	
Палеоген	
Мел	
Юра	
Триас	
Пермь	
Карбон	
Девон	

**Наиболее характерные  
спорово-пыльцевые  
комплексы в  
интервале от девона  
до современности**

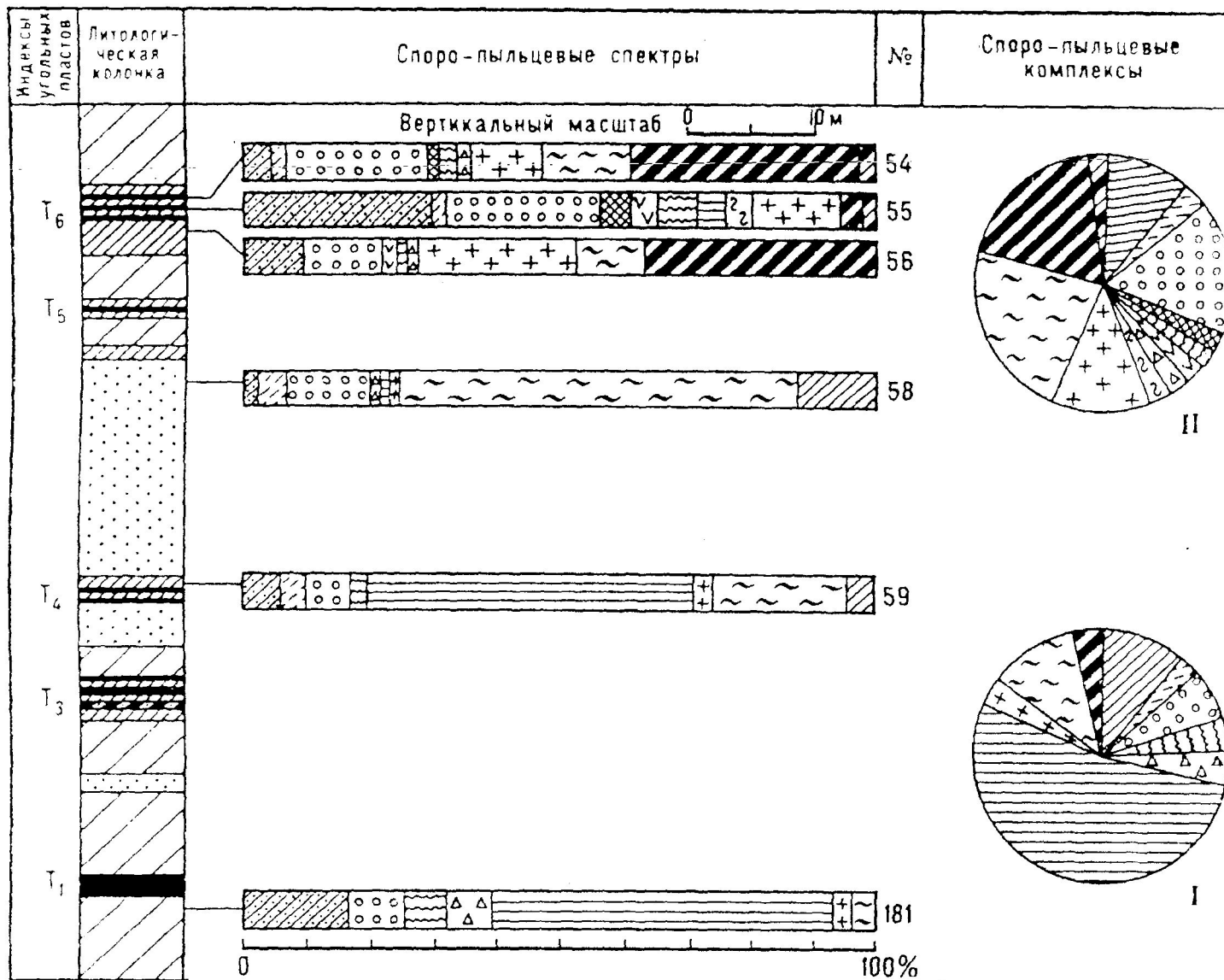


## Биостратиграфические подразделения спорово-пыльцевого анализа

**Спорово-пыльцевой спектр** – это статистическая палинологическая характеристика конкретного слоя. Она отражает состав растительности в данной области во время накопления этого слоя.

**Спорово-пыльцевой комплекс** - это последовательный вертикальный ряд спорово-пыльцевых спектров с близким количественным соотношением основных элементов и сходным составом характерных и руководящих видов. Он характеризует определенный интервал разреза и отражает этап развития растительности в данной местности и в данное время.

**Палинозона** – это биостратиграфическая зона, установленная по смене состава характерного комплекса спор и пыльцы и отвечающая определенному **этапу развития** растительности в пределах биогеографической области



**Схема расчленения угленосных отложений карбона Карагандинского угленосного бассейна**

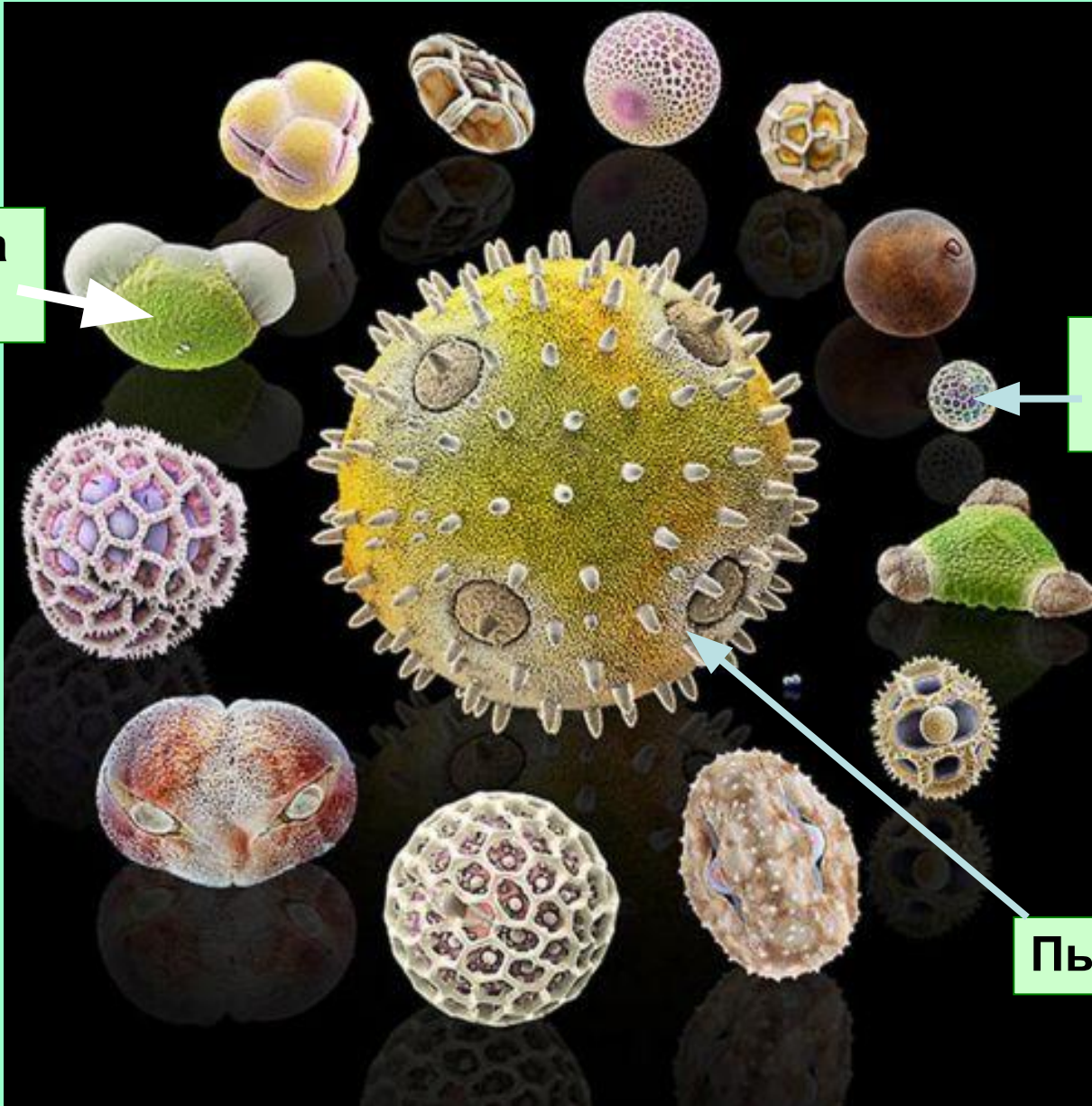
# Методика извлечения спор и пыльцы

При сборе образцов в полевых условиях следует соблюдать **максимальную аккуратность**, исключающую занос современных спор и пыльцы из других геологических интервалов.

Извлечение спор и пыльцы происходит в результате физико-химической обработки пород в лабораторных условиях. Методика зависит от состава вмещающих пород.

Для извлечения спор и пыльцы

- 1) **из торфа** применяется **щелочная методика Поста**,
- 2) **из рыхлых пород** – **сепарационная методика Гричука**,
- 3) **из углей и плотных пород** – **методика мицерации Вальц**,
- 4) **из метаморфизованных пород** – **методика обработки плавиковой кислотой**.



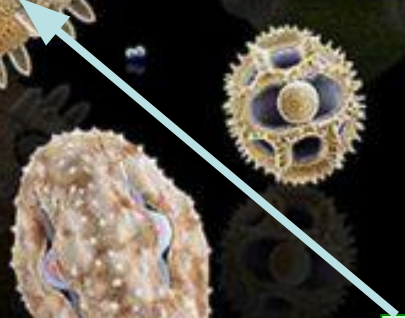
**Пыльца сосны**



**Пыльца незабудки**



**Пыльца тыквы**



**Пыльца различных растений имеет разную окраску.**