

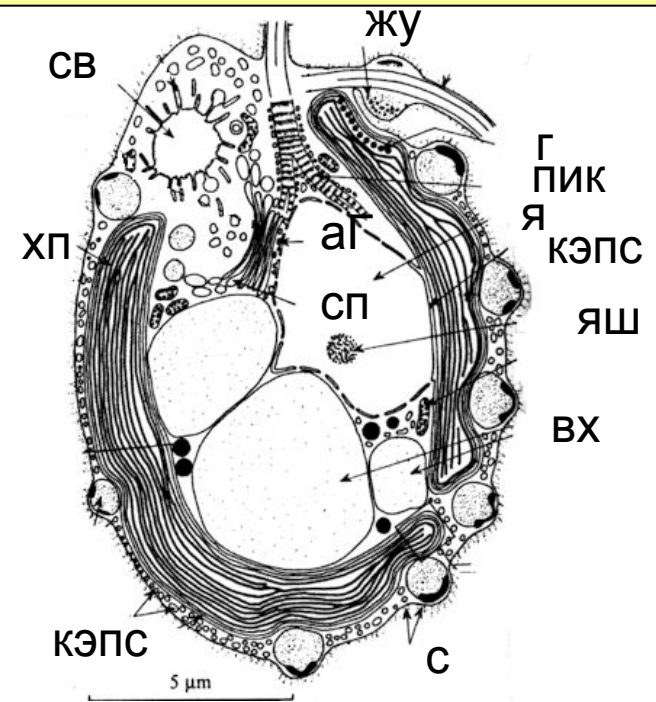
# Хризофиты – золотистые водоросли наиболее полно воплощают организацию хромофитов

## Признаки класса

- фукоксантин имеется
- переходная спираль имеется
- типичный глазок – фоторецептивное утолщение на заднем жгутике + липидные гранулы внутри хроматофора – тоже есть
- ДНК хроматофоров образует кольцеобразную структуру
- всё остальное по диагнозу хромофитов

Изучение организации хромофитов следует начинать с *Ochromonas*

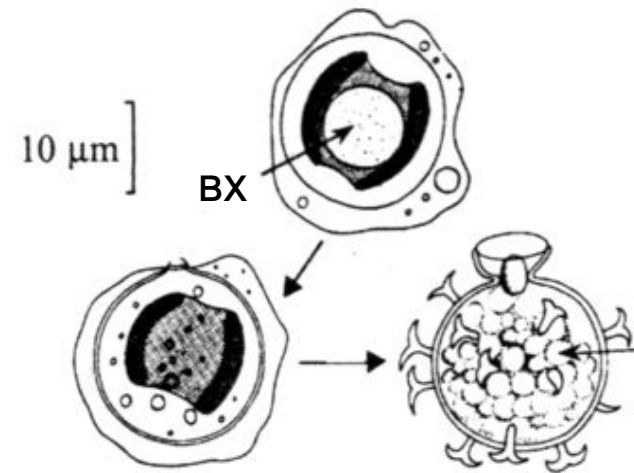
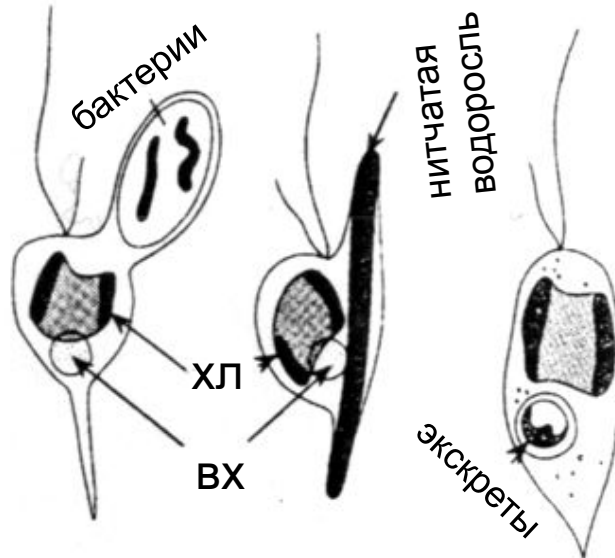
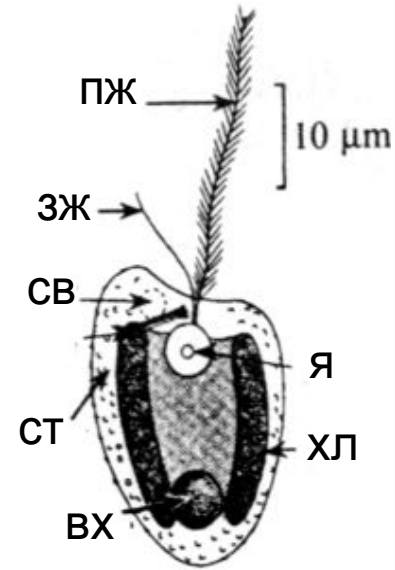
Среди хризофитов сравнительно мало монадных форм. *Ochromonas* – наименее специализированные монады.



## *Ochromonas tuberculatus*:

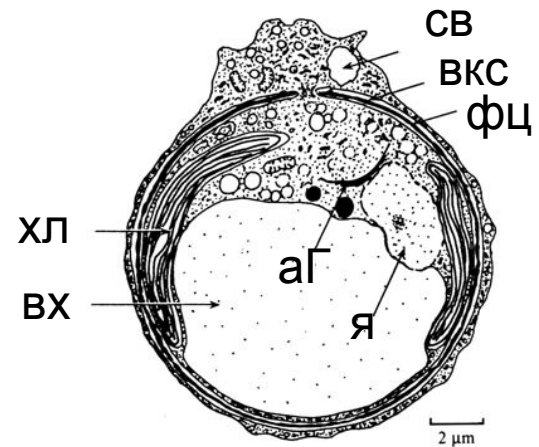
*аГ* – аппарат Гольджи, *вх* – вакуоли, содержащие хризоламинарин, *г* – глазок (стигма), *жу* – жгутиковое утолщение (фоторецептор), *кЭПС* – карман эндоплазматической сети, *пик* – поперечноисчерченный корешок, *с* – слизь, *св* – сократительная вакуоль, *сп* – секреторные пузырьки, отделившиеся от *аГ*, *хп* – хлоропласт, *я* – ядро, *яш* – ядрышко

# Изучение организации хромофитов следует начинать с *Ochromonas*



Внешний вид под световым микроскопом

Питание: псевдоподия захватывает пищевые частицы, формирует пищеварительную вакуоль и выбрасывает непереваренные остатки

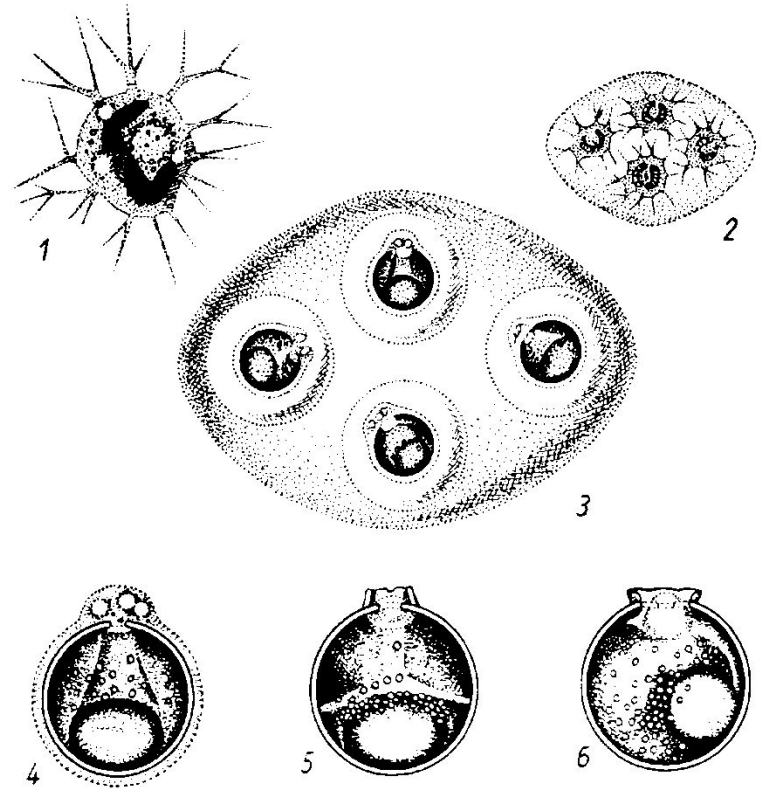
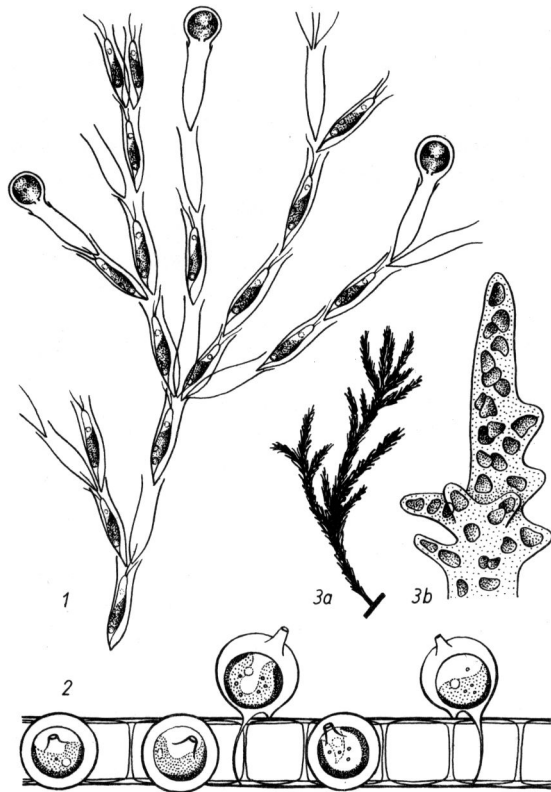


Эндогенное формирование кремнеземной цисты

**аГ** – аппарат Гольджи, **вкс** – вакуоль с кремнезёмным содержимым, **вх** – вакуоли, содержащие хризоламинарин, **зж** – задний жгутик, **пж** – передний жгутик, **св** – сократительная вакуоль, **ст** – слизистые тельца, **фц** – формирующаяся циста, **хл** – хлоропласт, **я** – ядро,

# Другие хризофиты

могут быть коккоидные, амебоидные, нитчатые, талломные, сифональные



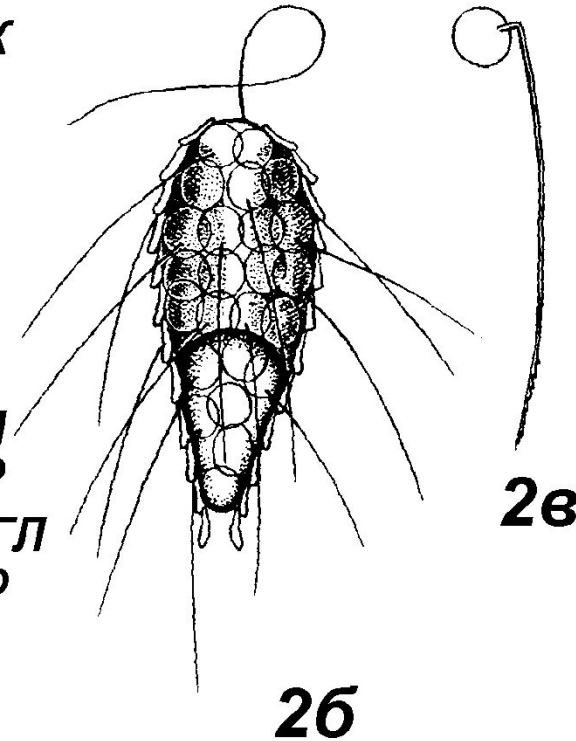
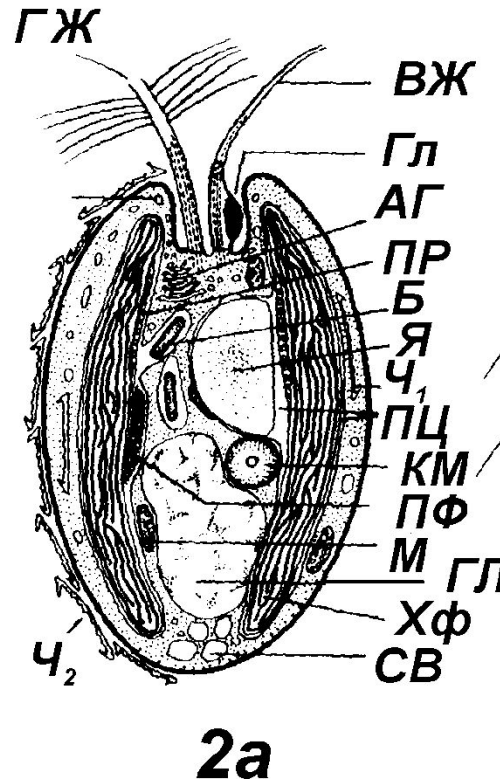
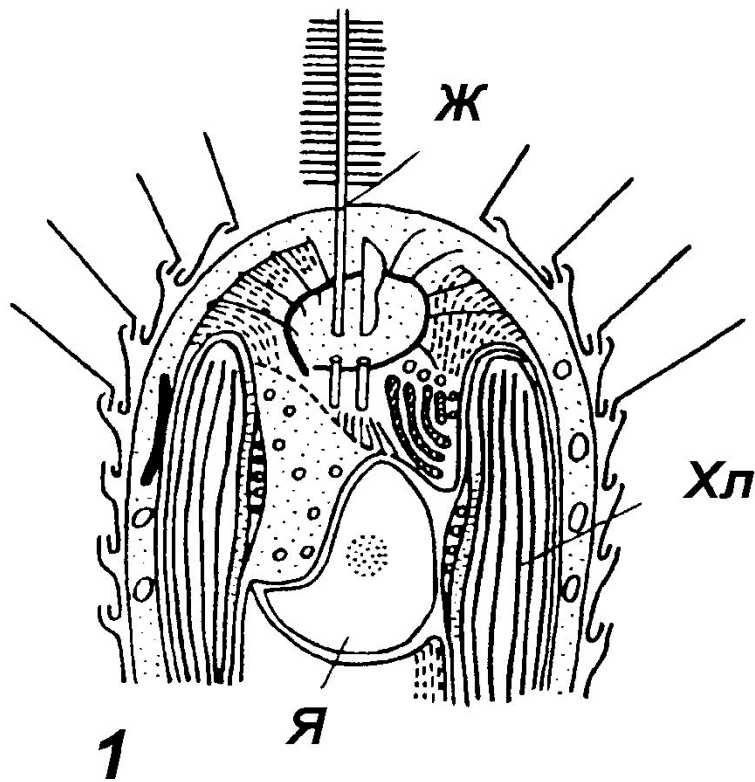
**Разнообразие хризофитов:** 1 - *Dyno-bryon divergens*, 2 - *Chrysopyxis inaequatus*, 3 - *Hydrurus foeticus*, 3a - общий вид, 3b - кончик "веточки".

## *Rhizochrysis tetragena*

1 - амёбная стадия, 2 - цитогенез в слизистой капсуле, 3 - образование цист, 4 - завершение формирования цисты, 5 и 6 - зрелые цисты.

**Характерная циста хризофитов - кувшинчик с пробкой - хорошо сохраняется, представлена в мезозойских осадках**

# Синуровые часто рассматриваются как самостоятельный класс внутри отдела хризофитов



**Особенности:**

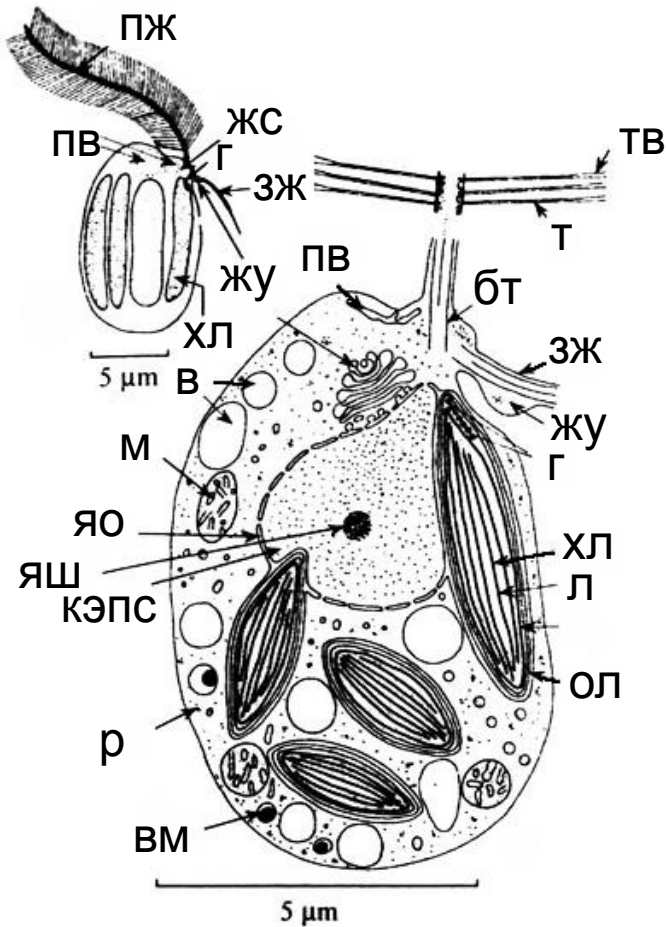
- клетка покрыта кремнезёмными чешуйками, сцементированными в цельный футляр;
- основания жгутиков параллельны;
- пигментного «глазка» нет, хотя есть фоторецептивное утолщение жгутика

1 - *Mallomonas tonsurata*: схема строения переднего конца  
 2 - *Mallomonas spp.*:  
 а - продольное сечение клетки  
 б - внешний вид  
 в - кремнезёмная чешуйка со щетинкой



# Ксантофиты – жёлто-зелёные водоросли

хризифиты без фукоксантина



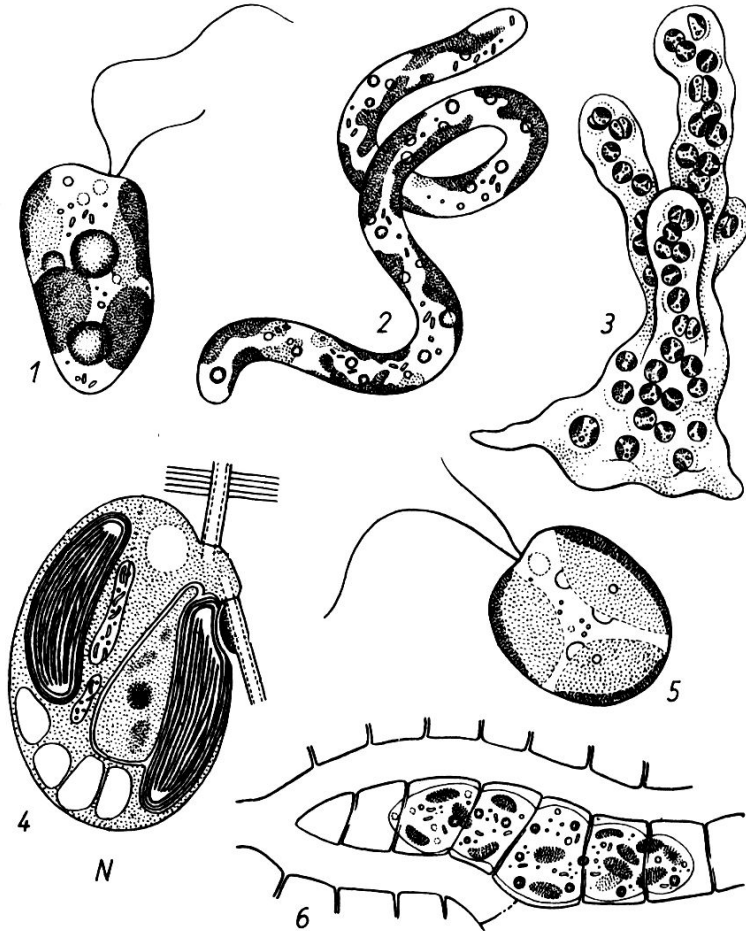
## Зооспора нитчатой водоросли *Tribonema* sp.

**бт** – базальное тельце, **в** – вакуоль, **вм** – вакуоль с капелькой масла, **г** – глазок, **жс** – жгутиковый сосочек, **жу** – жгутиковое утолщение (фоторецептор), **зж** – задний жгутик, **кэпс** – карман эндоплазматической сети, **л** – ламелла, **м** – митохондрия, **ол** – опоясывающая ламелла, **пв** – пульсирующая вакуоль, **пж** – передний жгутик, **р** – рибосома, **т** – трубочка мастигонемы, **тв** – терминальный волосок мастигонемы, **хл** – хлоропласт, **яо** – ядерная оболочка, **яш** – ядрышко.

пропустить  
классы

Помимо отсутствия фукоксантина ксантофиты имеют несколько мелких отличий от хризифитов, в частности – другую форму цист. Это группы рано разошедшиеся на монадном уровне, параллельно развившие сходные жизненные формы – амебоидные, нитчатые, талломные, сифональные

# Ксантофиты класса ксантофициа – собственно жёлто-зелёные водоросли

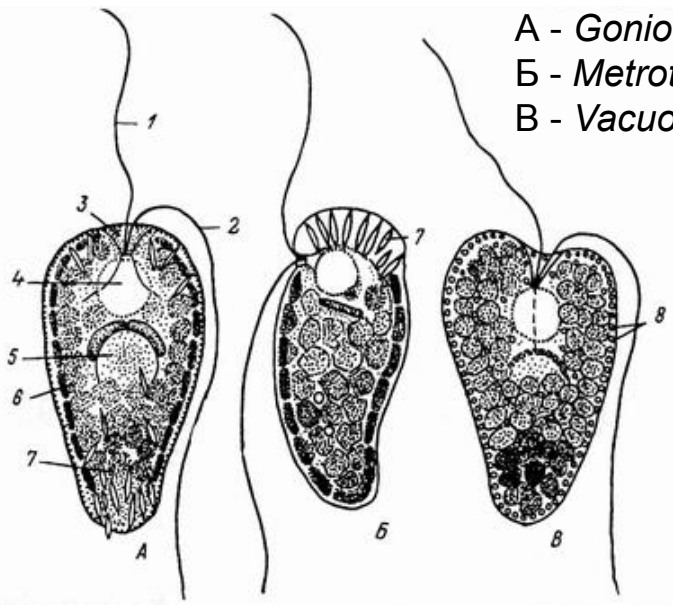


- 1 - зооспоры *Tribonema*
- 2 – *Ophiocytium parvulum*
- 3 – *Helminthogloea ramosa*, молодая  
слизистая колония
- 4 – схема строения зооспоры  
ксантофицией
- 5 – монада *Clorocardion pleurochloron*
- 6 – *Muxochloris sphagnicola*, крупный  
плазмодий с многочисленными  
хроматофорами, ядрами и  
пульсирующими вакуолями

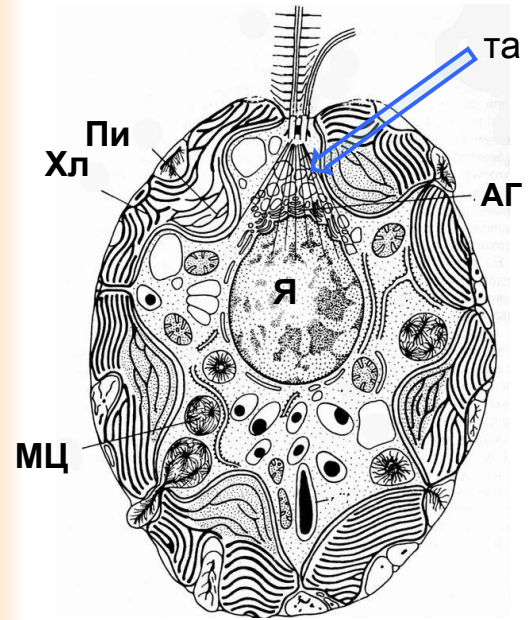
Амебодные, монадные, пальмеллоидные, коккоидные или нитчатые формы с **клеточной структурой**. Клеточная стенка обычно имеется, пектиновая или целлюлозная, иногда с включением кремния, часто двустворчатая. Переходная спираль имеется.

# Рафидофиты – отдельный отдел?

А - *Goniostomum semen*  
 Б - *Metrotricha bacillata*  
 В - *Vacuolaria virescens*



1, 2 – передний и задний жгутики, 3 - жгутиковый резервуар, 4 – ократительная вакуоль, 5 – ядро, 6 – хлоропласт, 7 – трихоцисты, 8 - мукоцисты



*Fibrocapsa japonica*

та самая «шапочка»

АГ – аппарат Гольджи

МЦ – мукоциста

Пи – пиреноид

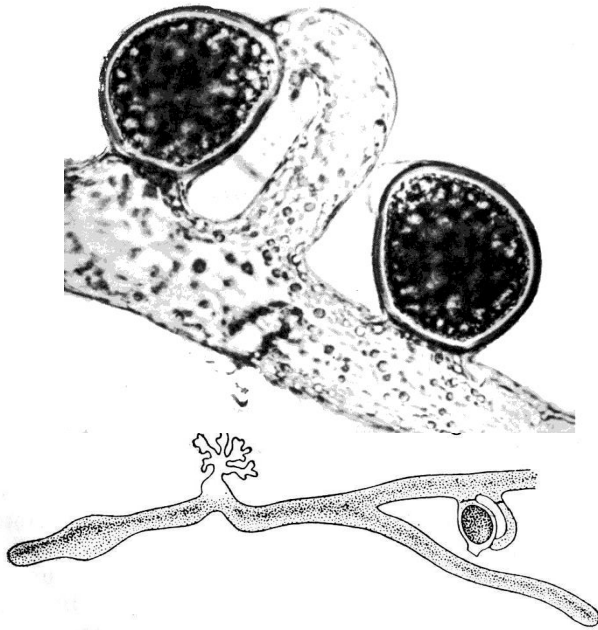
Хл – хлоропласт

Я - ядро

- не имеют переходной спирали
- запасают масло, а не углеводы
- не имеют клеточной стенки
- многочисленные трихоцисты двух разных типов
- морские виды содержат фукоксантин?
- Мощный поперечно-исчерченный фибриллярный корешок и своеобразный аппарат Гольджи образуют «шапочку» поверх ядра
- свой полужакрытый митоз – дочерние ядра формируются под материнской ядерной оболочкой

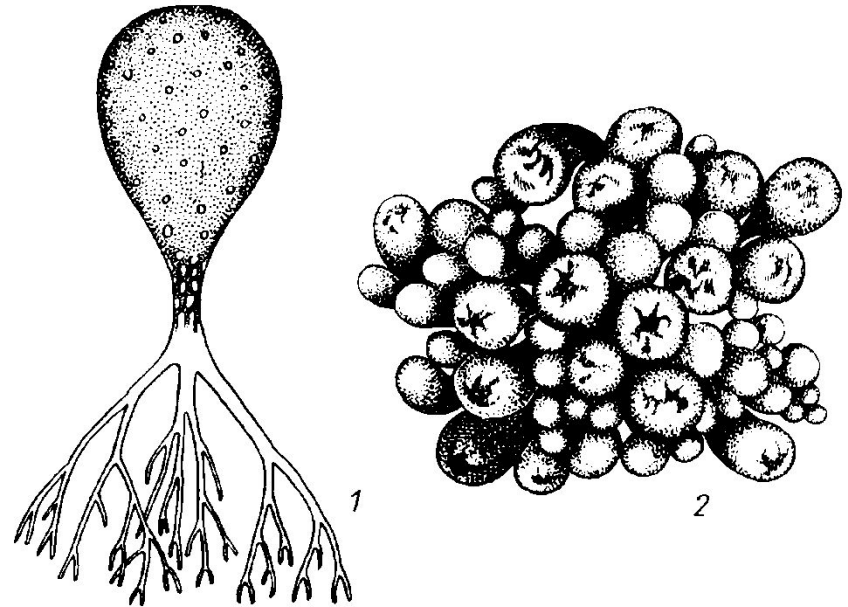
# Вошеровые и ботридиофиты – странные многоклеточные из пресной лужи

*Vaucheria sessilis*



Ветвящийся нитчатый сифон с пристенным расположением мелких ядер и хроматифоров и с крупной вакуолью в центре. Зооспоры многоядерные многожгутиковые, каждому ядру соответствует пара жгутиков. Жгутики пары равные, гладкие. Половое размножение оогамное. Двужгутиковые мужские половые клетки гетероконтного типа, с хоботком в передней части, хоботок

Botrydiophyceae – схема строения



Плазмодиальные организмы с плотной наружной оболочкой из пектина и целлюлозы. Мешковидный многоядерный протопласт укоренен в грунте посредством бесцветных ризоидов. При делении ядер не происходит синхронного умножения цитоплазматических структур, протопласт и оболочка «общие», не разделенные на агрегаты органелл. Размножение только зооспорами.



# Отдел Диктиохи

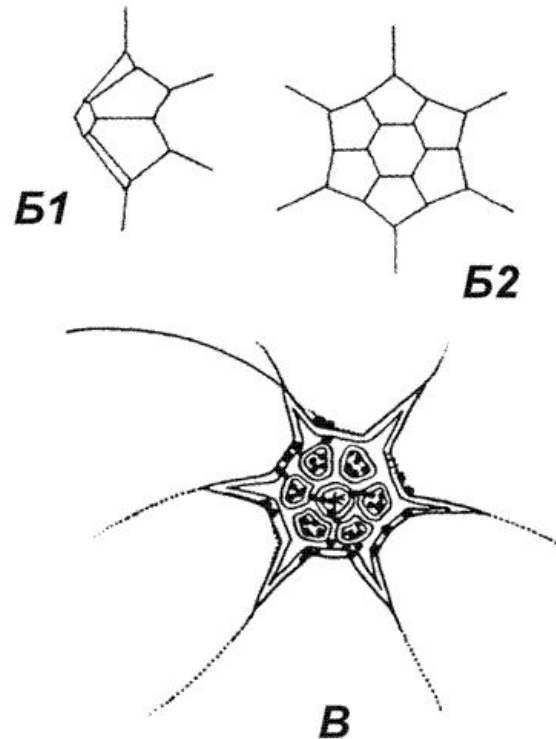
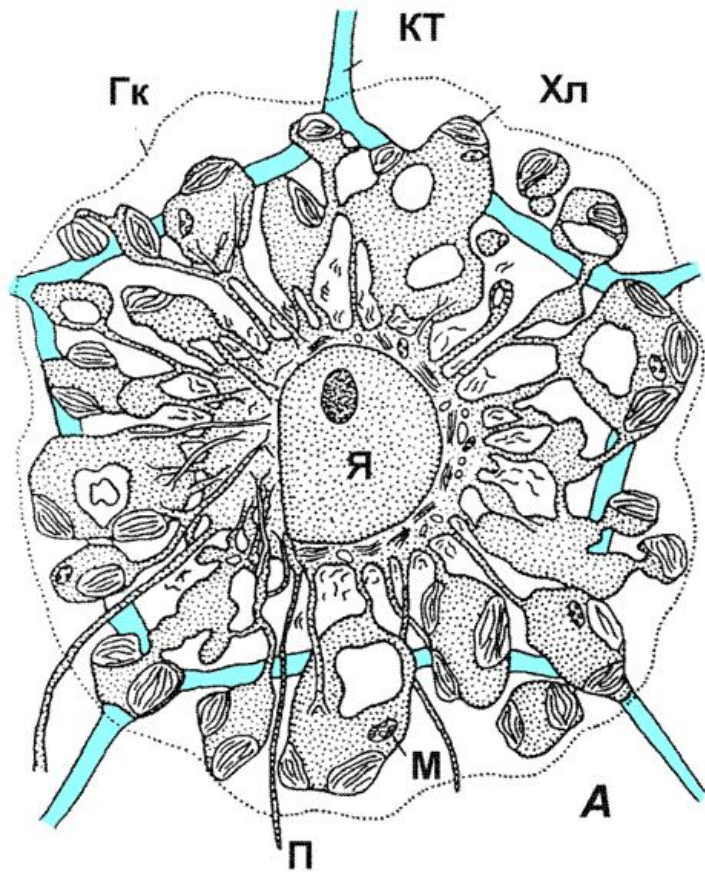
## растения с тенденцией вторичного перехода к голозойному питанию

- Радиальносимметричная клетка с центральным ядром.
- Миксотрофы или гетеротрофы, улавливающие добычу *аксоподиями*.
- Участки ядерной мембраны служат центрами организации аксонем – микротрубочек, поддерживающих аксоподии.
- Жгутик единственный или отсутствует, с двурядными или однорядными трубчатыми трехчленными мастигонемами и спиральной структурой в основании, второй обычно редуцирован до базального тельца.
- Хроматофоры не у всех классов, с характеристиками хромофитов, состав каротиноидов неизвестен.
- Свободноживущие или сидячие, морские и пресноводные.

**Возможно, что входящие сюда классы следует считать самостоятельными типами.**

# Отдел Диктиохи: Силикофлагелляты –

хромофиты с радиальным скелетом из кремнезёмных трубок

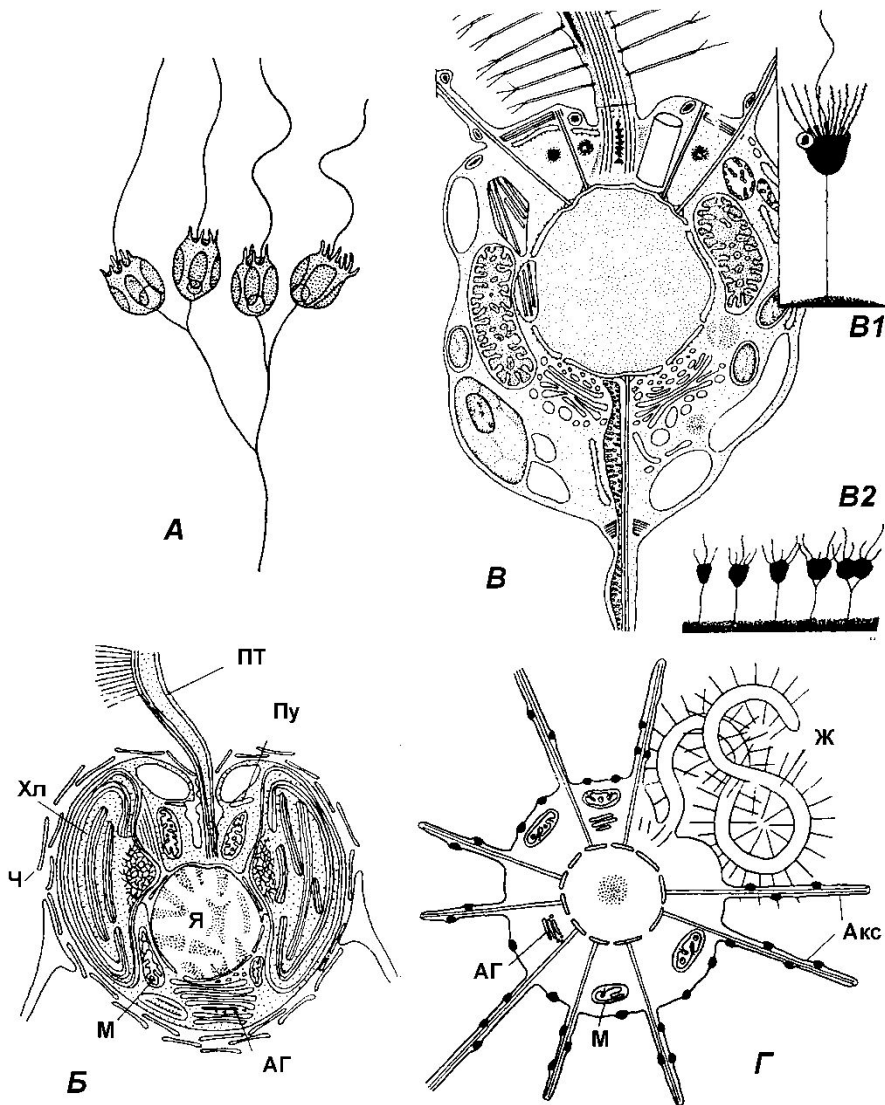


**Силикофлагеллата**  
*Dictyocha fileura*:  
**А** – строение клетки,  
Гк – гликокаликс  
(слизистый слой),  
КТ – кремнеземная  
трубка скелета,  
М – митохондрия,  
П – пальпа  
(щупальце),  
Хл – хлоропласт,  
Я - ядро;  
**Б** – схема скелета, Б1  
– сбоку,  
Б2 – спереди,  
**В** – внешний вид.

Имеется передний перистый жгутик и базальное тельце заднего. Переходной спирали нет. Цитоплазма поделена на три части – внутреннюю, содержащую ядро и диктиосомы, промежуточную, сильно вакуолизированную, и наружную, содержащую хромофоры. Аксоподии («щупальца») содержат неупорядоченные микротрубочки, мягкие. Хромофоры многочисленны, не связаны с ядром каналами эндоплазматической сети, типичной гетероконтной структуры, фукоксантин присутствует. Размножаются продольным делением

# Отдел Диктиохи: Пединнелеи

*Пединнелалес* – хромофиты на пути к воротничковым жгутиконосцам,  
*Цилиофридные солнечники* уже без хроматофоров



Разнообразие пединнелей (А-В – Pedinellales, Г - Ciliophryformes).

**А** – колония зеленых *Pedinella hexacostata* на ветвящемся стебельке;

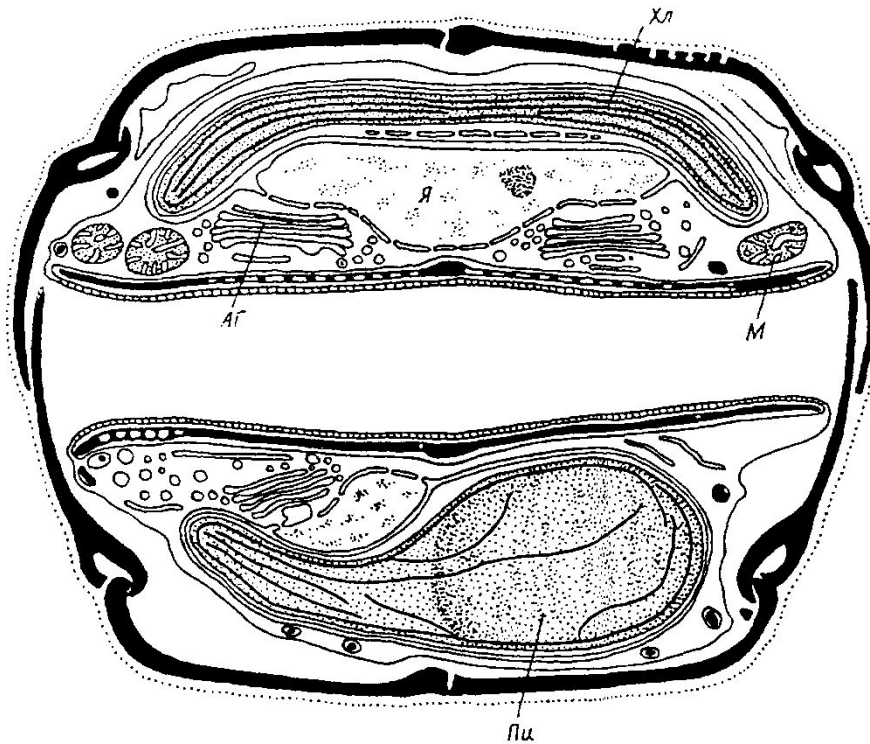
**Б** – покрытая чешуйками бесстебельковая и бесщупальцевая зеленая *Аpedinella spiniphera* на поперечном срезе: АГ – аппарат Гольджи, М – митохондрия, Пт – параксиальный тяж, Пу – пузула, Хл – хлороплст, Ч – целлюлозная чешуйка;

**В** – поперечный срез бесцветной стебельковой *Pteridomonas danica*. На внешней поверхности ядерной мембраны видны ЦОМТы микротрубочек аксонем, поддерживающих “щупальца” (аксоподии) с черными точками экструсом;

**Г** - поперечный срез *Ciliophrys marina*, бесцветного бесстебелькового солнечника с той же организацией аксонем и жгутика: АГ – аппарат Гольджи, Акс – аксонемы, Ж – жгутик, М – митохондрия

# Отдел Диатомовые (=Бацилляриофиты)

все с кремнезёмным двустворчатым панцирем



## Поперечное сечение клетки

АГ – аппарат Гольджи

М – митохондрия

Пи – пиреноид

Хл – хлоропласт,

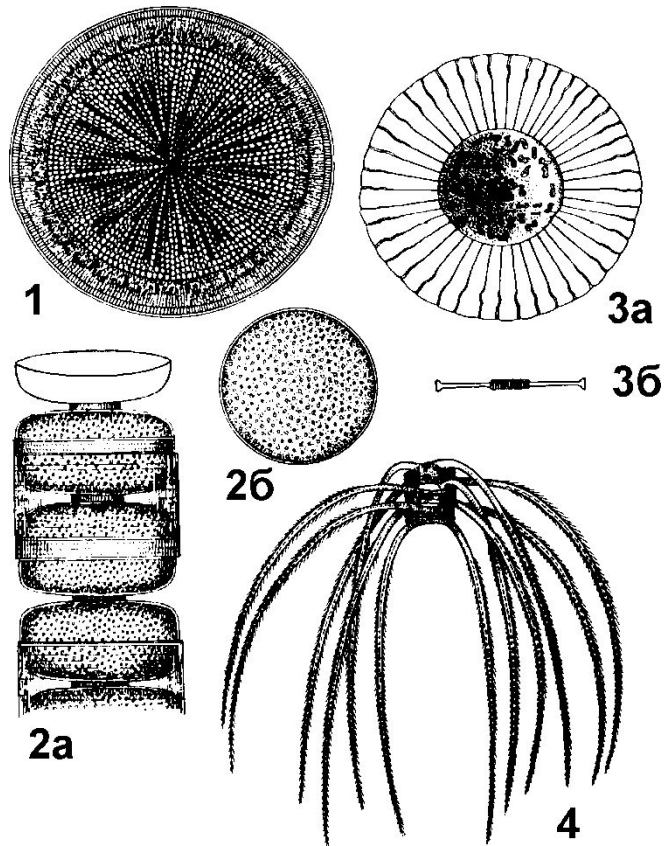
Я - ядро

У немногих гаметы с одним жгутиком, несущим трубчатые волоски и с переходной спиралью, базальное тельце второго сохранено, большинство имеет оригинальный половой процесс без жгутиковых гамет и с образованием *ауксоспор*. Диплоидные, с гаметической редукцией. Хлоропласт типичного гетероконтного строения, фукоксантин имеется.



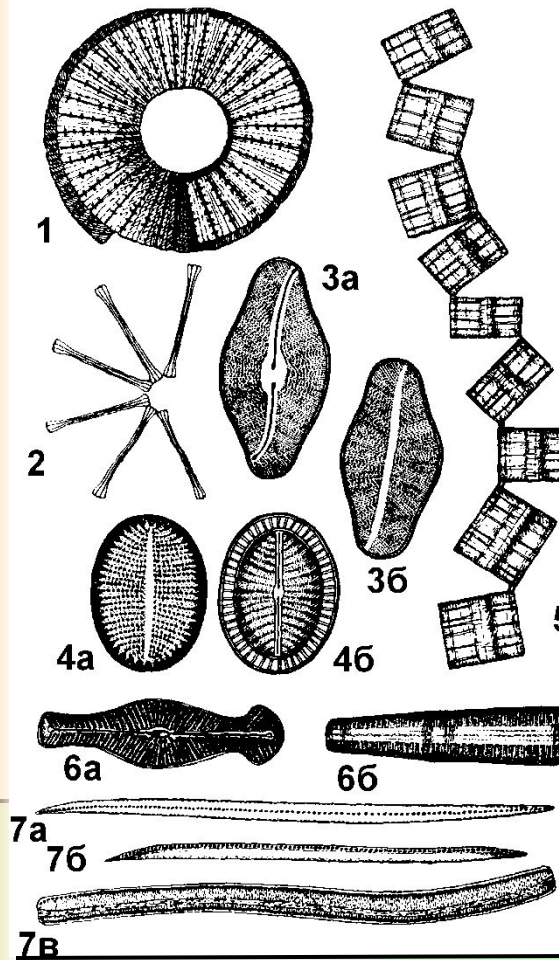
# Два класса диатомовей

## различия не только в симметрии



### Класс Центрические диатомеи

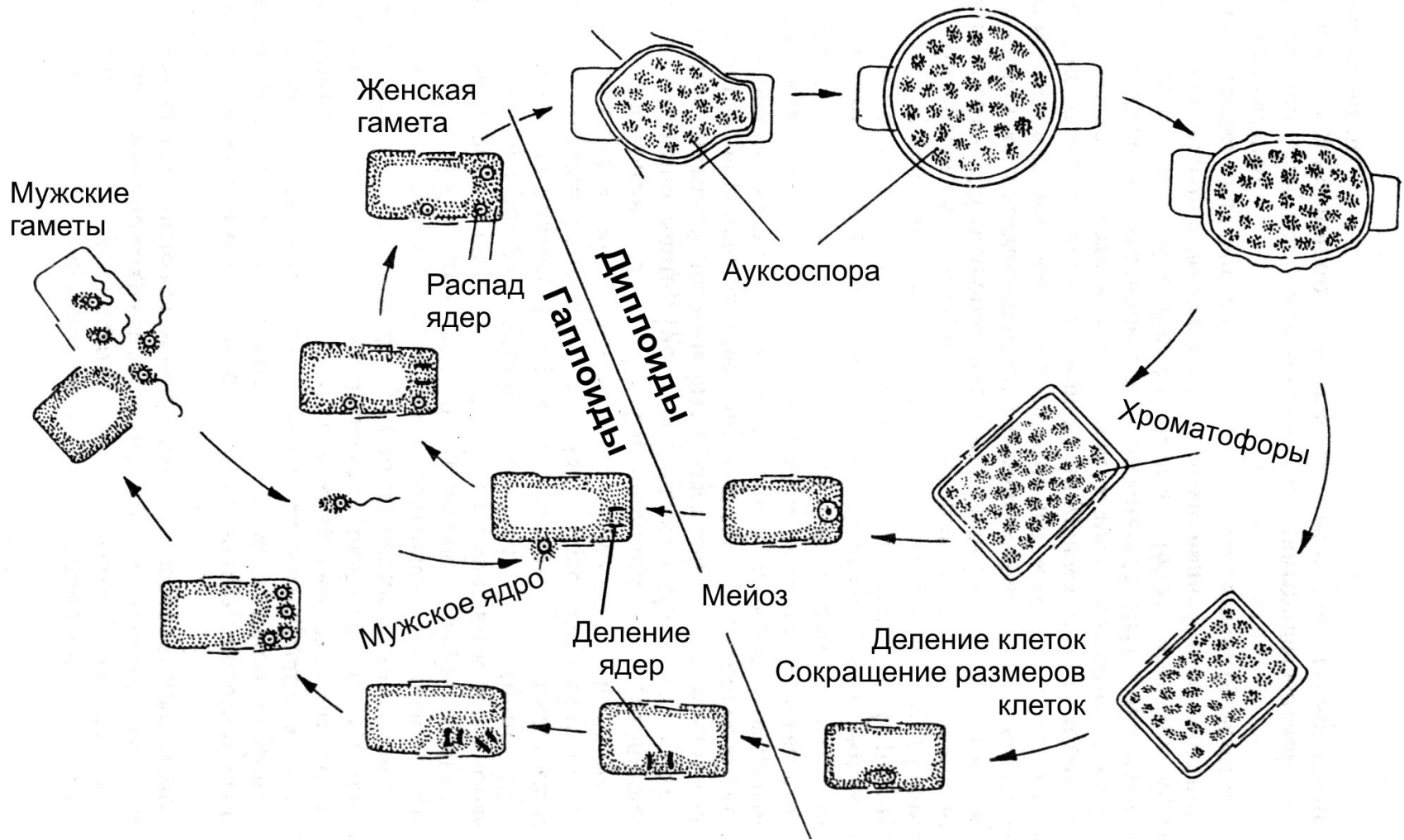
- 1 – *Coscinodiscus convexus*,  
 2 – *Melosira borreri*, 2a - середина цепочки,  
 2б – вид сверху;  
 3 – *Planctoniella sol*, 3a – вид сверху,  
 3б – вид сбоку.  
 4 – *Caetoceras indicum*,



### Класс Пеннатные диатомеи.

- 1 – колония *Meridion circulare*;  
 2 – колония *Asterionella formosa*;  
 3 – *Achnanthes flexa*,  
 3a – нижняя створка со швом,  
 3б – верхняя без шва;  
 4 – *Cocconeis scutellum*,  
 4a – верхняя створка,  
 4б – нижняя створка;  
 5 – колония *Tabellaria flocculosa* с поясковой стороны,  
 6 – *Gomphonema geminatum*,  
 6a – створка,  
 6б – с поясковой стороны,  
 7 – *Nitzschia sigmaidea*,  
 7a,б – створки, 7в – с поясковой стороны.

# Жизненный цикл центрической диатомеи *Melosira varians*



При каждом митотическом делении размеры некоторых дочерних клеток сокращаются. Периодически происходит уникальный акт полового размножения с образованием *ауксоспор*, позволяющий восстановить исходный размер.

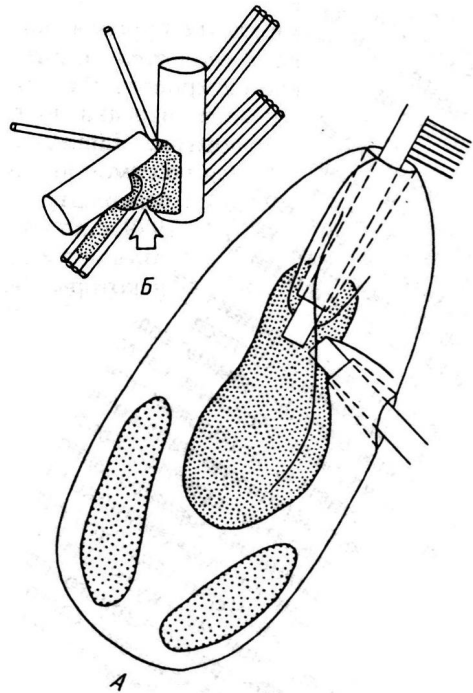
# Отдел Бурые водоросли, Феофиты — ближайшие родственники диатомей

- многоклеточная организация бурых водорослей варьирует от нитчатой до талломной с хорошо развитой дифференцировкой клеток, у высших представителей превращается истинную тканевую
- при размножении образуются подвижные клетки (зооспоры или гаметы), грушевидные или почковидные, несущие на боковой стороне два жгутика
- переходная спираль в основании жгутика отсутствует
- к пигментному составу хризофитов добавляется  $\epsilon$ -каротин; запасные углеводы -  $\beta$ -1,3 полиглицан ламинарин и сахароспирт маннитол.
- клеточная стенка всегда двухслойная, внутри целлюлозная, а снаружи пектиновая с включением сильно ослизняющих ее веществ – фукоидана, альгиновой кислоты и её солей
- Жизненный цикл включает гаплоидную и диплоидную фазы, чередующиеся правильно или неправильно, одинаковые или морфологически различные



# Бурые водоросли – ближайшие родственники диатомей

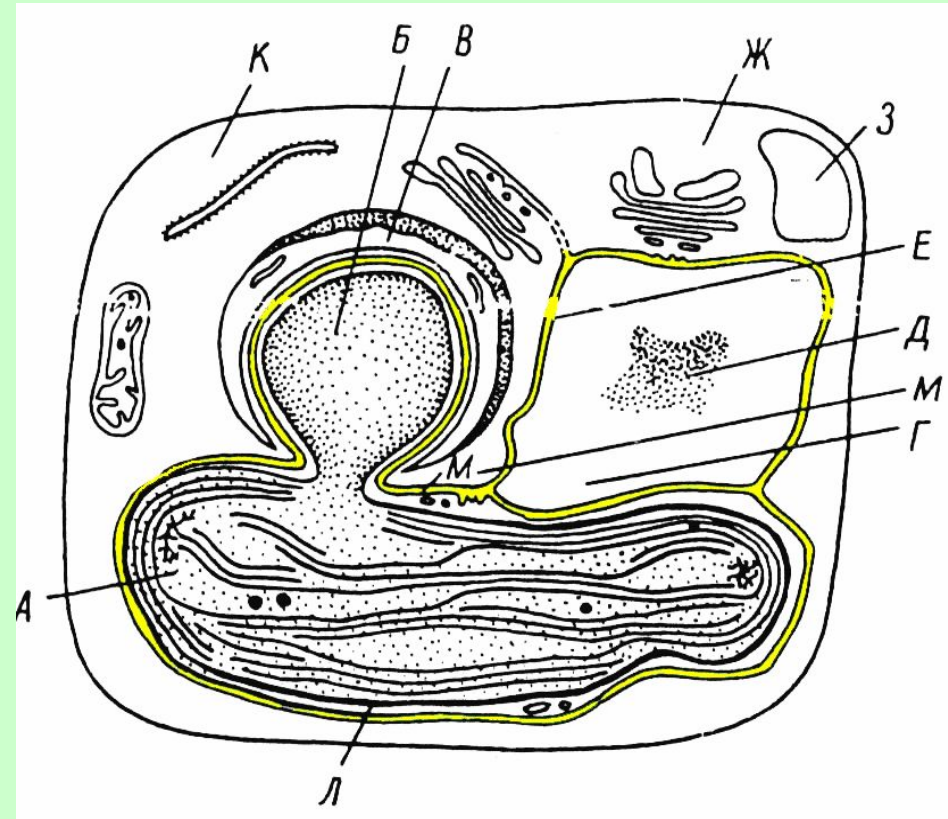
## Спермий *Laminaria angustata*



**А** – вид с  
вентральной  
стороны

**Б** – базальные  
тела жгутиков и  
основания  
жгутиковых  
корешков

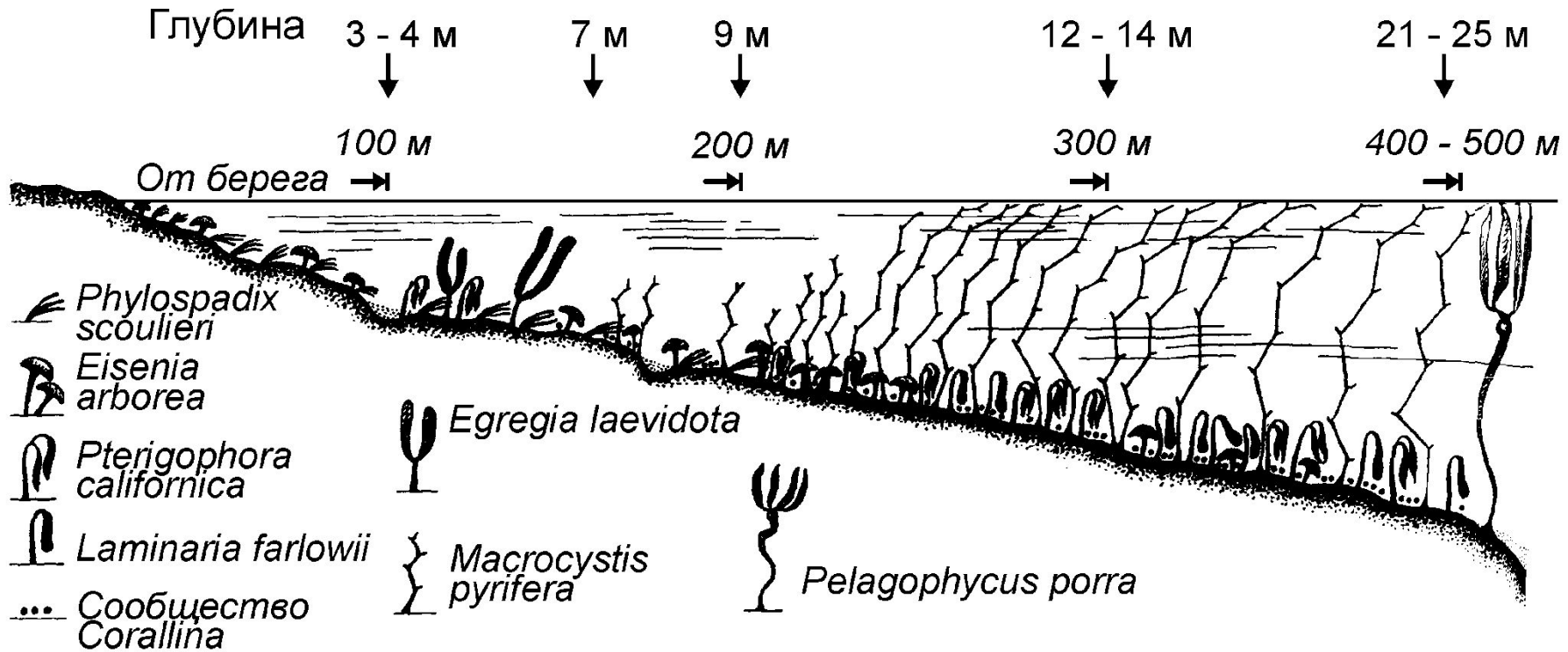
## Клетка с хроматофором



**А** – хлоропласт, **Б** – пиреноид, **В** – обкладка пиреноида, **Г** – ядро, **Д** – ядрышко, **Е** – ядерная оболочка, состоящая из двух мембран и окружающая хлоропласт, **Ж** – диктиосома, **З** – вакуоль, **М** – митохондрия, **К** – фрагмент канала ЭПС, **Л** – оболочка хлоропласта (две внутренние мембраны).



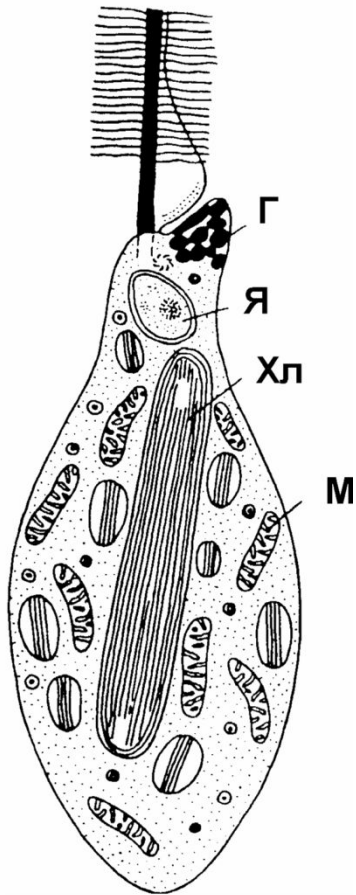
# Подавляющее число бурых водорослей – прикреплённые макрофиты



Средообразующая роль бурых водорослей на литорали (побережье Калифорнии). За исключением *Corallina* основные макрофиты – бурые водоросли. По Woods Lytgoe из Casper, 1974.

# Эустигматофиты –

максимальные отличия от прочих хромофитов



## ОТЛИЧИЯ:

фукоксантина нет, хлорофилла *c* нет; хлорофилл *c* замещён виолоксантином – единственным пигментом, способным передавать квант света непосредственно на хлорофилл *a*

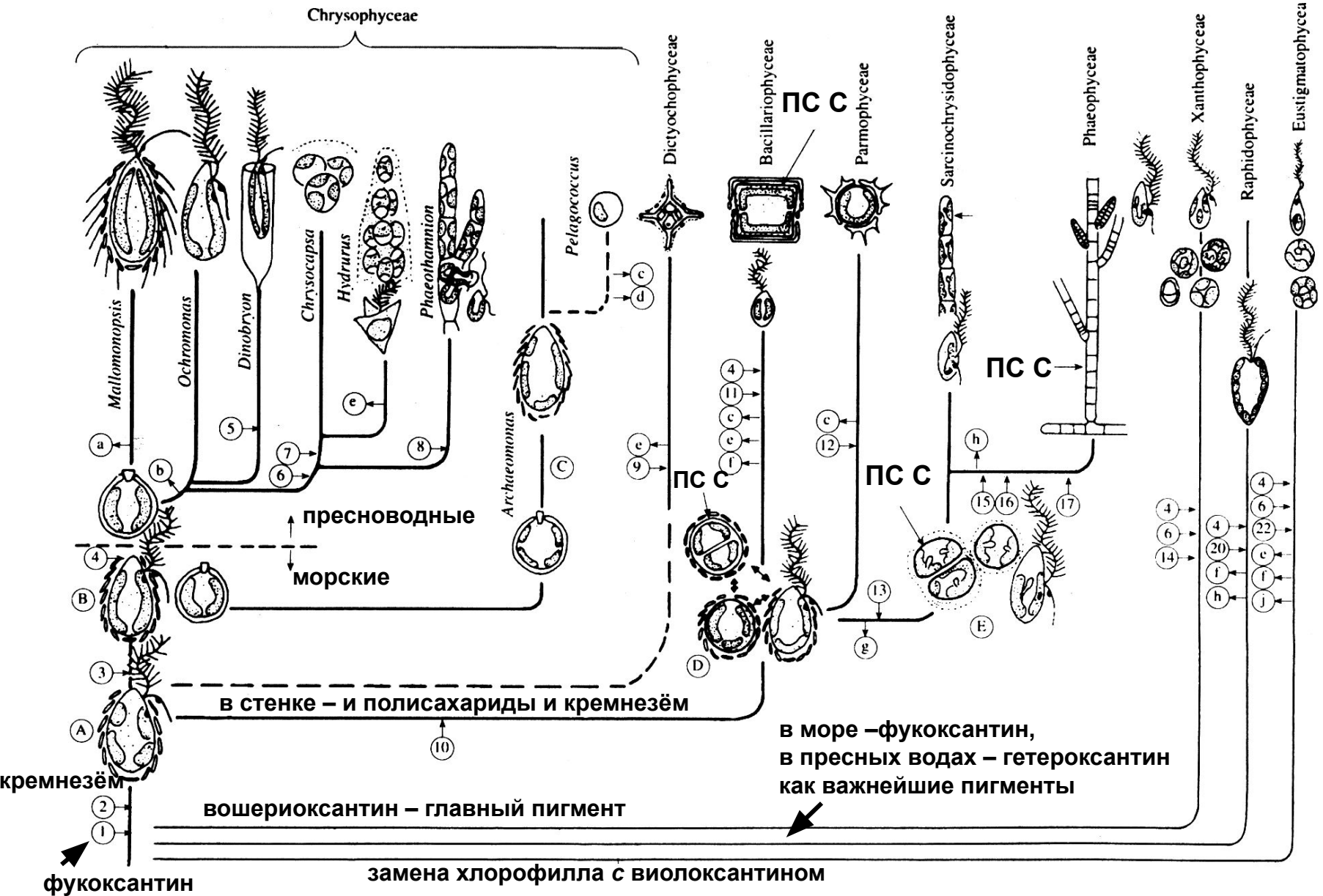
- опоясывающей ламеллы нет
- глазок расположен вне хроматофора, фоторецептивное утолщение имеет не задний, а передний жгутик
- клеточная стенка полисахаридная

## СХОДСТВО:

- переходная спираль имеется
- тилакоиды собраны в ламеллы по три, внутри пиреноида тилакоидов нет
- хлоропласт и ядро находятся в общем кармане эндоплазматической сети

Эустигматофиты – очень немногочисленная, примитивная, преимущественно пресноводная группа монад и кокков. Половое размножение отсутствует, споры, когда имеются, морфологически сходны с родительской клеткой.

# Филогенетические связи хромофитов



# Гетероконты – это больше, чем хромофиты

Неравные жгутики той же организации – передний с трубчатыми трёхраздельными волосками, задний иной организации, переходная спираль имеется - встречаются ещё у многих первичнобесцветных групп простейших, реализующих две жизненные стратегии:

- псевдогрибы с сетевидным плазмодием и плодовыми телами
- бактериофаги

Вместе с хромофитами они образуют царство Гетероконта.

**Гетероконты – узловая группа  
для объяснения логики новой системы**

Естественный таксон, единство которого подтверждается как морфологическими, так и генетико-биохимическими признаками, включает в себя множество таксонов ранга типа (отдела) и несколько – ранга надтипа (те же хромофиты, например).

Ну как же его числить, если не царством?

И тогда понятно, почему криптофиты – царство, родофиты – царство, хлорофиты - царство

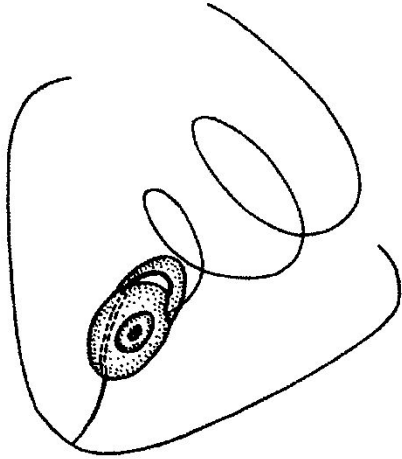
[Вернуться к  
линии  
«хлорофилл  
С»](#)



# Другие гетероконты: Бикозоеки

вроде хризофиты, но бесцветные

## *Bicosoeca planctonica*



Внешний вид

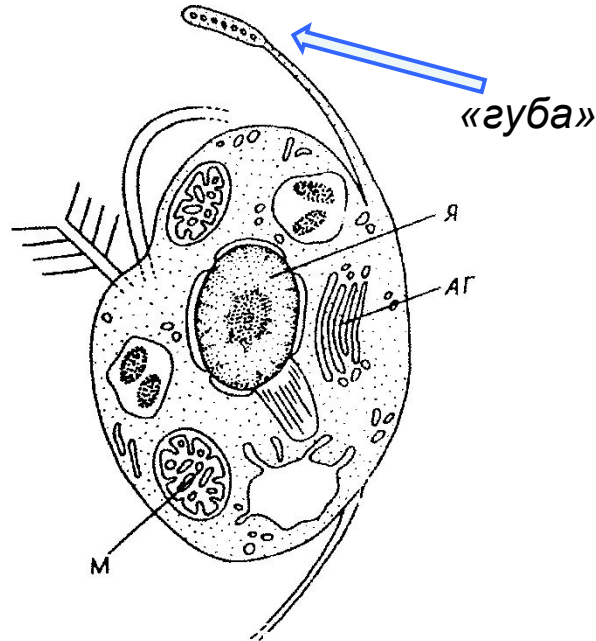
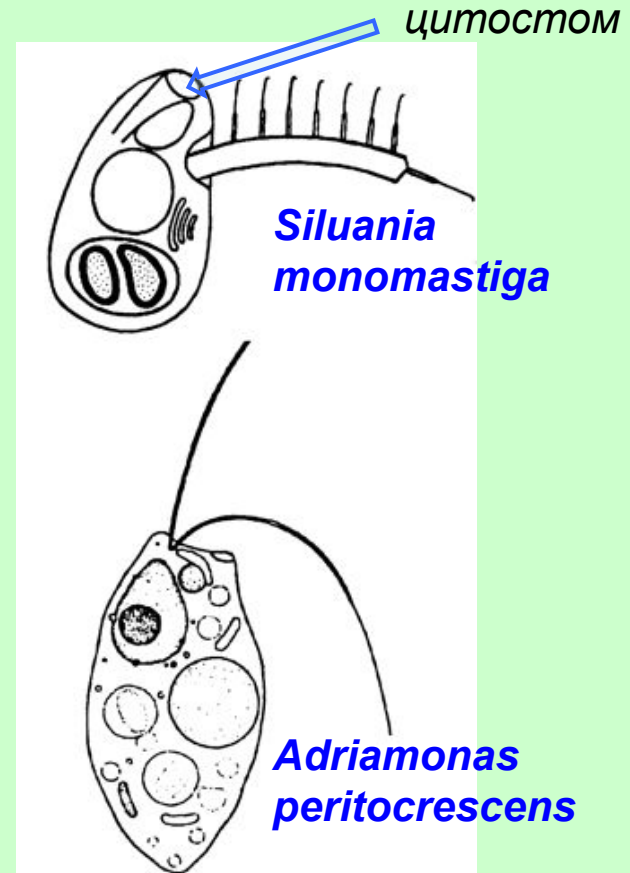


Схема строения



*Siluania monomastiga*

*Adriamonas peritocrescens*

Собственно бикозоеки – «обитатели горшка» строят широкий «горшок», в котором живут, прикрепляясь к днущу сократимым задним жгутиком. Передний с трубчатывми трёхраздельными мастигонемами. Пищу захватывають «губой», укреплѐнной микротрубочками. Запасають гликоген. **Главный аргумент сближения с хризофитами – идентичное строение жгутиковых корешков.**

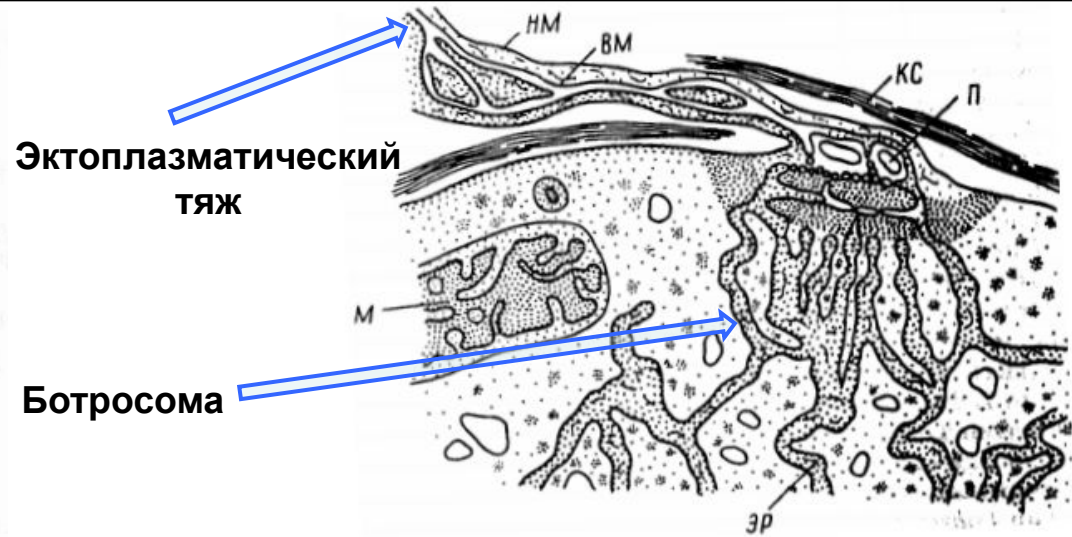
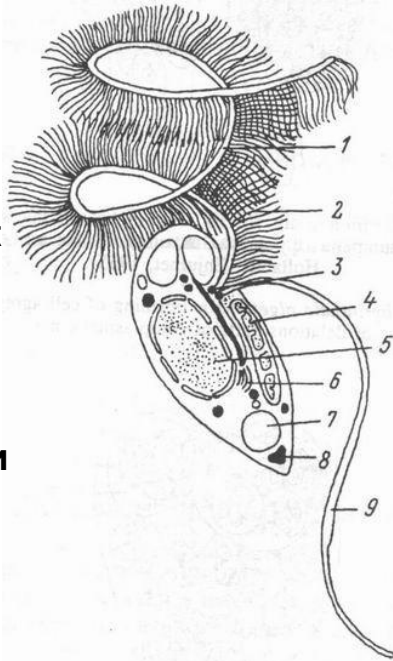
В отряд входят жгутиконосцы других родов – без домика, но с более-менее развитой губой и прикрепительным задним жгутиком.

Возможно их объединение с формами без губы но с развитым цитостомом, с трубчатывми мастигонемами и без оных – **по строению жгутиковых корешков**

# Другие гетероконты: **Лабиринтулиды** – сетчатые слизевики с **эктоплазматической сетью**

## Строение зооспоры

- 1 – передний жгутик
- 2 – мастигонемы
- 3 – кинетосомы
- 4 – митохондрия
- 5 – ядро
- 6 – аппарат Гольджи
- 7 - вакуоль
- 8 – капля липида
- 9 – задний жгутик



Участок клетки с ботросомой

Амебоидные организмы, имеющие уникальные органеллы – *ботросомы* (сагеногенетосомы), связанные с образованием тяжей цитоплазмы, лишенных органелл и клеточных стенок – **эктоплазматической сети**, играющей, по-видимому, основную роль во всасывании растворенных питательных веществ из окружающей среды.

Поверхность собственно клеток покрыта мелкими органическими чешуйками. Зооспоры с типично гетероконтным жгутиковым аппаратом, имеют глазок и фоторецептивное вздутие в основании заднего жгутика. Сапрофиты и паразиты водорослей. Половой процесс отмечен у единственного вида, изогамный, гаметы со жгутиками.

# Другие гетероконты: Лабиртинтулиды

класс *Лабиринтулеи* – обитатели эктоплазматических туннелей

Внешний вид

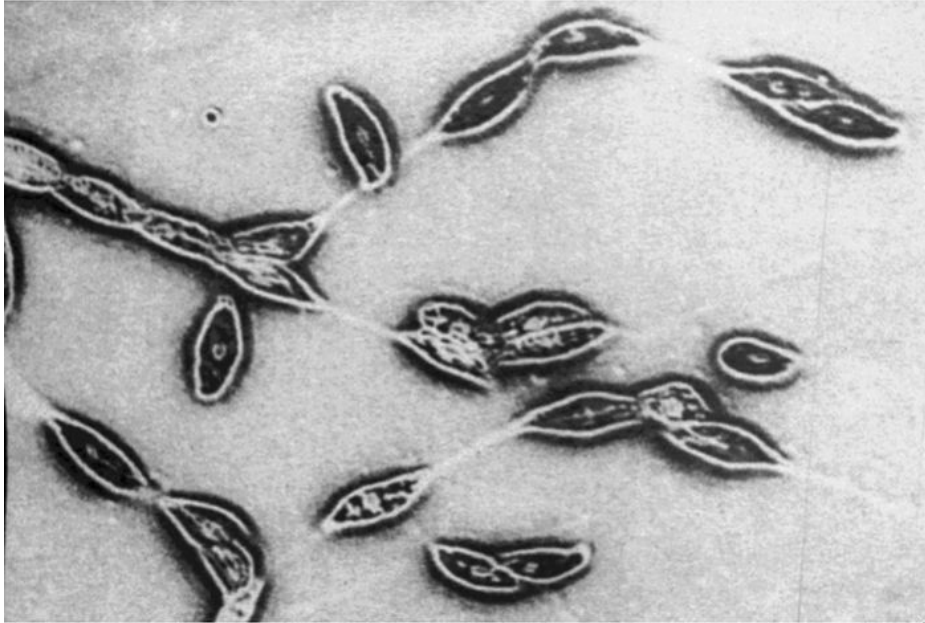
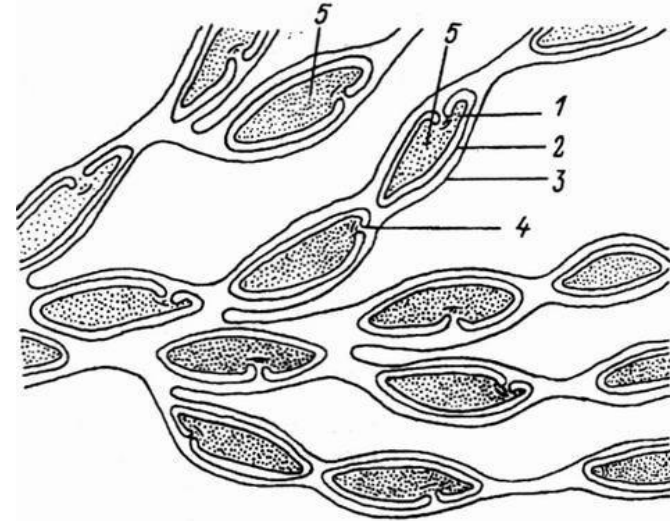


Схема строения колонии



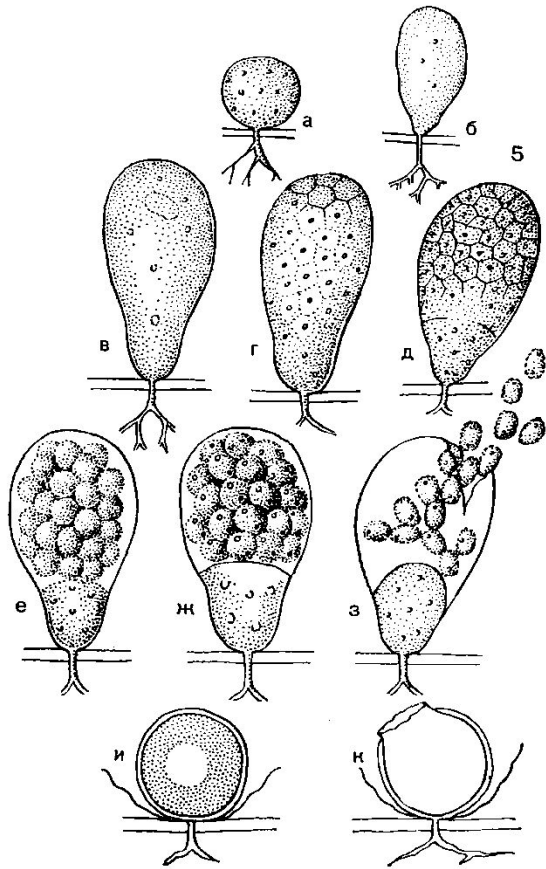
1 – мембрана клетки, 2 внутренняя мембрана. 3 – внешняя мембрана трубки, 4 – сагенетосома, 5 – веретеновидная клетка

Веретеновидные клетки находятся внутри каналов, образованных эктоплазматической сетью. Эктоплазматические трубки разных клеток сливаются, и образуется колония, где снабженные клеточной стенкой трофозоиты способны к скользящему движению в слизистых каналах, окруженных общей для колонии мембраной.

Эктоплазма стенок трубки выделяется ботросомами через отверстия в клеточной стенке, тесно связана с мембранами эндоплазматической сети. Запасной полисахарид – гликоген. Размеры колонии достигают нескольких сантиметров. Обычны на поверхности морских трав и водорослей, 1 вид в пресных водах паразитирует на вошерии.

# Класс Траустохитридиевые –

сетчатые слизевики с *эктоплазматическими ризоидами*



Жизненный цикл

*Thraustochytrium proliferum* –

сапрофита на морских сифоновых водорослях

а-б – развитие таллома

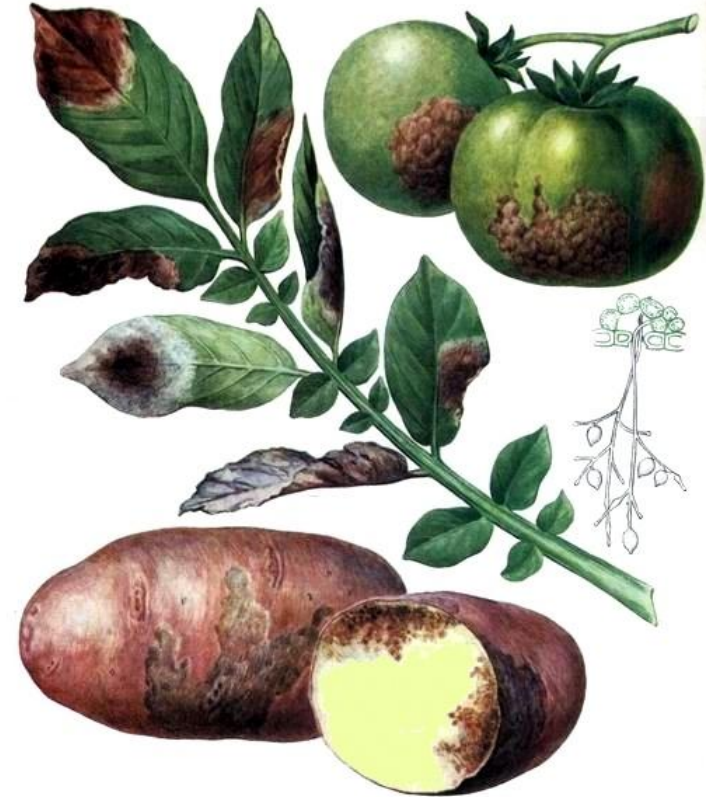
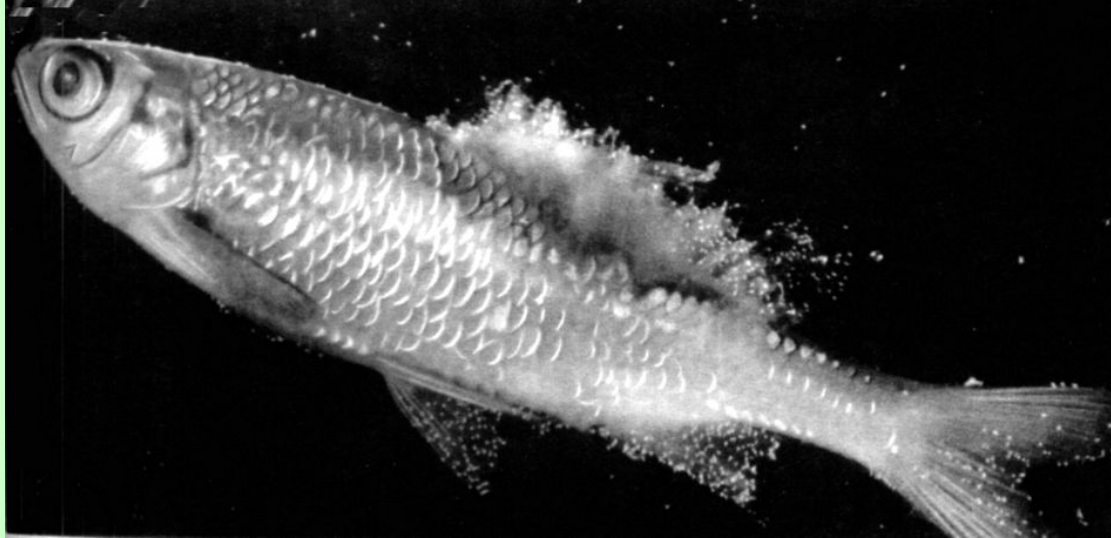
в-з – образование зооспорангия и  
выход зооспор

и-к – покоящиеся зооспоры  
(правая проросшая и пустая)

Выходящие из отверстий клеточной стенки эктоплазматические тяжи образуют не трубки, а ризоиды, прикрепляющие клетки к субстрату и проникающие внутрь него. Подобно каналам лабиринтулей, ризоиды, образованные разными клетками, сливаются с образованием общей эктоплазматической сети. Сапрофиты и эктопаразиты водных растений и моллюсков.



## Другие гетероконты: тип *Псевдогрибы* (*Pseudofungi*)



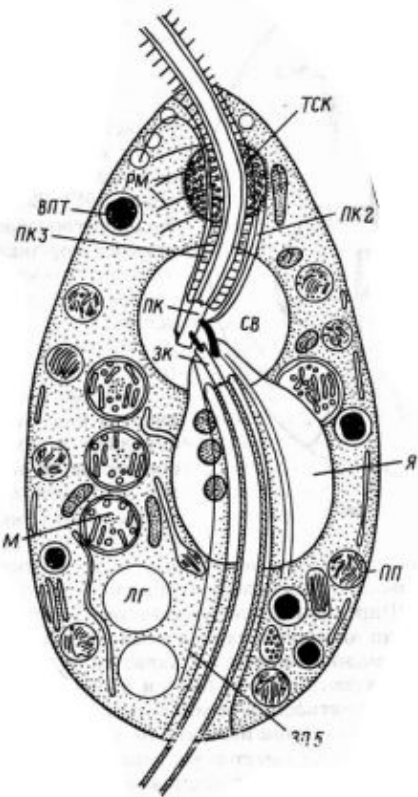
Бесцветные, обычно разветвленные, плазмодии без ботросом и эктоплазматической сети. Размножаются с помощью зооспор, имеющих типичную гетероконтную организацию жгутикового аппарата. Переходная зона жгутиков с двойной спиралью. Половое размножение не у всех видов, реализуется посредством безжгутиковых гамет. Клеточная стенка содержит целлюлозу. Основной запасной полисахарид – крахмал.

Диплоидны, редукция гаметическая. Сапрофиты и паразиты растений и животных.

# Псевдогрибы: класс *Оомицеты (=Сапролегниевые)*

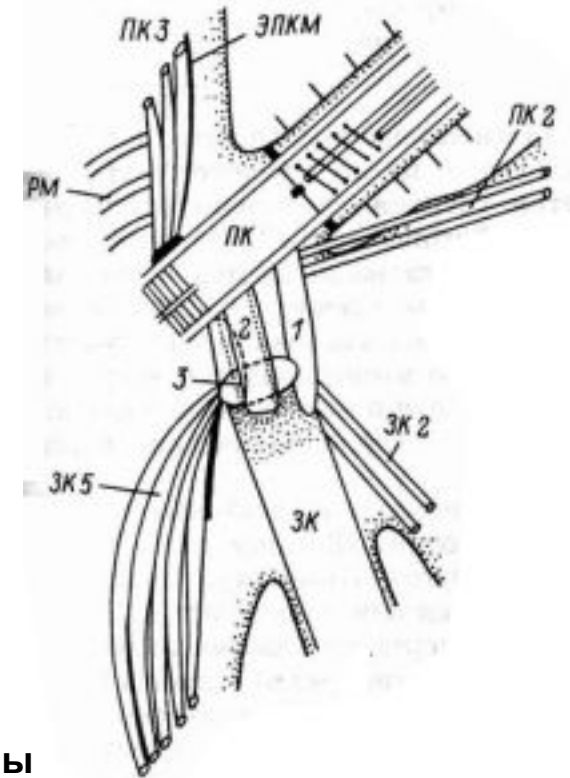
- стенка целлюлозная, споры двужгутиковые

## Зооспора *Olpidiopsis saprolegniae*



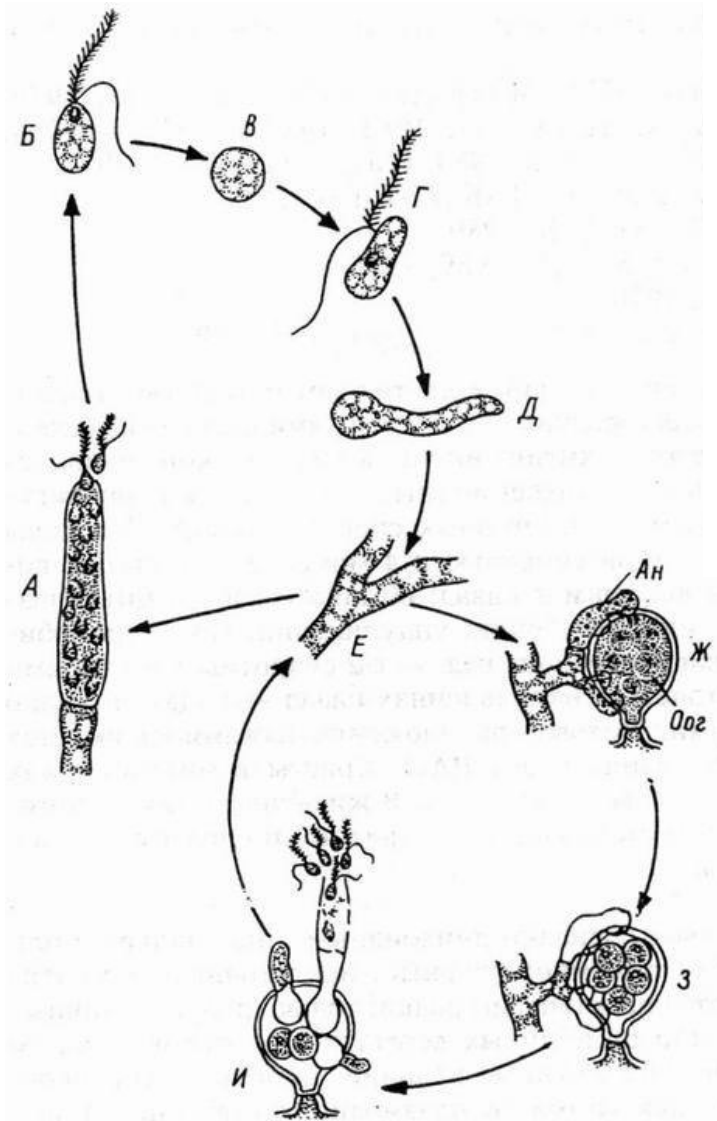
ВПТ – вакуоли с плотными тельцами  
ЗК – задняя кинетосома  
ЗК2 – задний корешок из 2 микротрубочек  
ЗК5 – задний корешок из 5 микротрубочек  
ЛГ – липидная гранула  
М – митохондрия  
ПК – передняя кинетосома  
ПК2 - передний корешок из 2 микротрубочек  
ПК3 - передний корешок из 3 микротрубочек  
ПК5 - передний корешок из 5 микротрубочек  
ПП – периферические пузырьки  
РМ – рёберные микротрубочки  
СВ – сократительная вакуоль  
ЭПКМ – электронноплотный корешковый материал  
Я - ядро  
1,2,3,4 – фибриллы, связывающие кинетосомы

## Жгутики зооспоры



Зооспоры двужгутиковые, клеточная стенка целлюлозная, не содержит хитина (кроме одного семейства), половой процесс анизогамный, осуществляется выростами гиф – архегонием и антеридием. Зигота превращается в зоопору. Зооспора, вышедшая из плодового тела, имеет овальную или грушевидную форму, жгутики прикреплены к переднему полюсу клетки. Поплавав, она инцистируется, иногда надолго, после чего из цисты выходит почковидная или грушевидная спора со жгутиками, заметно смещенными кзади. Это – *дипланетизм*.

# Псевдогрибы: класс *Оомицеты (=Сапролегниевые)* размножаются сначала как грибы, потом - дипланетизм



## Жизненный цикл сапролегнии

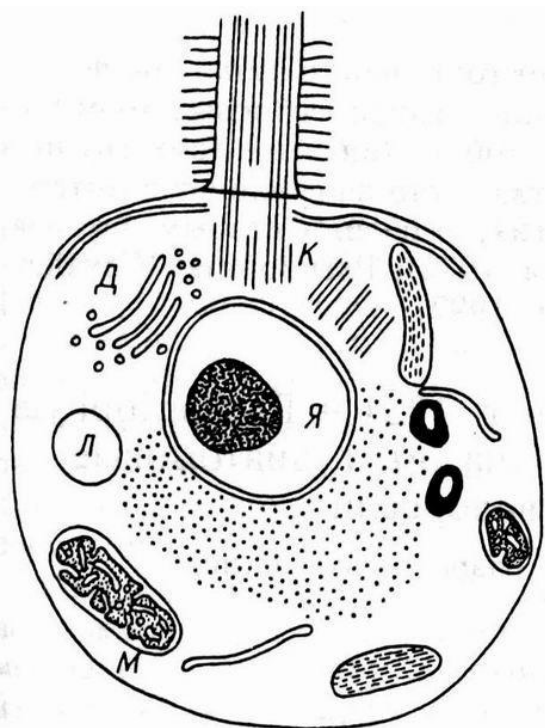
- А** – спорангий,
- Б** – первичная зооспора
- В** – первичная циста
- Г** – вторичная зооспора
- Д** – прорастание вторичной цисты
- Е** – соматические гифы
- Ж** – оплодотворение
- И** – прорастание зиготы

**Ан** – антеридий, **Оог** – оогоний, **З** – зигота,

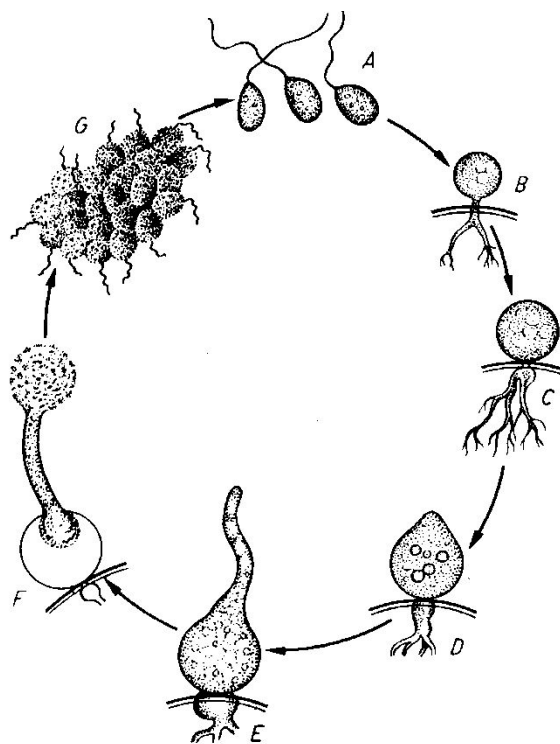
# Псевдогрибы: *Гифохитридиевые* –

## то ли класс, то ли тип

### Зооспора *Rhizidiomicetes*



### Жизненный цикл *Rhizidiomicetes*



- А - зооспоры
- В, С – прорастание и заражение
- Д – молодой спорангий
- Е – спорангий с наружной трубкой
- Ф – поздняя стадия развития наружной папиллы
- Г – появление протоплазмы с зооспорами
- Н – масса зооспор
- І – тройная инфекция

Зооспоры с единственным жгутиком - передним, базальное тельце заднего сохраняется. Стенка клетки двуслойная, наружный слой целлюлозный, внутренний – хитиновый. Половой процесс редок, изогамный, гаметы жгутиконосные. Зигота превращается в спору, из которой выходят зооспоры. Сапрофиты и паразиты оомицетов, водорослей, членистоногих в морских, пресных водах и в почве.

[Вернуться к  
линии  
«хлорофилл  
С»](#)