

# ПОДЦАРСТВО НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ

## ВОДОРΟΣЛИ

**Водоросли** — это фотосинтезирующие автотрофные эукариотические организмы.

Выделяют отделы

**Зелёные**

**Красные**

**Бурые водоросли и**

**др.**

Водоросли бывают:

- **одноклеточные**
- **многоклеточные**
- **колониальные**

**Насчитывается около**

**30 тыс. видов**  
**различных**  
**водорослей.**

**По количеству клеток**

**Одноклеточные**

**Многоклеточные**



**Альгологи**  
**я – наука**  
**изучающа**  
**я**  
**водоросл**  
**и.**



Организмы, относимые к водорослям чрезвычайно разнородны. **Водоросли принадлежат как к прокариотам, так и к эукариотам.** Размеры их колеблются в очень широких пределах: мельчайшие соизмеримы с бактериальными клетками (не превышают 1 мкм в диаметре), а наиболее крупные морские бурые водоросли достигают 30–45 м в длину.

# Экологические группы водорослей.

# Огромное разнообразие и численность.

Насчитывается около 30 тыс. видов водорослей. На основании различий в наборе пигментов, особенностей морфологии и биохимии различают 10 типов (отделов) водорослей:

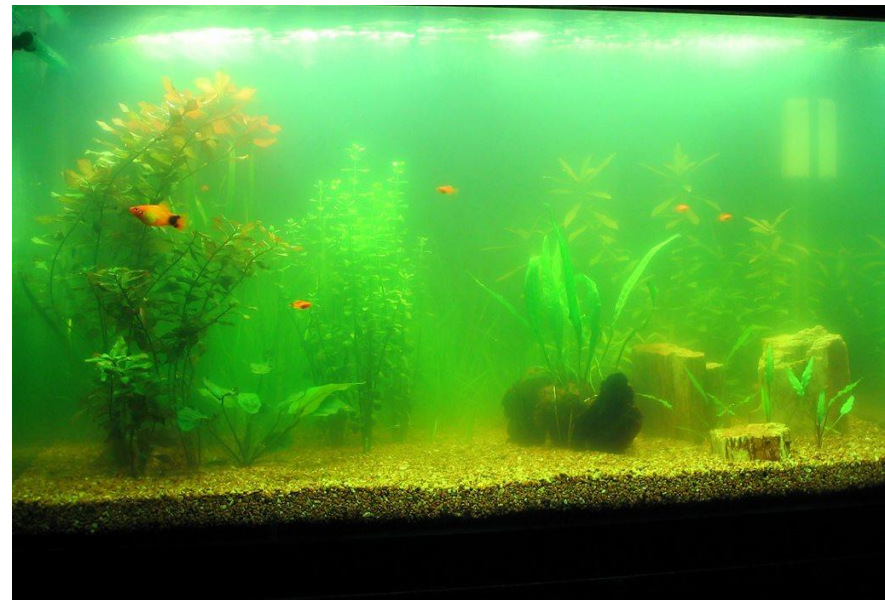
- синезелёные (Cyanophyta),
- золотистые (Chrysophyta),
- пиррофитовые (Pyrrophyta),
- диатомовые (Bacillariophyta),
- жёлтозелёные (Xanthophyta),
- эвгленовые (Euglenophyta),
- зелёные (Chlorophyta),
- харовые (Charophyta),
- бурые (Phaeophyta),
- красные (Rhodophyta).



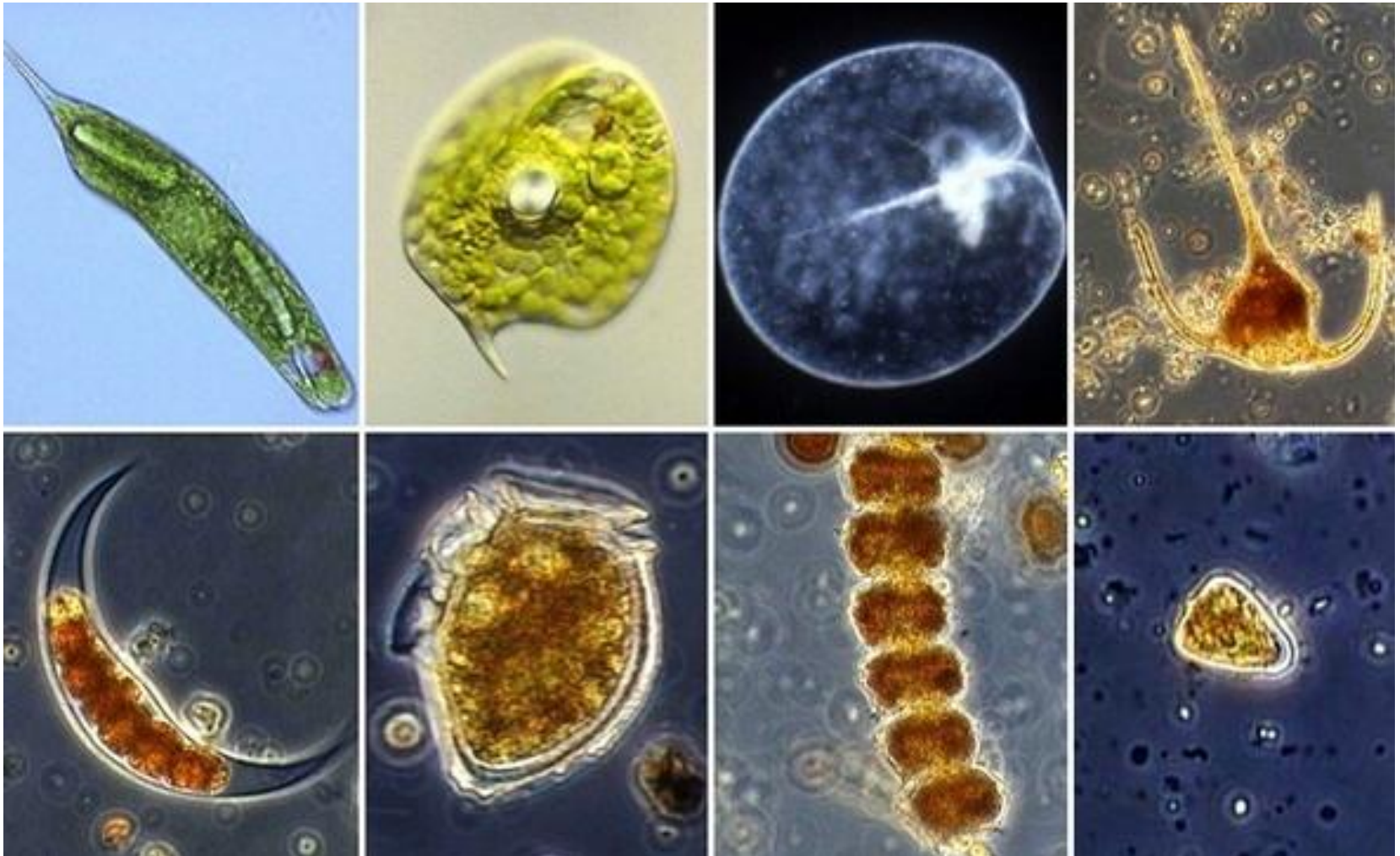


## Простейшие зеленые водоросли — одноклеточные.

Известно «цветение» воды в лужах и прудах, а при сильном освещении и в аквариумах. «Цветущая» вода имеет изумрудный оттенок. Если зачерпнуть немного этой воды, то она окажется прозрачной. Что же вызывает «цветение» воды? В капле такой воды под микроскопом хорошо видно множество различных **одноклеточных зеленых водорослей**, которые и придают ей изумрудный оттенок.



Жгутиковые водоросли. Верхний ряд, слева направо: эвгленовые (эвглена зелёная, факус), пирофитовые (ночесветка, цератиум разветвлённый).  
Нижний ряд – пирофитовые; слева направо: диссодиниум лунный, динофизис норвежский, перидинелла, пророцентрум малый





Во время «цветения» водоемов в воде чаще всего встречается одноклеточная водоросль **хламидомонада** (в переводе с греческого - «простейший организм (моно-1), покрытый одеждой - хламидой»).



**Хламидомонада** — одноклеточная зеленая водоросль. Она движется в воде при помощи двух жгутиков. Снаружи хламидомонада покрыта прозрачной оболочкой, под которой расположены цитоплазма с ядром, **красный «глазок» - стигма** (светочувствительное тельце красного цвета), крупная вакуоль, заполненная клеточным соком, и две маленькие пульсирующие вакуоли.

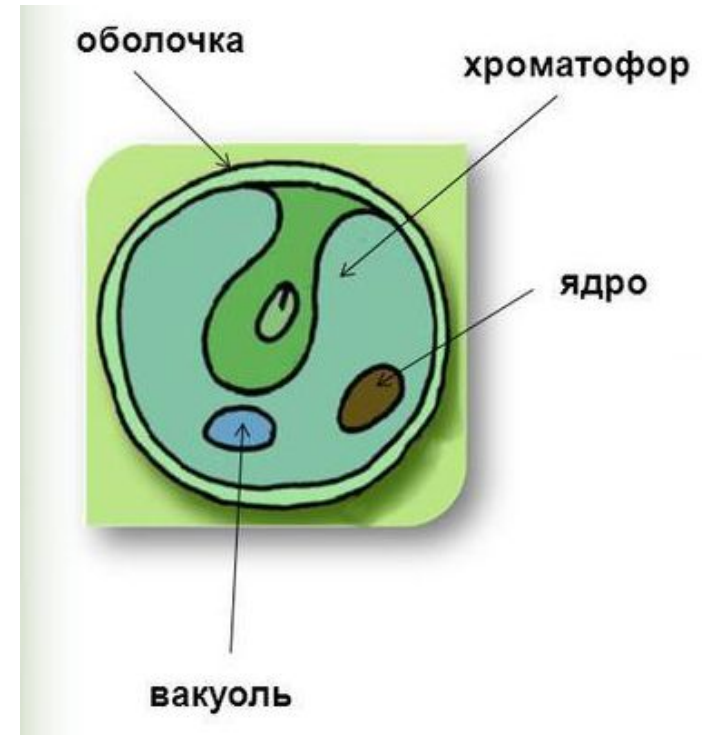
Хлорофилл и другие пигменты у хламидомонады находятся в крупной чашеобразной пластиде, которая у водорослей называется **хроматофор** (в переводе с греческого — «несущий свет»). Хлорофилл, содержащийся в **хроматофоре**, придает зеленую окраску всей клетке.



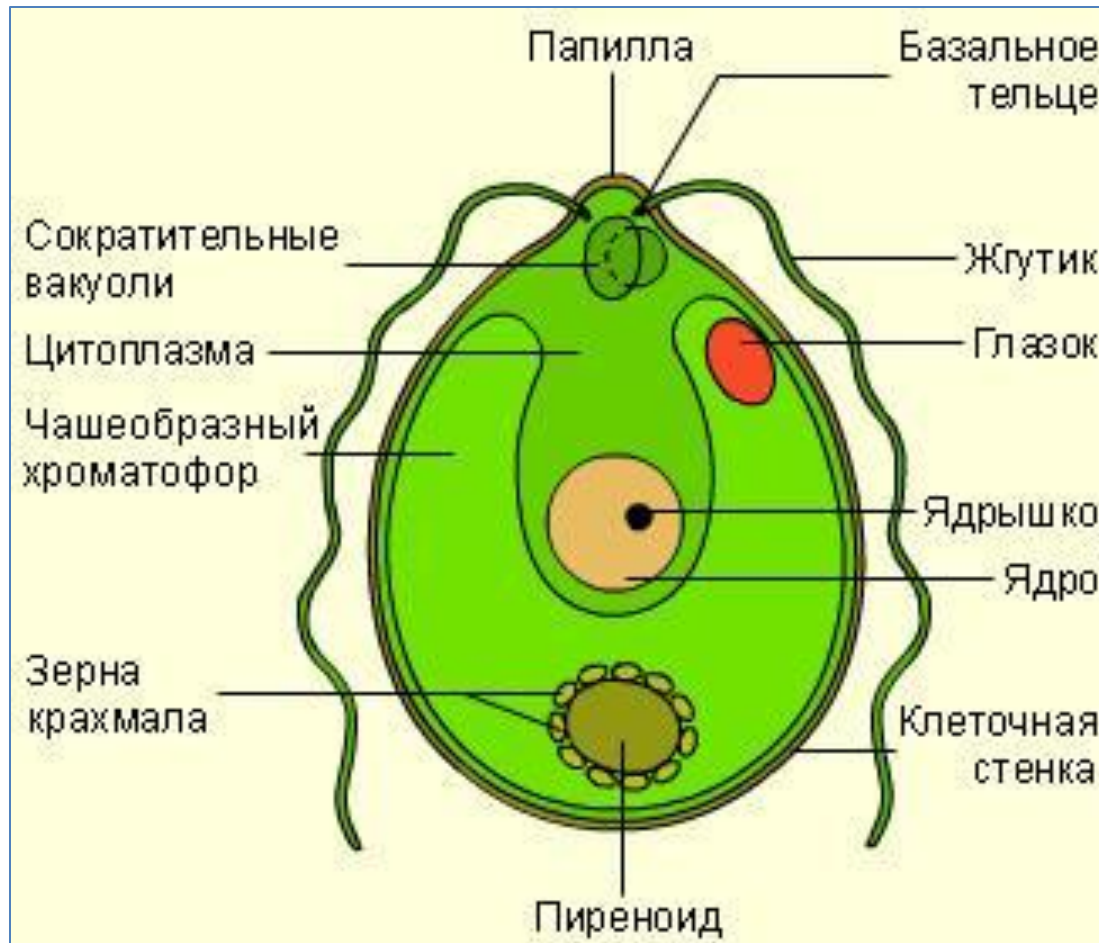


Еще одна **одноклеточная зеленая водоросль** — **хлорелла** широко распространена в пресных водоемах и на влажных почвах. Ее мелкие шаровидные клетки видны только с помощью микроскопа. Снаружи клетка хлореллы покрыта оболочкой, под которой находится цитоплазма с ядром, а в цитоплазме — **зеленый хроматофор**.

Хлорелла и хламидомонада составляют значительную часть **фитопланктона** водоемов. Это основная пища рачков и мелких рыб.



- У многих подвижных водорослей имеется светочувствительный глазок (**стигма**), благодаря чему эти водоросли обладают **фототаксисом** — способностью к движению по направлению к свету.



Необычны зеленые налеты в нижней части деревьев, на деревянных заборах и т. п. Их образует **приспособившаяся к наземной жизни одноклеточная зеленая водоросль плеврококк**. Под микроскопом видны одиночные клетки или группы из четырех клеток плеврококка. Единственный источник влаги для этих водорослей — атмосферные осадки (дожди и роса). При недостатке воды или при низких температурах плеврококк и другие наземные водоросли могут проводить часть жизни в состоянии покоя.



Плеврококк



## Диатомовые водоросли

К этому отделу относятся одноклеточные и колониальные микроскопические водоросли от светло-желтого до темно-бурого цвета. Диатомовые водоросли – обширная группа организмов, насчитывающая, по данным разных авторов, от 12 до 25 тыс. видов.

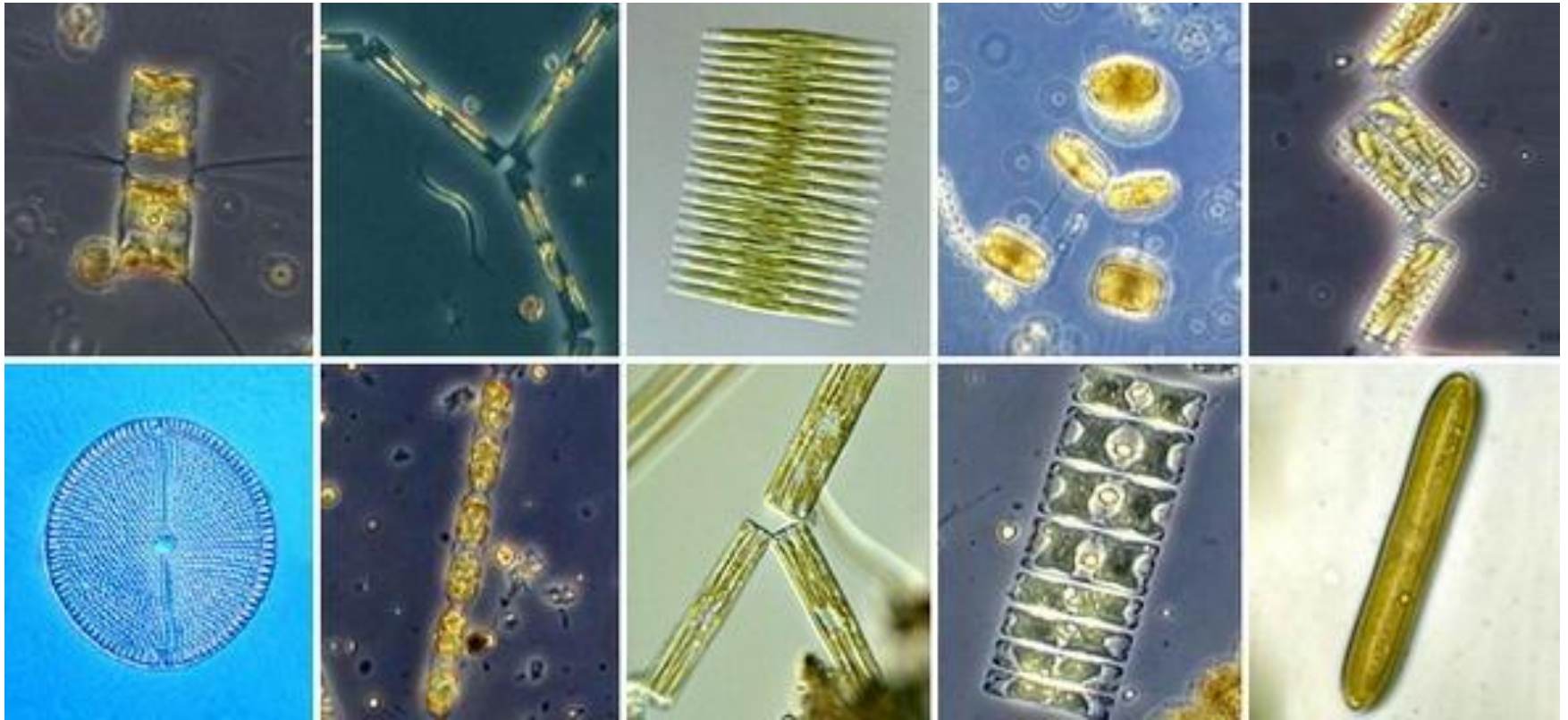
Диатомовые водоросли характеризуются особым клеточным покровом – панцирем из кремнезема, напоминающего по составу опал, с примесью металлов (алюминия, железа, магния) и органического компонента.



Панцирь состоит из двух половинок, которые надеваются друг на друга, как крышка на коробку.

Диатомеи – основное звено в общей трофической цепи водных биоценозов.

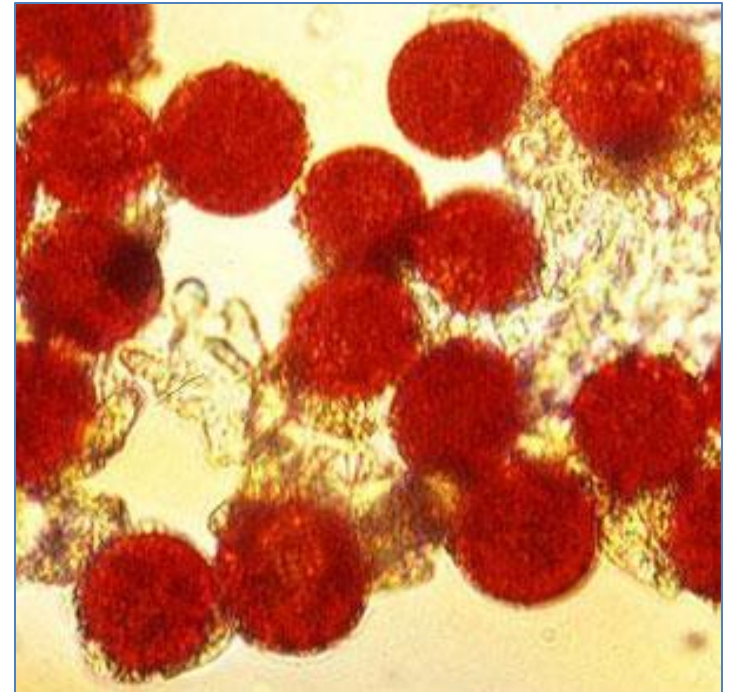
Планктонные диатомовые служат кормом для беспозвоночных, последние – для рыб и других водных животных. Многие рыбы питаются непосредственно диатомовыми водорослями.



Диатомовые. Верхний ряд, слева направо: хетоцерос двойной, диатомея тонкая, фрагиллярия, талассиосира балтийская, рабдонема уменьшенная. Нижний ряд, слева направо: мастоглора голубая, мелозира северная, табеллярия, навикула морская, пиннулярия

Окраску снега вызывает так называемая **хламидомонада снежная**. Ее клетки содержат **красный пигмент**. При оттаивании верхних слоев снега клетки этой водоросли начинают очень быстро размножаться, окрашивая снег во все оттенки красного цвета от бледно-розового до кроваво-красного и темно-малинового.

Иногда площадь, покрытая «красным снегом», достигает нескольких квадратных километров.





Тело многоклеточных водорослей (**таллом**) состоит из сходных клеток и не разделено на органы и ткани.

Формы таллома очень разнообразны:

- **Монадная**
- **Амебоидная**
- **Нитчатая**
- **Пластинчатая и др.**

Хлоропласты водорослей называются **хроматофорами**. Они бывают пластинчатыми, звездчатыми, спиральными, лентовидными и др.

Водоросли обитают главным образом в воде, однако большое число видов поселяются на суше во влажных местах обитания (на поверхности почвы, камнях, коре деревьев).

Нерасчлененное на органы тело водорослей  
носит название  
слоевище (таллом)



**Зелёные водоросли** распространены преимущественно в пресных водах (около 13 тыс. видов). Помимо водной среды некоторые виды обитают на поверхности почвы и т.д., а также вступают в симбиотические отношения с грибами.

### Отличительные особенности:

- 1) содержание в хлоропластах **хлорофилла а** и **В**, преобладающих над другими пигментами
- 2) основным запасным продуктом является **крахмал**
- 3) клеточная стенка образована **целлюлозой**.

### Зелёные водоросли бывают:

- **одноклеточные** (хламидомонада, хлорелла)
- **многоклеточные** (улотрикс, спирогира)
- **колониальные** (вольвокс).





Зелёные водоросли. Верхний ряд, слева направо: хламидомонада, хлорелла, микроцистиас, сценедесмус двуформенный, вольвокс. Нижний ряд, слева направо: спирогира, улотрикс, ульва, каулерпа, кладофора

- **Многоклеточные зеленые** водоросли живут также в водах морей и океанов (соленые воды).
- Примером таких водорослей может служить **ульва**, длиной около 30 см и толщиной всего две клетки.





# Ульва или морской салат

Живет в водах морей и океанов.

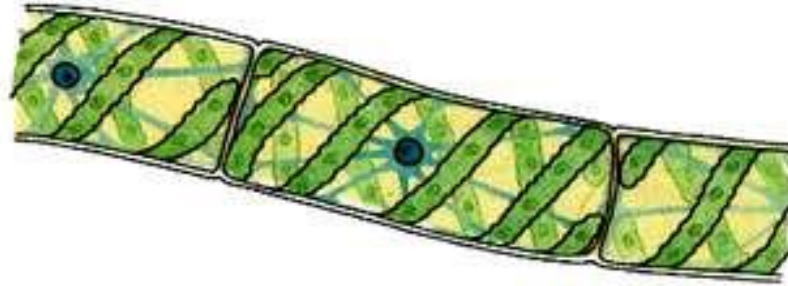
Длина таллома составляет, в среднем, 0,3-1,5 метра. В его структуре различают два ряда тесно прилегающих друг к другу клеток.

В основании слоевища имеются крупные клетки с ризоидами, образующие подошву, посредством которой водоросль прикрепляется к подводному субстрату.

Во многих странах, в частности Японии, Корее, ульва, или морской салат, употребляется в пищу, к примеру, такой вид, как ульва салатная.



## *Отдел зеленые водоросли*



### *Спирогира.*

Нитчатые водоросли до 8-10 см. Скопления нитей спирогиры образуют тину. Нити неветвящиеся, образованные одним рядом цилиндрических клеток. У разных видов спирогиры количество хроматофоров колеблется от 1 до 16. В хроматофорах в большом количестве располагаются крупные бесцветные пиреноиды. Снаружи водоросль окружена слизистым чехлом.

Размножается спирогира бесполом и половым способом. Бесполое размножение осуществляется частями нитей при их случайном разрыве.

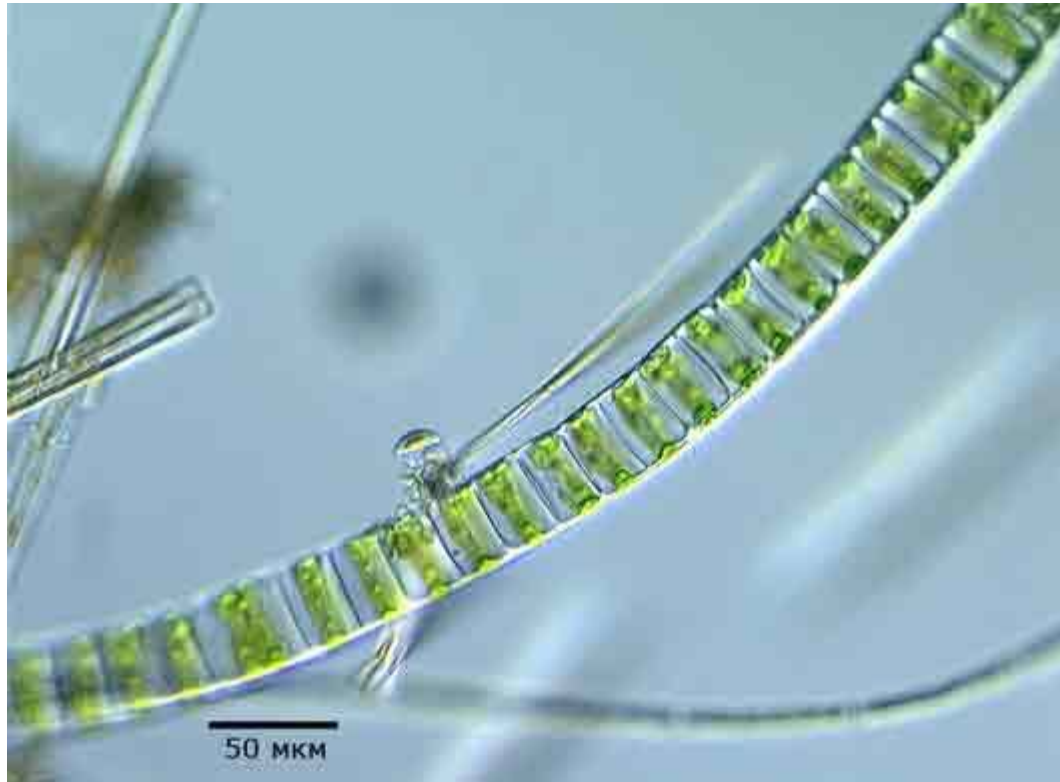


## Спирогира - многоклеточная водоросль.

Цилиндрические клетки спирогиры покрыты слизью. Внутри клеток — хроматофоры в виде спирально закрученных лент. Осенью спирогира приступает к половому размножению.



# Улотрикс



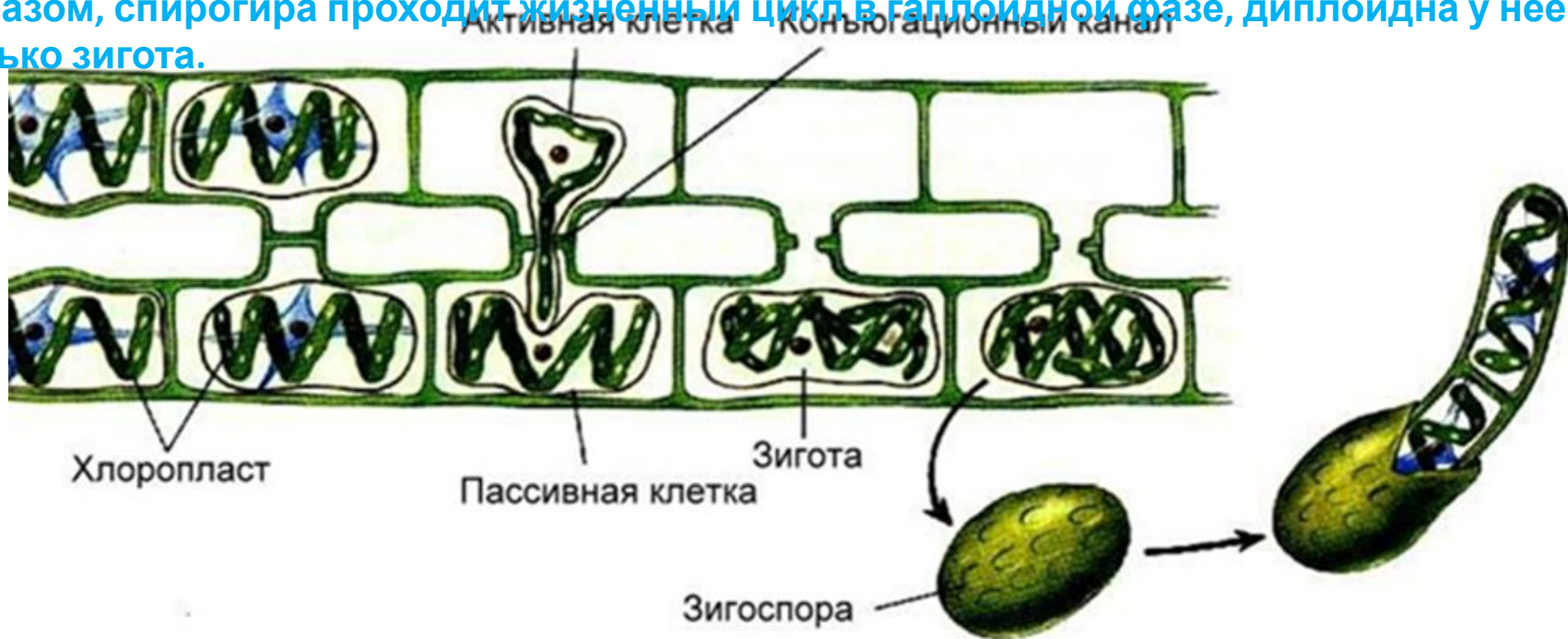
Половое размножение осуществляется путем конъюгации. Конъюгация может быть **лестничной** и **боковой**.

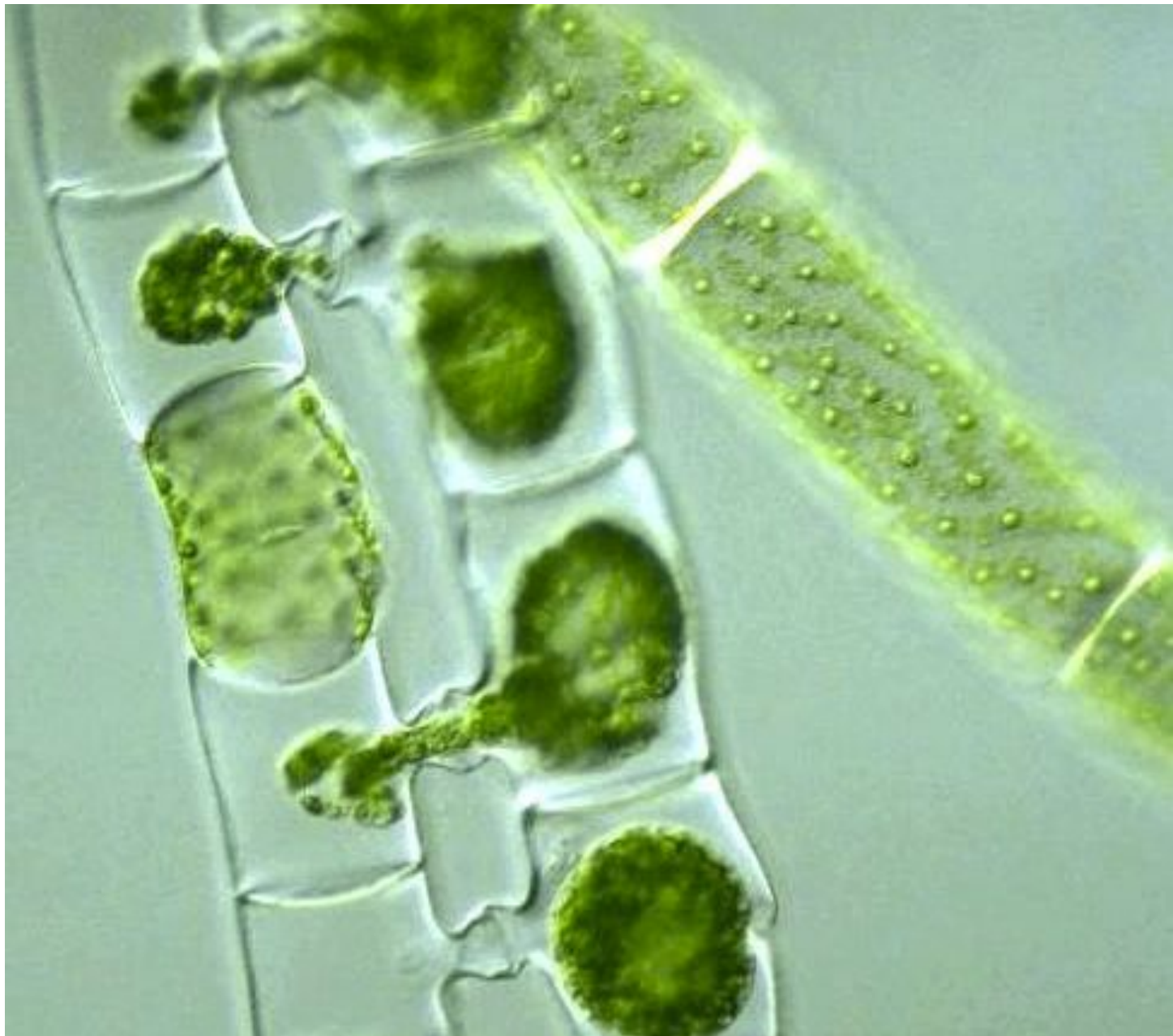
При лестничной конъюгации две нити располагаются параллельно друг другу. У рядом расположенных клеток образуют куполообразные выросты, растущие навстречу друг другу. В месте соприкосновения перегородки, разделяющие клетки, растворяются, и образуется канал, связывающий обе клетки. Содержимое одной клетки (мужской) округляется и перетекает по трубке в другую (женскую), и их содержимое (в первую очередь ядра) сливается.

При боковой конъюгации оплодотворение происходит в пределах одной нити. При этом наблюдается слияние протопластов двух рядом расположенных клеток.

Зигота, образовавшаяся в результате оплодотворения, окружается толстой клеточной стенкой и впадает в период покоя.

**Весной зигота редукционно делится и дает начало новой гаплоидной нити. Таким образом, спирогира проходит жизненный цикл в гаплоидной фазе, диплоидна у нее только зигота.**



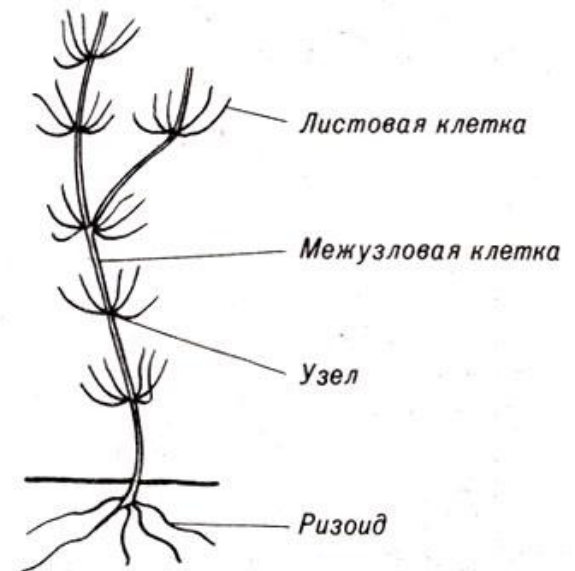




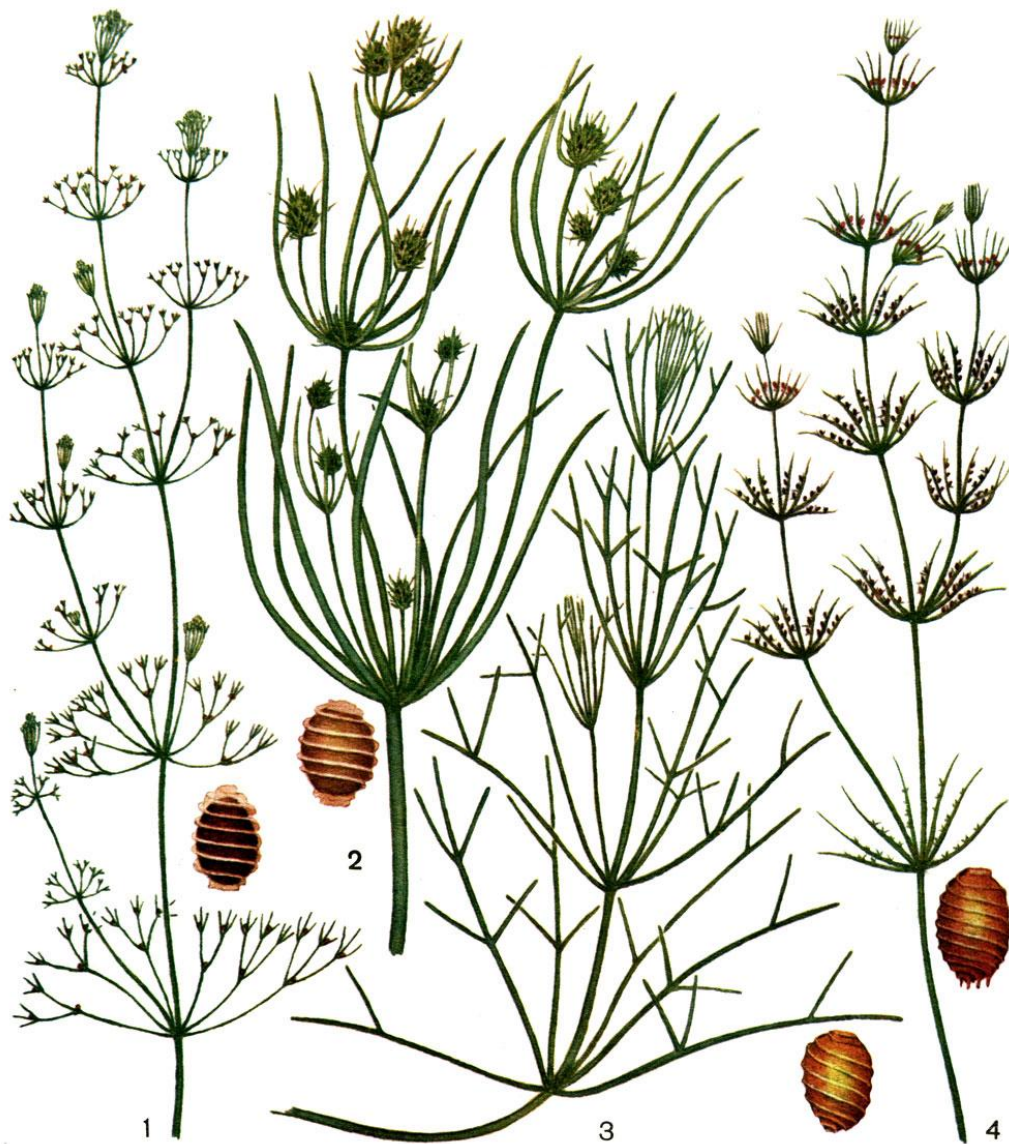
**Харовые водоросли** Наиболее сложное строение в этой группе растений имеют харовые водоросли, обитающие в пресноводных водоемах. Эти многочисленные зеленые водоросли по внешнему виду напоминают хвощи.

Харовую водоросль **нителлу**, или **блестянку гибкую**, часто выращивают в аквариумах. У харовых имеются образования, которые по форме и по выполняемым функциям напоминают корни, стебли, листья, но по строению они не имеют ничего общего с этими органами высших растений. Например, к грунту они прикрепляются с помощью бесцветных ветвистых нитевидных клеток, которые называют **ризоидами** (от греческих слов «риза» — корень и «эйдос» — вид).

Своеобразие харовых заключается также в существенном различии между клетками узлов и междоузлий. Каждое междоузлие - это одна многоядерная гигантская, длиной до нескольких сантиметров, вытянутая клетка, неспособная к делению.



Они широко распространены в пресноводных прудах и озерах, особенно с жесткой известковой водой, а некоторые из них встречаются и в морских заливах, и в солоноватых водоемах. Как правило, харовые растут не поодиночке, а образуют заросли.



Харовые водоросли, части талломоов.

1 - *Nitella mucronata*; 2 - *Tolypella prolifera*; 3 - *Nitellopsis*; 4 - *Chara vulgaris*

## **Размножение водорослей.**

Водоросли могут размножаться **бесполом** и **половым** путём.

К бесполому относится:

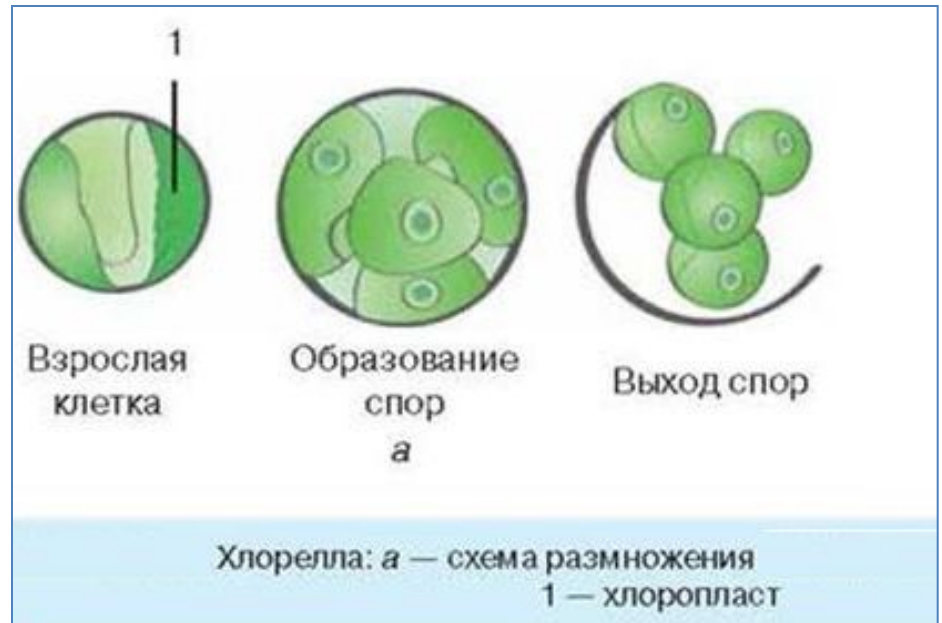
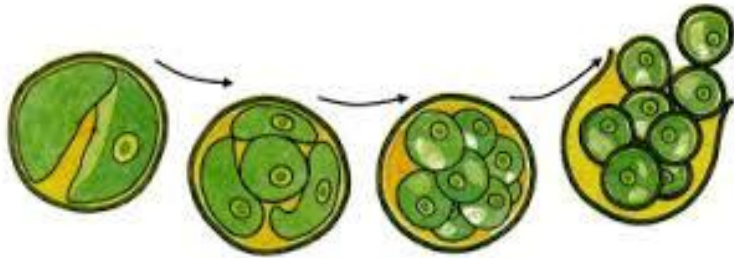
### **1. вегетативное размножение:**

- деление таллома на части у многоклеточных
- деление клеток надвое у одноклеточных
- распадение колоний у колониальных форм и

**2. спорообразование** (образование в спорангиях подвижных или

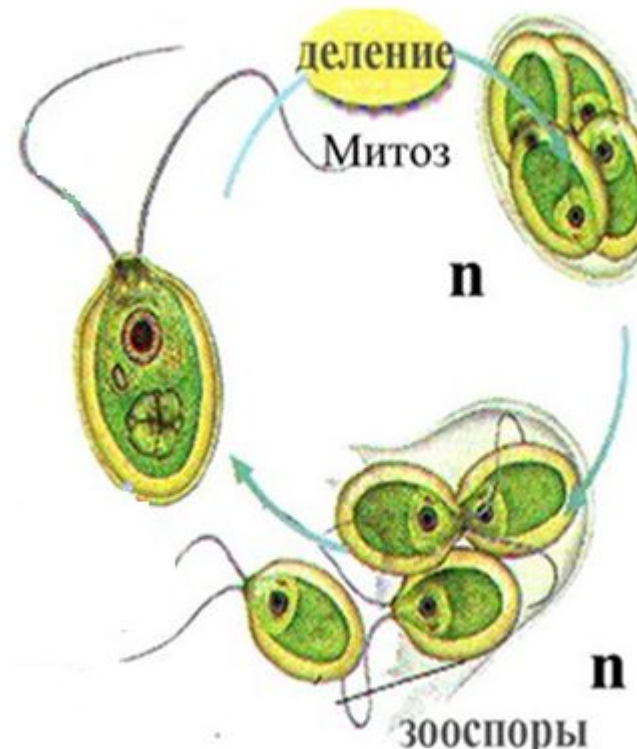
неподвижных спор).

Обычно же водоросли размножаются как бесполом, так и половым путем. Способы полового размножения у водорослей очень разнообразны. Для некоторых водорослей, например, **хлореллы**, характерно только бесполое размножение.





В благоприятных условиях **хламидомонада** размножается **бесполом способом**. Перед делением она перестает двигаться и теряет жгутики. В материнской клетке в результате деления образуются 2, 4 или 8 подвижных клеток. Их назвали **зооспорами** (животными спорами), потому что раньше способность к движению считалась характерной только для животных. Зооспоры покидают материнскую клетку и вырастают до размеров взрослой хламидомонады.

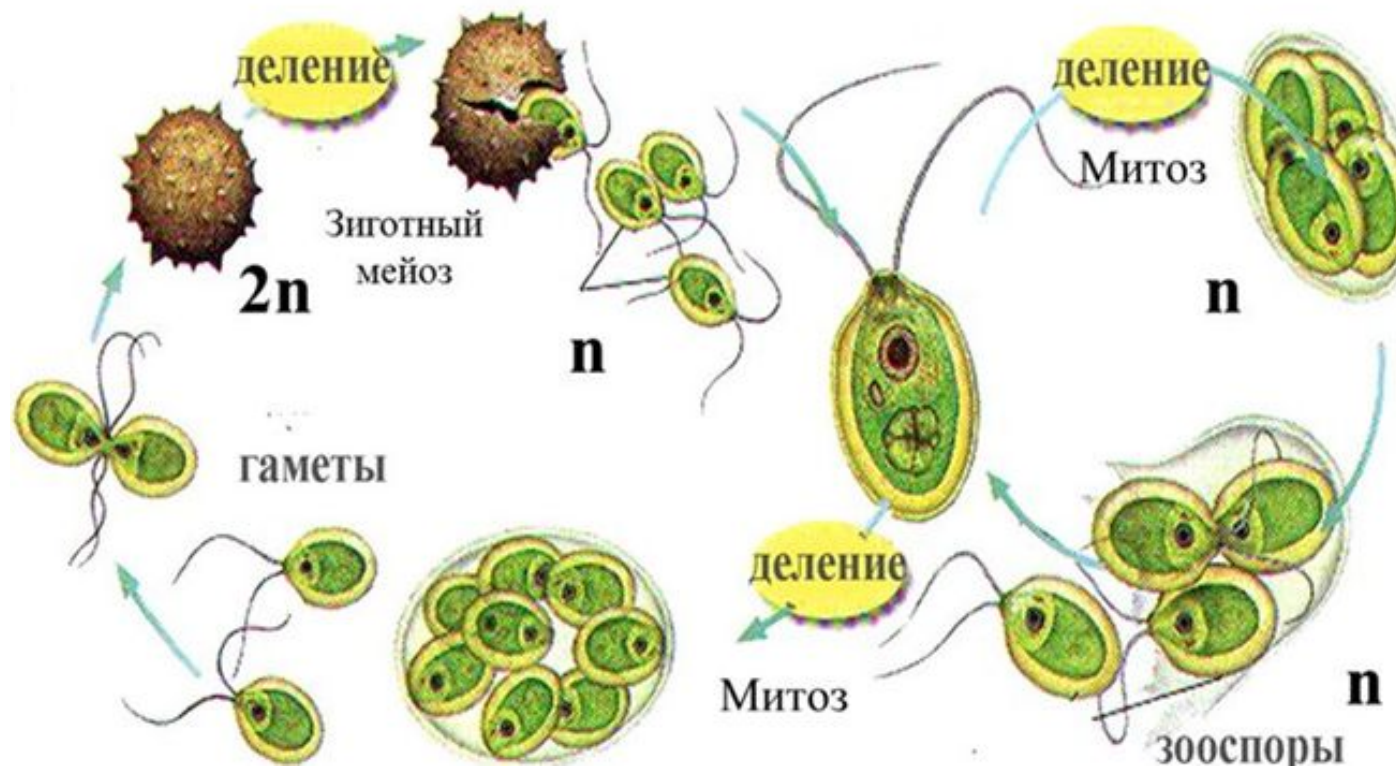


**Половым путем** хламидомонада размножается при наступлении неблагоприятных для жизни условий (похолодание, пересыхание водоема).

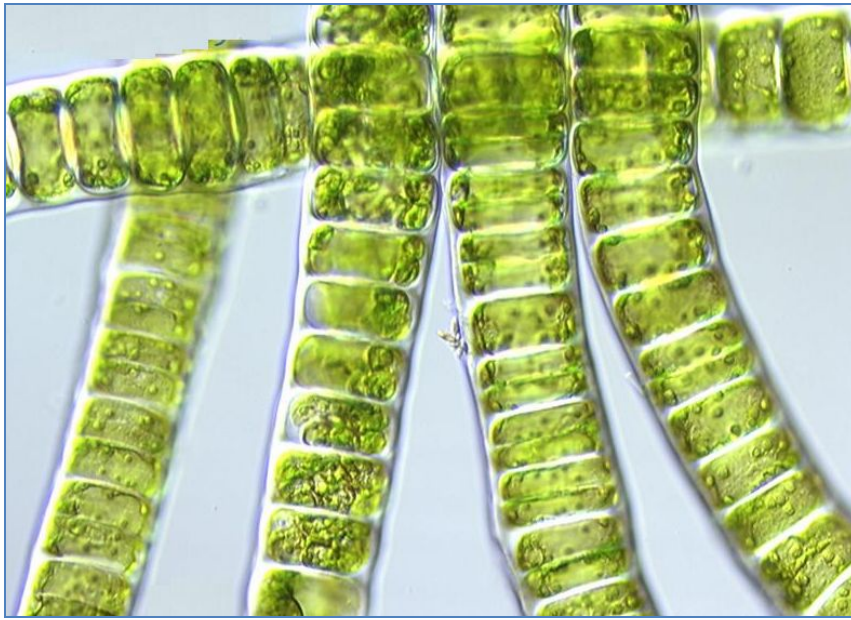
В этом случае внутри хламидомонады возникают половые клетки — **гаметы**. Гаметы разных хламидомонад выходят в воду и соединяются попарно, образуя **зиготу**, которая покрывается **толстой оболочкой**.

С наступлением благоприятных условий зигота делится, образуя **четыре клетки** — **молодые хламидомонады**.

## Жизненный цикл хламидомонады



**Многочелочные зеленые водоросли.** У многочелочных представителей зеленых водорослей тело (слоевище) имеет форму нитей или плоских листовидных образований. В проточных водоемах часто можно заметить ярко-зеленые скопления шелковистых нитей, прикрепленных к подводным камням и корягам. Это многочелочная нитчатая зеленая водоросль **улотрикс**. Его нити состоят из ряда коротких клеток. В цитоплазме каждой из них расположены ядро и хроматофор в виде незамкнутого кольца. Клетки делятся, и нить растет.

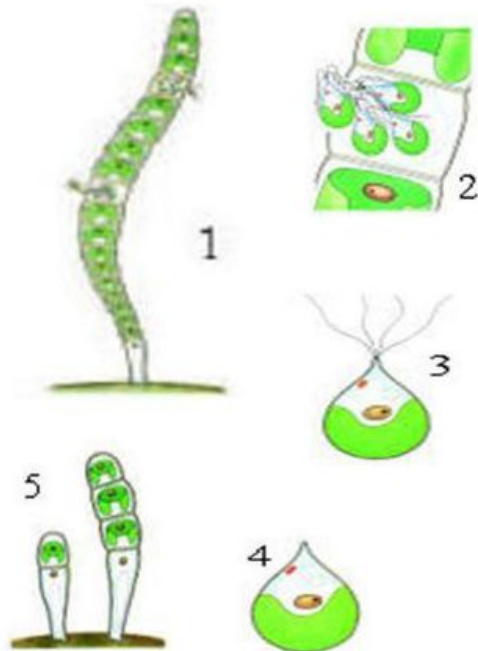


## Размножение многоклеточных водорослей удобно рассмотреть на примере **улотрикса**.

Как и другие водоросли, улотрикс размножается бесполом и половым путями.

В благоприятное для жизни водоросли время каждая клетка, кроме той, с помощью которой нить прикрепляется, может разделиться на 2 или 4 подвижные клетки со жгутиками — **зооспоры**. Они выходят в воду, плавают, прикрепляются к какому-либо подводному предмету и делятся. Это бесполом способ размножения. Так образуются новые нити водоросли.

### *Бесполое размножение улотрикса:*

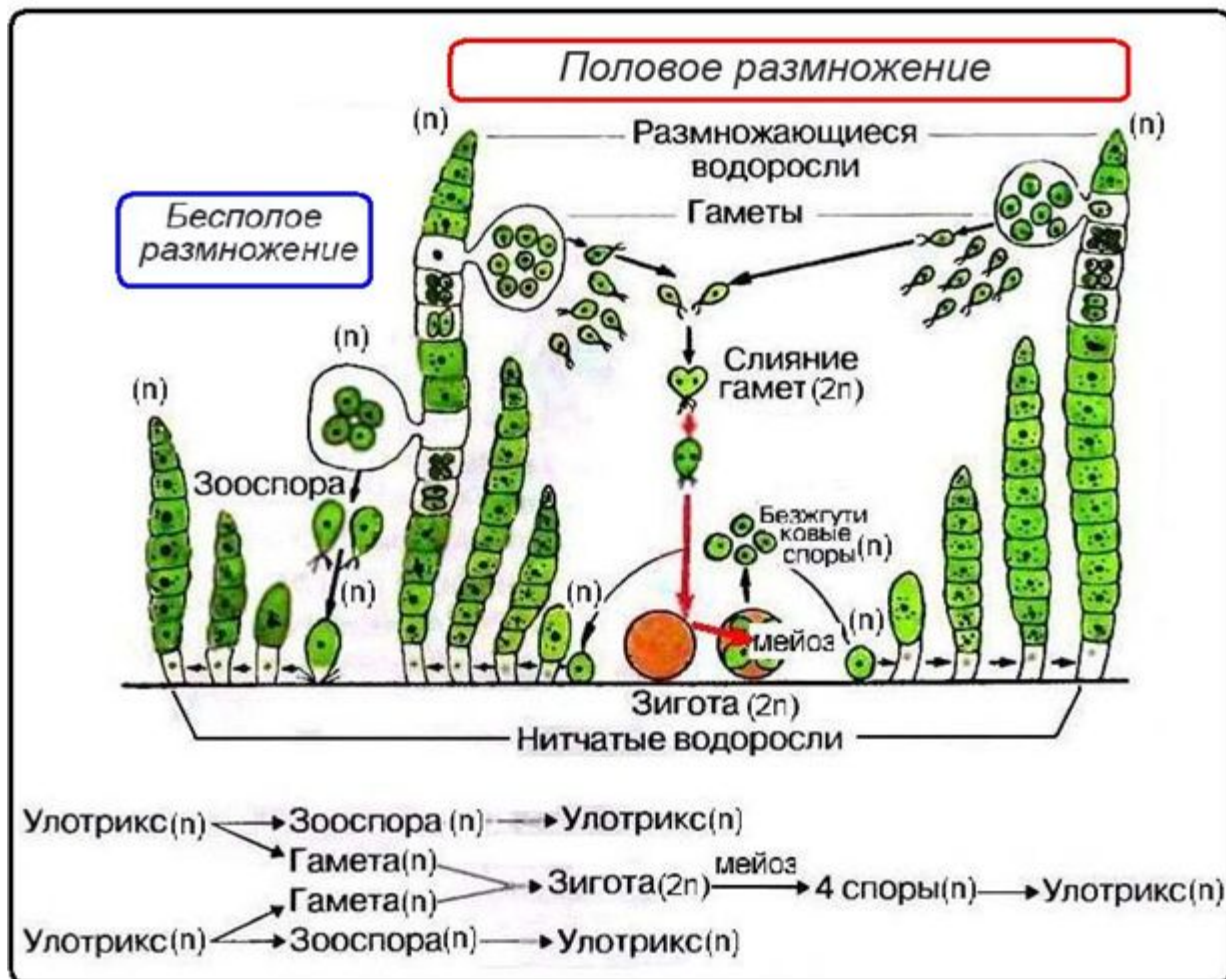


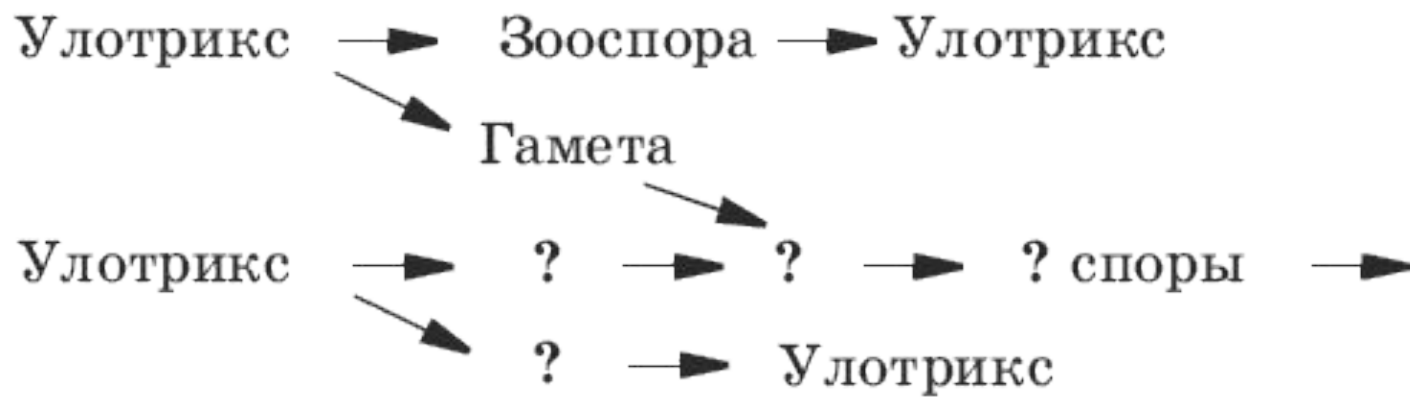
- 1 – улотрикс;
- 2 – из клетки выходят четыре зооспоры;
- 3 – четырехжгутиковая зооспора;
- 4 – безжгутиковая зооспора;
- 5 – развитие новой особи

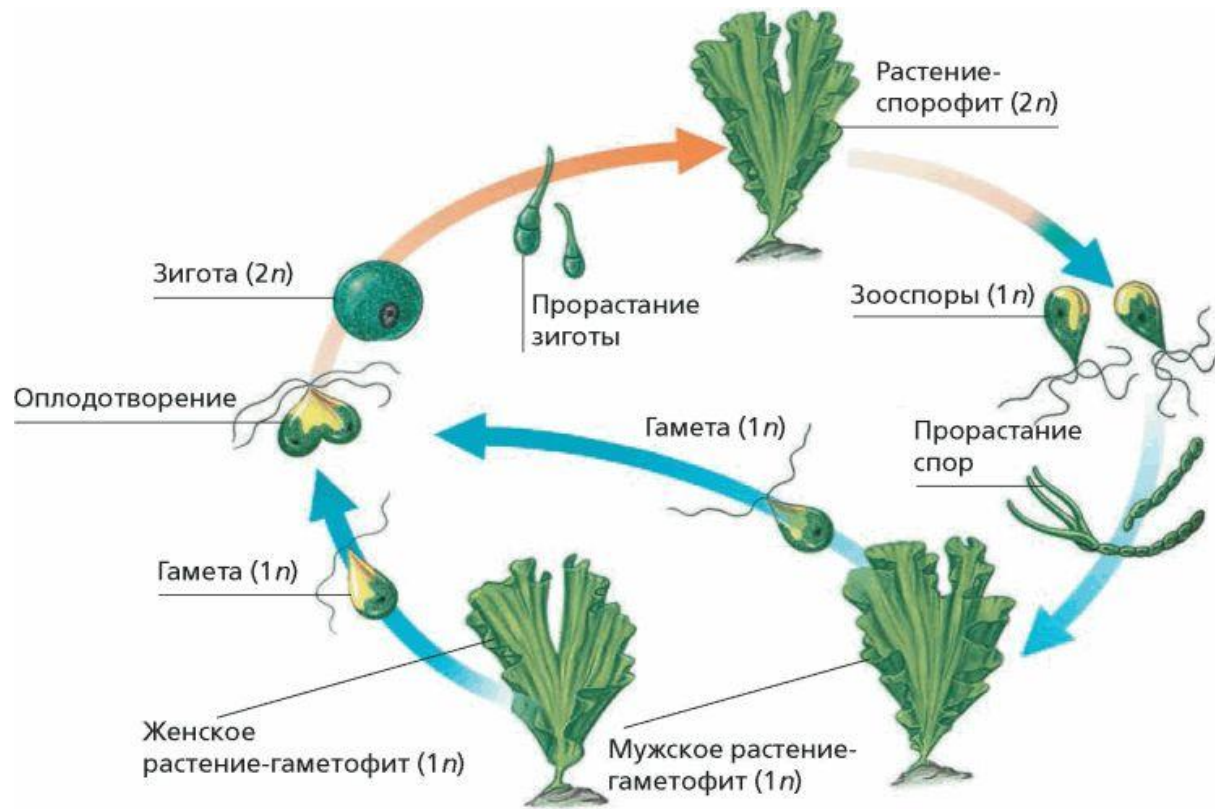


При неблагоприятных для жизни условиях в некоторых клетках водоросли образуются многочисленные **мелкие подвижные гаметы со жгутиками**. В воде они попарно сливаются, образуя зиготу. Обычно сливаются гаметы, возникшие в клетках нитей разных водорослей этого вида. Зигота покрывается толстой оболочкой и может долго находиться в состоянии покоя.

Бесполое и половое размножение улотрикса







Важная эволюционная линия связана с переходом от нитчатого слоевища к пластинчатому. Именно такая форма слоевища у представителей рода Ульва (морской салат). Внешне ульва напоминает тонкий зеленый лист целлофана, ее слоевище до 150 см состоит из двух слоев клеток. Для ульвы характерно чередование поколений, причем диплоидный спорофит и гаплоидные гаметофиты внешне не отличаются.

Итак, половое размножение заключается в:

- **формировании гамет** и их последующем слиянии с образованием **зиготы**,
- просто **слиянии двух одноклеточных водорослей** друг с другом
- либо посредством **конъюгации**.

**При половом размножении в жизненном цикле зелёных водорослей преобладает гаметофит, бурых — спорофит.**



## Красные водоросли (багрянки)

распространены преимущественно в тёплых водах морей и океанов (около 4 тыс. видов).

### Отличительные особенности:

- 1) содержание в хлоропластах **хлорофилла *a* и *d***
- 2) основным запасющим продуктом является **багрянковый крахмал**, близкий по строению к гликогену
- 3) подвижные стадии в жизненном цикле отсутствуют.

К красным водорослям относятся порфира, бангия, немалион и др.

Лишь некоторые виды багрянок встречаются в пресных водоемах. Очень немногие из красных водорослей одноклеточные. Размеры багрянок обычно колеблются от нескольких сантиметров до метра в длину. Но среди них есть и микроскопические формы.

В клетках красных водорослей, **кроме хлорофилла**, содержатся **красные** и **синие** пигменты, **что позволяет им воспринимать солнечные лучи той части спектра, которые проникают глубже в толщу воды.**

**В зависимости от их сочетания окраска багрянок меняется от ярко-красной до**



Красные водоросли. Верхний ряд, слева направо: ирландский мох, эндокладия колючая, порфира ланцетолистная, гелидиум. Нижний ряд, слева направо: пальмария обманчивая, гигартина, филлофора, полиневра





## Внешне красные водоросли весьма разнообразны:

- нитевидные
- цилиндрические
- пластинчатые
- кораллоподобные



Они в разной мере рассеченные и разветвленные. В море красные водоросли встречаются повсеместно в самых разных условиях.

**Обычно они прикрепляются к скалам, валунам, искусственным сооружениям, а иногда и к другим водорослям.**

Благодаря тому что красные пигменты способны улавливать даже очень небольшое количество света, багрянки могут расти на значительных глубинах. В районе Багамских островов на глубине 269 м найдены красные водоросли, несмотря на то что на такой глубине вода поглощает 99,9995% солнечного света.





Порфира

Родимения

Филлофора



Красная  
водоросль  
из рода  
*Platoma*,  
остров  
Херон.



**Бурые водоросли** распространены преимущественно в умеренных или холодных водах морей и океанов (около 1,5 тыс. видов).

**Все бурые водоросли многоклеточные.**

### Отличительные особенности:

1. содержание в хлоропластах **хлорофилла** других пигментов
2. основным запасным продуктом является **ламинарин**.
3. в жизненном цикле присутствуют подвижные стадии.

К бурым водорослям относятся **ламинария (морская капуста), фукус, саргассум, цистозейра**.

**Бурые водоросли.** Бурые водоросли в основном морские растения. Общий внешний признак этих водорослей — желтовато-бурая окраска слоевищ.

**Их длина колеблется от микроскопической до гигантской (несколько десятков метров).** Слоевища этих водорослей могут быть нитевидными, шаровидными, пластинчатыми, кустообразными.

Иногда они содержат воздушные пузыри, удерживающие растение в воде в вертикальном положении. К грунту бурые водоросли прикрепляются ризоидами или дисковидно разросшимся основанием слоевища.

## Бурые водоросли



5

Кольпомения иноземная  
*Colpomenia peregrina*



6

Фукус исчезающий  
*Fucus evanescens*



7

Цистозира толстоногая  
*Cystoseira crassipes*



8

Саргассум бледный  
*Sargassum pallidum*



9

Хорда нитевидная  
*Chorda filum*



10

Агарум решётчатый  
*Agarum cribrosum*



11

Аналипус японский  
*Analipus japonica*



12

Алярия окаймлённая  
*Alaria marginata*



13

Ламинария японская  
*Laminaria japonica*



14

Костария ребристая  
*Costaria costata*



Бурые водоросли.  
Саргассум (Sargassum)  
В Мексиканском заливе господствует водоросль *ягодоносный саргассум*. Вся водоросль увешана образованиями в виде вздутий, пузырьков, наполненных воздухом. Они выполняют роль поплавков. Во время шторма волны их отрывают, а чередующиеся отливы подхватывают и передают течению Гольфстрим, которое несёт водоросли далеко в океан.



# Бурые водоросли

ламинария



макροцистис



эктокарпус



фукус



падина



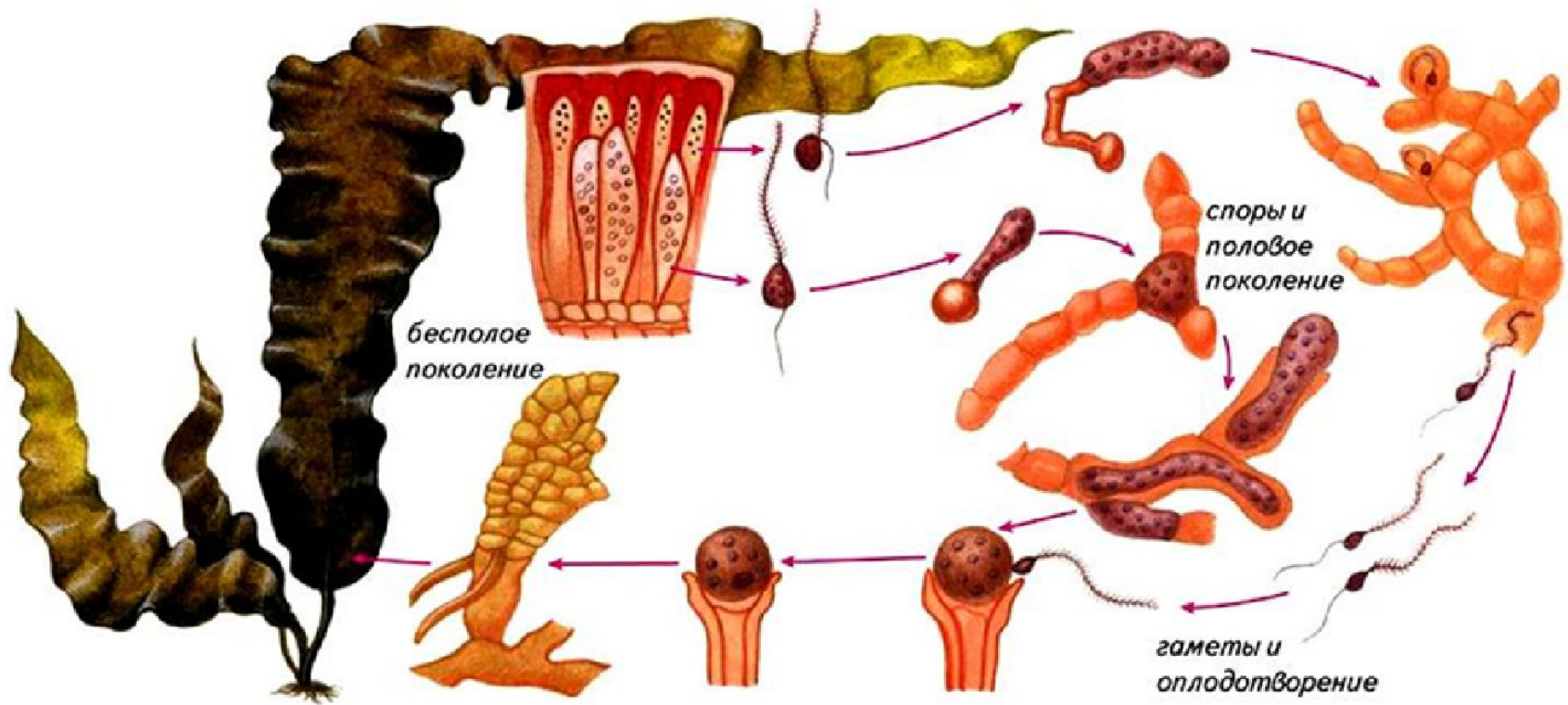
саргассум



ундария



При половом размножении в жизненном цикле  
зелёных водорослей преобладает гаметофит,  
бурых — спорофит.



## Значение водорослей.

1. Водоросли являются важным компонентом трофических структур.
2. В водах мирового океана водоросли являются основными продуцентами органических веществ.
3. Выделяют кислород, необходимый для дыхания животным и растениям.
4. Водоросли, обитающие на поверхности почвы, участвуют в почвообразовании.
5. Водоросли сыграли огромную роль в истории Земли, обогатив атмосферу кислородом.
6. Широко используются водоросли и человеком: в пищу и на корм скоту (богаты витаминами, солями йода и брома)
7. Для получения агар-агар и других веществ и т.д.

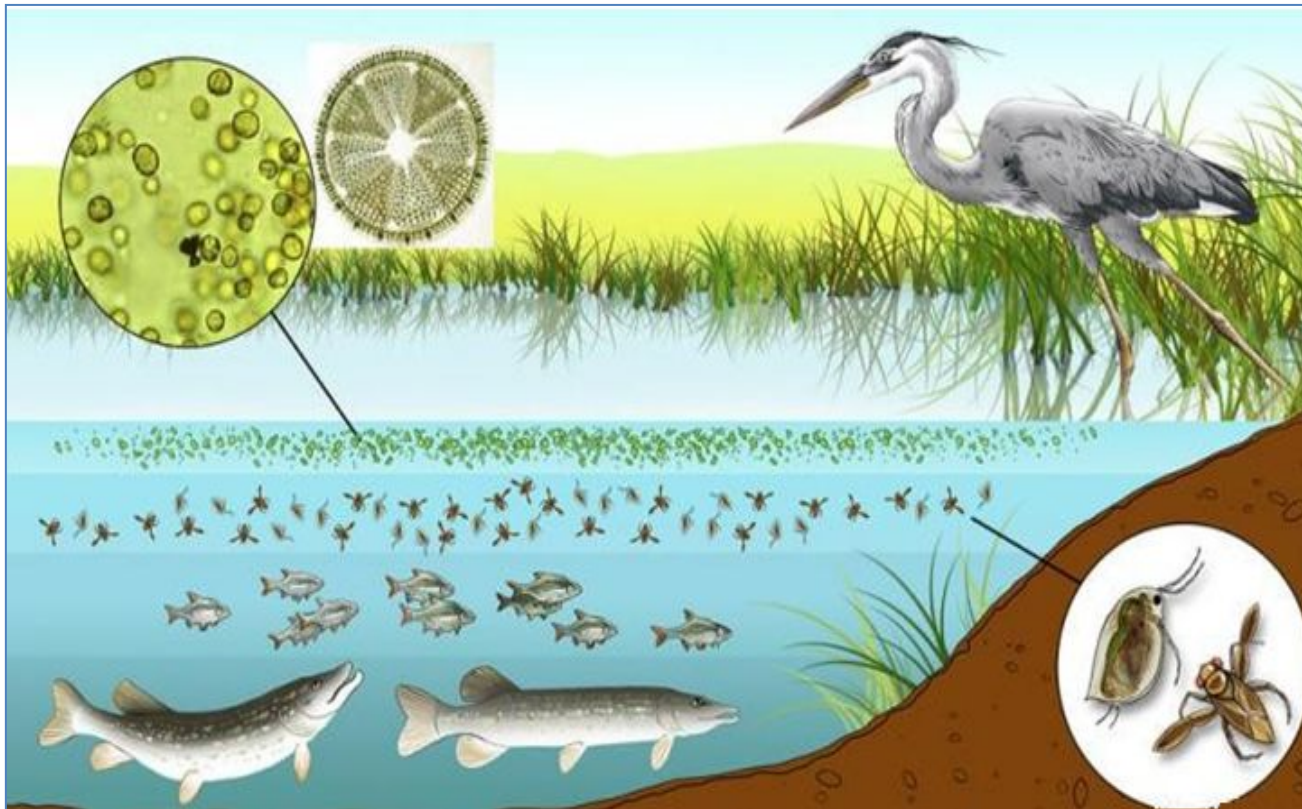


Водоросли, входя в состав экосистем, связаны с остальными их компонентами множественными связями. Претерпеваемые водорослями прямые и косвенные воздействия, обусловленные жизнедеятельностью других организмов, относят к **биотическим факторам**.

**В большинстве случаев в экосистеме водоросли выступают как продуценты органического вещества.** Фитопланктоном называют совокупность свободноплавающих в толще воды мелких, преимущественно микроскопических растений, основную массу которых составляют водоросли.

**Фитопланктон** – основной **продуцент** органического вещества в водоемах, за счет которого существуют **водные гетеротрофные животные**.

**Фитопланктон является начальным звеном большинства пищевых цепей в водоеме:** им питаются мелкие планктонные животные, которыми питаются более крупные. Поэтому в районах наибольшего развития фитопланктона обильны зоопланктон и нектон.





## ПИЩЕВАЯ ЦЕПЬ

Цепь питания, **трофическая** цепь – это ряд организмов (растений, животных, микроорганизмов) , в котором **каждое предыдущее звено служит пищей для последующего**.

Связаны друг с другом отношениями: пища - потребитель.

**Пищевая цепь включает обычно от 2 до 5 звеньев:**

- фото- и хемо синтезирующие организмы (**продуценты**) создающие первичную продукцию (органическое вещество) ;
- растительноядные животные (**фитофаги**) - первичные консументы (потребители) ;
- плотоядные животные (**хищники**) - вторичные консументы;
- разрушители мертвого органического вещества - **редуценты** (грибы, одноклеточные организмы) .

**Начальным звеном пищевой цепи в пресном водоёме является фитопланктон - совокупность свободноплавающих в толще воды мелких, преимущественно микроскопических растений, основную массу которых составляют водоросли.** Им питаются мелкие планктонные животные, которыми питаются более крупные.

**Пример пищевой цепи пресного водоёма:**



