

ОСНОВЫ АЛЬГОЛОГИИ и МИКОЛОГИИ

Составитель: Кардашевская Вилюра Егоровна

Список литературы

Основная литература:

- 1. Ботаника: Курс альгологии и микологии: Учебник / Под ред. Ю.Т. Дьякова. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 559. – (Классический университетский учебник).**
- 2. Белякова Г.А. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов. М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.**
- 3. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Т.Н. Барсукова, Г.А. Белякова, В.П. Прохоров, К.Л. Тарасов – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 240 с.**
- 4. <http://yagu.s-vfu.ru/>**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
КЛАССИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТСКИЙ УЧЕБНИК



БОТАНИКА
КУРС АЛЬГОЛОГИИ И МИКОЛОГИИ



Высшее профессиональное образование

**МАЛЫЙ
ПРАКТИКУМ
ПО БОТАНИКЕ**

**ВОДОРОСЛИ
И ГРИБЫ**

Учебное пособие



Естественные
науки

ACADEMIA

Высшее профессиональное образование

БОТАНИКА

В четырех томах

Том 1

Г. А. Белякова
Ю. Т. Дьяков
К. Л. Тарасов

ВОДОРΟΣЛИ И ГРИБЫ

Учебник



Естественные
науки

ACADEMIA

Высшее профессиональное образование

БОТАНИКА

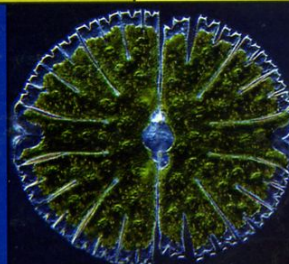
В четырех томах

Том 2

Г. А. Белякова
Ю. Т. Дьяков
К. Л. Тарасов

ВОДОРΟΣЛИ И ГРИБЫ

Учебник



Естественные
науки

ACADEMIA

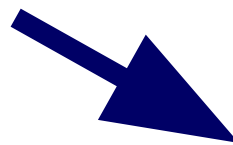
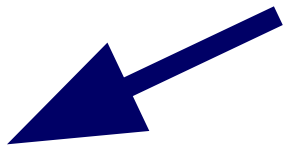
В настоящее время на Земле описано более 2,5 млн видов живых организмов.

Для упорядочения многообразия живых организмов служат **систематика, классификация и таксономия.**

Систематика — раздел биологии, занимается:

- описанием и разделением по группам (таксонам) всех существующих ныне и вымерших организмов,
- установлением родственных связей между ними,
- выяснением их общих и частных признаков.

ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ



I. Империя

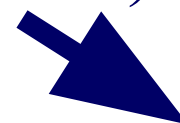
неклеточные
организмы
(*Noncellulata*)



ЦАРСТВО
ВИРУСЫ (VIRAE)

II. Империя

клеточные
организмы
(*Cellulata*)



1. Подимперия

доядерные
(*Procaryota*)



Ц

А

Р

С

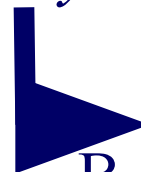
Т

В

А

2. Подимперия

ядерные, или
эукариоты
(*Eucaryota*)



1. Подимперия

доядерные

(*Procaryota*):

2 царства:

1. Царство архебактерии (*Archaeobacteria*)
2. Царство настоящие бактерии, или эубактерии (*Eubacteria*)

2. Подимперия

ядерные, или

эукариоты (*Eucaryota*):

4 царства:

1. Царство Хромисты (*Chromista*)
2. Царство животные (*Animalia*)
3. Царство грибы (*Fungi, Mycota*)
4. Царство растения (*Plantae*)

2. Подимперия ядерные, или эукариоты (*Eucaryota*)

4 царства:

1. **Царство Хромисты (Chromista)** - автотрофы или гетеротрофы; тело не расчленено на вегетативные органы; отсутствует стадия зародыша; гаплоидные или диплоидные организмы; включает водоросли и грибоподобные организмы.

2. **Царство животные (Animalia)** - гетеротрофы; питание путем заглатывания или всасывания; отсутствует плотная клеточная стенка; диплоидные организмы.

3. **Царство грибы (Fungi, Mycota)** - гетеротрофы; питание путем всасывания; имеется плотная клеточная стенка, в основе которой хитин; гаплоидные или дикарионтические организмы; тело не расчленено на органы и ткани.

4. **Царство растения (Plantae)** - автотрофы; питание за счет процесса аэробного фотосинтеза; имеется плотная клеточная стенка, в основе которой целлюлоза; характерно чередование гаметофита и спорофита.

РАСТЕНИЯ (Plantae, или Vegetabilia) или
растительный мир - одно из царств органического
мира.

Систематика растений (или таксономия) – наука, изучающая разнообразие всех современных и вымерших растений, классифицирующая и определяющая их место в системе органического мира на протяжении всей истории Земли.

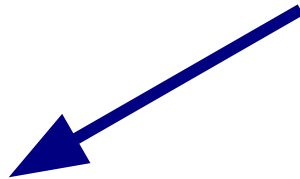
Задачи систематики:

- описание растений,
- присвоение наименований,
- классификация огромного многообразия растительных организмов,
- построение эволюционной системы растительного мира.

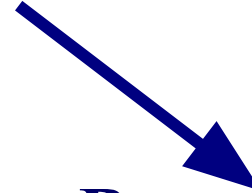
ЦАРСТВО Растения (Plantae)



Подцарства



**Низшие, или
слоевцовые растения
(Thallobionta, Thallophyta)**



**Высшие, или
листочтебельные
растения
(Cormophyta, Embryobionta)**

НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ (слоевцовые, или талломные, растения) - подцарство растений. Тело низшего растения представлено **талломом, или слоевищем, органов и тканей нет.**

Таллом не расчленен (не дифференцирован):

- на органы: побег (стебель + лист) и корень;
- на ткани.

Подцарство низших растений включает водоросли.

Основные термины и понятия

- 1. Классификация - это упорядочивание** (группирование) видов, родов, семейств и т.д. в группы на основе их сходства или различия в иерархические системы. Продуктом классификации является система.
- 2. Таксономия** (греч. «приводить в порядок») – теоретическая основа классификации, правила, на основании которых таксоны располагаются в системе.

Классификация - распределение всей совокупности живых организмов по иерархическим соподчиненным группам в соответствии с какими-либо общим признаком или признаками.

Принципы классификации изучает особый раздел систематики — **таксономия** [от греч. taxis, расположение, порядок, + nomos, закон]. Все существующие классификации форм жизни весьма разнородны, ни одна из них не является полной, всеобъемлющей и принятой повсеместно.

3. Таксон (taxon) – имеет два значения:

а) таксон, или таксономическая категория –это категория, или ранг (уровень) в иерархической классификации (например, вид, род, семейство и т.д.). Принят на Международном Ботаническом Конгрессе в 1950 г..

б) таксон, или таксономическая единица – это определенная (конкретная) группа организмов любого ранга (например, вид *Potentilla bifurca* L., род *Larix* , семейство Liliaceae Juss.). Они реально существуют и их необходимо выявить в природе.

4. Таксономическая категория – это любой ранг (ступень) группы организмов (вид, род, семейство, порядок и т.д).

5. Таксономические признаки - это особенности организмов.

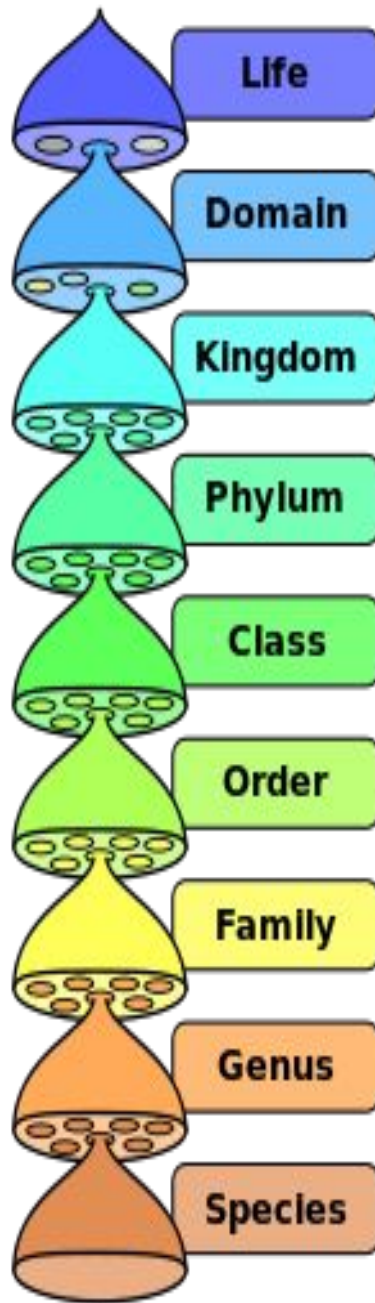
В систематике растений приняты следующие названия основных таксономических категорий (таксонов):

- Царство (kingdom)
- Отдел (division)
- Класс (class)
- Порядок (ordo)
- Семейство (family)
- Род (genus)
- Вид (species).

Эти таксономические категории приняты Международным кодексом ботанической номенклатуры (МКБН) и были утверждены на Международном ботаническом конгрессе в 1952 году. Этот Кодекс был подтвержден в 1983 году. В нем четко прописаны все правила присвоения названий таксонов.

ТАКСОНОМИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ разных рангов в нисходящем порядке, принятая МКБН

Главные ранги таксонов		Окончание названия таксона	Пример
Русское название	латинское		
Отдел	Regnum	- ophyta	Chlorophyta
Класс	Classis	- ophyceae - opsida	Chlorophyceae
Порядок	Ordo	- ales	Volvocales
Семейство	Familia	- aceae	Volvocaceae
Род	Genus		Volvox
Вид	Species		Volvox globator Вольвокс шаровидный



ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОРОСЛЕЙ

ВОДОРОСЛИ – это низшие растения, имеющие различное происхождение, но характеризующихся **сходным образом жизни и автотрофным типом питания.**

Водоросли – это слоевищные, фотосинтезирующие, продуцирующие кислород, споровые, бессосудистые, с одноклеточными репродуктивными органами (спорангиями и гаметангиями) организмы, обитающие преимущественно в водной среде.

Альгология (от лат. *algae* – «морская трава») – наука о водорослях, которая изучает происхождение, строение, морфологию, жизненные циклы и систематику водорослей.

Происхождение водорослей

Нет единой точки зрения. Есть две теории.

1. Симбиотическое происхождение - теория симбиогенеза:

а) хлоропласты и митохондрии клеток эукариотических организмов когда-то были самостоятельными организмами: хлоропласты – прокариотическими водорослями, митохондрии – аэробными бактериями;

б) в результате захвата амебоидными эукариотическими аэробных бактерий и прокариотических водорослей возникли предки современных групп эукариотических водорослей.

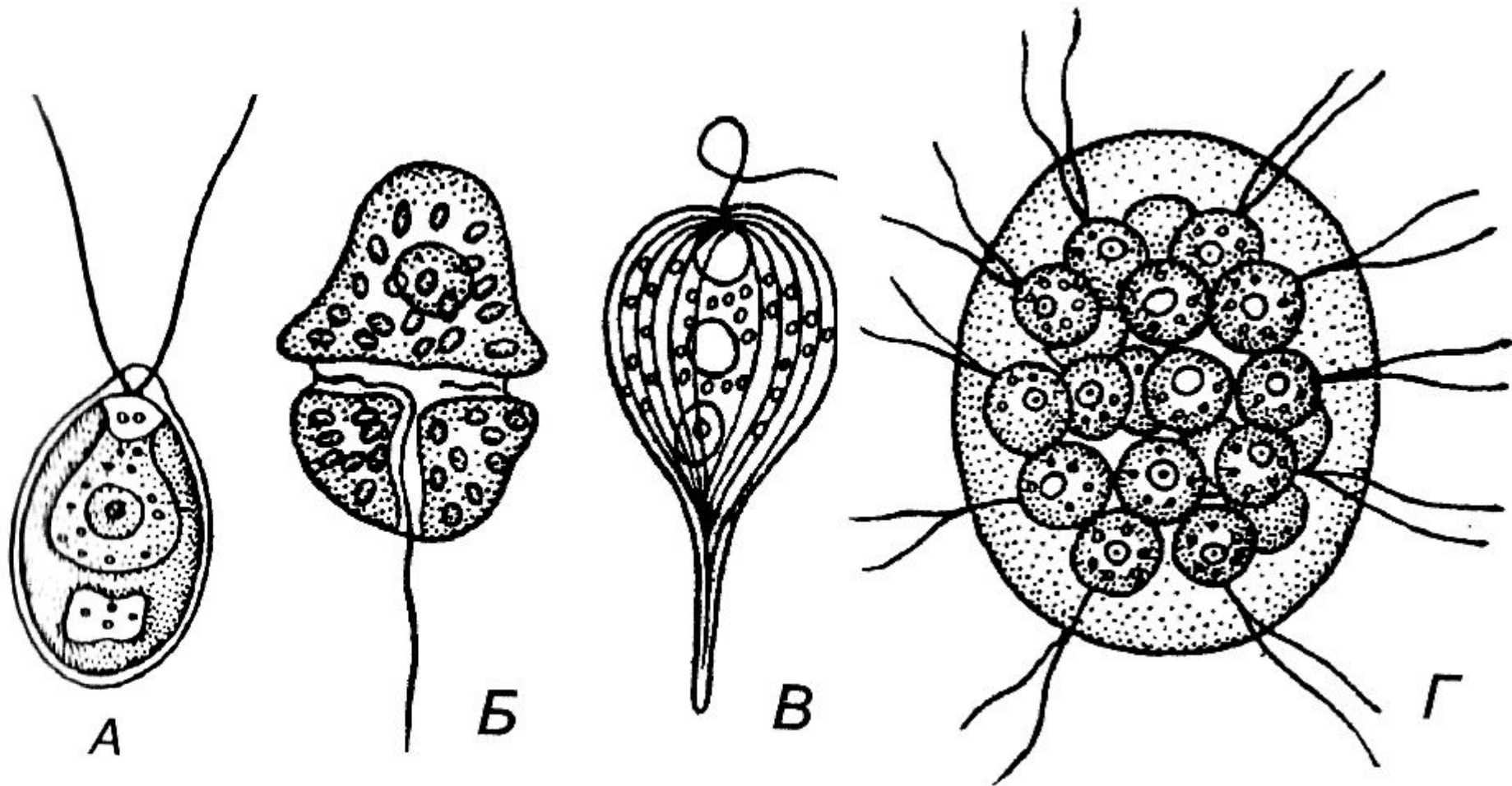
2. Теория несимбиотического происхождения .

Эукариотические водоросли возникли от предка, общего с синезелеными водорослями, имеющего хлорофилл и фотосинтез с выделением кислорода.

У водорослей в качестве таксономических признаков для классификации на отделы используются:

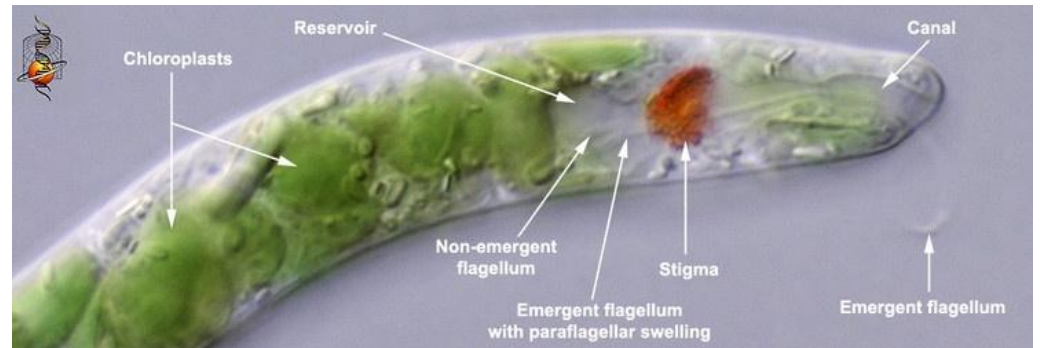
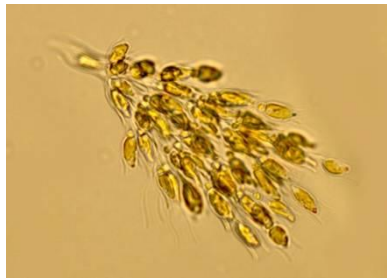
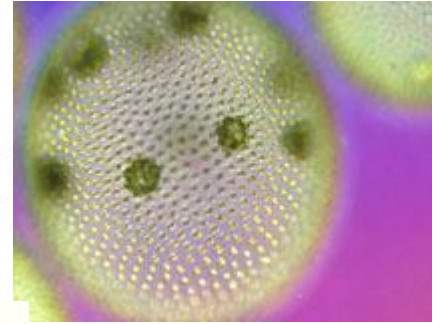
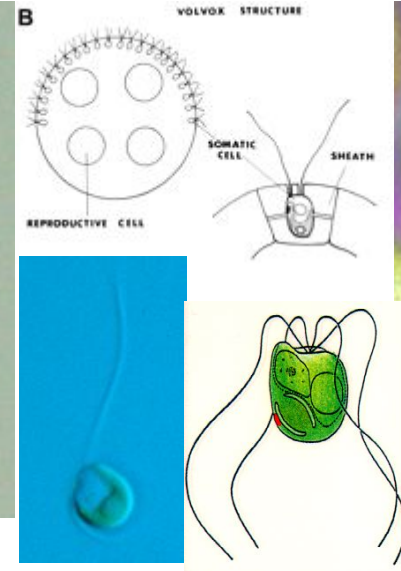
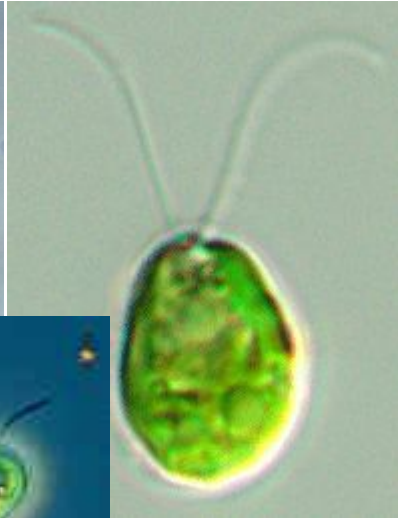
1. Тип организации таллома.
2. Набор пигментов.
3. Продукты запаса.
4. Особенности строения хлоропластов (число оболочек, расположение тилакоидов, фибриллы ДНК, формы пиреноидов, место образования и отложения зерен запасных полисахаридов).
5. Строение жгутикового аппарата.
6. Особенности размножения.
7. Особенности цикла развития
8. Особенности митоза.
9. Молекулярно-генетические данные.

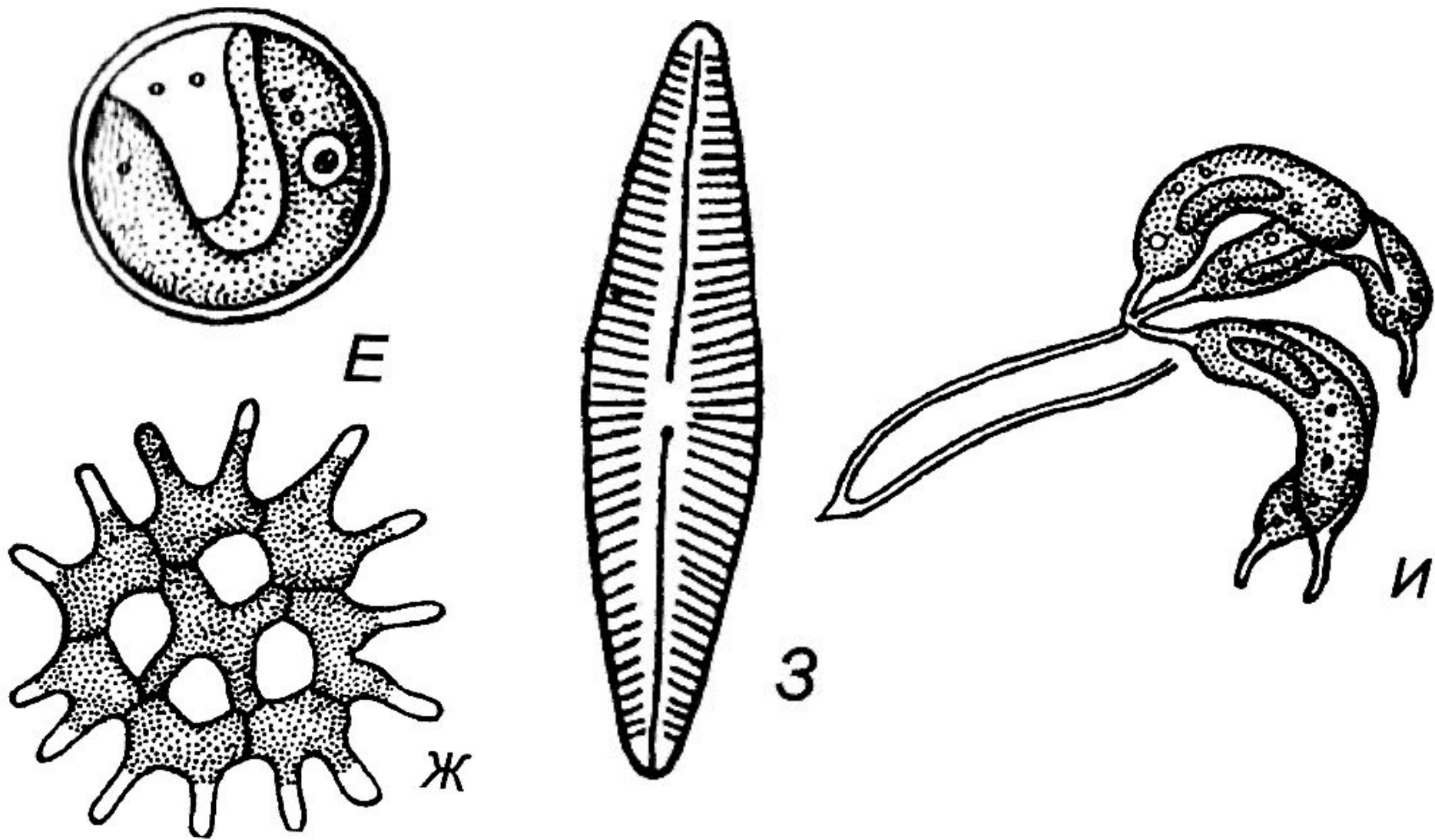
1. Типы организации талломов водорослей



1. Монадный тип организации таллома.

A — *Chlamydomonas* (Chlorophyta); *В* - *Phacus* (Euglenophyta);
Б — *Gymnodinium* (Dinophyta); *Г* — *Eudorina* (Chlorophyta).

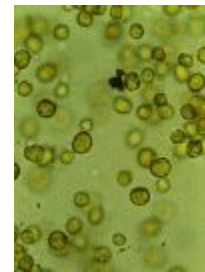
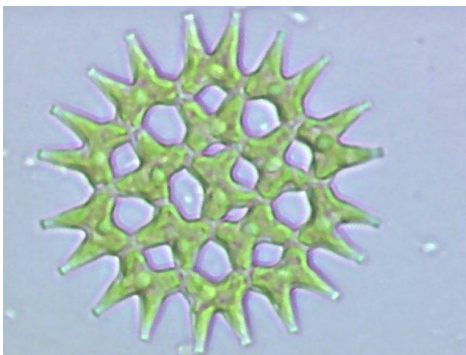
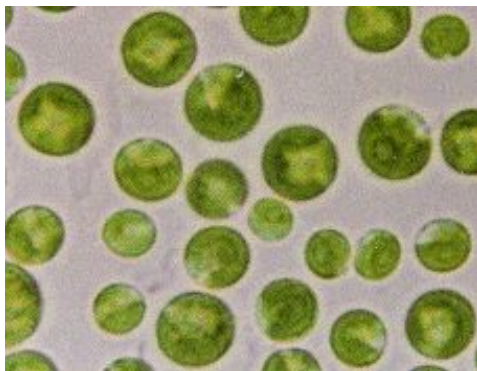
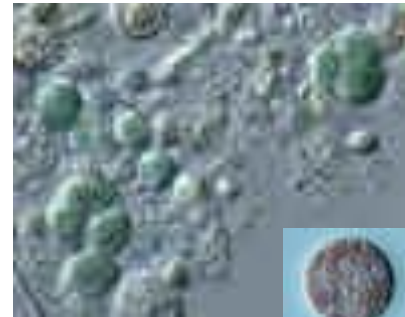




2. Коккоидная организация таллома.

E — *Chlorella* (Chlorophyta), *З* - *Navicula* (Ochromphyta),
Ж— *Pediastrum* (Chlorophyta), *И* - *Ophiocytium* (Ochromphyta)

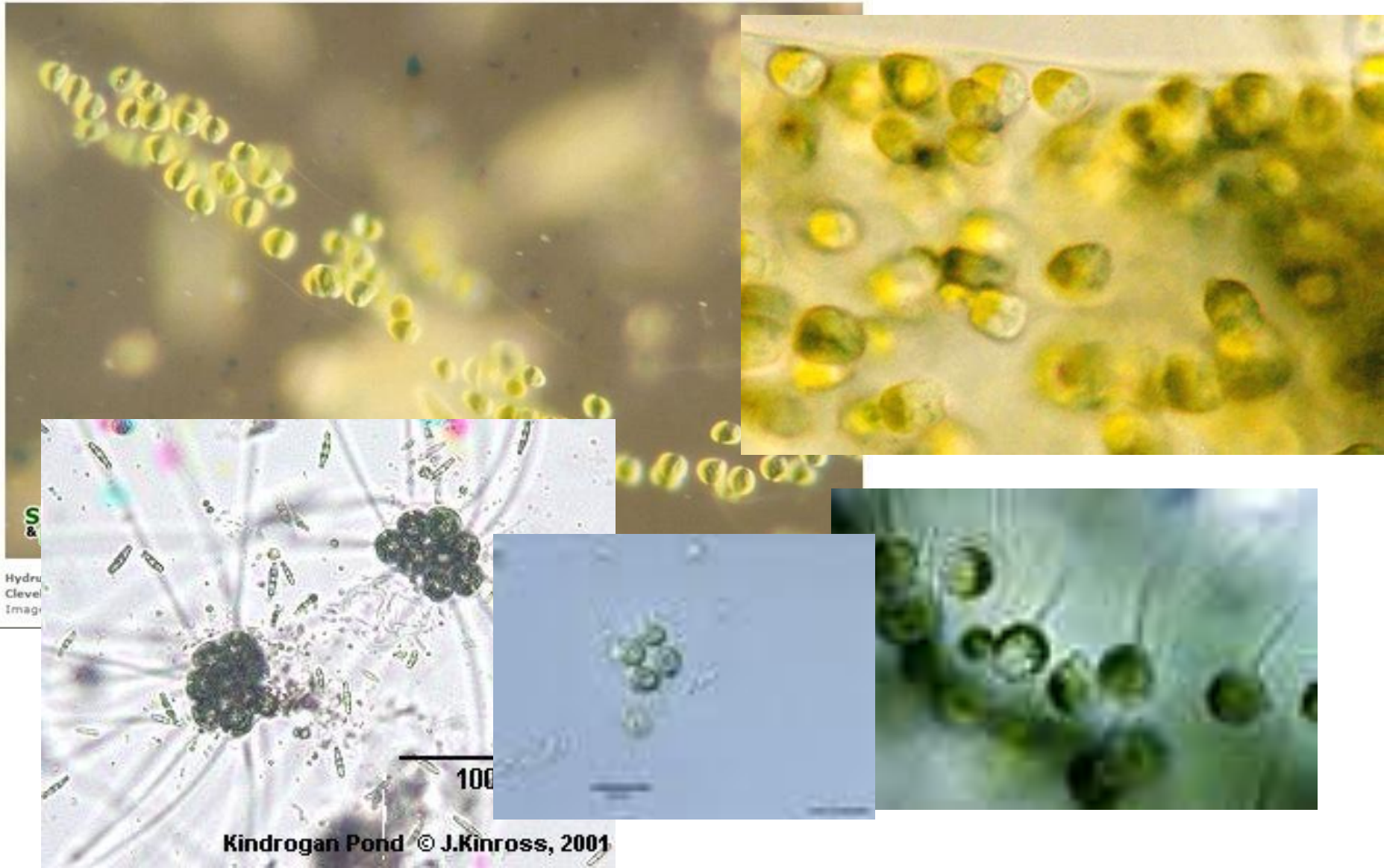
Коккоидный тип дифференциации таллома



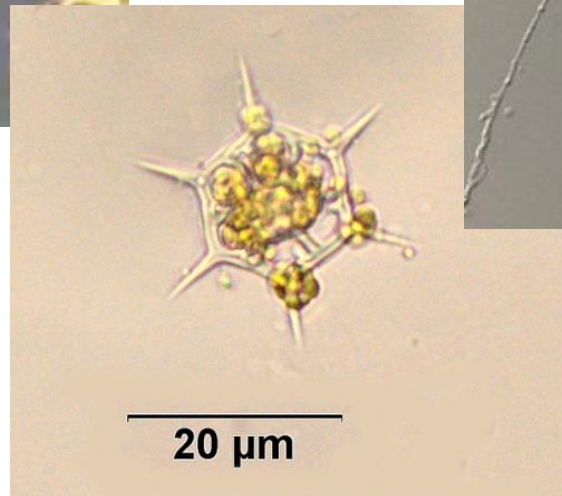
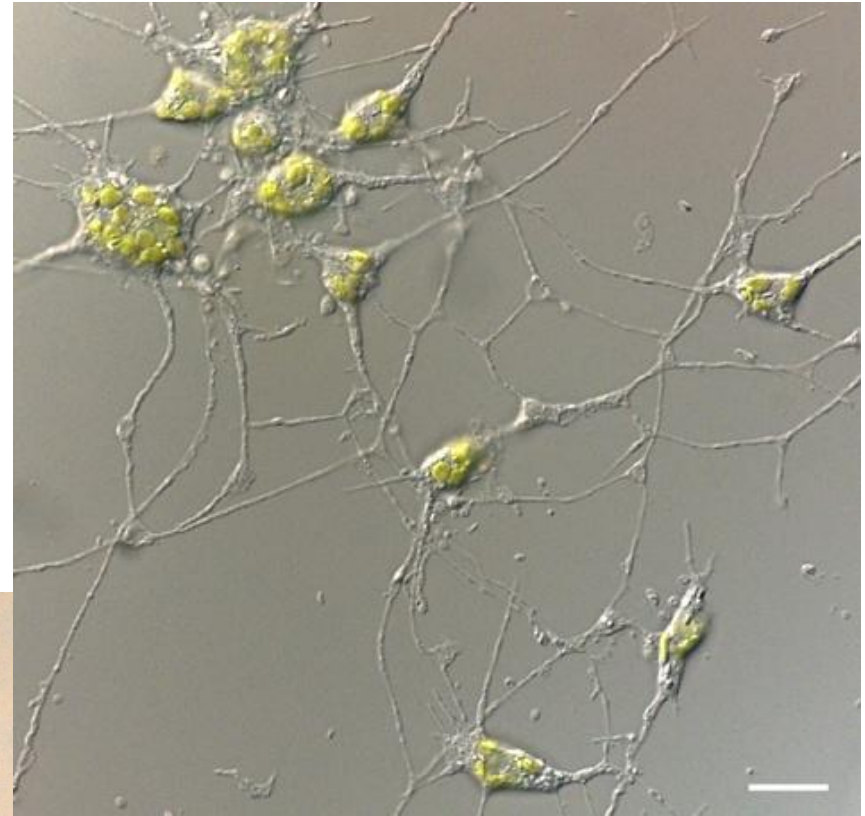


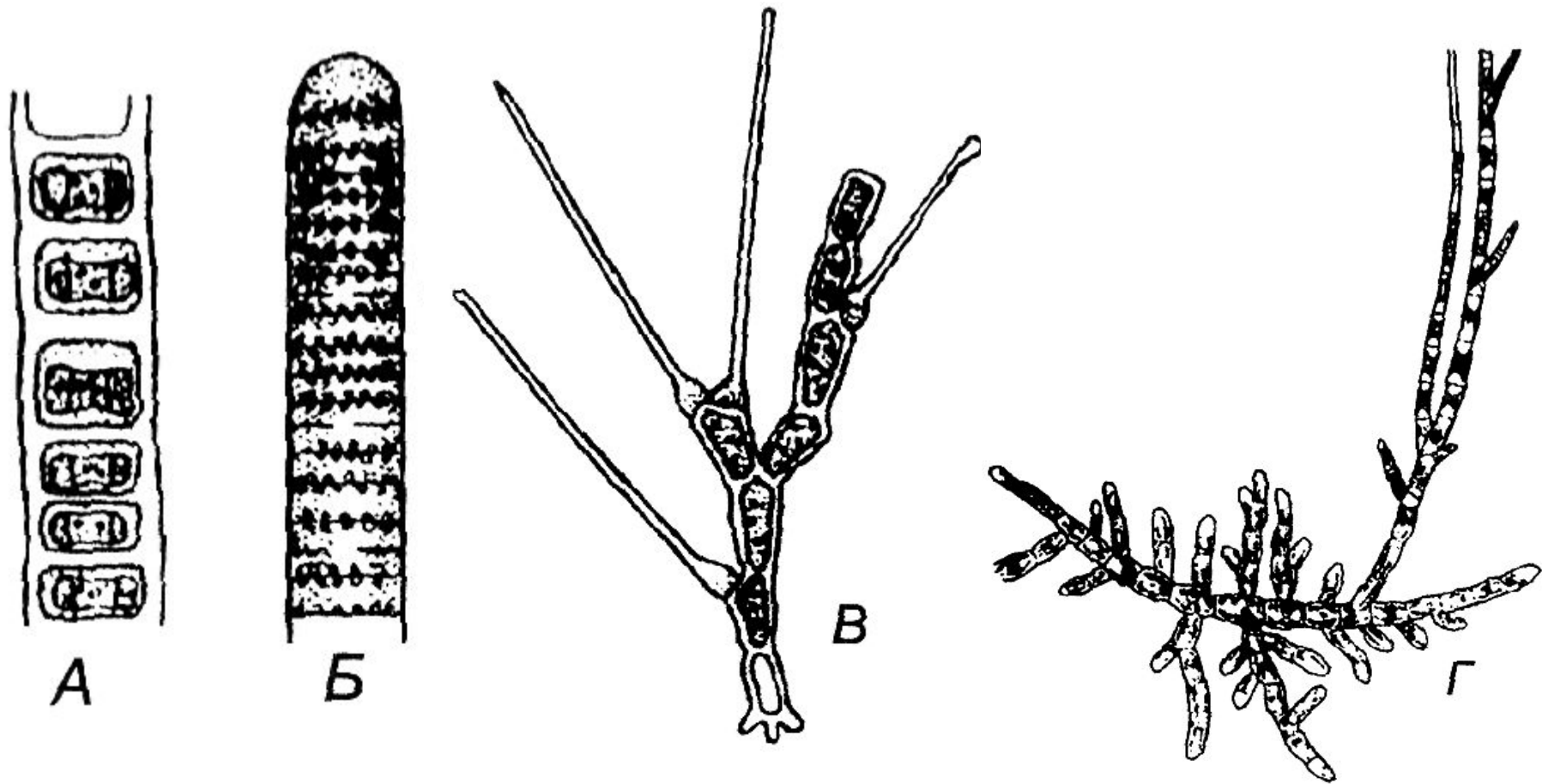
3. Пальмеллоидный, или карсальный тип организации таллома – представлен неподвижными, одетыми оболочками или голыми клетками, погруженными в общую слизь (слизистый таллом). Важный признак - сочетание неподвижного образа жизни с наличием клеточных органелл, свойственных монадным клеткам (сократительные вакуоли, стигма, жгутики или их производные). У Зеленых, Охрофита.

Пальмеллоидный тип дифференциации таллома



4. Амебоидный (ризоподиальный) тип дифференциации таллома

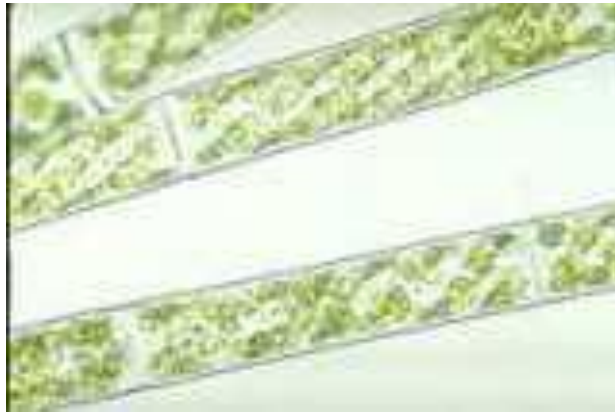
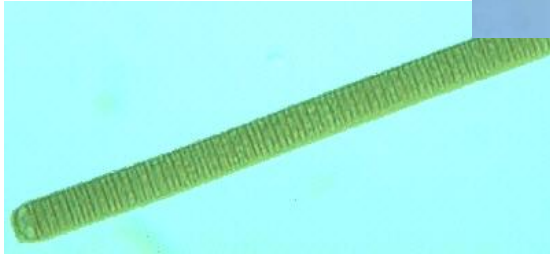
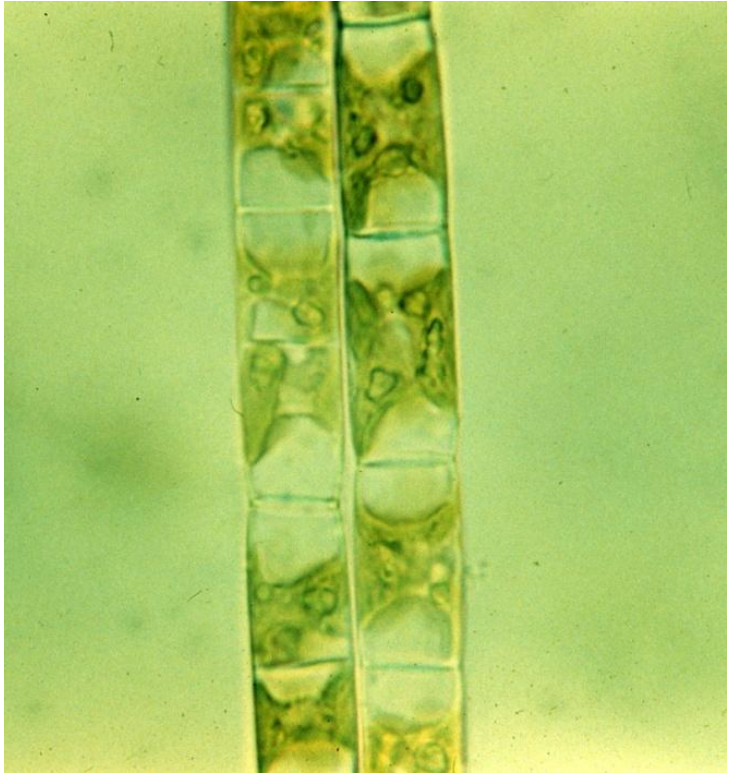




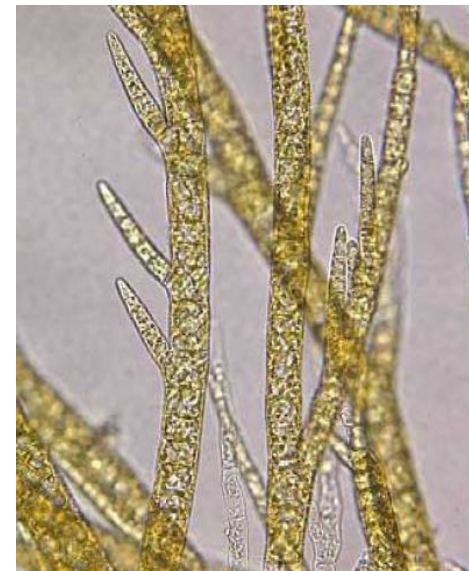
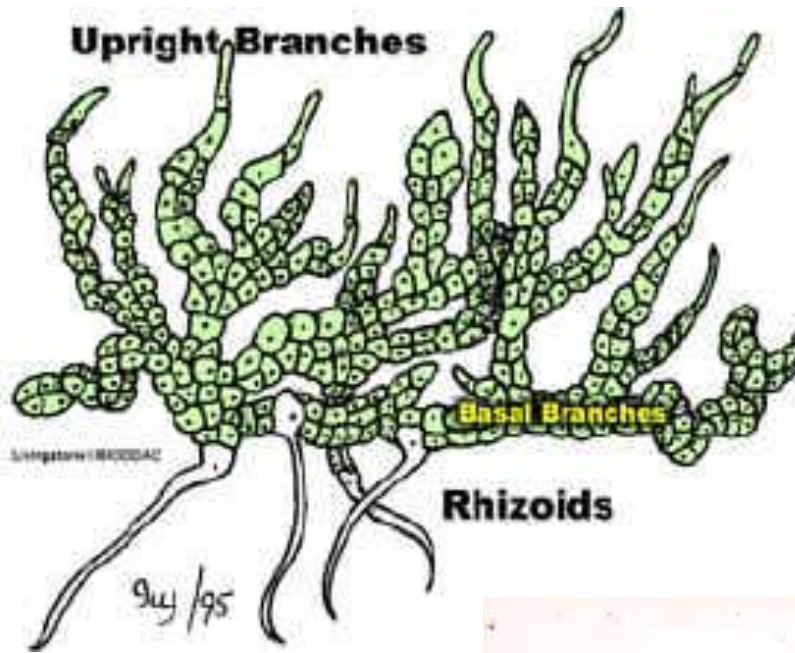
5. Нитчатая структура водоросли: А - *Ulothrix* (Chlorophyta), Б - *Oscillatoria* (Cyanophyta), В - *Bulbochaete* (Chlorophyta);

6. Гетеротрихальная структура (2 системы нитей) - *Stigeoclonium* (Chlorophyta)

5. Нитчатый (трихальный) тип дифференциации таллома

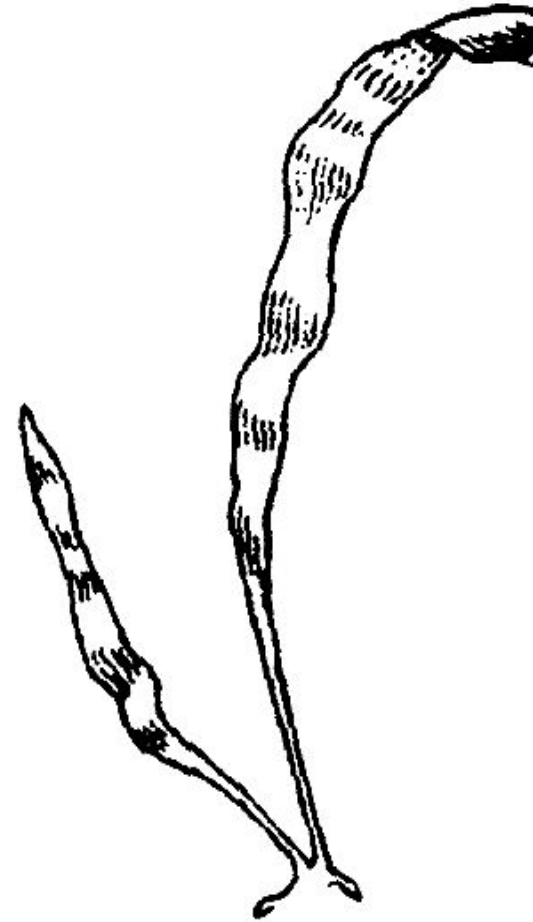


6. Разнонитчатый (гетеротрихальный) тип дифференциации таллома



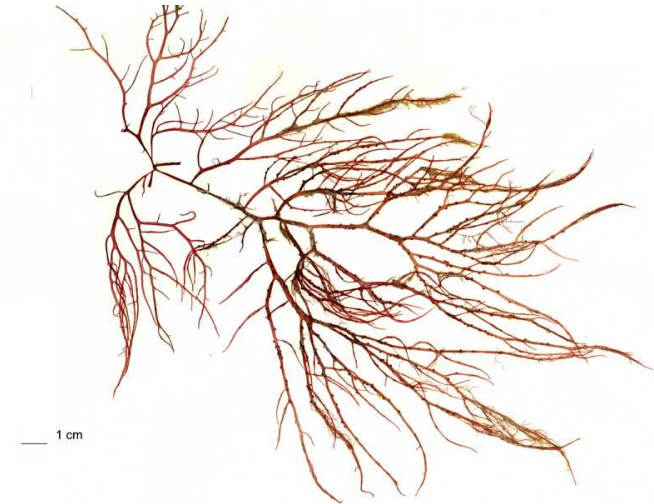
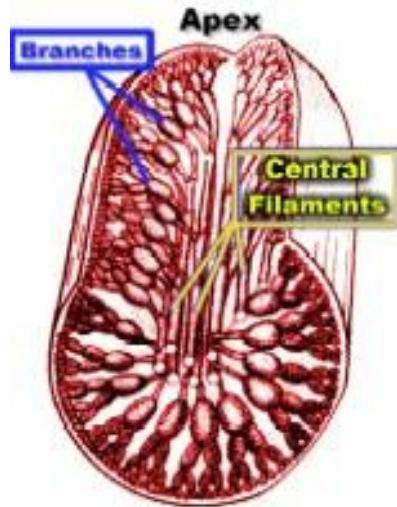


7. Ложнотканевая (псевдопаренхиматозная), или пластинчатая структура водоросли – объемистые слоевища в результате срастания нитей.



8. Тканевая (паренхиматозная) организация таллома – объемные слоевища, образованные в результате деления клеток в 3-х взаимно-перпендикулярных направлениях.
1 - Ulva (Chlorophyta), 2 - Laminaria (Ochrophyta)

7. Ложнотканевый (псевдопаренхиматозный) тип дифференциации таллома



7. Псевдопаренхиматозный (ложнотканевый) тип объединяет формы, таллом которых образуется за счет срастания отдельных нитей, в результате чего формируются крупные объемные слоевища. Например, такой тип таллома имеют многие красные водоросли.

8. Тканевый тип объединяет многоклеточные формы, клетки таллома которых способны делиться в трех взаимно перпендикулярных направлениях, в результате чего формируются обычно крупные, объемные слоевища. Характерен для большинства бурых водорослей (ламинарии, фукуса).

Простейшие тканевые талломы имеют вид одно- или двухслойных пластин, в которых все клетки функционально и морфологически одинаковые. Такой тип слоевищ называют пластинчатый. Пластинчатые талломы характерны для зеленой водоросли ульвы и красной водоросли порфиры.

8. Тканевый (паренхиматозный) тип дифференциации таллома

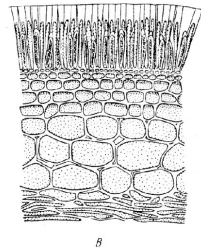
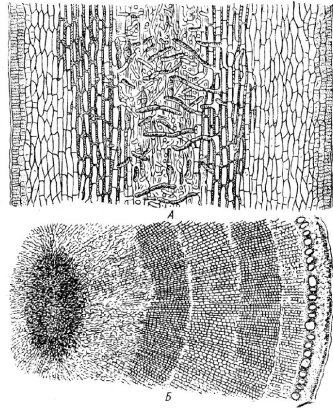


Рис. 289. *Laminaria*. А - продольный разрез черешка; Б - поперечный разрез черешка; В - разрез листовой пластинки с сорусами зооспорангиев.

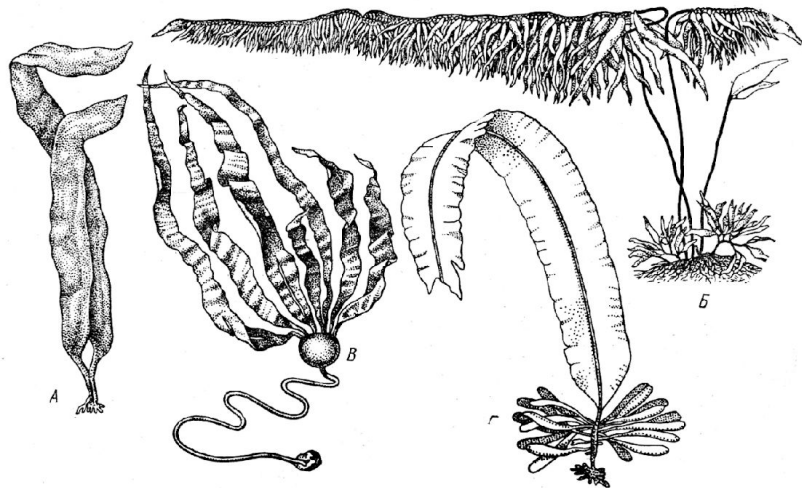
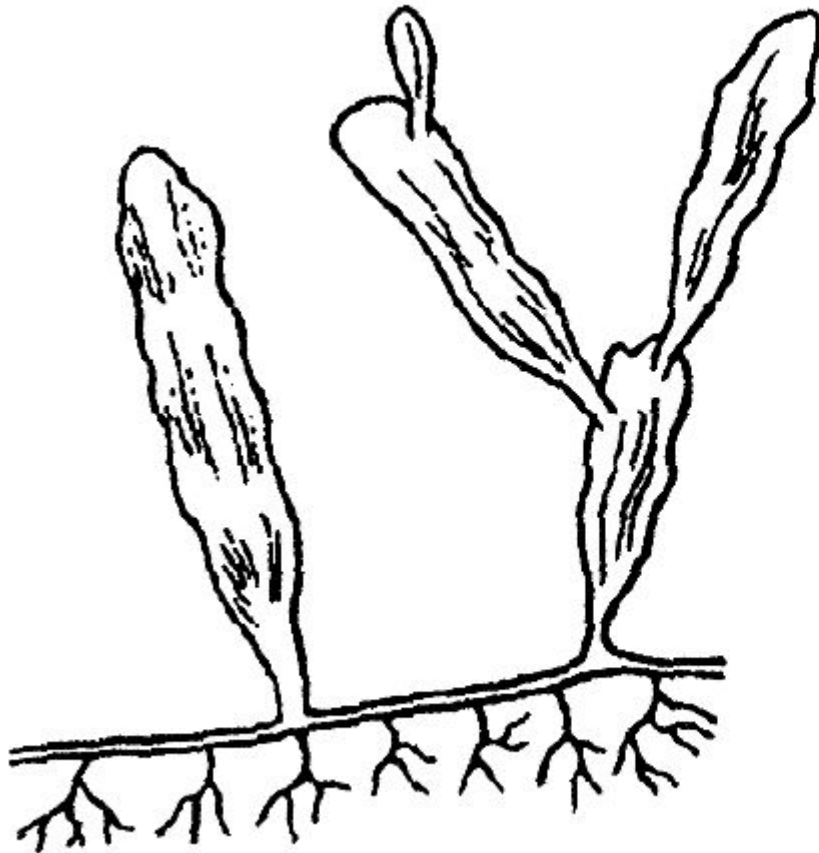


Рис. 290. Ламинариевые. Спорофиты: А — *Laminaria*, Б — *Macrocystis*, В — *Nereocystis*, Г — *Alaria*

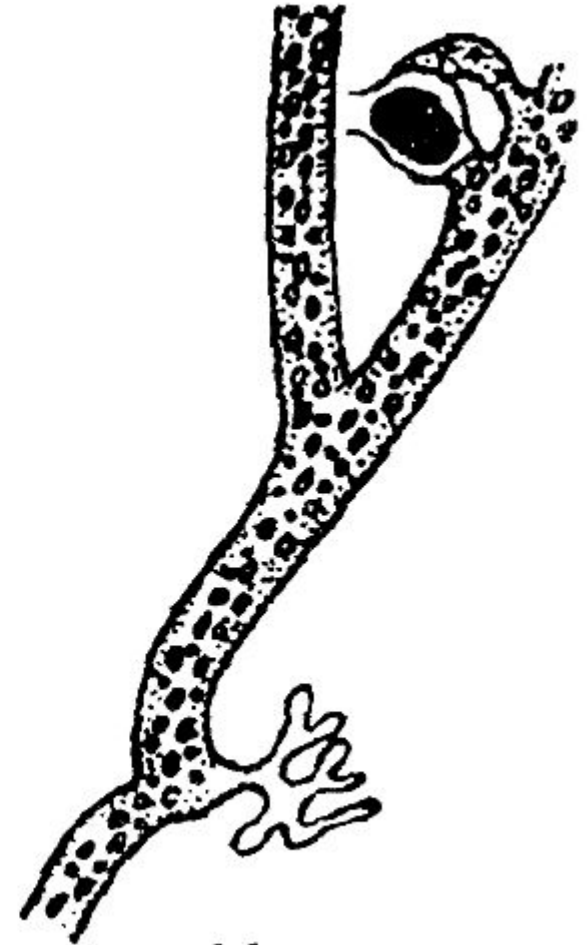




Ж



З



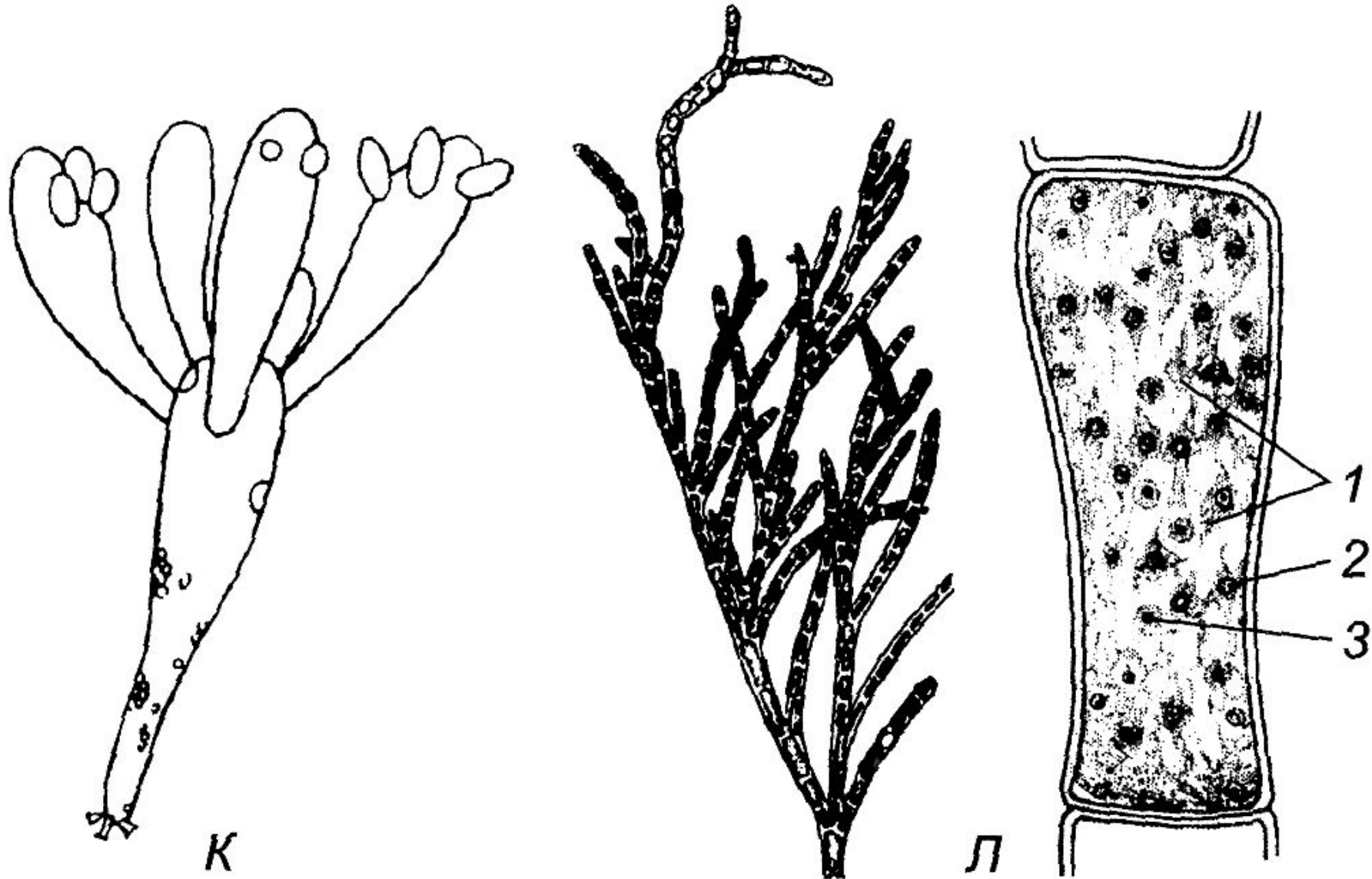
И

9. Сифональный (сифоновый) тип организации талломы:

Ж - *Caulerpa* (Chlorophyta), З - *Botrydium* (Ochrophyta),
И - *Vaucheria* (Ochrophyta)

9. Сифональный тип дифференциации таллома

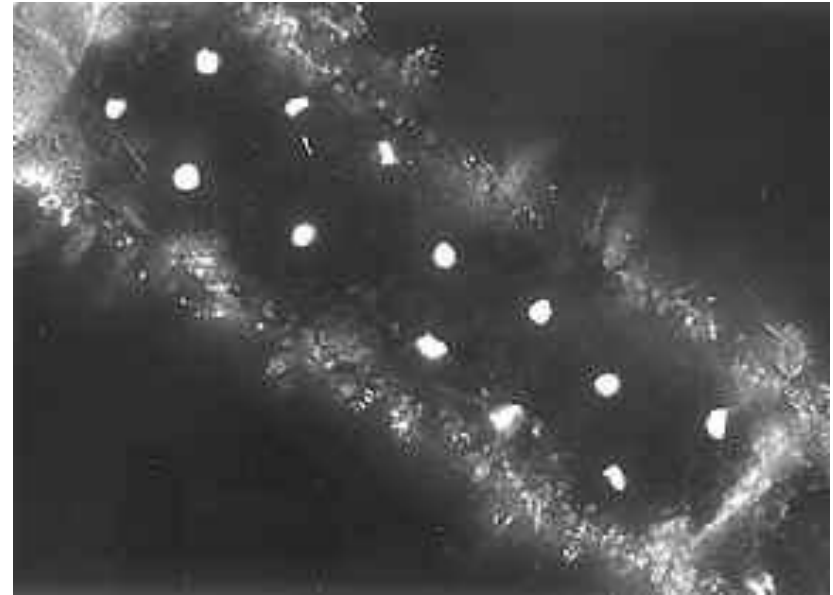
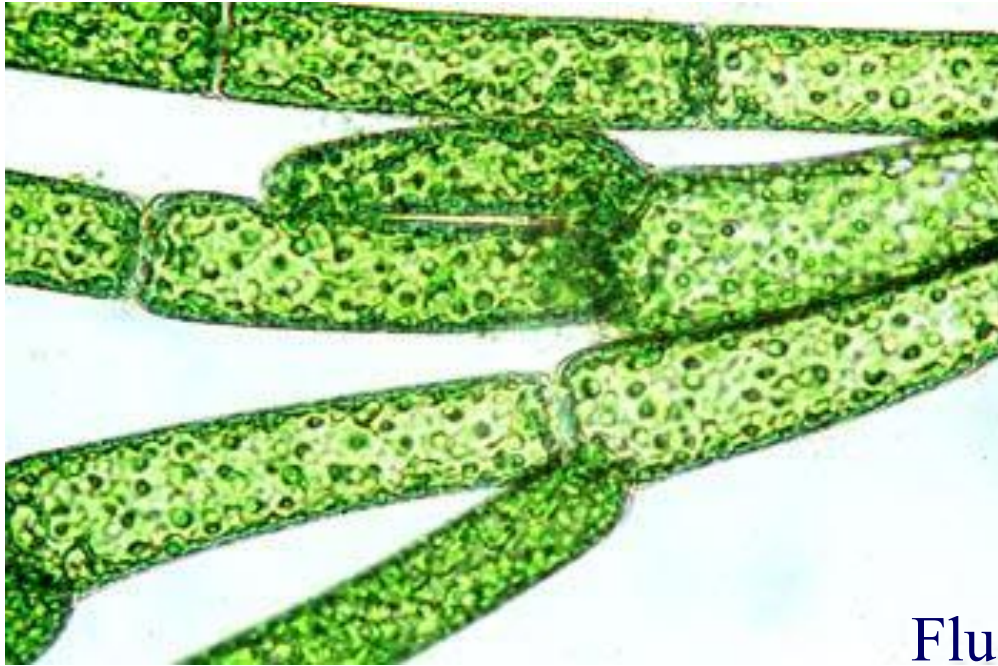




10. Сифонокладальные талломы водорослей.

К - *Valonia* (Chlorophyta), *Л* - *Cladophora* (слева - внешний вид таллома, справа - многоядерная клетка; 1 — хлоропласта, 2 — пиреноиды, 3 — ядра.

10. Сифонокладальный тип дифференциации таллома



Fluorescence microscopic photo.
The nuclei were stained with DAPI

2. НАБОР ПИГМЕНТОВ (фотосинтезирующих)

Пигменты в водорослях относятся к трем классам – хлорофиллам, каротиноидам и фикобилинам:

1) **Хлорофилл - зеленый пигмент** – основной пигмент.

Имеет несколько форм (*a, b, c, d, e*). Хлорофилл *a* имеется у всех водорослей без исключения. Остальные формы характерны для разных отделов водорослей.

2) Каротиноиды – жирорастворимые вспомогательные ф/с пигменты. Включают 2 группы пигментов:

а) каротины - желто-оранжевые пигменты (α -каротин, β -каротин, γ -каротин и т.д.),

б) ксантофиллы – желтые пигменты,

3) Фикобилины – включают 3 группы пигментов:

а) фикоцианины – синие пигменты

б) аллофикоцианины - тоже синие,

в) **фикоэритрины – красные пигменты**

Все отделы водоросли различаются по набору фотосинтезирующих пигментов. Такие группы в систематике водорослей имеют ранг отделов.

3. Продукты запаса.

У разных водорослей образуются разные запасные продукты. Например, у зеленых водорослей – крахмал, у бурых – ламинарин и т.д.

4. СТРОЕНИЕ ХЛОРОПЛАСТОВ

- Хлоропласты покрыты оболочкой из **разного числа мембран**, под оболочкой матрикс;
- В матриксе располагаются **тилакоиды** с фотосинтезирующими пигментами;
- Хлоропласты могут содержать особые включения — **пиреноиды** - бесцветные белковые тельца, вокруг которых скапливаются запасные углеводы;
- Фибриллы ДНК;
- Хлоропласты у водорослей имеют разную форму.

Хлоропласты разной формы

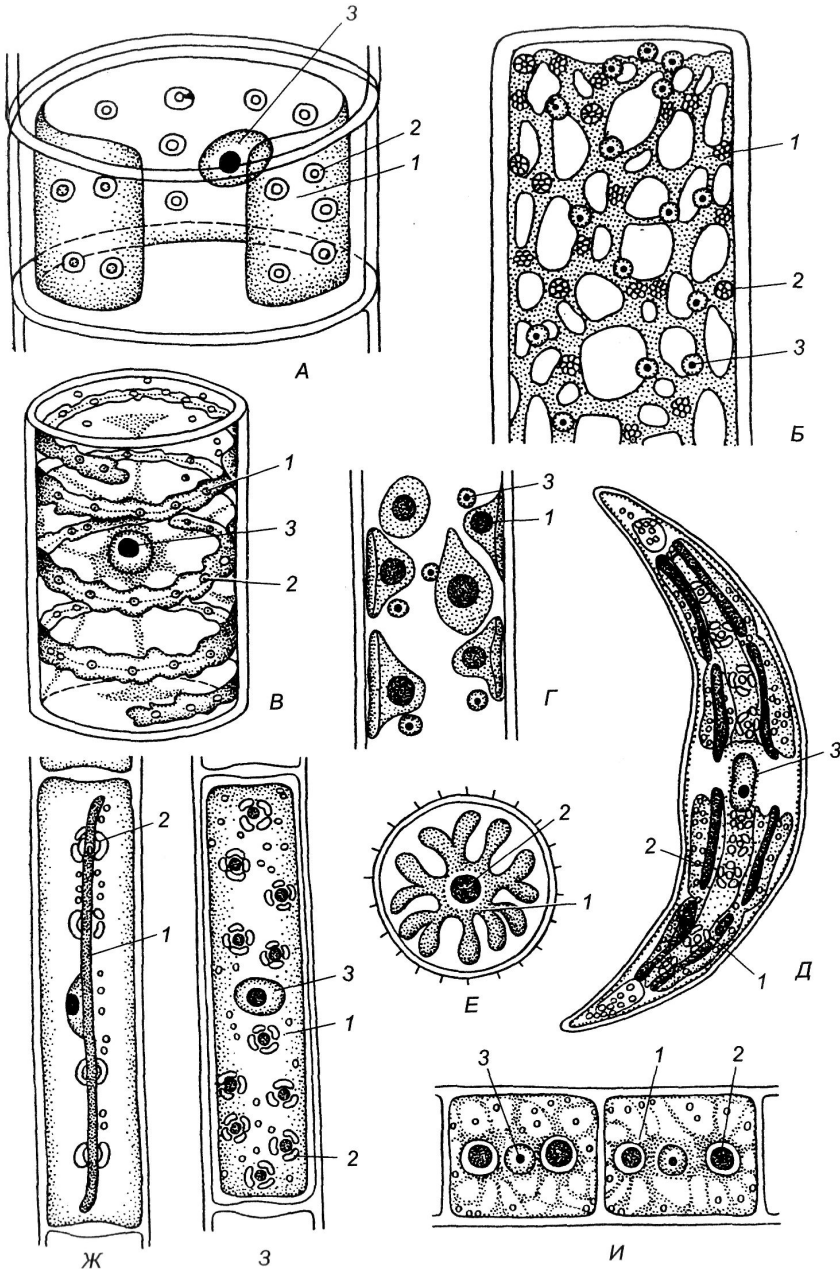


Рис. Хлоропласты водорослей.

А - *Ulothrix* (Chlorophyta);
 Б — *Cladophora* (Chlorophyta);
 В — *Spirogyra* (Chlorophyta);
 Г — *Botrydium* (Ochromytha);
 Д, Е — *Closterium* (Chlorophyta):
 Д — вид клетки сбоку,
 Е — поперечный разрез клетки;
 Ж, З — *Mougeotia* (Chlorophyta):
 Ж — клетка с хлоропластом в
 профиле,
 З — клетка с хлоропластом,
 обращенным к зрителю широкой
 стороной;
 И — *Zygnema* (Chlorophyta);
 1 — хлоропласт; 2- пиреноид; 3 —
 ядро

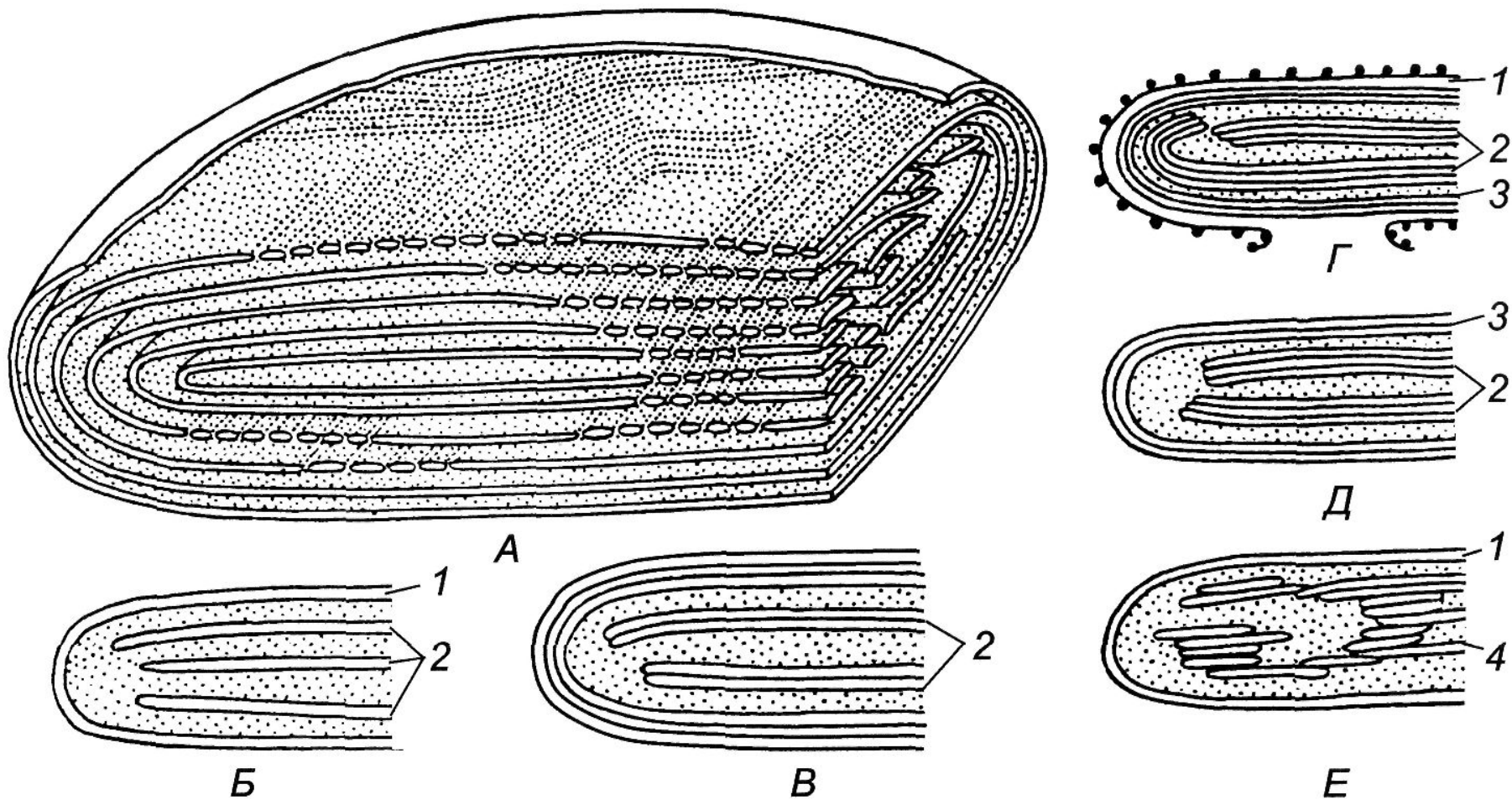


Рис. Схема расположения тилакоидов в хлоропластах водорослей.

А — модель хлоропласта красной водоросли; *Б* — одиночное расположение тилакоидов в хлоропластах красных водорослей; *В* — двухтилакоидные ламеллы криптофитовых; *Г, Д* — трехтилакоидные ламеллы в хлоропластах бурых и динофитовых водорослей; *Е* — граны зеленых водорослей; *1* — оболочка хлоропласта; *2* — тилакоиды; *3* — опоясывающий тилакоид; *4* — граны

- хлоропласты могут содержать особые включения — **пиреноиды** - бесцветные белковые тельца (округлые или угловатые) вокруг которых скапливаются запасные углеводы, в частности, крахмал.

Монадные клетки содержат **глазок** кирпично-красного цвета и являются частью хлоропласта

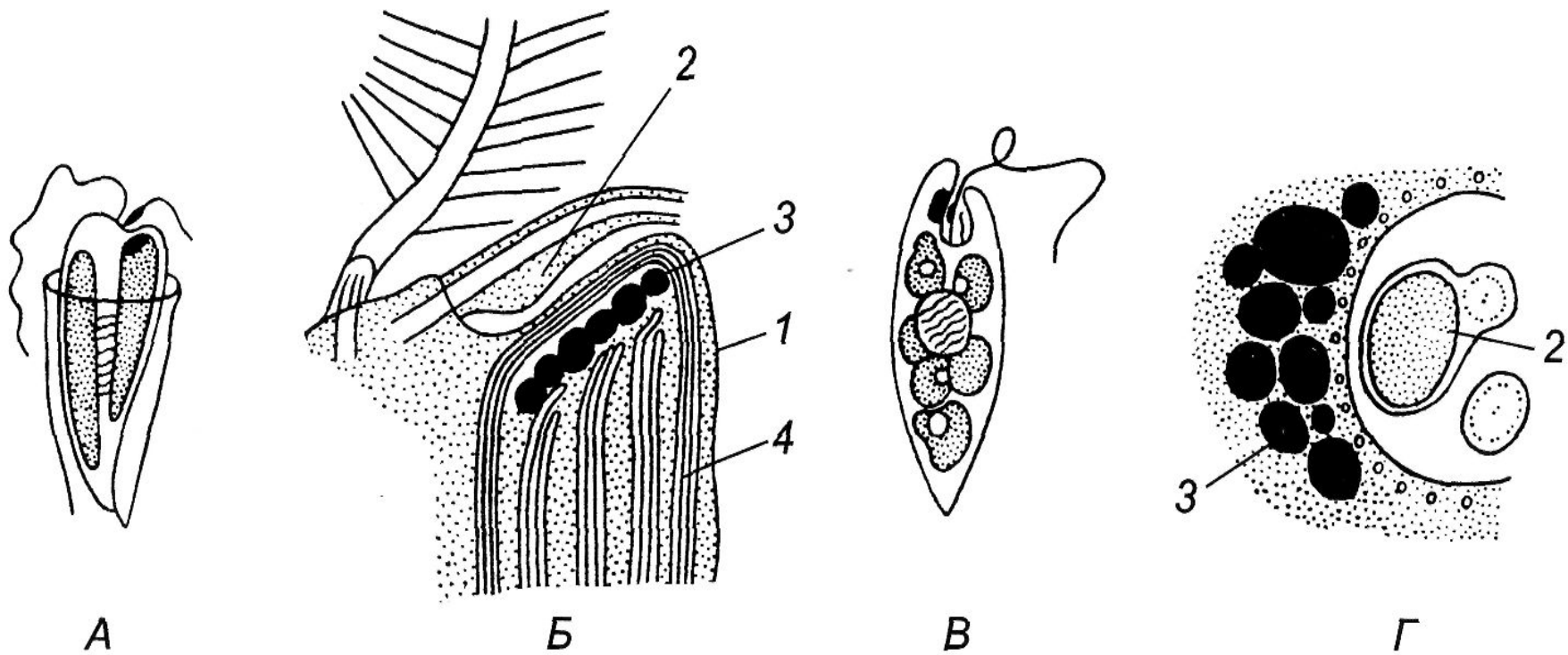


Рис. Глазки (стигмы).

А, Б — *Dinobryon* (Ochromphyta); *В, Г* — *Euglena* (Euglenophyta); *1* — оболочка хлоропласта; *2* — вздутие основания жгута, прилегающего к стигме; *3* — пигментные глобулы; *4* — тилакоиды

Диагностические признаки хлоропластов:

- число мембран в оболочке
хлоропластов;**
- разный набор пигментов в тилако-
идах;**
- наличие или отсутствие
пиреноидов.**

5. СТРОЕНИЕ ЖГУТИКОВОГО АППАРАТА.

а) Жгутики отличаются по длине

1) равножгутиковые - оба жгутика одинаковой длины. Клетка с равными жгутиками называется *изоконтной*.

2) разножгутиковые – оба жгутика разной длины. Клетка *гетероконтная*.

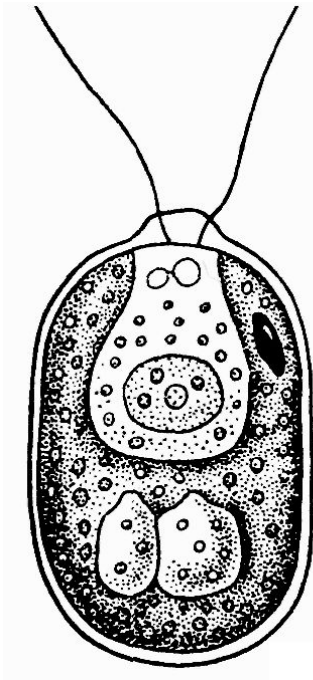
б) Жгутики отличаются по строению:

1) **изоморфные** – жгутики одинакового строения

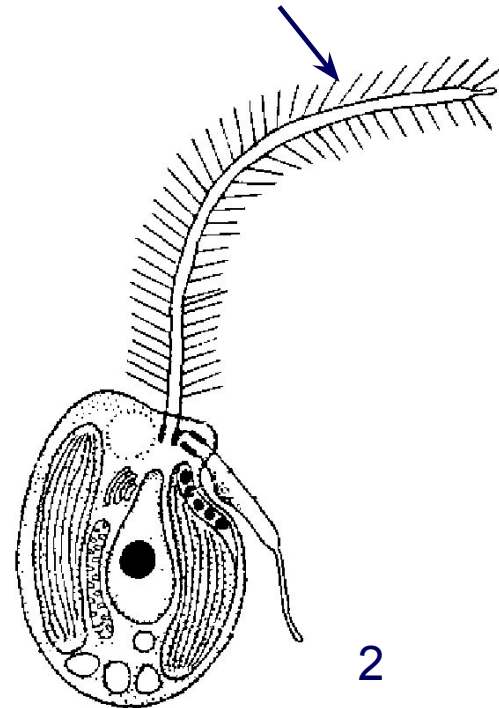
2) **гетероморфные** - различаются по форме:

- один из жгутиков (обычно более короткий) гладкий,
- второй жгутик перистый, т.е. покрыт волосовидными образованиями —

мастигонемами.



1



2

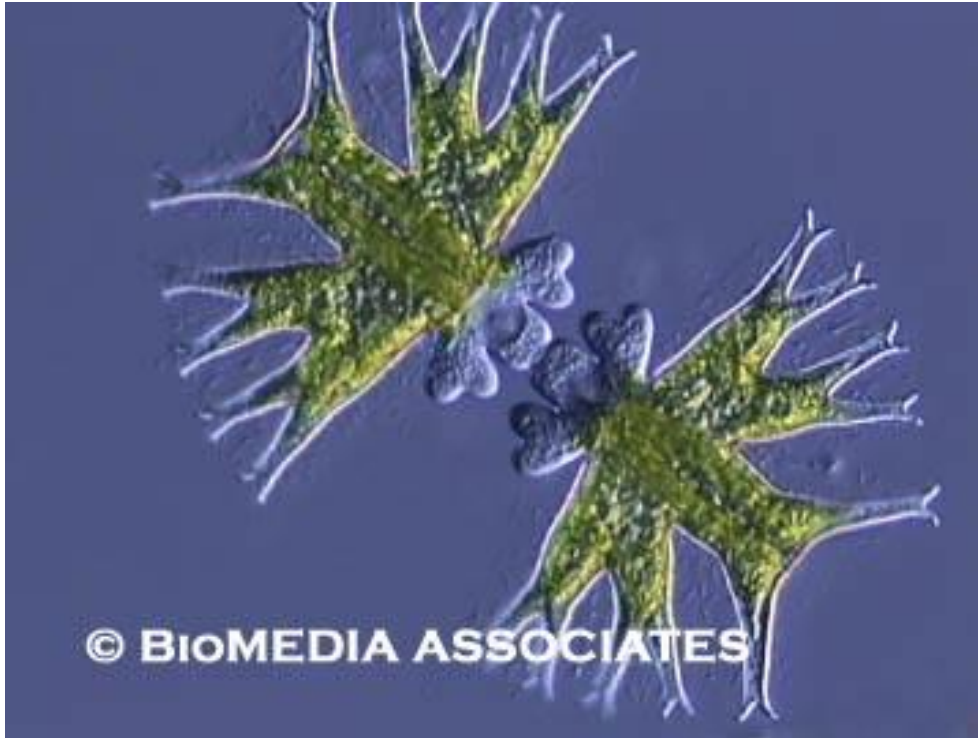
6. РАЗМНОЖЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Все 3 способа:

- а) вегетативное,**
- б) бесполое (споровое),**
- в) половое.**

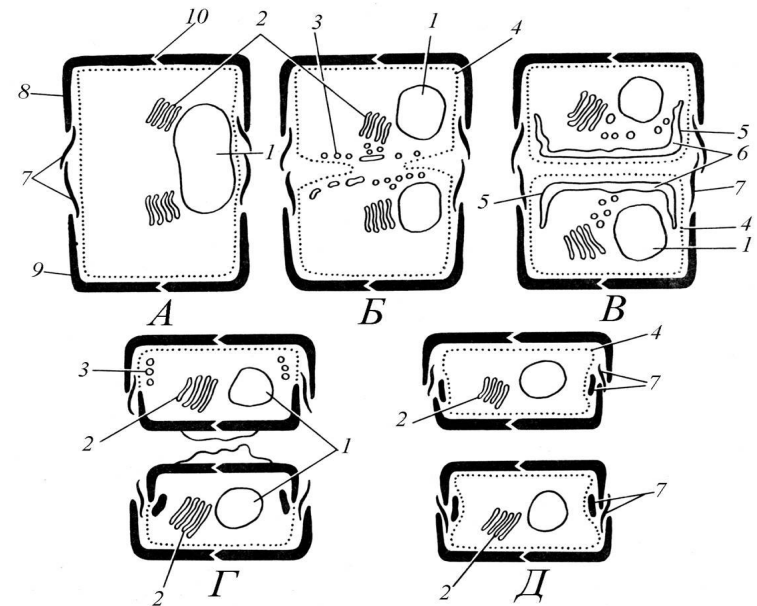
1. Вегетативное размножение водорослей:

А. Одноклеточные делением клетки на две.



Micrasterias

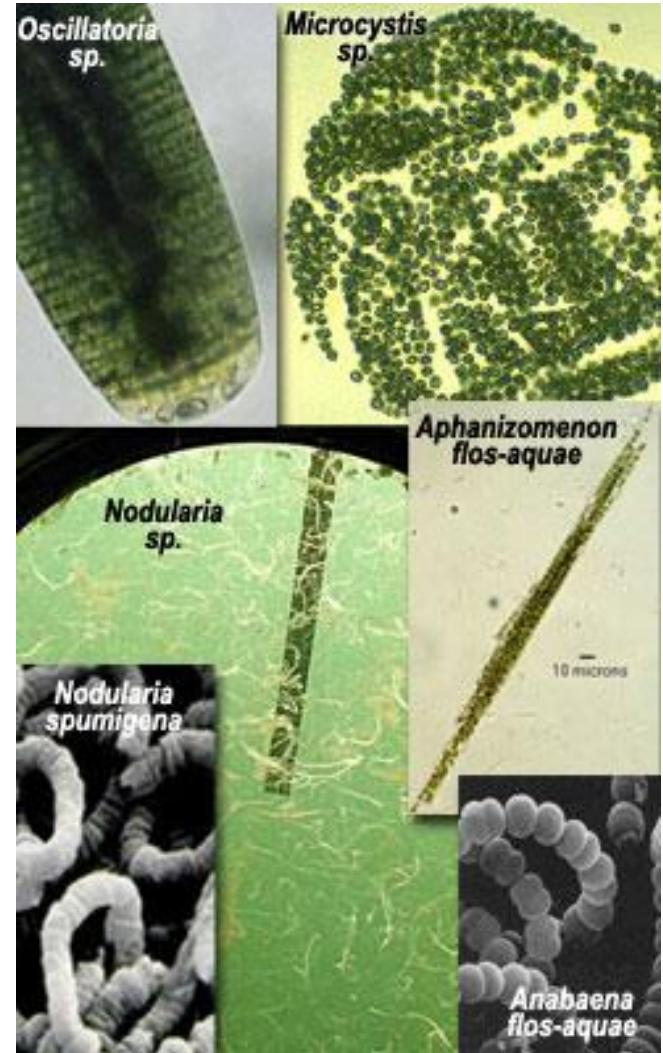
Gomphonema



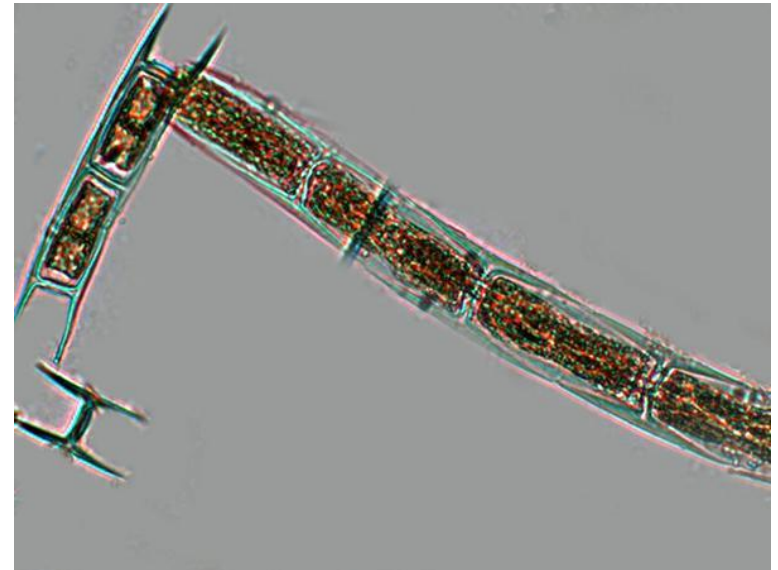
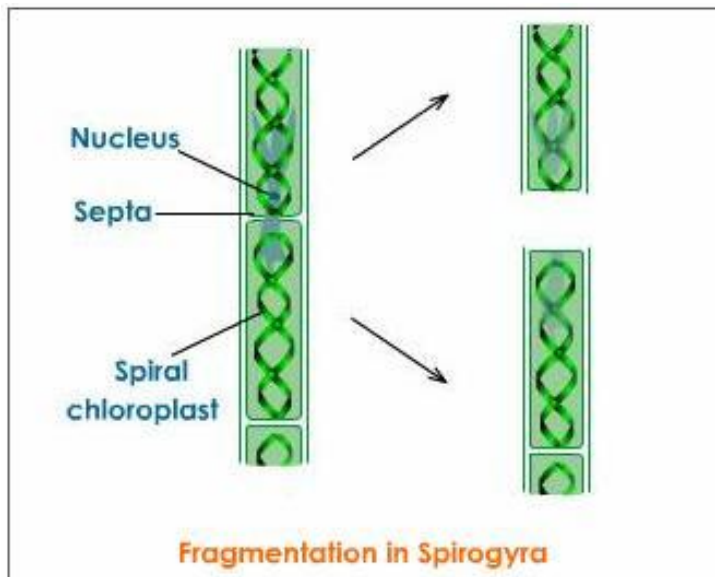
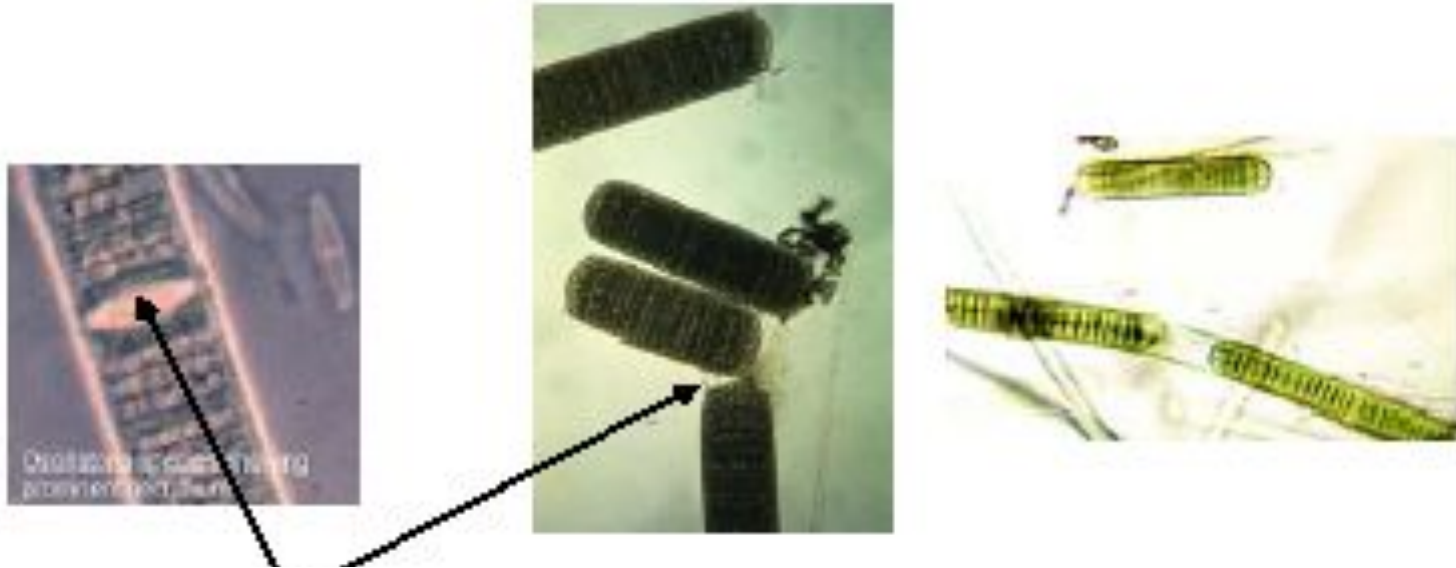
Б. У колониальных водорослей вегетативное размножение делением колоний



Synura



В. У нитчатых водорослей вегетативное размножение фрагментами нитей



Г. Вегетативное размножение многоклеточных водорослей участками таллома (фрагментацией).

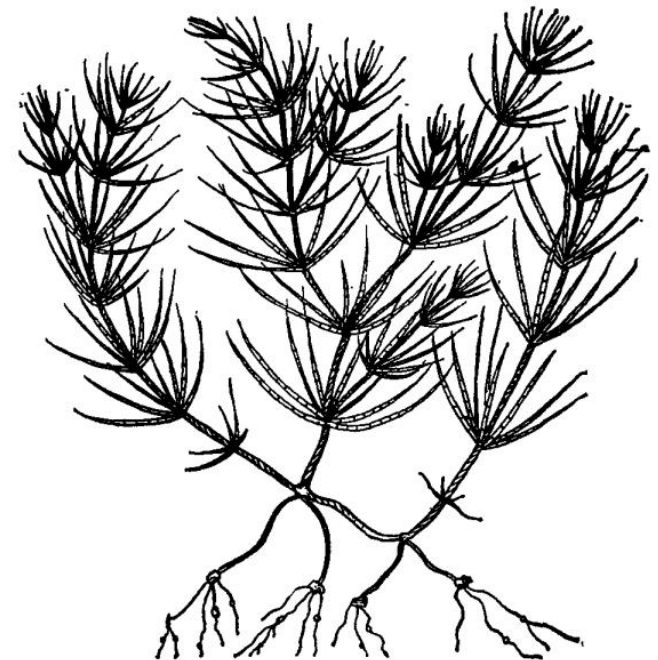


Рис. 23. Харофитная структура: молодой экземпляр Chara.

Д. Вегетативное размножение водорослей специализированными структурами



Fucus

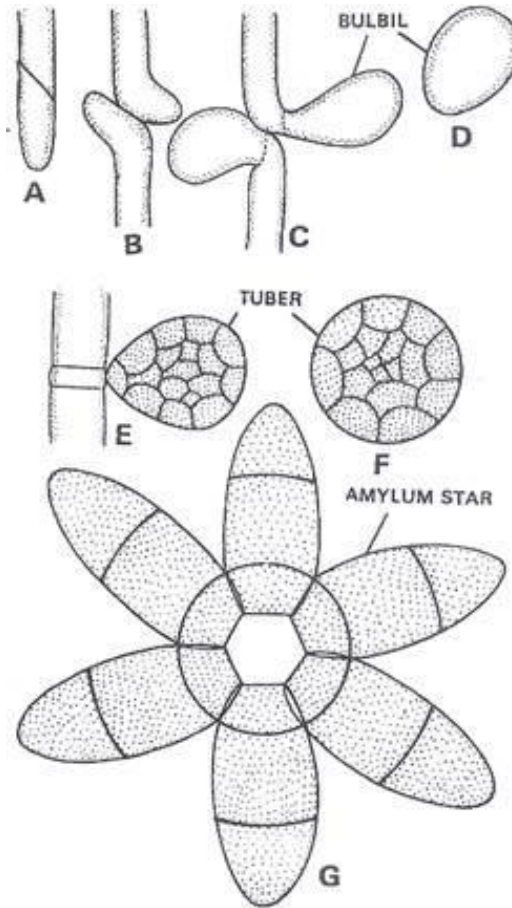
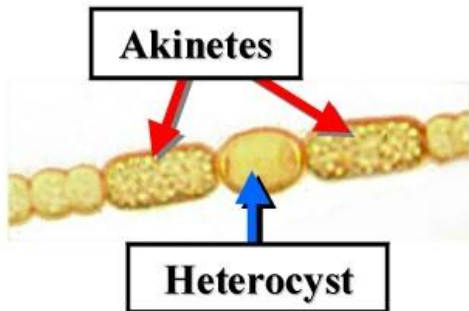
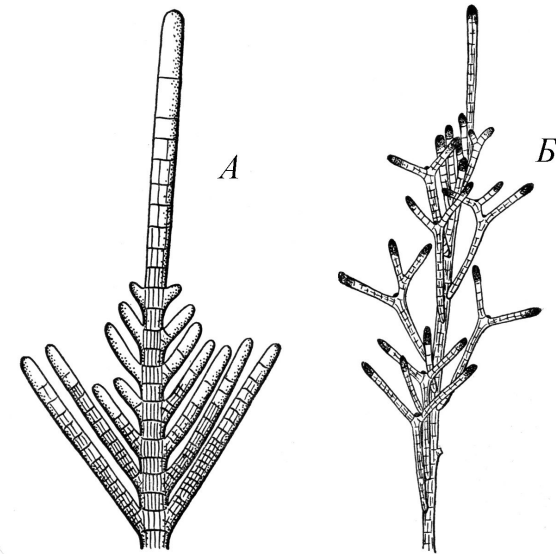


Fig. 4A.8. *Chara* sp. Vegetative reproduction; A, a part of rhizoid with oblique septum; B-C, development of bulbils; D, a bulbil; E-F, tubers; G, an amyllum star.



Sphacelaria

2. Бесполое размножение водорослей

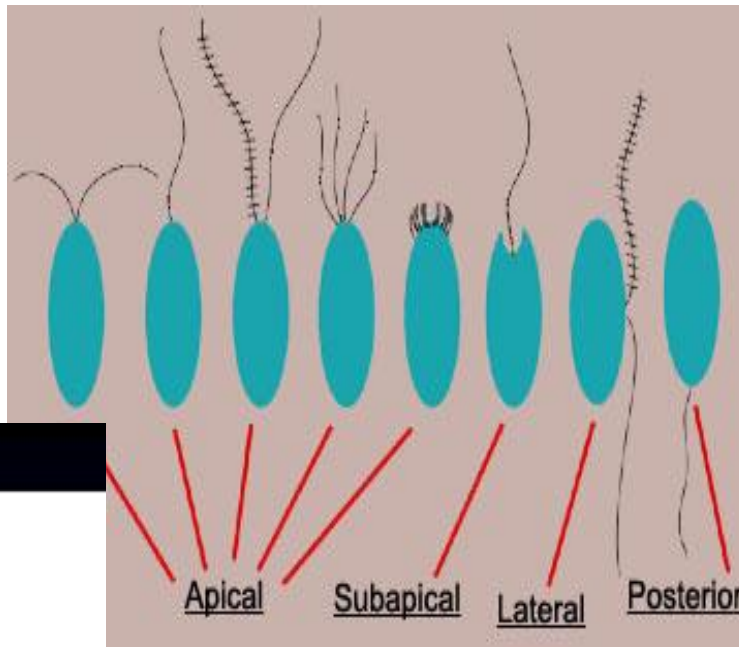
Размножение *спорами*, которые формируются внутри *спорангия*. Споры водорослей могут быть:
а) *митоспорами* (образуются в результате митоза)
б) *мейоспорами* (образуются в результате мейоза).

- **зооспоры** – это голые подвижные, со жгутиками клетки - самый распространенный способ у водорослей;

- **апланоспоры** - это неподвижные, без жгутиков споры. Примеры — моно- и тетраспоры красных водорослей.

Особь, на которой формируются спорангии, называется спорофит.

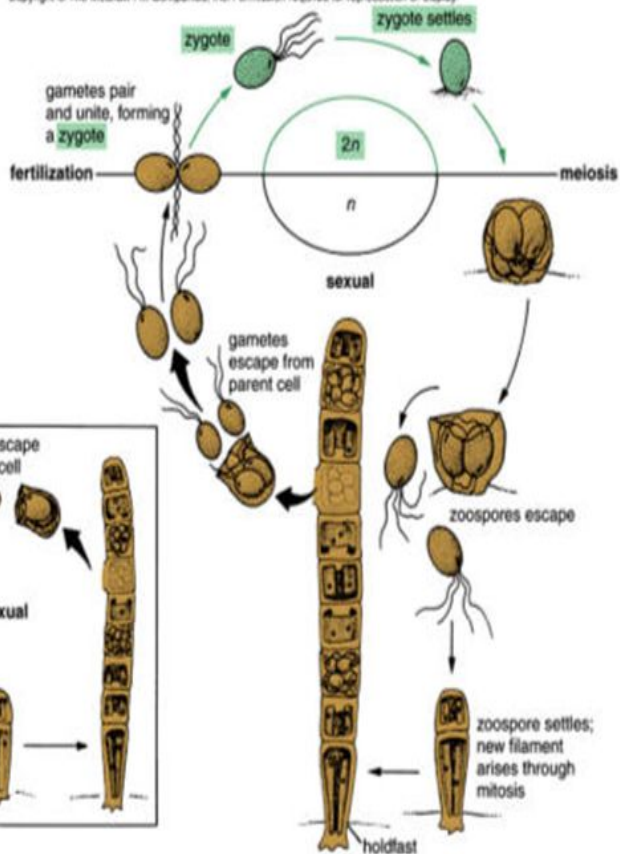
Бесполое размножение водорослей зооспорами



Chlamydomonas
Формирование
зооспор

Ulothrix Life Cycle

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display

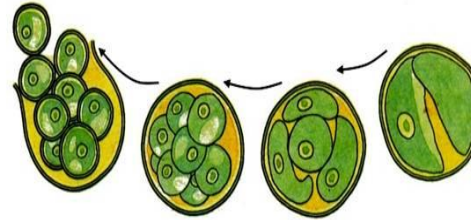


Cladophora



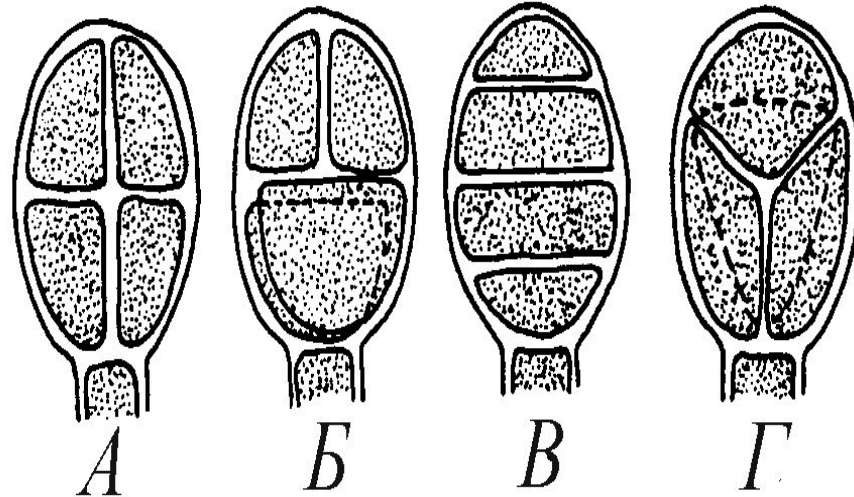
Бесполое размножение водорослей неподвижными спорами

Отдел зеленые водоросли



Хлорелла

Красные водоросли



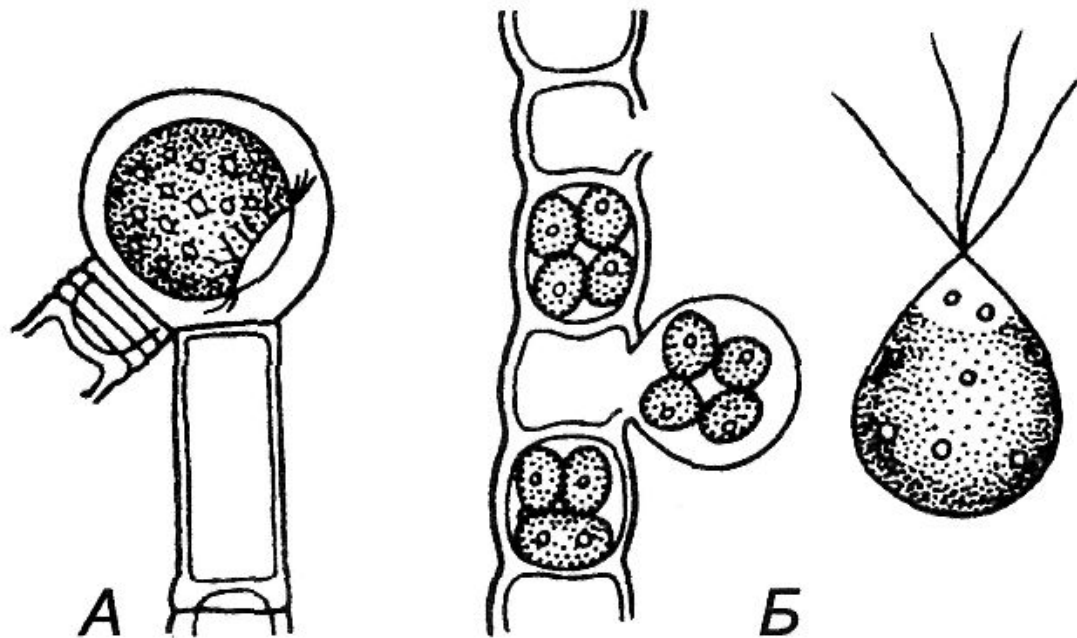


Рис. Бесполое размножение водорослей.

Образование зооспор:

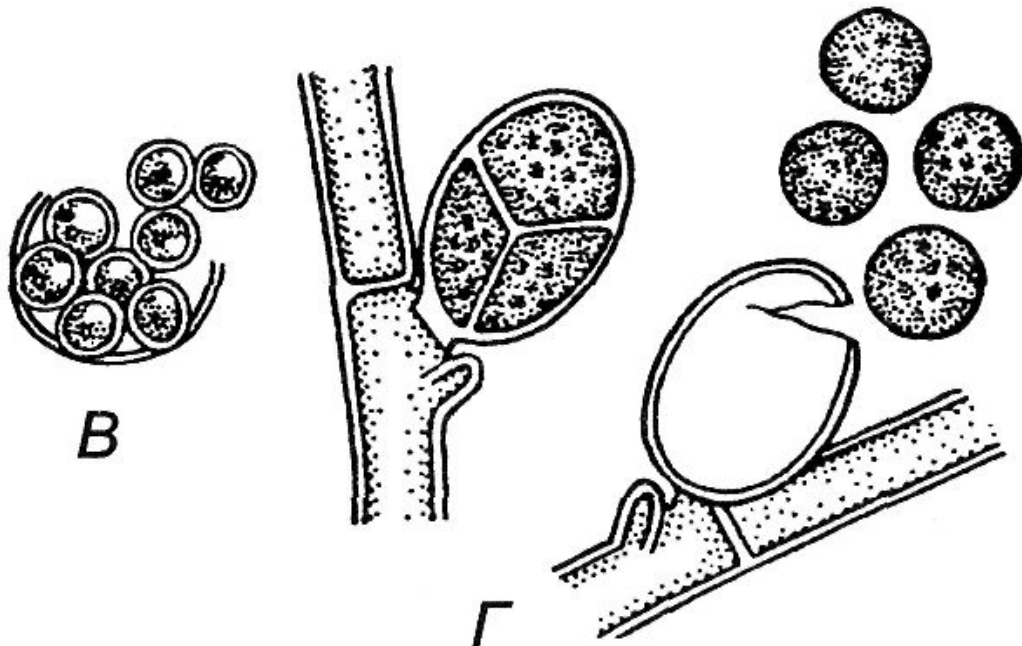
A — Oedogonium
(Chlorophyta);

Б — Ulothrix
(Chloro-phyta).

Образование апланоспор:

В — автоспоры у
Chlorella (Chlorophyta);

Г — тетраспоры у
Callithamnion
(Rhodophyta)



3. Половое размножение водорослей

Половое размножение у водорослей – это процесс развития нового организма из зиготы ($2n$), образованной в результате слияния (оплодотворения, или копуляции) двух половых клеток (n).

Водоросли половым путем могут размножаться с помощью гамет и без образования гамет.

- Клетка, в которой формируются гаметы, называется **гаметангий (половой орган)**.
- Особь, на которой формируются гаметангии, называется **гаметофит**.
- При оогамном половом процессе мужской половой орган называется **антеридий**, а мужская гамета, если она подвижна, со жгутиками – **сперматозоид**, если без жгутиков и активного движения – то **спермаций**.
- Женский половой орган при оогамном половом процессе называется **оогоний**, а женская неподвижная половая клетка – **яйцеклетка**.

Типы полового процесса

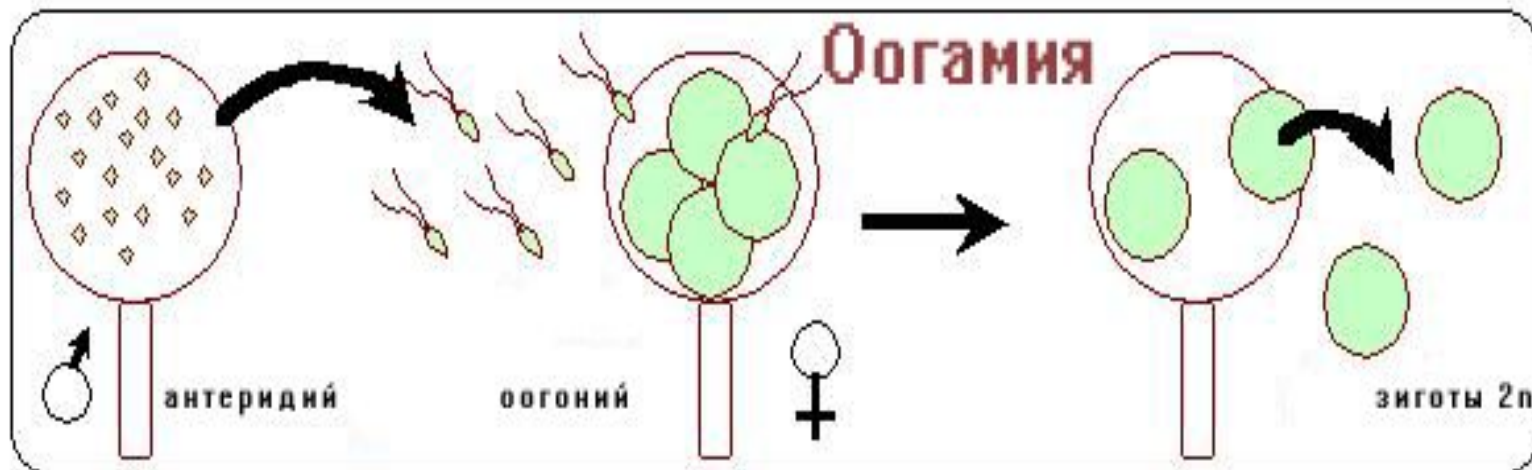
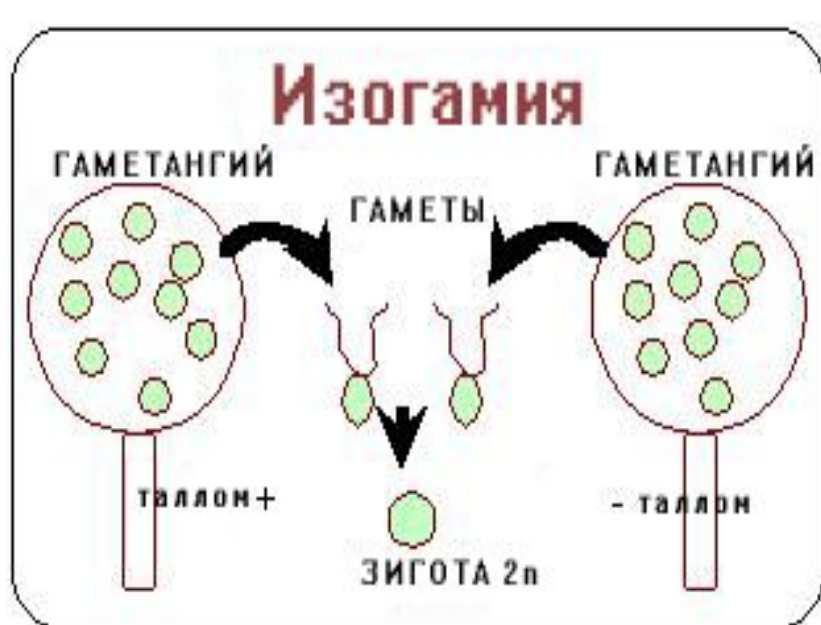
С УЧАСТИЕМ ГАМЕТ

1. **Изогамия** – сливаются две подвижные одинаковые по форме и размерам гаметы
2. **Гетерогамия** – сливаются две разные по размерам гаметы, но обе подвижные
3. **Оогамия** – сливается крупная женская неподвижная яйцеклетка с мелкой мужской подвижной половой клеткой – сперматозоидом.

БЕЗ УЧАСТИЯ ГАМЕТ

1. **Хологамия** – сливаются две подвижные одноклеточные монадные особи
2. **Конъюгация** – сливаются протопласты **двух клеток** одноклеточных коккоидных или многоклеточных нитчатых особей.

Типы полового размножения с участием гамет



Половое размножение без участия гамет

1. Хологамия

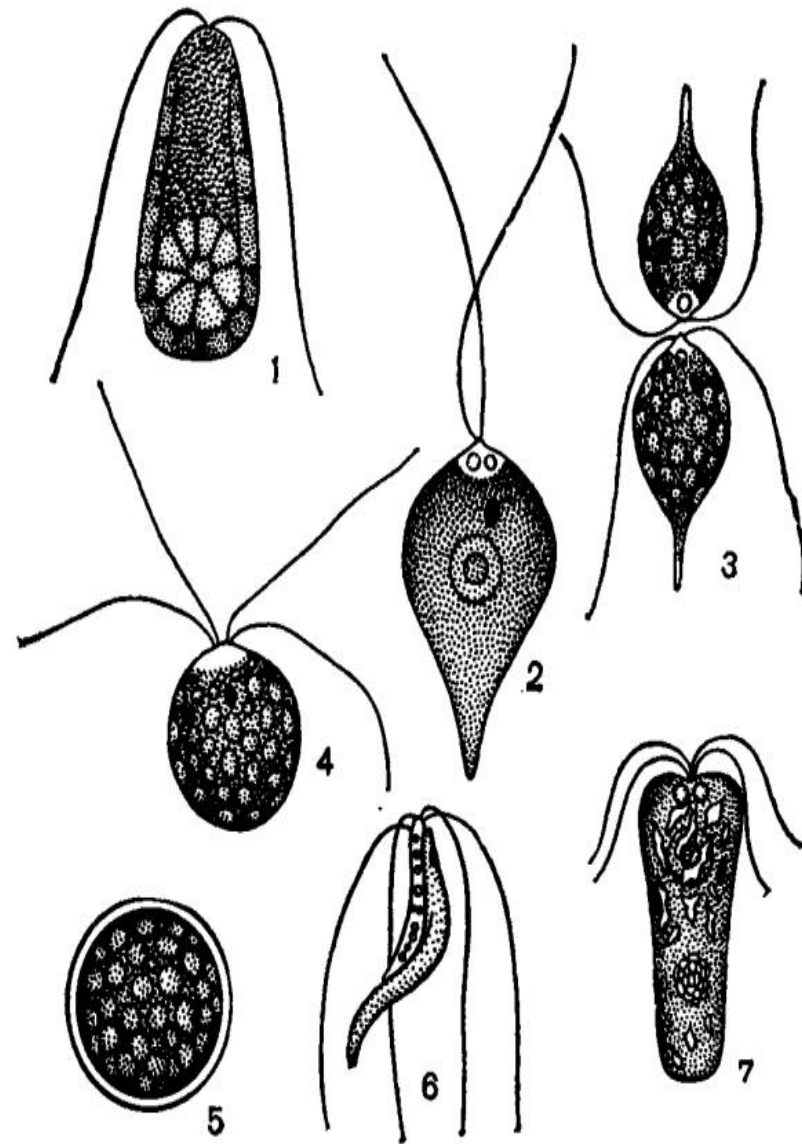
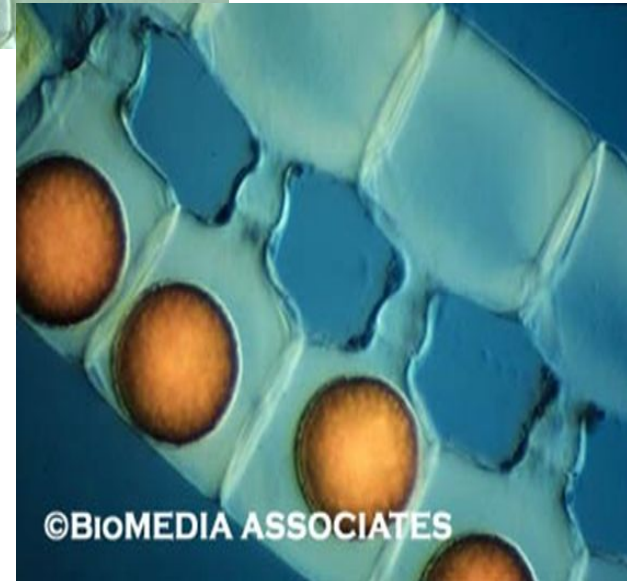
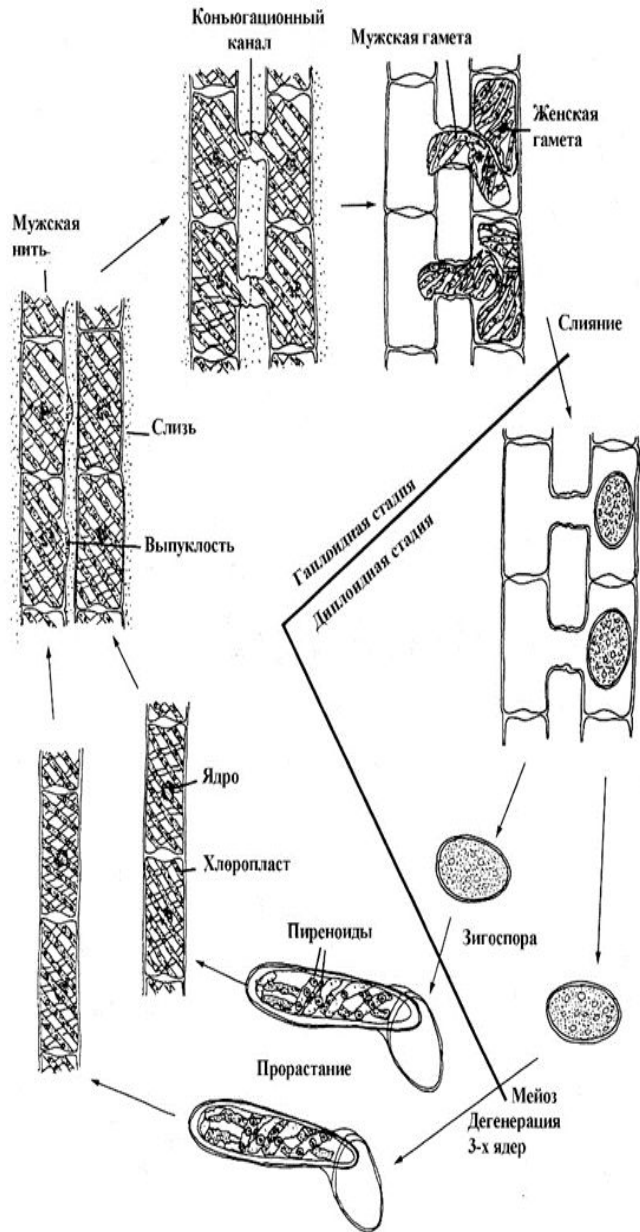
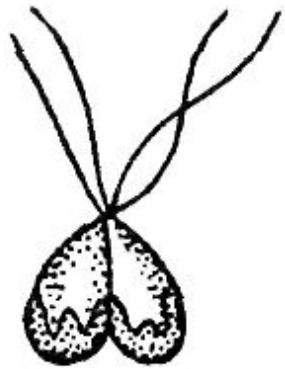


Рис. 204. Полиблефаридовые:

1 — *Dunaliella salina*; 2—5 — *Phyllocardium complanatum* (2 — вегетативная клетка, 3 — хологамия, 4 — планозигота, 5 — гишнозигота); 6 — *Spermatozopsis exsultans*; 7 — *Pyramimonas reticulata*.

2. Конъюгация

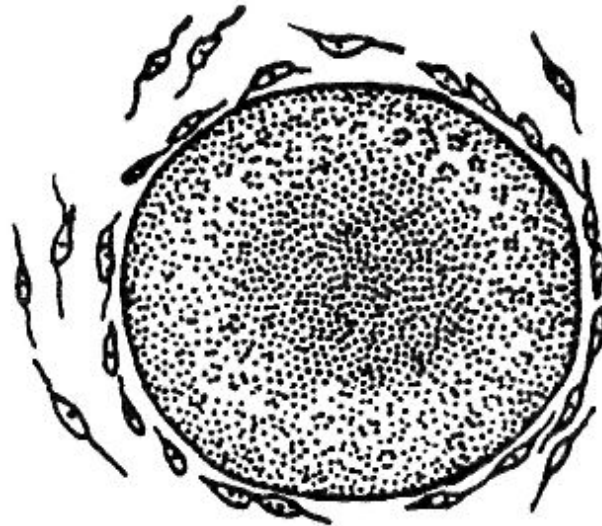




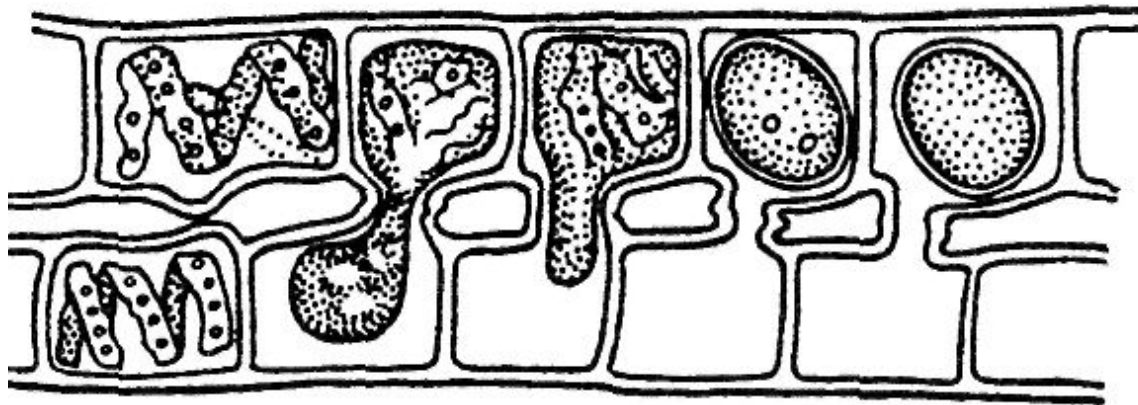
А



Б



В



Г

Рис. Разные формы полового процесса у водорослей.
А - изогамия у *Ulothrix* (Chlorophyta);
Б - гетерогамия у *Codium* (Chlorophyta);
В — оогамия у *Fucus* (Ochrophyta);
Г – конъюгация у *Spirogyra* (Chlorophyta)

Растения, производящие гаметы, могут быть

а) обоеполыми — *гомоталличными*, т.е. к копуляции способны гаметы, образованные на одном растении, или из одной клетки.

б) раздельнополыми — *гетероталличными*. т.е. копуляция происходит только между гаметами из разных растений. Гетероталлизм наблюдается при любой форме полового процесса; у изогамных форм гаметы при морфологическом тождестве оказываются физиологически различными и обозначаются условными знаками «+» и «-».

7. ОСОБЕННОСТИ ЦИКЛОВ РАЗВИТИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ, или ЦИКЛ РАЗВИТИЯ -

совокупность всех фаз развития, которые проходит организм от определенной стадии до той же стадии жизненного пути его потомства:

- а) от зрелой особи до следующей зрелой особи;
- б) от споры до споры;
- в) от зиготы до зиготы.

В жизненном цикле водорослей происходит чередование двух ядерных фаз - гаплоидной и диплоидной. Это обусловлено двумя противоположными процессами – оплодотворением и редукционным делением (мейозом).

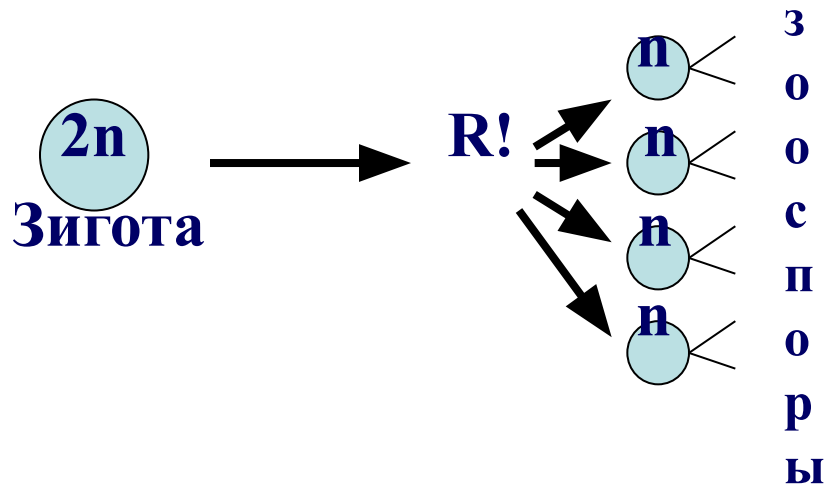
Место редукционного деления в цикле развития водорослей

В цикле развития имеют важное значение 2 процесса:

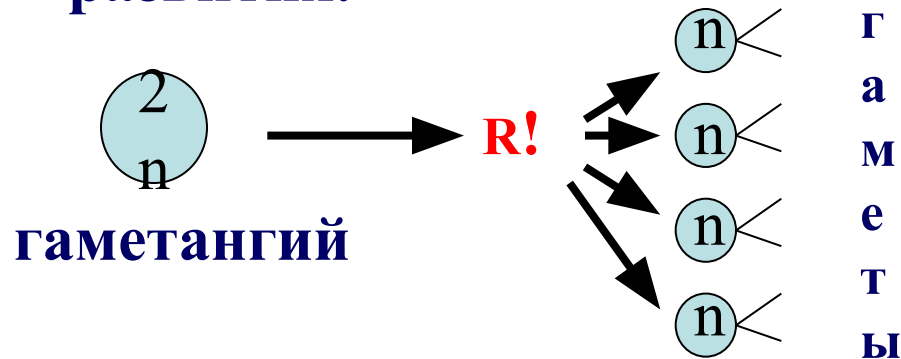
1. Редукционное деление (R!)
2. Оплодотворение (O!)

При этом происходит смена ядерных фаз.

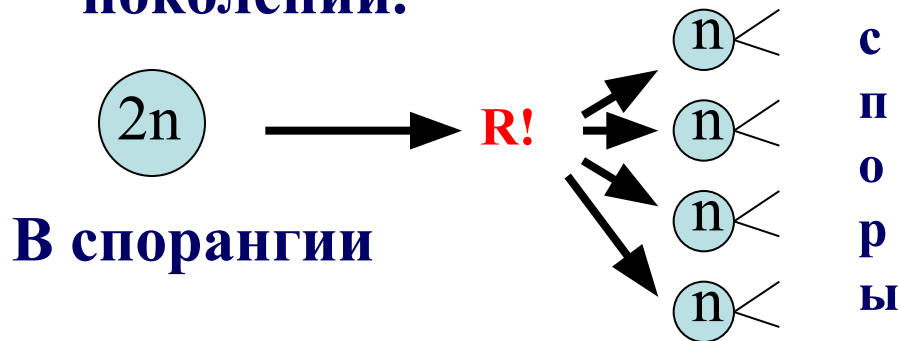
1. Зиготический мейоз - происходит в зиготе перед образованием зооспор в гаплоидном цикле.



2. Гаметический мейоз – происходит в гаметангиях перед образованием гамет в диплоидном цикле развития.



3. Спорический мейоз - происходит в спорангиях при образовании спор. Цикл развития с чередованием поколений.



ЖИЗНЕННЫЕ ЦИКЛЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ

1. БЕЗ ЧЕРЕДОВАНИЯ ПОКОЛЕНИЙ

1) Гаплоидный,
или зиготический
цикл развития (n)
 $2n$ – только зигота

2) Диплоидный,
или гаметический
цикл развития ($2n$)
 n – только гаметы

2. С ЧЕРЕДОВАНИЕМ ПОКОЛЕНИЙ

3) Гаплоидно-диплоидный
цикл развития ($n + 2n$)

3) Изоморфная смена
поколений
спорофит = гаметофит
 $C = \Gamma$

4) Гетероморфная
смена поколений
 $C > \Gamma$
 $c < \Gamma$

I. Ж. Ц. БЕЗ ЧЕРЕДОВАНИЯ ПОКОЛЕНИЙ

1. ГАПЛОИДНЫЙ (гаплóнтный) жизненный цикл, или **гапlobиóнтный** цикл развития - *цикл развития* у водорослей, все фазы которого, кроме *зиготы*, гаплоидные (например, у хламидомонады, вольвокса, хлорококка, вошерии, хары, кластериума).

Тип мейоза - зиготический.

2. ДИПЛОИДНЫЙ (диплóнтный) жизненный цикл, или **дипlobиóнтный** цикл развития - *цикл развития* у водорослей, все фазы которого, кроме *гамет*, диплоидны (например, у пресноводных видов рода кладофора, диатомовых водорослей, фукуса).

Тип мейоза - гаметический.

II. Ж. Ц. С ЧЕРЕДОВАНИЕМ (СМЕНОЙ) ПОКОЛЕНИЙ

- в жизненном цикле у организма происходит закономерная смена поколений (генераций), различающихся способом размножения (смена гаметофита и спорофита, или гаплоидной и диплоидной фаз развития).

Гаплоидно-диплоидный цикл развития с

1. изоморфной (от *изос* и *морфе* - вид, форма) сменой поколений,
2. гетероморфной (от *гетерос* и *морфе* - вид, форма), сменой поколений.

Тип мейоза - спорический.

Спорический цикл:

1. ГАПЛОИДНО-ДИПЛОИДНЫЙ ЦИКЛ РАЗВИТИЯ с изоморфной сменой (чередованием) поколений - *цикл развития растений с чередованием поколений, в котором гаметофит и спорофит внешне одинаковы (например, у морских видов ульвы, энтероморфы, кладофоры, хетоморфы из зеленых водорослей, некоторых порядков бурых и большинства красных водорослей).*

4. ГАПЛОИДНО-ДИПЛОИДНЫЙ ЦИКЛ РАЗВИТИЯ с гетероморфной сменой поколений - *цикл развития растений с чередованием поколений, в котором гаметофит и спорофит морфологически различаются.*

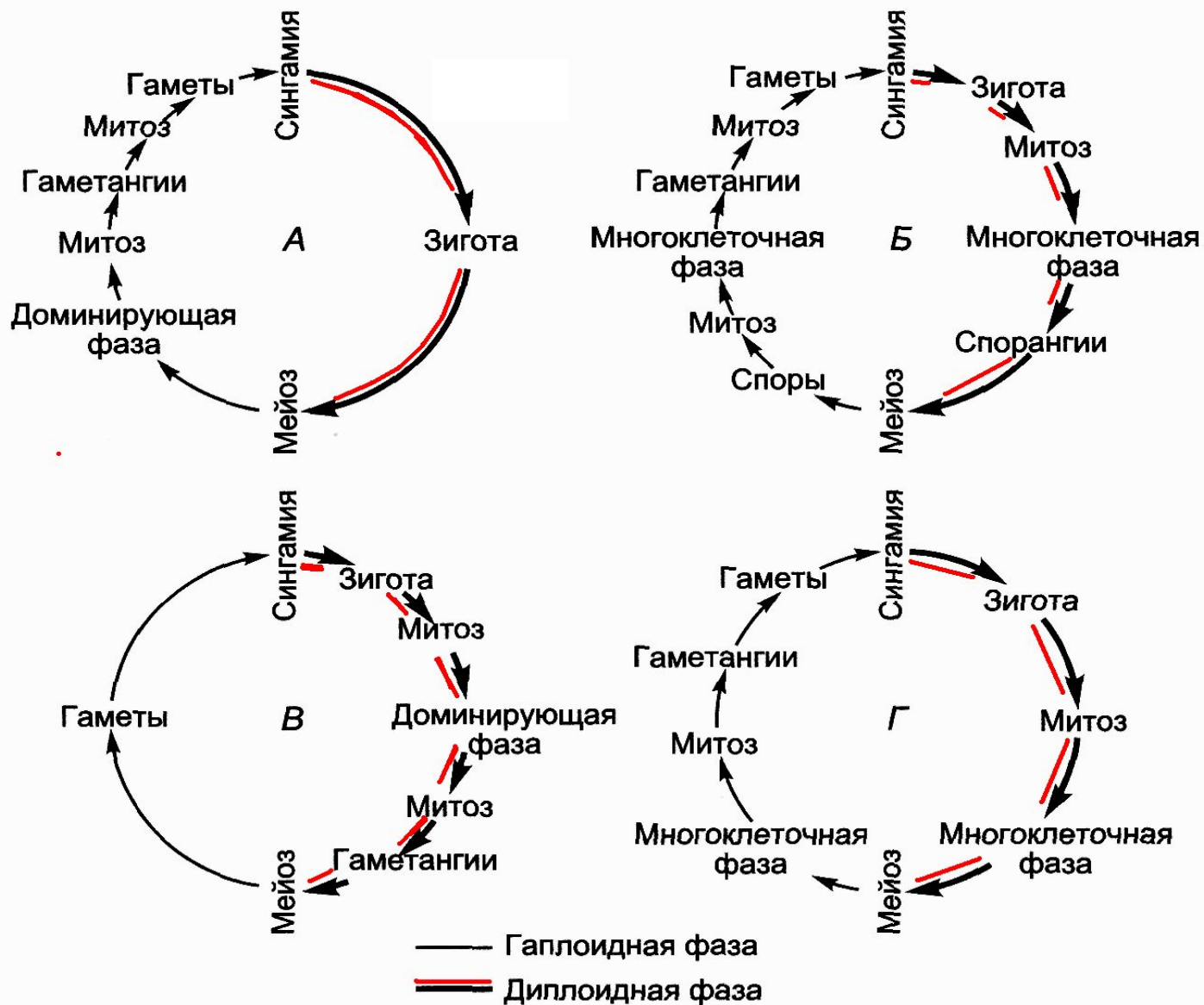


Рис. Схемы жизненных циклов водорослей. А — зиготический, или гаплоидный (диплоидна только зигота); Б — спорический, или гаплоидно-диплоидный); В — гаметический, или диплоидный (гаплоидны только гаметы); Г — соматический, или гаплоидно-диплоидный.

У некоторых водорослей мейоз происходит в вегетативной клетке и при этом не образуются споры или гаметы и это называется *соматической редукцией*. (Например, *Prasiola* из Chlorophyta, *Batrachospermum* из Rhodophyta).

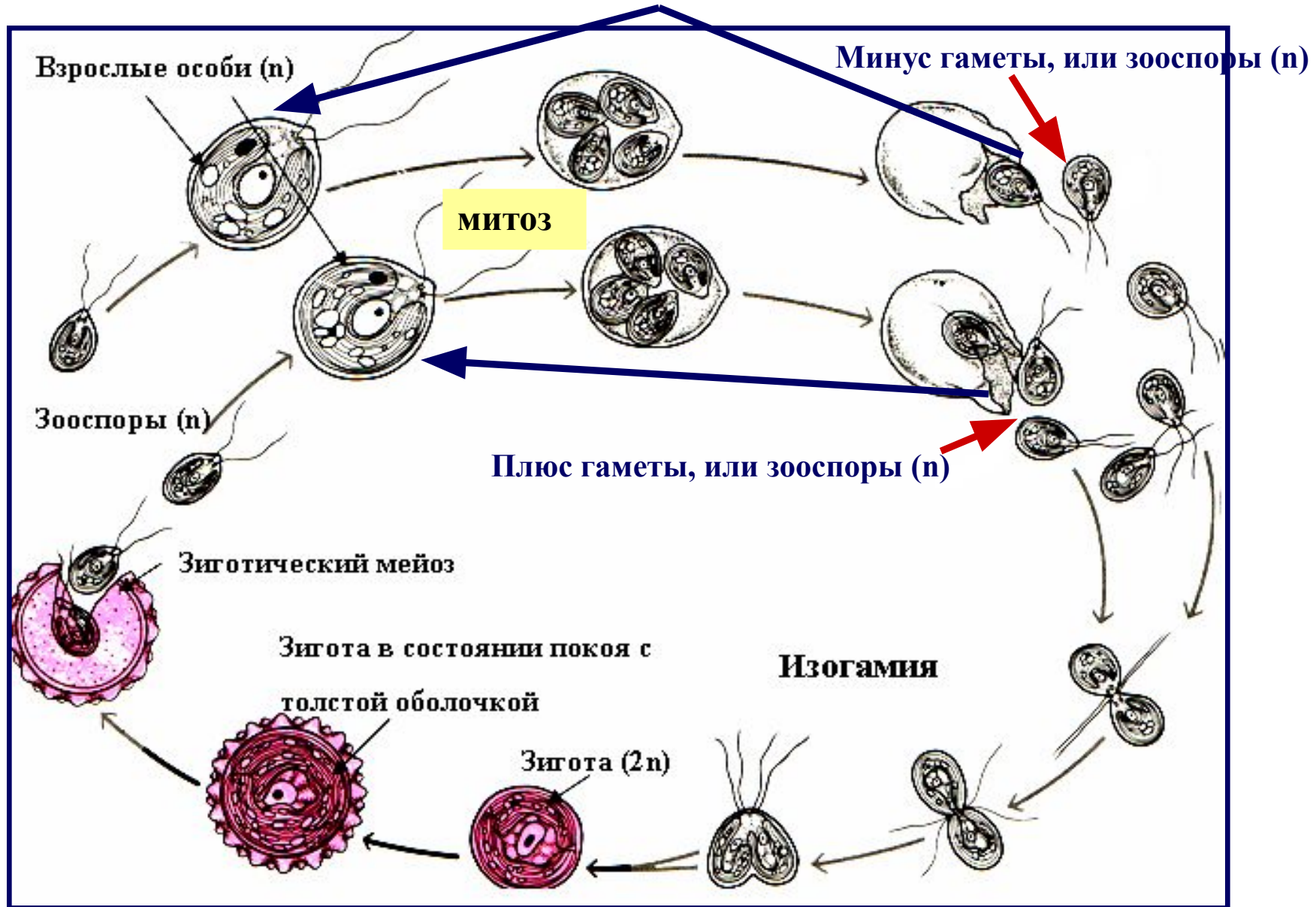
Спорофиты – растения, образующие споры, имеют гаплоидный или диплоидный набор хромосом

ГАМЕТОФИТЫ (от *гамета* и греч. *phytón* - растение) – растения, продуцирующие *гаметы*, имеют гаплоидный набор хромосом.

ГАМЕТОСПОРОФИТЫ (от *гамета*, *спора* и *фитон*) - растения (водоросли), способные производить как *споры*, так и *гаметы*.

Развитие органов размножения того или иного типа у гаметоспорофита определяется температурой, интенсивностью света, длиной дня, сезонными изменениями химического состава воды или солености.

Схема жизненного цикла развития Хламидомонады



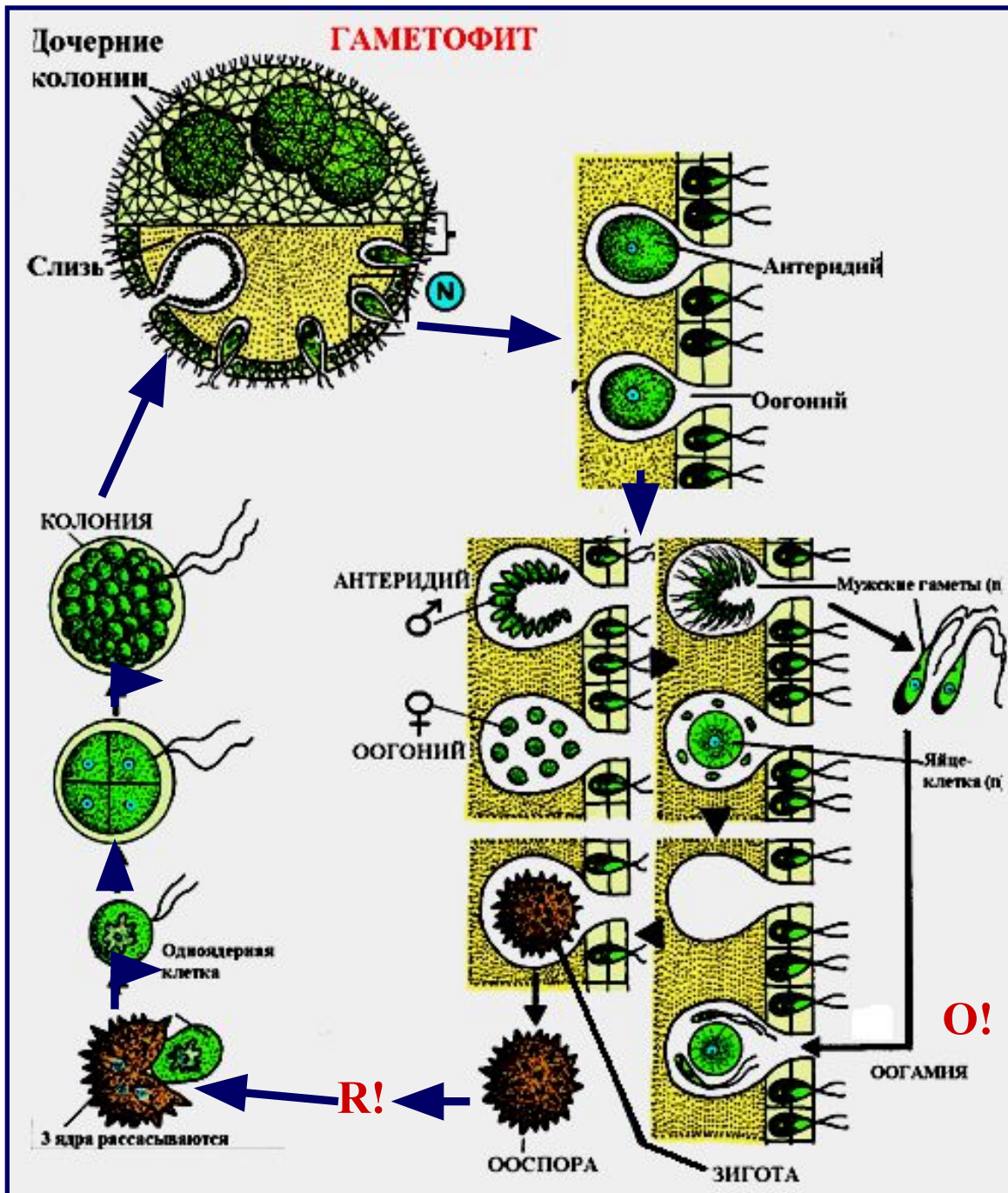
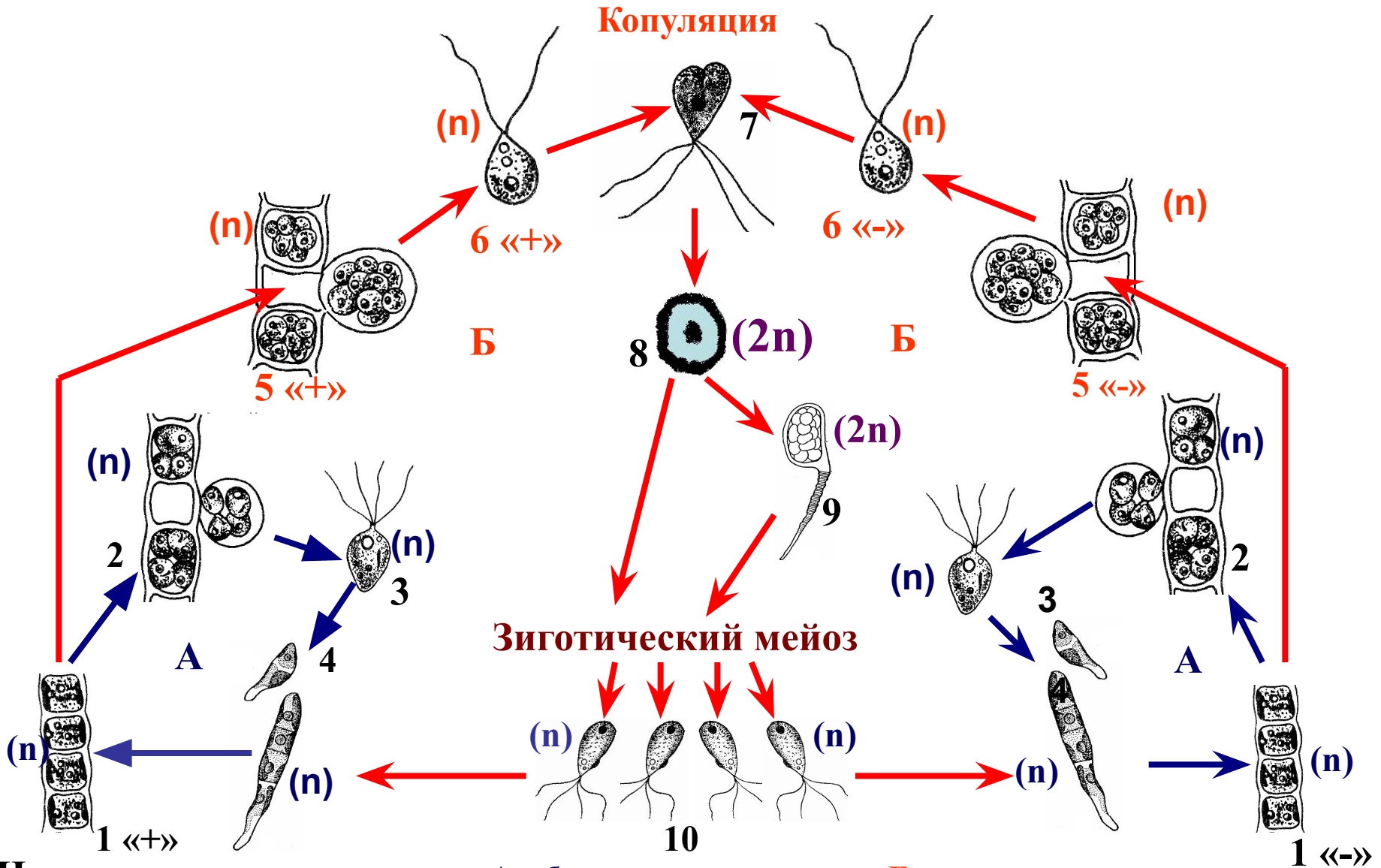
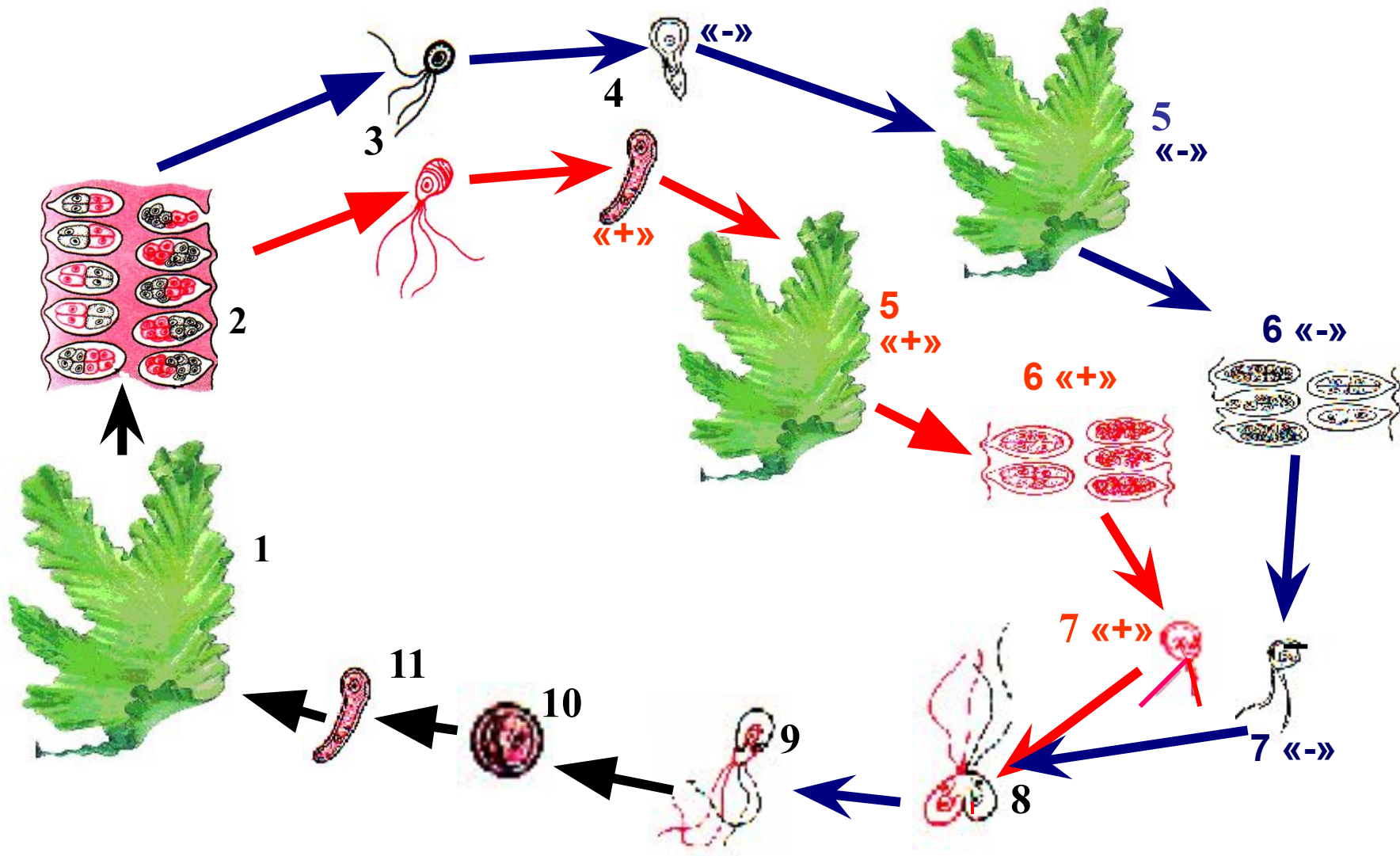


Схема
цикла развития
зеленой
водоросли
вольвокса
(*Volvox*)

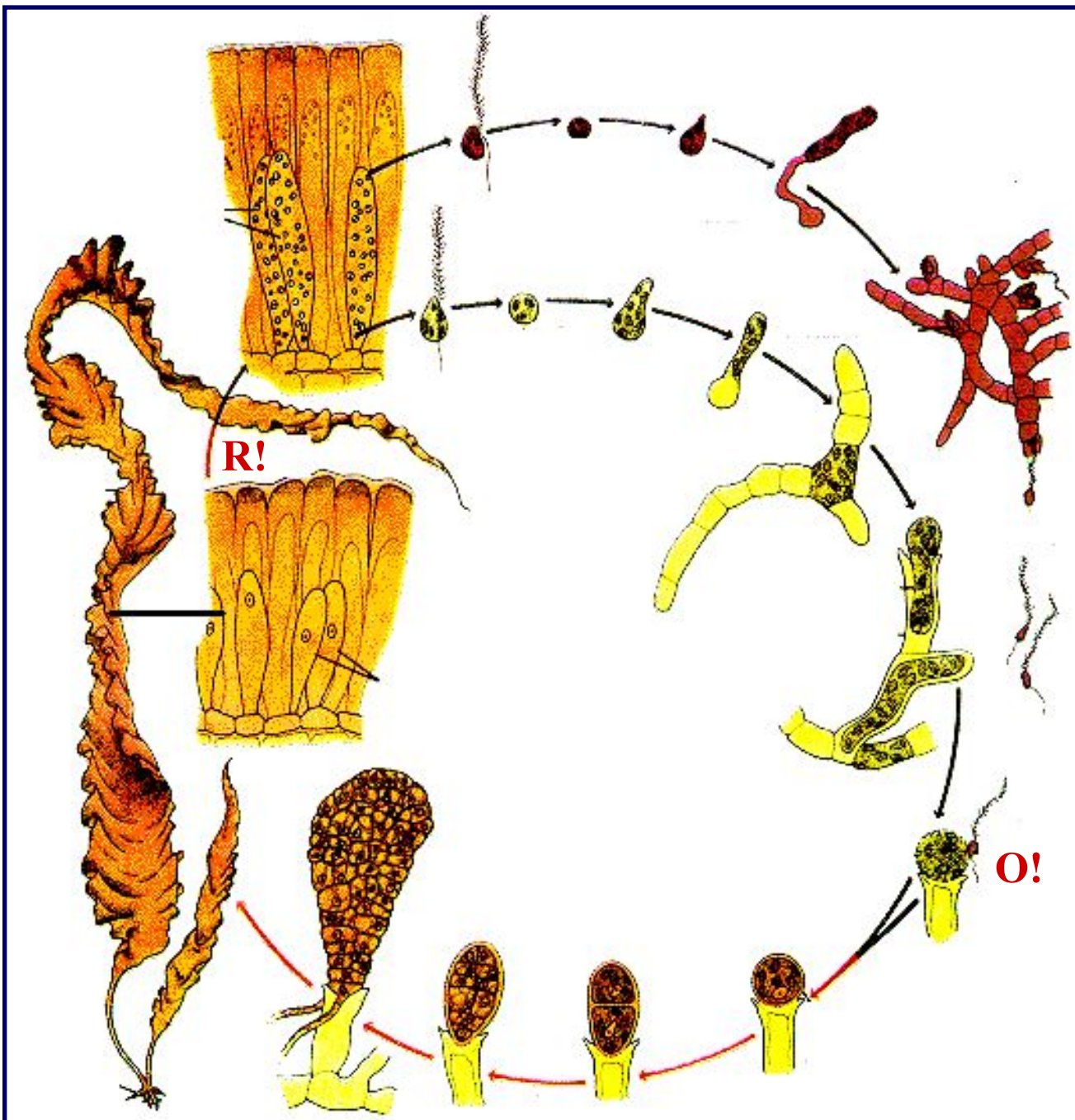


Цикл развития улотрикса: А – бесполое размножение; Б – половое размножение.

1 – вегетативный таллом; 2 - участок с зооспорангиями; 3 – зооспора; 4 – прорастание зооспоры; 5 – гетероталлические талломы с гаметангиями; 6 – гамета; 7 – планозигота; 8 – покоящаяся зигота с толстой оболочкой; 9 – одноклеточный спорофит; 10 – зооспоры.



ЦИКЛ РАЗВИТИЯ УЛЬВЫ (Ulva).



**ЦИКЛ РАЗВИТИЯ
БУРОЙ
ВОДОРΟΣЛИ
ЛАМИНАРИИ
(*Laminaria*)**

8. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПО ОТНОШЕНИЮ К РАЗЛИЧНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

I. Водоросли водных местообитаний

II. Водоросли вневодных местообитаний

I. Водоросли водных местообитаний:

1. Планктон. Фитопланктон.

2. Нейстонные водоросли:

- эпинеuston**
- гипонейстон**

3. Бентосные (донные) водоросли:

- эпилиты**
- эпипелиты**
- эндолиты**
- эндофиты**
- эпифиты**
- паразиты**
- перифитон**

4. Водоросли экстремальных температур:

- водоросли снега и льда,**
- водоросли льда,**
- водоросли соленых водоемов.**

II. ВОДОРОСЛИ ВНЕВОДНЫХ МЕСТООБИТАНИЙ:

- 1. Аэрофильные водоросли.**
- 2. Эдафотфильные водоросли.**
- 3. Литотфильные водоросли.**

СИМБИОТИЧЕСКИЕ водоросли.

В современной систематике выделяют следующие отделы водорослей:

1. Отдел синезеленые водоросли (цианеи),
или цианобактерии (Cyanophyta)
2. Отдел красные водоросли (Rhodophyta)
3. Отдел зеленые водоросли (Chlorophyta)
4. Отдел охрофиты (Ochromphyta)
5. Отдел гаптофиты (Haptophyta)
6. Отдел динофиты (Dinophyta)
7. Отдел криптофиты (Cryptophyta)
8. Отдел эвгленовые водоросли
(Euglenophyta)

Альгофлора Якутии включает
2476 видов водорослей из
508 родов,
160 семейств,
55 порядков,
22 классов и
12 отделов.

По числу видов преобладают отдел зеленые (Chlorophyta) — 33,8 % и класс диатомовые — 23,2 %, отдел синезеленые (Cyanophyta) - 14,2 %, классы золотистые — 9,9 и желтозеленые — 8,8, отдел эвгленовые (Euglenophyta) — 5,7 %. Менее разнообразны отделы динофитовые — 3,1 %, криптофитовые — 0,6, красные — 0,3, классы рафидофитовые — 0,2, бурые и харовые — по 0,1 %.

ЗНАЧЕНИЕ водорослей

- 1. В круговороте веществ в природе: все продуценты органического вещества и кислорода в водоемах.**
- 2. Повышают плодородие почвы, участвуют в создании гумуса**
- 3. Активные санитары, агенты естественного самоочищения водоемов сточных и загрязненных вод.**
- 4. Заросли водорослей – среда обитания и укрытия ВОДНЫХ ЖИВОТНЫХ.**
- 5. Многие виды являются кормовыми базами для рыб, Промышленным путем получают зольные элементы: калий и натрий.**
- 6. Вызывают «цветение» воды (интенсивное развитие водорослей в толще воды, в результате чего вода приобретает окраску).**

Микрометр (русское обозначение: **мкм**, международное: **μm**; от греч. **μικρός** «маленький» + **μέτρον** «мера, измерение») — дольная единица измерения длины в Международной системе единиц (СИ). Равна одной миллионной доле метра (10^{-6} метра или 10^{-3} миллиметра): $1 \text{ мкм} = 0,001 \text{ мм} = 0,0001 \text{ см} = 0,000001 \text{ м}$.

1 мкм (микрометр) = 10^{-6} метра или 10^{-3} миллиметра): $1 \text{ мкм} = 0,001 \text{ мм} = 0,0001 \text{ см} = 0,000001 \text{ м}$.