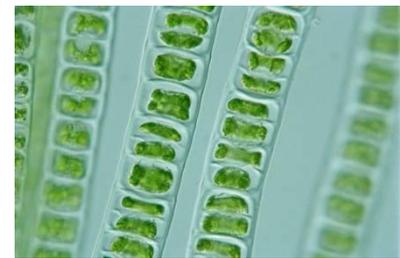




Зеленые водоросли

- Одноклеточные, колониальные или многоклеточные формы. Представлены все типы морфологической дифференциации таллома, за

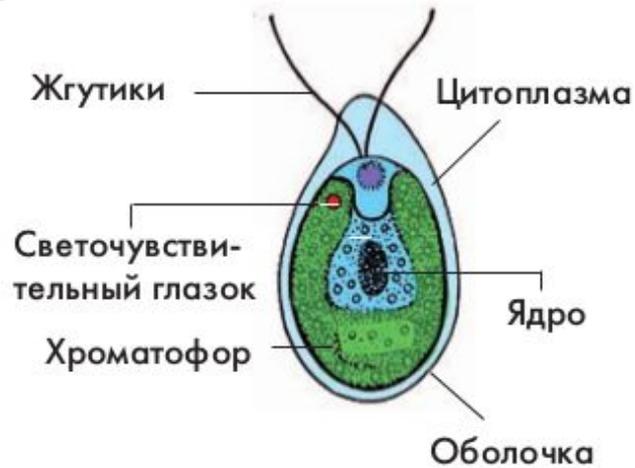


Зелёные водоросли — самый обширный на данное время отдел водорослей: по приблизительным подсчётам сюда входит от 13 000 до 20 000 видов. Все они отличаются в первую очередь чисто-зелёным цветом своих слоевищ, сходным с окраской высших растений и вызванным преобладанием [хлорофилла](#) над



В клетках водорослей [хлоропласт](#) обычно чашевидный, постенный, содержит, помимо [хлорофилла](#), целый набор добавочных пигментов, включая [ксантофиллы](#) — [лютеин](#), [зеаксантин](#), [виолаксантин](#), [антераксантин](#) и [неоксантин](#) и другие. Добавочные пигменты в зелёных водорослях не маскируют хлорофилл. Наиболее важным запасным [полисахаридом](#) является [крахмал](#), который встречается в виде гранул вокруг [пиреноида](#) или разбросан в [строме](#) хлоропласта. Пиреноиды погружены в хлоропласт и пронизаны [тилакоидами](#). Хлоропласт имеет двойную мембрану. В этом отношении зелёные водоросли напоминают [красные водоросли](#) и [высшие растения](#). В хлоропластах тилакоиды сгруппированы по 2—6 в виде пластин — как у высших растений. Клетки нередко содержат секретительные [вакуоли](#) (чаще всего





Жгутиков два.

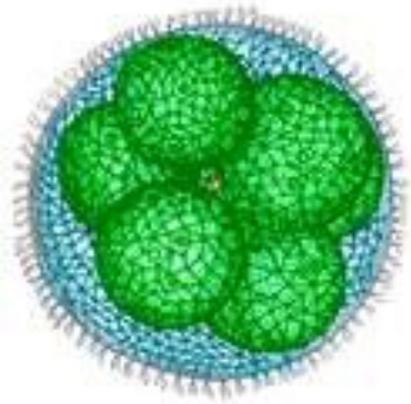
Хлоропласты покрыты двумя мембранами, как у красных водорослей и у высших растений

Пигменты – хлорофилл а и б, лютеин, сифонксантин

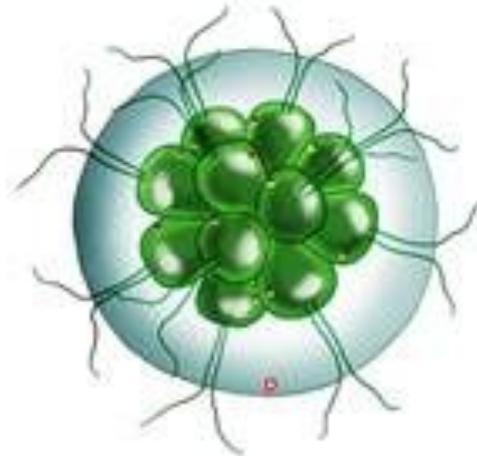
Запасной углеводов – крахмал в виде зерен в строме хлоропласты

Основной компонент клеточной стенки - целлюлоза

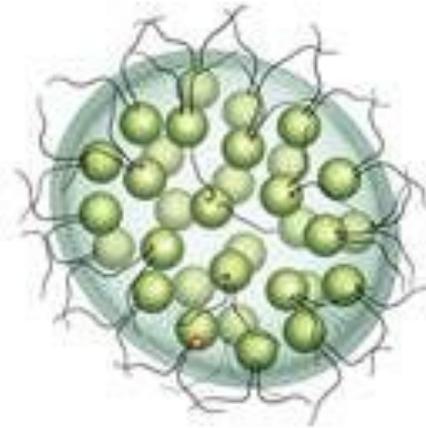
Колониальные формы



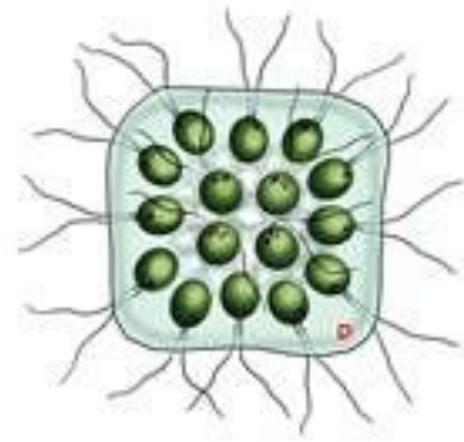
Вольвокс



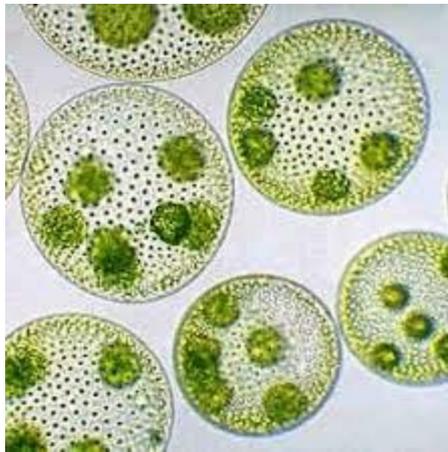
Пандорина



Эвдорина



Гониум



Зеленые водоросли

- Размножение вегетативное, бесполое (зооспорами, апланоспорами, автоспорами) и половое (все типы полового процесса)

	изогамия	гетерогамия	оогамия
Гаметогамия			
Гаметаплогамия (эпигамия)			
Соматогамия			

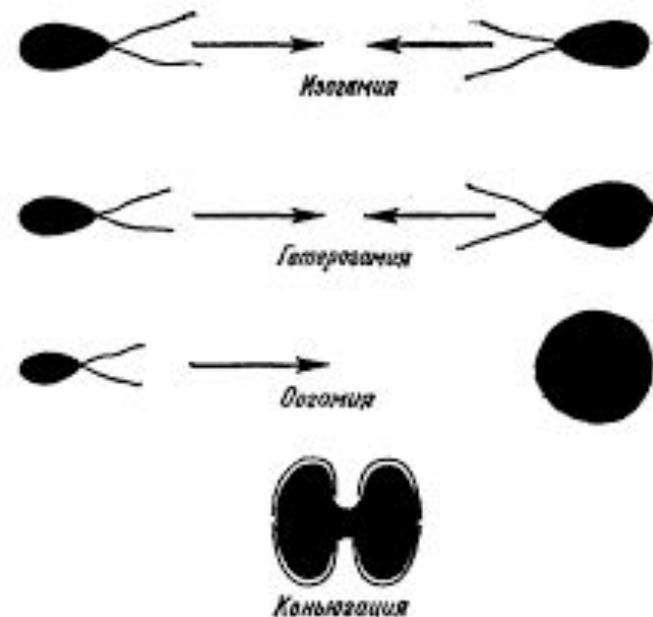


Рис. 24. Формы полового процесса у водорослей.

Жизненный цикл

- Основной тип – гаплобионтный с зиготической редукцией, хотя имеются все остальные типы жизненных циклов
- По способу питания – автотрофы, миксотрофы, гетеротрофы
- Ок. 8000 видов

- Жизненные циклы зелёных водорослей очень разнообразны. Здесь встречаются всевозможные типы.
- Гаплобионтный с зиготической редукцией (*Hydrodictyon reticulatum*, *Eudorina*). Двужгутиковые гаметы освобождаются из родительской клетки через пору в её оболочке, слияние гамет осуществляется с помощью трубки. Далее зигота превращается в покоящуюся зигоспору, а после периода физиологического покоя прорастает с образованием 4 зооспор (в результате мейотического деления). Каждая зооспора формирует полиэдр и прорастает, формируя небольшие сферические сеточки из слипшихся зооспор.
- Гапло-диплобионтный со спорической редукцией (*Ulva*, *Ulothrix*, некоторые виды *Cladophora*). Двужгутиковые изогаметы выходят из материнской клетки, после чего гаметы образованные разными нитями сливаются в воде. Образуется четырехжгутиковая зигота, которая активно парит в воде. После этого она опускается на какой либо субстрат и покрывается плотной оболочкой, превращаясь таким образом в дубинкообразную клетку (кодиолум), далее следует стадия физиологического покоя. При наступлении благоприятных условий прорастает в 4—16 зооспор или апланоспор, которые после непродолжительного периода плавания прикрепляются к субстрату и прорастают в новые нити. Активируют выход из покоящегося состояния разные факторы: повышение температуры, изменение pH среды и др.
- Диплобионтный с гаметической редукцией (*Bryopsis*). Планозигота оседает и прорастает в нитчатое слоевище с крупным ядром, ядро делится таким образом образуются стефаноконтные зооспоры прорастающие в вегетативный таллом.



Тетраспора
(тетраспоровый)



Гидродиктион
(коккоидный тип)



Стигеоклониум
(разноритчатый тип таллома)



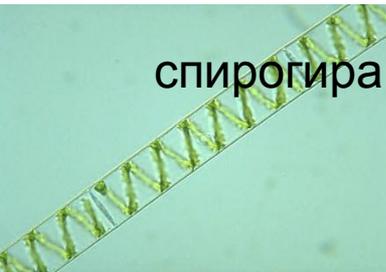
Улотрикс (нитчатый)



Кладофора
(сифонокладальный тип таллома)



Хара
балтийская



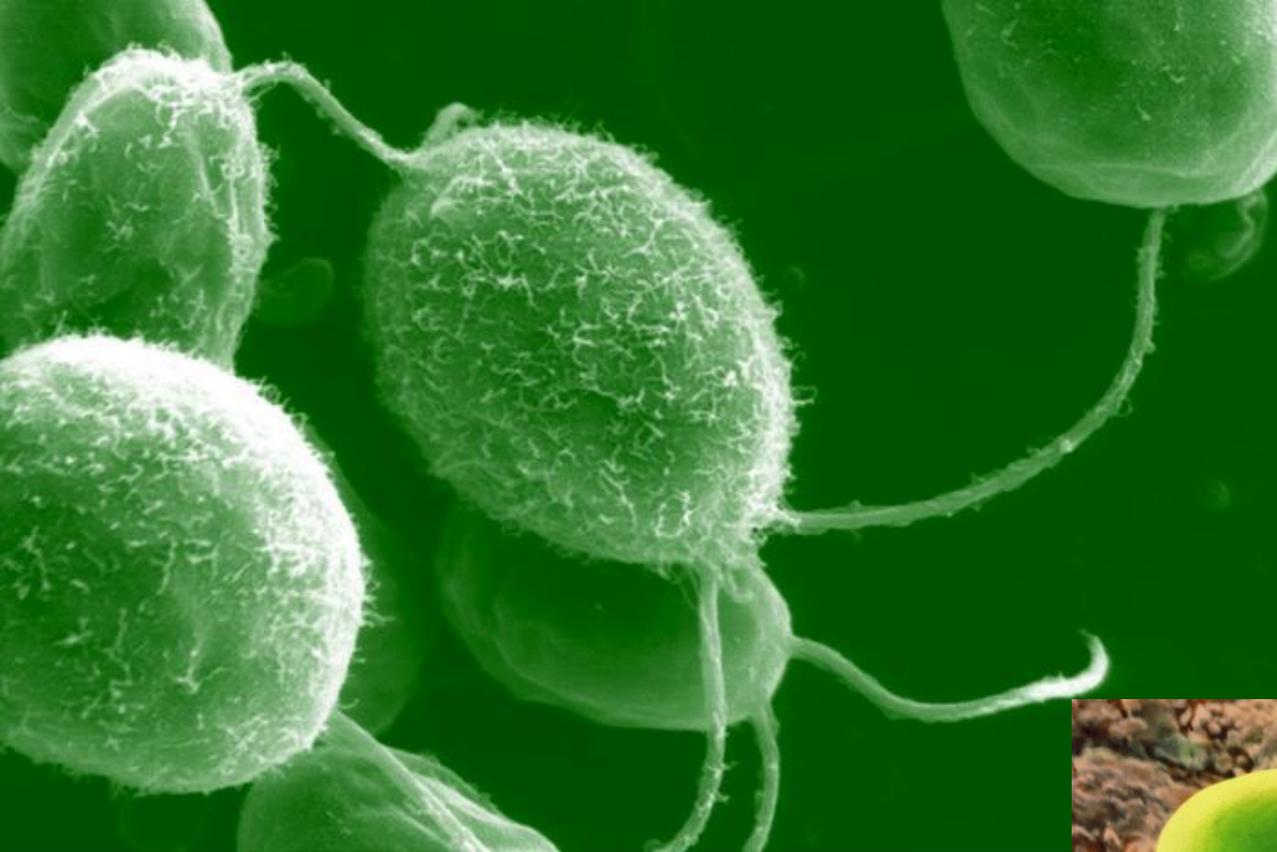
спирогира

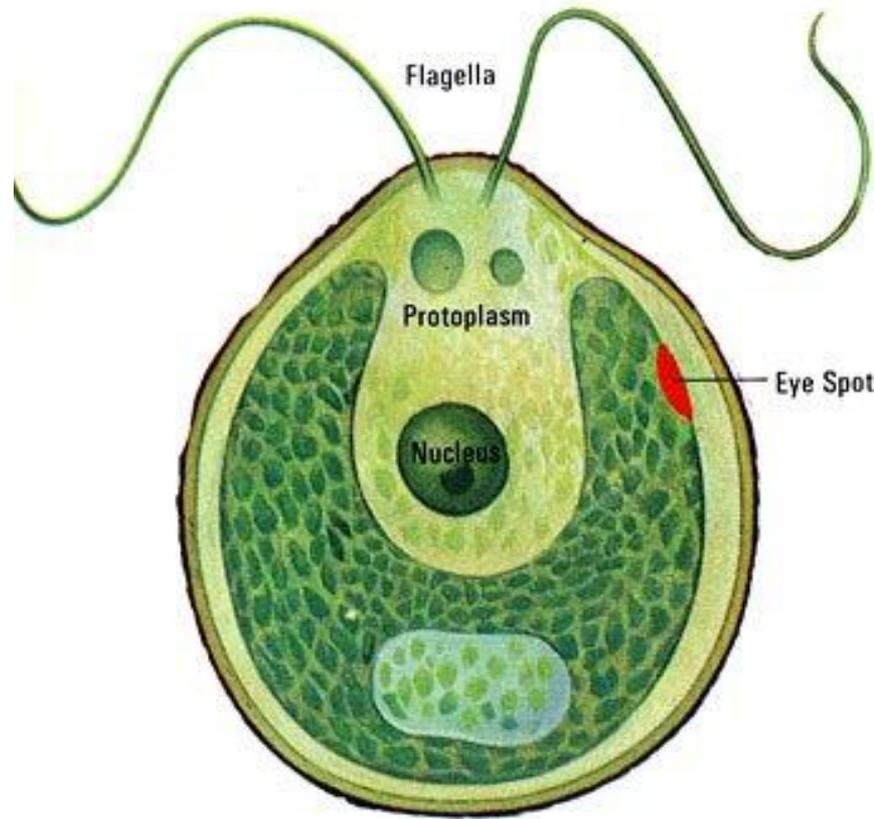
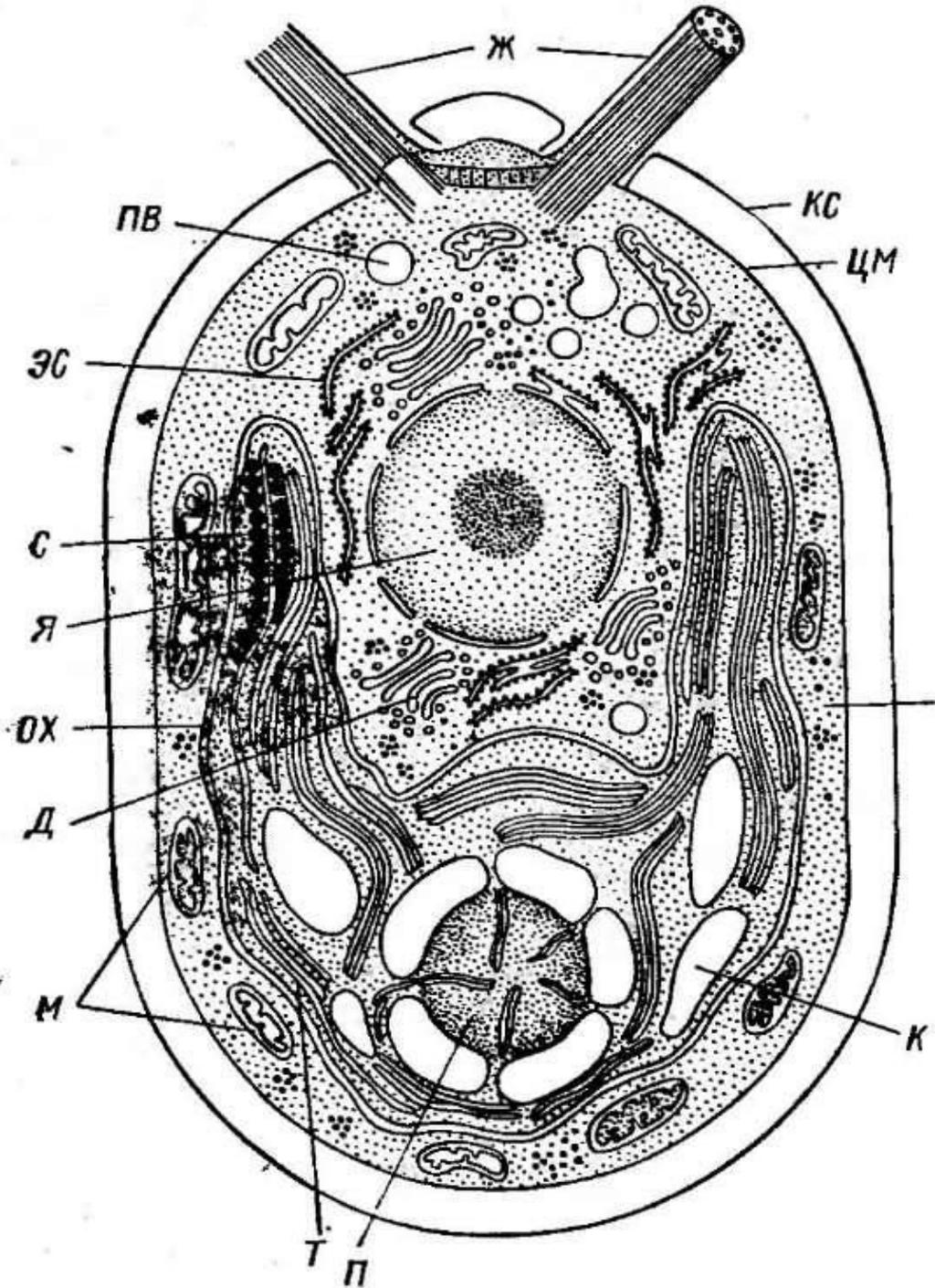


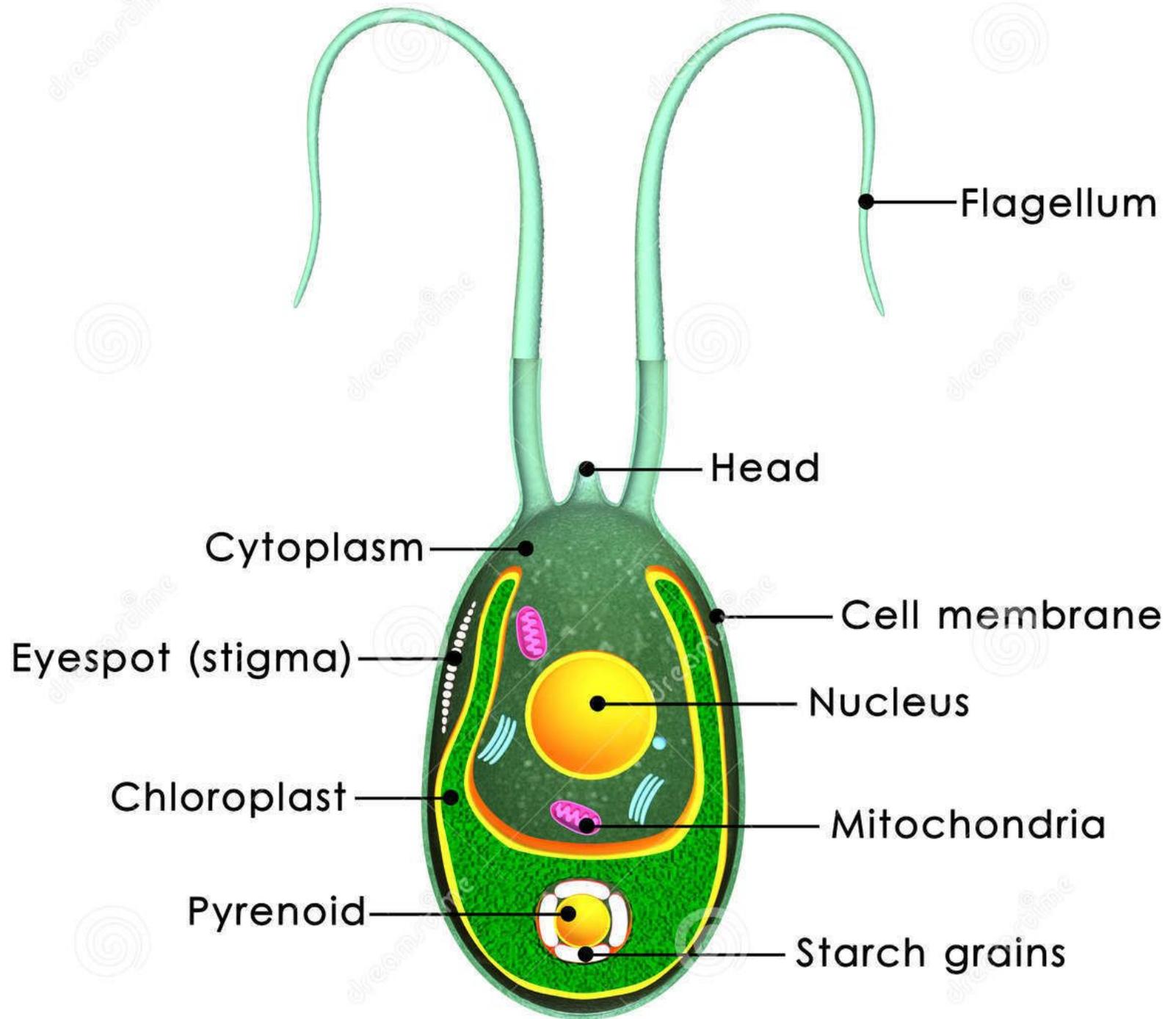
Бриопсис (сифональный тип)

Талломы зеленых водорослей

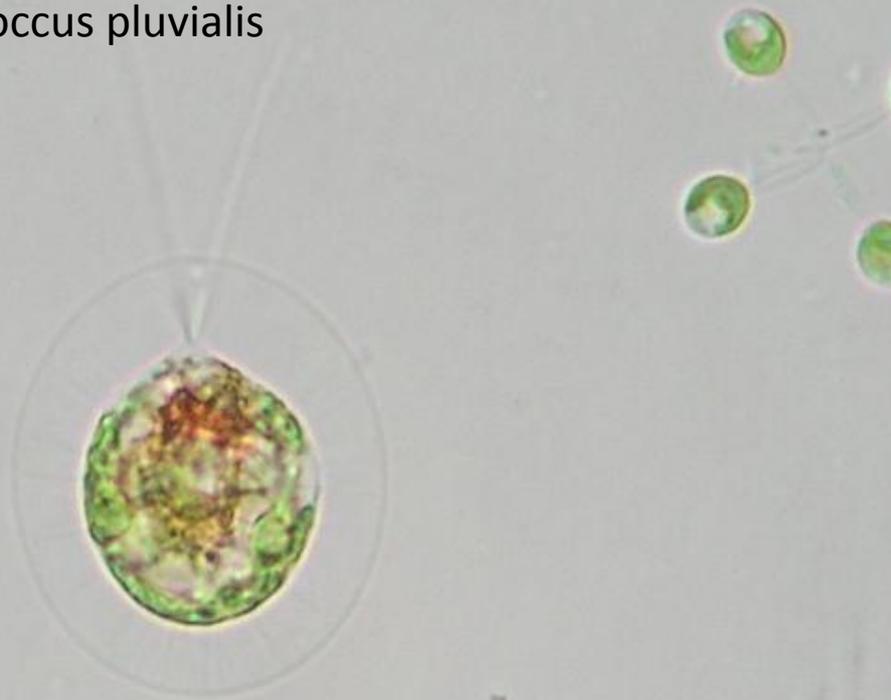
- Монадный
- Пальмеллоидный (тетраспора)
- Коккоидный (хлорелла, гидродиктион)
- Сарциноидный
- Трихальный или нитчатый – улотрикс, спирогира
- Гетеротрихальный (разнонитчатый) – стигеоклонум, хара







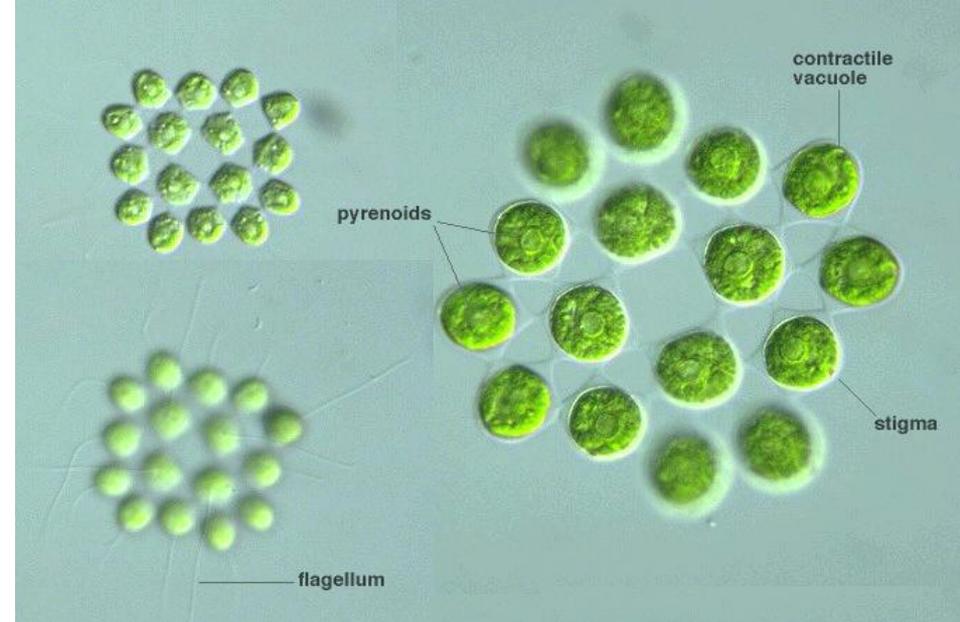
Hematococcus pluvialis



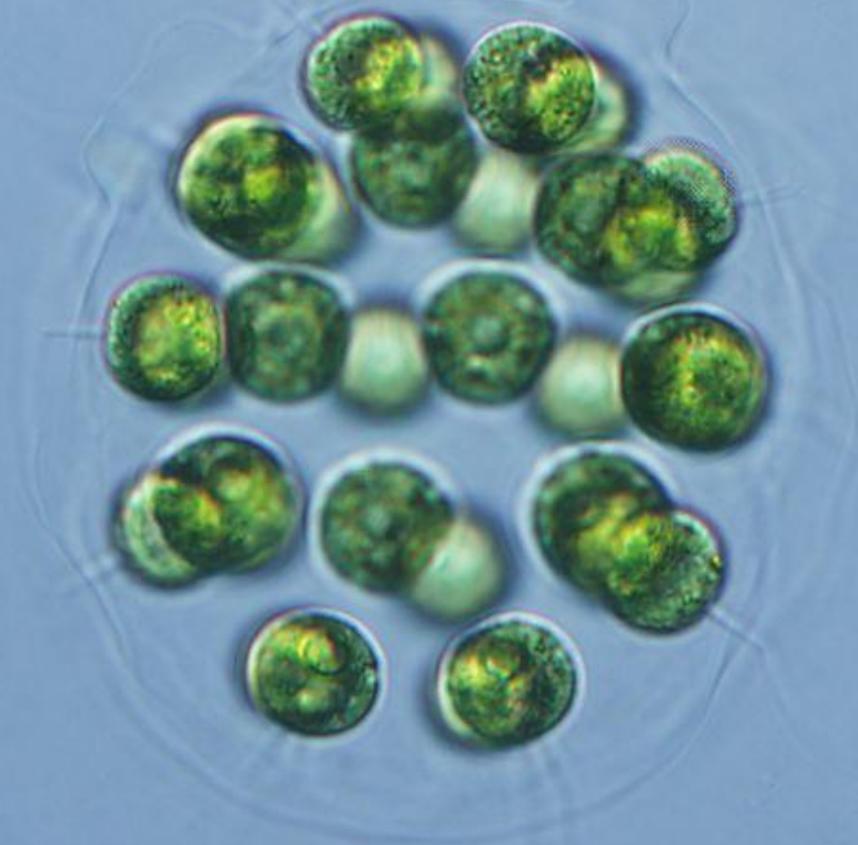


Volvox globator

Монадный, или жгутиковый тип — отдельные [клетки](#), имеющие постоянную форму, способные к активному движению в водной среде при помощи [жгутиков](#), одиночные или собирающиеся в [колонии](#), [ценобии](#) (колонии с неизменным определённым числом клеток). Целые колонии и ценобии могут быть подвижными. У монадных водорослей часто встречаются характерные [органеллы](#): [центриоли](#), глоточный аппарат, пищеварительные [вакуоли](#), [стигма](#) сократительные вакуоли (у пресноводных).



Eudorina elegans



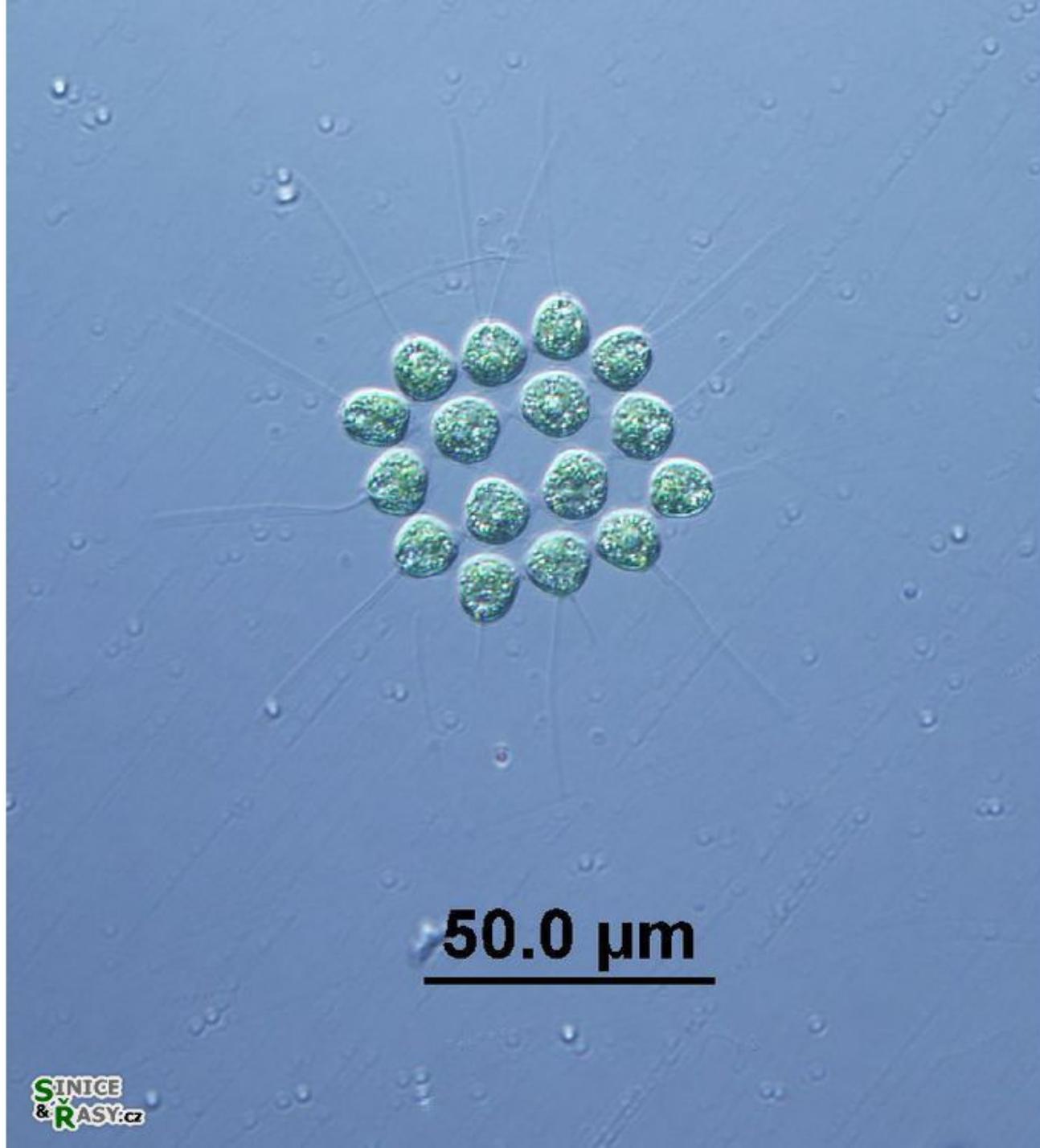
50.0 μm

http://galerie.sinicearasy.cz/galerie/chlorophyta/chlorophyceae/bicikovci-flagellates/eudorina/eudorina-elegans?image_id=13486

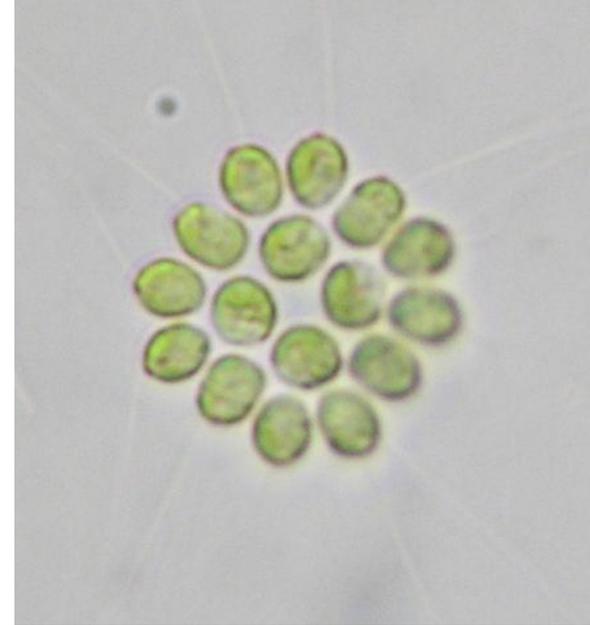


Pandorina morum

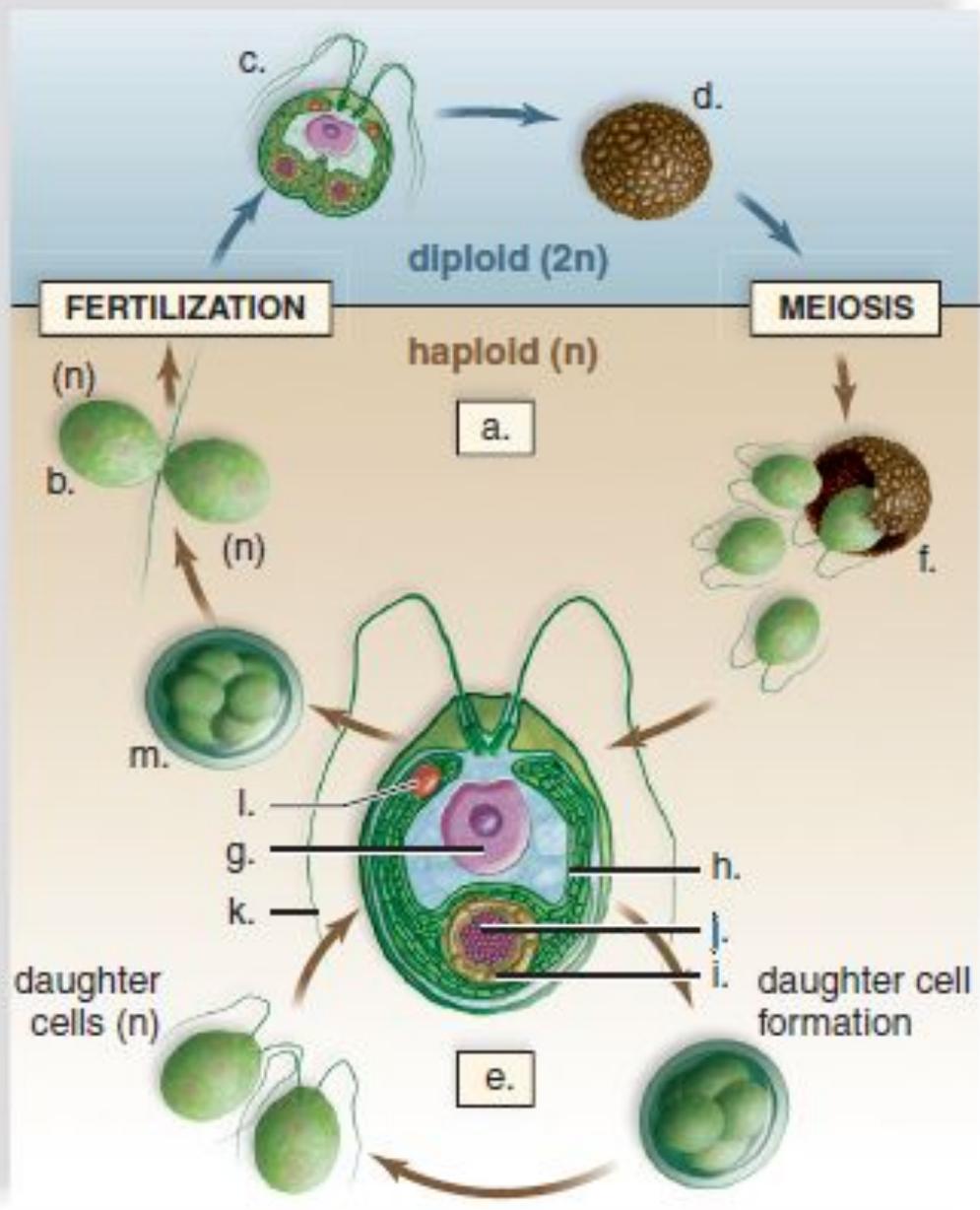
50.0 μm



50.0 μm



Gonium pectorale

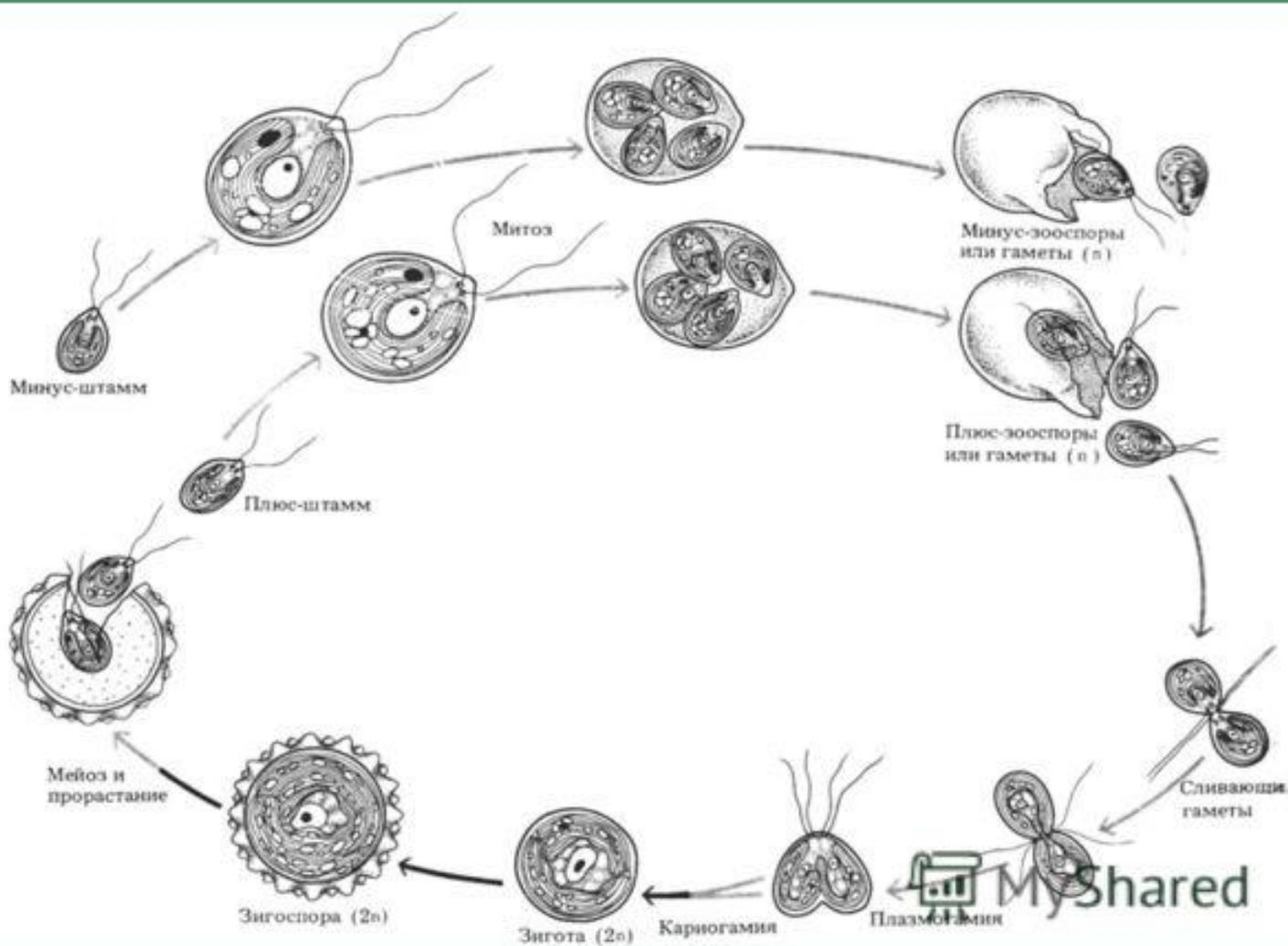


III. Порядок Вольвоксовые (Volvocales)

Одноклеточные, колоннальные водоросли с монадной структурой.

Подвижны, при неблагоприятных условиях могут переходить в пальмеллоидное состояние

Жизненный цикл хламидомонады



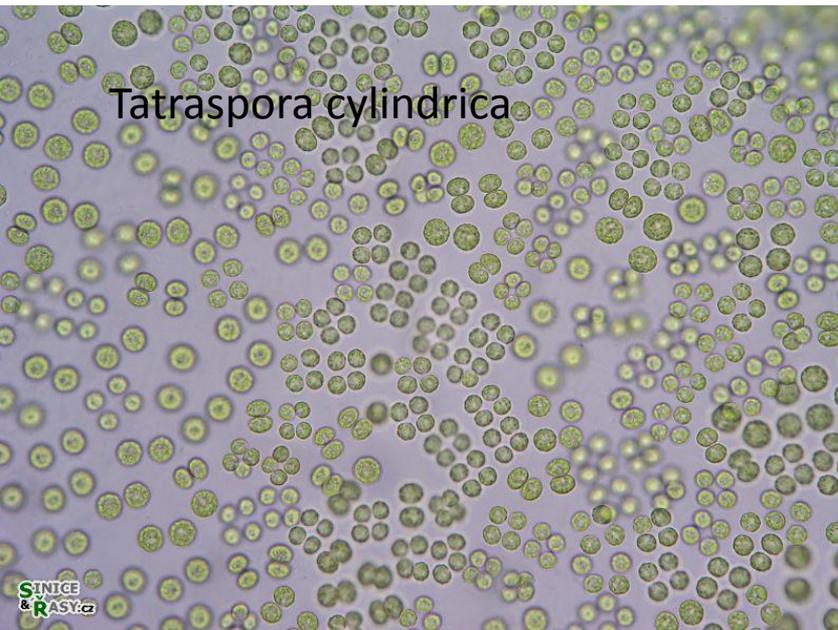
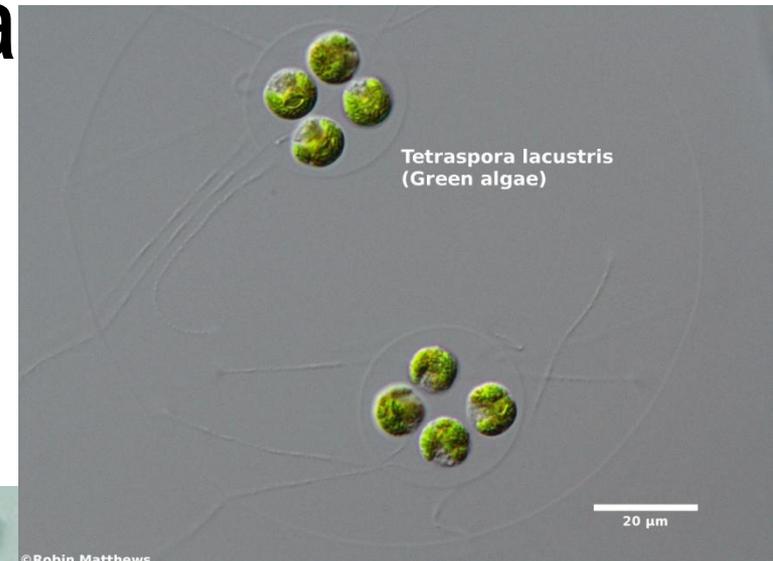
Род Хламидомонада (Chlamydomonas)

- размеры - 25 мкм
- стигма
- половой процесс - изогамия, реже гетерогамия или оогамия
- мелкие пресные водоемы

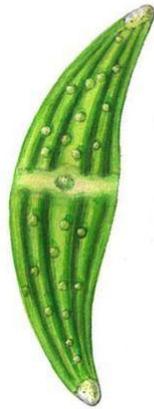
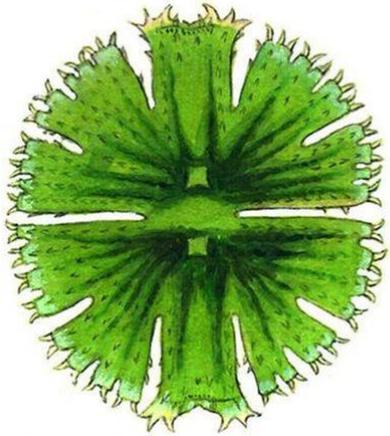
Tetraspora- пальмеллоидный тип таллома



Tetraspora gelatinosa



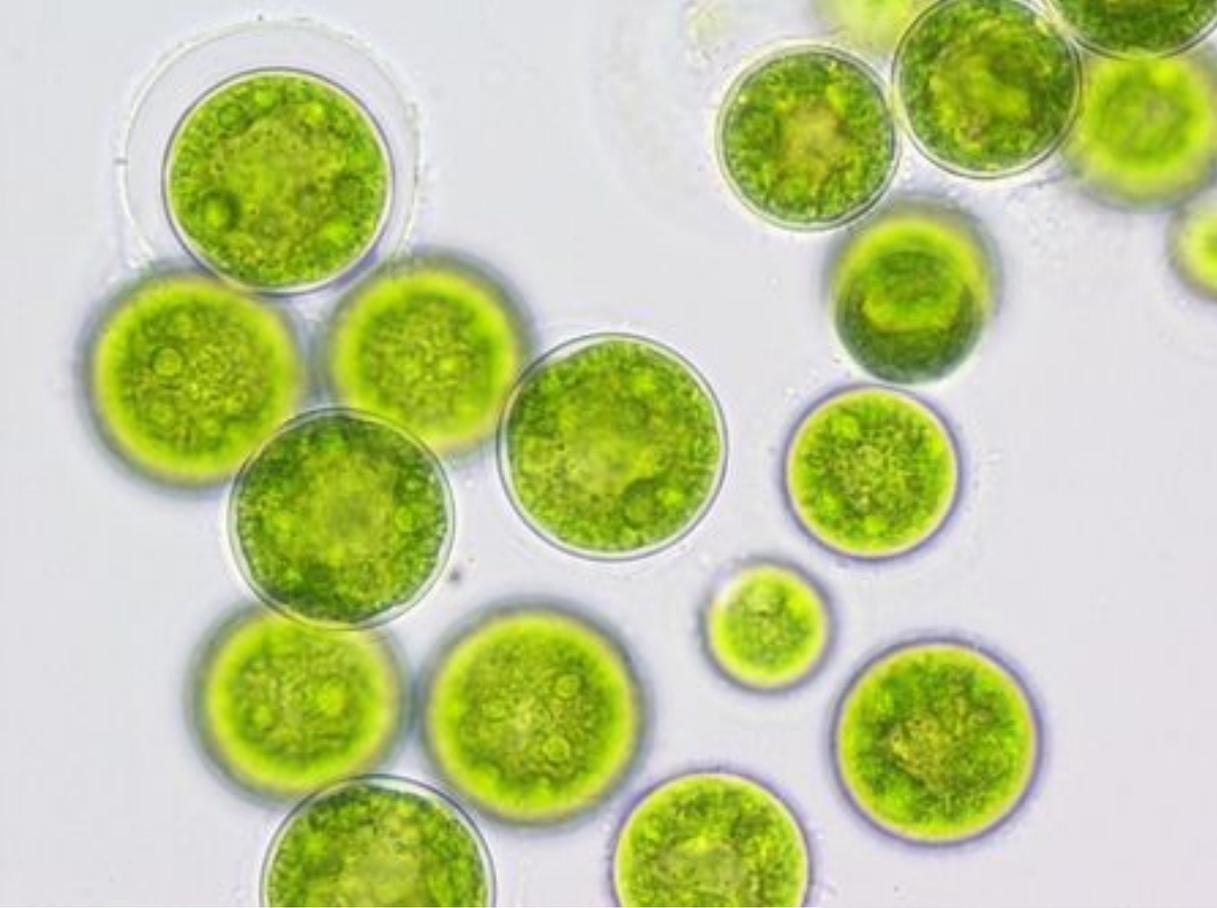
Коккоидный таллом



MyShared

Estin McKenney





Is Chlorella a
SUPERFOOD?



Help your dog
DETOX
with

Chlorella



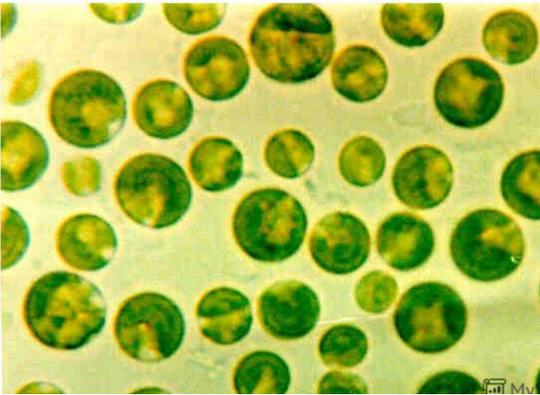
"Wonder nutrient" CHLORELLA

SOME of the health benefits associated with this green alga:

- * Repairing nerve tissues
- * Increasing your energy levels
- * Enhancing your **immune system**
- * Normalizing your **blood sugar**
- * Improving **digestion**
- * Normalizing your **blood pressure**
- * Promoting healthy **pH levels in your gut**, which helps good bacteria to thrive
- * Removing potentially **toxic metals** from your body
- * Enhancing your ability to **focus and concentrate**
- * Eliminating **bad breath**



Хлорелла



Строение хлореллы

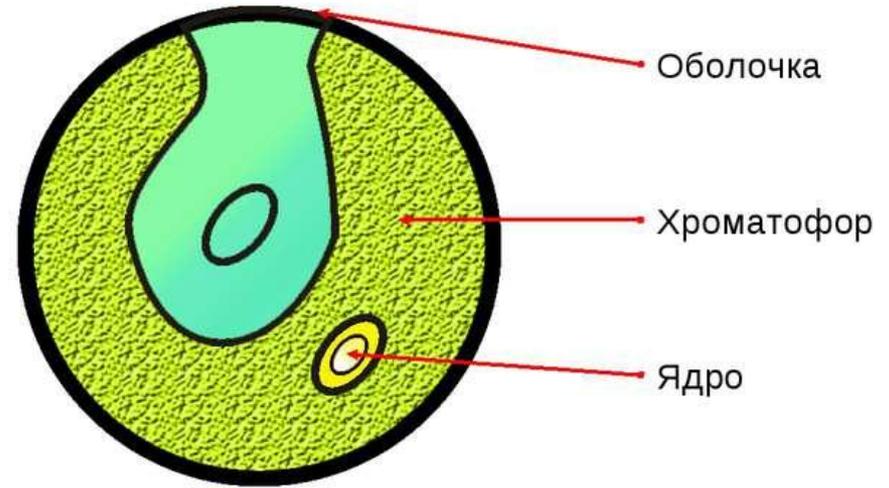
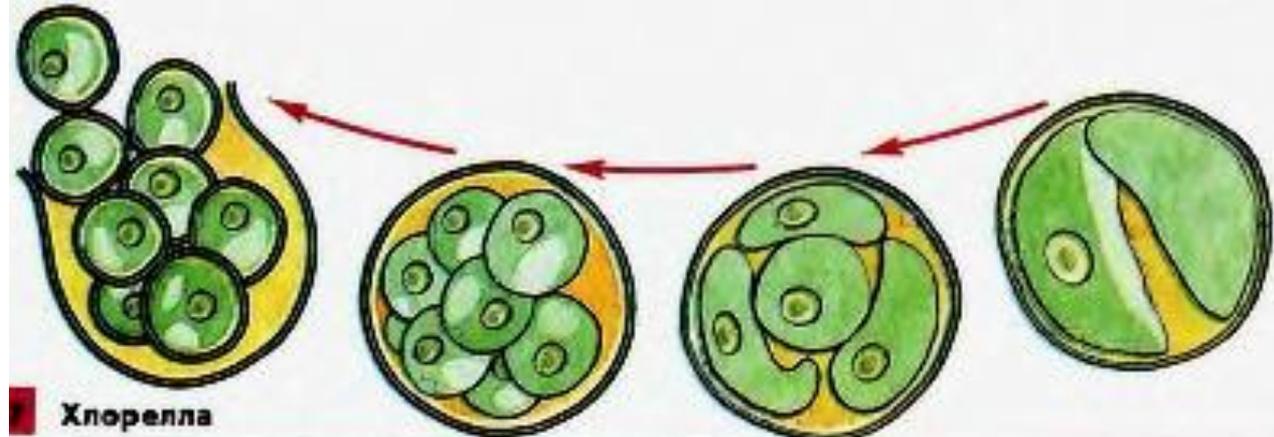
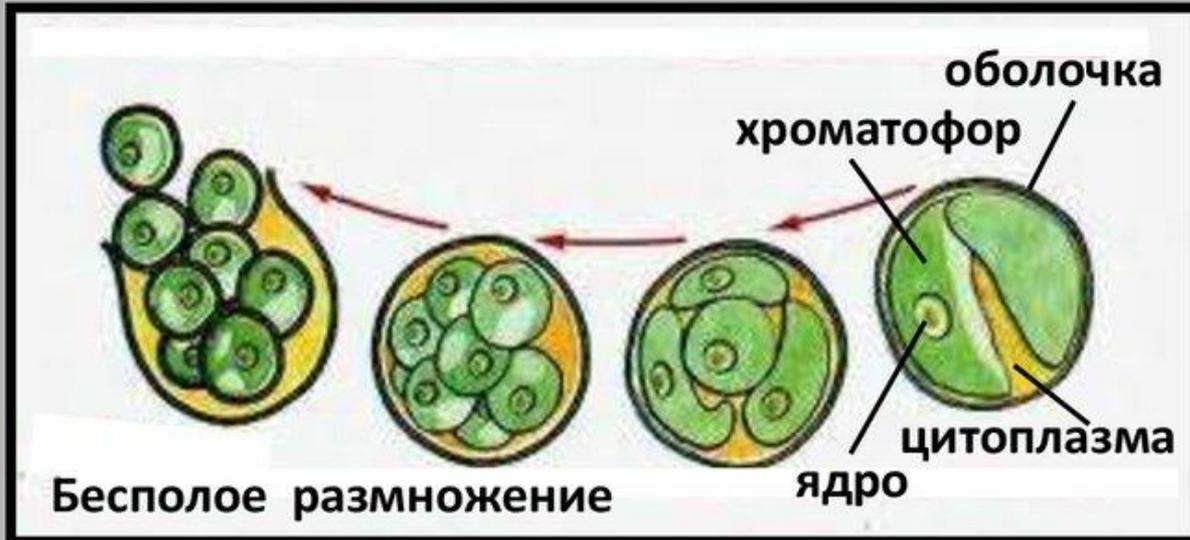


Рис. 49. Хлорелла: а — схема размножения; б — клетка под электронным микроскопом; 1 — хлоропласт; 2 — крахмал



Хлорелла

ХЛОРЕЛЛА



Клетка хлореллы шаровидной формы с чашевидным хроматофором. Цитоплазма с ядром имеют пристанное положение.

Стигма, жгутики и пульсирующие вакуоли отсутствуют. Размножение только бесполое.

Значение хлореллы

- ✓ Клетка хлореллы содержит около 50 веществ, среди которых витамины **В**, **С** и **К**, антибиотики, жиры, белки и углеводы.
- ✓ Используется как биологическое удобрение
- ✓ Используется как корм для скота
- ✓ Применяется при биологической очистке воды.



WHY YOU SHOULD LOVE CHLORELLA

1 2 BILLION YEAR OLD INGREDIENT

This small green algae is a single cell organism. Although it is tiny in size, it is very strong and has survived millions of years of environmental damage and pollution.

2 HIGH VOLUME OF NUTRIENTS AND MINERALS

High in Vitamins B1, B2, B6, B12 and folic Acid, Chlorella also has a high concentration of minerals like calcium, iron, potassium magnesium and phosphorus. It helps the liver, cell production and your immune system.

3 DETOX NATURALLY

Dismisses harmful microorganisms such as heavy metals, pesticides and chemical from your body. Whilst doing this it leaves beneficial minerals like magnesium and zinc in your body untouched.

FACT

NASA considered chlorella is a food option due to its high protein content. They were even going to grow it on space station!

5 CONCENTRATED SOURCE OF CHLOROPHYLL

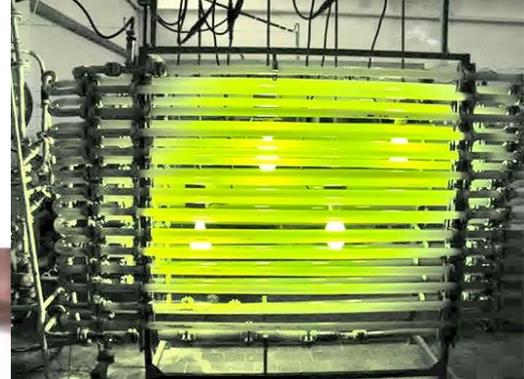
Chlorophyll is a strong antioxidant that fights cell damage and fights against free radical damage. It's high in Vitamin C for additional antioxidant support.

4 SOURCE OF PLANT-BASED PROTEIN

50-60% of chlorella is made up of protein, making it perfect for vegetarians and vegans. Chlorella also comes in easy to take powder form, and capsule or tablet form.



Очистные сооружения



Производство биогаза





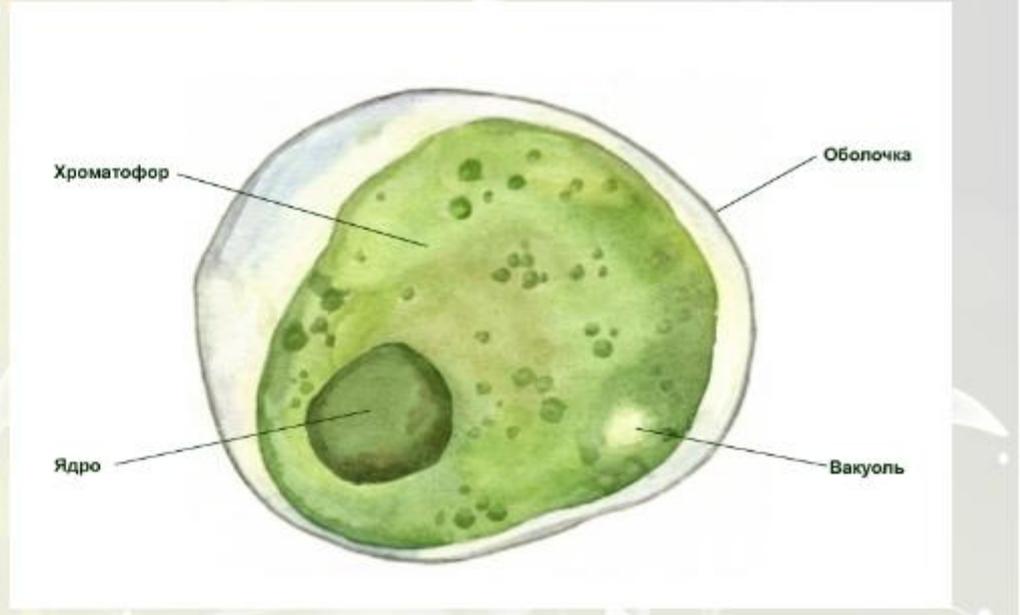
Свойства и качества хлореллы тщательно изучены. Ученые обнаружили в ней 15 витаминов. По своей питательности водоросль не уступает мясу и значительно превосходит пшеницу. Если в пшенице содержится 12 процентов белка, то в хлорелле его более 50.

Клетки делятся каждые двенадцать часов. Это и позволяет собирать фантастические урожаи. За год с каждого гектара водной поверхности бассейнов можно снять до 600 центнеров сухой биомассы, иначе говоря — около 250 центнеров белка! Для сравнения: люцерна дает с гектара около 40 центнеров зеленой массы. Стоимость тонны хлореллы не превышает одного рубля. Добавка ее в рацион молодняка крупного рогатого скота позволяет повысить привесы на двадцать процентов, не говоря уже о том, что хлорелла увеличивает продуктивность молочного стада. Биомасса идет также на корм свиньям, овцам, домашним птицам. Водоросль на одну треть повышает продуктивность рыбных прудов, стимулирует рост тутового шелкопряда и так далее.

Но и это не все, В переработанном виде хлорелла идет в пищу людей. Есть даже специализированные кафе, в которых подают к столу множество блюд, приготовленных с добавкой водоросли. Вполне естественно, что, прежде чем она попадет в рацион человека, требуется переработка. Биомасса в сыром виде по вкусу напоминает траву, а измельченная в порошок — сухой чай. Но вот в одном из кафе Ташкента вам подадут необычные блюда: салаты, картофель, холодец, желе, масло и даже торт — и все изумрудного цвета. Само собой разумеется, что к вкусу

Хлорококк—(греч.) – «хлорос» -
зеленый,

«**коккос**» – зерно



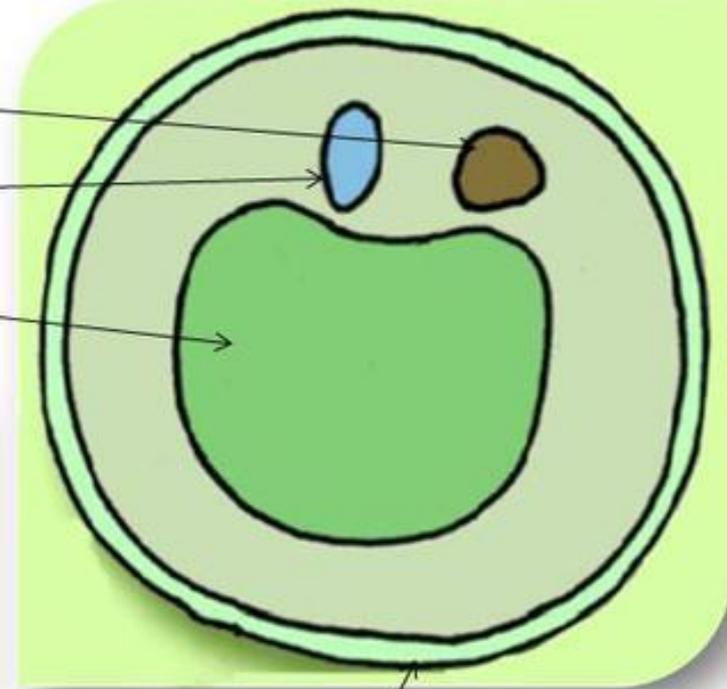


Хлорококк

ядро

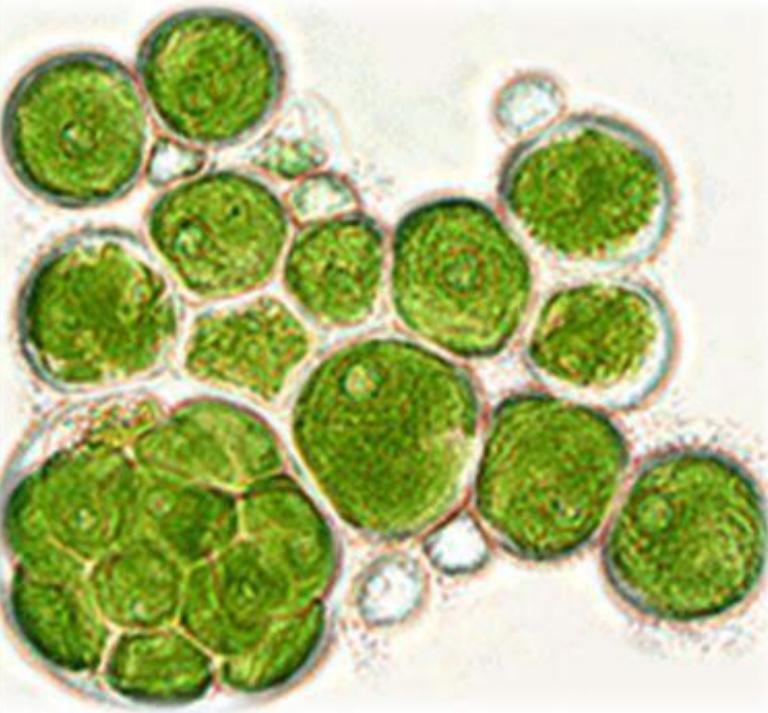
вакуоль

хроматофор



оболочка

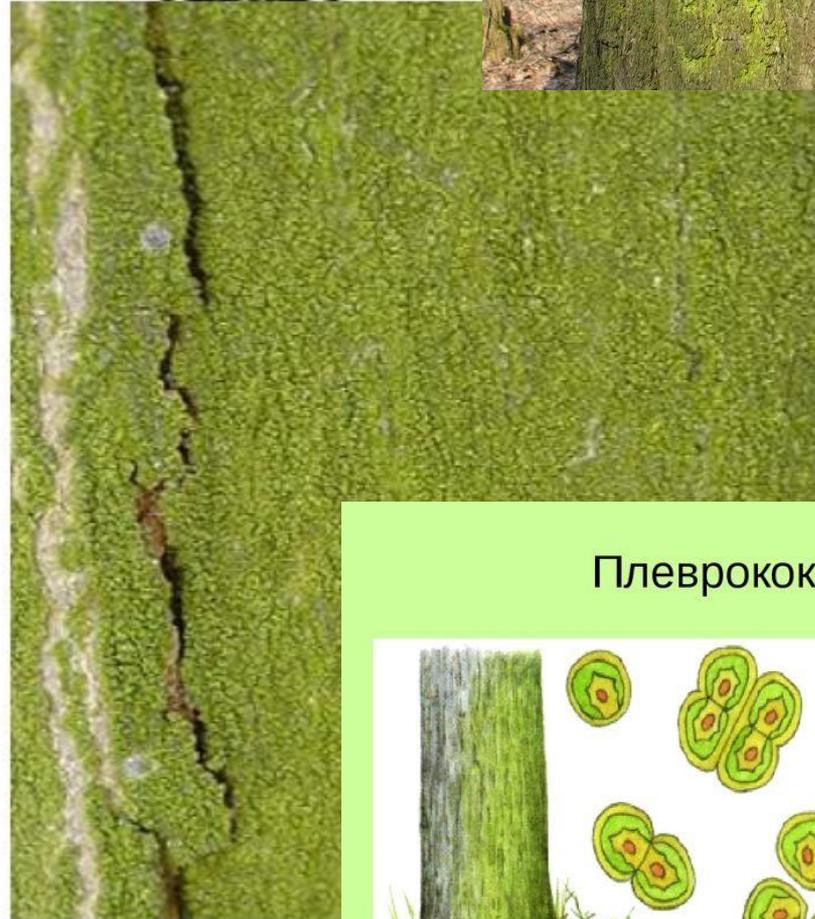
Хлорококк



- Образуют зелёный налёт на деревьях, почве, скалах, вызывают «цветение воды».
- Тело округлой формы
- Покрыто плотной оболочкой
- Образуют зооспоры – споры , имеющие жгутики

Плеврококк

- Обитает на заборах, в нижней части деревьев;
- Приспособлен к наземной жизни
- При недостатке воды или при низких температурах проводит жизнь в состоянии покоя

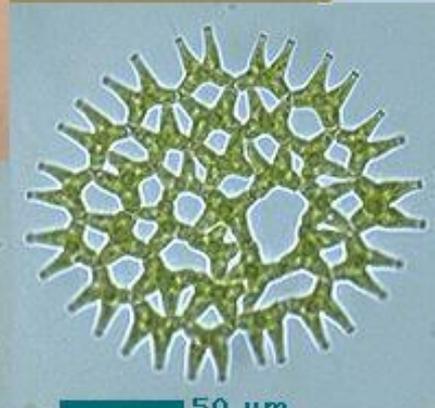
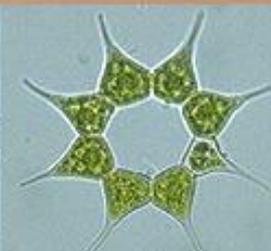
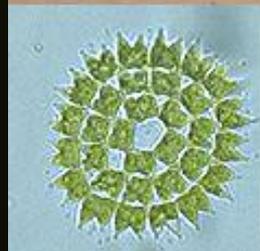
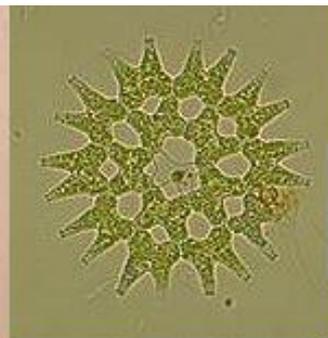
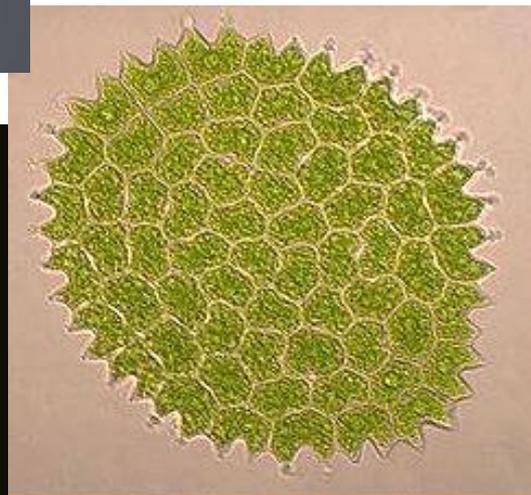
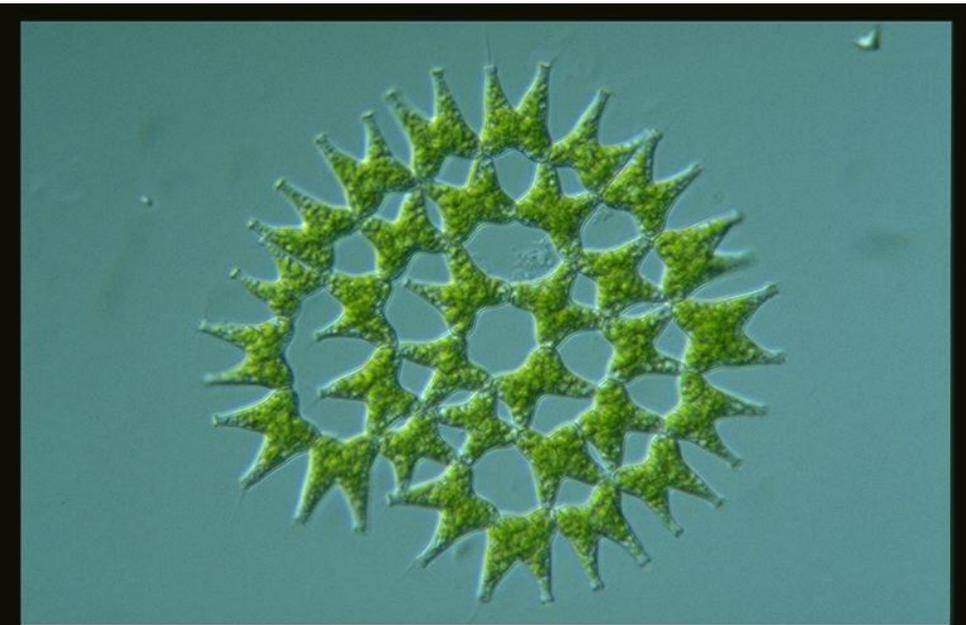
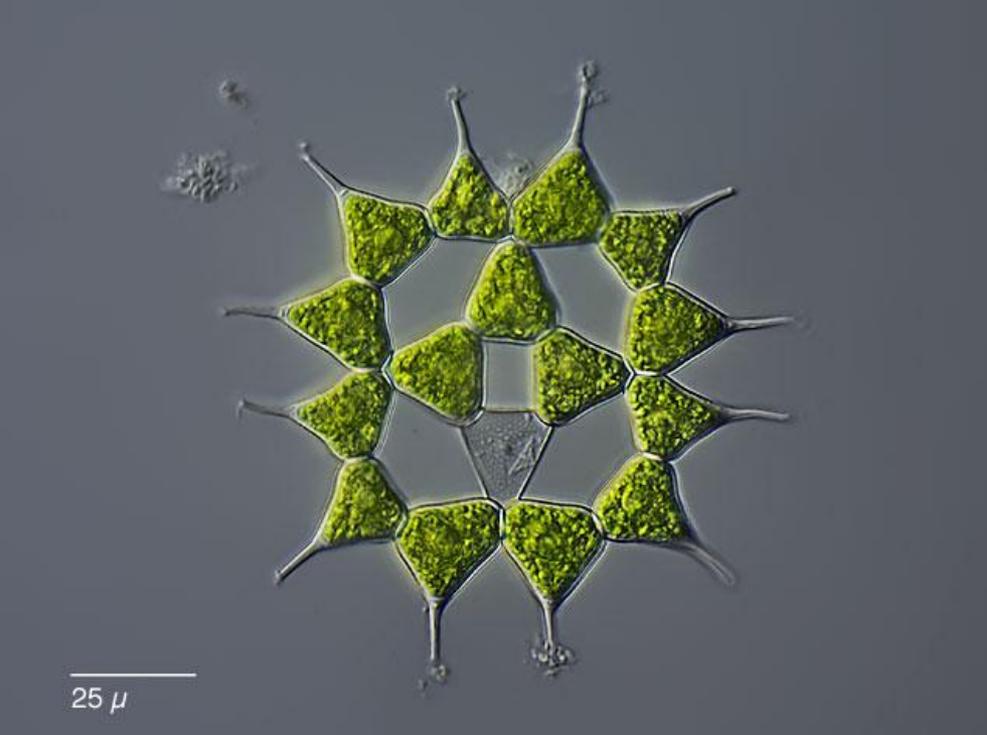


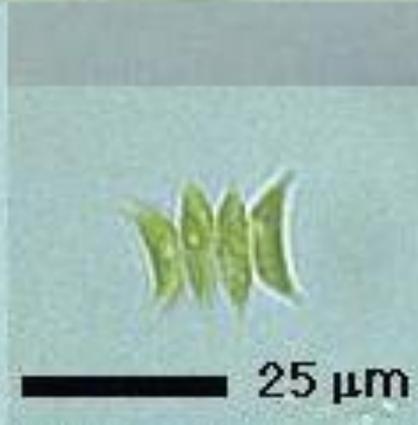
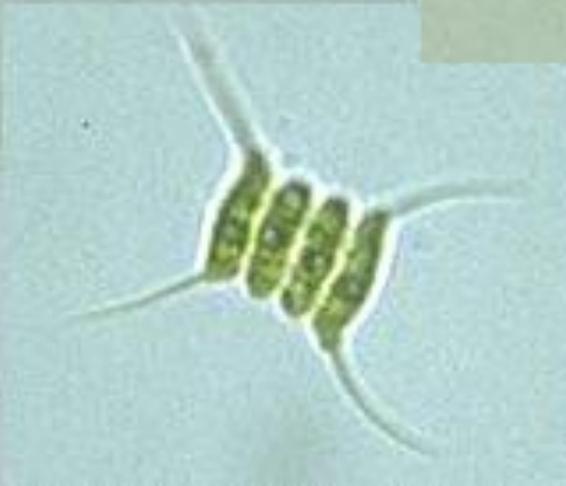
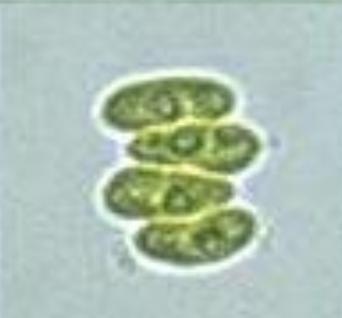
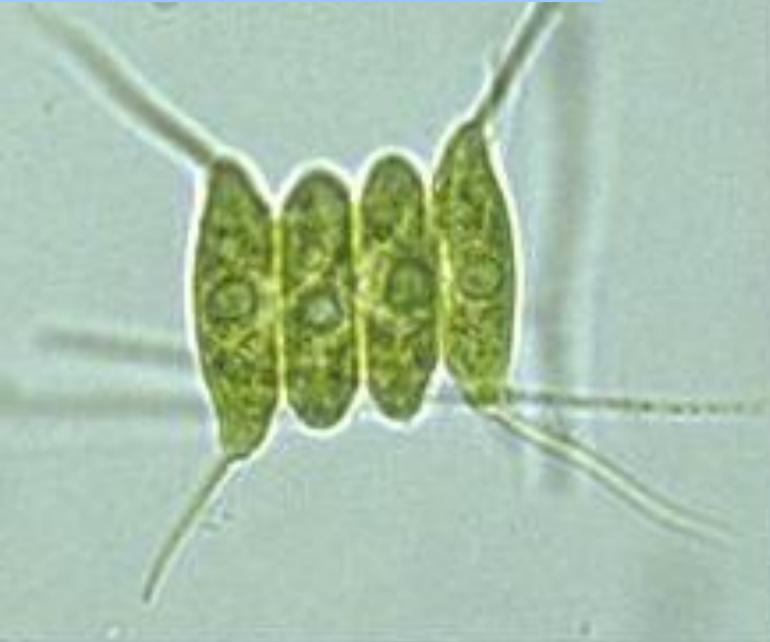
Плеврококк



Коккоидный таллом





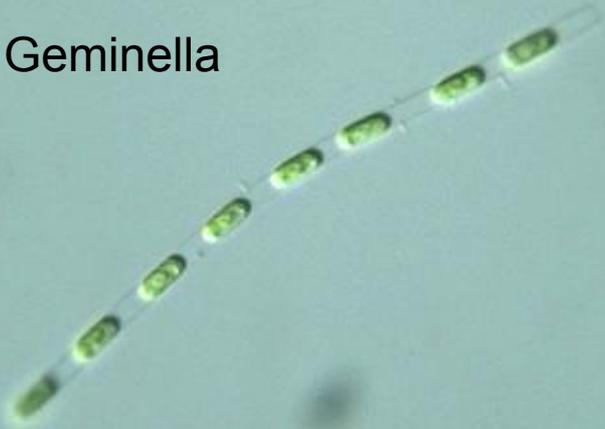


25 μm

- **Сарциноидный** тип является переходным между одноклеточными коккоидными и многоклеточными (паренхиматозными) водорослями. Клетки такого типа способны делиться в трёх взаимно перпендикулярных плоскостях и образовывать объёмные скопления. Как и для предыдущих типов, известны одиночные и колониальные представители сарциноидного типа. Насколько этот тип распространён в различных отделах водорослей, ещё окончательно не выяснено, характерные представители встречаются у зелёных водорослей, возможно также у класса жёлто-зелёных водорослей (отдел Охрофиты).

Нитчатый тип таллома (трихальный)

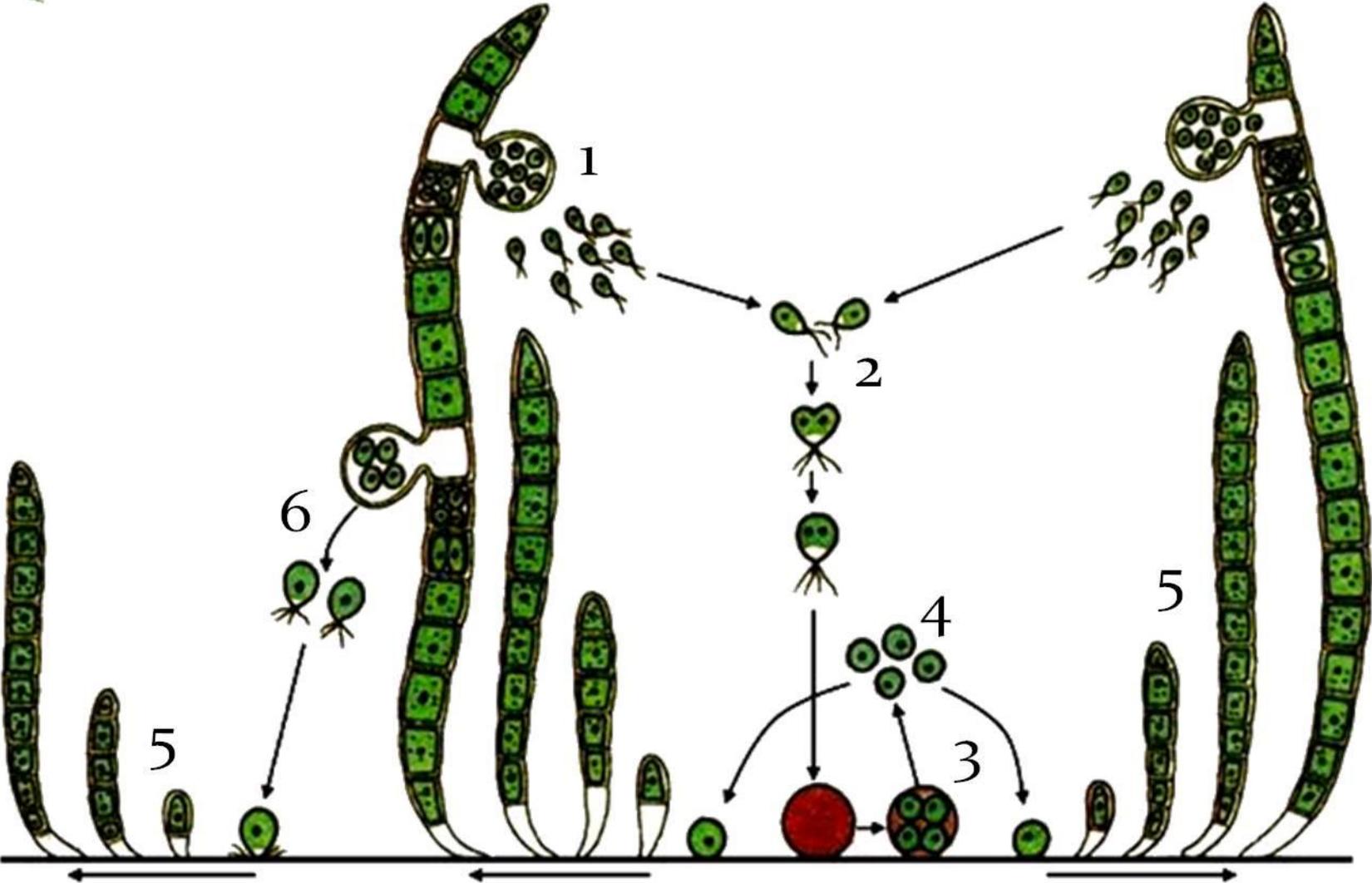
Geminella



Ulothrix zonata



Ulothrix

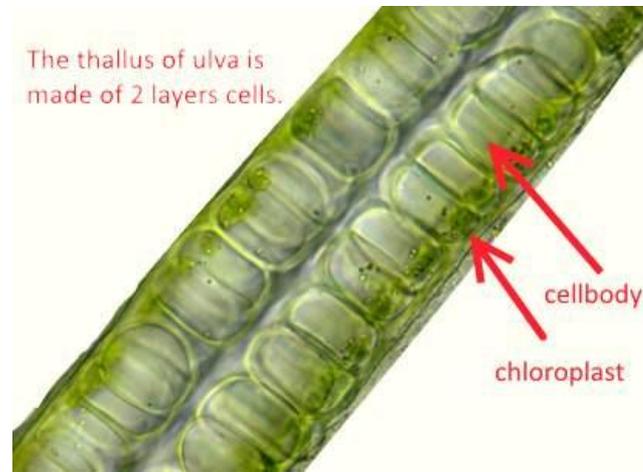


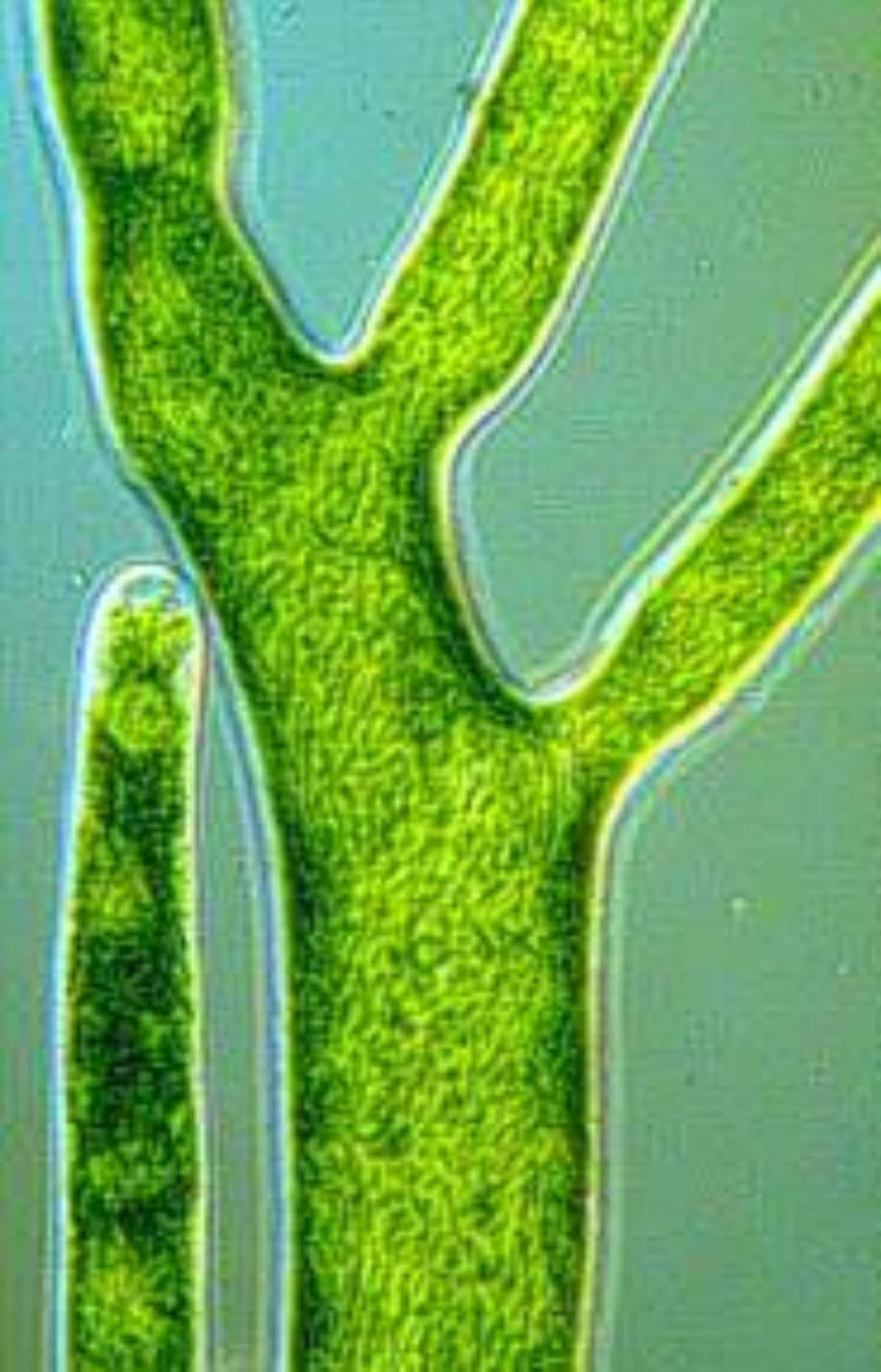
Geminella planctonica



Типы таллома

- Псевдопаренхиматозный (протодерма)
- Сифональный (бриопсис, каулерпа)
- Сифонокладальный (клатофора)
- Пластинчатый (ульва, кишечница, прازیола)





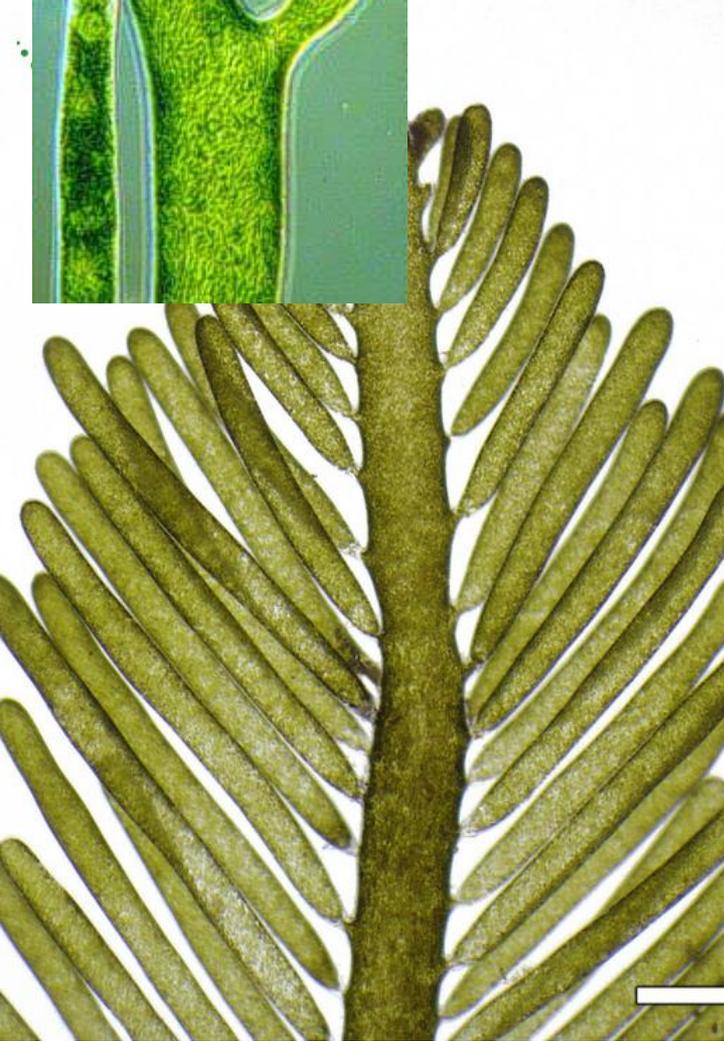
Сифональный тип
таллома

Сифональный таллом

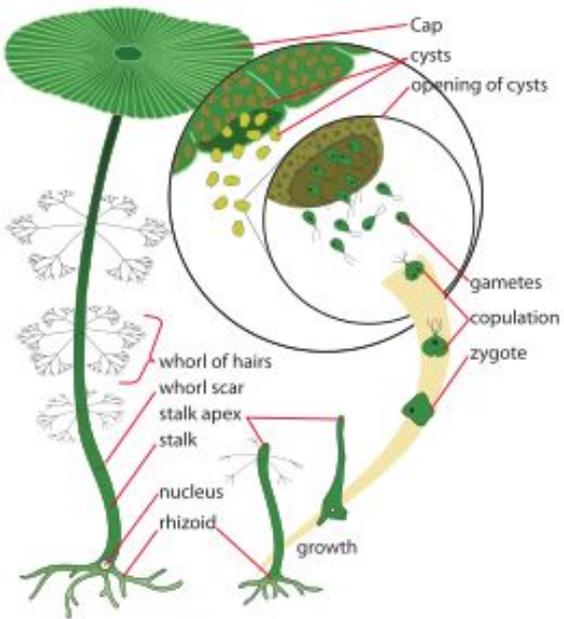


Caulerpa sp.





Bryopsis

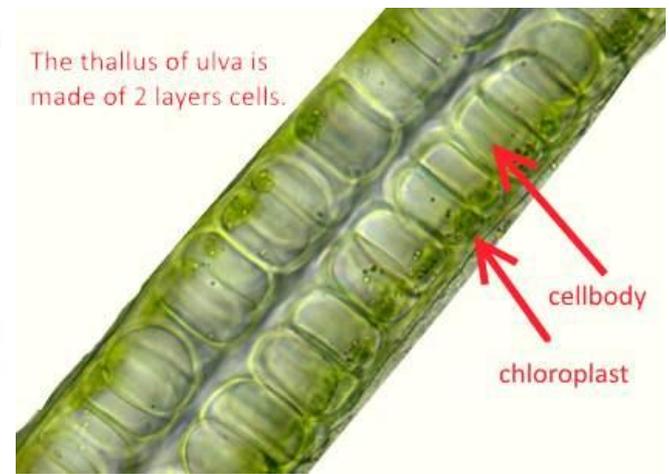


Пластинчатый тип
таллома

Ulva sp.



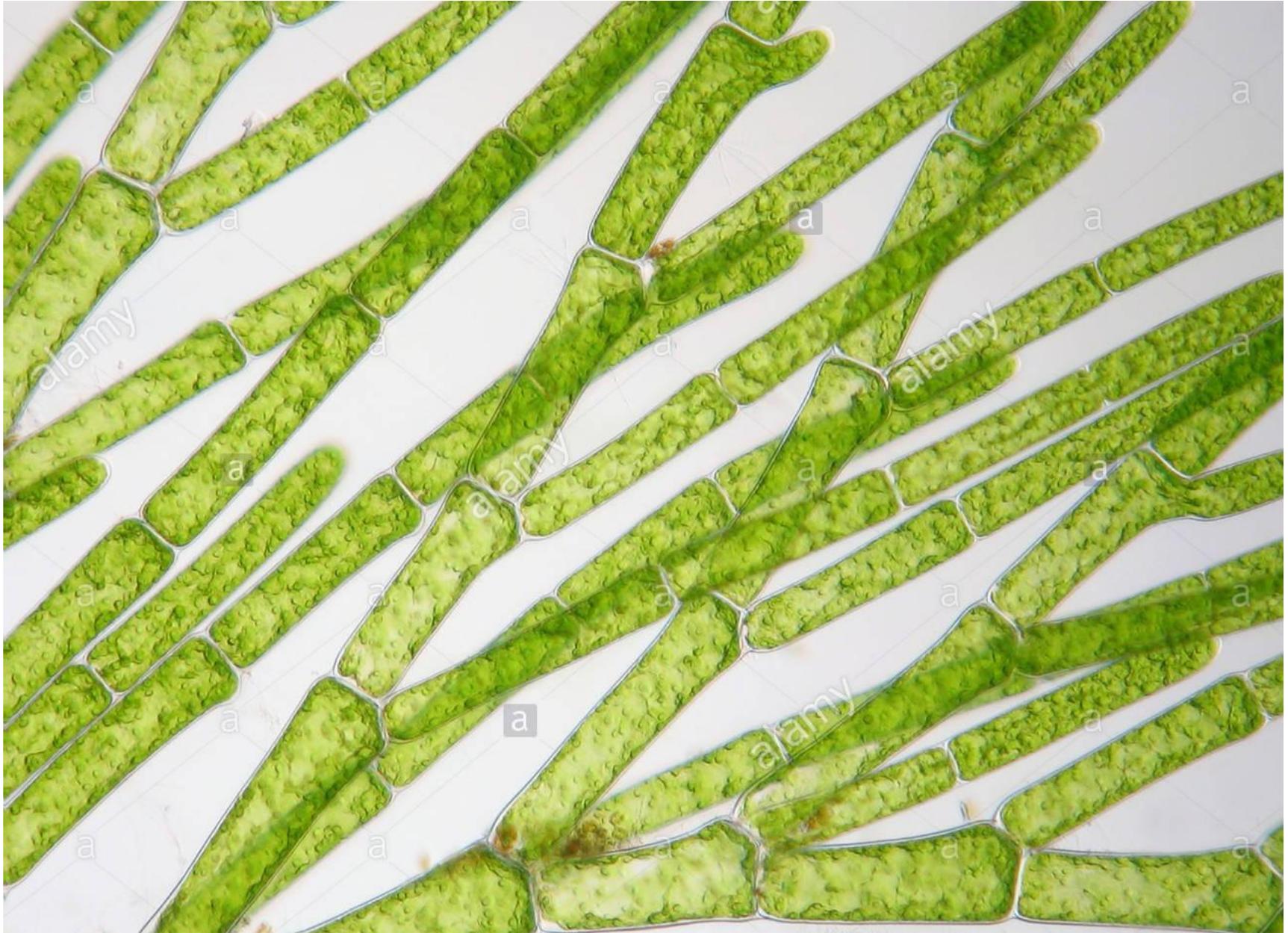
The thallus of ulva is
made of 2 layers cells.



Сифонокладальный таллом

Valonia sp.





Cladophora glomerata – сифонокладальный тип таллома

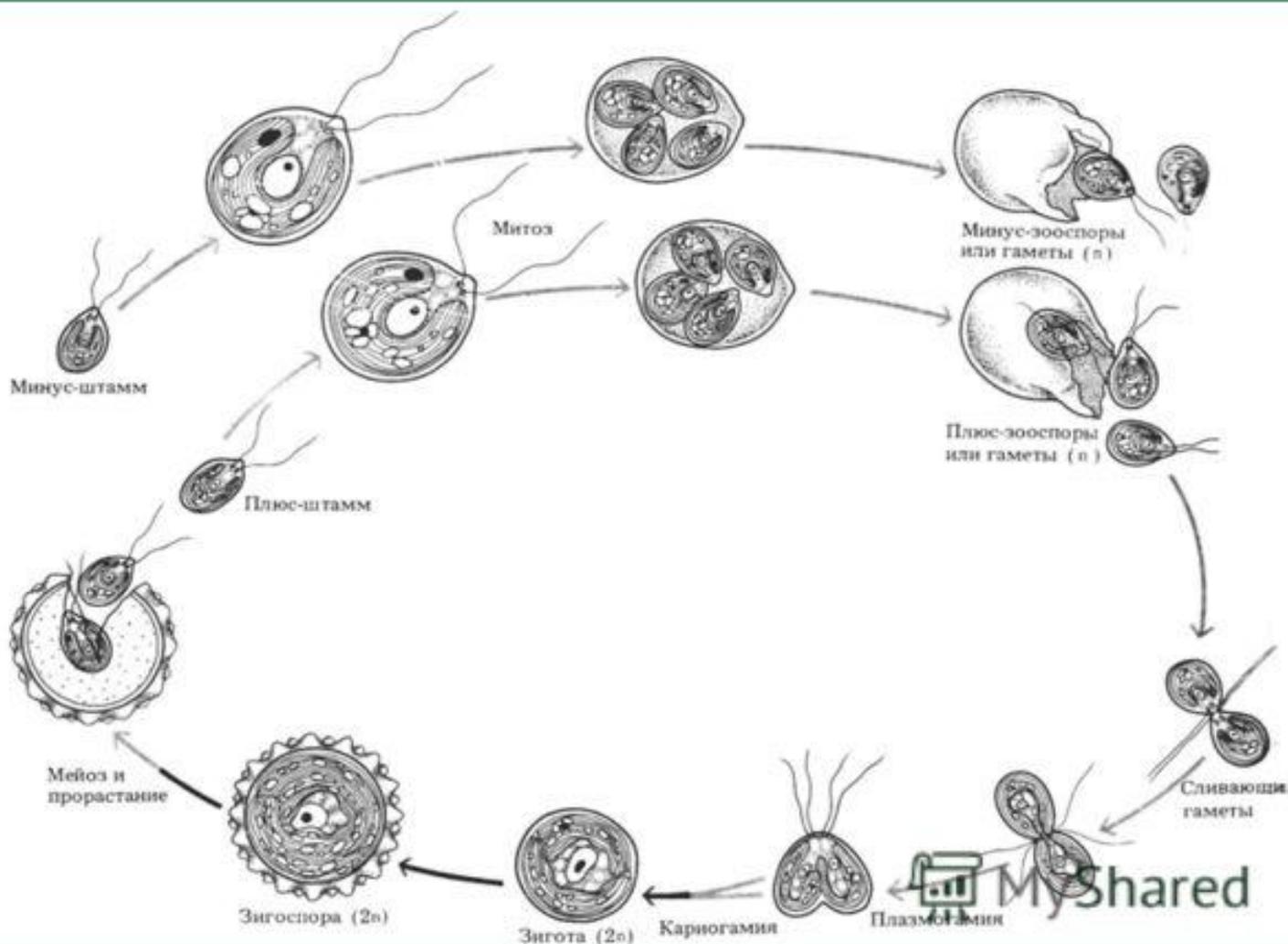
Систематика зеленых водорослей

III. Порядок Вольвоксовые (Volvocales)

Одноклеточные, колоннальные водоросли с монадной структурой.

Подвижны, при неблагоприятных условиях могут переходить в пальмеллоидное состояние

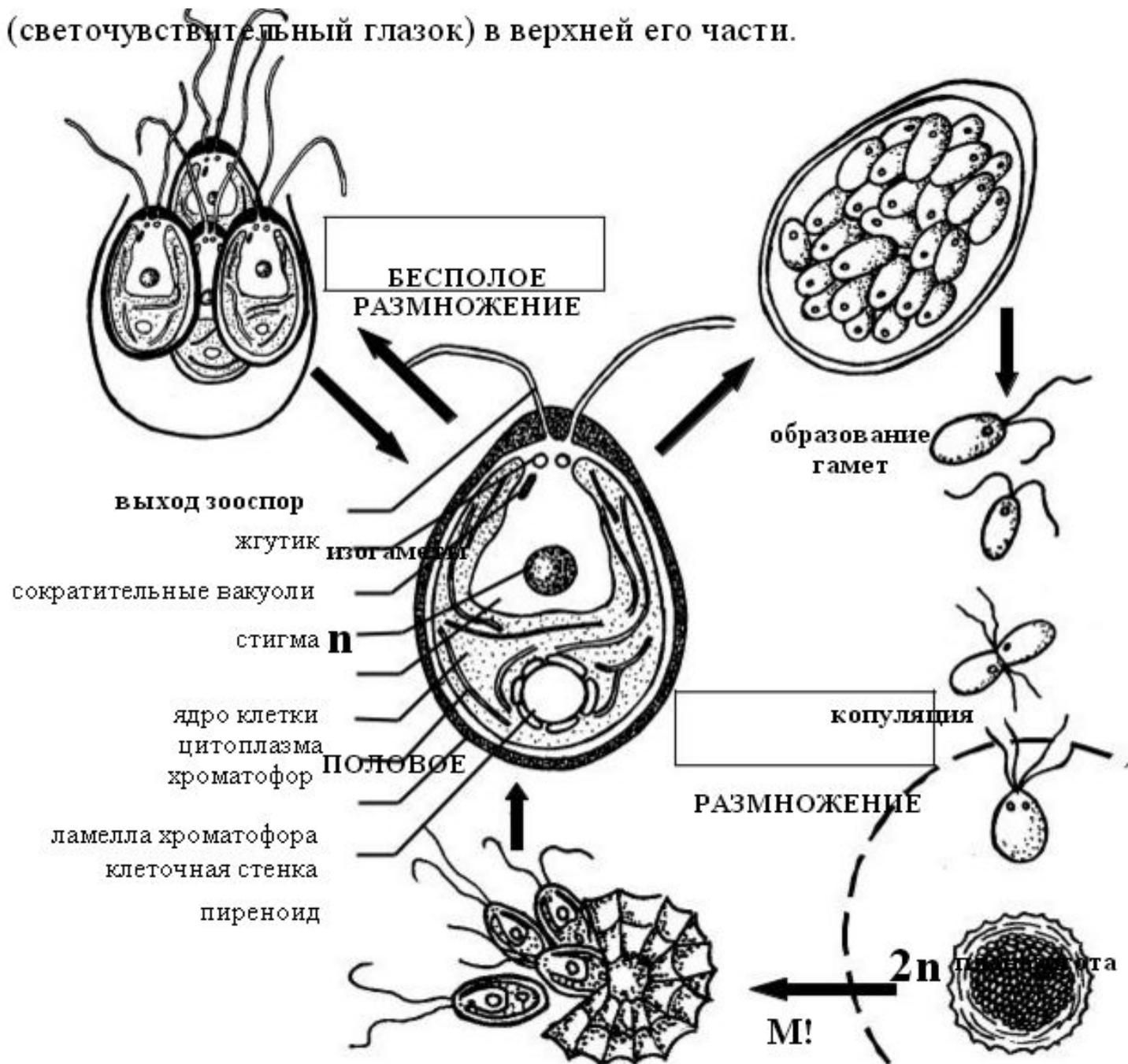
Жизненный цикл хламидомонады



Род Хламидомонада (Chlamydomonas)

- размеры - 25 мкм
- стигма
- половой процесс - изогамия, реже гетерогамия или оогамия
- мелкие пресные водоемы

(светочувствительный глазок) в верхней его части.



Половой процесс у гоннума – изогамный, у пандорины – гетерогамный, у эвдорины и вольвокса – оогамный.

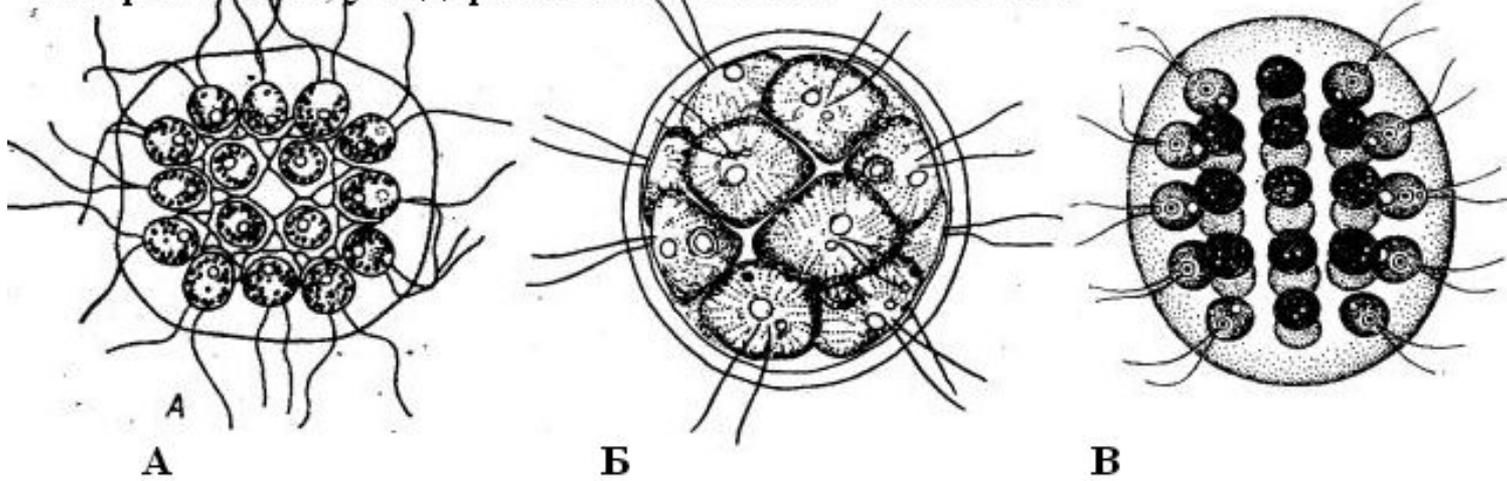


Рисунок 10 – А-*Gonium pectorale*; Б-*Pandorina morum*; В-*Eudorina elegans*[1]

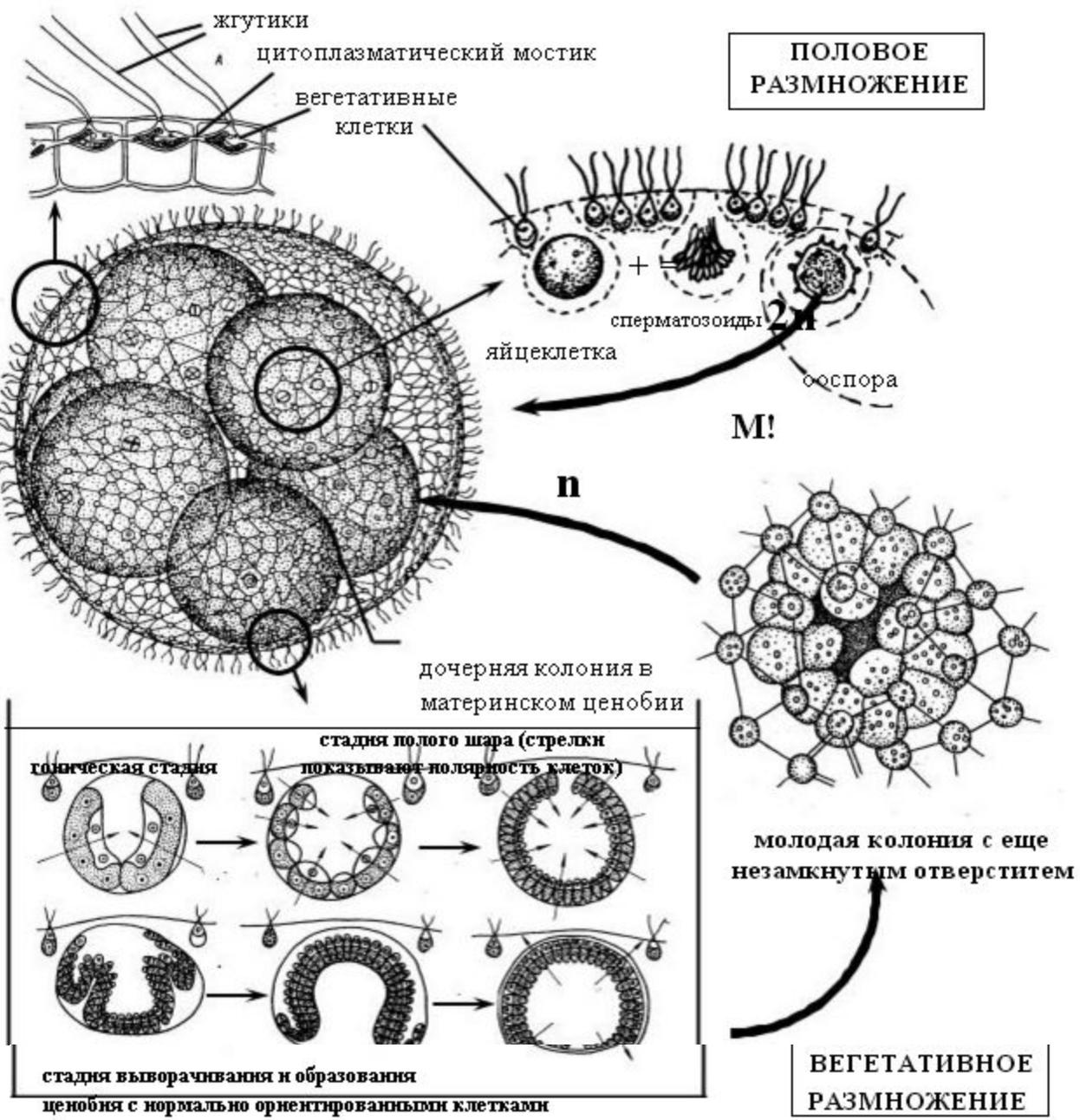


Рисунок 11 – Схема жизненного цикла представителей рода вольвокс
(Volvox) [10, 41]

IV. Порядок Хлорококковые (Chlorococcales)

Одноклеточные, колоннальные и ценобиальные формы с коккоидной структурой.

Половой процесс: изогамия, гетерогамия, оогамия

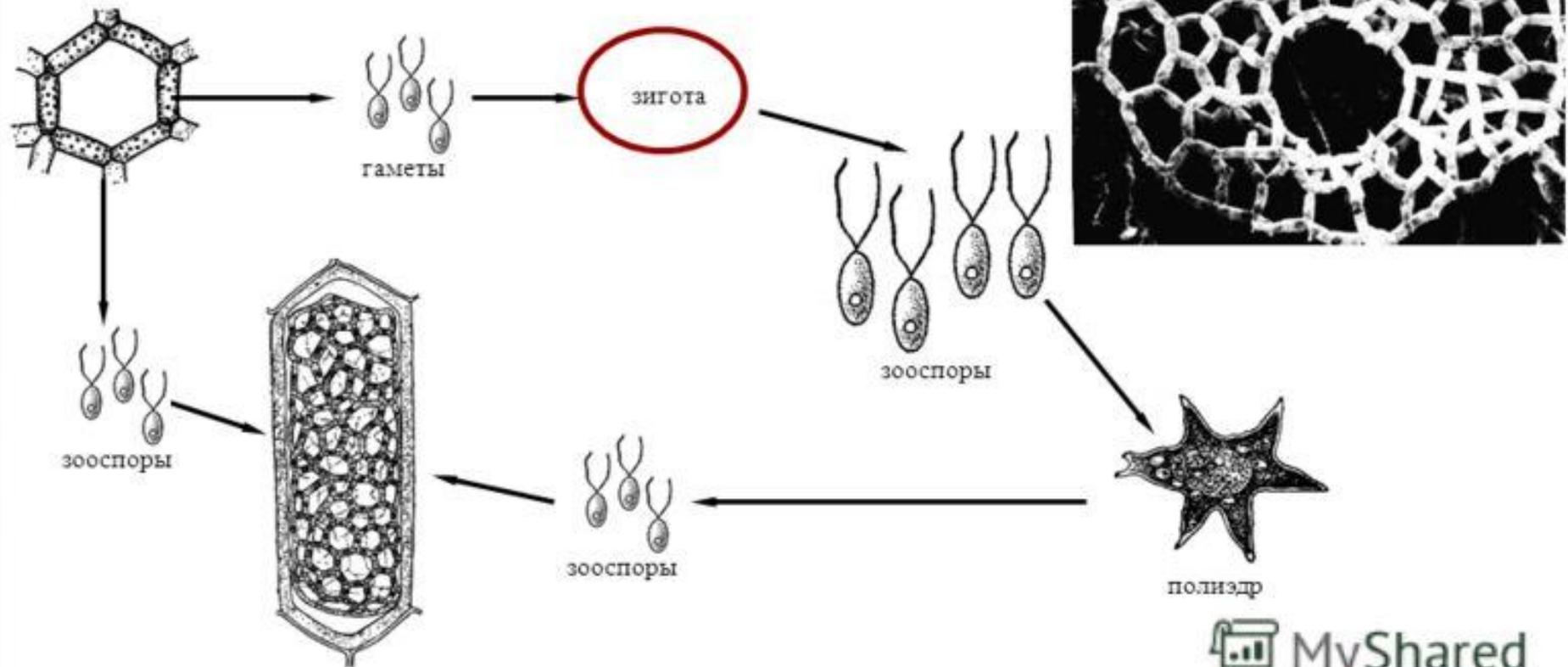
Бесполое размножение: зооспорами или апланоспорами (зооспоровые / апланоспоровые)

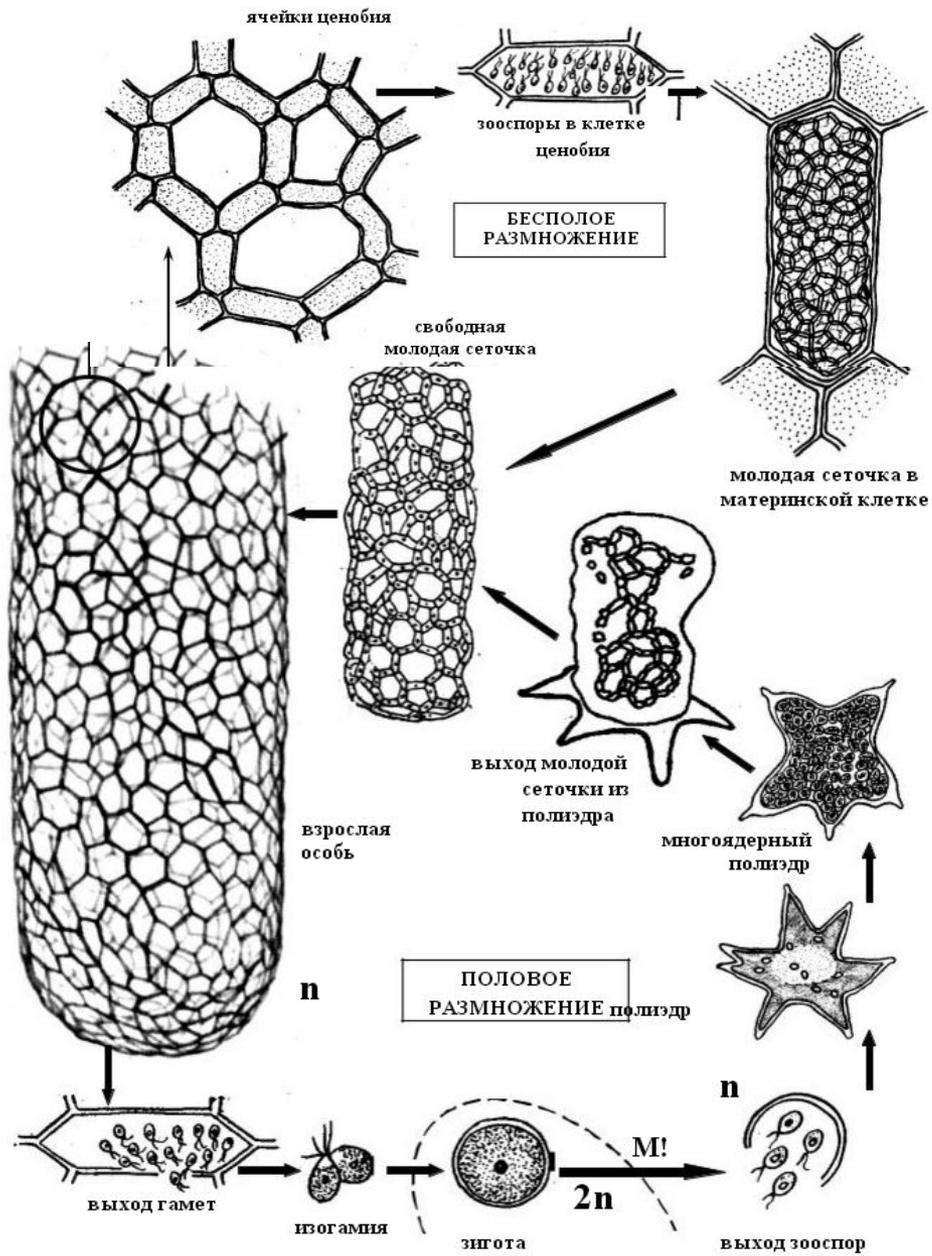
Род Водяная сеточка (Hydrodictyon)

Ценобий макроскопический (до 20 тыс. клеток), до 1,5 м длиной.

Клетки соединены по 3 (2-4) шт.

Изогамия





Род Хлорелла (Chlorella)

- одноклеточные с кокковидной структурой
- половой процесс - изогамия-
- бесполое размножение - апланоспорами

Род Хлорококк (Chlorococc)

- одноклеточные с кокковидной структурой
- половой процесс - изогамия
- бесполое размножение - зооспорами

Род Сценедесмус (Scenedesmus)

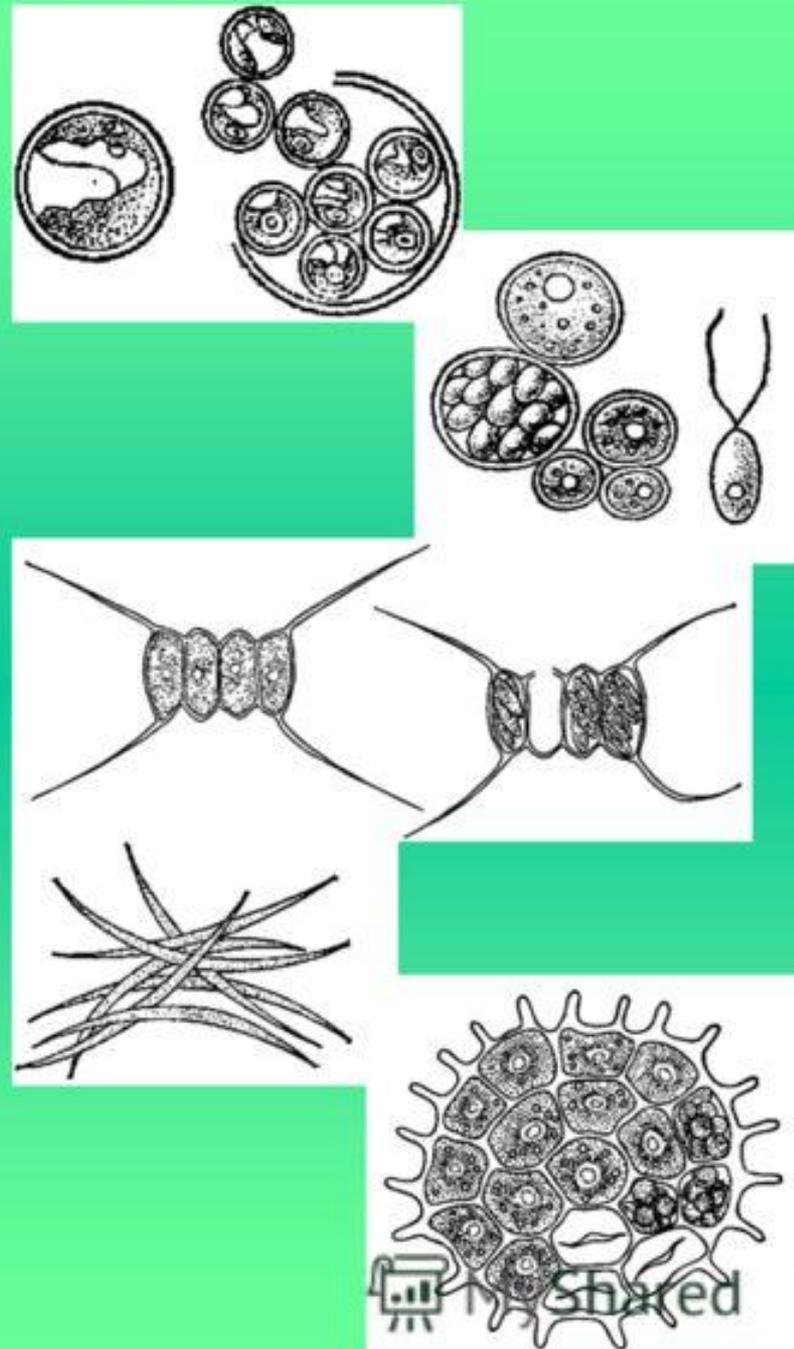
- плоский ценобий из 4-8 (до 32) клеток
- бесполое размножение - апланоспорами
- редко - половой процесс - изогамия

Род Анкистродесмус (Ankistrodesmus)

- одиночные веретеновидные клетки
- бесполое размножение - апланоспорами
- редко - половой процесс - изогамия

Род Педиаструм (Pediastrum)

- ценобий плоский, округлый
- размножение как у водяной сеточки: бесполое - зооспорами, половое - изогамия



Род хлорелла (*Chlorella*) имеет одиночные шаровидные или эллиптические клетки, одетые гладкой оболочкой, одноядерные (рисунок 15).

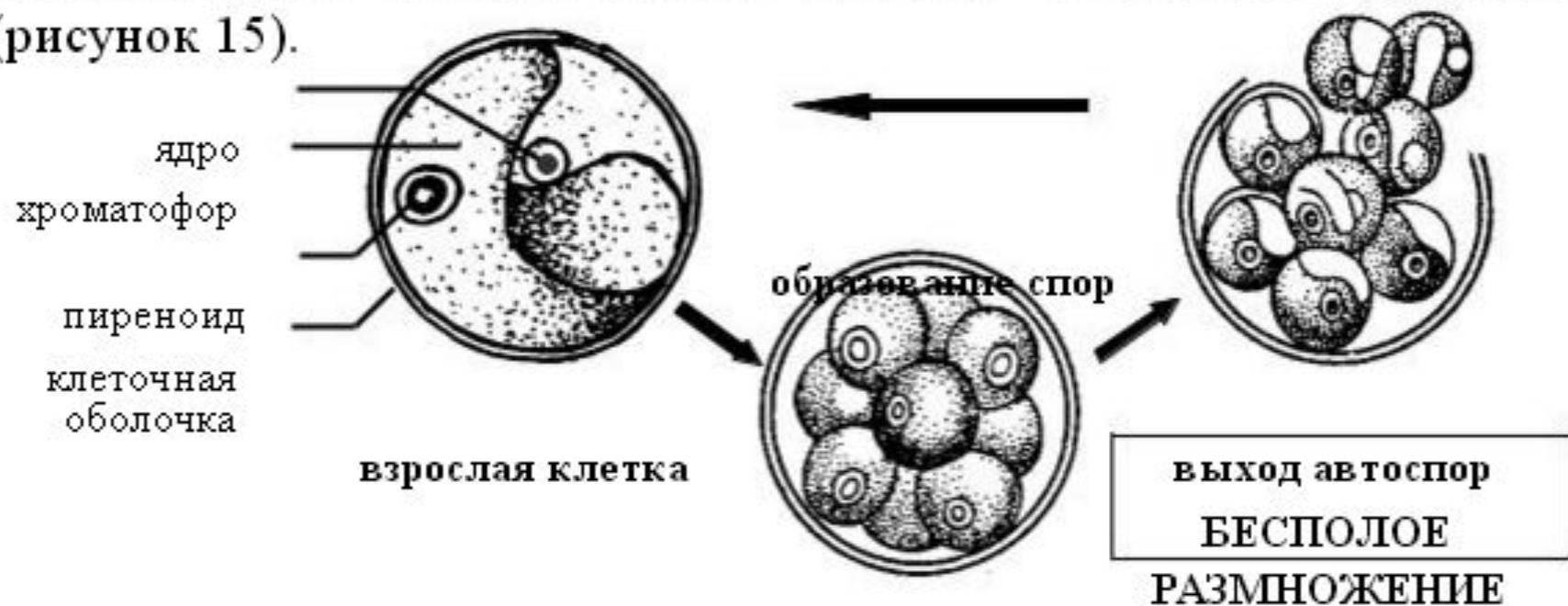


Рисунок 15 – Схема жизненного цикла представителей рода хлорелла (*Chlorella*)

- **Особенности протекания жизненных циклов представителей порядка хлорококковые (*Chlorococcales*)**
- **Порядок** хлорококковые (*Chlorococcales* (*Protococcales*)) объединяет одиночные и ценобиальные формы с наиболее выраженной коккоидной структурой таллома, с изогамным (редко оогамным) половым процессом, с плотной целлюлозной оболочкой, размножающиеся зооспорами или автоспорами. Жгутики и стигма характерны только для репродуктивных клеток. У ценобиальных форм споры обычно еще внутри оболочки материнской клетки слагаются в дочерние ценобии, которые, как и у вольвоксовых, растут только за счет увеличения размеров клеток, а их число остается постоянным.
- Представители: *Chlorella vulgaris* – хлорелла обыкновенная, *Ch. terricola* – Х. почвенная, *Ch. ellipsoidea* – Х. эллипсоидная, *Chlorococcum humicolum* – хлорококкум наземный; *Hydrodictyon reticulatum* -
- гидродикцион сеточный («водяная сеточка»), *Pediastrum angulosum* – педиаструм угловатый, *P. araneosum* – П. паутиновидный, *P. biradiatum* – П. двулучевой, *P. simplex* – П. простой, *Scenedesmus quadricauda* – сценедесмус четырехрогий (рисунок 12), *S. acuminatus* – С. остроконечный, *S. denticulatus* – С. мелкозубчатый.



Рисунок 12 – А - *Pediastrum angulosum*; Б - *Scenedesmus quadricauda*[2]

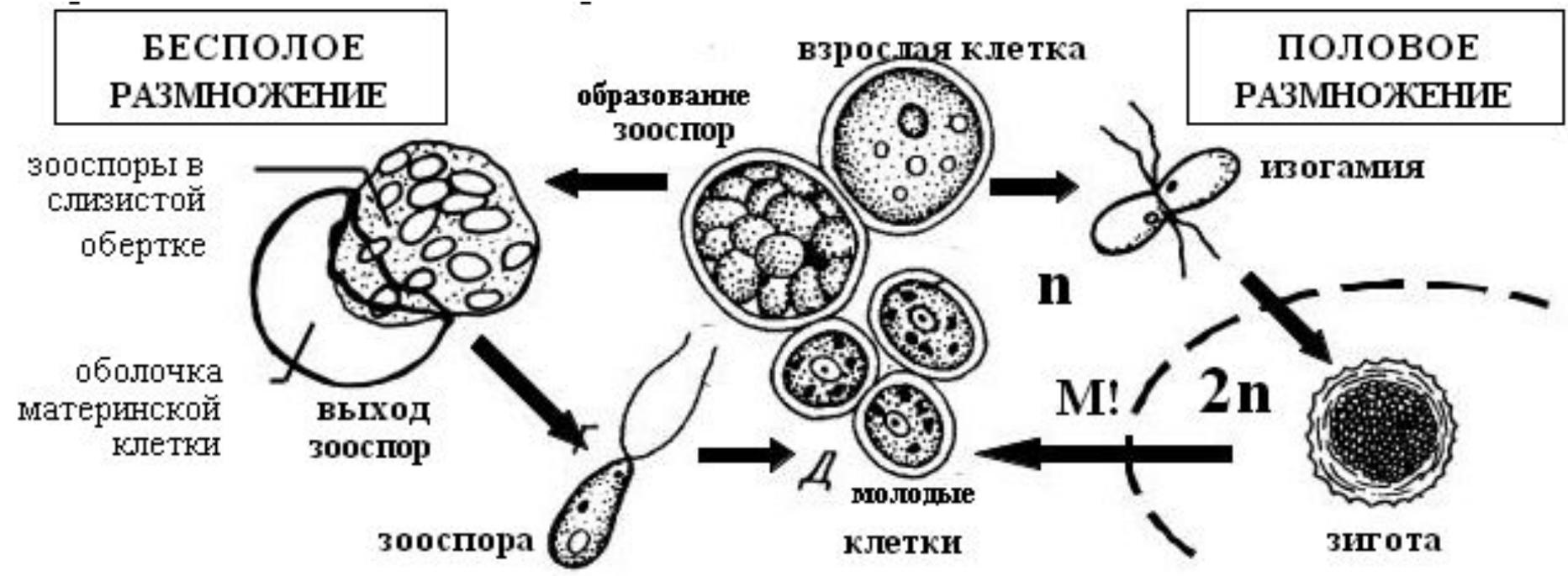


Рисунок 13 – Схема жизненного цикла представителей рода хлорококкум (*Chlorococcum*)

- Жизненный цикл. При бесполом размножении в материнской клетке образуется от 8 до 32 двужгутиковых зооспор, которые освобождаются через разрыв оболочки. Через некоторое время они теряют жгутики, одеваются плотной оболочкой и превращаются в неподвижные вегетирующие клетки хлорококкума, постепенно дорастающие до размеров материнской. Половой процесс происходит путем слияния двужгутиковых изогамет, похожих на зооспоры. Зигота прорастает после периода покоя. Редукция зиготическая.

V. Порядок Хетофоровые (Chaetophorales)

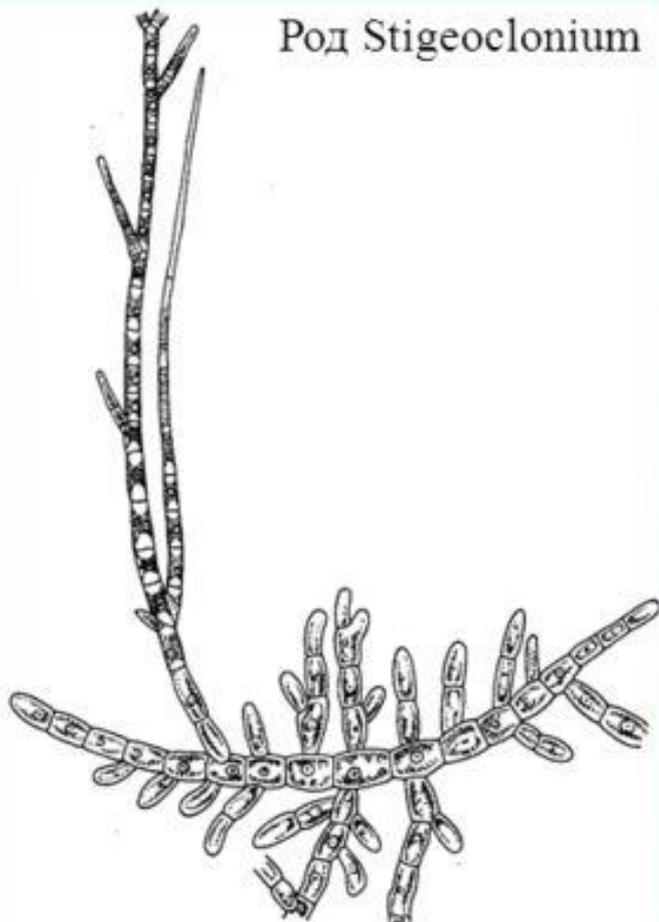
Структура: Гетеротрихальные водоросли. Таллом из 2 систем ветвящихся нитей: стелющейся и вертикальной. У многих одна из систем редуцирована. Конечные клетки нитей - с щетинками или волосками.

Половой процесс: изогамия, гетерогамия

Бесполое размножение: зооспорами

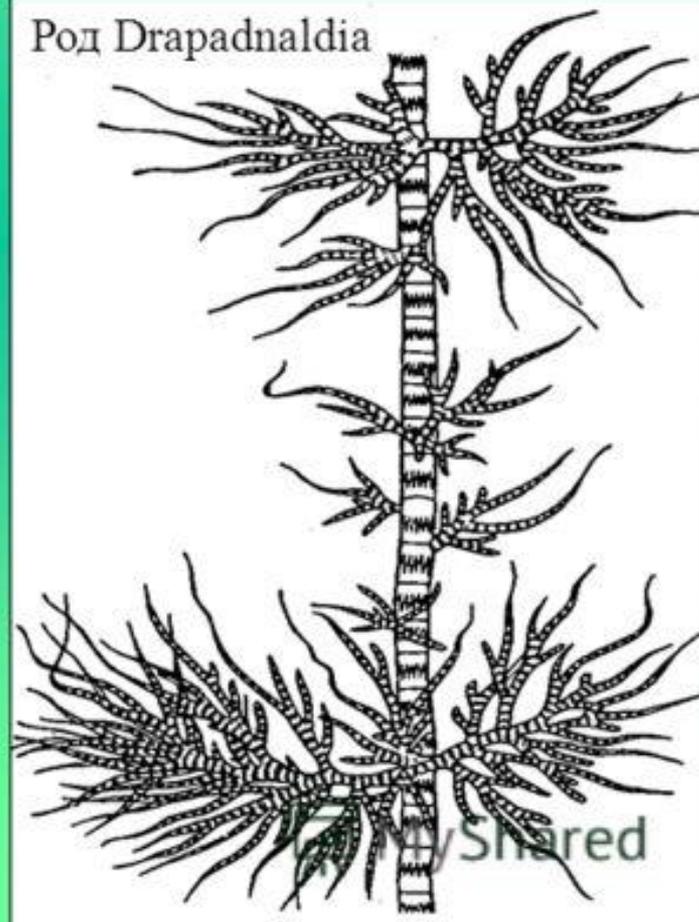
Экология: Пресноводные.

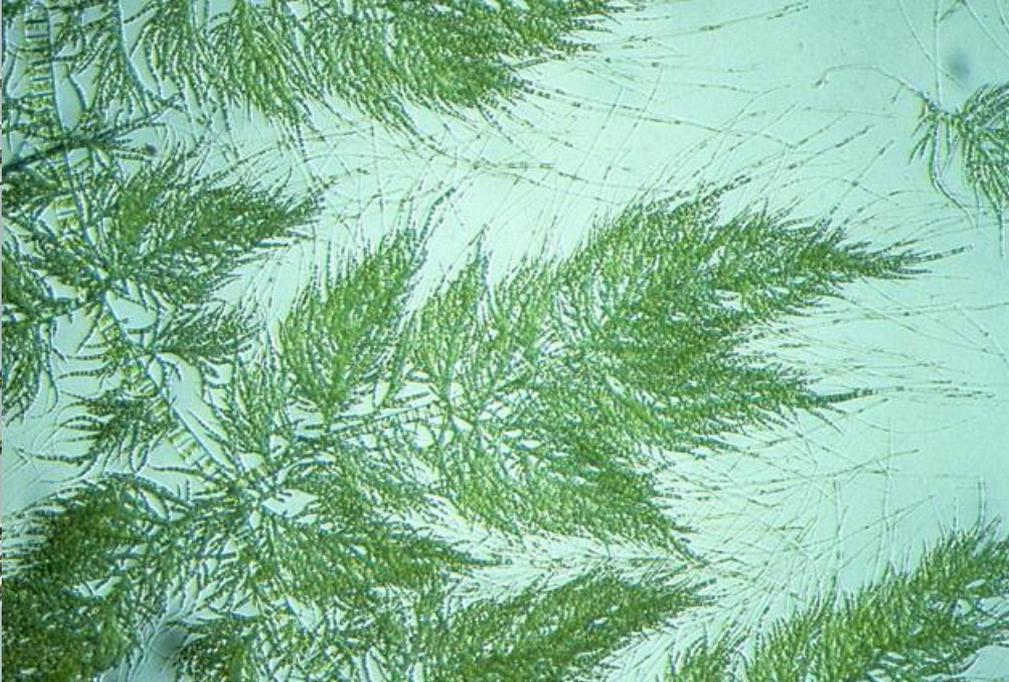
Род *Stigeoclonium*



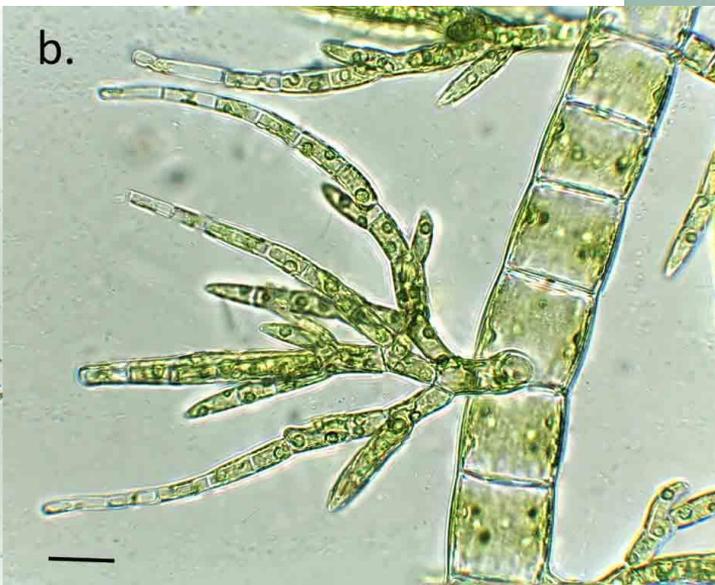
Жизненный цикл
с чередованием
(изоморфным или
гетероморфным)
или
без чередования
поколений

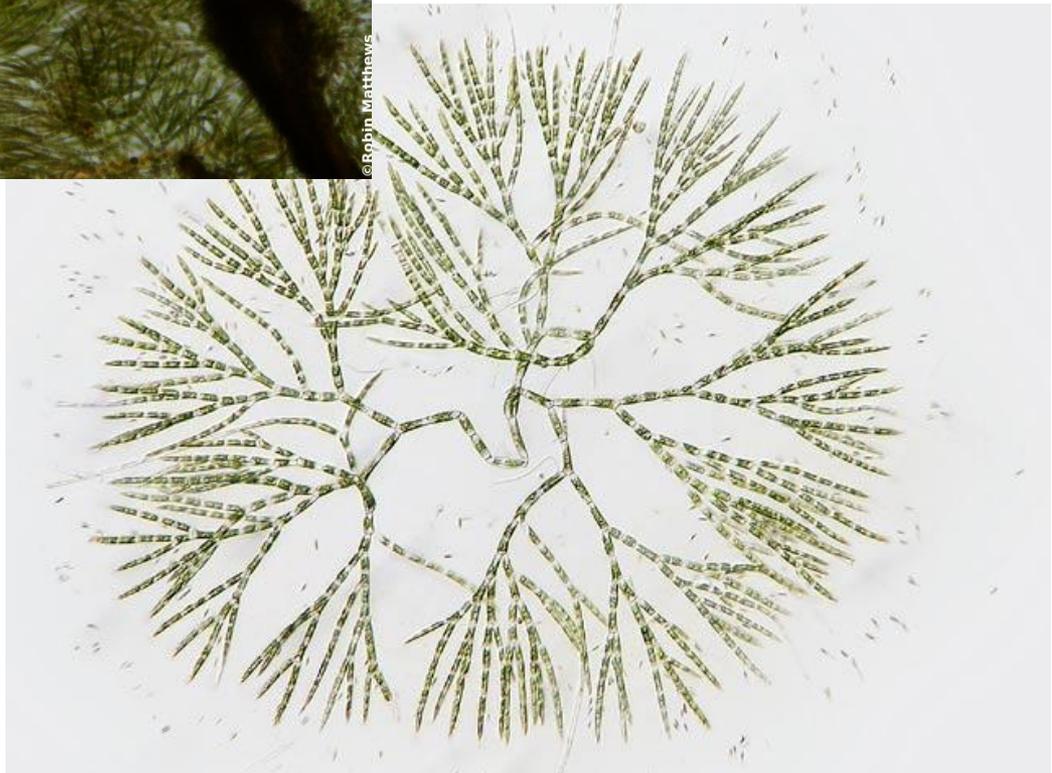
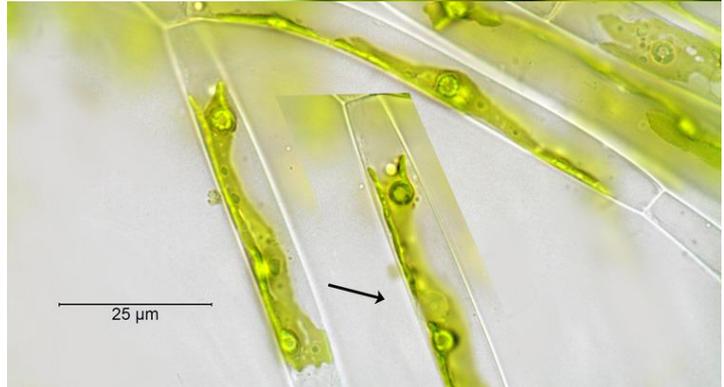
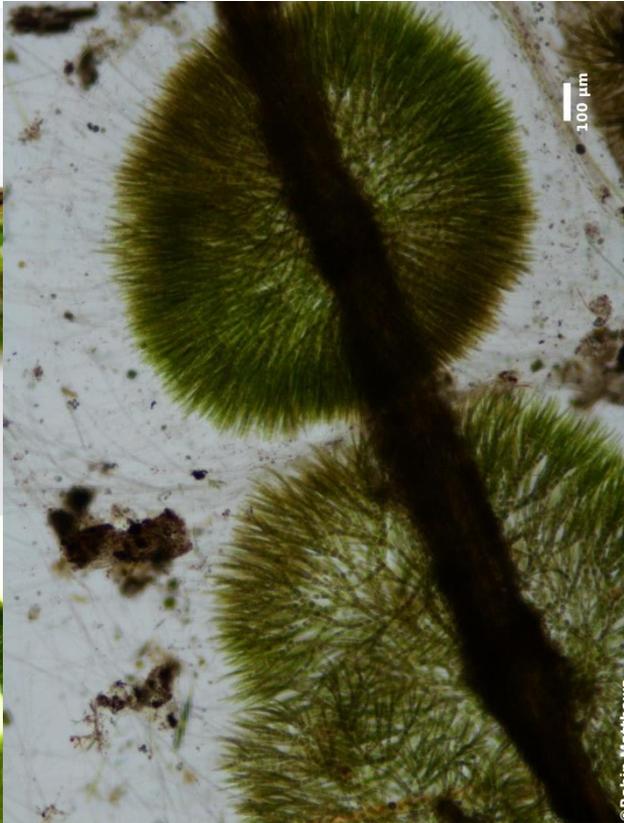
Род *Drapadnaldia*





Draparnaldia





Chaetophora

VI. Класс Ульвовые (Ulvophyceae)

Структура: Талломы трихальные, паренхиматозные, сифоновые, сифонокладальные

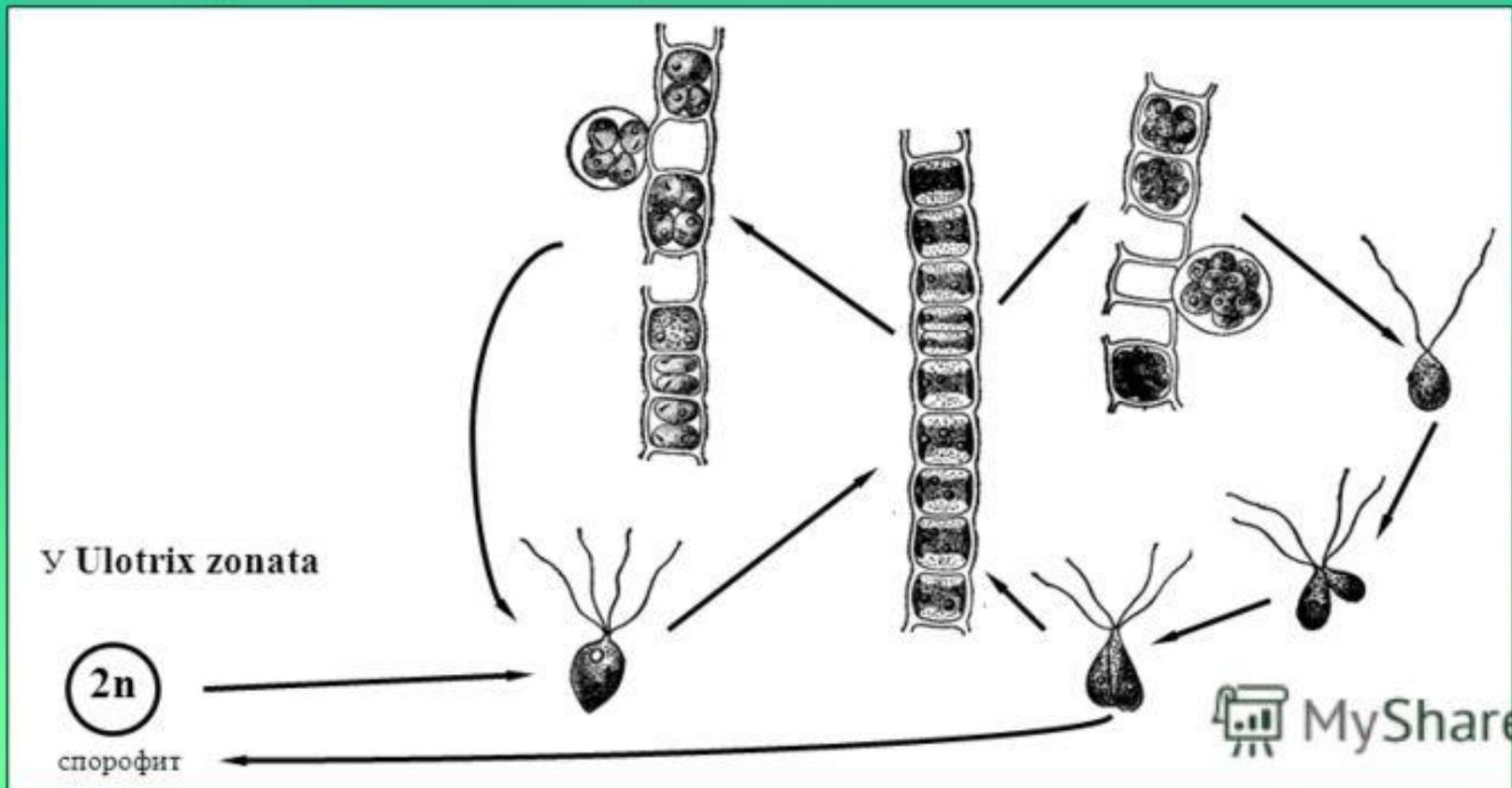
Экология: В основном морские формы.

Порядок Улотриксовые (Ulotriales)

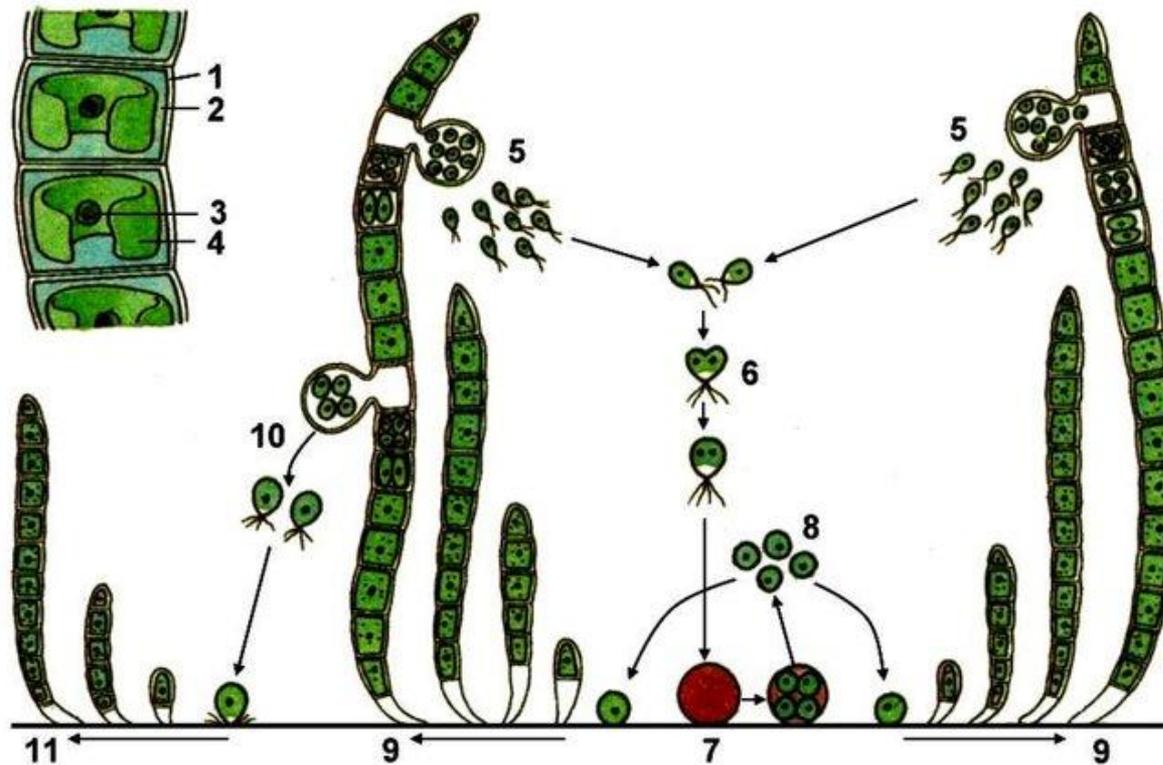
Нитчатые или пластинчатые формы.

В жизненном цикле - чередование долговечной гаплофазы и короткой диплофазы (изо- или гетероморфное чередование)

Базальные клетки; хроматофор в виде незамкнутого кольца



Улотрикс



Половой процесс происходит по типу **изогамии**. Отдельные клетки нити превращаются в гаметангии, в которых образуются двужгутиковые гаметы. При слиянии гамет образуется четырехжгутиковая зигота. Затем она отбрасывает жгутики и переходит в состояние покоя. В дальнейшем зигота редукционно делится, давая начало четырем клеткам, каждая из которых образует новую нить.

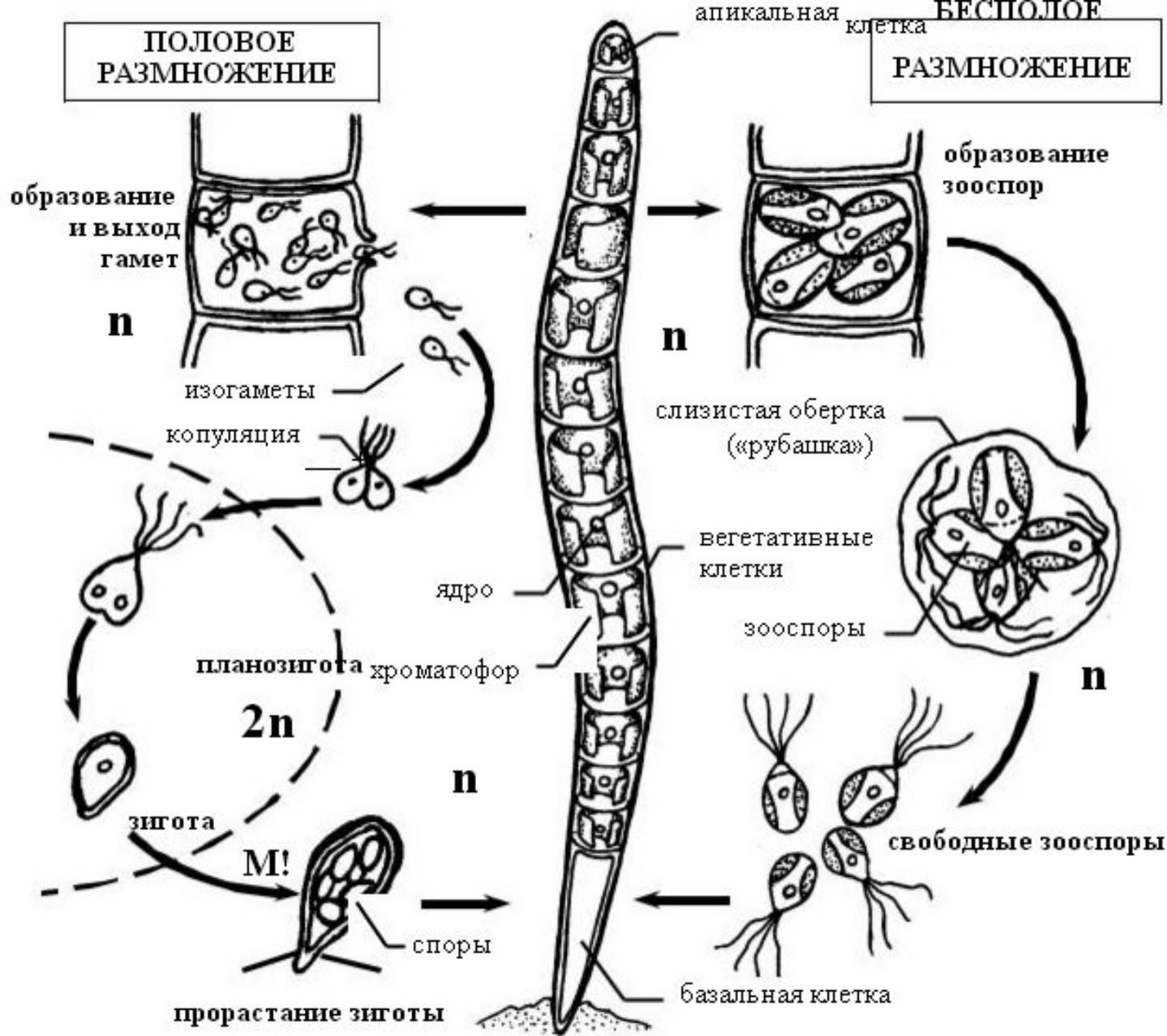


Рисунок 16 – Схема строения таллома и жизненного цикла улотрикса опоясанного (*Ulothrix zonata*)

Род ульва (*Ulva*) характеризуется двуслойным пластинчатым талломом. Оба слоя клеток остаются плотно сомкнутыми. Таллом достигает достаточно крупных размеров (до 25 см), имеет гофрированные края и прикрепляется к субстрату суженным в короткий черешок основанием (рисунок 17).

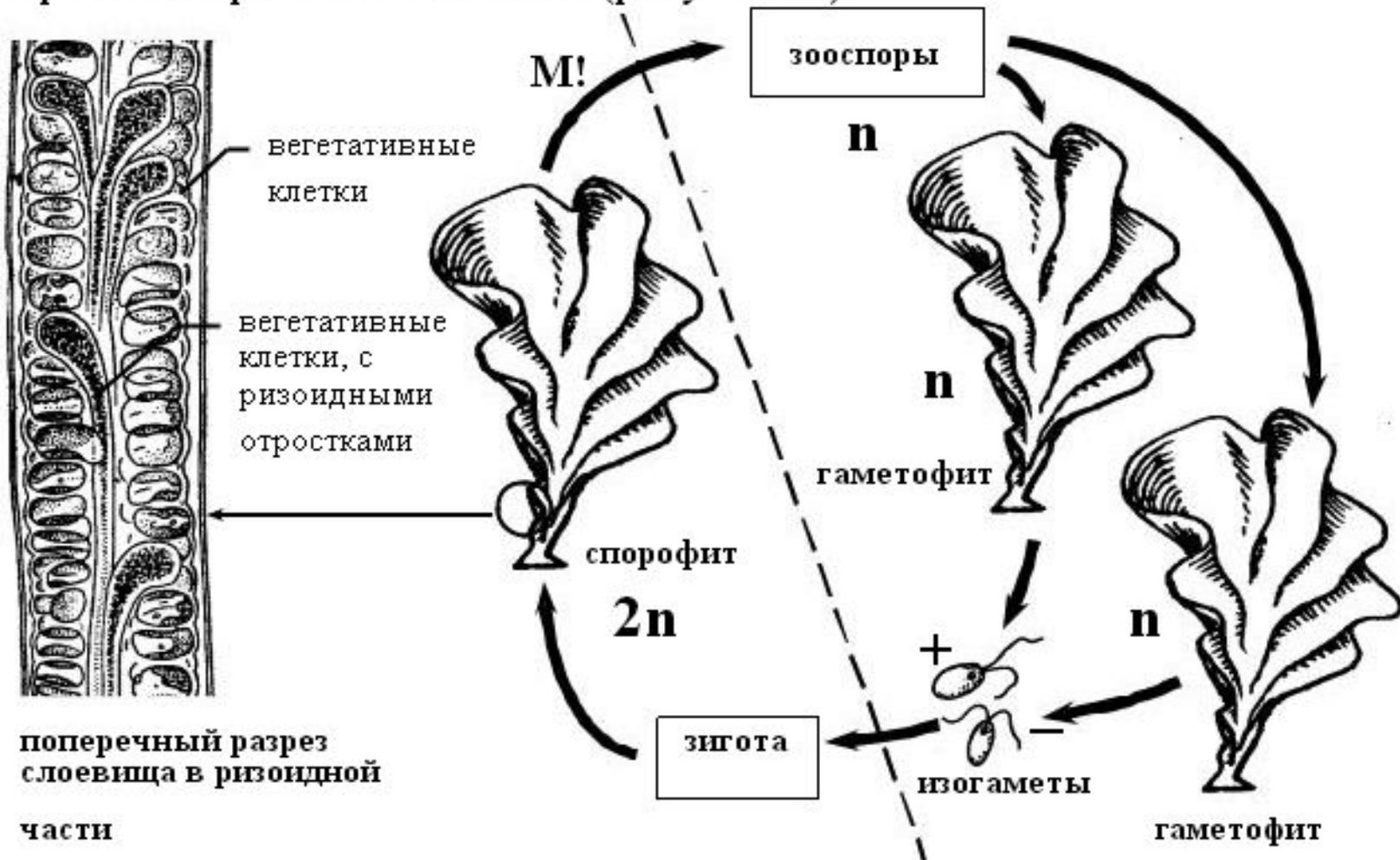
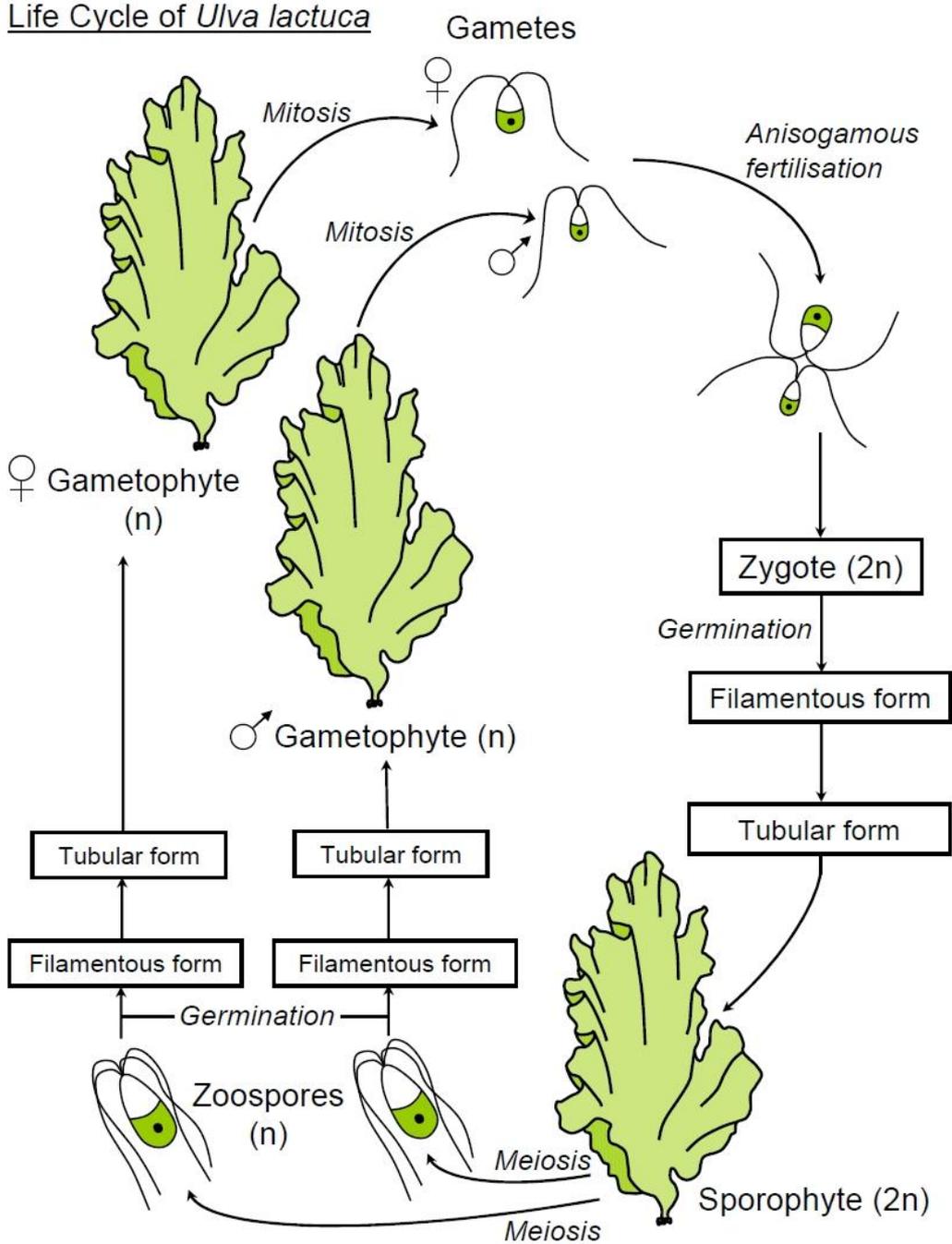
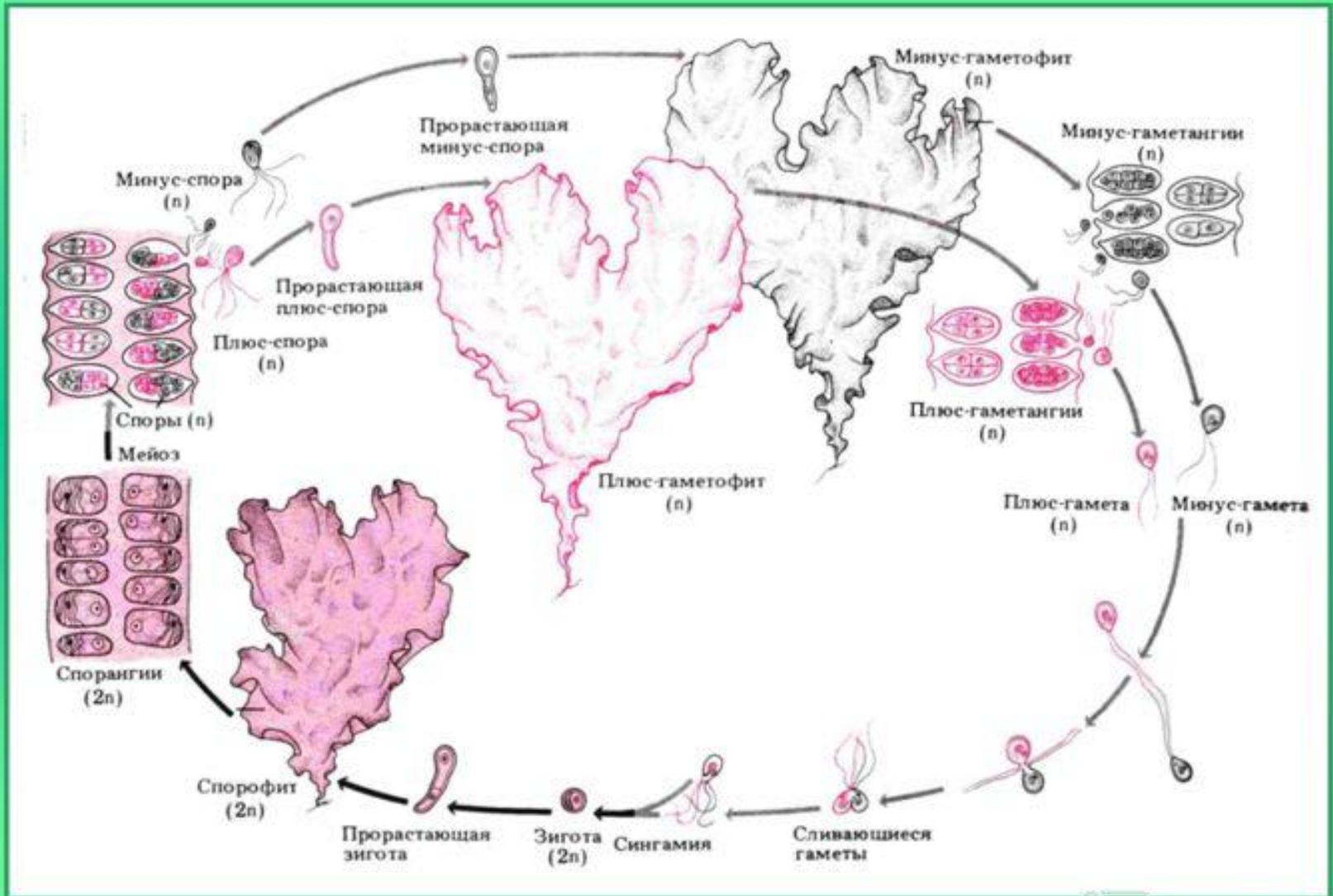


Рисунок 17 – Схема строения таллома и жизненного цикла ульвы (*Ulva*)

Life Cycle of *Ulva lactuca*



Порядок Ульвовые (Ulvales)



Класс сифоновые (*Siphonophyceae*)

- – это водоросли, у которых таллом имеет сифональную структуру. Несмотря на крупные размеры, сложное строение и причудливую форму, вегетативное тело представляет собой одну гигантскую клетку со множеством ядер, но рассматривать их как одноклеточные организмы было бы неправильно. Слоевище представляет собой комплекс не вполне разделившихся клеток. У части видов таллом разделен полными или неполными перегородками на многоядерные участки сходного строения – сегменты или агрегаты (сифонокладальный таллом).
- Вегетативное размножение сифоновых зеленых водорослей происходит путем фрагментации таллома, выводковых почек – пропагул, возникающих на верхушке ветвей, иногда акинетами. Кроме того, участки протопласта, вытекшие из таллома при его повреждении (например, у бриопсиса), округляются, формируют оболочку и развиваются в новое растение. Бесполое размножение обнаружено только у видов со сменой поколений и осуществляется шаровидными зооспорами с несколькими ядрами, хроматофорами и венцом жгутиков.

Порядок Бриопсидовые (Bryopsidales)

Структура таллома сифональная, без радиальной симметрии
дисковидные хлоропласты с пигментами **сифоненом** и **сифоноксантином**

Размножение: преимущественно половое (гетерогамия, изогамия).

У некоторых - гетероморфное чередование поколений

Экология: преимущественно в теплых морях

Род Кодиум

шаровидные или шнуровидные талломы длиной до 50 см, толщиной до 8 мм.

Размножение вегетативное и половое (гетерогамия) (гаметангии- боковые выросты пузырей)

Род Бриопсис

ползучее «корневище» с ризоидами и вертикальные нити с боковыми «ветвями» (1-2 перисто ветвятся).

Вегетативное размножение - отделение «перышек». Бесполого размножения нет

Половое размножение - перышки становятся гаметангиями.

Гетероталличная гетерогамия.

Зигота становится протонемой, которая прорастает во взрослый организм или распадается на зооспоры



Порядок Дазикладовые (Dasycladales)

Структура таллома сифональная, с радиальной симметрией

Ветви расположены мутовками.

Талломы инкрустированы карбонатом кальция

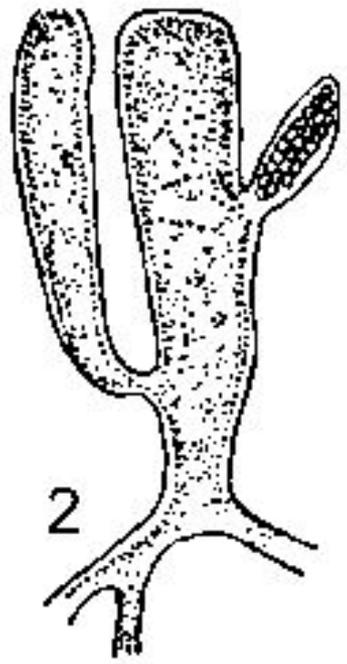
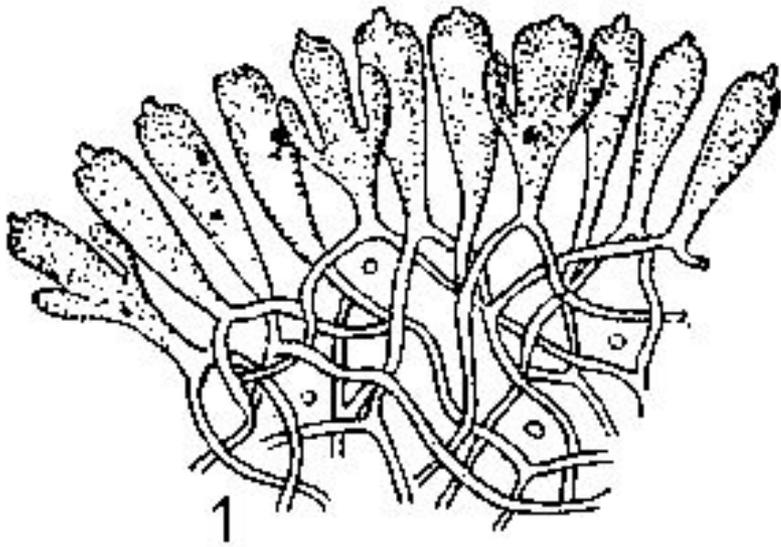
Размножение: гаметангии отделяются от оси перегородками и распадаются на толстостенные цисты, прорастающие изогаметами

Экология: морские виды

Род Ацетабулярия







Codium tomentosum: 1 — часть поперечного разреза слоевища; 2 — участок наружного слоя (при большем увеличении) с гаметангием (справа).

род морских зелёных водорослей из класса сифоновых. Слоевище К. шаровидное, подушковидное или кустистое, высотой 5—50 см, состоит из тонких переплетённых нитей, образующих кнаружи слой крупных продолговатых пузырей, содержащих хлоропласты. Известно только половое размножение путём гетерогамии. Мейоз происходит в гаметангиях. Обитаю





 algaeBASE

плодущий участок

«листа»



папиллы (сосочки)
 $2n$ n

ПОЛОВОЕ
РАЗМНОЖЕНИЕ

гамета

n

макрогаметы

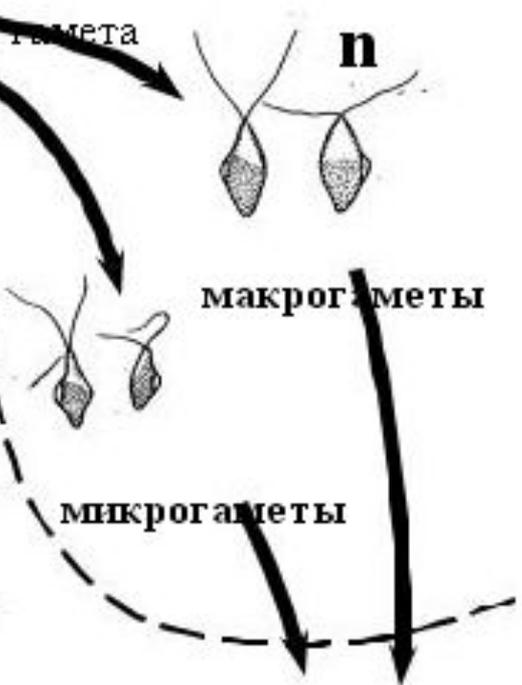
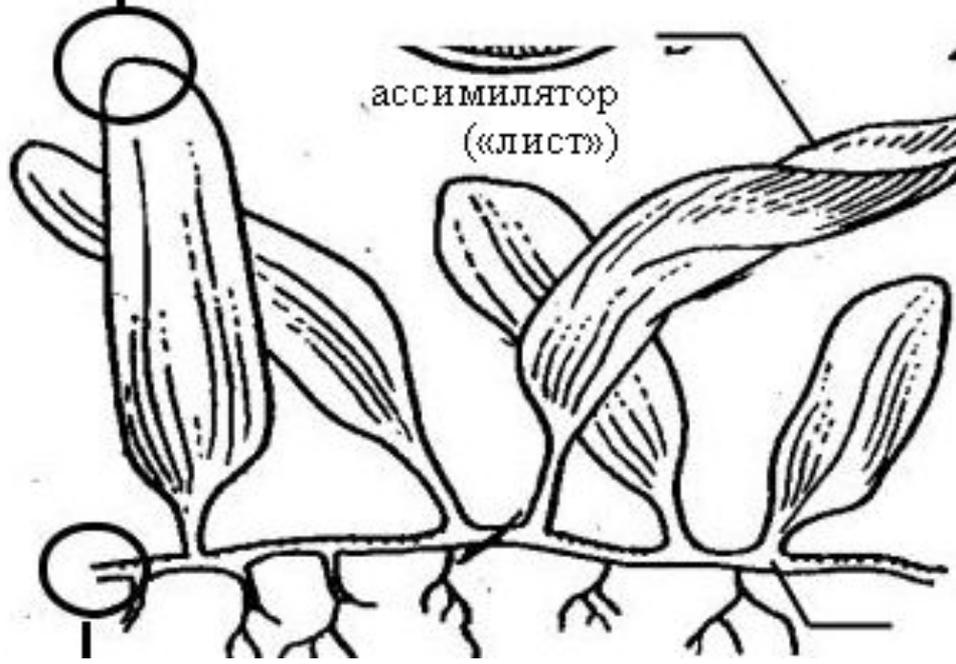
микрoгаметы

ассимилятор
(«лист»)

анизогамия

зигота

$2n$



В природе полный жизненный цикл *Acetabularia mediterranea* составляет около трёх лет, а в лабораторных условиях может быть сокращён до нескольких месяцев [9] (примерно до 6 месяцев) [2].

1 — Из прошедшей зимовку цисты весной выходят жгутиковые клетки (гаметы) с мягкой оболочкой и двумя жгутиками на конце [2][9].

2 — Гаметы некоторое время плавают, а затем попарно копулируют [2][9]. При этом пары составляют гаметы из разных цист. [4]:96

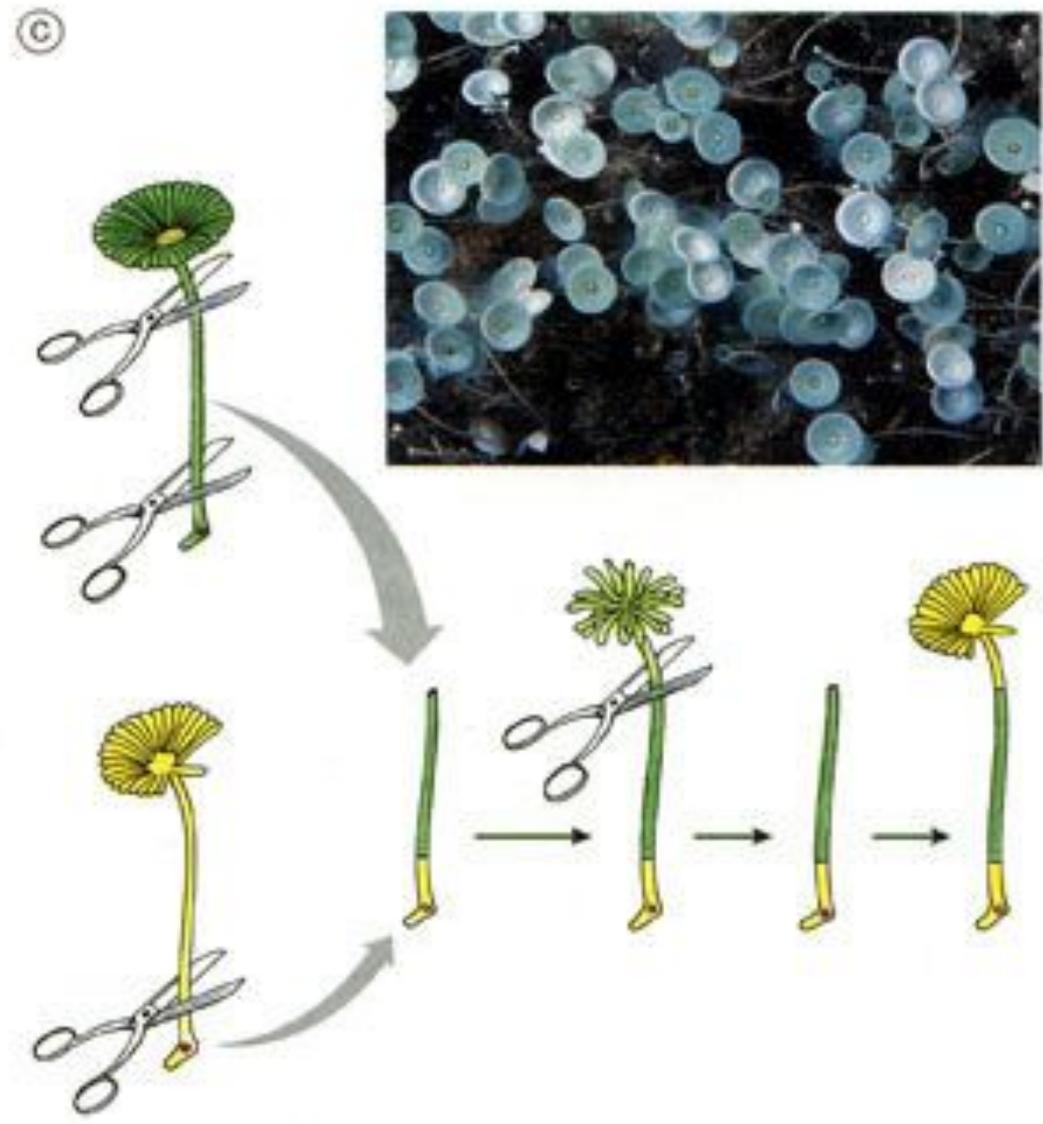
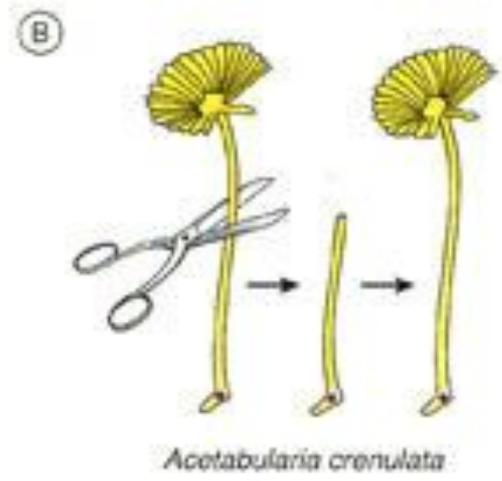
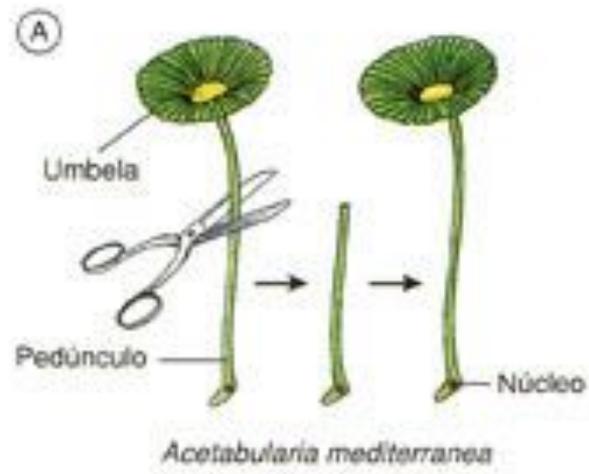
3 — Примерно через два дня образуется одна диплоидная клетка (зигота) [9].

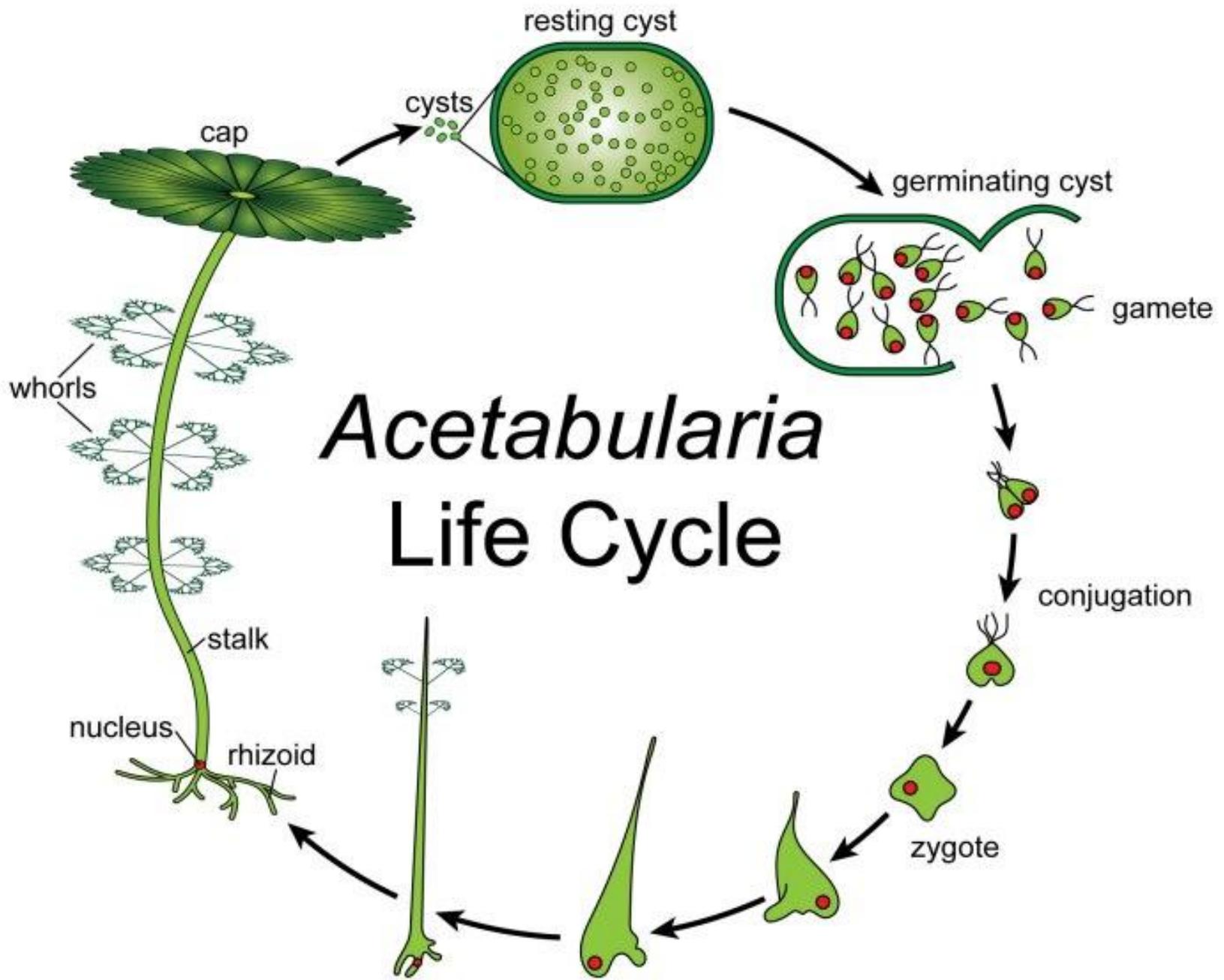
4 — На первом году жизни клетка состоит из ризоида (разветвлённой ножки), которой она крепится к субстрату, и стебелёк без зонтика. Осенью стебелёк засыхает и отваливается, и оставшийся ризоид зимует за счёт запасённых веществ [2][9].

5 — Следующей весной вырастает новый стебелёк с зачатком зонтика (одна или несколько стерильных мутовок, которые осенью отмирают) [2][9].

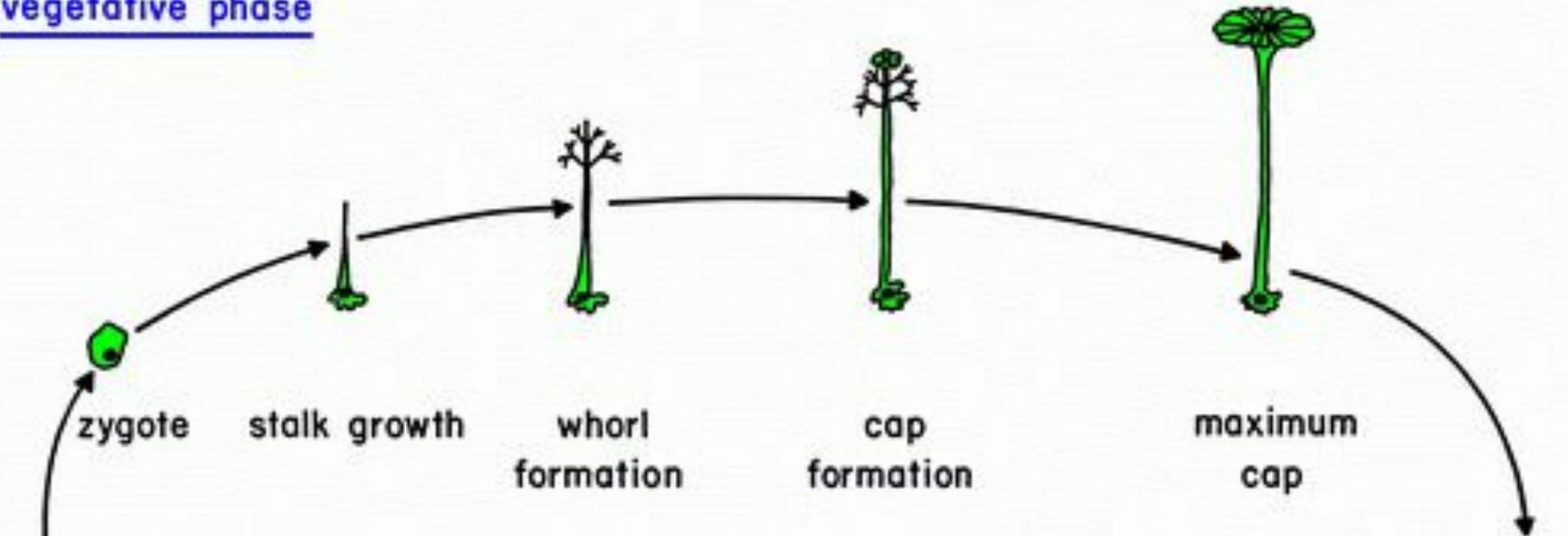
6 — На третий год формируются зрелые стебелёк и зонтик (мутовка из гаметангиев). В период завершения вегетативной фазы ядро многократно делится (распадается) [11], и образованные мелкие вторичные ядра (10—20 тысяч) перемещаются в зонтик (в гаметангии) [2][9][10].

7 — Ядра собираются в цисты с толстыми стенками. Осенью цисты выходят из зонтика и зимуют в свободном состоянии [2][9]. Согласно одной точке зрения, внутри цисты осуществляется несколько ядерных делений, последнее из которых носит редукционный характер (мейоз). Согласно другой, более современной [19] точке зрения, редукционное деление производится на более ранней стадии — при распаде гигантского ядра, расположенного в ризоиде [11]. Вокруг каждого ядра цисты концентрируется цитоплазма и формируется клеточная мембрана [2][9].

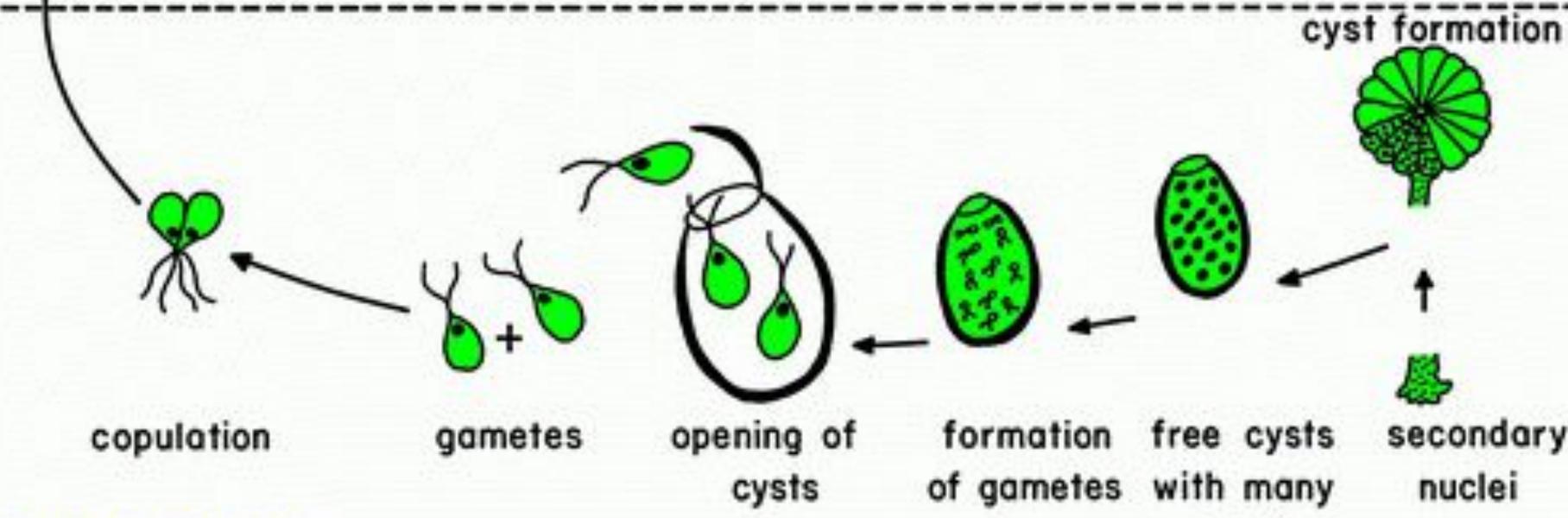




vegetative phase



generative phase





Caulerpa

Порядок Сифонокладовые (Syphonocladales)

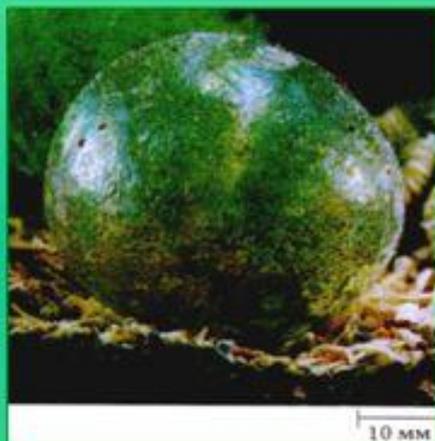
Структура таллома сифонокладальная; деление клеток и ядер - независимое

Размножение:

- бесполое: 4-х или 2-х жгутиковыми зооспорами, иногда апланоспорами
- половое: изогамия, гетерогамия

Бывает изоморфное чередование поколений

Экология: морские, пресноводные обитатели; лишенизированные виды

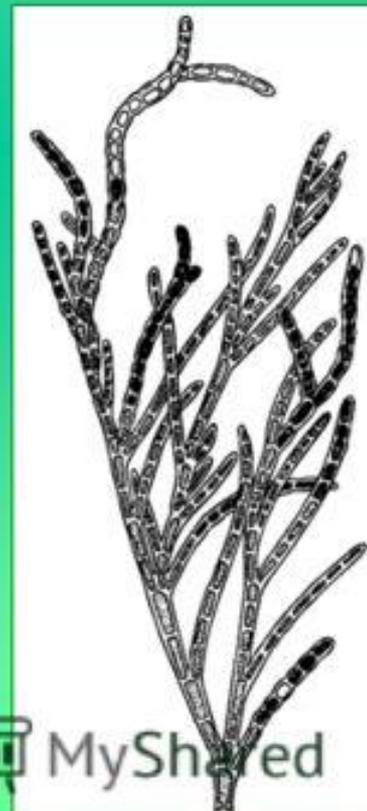


Род Валония

- пузырьвидный сифональный таллом с ризоидом. Крайние отчленивающиеся клетки могут становиться вторичными ризоидами или ветви (2 и 3 порядка)
- бесполое размножение: зооспорами
- половое размножение: гетерогамия

Род Кладофора

- на ранних стадиях развития таллом прикрепленный к субстрату
- таллом ветвистый, оболочка клеток целлюлоза + хитин
- бесполое размножение: 4-х жгутиковыми зооспорами, образующимися в крайних клетках ветвей
- половое размножение: 4-х жгутиковыми гаметами
- чередования поколений изоморфное или отсутствует



Порядок кладофоровые (*Cladophorales*) не имеет однозначного систематического положения и в ряде пособий рассматривается в составе класса сифональные (*Siphonophyceae*).

Порядок объединяет водоросли, у которых слоевище представляет собой разветвленные нити кустистой или шаровидной формы. Клетки вытянутые, цилиндрические с толстой, слоистой, не ослизняющейся оболочкой. Цитоплазма постенная, с многочисленными ядрами и сетчатым хроматофором со многими пиреноидами.

Жизненный цикл. Вегетативное размножение осуществляется участками таллома или акинетами, бесполое – зооспорами, которые образуются в зооспорангиях, по форме не отличимых от вегетативных клеток, но более темно окрашенных (рисунок 18). Зооспоры двухили четырехжгутиковые, выходят через боковое отверстие в стенке спорангия.

Половой процесс изогамный, гаметы двухжгутиковые, мельче зооспор. У пресноводной кладофоры скученной (*Cladophora glomerata*) образованию гамет предшествует редукционное деление. Зигота прорастает в диплоидный таллом. Таким образом, изучаемый вид – диплобионт с гаметической редукцией.

У ряда морских видов установлена изоморфная смена генераций и, в отличие от кладофоры скученной, у них образование зооспор и гамет всегда происходит на разных растениях: гаметы – на гаплоидных гаметофитах, зооспоры – редукционно, на диплоидных спорофитах.

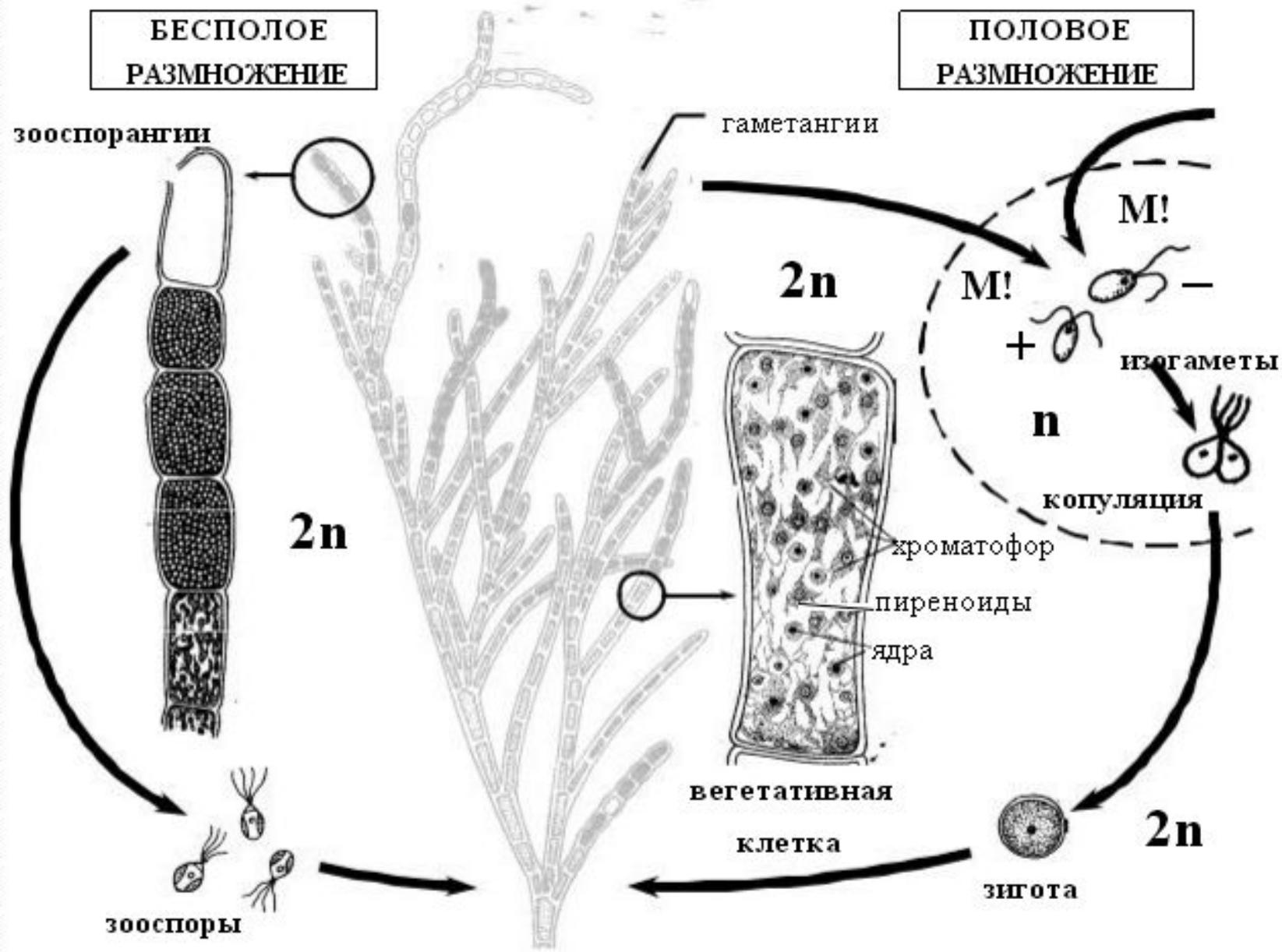
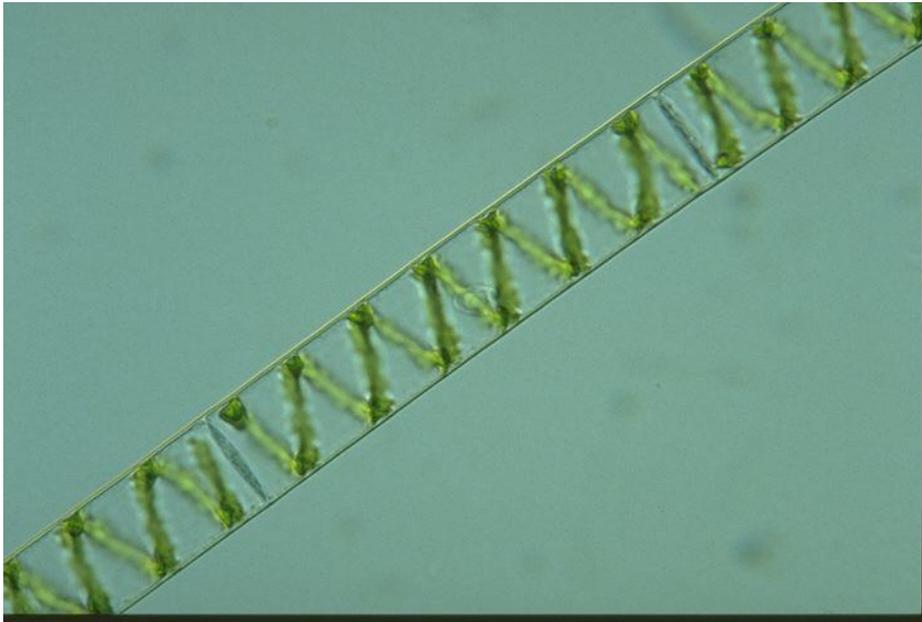


Рисунок 18 – Строение таллома и схема жизненного цикла
 кладофоры скученной (*Cladophora glomerata*)

Отдел Charophyta – Харофитные водоросли

- Charophyceae
- Conjugatophyceae



Отдел Charophyta

Class [Charophyceae](#)

Class [Charophyta incertae sedis](#)

Class [Chlorokybophyceae](#)

Class [Coleochaetophyceae](#)

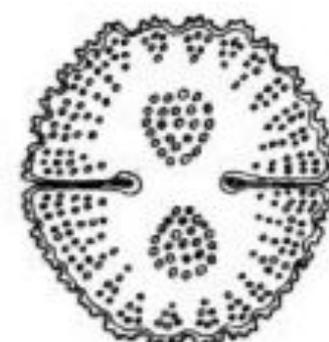
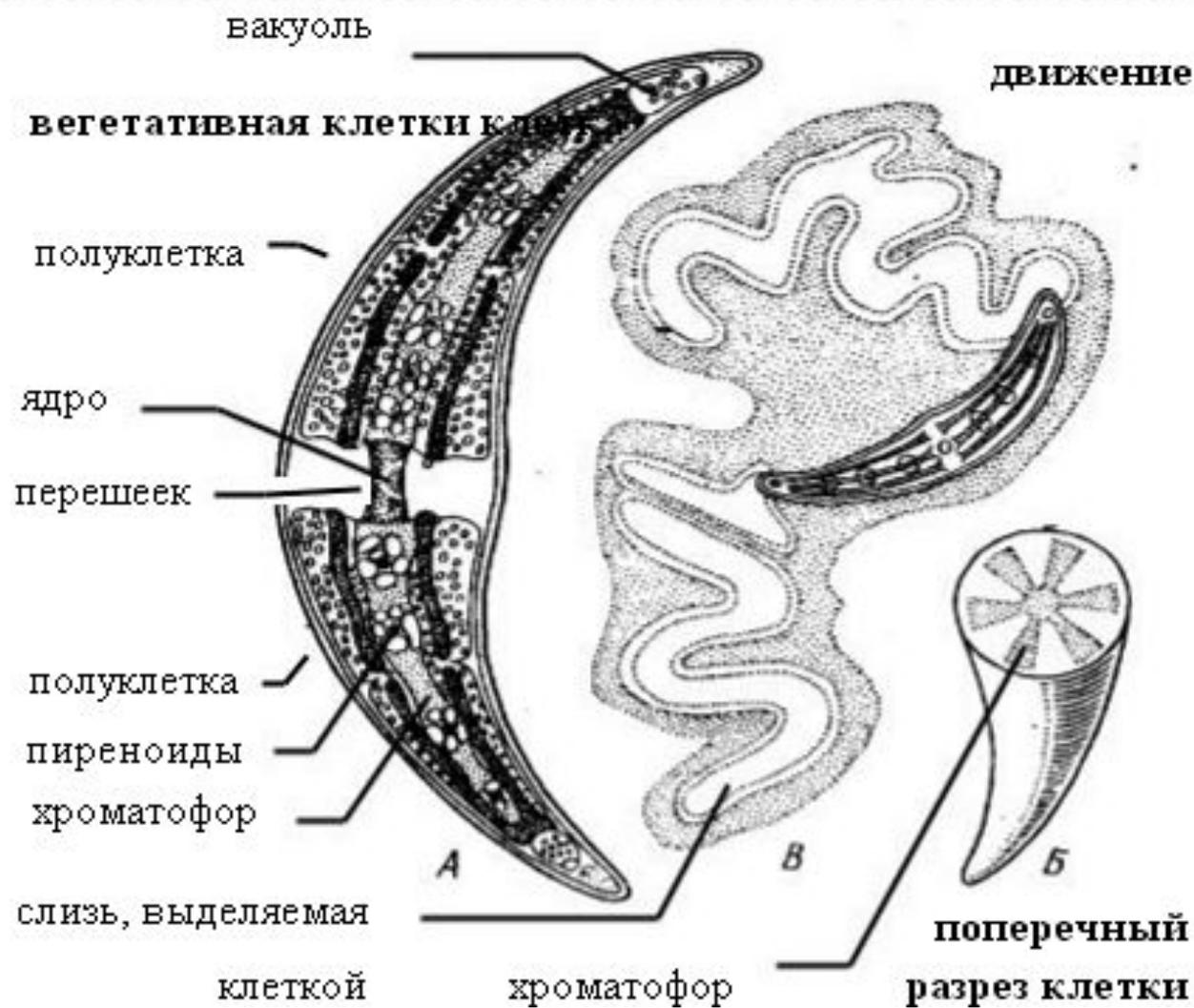
Class [Conjugatophyceae](#)

Class [Klebsormidiophyceae](#)

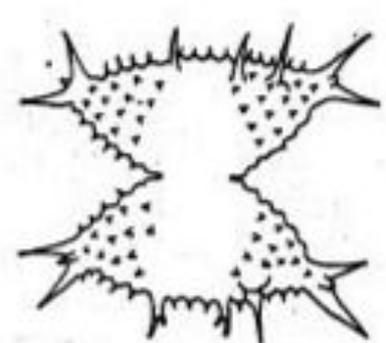
Class [Mesostigmatophyceae](#)

- **Класс** конъюгаты (*Conjugatophyceae*) является одной из самых больших групп среди зеленых водорослей, представленной в основном пресноводными организмами. Большинство конъюгат одноклеточные (*Mesotaeniales*, *Desmidiiales*), симметрично построенные индивиды, зеленого или изумрудного цвета. Форма клеток очень разнообразна. У многих видов клетки перешнурованы посередине и состоят из двух одинаковых полуклеток (*Desmidiiales*). Многие формы конъюгат образуют типичные нити, некоторые рыхлые рыхлые колонии (*Desmidiiales*, *Gonatozygotales*, *Zygnematales*).

- Самая яркая отличительная черта конъюгат, позволяющая объединить их в особый класс – полное отсутствие подвижных жгутиковых стадий размножения (зооспор и подвижных гамет) и наличие своеобразного полового процесса – конъюгации.
- Оболочки клеток целлюлозные, ослизняющиеся. Клетки одноядерные, содержат крупные осевые или постенные хроматофоры пластинчатой, лентовидной, звездчатой, спиралевидной формы. Пиреноиды хорошо выражены, множественные.

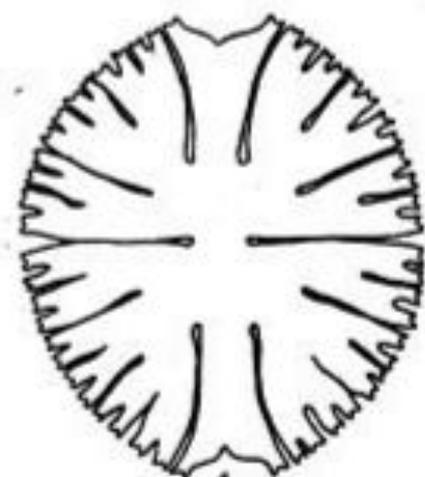
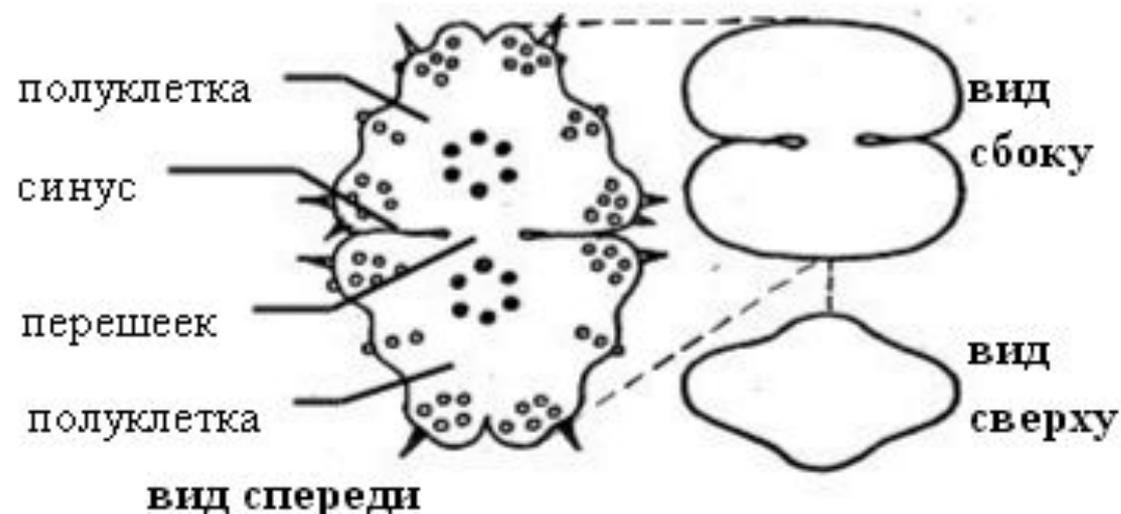


космарнум
(*Cosmarium*)



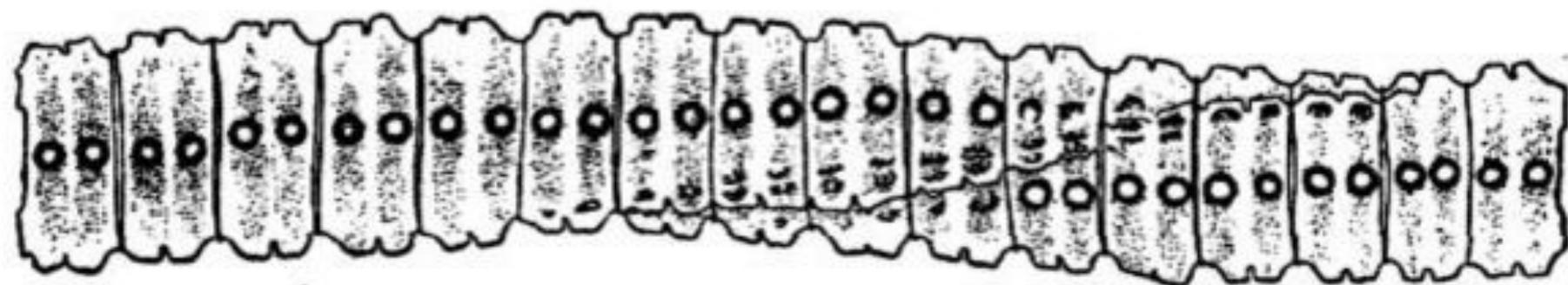
стаураструм
(*Staurostrum*)

кlostернум (*Closterium*)



микроастериас (*Microsterias*)

эуаструм (*Euastrum*)



десмидиум (*Desmidium*), вегетативная нить

Рисунок 22 – Представители порядка десмидиевые (*Desmidiales*) [1]

- Размножаются конъюгаты половым и вегетативным путем. Вегетативное размножение осуществляется за счет деления клеток, распада нитей (на участки и даже клетки, способные регенерировать целую нить), изредка образующихся партеноспор, акинет, служащих также и для переживания неблагоприятных условий. Деление клеток отличается по таксонам, наиболее своеобразно у десмидиевых.
- При делении их клетки ядро, расположенное в перешейке, делится и расходится к центрам полуклеток.

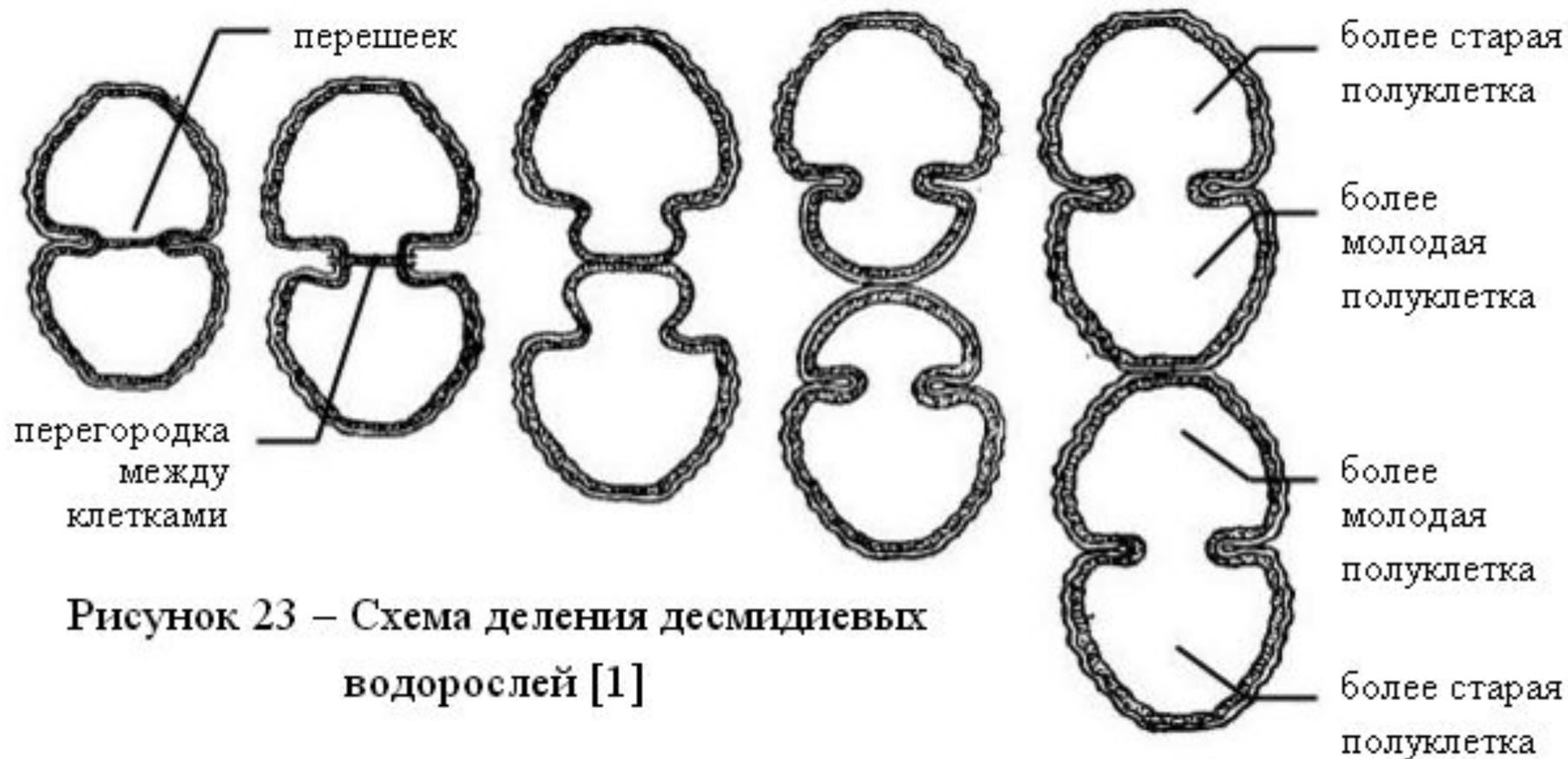


Рисунок 23 – Схема деления десмидиевых водорослей [1]

- Конъюгация представляет собой слияние протопластов вегетативных клеток. Если скорость их перетекания одинакова, а слияние происходит в копуляционном канале, то половой процесс условно называют изогамным (физиологическая изогамия). При полном перетекании одного протопласта в воспринимающую клетку более подвижный протопласт называют мужским, а воспринимающую клетку – женской. В этом случае половой процесс носит название физиологической гетерогамии. После периода покоя и редукционного деления зигота прорастает 1-4 проростками.

лестничная конъюгация

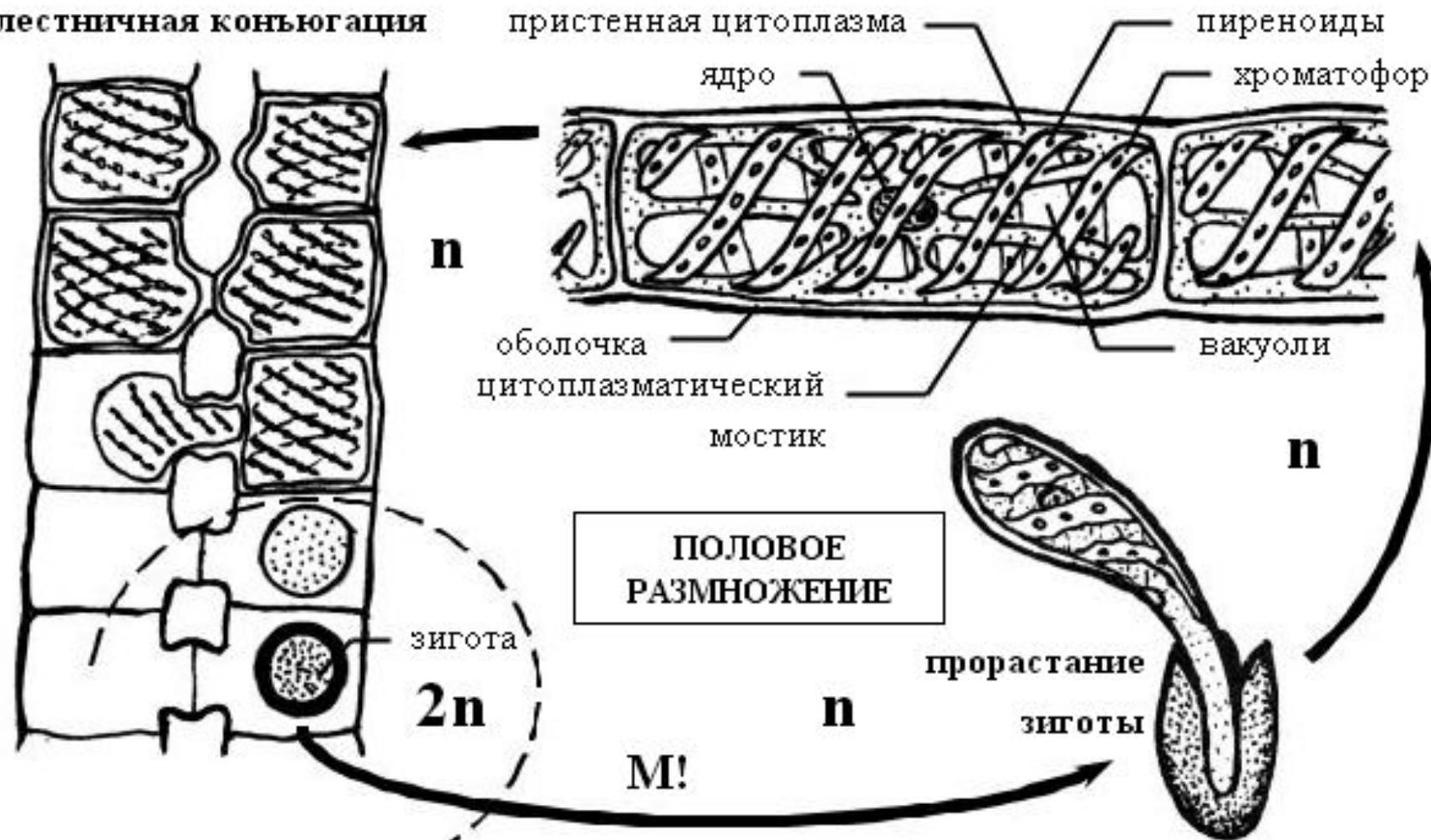
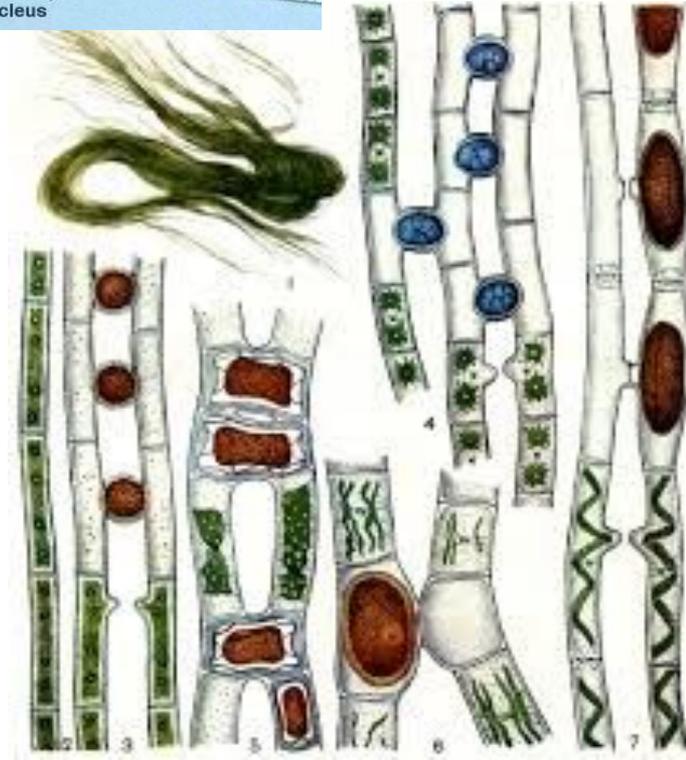
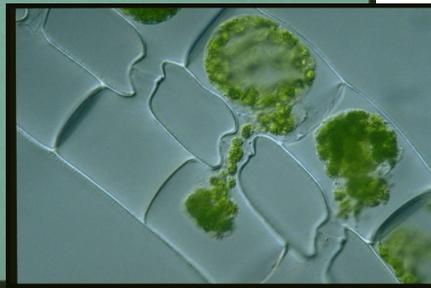
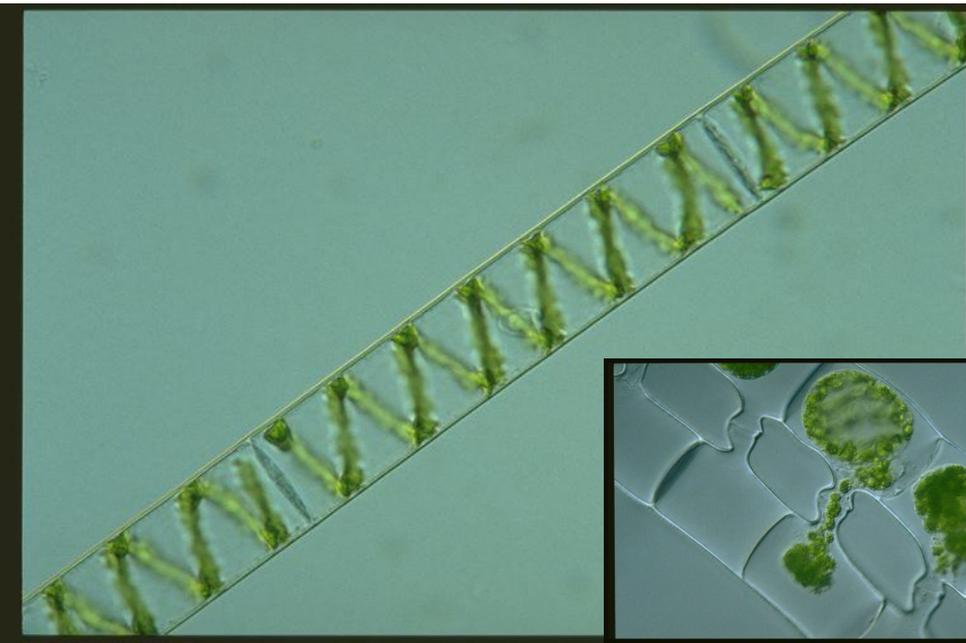
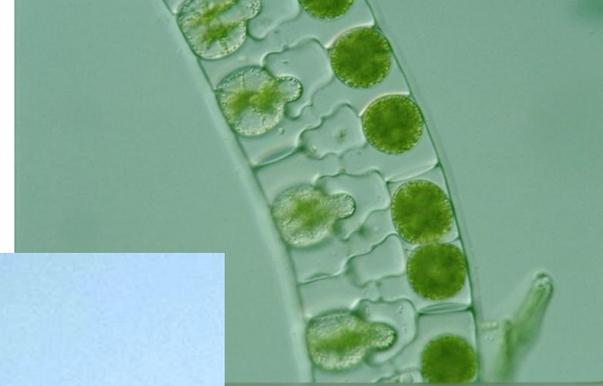
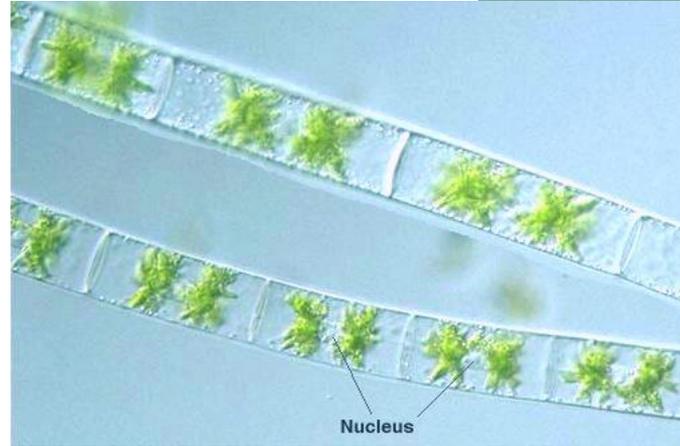


Рисунок 26 – Схема жизненного цикла и строения таллома представителей рода спирогира (*Spirogyra*)

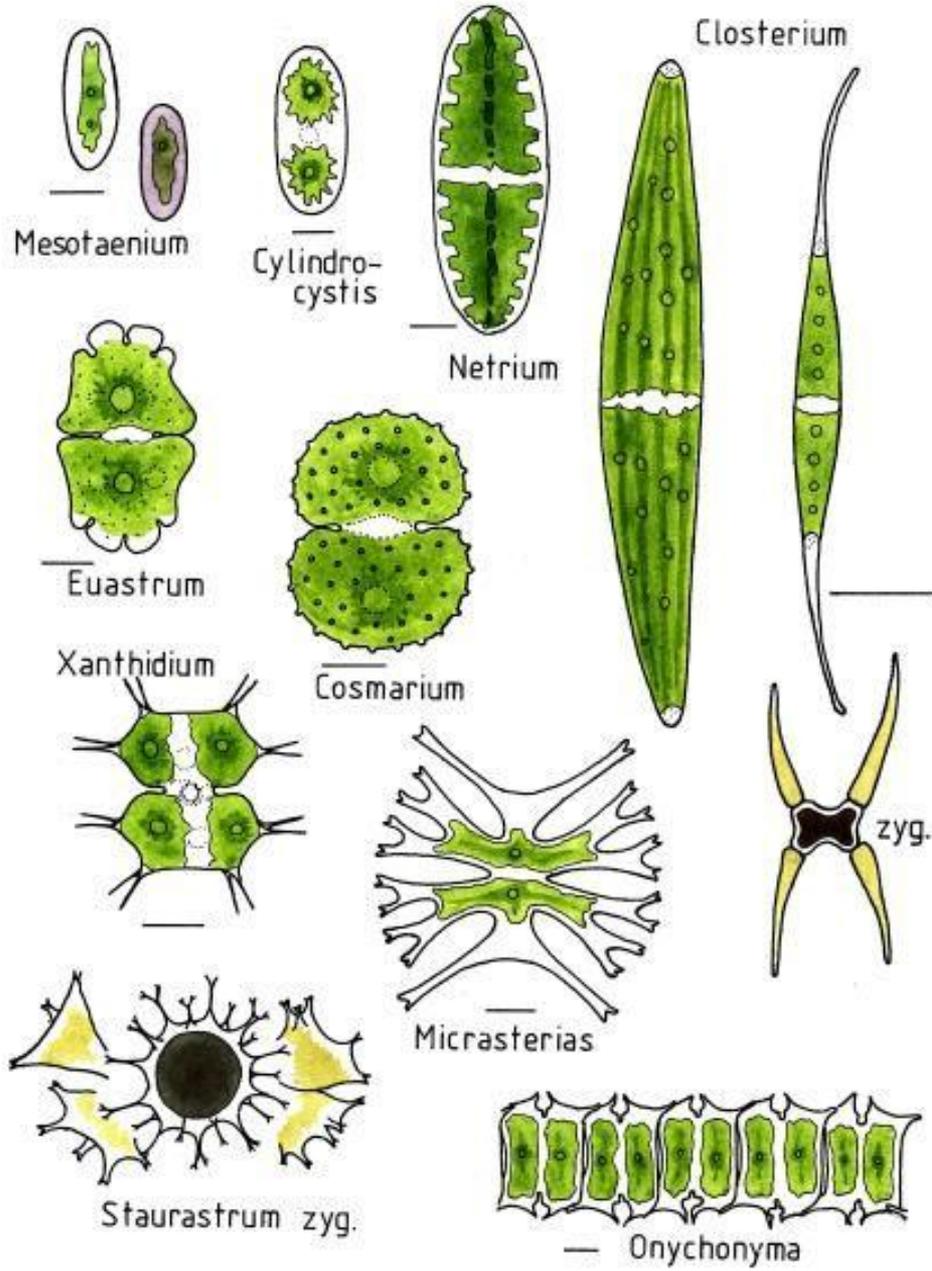
- **Общая характеристика отдела харовые (*Charophyta*)**
- **Отдел харовые водоросли (*Charophyta*)** представлен одним порядком *Charales*. Это своеобразная высокоорганизованная группа макроскопических пресноводных водорослей, достигающих 20-30 см (иногда 1-2 м) и по внешнему виду похожих на высшие растения – хвощи. Клетки лучиц (второе название харовых водорослей) покрыты плотной, толстой оболочкой. Внутренний слой целлюлозный, наружный состоит из каллозы и пропитан известью. В постенной цитоплазме находятся многочисленные мелкие дисковидные хроматофоры, лишенные пиреноидов. В удлиненных клетках коры хроматофоры располагаются заметными рядами. Набор пигментов сходен с таковым зеленых водорослей (хлорофиллы *a* и *b* и почти полностью те же каротиноиды). В качестве запасного питательного вещества вырабатывается крахмал. Клетки, способные к делению, одноядерные, не способные делиться клетки междуузелиев – во взрослом состоянии многоядерные, содержат крупные ядра лопастной формы, размножающиеся амитотически.

Конъюгативные водоросли

Keweenaw Algae



CONJUGALES - Desmids

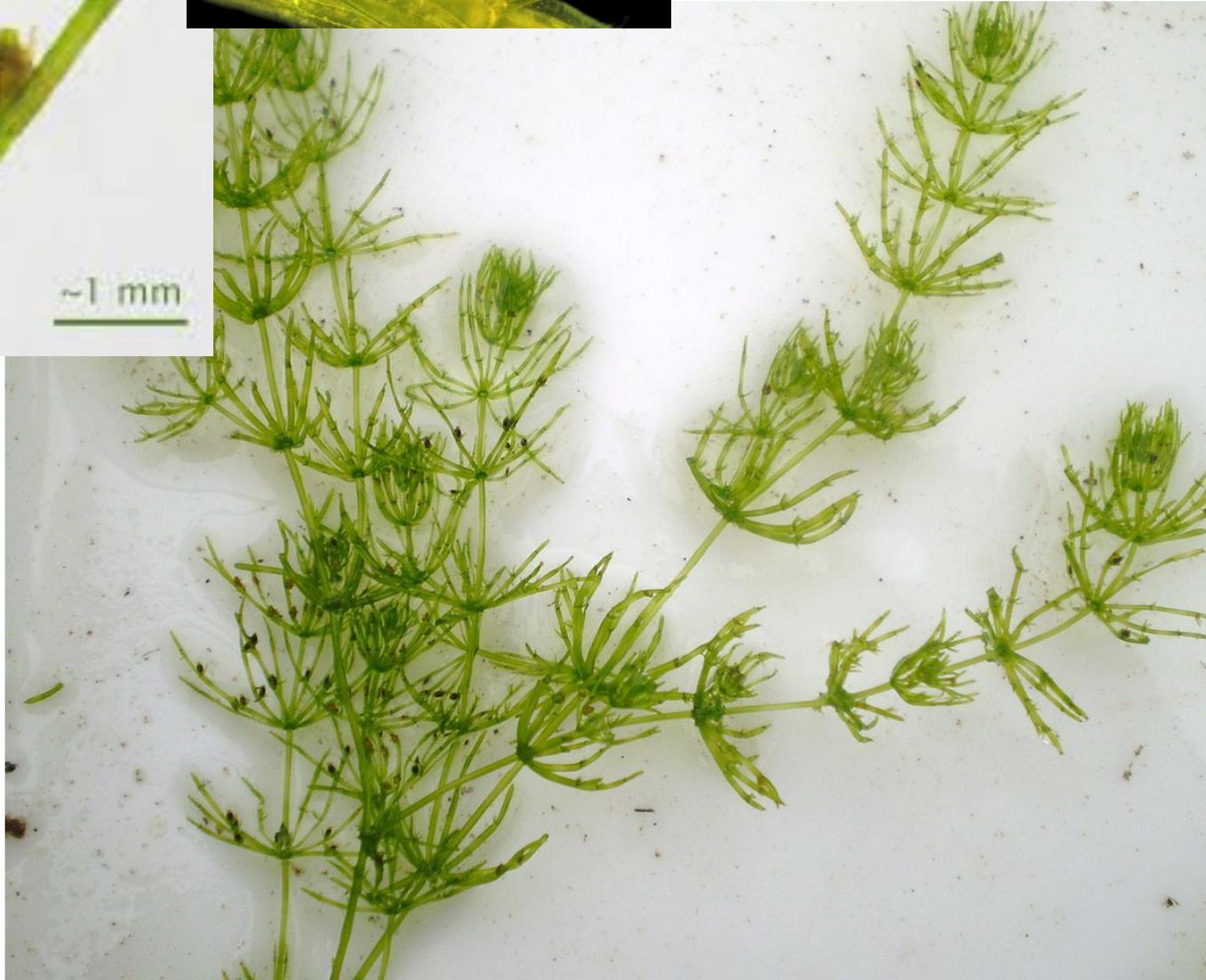


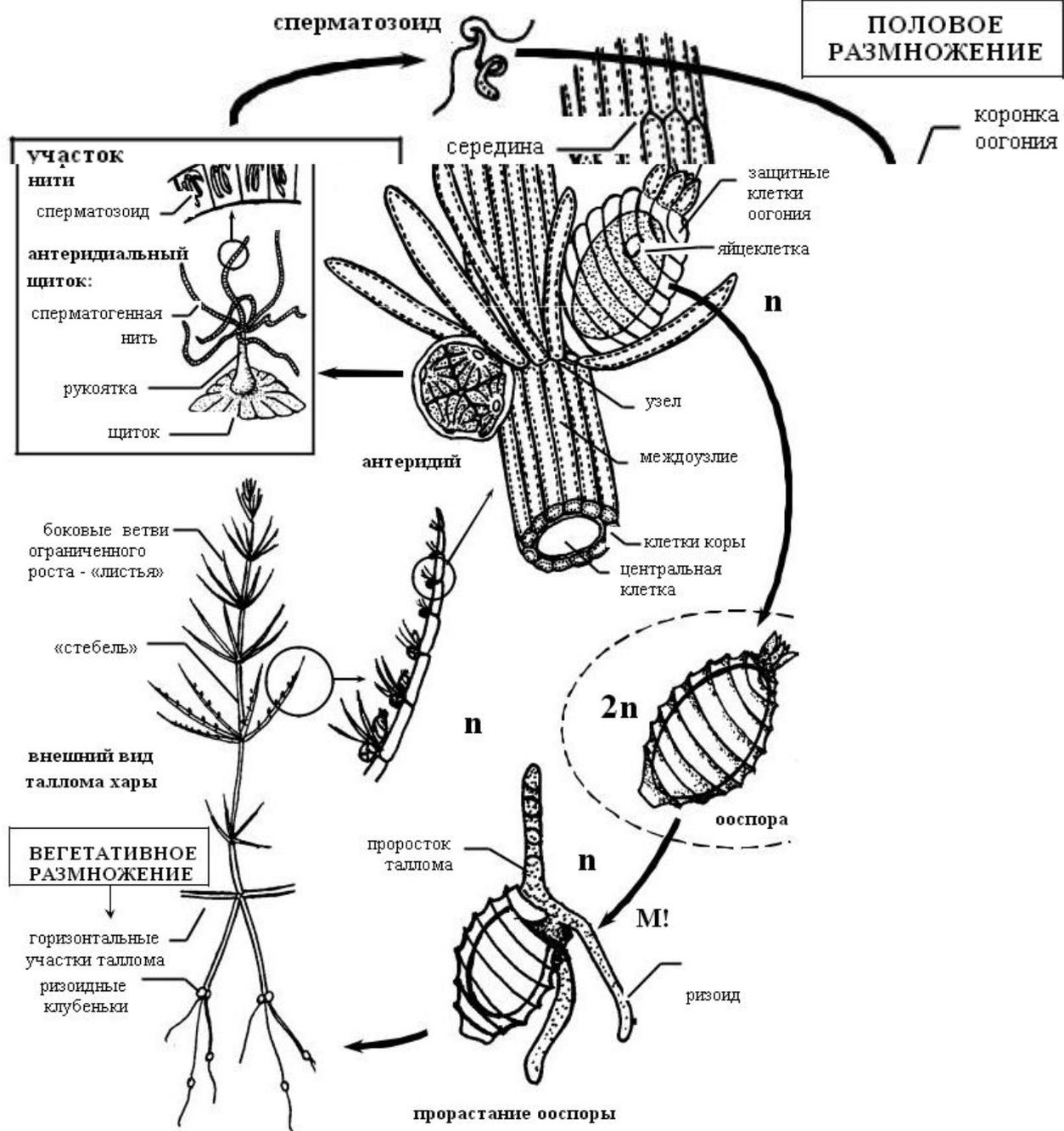
Desmidiaceae

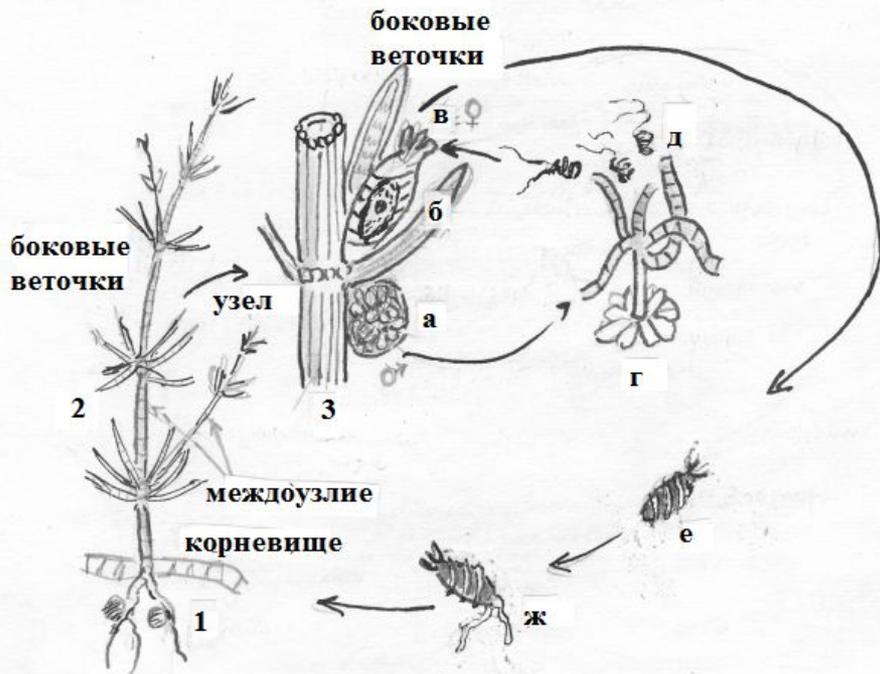
Коккоидный тип
таллома



~1 mm



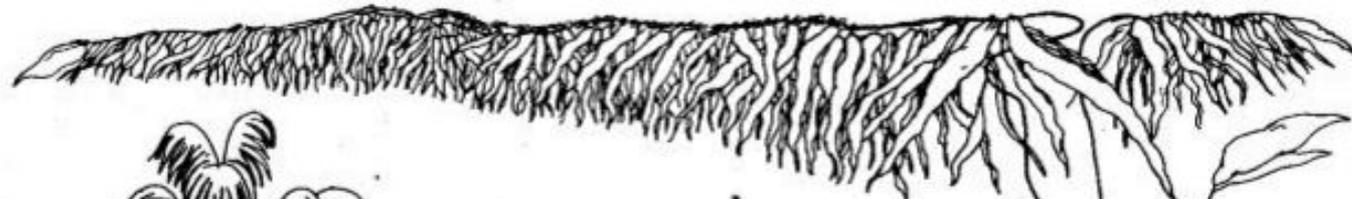




Класс Бурые (фукофициевые) водоросли

- Многоклеточные с разнонитчатым, псевдопаренхиматозным и паренхиматозным талломом, макроскопические растения.
- Жгутиковые стадии несут два боковых жгутика. Передний длинный жгутик с двумя рядами мастигонем, задний – короткий, гладкий

отдел Охрофитовые, царство Хромиста



лессония
(*Lessonia*)

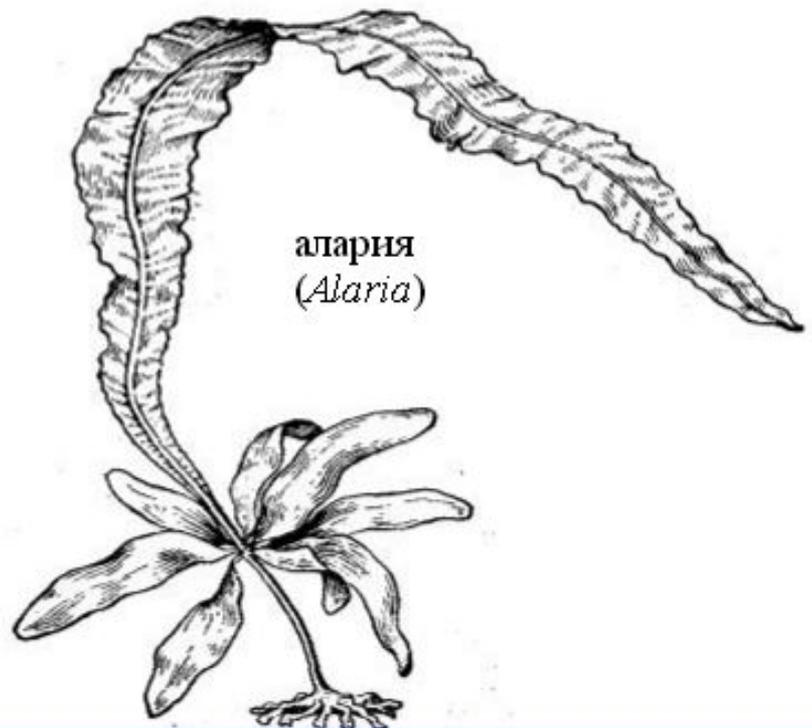
макроцистис
(*Macrocystis*)



падина
(*Padina*)



саргассум
(*Sargassum*)



алария
(*Alaria*)

макроцистис



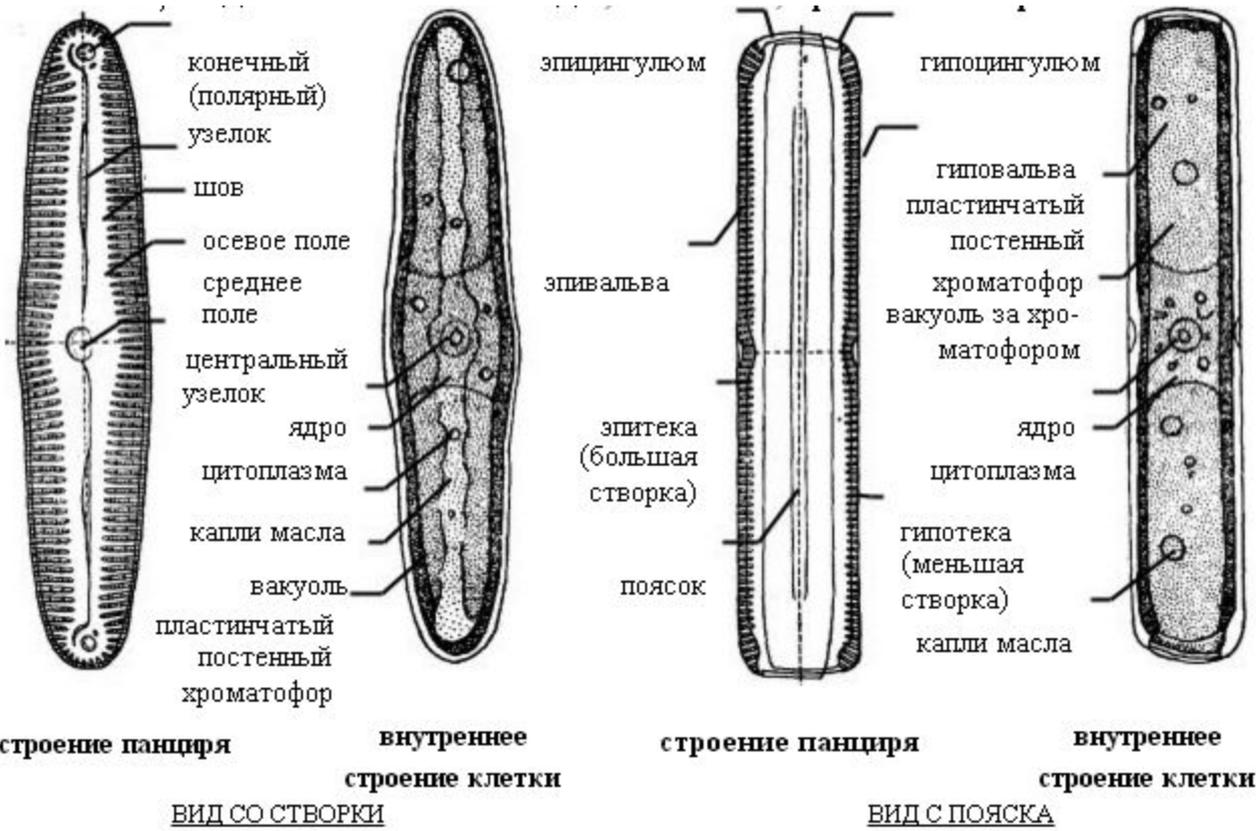
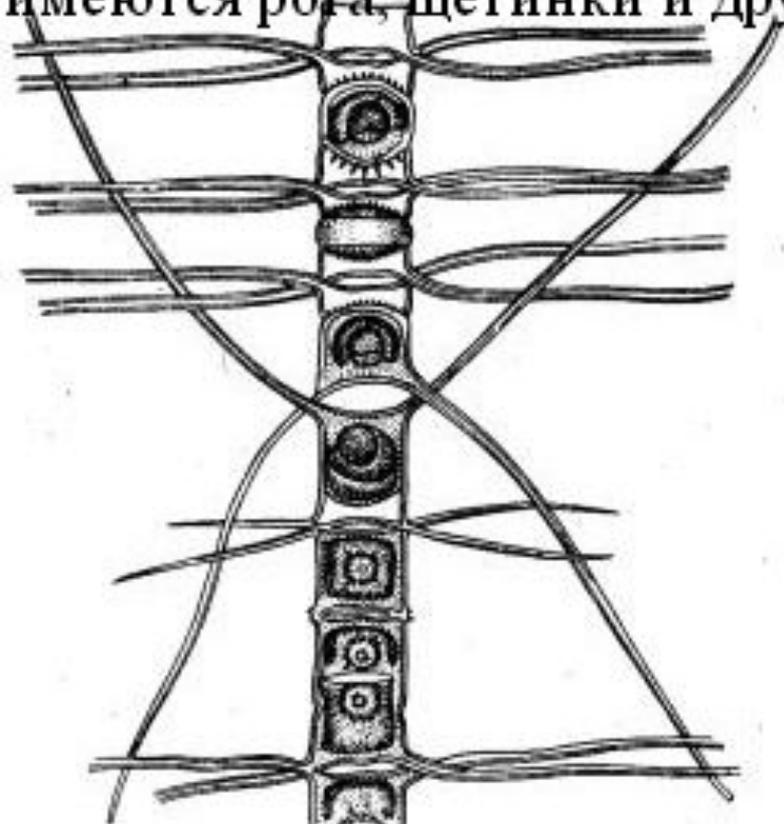


Рисунок 30 – Строение пеннатных на примере пиннулярии (*Pinnularia*) [2]

Класс диатомовые водоросли, отдел Охрофитовые, царство Хромиста

имеются рога, щетинки и другие элементы структуры.



хетоцерас (*Chaetoceros mulleri*)

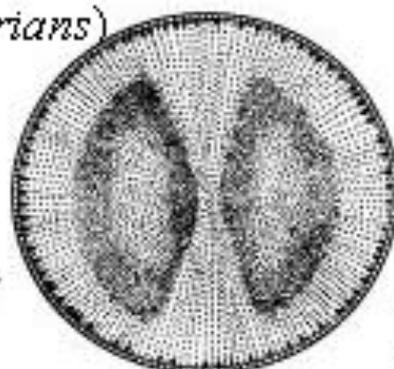
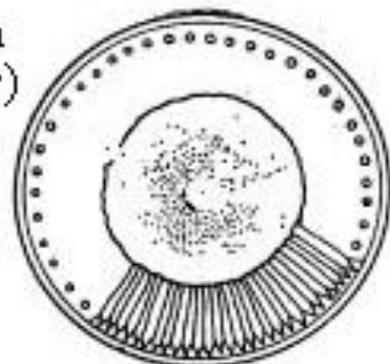


мелозира створки
(*Melosira
varians*)

ВИД С ПОЯСКА
циклотелла
(*Cyclotella*)



ВИД СО



таллассиозира
(*Thalassiosira
lacustris*)

Рисунок 31 – Центрические диатомовые водоросли [1, 2]

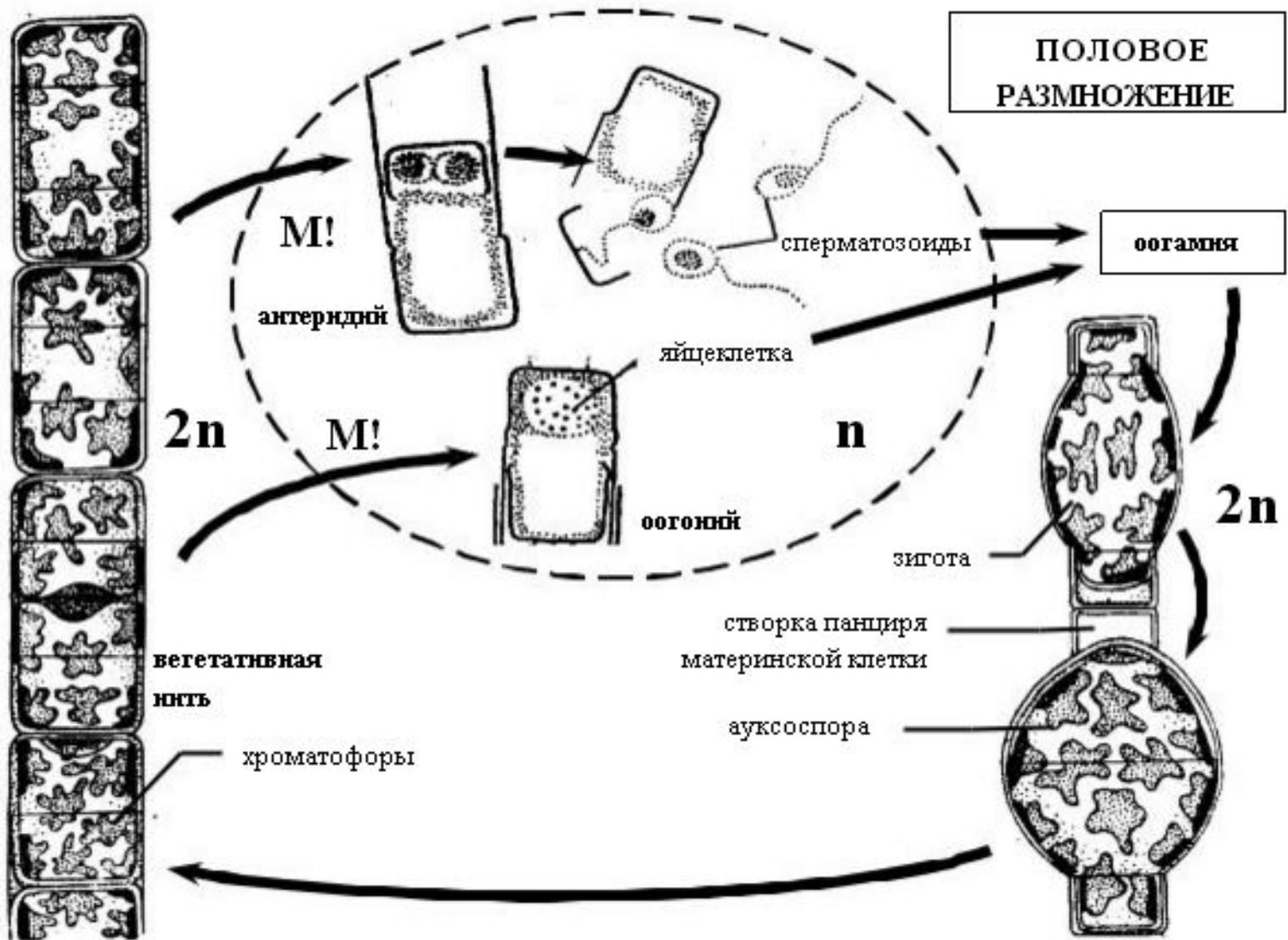


Рисунок 32 – Схема жизненного цикла мелозиры (*Melosira*), представителя класса центрические (*Centrophyceae*)

Класс пеннатные диатомей (*Pennatophyceae*). Клетки одиночные или соединенные в колонии различного типа. Панцирь симметричный по продольной оси, изопольный (полюса клетки одинаковые), реже гетеропольный (полюса разные), редко асимметричный, с пояском линейный, таблетчатый, клиновидный, прямой, иногда S-образно изогнутый, часто со вставочными ободками и септами.

Створки в очертании линейные, ланцетные, эллиптические, реже булабовидные, симметричные по отношению к продольной и поперечной плоскостям, реже по отношению только к одной из плоскостей. Структура створок симметричная, представлена мелкими или крупными ареолами, расположенными обычно параллельными рядами, которые у полюсов створки несколько сходятся или радиально расходятся к ее краям. Иногда имеются поперечные ребра, слизевые поры и одиночные щелевидные выросты, мелкие и многочисленные шипики. По продольной оси створки проходит осевое поле, в середине створки оно расширяется, образуя среднее поле. У большинства видов вдоль середины осевого поля расположен щелевидный шов, иногда шов сдвинут к краю створки или находится в киле.

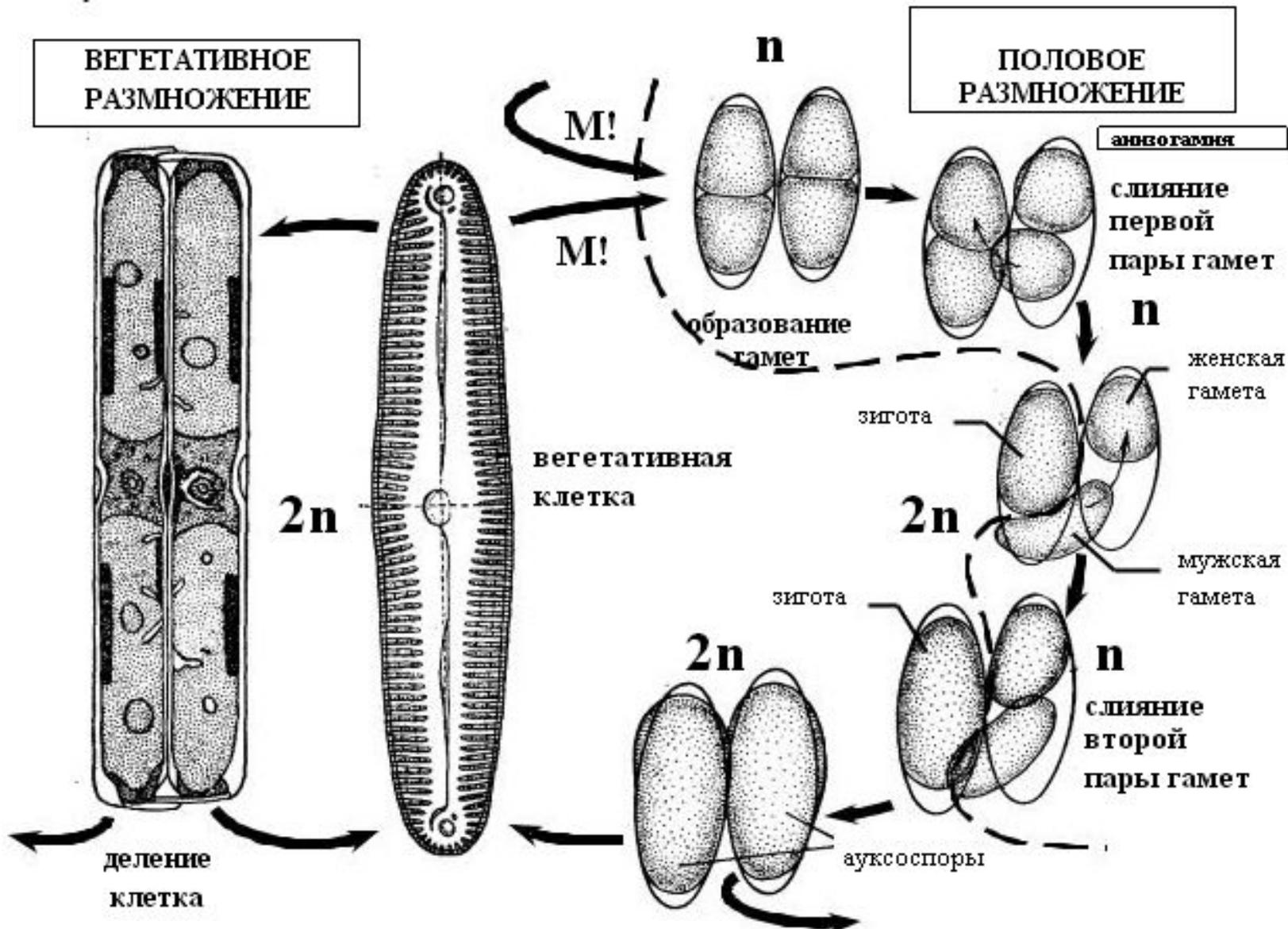


Рисунок 33– Схема жизненного цикла пеннатных водорослей (*Pennatophyceae*) с анизогамным половым процессом

В пресных водоемах распространены виды *Tabellaria flocculosa*, *T. fenestrata*, *Fragilaria capucina*, *Meridion circulare*, *Operphora martyi*, *Asterionella formosa*, *Ceratoneis arcus*, *Synedra ulna* (рисунок 34).

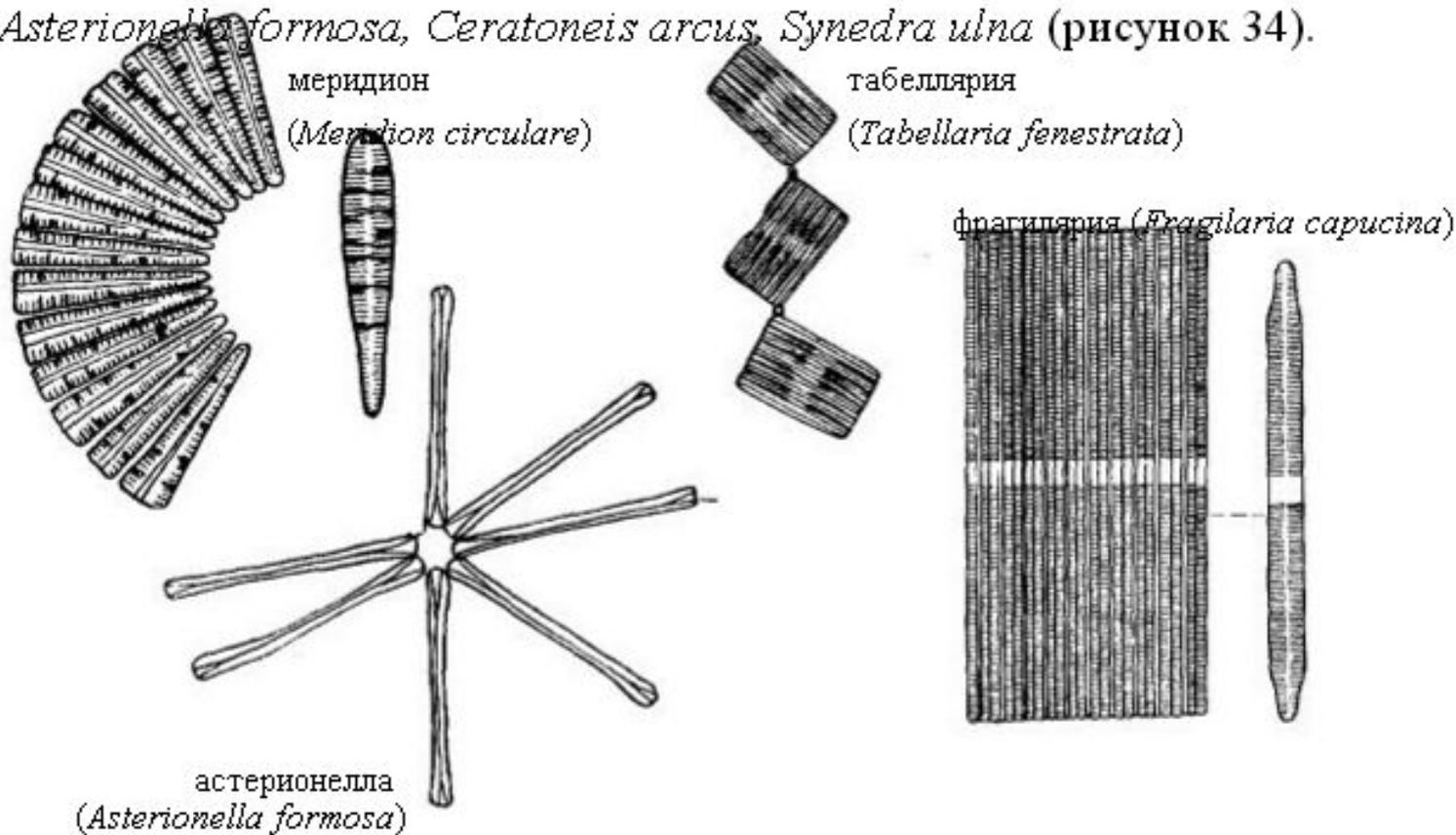


Рисунок 34 – Бесшовные диатомовые [1]

Порядок одношовные (*Monoraphales*) объединяет одиночные водоросли, прикрепляющиеся к субстрату нижней створкой или студенистой ножкой, реже собраны в лентовидные колонии, также прикрепляющиеся к субстрату (рисунок 35).

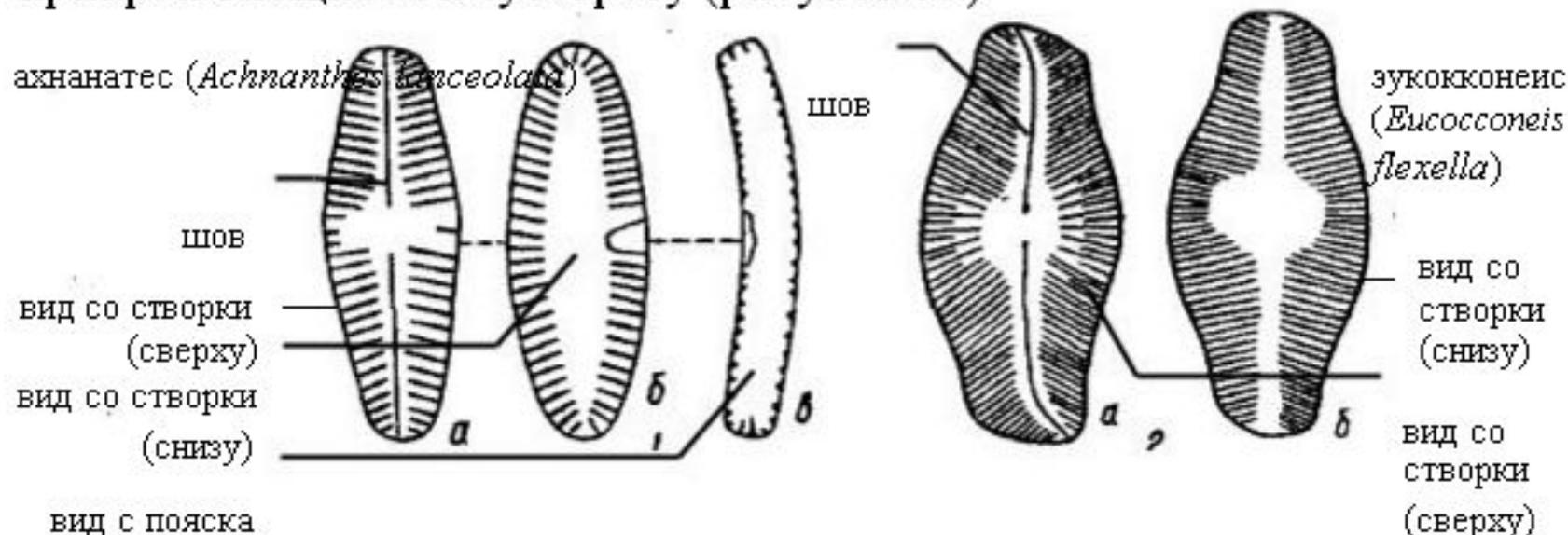
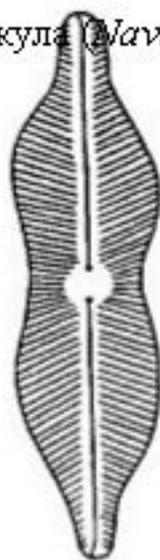
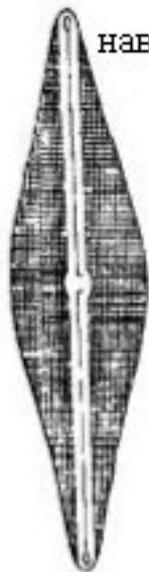


Рисунок 35 – Одношовные диатомовые [1]

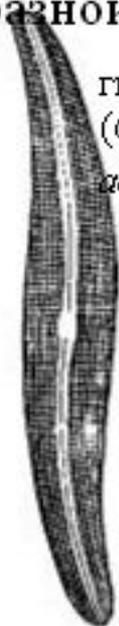
линейные до эллиптических, изредка S-образно изогнутые.



навикула (*Navicula*)



гиросигма
(*Gyrosigma
acuminatum*)



плеуросигма
(*Pleurosigma
elongatum*)



пиннулярия

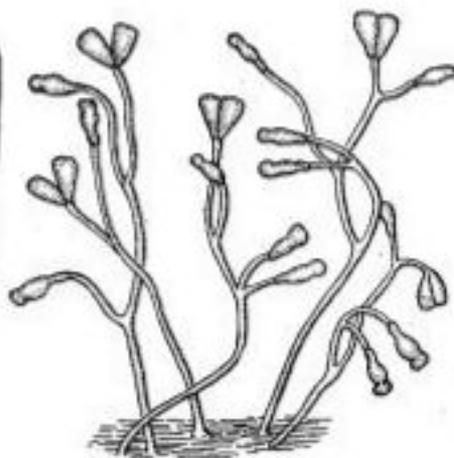
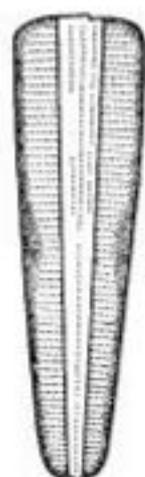
(*Pinnularia viridis*)

N. cuspidata *N. binodis* *N. radiosa*

вид со
створки



КОЛОНИЯ В
студенистой
трубке вид со
створки



ВИД С ПОЯСКА ВНЕШНИЙ ВИД КОЛОНИИ

цимбелла (*Cymbella* sp)

гамфонема (*Gamphonema* sp)

- Одноклеточные или колониальные коккоидные формы
- Жгутиковые клетки представлены только сперматозоидами. Жгутик единственный
- Пигменты – хлорофиллы а и с, бетта каротин, фукоксантин, неофукоксантин, диатоксантин
- Запасные продукты хризоламиарин, масло, волютин

- Клетки одеты кремнеземным панцирем, состоящим из двух частей – большой – эпитеки и меньшей – гипотеки. Поверх плазмалеммы формируется особый покров - панцирь
- Размножение – вегетативное и половое (изо и оогамия)
- Жизненный цикл диплобионтный с гаметической редукцией. Зигота формирует растущую ауксоспору.

- Помимо кремнезема в составе панциря – примесь органических соединений, железа, алюминия, магния. Панцирь состоит из двух половинок. Эпитека надевается на гипотеку, как крышечка на коробочку.