

**СЕРИЯ: «Подготовка к олимпиадам по биологии и экологии»**



## **РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**

**для подготовки учащихся к олимпиадам  
по биологии и экологии  
(Водоросли)**

**Фамилия**

\_\_\_\_\_

**Имя**

\_\_\_\_\_

**Номер группы:**

Отдел образования Администрации Московского района Санкт-Петербурга  
ГБОУ ДППО ЦПКС «Информационно-методический центр»  
Московского района Санкт – Петербурга

Государственное бюджетное учреждение  
дополнительного образования  
Дворец детского (юношеского) творчества  
Московского района Санкт – Петербург

*Эколого-биологический отдел*

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**  
*для подготовки учащихся к олимпиадам*  
*по биологии и экологии*  
(Водоросли)

*2-издание,  
исправленное и дополненное*

Санкт – Петербург  
2016

*Печатается по решению кафедры методики обучения биологии и экологии  
ФГБОУ ВПО Российского государственного педагогического  
университета имени А.И.Герцена  
(протокол № 2 от 25.09.2016 г)*

**Рябова С.С., Иудина Т.А., Васильева С.А. РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**  
для подготовки учащихся к олимпиадам по биологии и экологии (Водоросли).  
Учебное издание. – 2-е изд. – СПб.: Издательство «ТЕССА», 2016. – 40 с.

### ***Редакционная коллегия***

Директор ГБОУ ДОД ДД(Ю)Т Московского района  
***Е.В.Вергизова*** (ответственный редактор).

Заместитель директора по опытно-экспериментальной и методической работе  
***Т.С.Воробейкова*** (научный редактор).

Заместитель директора по учебно-воспитательной работе  
***Н.Н. Кислова*** (корректор).

### **Рецензенты:**

***Андреева Наталья Дмитриевна***, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой методики обучения биологии и экологии РГПУ им. А.И.Герцена.

***Малиновская Наталья Владимировна***, кандидат педагогических наук, доцент кафедры методики обучения биологии и экологии РГПУ им. А.И.Герцена.

***Панкратова Ирина Викторовна***, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники РГПУ им. А.И.Герцена.

Рабочая тетрадь ориентирована главным образом на закрепление и отработку наиболее сложных для учащихся тем внутреннего и внешнего строения водорослей. Она обеспечивает фиксацию результатов наблюдений, практических работ, а также активизирует творческую деятельность учащихся, связанную с экологической и биологической проблематикой.

Тетрадь предназначена для подготовки обучающихся натуралистических объединений к олимпиадам эколого-биологической и естественнонаучной направленности.

В тетради представлены различного уровня задания и тесты (базовый и углубленный) для закрепления, усвоения и проверки знаний в области биологии.

Для учащихся учреждений дополнительного образования. **Учебное издание предназначено для использования в качестве УМК к образовательной программе дополнительного образования «Живая лаборатория».**

**СЕРИЯ: «Подготовка к олимпиадам по биологии и экологии».**

**ББК 20я431**

## ВВЕДЕНИЕ

Самое ценное – общение с природой, в которой человек живет и на которую воздействует, причем очень часто безумно, нанося ей огромный вред. Выходы в природу, экскурсии, наблюдения всегда вызывают у школьников положительные эмоции, обогащают их новыми и яркими впечатлениями, рождают чувство прекрасного, помогают воспитанию любви к природе.

Академик С.С. Шварц отмечал: «Сегодня каждый культурный человек и грамотный специалист, работающий в любой отрасли, должен знать, что такое «популяция», «биоценоз», «экологическое равновесие». Однако действительно осознанное понимание этих категорий можно сформировать только на практике, именно в этом случае абстрактные понятия наполняются конкретным содержанием, раскрывают закономерности существования видов, популяций, их взаимоотношений; заставляют учащихся по-другому взглянуть на свое место в природе.

Современная общеобразовательная школа в полной мере не справляется с задачей предоставления качественного экологического образования для всех. В школах отсутствует система экологического образования и образования для устойчивого развития. У современных детей и молодежи есть возможность повышения экологической грамотности и развития мотивации к поиску решения современных экологических проблем в рамках дополнительного образования. Педагоги эколого-биологического отдела Дворца детского юношеского творчества Московского района Санкт-Петербурга успешно осуществляют образовательную деятельность в этом направлении. Применяют различные педагогические технологии в условиях экологического воспитания, а также разрабатывают разнообразные методические материалы: руководства для лабораторных занятий, полевые практикумы, иллюстрированные пособия, печатные рабочие тетради (ПРТ), которые используются при углубленном изучении биологии и экологии.

**Печатные рабочие тетради являются практической частью учебно-методического комплекса к образовательной программе дополнительного образования «Живая лаборатория».** Рабочая тетрадь содержит разноуровневые задания для подготовки к олимпиадам по биологии и экологии: составление сравнительных характеристик, заполнение таблиц, сопоставление понятий, работа с рисунками, выполнение лабораторных работ, разгадывание кроссвордов и др. В конце каждой темы приводятся вопросы и тесты для контроля и самоконтроля усвоения знаний.

Использование ПРТ повышает эффективность обучения за счет рационального использования времени на занятиях и дома. Применение ПРТ позволяет педагогу включить учащихся в работу по систематизации и применению знаний, развивать целый комплекс интеллектуальных умений, внимание и познавательных процессов, повышается эффективность работы учащихся с дополнительной литературой. Использование рабочей тетради способствует формированию у учащихся самостоятельности в обучении и потребности в самообразовании, побуждает к самостоятельным наблюдениям и экспериментам. Работа в ПРТ вызывает у учащихся живой интерес и увлеченность.

Авторы

## ВВЕДЕНИЕ

**Водоросли** – это группа организмов, в которую объединяют оксифотоавтотрофные (процесс фотосинтеза идет с выделением кислорода), прокариотические (доядерные) и эукариотические (ядерные) организмы. Наука, изучающая водоросли называется *альгологией*.

Водоросли широко распространены. Они встречаются во всех средах жизни, освоили разные местообитания, включая экстремальные, такие как горячие источники, ледники, кратеры вулканов, водоемы с высокой концентрацией солей.

Тело водорослей называют талломом, или слоевищем. Его размеры сильно варьируют: от микроскопически малых до нескольких десятков метров. Таллом может быть одноклеточным, колониальным, многоклеточным. Строение клеток соответствует принадлежности водорослей к про- или эукариотным организмам. У эукариотных водорослей хлоропласты имеют разнообразную форму: зернистую, дисковидную, чашевидную, пластинчатую, лентовидную, сетчатую, колокольчатую, звездчатую. В матриксе хлоропласта у большинства водорослей первичные продукты фотосинтеза концентрируются вокруг структур белковой природы – **пиреноидов**.

Форма таллома рассматривается как ступени эволюции водорослей. Различают следующие типы их организации:

1. **Монадная** организация характеризуется активной подвижностью с помощью жгутиков. Таллом может быть одноклеточным, колониальным, ценобиальным (ценобий – колонии, в которых количество клеток не меняется на протяжении вегетативной фазы жизни).

2. **Амебoidная (ризопоидальная)** организация характерна для форм, лишенных твердой оболочки, вследствие чего у них развиваются цитоплазматические отростки – *ризоподии*.

3. **Пальмеллоидная**, или **капсальная** организация характеризуется неподвижностью и наличием слизи, в которую погружены клетки.

4. **Коккоидная** организация характеризуется неподвижностью. Таллом может быть одноклеточным, колониальным или ценобиальным.

5. **Нитчатая, или трихальная** организация представлена клетками, соединенными в простые или разветвленные нити.

6. **Разнонитчатая, или гетеротрихальная** организация представлена двумя системами нитей: стелющиеся по субстрату горизонтальные и отходящие от них вертикальные нити.

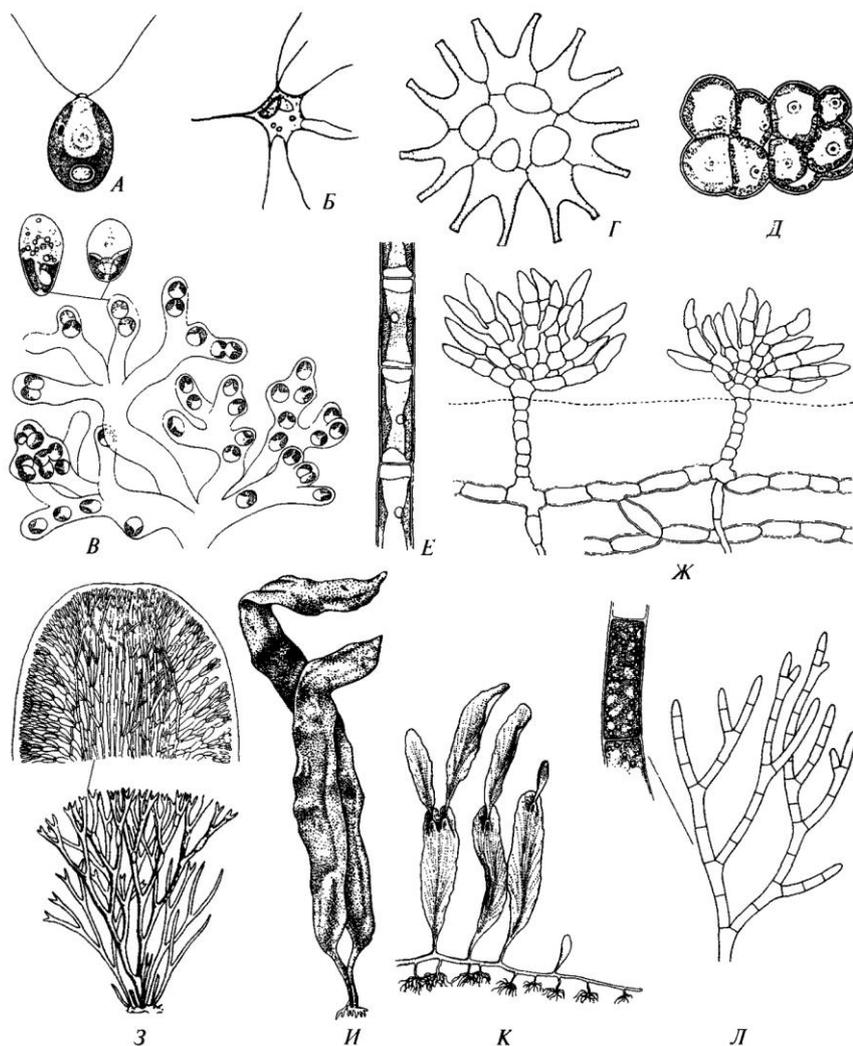
7. **Пластинчатая, или тканевая (паренхиматозная)** организация выводится из нитчатой в результате делений клеток нити не только в поперечном, но и в продольном направлении возникают талломы в виде паренхиматозных пластинок.

8. **Ложнотканевая (псевдопаренхиматозная)** организация представлена слоевищами, иногда довольно крупными, которые образовались в результате срастания разветвленных нитей, нередко сопровождаемого морфофункциональной дифференциацией получающихся ложных тканей.

9. **Сифональная, или сифоновая** организация отличается отсутствием клеточных перегородок, так что талломы, часто крупных размеров, имеющие значительную внешнюю расчлененность, формально представляют собой одну клетку обычно с большим количеством ядер.

10. **Сифонокладальная** организация представлена многоядерными клетками, соединенными в нитчатые или иной формы многоклеточные талломы.

**Рис. 1. Некоторые типы морфологической дифференциации таллома у водорослей: А – монадный; Б – амебодный; В – гемимонадный; Г – коккоидный; Д – сарциноидный; Е – нитчатый; Ж – разнонитчатый; З – ложнотканевый; И – тканевый; К – сифональный; Л – сифонокладальный.**



**И – тканевый; К – сифональный; Л – сифонокладальный.**

Отметим, что монадная форма организации – исходная для всех остальных типов организации талломов водорослей. Усложнение строения и переход к многоклеточности сопровождались потерей подвижности в

вегетативном состоянии. Исходная монадная организация сохранялась только у репродуктивных клеток (гамет), и то не всегда.

Перечисленные ступени организации таллома в разных отделах водорослей представлены неодинаково. Наиболее полно они встречаются в отделах зеленые и охрофитовые.

Размножение водорослей происходит *вегетативным, бесполом и половым путем*. Вегетативное размножение осуществляется в результате простого деления клетки надвое у одноклеточных, распада колонии на части у колониальных, участками нитей или пластинок у многоклеточных водорослей. Более специализированной формой вегетативного размножения является образование толстостенных, богатых питательными веществами клеток – **акинет**, которые хорошо переносят неблагоприятные условия. У некоторых водорослей образуются специальные структуры вегетативного размножения – клубеньки, представляющие собой видоизмененные укороченные талломы.

Бесполое размножение осуществляется специализированными клетками-спорами, или зооспорами (имеют жгутики), которые образуются в специальных клетках-спорангиях, или зооспорангиях. У колониальных монадных и коккоидных водорослей при бесполом размножении образуются дочерние колонии. Бесполое размножение в ряде групп водорослей отсутствует.

Половое размножение представлено у всех эукариотных водорослей. Оно осуществляется с помощью специальных клеток – **гамет**, которые образуются в специализированных структурах – **гаметангиях**. Сущность полового процесса заключается в слиянии (копуляции) двух гаплоидных клеток – гамет, в результате чего образуется диплоидная зигота. Существует несколько типов полового процесса:

1. **Изогамия** – наиболее примитивная форма, при которой сливаются две одинаковые подвижные клетки.

2. **Гетерогамия (анизогамия)** – форма полового процесса, при которой сливаются подвижные разные по размеру клетки.

3. **Оогамия** – процесс, при котором сливается неподвижная крупная клетка, называемая *яйцеклеткой* и подвижная мелкая клетка, называемая *сперматозоидом*. Яйцеклетки развиваются в женских гаметангиях – оогониях, а сперматозоиды – в мужских – антеридиях. Эти структуры резко отличаются от вегетативных клеток.

4. **Конъюгация** – половой процесс, при котором сливается содержимое двух вегетативных недифференцированных клеток, физиологически исполняющих функцию гамет.

В жизни водорослей имеет место чередование гаплоидной и диплоидной фаз. Гаплоидная фаза возникает в результате редукционного деления диплоидного ядра. Этот процесс может происходить на разных этапах жизненного цикла. В связи с этим различают следующие типы редукции:

1. **Зиготическая редукция** – происходит в зиготе, в результате чего из нее формируется гаплоидная особь – **гаплонт**, в фазе которого и проходит вегетативная жизнь водоросли.

2. **Гаметическая редукция** – происходит перед образованием гамет. После их слияния возникает диплоидная зигота, из которой вырастает диплоидная особь – **диплонт**, в фазе которого проходит вегетативная жизнь водоросли.

3. **Спорическая редукция** – происходит перед образованием спор бесполого размножения, из которых вырастает гаплоидная особь, продуцирующая гаметы. Гаметы, сливаясь, восстанавливают диплоидность в зиготе, из которой формируется диплоидная особь, продуцирующая споры бесполого размножения. У водорослей со спорической редукцией имеет место чередование поколений: диплоидного бесполого спорофита и гаплоидного полового гаметофита.

Типы редукции определяют типы жизненного цикла:

1. **Гаплоидный** жизненный цикл характеризуется тем, что водоросль живет в гаплоидном состоянии. Диплоидная фаза короткая и представлена зиготой.

2. **Диплоидный** жизненный цикл характеризуется тем, что водоросль живет в диплоидном состоянии, гаплоидная фаза непродолжительная, представлена гаметами.

3. **Гаплоидно-диплоидный** жизненный цикл характеризуется чередованием поколений – гаплоидного и диплоидного, которые могут внешне не отличаться друг от друга – **изоморфная** смена поколений или резко отличаться – **гетероморфная** смена поколений.

В основе классификации водорослей лежит целый ряд особенностей, касающихся строения клеточной оболочки, состава пигментов, биохимических процессов синтеза некоторых веществ, состава запасных веществ. Водоросли имеют большое значение, как в природе, так и в жизни человека.

При изучении водорослей используются временные и постоянные препараты, которые требуют применения микроскопа. Внешний вид и детали строения объектов изучения отражает биологический рисунок.

# ЦАРСТВО НАСТОЯЩИЕ БАКТЕРИИ – *EUBACTERIA*

Подцарство оксифотобактерии – *Oxyphotobacteria*

ОТДЕЛ ЦИАНОБАКТЕРИИ – *CYANOBACTERIA*

[СИНЕ-ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ – *CYANOPHYTA*]

Цианобактерии, или сине-зеленые водоросли – древние прокариотические оксифототрофные организмы, не имеющие ядра, вакуолей, хлоропластов и митохондрий. Для них характерен смешанный тип питания: автотрофный тип питания (оксифотосинтез) осуществляется с помощью более, чем 40 видов пигментов, а на гетеротрофный тип питания цианобактерии переходят при повышенном содержании органических веществ в воде. Поэтому появление и увеличение численности сине-зеленых водорослей является индикатором загрязнения водоемов.

Возникли эти организмы около 4,5 млрд. лет назад. Распространены чрезвычайно широко. Они населяют как пресные, так и соленые водоемы, их находят в теплых и горячих источниках при температуре 70-80°C, а также вне воды – на почве и в почве, где число особей в 1 грамме может составлять 100000, на камнях, скалах, коре деревьев. Некоторые сине-зеленые, благодаря выделяемым ими органическим кислотам, живут внутри известковых субстратов (так называемые сверлящие водоросли). Есть виды, живущие на снегу и льду, они входят в состав лишайников, поселяются на шерсти животных (белые медведи, ленивцы) и корнях растений.

Талломы сине-зеленых водорослей могут быть одноклеточными, колониальными или многоклеточными (нитчатые). Их окраска от синевато-зеленой до красноватой, фиолетовой и почти черной обеспечивается наличием пигментов: зеленого – *хлорофилла а*, синих – *фикоцианинов*, красных – *фикоэритринов*, желто-оранжевых – *каратиноидов*. Некоторые сине-зеленые водоросли имеют дополнительный пигмент – *сцитомин*, поглощающий свет в ультрафиолетовой части спектра (212-300 нм), благодаря этому они могут выживать при жестком ультрафиолетовом облучении.

Клеточные оболочки имеют неоднородную слоистую структуру, содержат *мурейн*, который обеспечивает прочность, структурную жесткость и эластичность клеточной стенки. Цианеи часто выделяют на поверхности таллома слизи, которые формируют слизистый чехол. Слизистые продукты разных клеток могут объединяться, что приводит к образованию колониальной слизи. Слизь предохраняет клетки от высыхания, позволяет прикрепляться к субстрату и участвует в процессе скользящего движения.

Протопласт цианей представляет собой цитоплазму, окруженную цитоплазматической мембраной – плазмолеммой, часто образующей складки, направленные внутрь клетки. Цитоплазма имеет вязкую консистенцию, в которой выделяют участки с интенсивной окраской (периферический слой) и со слабой окраской (внутренний слой). Периферическую часть называют *хроматоплазмой*. Здесь сосредоточена основная масса пигментов. Во внутренней, или центральной части называемой *центроплазмой*, или

*нуклеоплазмой* находятся кольцевые молекулы ДНК и «бактериальные хромасомы» – ДНК хроматиновые элементы.

В цитоплазме цианей содержатся также *газовые вакуоли, рибосомы и запасные вещества*. Среди последних встречается полисахарид *гликоген*, близкий к нему *анабенин*, вещества углеводно-белковой природы: *цианофицин в виде гранул (цианофициновые зерна) и волютин*. Отметим, что цианофицин – запасной продукт, встречающийся только у сине-зеленых водорослей. Он служит источником азота при его недостатке в среде, а также используется в качестве источника энергии, когда клетки находятся в темноте в анаэробных условиях. У планктонных видов бывают газовые вакуоли, заполненные углекислым газом. Рибосомы сходны с рибосомами пластид растений.

У нитчатых сине-зеленых водорослей из вегетативных клеток возникают *гетероцисты и акинеты*. Гетероцисты имеют толстую оболочку, гомогенную цитоплазму. В них отсутствуют питательные вещества, фотосинтез проходит без выделения кислорода. Эти клетки участвуют в восстановлении атмосферного азота с помощью фермента нитрогеназы. Они часто возникают в условиях недостатка в среде соединений азота. Гетероцисты имеют поровый канал, посредством которого сохраняется контакт с соседними вегетативными клетками. Акинеты (споры) – это крупные толстостенные клетки без поровых каналов, заполненные запасными питательными веществами, преимущественно цианофициновыми зёрнами. Споры могут выдерживать высушивание и другие неблагоприятные условия. При их прорастании на одном конце оболочки возникает пора, через которую выходит проросток.

Для всех сине-зеленых водорослей характерно отсутствие подвижных жгутиковых стадий. Полового процесса нет. Размножение бесполое и вегетативное: у одноклеточных форм – делением клетки, у нитчатых – участками таллома – *гормогониями*. У некоторых видов образуются мелкие клетки – *гонидии*, либо возникают внутри материнской клетки толстостенные эндоспоры, либо отшнуровываются от верхушки материнской клетки – экзоспоры (*беоциты*). Беоцитами называют и мелкие клетки (в количестве от 4 до 1000), которые возникают в результате нескольких последовательных делений содержимого материнской клетки, через разрывы покровов которой они освобождаются.

Сине-зеленые водоросли имеют большое как природное, так и хозяйственное значение:

- Появление у цианобактерий фотосинтеза, идущего с выделением кислорода привело к изменению химического состава атмосферы Земли, которая из бескислородной стала кислородной.
- Цианеи, живя в экстремальных условиях вводят в биологические круговороты Земли местообитания, в которых другие организмы не живут.
- Почвенные цианеи участвуют в почвообразовательном процессе и обогащают почву азотом.

- Планктонные сине-зеленые водоросли наряду с зелеными принимают участие в образовании сапропелей, они содержатся в составе лечебных грязей.
- Цианей используют при мониторинге качества воды.
- В производстве биологически активных добавок (БАД).
- Негативное значение цианей проявляется в том, что сильно размножаясь и затем погибая, они выделяют токсичные продукты распада, которые приводят к массовой гибели животного населения водоемов, в том числе и к замору рыбы.

***Наиболее распространены в пресных водоемах и на почве водоросли следующих родов:***

### **I. Одноклеточные или колониальные**

1. Хроококк (*Chroococcum*). Клетки крупные. Шаровидные, одиночные или в небольших колониях неправильной формы.
2. Микроцистис (*Microcystis*). Клетки мелкие собраны в колонии. Колонии с резким очертанием: шаровидные или гроздевидные.
3. Глеокапса (*Gleocapsa*). Образует колонии неопределенных очертаний из 2-16 клеток, одетые слизистыми чехлами. Часто живет вне воды, на стенках цветочных горшков и в поддонах при избыточном поливе растений. Слизистые обертки некоторых колоний имеют окраску (сине-зеленую, красноватую или фиолетовую). Иногда слизь инкрустирована известью

### **II. Нитчатые (нити одиночные или в колониях)**

1. Осциллятория (*Oscillatoria*). Представляет собой прямые нити, состоящие из цилиндрических, очень коротких клеток. Гетероцист нет.
2. Артроспира (*Arthrospira*). Нити спирально закручены. Гетероцист нет.
3. Лингбия (*Lyngbya*). Нити прямые, толстые в слизистом чехле.
4. Анабена (*Anabena*). Нити состоят из округлых клеток, содержат гетероцисты, иногда крупные споры; нить по всей длине одинаковой толщины. Скопление нитей образует рыхлую массу.
5. Носток (*Nostoc*). Образует плотные слизистые колонии (до 2-3 см) образованные нитями с гетероцистами.
6. Глеотрихия (*Gloetrichia*) Образует шаровидные или подушковидные колонии. Нити утолщены с одного конца и волосовидно утончаются к другому. В толстом конце находится гетероциста и спора. Толстые концы одеты слизью, образующей влагалище; в колонии нити собраны пучком.

## РАБОТА 1

Класс Хроококковые – *Chroococceae*  
Порядок Хроококковые – *Chroococcales*  
Сем. Хроококковые – *Chroococcaceae*  
Глеокапса – *Gleocapsa sp.*

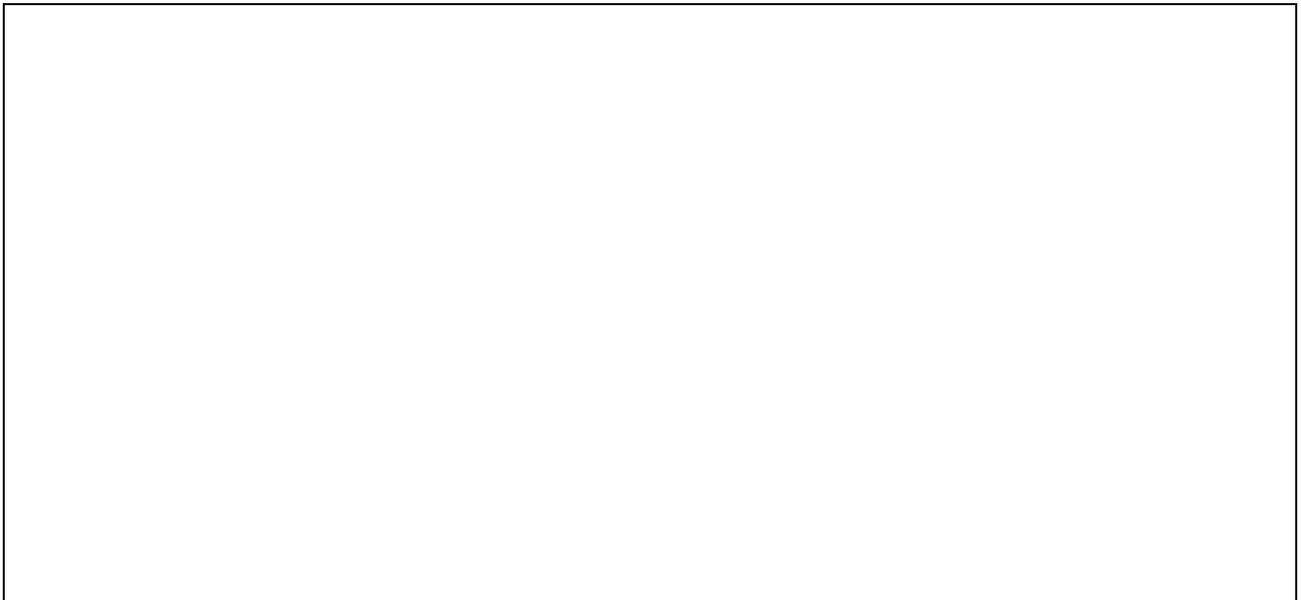


**Рис. 3. Глеокапса (*Gleocapsa sp.*). Общий вид колонии.**

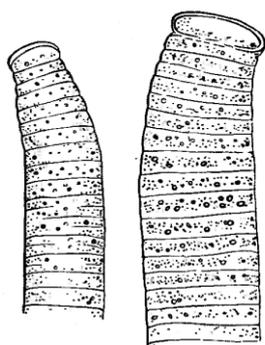
Глеокапса встречается в мелких пресных водоемах, в планктоне морей. Часто поселяется на влажных камнях, скалах, деревьях, на почве. Это микроскопическая одноклеточная или колониальная водоросль. Клетки или колонии окружены слизистыми обертками.

### *Ход работы*

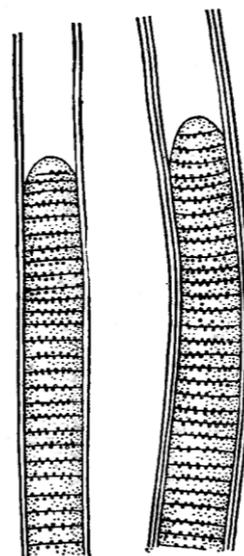
1. Соскоблить синевато-зеленый налет глеокапсы в каплю воды на предметное стекло, размять иголкой и накрыть покровным стеклом.
2. При малом увеличении микроскопа найти в поле зрения одиночные клетки и колонии глеокапсы.
3. Рассмотреть препарат при большом увеличении и зарисовать его.
4. Отметить на рисунке: **слизистый футляр колонии, клетки колонии, клеточную оболочку.**



Класс Гормогониевые – *Hormogoniophyceae*  
Порядок Осцилляториевые – *Oscillatoriales*  
Сем. Осцилляториевые – *Oscillatoriaceae*  
**Осциллятория – *Oscillatoria* sp.**  
**Лингбия – *Lyngbya* sp.**



**Рис. 4. Осциллятория (*Oscillatoria* sp.)**  
Общий вид колонии



**Рис. 5. Лингбия (*Lyngbya* sp.)**  
Общий вид колонии

Осциллятория обычна в водоемах со стоячей загрязненной водой, она встречается в виде пленок на поверхности почвы. Таллом в виде однорядных нитей из короткоцилиндрических тонкостенных клеток, слизистый футляр не развит.

Лингбия живет в тех же условиях. Таллом заключен в плотное слизистое влагалище.

Гетероцисты и споры не образуются. Размножение гормогониями.

### ***Ход работы***

1. Рассмотреть общий вид пленок или налетов, содержащих осцилляторию или лингбию, обратите внимание на цвет.
2. Приготовить временный препарат: взять кусочек пленки пинцетом или препаровальной иглой и поместив его в каплю воды на предметном стекле слегка забить пленку, чтобы освободились нити. Накрывать покровным стеклом.
3. В приготовленном препарате найти нити и рассмотреть своеобразное колебательное (осцилляторное) движение нити (М.ув.). Узкие яркие нити с колеблющимися концами-осциллятория; более широкие и темноокрашенные-лингбия.
4. Зарисовать на Б.ув. участок нити.

5. Сделать на рисунке следующие обозначения: оболочка клетки, хроматоплазма, нуклеоплазма, цианофициновые зерна, разделительный диск, гормогоний, слизистый футляр (слизистое влагалище) у лингбии.



Порядок Ностоковые – *Nostocales*  
Сем.Ностоковые – *Nostocaceae*  
**Носток сливовидный – *Nostoc pruniforme***

Виды р. Носток живут в озерах, прудах, болотах, на скалах, на влажной почве. Встречаются виды, живущие в степях, пустынях, горячих источниках, некоторые являются симбионтами в лишайниках. Носток – колониальный организм округлой или сливовидной формы, размеры которого достигают 5-10 см, сине-зеленого или оливкового цвета. Колонии слизистые или студенистые состоят из переплетающихся нитей, заключенных в слизистые обертки. Поверхность колоний состоит из уплотненных нитей, в центре нити находятся в студенистой массе. Нити колонии имеют гетероцисты. Размножаются ни ти гормогониями. Некоторые слизистые колонии ностока, обитающего в Китае употребляют в пищу.

***Ход работы***

1. Пинцетом и препаровальной иглой отделить кусочек периферической, более плотной части колонии. Положить его в каплю воды, на предметное стекло.
2. Выделенный кусочек колонии немного размять в капле воды, положить покровное стекло.
3. Чуть придавливая покровное стекло, с осторожностью потереть его о предметное стекло.
4. Рассмотреть препарат сначала на М.у., потом на Б.у.
5. Зарисовать сначала целую колонию, затем отдельные нити. На рисунках отметить: у колонии - внешний вид, у нити – вегетативная клетка, гетероцисты, пора, гормогоний.

### **Контрольные вопросы по теме:**

1. Почему сине-зеленые водоросли называют цианобактериями?
2. Чем объяснить широкое распространение цианей?
3. Что такое гормогонии? Как вегетативно размножаются сине-зеленые водоросли?
4. Какую роль играют цианеи в почве?
5. В чем значение цианей?

Все ниже рассмотренные водоросли относятся к эукариотным организмам, которые имеют настоящее ядро и ядрышки, митохондрии, пластиды. Кроме бесполого и вегетативного размножения они характеризуются наличием полового процесса. В цикле развития большинство из них имеют подвижные, то есть жгутиковые стадии.

## **ЦАРСТВО ПРОТОКТИСТЫ ВОДРОСЛИ – *ALGAE***

### **ОТДЕЛ КРАСНЫЕ ВОДРОСЛИ (*RHODOPHYTA*)**

Отдел содержит 670 родов и 2500-6000 видов. Красные водоросли являются единой древней группой. Они распространены в морях, где могут образовывать заросли на глубине 20-40 м. Глубоководные формы, живущие на глубине 100-200м, имеют особенно яркую окраску. Реже багрянки встречаются в пресных водоемах. Среди красных водорослей есть одноклеточные, многоклеточные и колониальные формы с разной организацией таллома. Большинство багрянок имеют многоклеточные талломы в виде кустиков, нитей, корочек, листовидно одно- и многослойных пластинок, прикрепленных к субстрату. Большинство этих водорослей не бывают очень крупными и только у некоторых видов талломы достигают 1,5-2 м.

Окраска талломов очень красивых розовато-красных и малиновых тонов, однако, она может быть оливковой, синеватой и почти фиолетовой, что зависит от соотношения пигментов в клетках. Среди последних характерны: зеленые пигменты – хлорофиллы *a* и *d*, желто-оранжевые каротиноиды (зеаксантин, лютеин, неоксантин и др.), водорастворимые пигменты - фикобиллины (от греч. *rhycos*-морская трава; англ. *bilin*-от лат. *bilis*-желчь): фикоэритрины красного цвета, фикоцианины и аллофикоцианин - синего цвета. Пигменты находятся в хлоропластах пластинчатой, зернистой, дисковидной или звездчатой формы.

Клетка красных водорослей одета оболочкой, включающей пектиновые вещества и целлюлозу. Она может сильно набухать, иногда инкрустироваться известью. И карбонатом магния. Тогда талломы становятся твердыми, каменистыми, напоминающими кораллы. Запасные питательные вещества-

масло и полисахарид «багрянковый крахмал», его зерна откладываются в цитоплазме.

Ядро одно или несколько, пиреноиды часто отсутствуют. Размножение вегетативное, бесполое и половое. Митоз закрытый без центриолей. Цитокенез, или разделение клеток идет за счет впячивания цитоплазматической мембраны. На месте вакуоли в перегородке формируется пора, которая закрывается белковой поровой пробочкой. Наличие поровых соединений - это отличительная особенность багрянок, имеющая значение в их систематике. Бесполое размножение происходит с помощью неподвижных клеток: у низших багрянок - голых моноспор, возникающих по одной в моноспорангии, у высших - тетраспорами, образующимися по четыре в тетраспорангии, образующихся на диплоидных тетраспорифитах. В цикле развития багрянок совершенно отсутствуют подвижные жгутиковые стадии. Преобладает жизненный цикл спорический (гаплоидно-диплоидный) с тремя многоклеточными фазами, две из которых диплоидные. Половой процесс - своеобразная оогамия. Половые органы специфического строения.

Женский половой орган называется **карпогоном**. В типичном случае он состоит из расширенной части - *брюшка* - и узкой, нитевидной - *трихогины*. У низших представителей трихогина может отсутствовать. В брюшке карпогона находится *одна яйцеклетка*.

Мужские половые органы - **антеридии** - имеют вид мелких бесцветных клеток, собранных группами. В них образуются по одному неподвижные мужские гаметы - *спермации*. Переносимые течением воды спермации попадают или прямо на карпогон, или на трихогину, через которую их содержимое поступает в карпогон, а затем сливается с яйцеклеткой. У низших багрянок (моноспоровых) оплодотворенная яйцеклетка - зигота, редуционно делясь без периода покоя, дает начало спорам. Их называют **карпоспорами**. Группы карпоспор называют *цистокарпием*. Карпоспоры и вырастающие из них новые особи гаплоидны. Смены поколений здесь нет.

У большинства высших багрянок (тетраспоровых) карпоспоры образуются из зиготы сложным путем. При этом редуционного деления не происходит. Карпоспоры *диплоидны*. Из них вырастают диплоидные бесполое особи, которые образуют тетраспорангии с тетраспорами. Из тетраспор вырастают гаплоидные особи, на которых формируются половые органы. Здесь наблюдается изоморфная смена поколений.

Красные водоросли являются ценным промышленным и техническим сырьем. Из них добывают студенистое вещество *агар-агар* и *карраген*, которые используются в пищевой, текстильной и кожевенной промышленности, а также в микробиологических лабораториях в качестве питательной среды. Багрянки содержат 30% белков, йод, витамины и поэтому имеют пищевое и лекарственное значение.

## РАБОТА 2

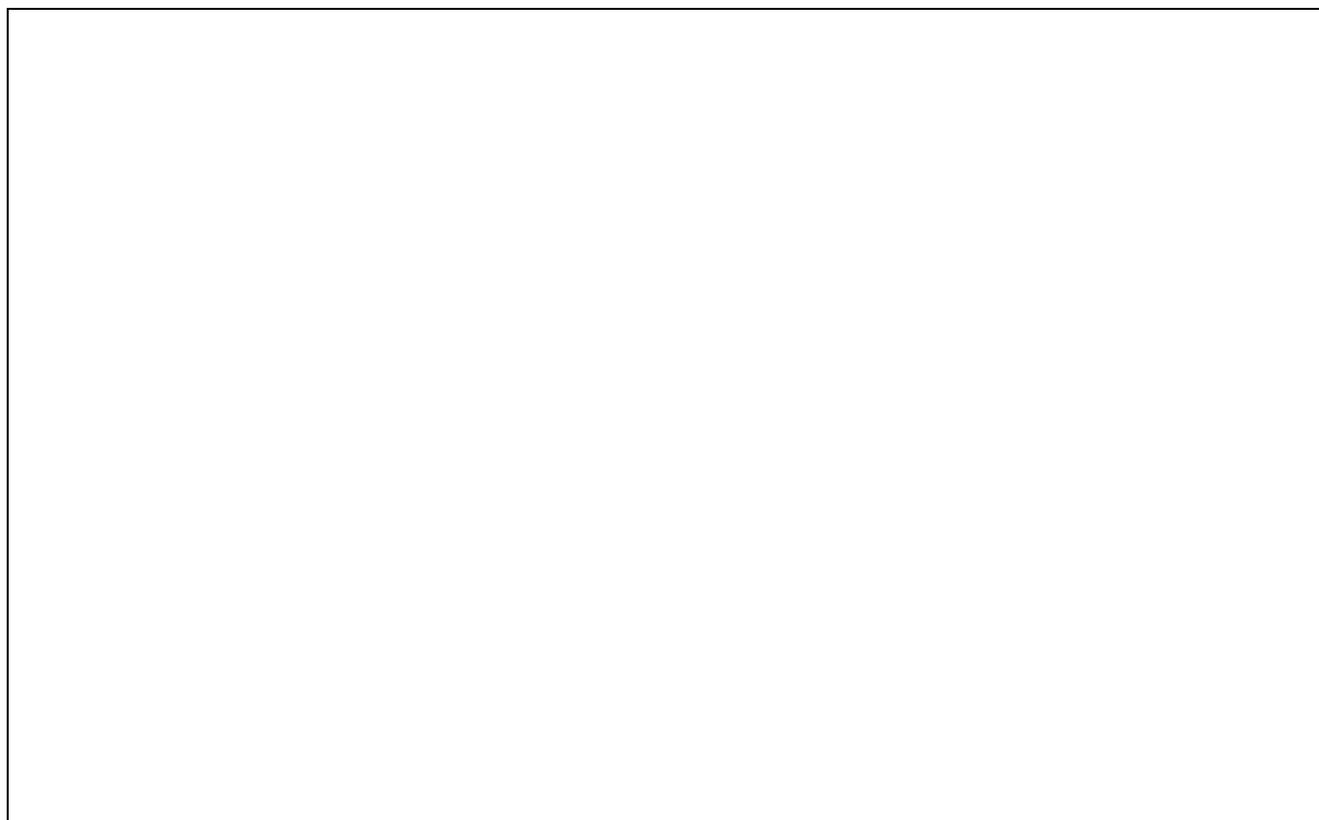
Класс Красные водоросли – *Rhodophyceae*  
Порядок Бангиевые – *Bangiales*  
Порфира – *Porphyra sp.*

Порфира обитает в прибрежной полосе северных морей, в Черном море, у южных и юго-западных побережий Европы, южных районах Тихого и Атлантического океанов. Ее одно-двуслойный нежный пластинчатый таллом достигает 20-30 см в длину, черешковидно сужается к основанию. Ризоидальными выростами водоросль прикрепляется к камням, или другим водорослям. В оболочках клеток нет пор, ядро одно, хлоропласты звездчатой формы с одним пиреноидом. Окраска розовато-сиреневая, малиновая или зеленовато-фиолетовая. Бесполое размножение моноспорами, возникающих из вегетативных клеток. Из них же образуются половые органы – карпогоны и антеридии. Зигота дает начало 8-16 гаплоидным карпоспорам. Смены поколений нет. В цикле развития диплоидна только зигота.

Порфира съедобна, за ее нежный вкус в некоторых странах она культивируется.

***Ход работы***

1. Рассмотреть гербарий порфиры
2. Зарисовать ее внешний вид.
3. Отметить на рисунке: пластинчатый таллом, узкий конец таллома- подошва.



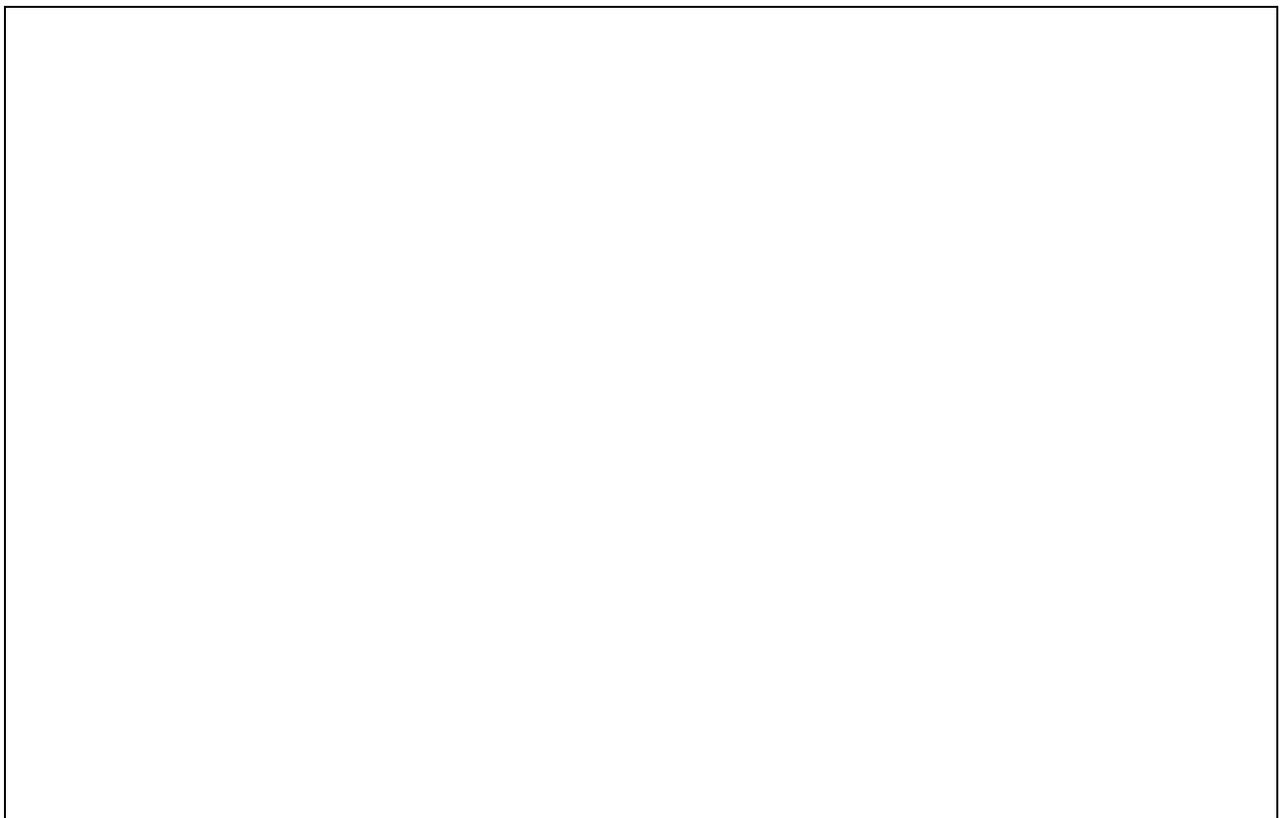
**Порядок Батрахоспермовые – *Batrachospermales***  
**Батрахоспермум – *Batrachospermum sp.***

Это пресноводная водоросль. Таллом серого, зеленовато-желтого, оливкового или зеленовато-синеватого цвета имеет вид кустика размером до 10-15 см. Ведет прикрепленный образ жизни. Слоевище состоит из осевой нити, слагающееся рядом бесцветных, сравнительно крупных цилиндрических клеток, и мутовок боковых коротких веточек, состоящих из мелких окрашенных клеток – ассимиляторов. Эти клетки содержат большое количество пластинчатых хлоропласт. Оболочки клеток имеют поры.

Бесполое размножение осуществляется моноспорами, образующимися в шаровидных моноспорангиях на ассимиляторах. Половые органы развиваются на одном или разных особях. Зигота после редукционного деления образует гаплоидные карпоспоры, собранные в группы-цистокарпии. Смены поколений нет. Диплоидна только зигота.

***Ход работы***

1. Рассмотреть батрахоспермум по гербарии. Обратит внимание на его окраску
2. Используя готовый препарат, рассмотреть и зарисовать часть таллома (Б.ув.)
3. На рисунке отметить: узлы, междоузлия, мутовки ветвей-ассимиляторов, цистокарпий, моноспорангий.



**Порядок Кораллиновые – *Corallinales***

Кораллина – *Corallina sp.*  
Литотамнион – *Lithothamnion sp.*

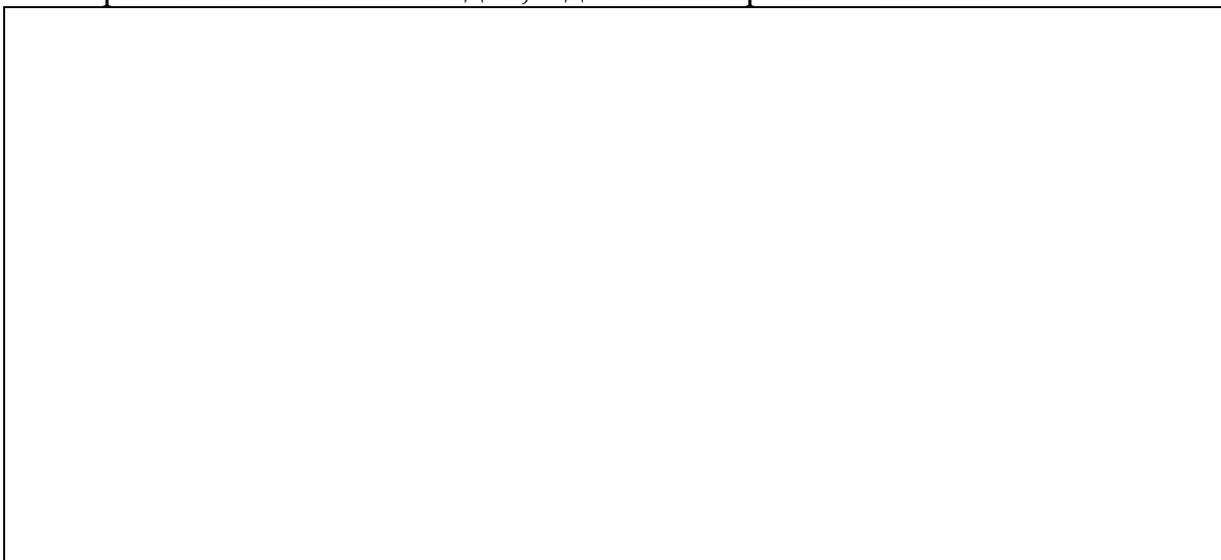
Род кораллина распространен во всех морях, особенно в тропиках. Вертикально стоящие кустики ветвятся преимущественно в одной плоскости. Ветви состоят из сильно пропитанных известью члеников, соединенных друг с другом сочленениями с малым количеством извести, что придает всему кусту гибкость, помогающую противостоять действию волн. органы размножения у кораллины (антеридии, карпогоны, тетраспорангии) развиваются всегда на разных особях (мужских и женских гаметофитах, тетраспорофитах) на концах ветвей в особых углублениях – концептакулах, сообщающихся с внешней средой посредством узкого отверстия.

Кораллиновые водоросли вместе с другими пропитанными известью видами участвуют в образовании коралловых рифов.

У рода литотамнион (*Lithothamnion*) многолетний таллом также пропитанный известью образует на камнях или на створках моллюсков плотные розоватые корочки. Особенно распространен в северных морях, часто на больших глубинах.

***Ход работы***

1. Рассмотреть внешний вид литотамниона и кораллины, используя ручную лупу 4<sup>x</sup>. Обратит внимание на ветвление таллома кораллины.
2. Зарисовать фрагмент таллома кораллины и внешний вид таллома литотамниона.
3. Отметить на рисунке: внешний вид таллома, членики с промежуточным сочленением у кораллины.
4. Познакомиться с видовым разнообразием багрянок по гербарному материалу.
5. Зарисовать несколько видов, сделать их краткое описание



***Контрольные вопросы по теме:***

1. Чем характеризуются багрянки?
2. В чем наиболее характерные особенности процессов размножения у красных водорослей?
3. На основании каких особенностей багрянки условно делят на низшие и высшие?
4. Какова роль красных водорослей в природе и как они используются человеком?

## ОТДЕЛ ОХРОФИТЫ – *OSHRORPHYTA*

Охрофитовые водоросли – это разнообразная группа, включающая почти все типы дифференциации таллома – от одноклеточных монадных представителей до гигантских водорослей с тканевым типом дифференциации таллома. Монадные клетки имеют 2 жгутика: короткий и гладкий, длинный и «опушенный». Короткий жгутик принимает участие в фототаксисе. Оболочка хлоропластов образована четырьмя мембранами. Из пигментов присутствуют хлорофиллы *a* и *c*, фукоксантин. Запасной продукт хризоламенарин формируется в вакуолях и цитоплазме.

## РАБОТА 3

Класс Диатомовые, или Бацилляриевые –  
*Diatomophyceae, Bacillariophyceae*

Диатомовые водоросли – микроскопические одноклеточные и колониальные организмы, имеющие характерную, только им свойственную клеточную оболочку. Она состоит из внутреннего, пектинового слоя и наружного, окременелого (пропитанного кремнеземом, то есть гидратом двуокиси кремния  $3\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) образующего так называемый панцирь. Панцирь имеет своеобразную «скульптуру» в виде ребрышек, штрихов, точечных утолщений. Панцирь состоит из двух половинок: большей – **эпитеки** и меньшей **гипотеки**. Эпитека и гипотека в свою очередь, как бы слагаются из двух частей: более или менее *плоской створки* с загнутыми краями и плотно соединенного с ней под прямым углом *пояскового ободка*. Эпитека охватывает гипотеку, как крышечка коробочку.

Хлоропласты пластинчатой формы, желто-бурые, содержат зеленые хлорофиллы *a* и *c*, оранжевый каротин, желтый ксантофилл и бурый пигмент фукоксантин, маскирующий зеленый цвет хлорофилла.

Размножаются диатомовые водоросли вегетативно – делением клетки пополам. Половой процесс изогамный. Зигота (ауксоспора) обладает способностью к интенсивному росту. Жизнь водоросли проходит в диплоидной фазе.

Диатомовые водоросли чрезвычайно широко распространены и в планктоне, и в бентосе различных водных бассейнов, морей и океанов. Они

поселяются на почве или в ее верхних слоях, на влажных камнях, скалах, стенах, на коре деревьев.

После гибели содержимого клетки створки диатомей не растворяются в большинстве природных вод и долго сохраняются. Они осаждаются на протяжении последних 150 млн. лет, начиная с раннего мелового периода и т.о. принимают участие в образовании осадочных пород, известных как диатомит и трепел. Последние используются в производстве фильтров, в военной промышленности.

## **Наиболее распространенные диатомей**

### **I. Створки круглые, радиального строения.**

1. Мелозира (*Melozira*). Клетки цилиндрические, соединены створками в нить
2. Циклотелла (*Cyclotella*). Клетки в виде низкой круглой коробочки, одиночные; край створки ограничен резкой линией от середины.

### **II. Створки вытянутые, двустороннесимметричные**

1. Пиннулярия (*Pinnularia*). Створки удлинено-эллиптические, со швом и хорошо заметной штриховатостью.
2. Навикула (*Navicula*). Створки лодочкообразные, прямые, с суженными концами.
3. Цимбелла (*Cymbella*). Створки серповидно изогнутые.
4. Плевросигма (*Pleurosigma*). Створки изогнутые в виде буквы S
5. Синедра (*Synedra*). Створки прямые, палочкообразные, образует колонии на подводных предметах, водных растениях, макрофитных водорослях.
6. Табеллярия (*Tabellaria*). Клетки прямоугольной формы – в виде табличек со слегка закругленными концами; соединены друг с другом противоположными углами, образуя таблитчатые цепочки
7. Фрагиллярия (*Fragillaria*). Клетки палочкообразные, слегка утолщенные в середине, соединены в нить так, что соприкасаются друг с другом створками и обращены к наблюдателю пояском.
8. Гомфонема (*Gomphoneva*). Клетки клиновидной формы, с расширенными концами; простыми или ветвистыми слизистыми ножками, прикреплены к субстрату; иногда соединяются и друг с другом.

### **Диатомовые водоросли планктона Черного моря**

#### **Ход работы:**

1. Приготовить временный препарат из капли зафиксированного планктона.
2. Рассмотреть разнообразие диатомовых водорослей под М.у.
3. Зарисовать на Б.ув. 6-8 различных видов диатомей. Подписать названия.



### ***Контрольные вопросы по теме***

1. Опишите строение диатомей.
2. В чем особенности строения планктонных и бентосных диатомовых водорослей?
3. Как восстанавливается размер клеток диатомей при их измельчении?
4. Какова роль диатомей в природе?
5. Что такое диатомит и трепел? Как используются эти продукты?

## **РАБОТА 4**

Класс Бурые, или Фукусовые водоросли

***Phaeophyceae, Fucophyceae***

Класс включает около 265 родов и 1500-2000 видов. Бурые водоросли имеют относительно крупные многоклеточные талломы. Они распространены в морях и океанах всех географических широт и составляют в них основную массу фитобентоса. В пресных водоемах встречается около 10 видов. Ископаемые остатки бурых водорослей известны с силура и девона.

Талломы бурых водорослей имеют вид простых и разветвленных нитей, шнуров, пластин, корочек. Крупные виды их иногда напоминают высшие листостебельные растения. Такие крупные талломы имеют дифференцировку на примитивные ткани: покровные, запасающие, проводящие. Рост таллома может быть вставочный и верхушечный.

Клеточные оболочки целлюлозные, с примесью пектиновых веществ, сильно ослизняющиеся; в них содержатся альгины и камедеподобные вещества. Ядро одно. Хлоропласты пластинчатые или дисковидные, без пиреноидов. Содержат хлорофиллы *a* и *c*, фукоксантин, каротин, ксантофилл. Окраска - от желто-оливковой до темно-бурой. Запасные питательные вещества – ламинарин, манит, жиры.

Размножение вегетативное, бесполое и половое. Бесполое размножение осуществляется неподвижными тетраспорами (апланоспорами) или подвижными двужгутиковыми зооспорами. Половой процесс- изогамия, гетерогамия или оогамия. У большинства бурых водорослей гаплоидно-диплоидный цикл развития с изоморфной или гетероморфной сменой поколений.

Бурые водоросли имеют большое практическое значение. Из них получают йод, витамины, бромистые соли, альгинаты - вещества, стабилизирующие растворы и применяемые в производстве красок, лаков, суспензий, шампуней и пр. Маннит применяют в медицине как кровезаменитель. Как пищевые и лекарственные используют «морскую капусту»- виды из р. Ламинария, виды из р. Фукус. В приморских странах бурые водоросли применяют в качестве удобрений и на корм скоту.

### **Порядок Эктокарповые – *Ectocarpales***

Эктокарпус – *Ectocarpus sp.*

Эктокарпус - небольшой род бурых водорослей, живущих в прибрежных зонах северных морей, в Черном море. Прикрепляется к камням, другим водорослям. Таллом имеет вид сильно ветвящегося зеленовато-желтого или буроватого кустика размером до 15 см. Каждая веточка состоит из одного ряда клеток и часто заканчивается бесцветными волосками. Клетки цилиндрической формы. Хлоропласты имеют вид лопастных пластинок. Рост таллома вставочный.

На боковых веточках таллома образуются одногнездные зооспорангии, а в них - двужгутиковые зооспоры в количестве 32. Перед их образованием происходит редукционное деление, следовательно, спорофит – диплоидное поколение. Зооспоры сохраняют подвижность не более 30 мин. Из зооспоры вырастает гаплоидный гаметофит, по облику такой же как и спорофит. На нем формируются многогнездные гаметангии, похожие на кукурузные початки и могут состоять из 660 кубических клеток, в каждой из них образуется по одной гамете. Гаметы внешне одинаковые, но по поведению различают женские и мужские гаметы. Первые быстро теряют подвижность, вторые сохраняют ее до 24 часов. Остановившаяся женская гамета выделяет пахучее, сильно летучее вещество - углеводород *эктокарпен* ( $C_{11}H_{16}$ ), привлекающий мужские гаметы. Они роем окружают женскую гамету, прикрепляясь к ее мембране. В оплодотворении участвует только одна мужская гамета, после чего остальные мужские гаметы уплывают. Половой процесс- изогамия. Зигота, прорастая без периода покоя, дает начало спорофиту. Таким образом, цикл развития эктокарпуса гаплоидно-диплоидный с изоморфной сменой поколений.

***Ход работы:***

1. Рассмотреть под микроскопом постоянный препарат с веточкой эктокарпуса. Обратит внимание на центральные и боковые ветви таллома (малое увеличение).

2. Найти на препарате участки с многокамерными гаметаангиям (малое увеличение).

3. При Б.у. рассмотреть органы размножения.

4. Зарисовать общий вид слоевища и отдельные веточки с органами размножения.

5. Отметить на рисунке: общий вид слоевища, многокамерный гаметаангий, одногнездный спорангий.



### **Порядок Ламинариевые – *Laminariales***

Ламинария – *Laminaria sp.*

Макроцистис – *Macrocystis sp.*

Алария – *Alaria sp.*

Представители этого порядка имеют крупные паренхиматозные пластинчатые талломы. Его рост осуществляется за счет вставочной меристемы, расположенной между «стволом» и «листовой» пластинкой. Жизненный цикл гаплоидно-диплоидный с гетероморфной сменой поколений. Спорофит может достигать 60-100м в длину, а гаметофит- микроскопически малый. Половой процесс оогамный. В каждом оогонии образуется одна яйцеклетка, в каждой антеридии по одному сперматозоиду. Гаметофиты разнополюе и у всех представителей порядка представлены микроскопическими ветвящимися одноосевыми нитями с верхушечным ростом. Нити несут половые органы. Яйцеклетка выходит из оогония, но

остается прикрепленной к его краям. Она выделяет половые феромоны, основной из которых – *ламоксерен*. После образования зиготы, последняя покрывается оболочкой и прорастает в спорофит. У большинства ламинариевых спорофит имеет вид пластинки, дифференцированной на расширенную часть «листовую» пластинку, суженую часть-«черешок», или «ствол» и разветвленную нижнюю часть- ризоиды, с помощью которых прикрепляется к подводным предметам. У многолетних представителей зимует только ствол с ризоидами, а «листовая» пластинка ежегодно отмирает и заменяется новой. Пластинка имеет примитивное тканевое строение, где различают: мелкоклеточную наружную кору, клетки которой несут пигменты; под ней располагается внутренняя крупноклеточная кора, в которой часто накапливаются запасные вещества (запасающие клетки), она граничит с сердцевинной, которая образована рыхлым сплетением нитей. В коре многих ламинариевых имеются особые ситовидные трубки с поперечными перегородками, пронизанными многочисленными отверстиями. Они выполняют проводящую функцию.

На поверхности пластинок спорофитов образуются одногнездные зооспорангии, собранные в группы-*сорусы*. В сорусах имеются также стерильные клетки-*парафизы*. Число зооспор в спорангии колеблется от 16 до 128. Зооспоры обладают положительным хемотаксисом и могут проплывать несколько километров до питательных веществ. После оседания на субстрат зооспоры прорастают в гаметофит.

Род ламинария (*Laminaria*) широко распространена в северных морях. Таллом спорофита может достигать до 20 м в длину. Он морфологически разделен на 3 части: «листовую» пластинку, «черешок, или ствол» и ризоиды. Ствол и ризоиды-многолетние части таллома, живут до 11-18 лет. «Листовая» пластинка ежегодно меняется.

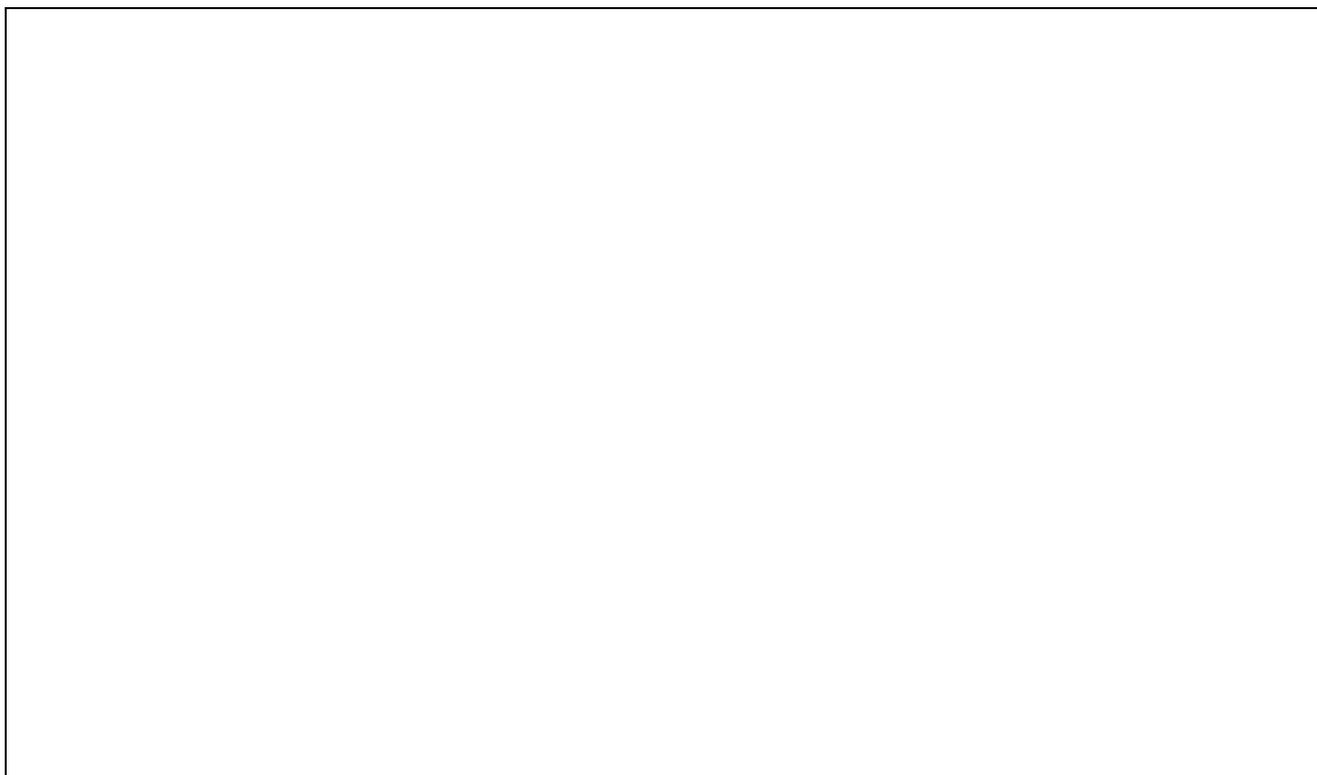
Род макроцистис (*Macrocystis*) распространен в Южном полушарии. Его таллом достигает 60м, имеет длинный тонкий ствол (в диаметре 1 см), который в нижней части голый, а в верхней односторонне образует «листья» длиной до 1,5 м, в основании они снабжены воздушным пузырем.

Род алария (*Alaria*) имеет таллом до 40 м в длину. Он расчленен на ствол с ризоидами и «листовую » пластинку с хорошо заметной срединной жилкой. Сорусы с зооспорангиями развиваются на специальных однолетних листочках-*спорофиллах*.

### ***Ход работы***

1. Рассмотреть гербарий ламинарии, макроцистиса и аларии.
2. зарисовать внешний вид и ометить основные части таллома: «листовую» пластинку, ствол, ризоиды
3. Рассмотреть постоянный препарат поперечного разреза таллома ламинарии, обратить внимание на дифференциацию клеток таллома.
4. Найти на препарате участки с сорусами

5. Сделать рисунок препарата при Б.у. На рисунке отметить: сорусы, зооспорангии, парафизы, коровые клетки, запасные клетки, проводящие клетки.



### Порядок Фукусовые – *Fucales*

Фукус – *Fucus sp.*

Фукусы – многолетние бурые водоросли, широко распространенные в Балтийском и северных морях, в северной части Атлантического и Тихого океанов. Таллом фукуса имеет вид дихотомически разветвленного буроватого куста высотой от 30-40 см до 2 м. Ветви таллома плоские на них есть воздушные пузыри. Живут фукусы на литорали- в зоне приливов.

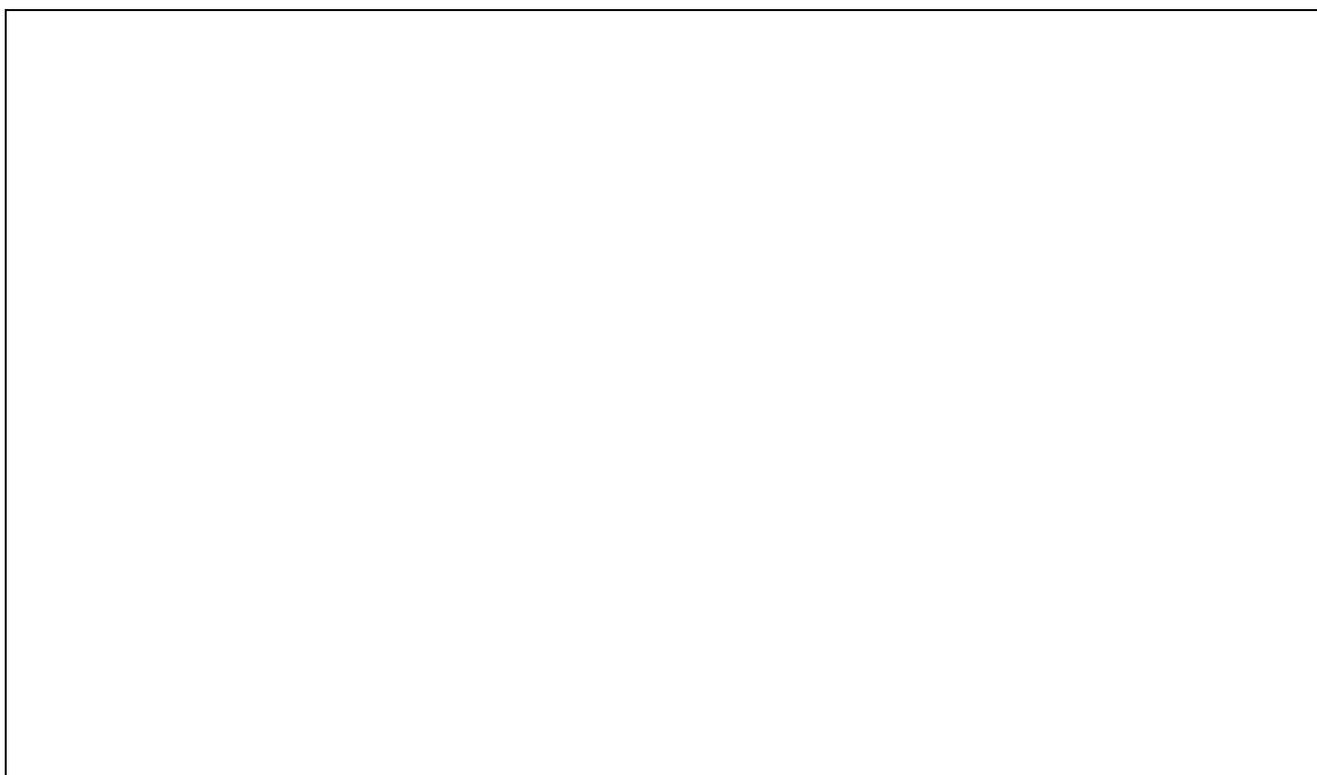
Основание таллома имеет вид округлого *стволика* с конической *подошвой*, которой он прикрепляется к субстрату. На срезе таллома видна мелкоклеточная окрашенная кора с большим количеством хлоропласт, Глубже располагается крупноклеточная паренхима с межклетниками, а в центре – нитевидные клетки, выполняющие функцию проводящей ткани.

Бесполого размножения нет. Половой процесс оогамный. Половые органы находятся в особых вместилищах – *скафидиях* (концептакулах). Они могут быть однополыми или двуполыми и развиваются на одном или разных растениях. В оогониях образуется 8 яйцеклеток, а вантеридиях – по 64 сперматозоида. Перед образованием гамет происходит редукционное деление диплоидных ядер материнских клеток выстилающего слоя скафидия.

Оплодотворение происходит вне скафидиев, в воде. Зигота прорастает сразу в диплоидный таллом фукуса. Таким образом, у фукуса смена поколений отсутствует. Цикл развития диплоидный.

### ***Ход работы***

1. Рассмотреть гербарные образцы фукуса.
2. Зарисовать таллом фукуса и сделать обозначения.
3. Отметить на рисунке: ремневидный таллом, центральную жилку, воздушные пузыри, вегетативные концы веточек таллома, генеративные концы-рецептакулы.
4. Сделать отдельно рисунок рецептакула и отметить на нем бугорки-скафидии, или концептакулы.



### ***Контрольные вопросы по теме***

1. Каковы специфические черты клеточного строения у представителей отдела Охрофиты?
2. Дайте характеристику бурым водорослям.
3. Какие типы циклов развития характерны для бурых водорослей?
4. Составьте эволюционный ряд бурых водорослей по строению таллома и органов размножения.
5. Назовите направления использования бурых водорослей.

## **ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ – PLANTAE ОТДЕЛ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ – CHLOROPHYTA**

## ПОДОТДЕЛ ХЛОРОФИТИНОВЫЕ – *CHLOROPHYTINA*

Зеленые водоросли – самый крупный отдел водорослей, объединяющий 13-20 000 видов низших растений. Их самая характерная черта – ярко-зеленая окраска таллома, которая обеспечивается преобладанием зеленых пигментов-хлорофиллов *a* и *b*. Кроме них в хлоропластах содержатся каротиноиды и ксантофиллы. Хлоропласты самых разнообразных форм, есть пиреноиды. Запасной продукт – крахмал. Размеры и характер талломов разнообразны: это и микроскопические одноклеточные водоросли, и колониальные и многоклеточные макрофиты. Обитают практически во всех средах: в пресных и морских водоемах (много планктонных видов), на суше (эпифитные виды), в почве, входят в состав лишайников.

Размножение вегетативное, бесполое и половое. Для зеленых водорослей известны все типы полового процесса и все типы циклов развития.

Зеленые водоросли имеют важное природное значение: в мировом океане они являются основными продуцентами органического вещества и источником кислорода. Они играют большую роль в почвообразовательном процессе, в жизни лишайников. Их употребляют в пищу и используют в качестве лекарственного сырья.

### РАБОТА 5

Класс Собственно зеленые водоросли – *Chlorophyceae*

Порядок Хлорококковые – *Chlorococcales*

Хлорококк – *Chlorococcum*

Плеврококк – *Pleurococcus*

Хлорелла – *Chlorella*

В порядок входят одноклеточные и колониальные водоросли, обладающие коккоидной структурой; подвижны лишь зооспоры. Многие формы обитают вне воды – в почве и на ее поверхности, на коре деревьев, фундаментах домов, некоторые участвуют в организации таллома лишайников.

**Наиболее часто встречающиеся роды**

#### ***I. Одноклеточные***

1. Анкистродесмус (*Ankistrodesmus*). Клетки игловидные или серповидные
2. Хлорококк (*Chlorococcum*). Клетки шаровидные, хлоропласт чашевидный без пиреноидов
3. Хлорелла (*Chlorella*). Клетки шаровидные, мелкие с колокольчатым хлоропластом. Зооспор нет

#### ***II. Колониальные***

1. Водяная сеточка (*Hydrodictyon*) Макроскопическая, достигающая 30 см и более ценобиальная водоросль. Колонии имеют вид сетчатого мешка. Клетки многоядерные.

2. Сценедесмус (*Scenedesmus*) Клетки в ценобиальной колонии продолговато-эллиптические, располагаются по 4-8 в ряд, многоядерные, средние без выростов, а крайние снабжены шипами.
3. Педиаструм (*Pediastrum*). Колония имеет вид однослойной многоугольной таблички. Краевые клетки с тупыми короткими рожками. Клетки одноядерные
4. Плеврококк (*Pleurococcus*) Клетки имеют толстые оболочки, собраны в ценобиальные четырехклеточные колонии - пакетики. Хлоропласт пластинчатый. Обитает на стволе деревьев, образуя ярко-зеленый налет. Входит в состав лишайников.

### *Ход работы*

1. Взять кусочек коры с зеленым налетом.
2. Приготовить временный препарат, соскоблив с кусочка коры зеленый налет.
3. Осторожно потереть покровное стекло о предметное, при этом разбиваются комочки водорослей.
4. Рассмотреть препарат под микроскопом при М.у. и Б.у.
5. Зарисовать клетки хлореллы, хлорококка и четырехклеточный ценобий плеврококка.
6. Отметить на рисунках толстые оболочки клеток, чашевидный и пластинчатый хлоропласты без пиреноидов, ценобий.

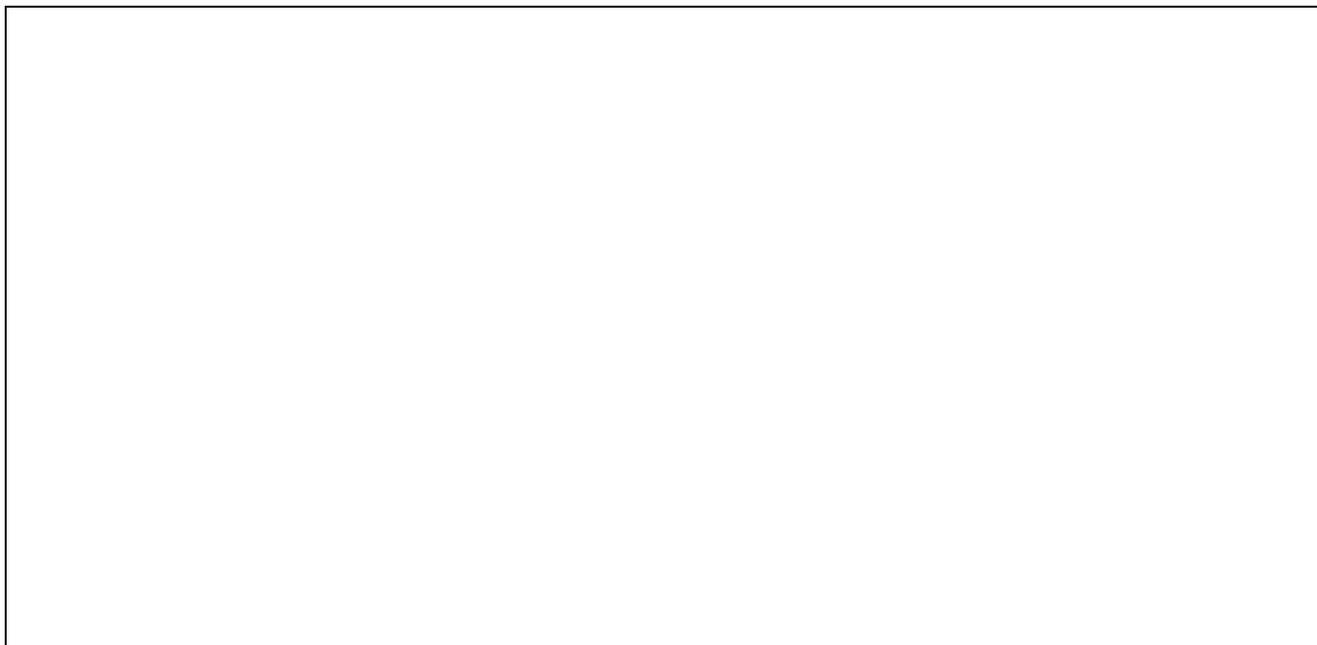


Класс Ульвовые – *Ulvophyceae*  
**Порядок Улотриковые – *Ulothrichales***  
 Улотрикс опоясанный – *Ulothrix zonata*

В порядок входят водоросли с нитчатым строением таллома. Некоторые имеют пластинчатую или мешковидную форму, но развиваются такие талломы все же первоначально как нитчатые. Клетки одноядерные. Обитают в пресных и морских водоемах, в почве.

### ***Ход работы***

1. Приготовить временный препарат и рассмотреть при М.у.
2. При Б.у. рассмотреть участок нити.
3. Сделать рисунок общего вида нити, отметить бесцветную базальную клетку-ризоид.
4. Сделать рисунок части нити и отметить на нем: слизистый футляр, вегетативная клетка, оболочка, поясковый хлоропласт, пиреноиды.



### **Порядок Ульвовые – *Ulvales***

#### ***Ульва – Ulva***

Ульва, или «морской салат», - многоклеточная морская водоросль, встречающаяся в прибрежной зоне. Таллом имеет вид ярко-зеленой пластинки, складчатой по краям, длиной 20-25 см, а шириной до 15 см. Узким нитевидным основанием таллом прикрепляется к субстрату. В средней части таллом образован двумя слоями клеток, по краям он однослойный. Каждая клетка с одним ядром и одним пластинчатым постенным хлоропластом с пиреноидом. Половой процесс изогамный, цикл развития гаплоидно-диплоидный с изоморфной сменой поколений. Ульва - съедобна и используется в приготовлении некоторых блюд.

### ***Ход работы***

1. Рассмотреть гербарный экземпляр и зарисовать его, указав размеры.
2. Отметить на рисунке пластинчатый двуслойный таллом, нитевидный ризоид.

**Порядок Кладофоровые – *Cladophorales***  
**Кладофора – *Cladophora***

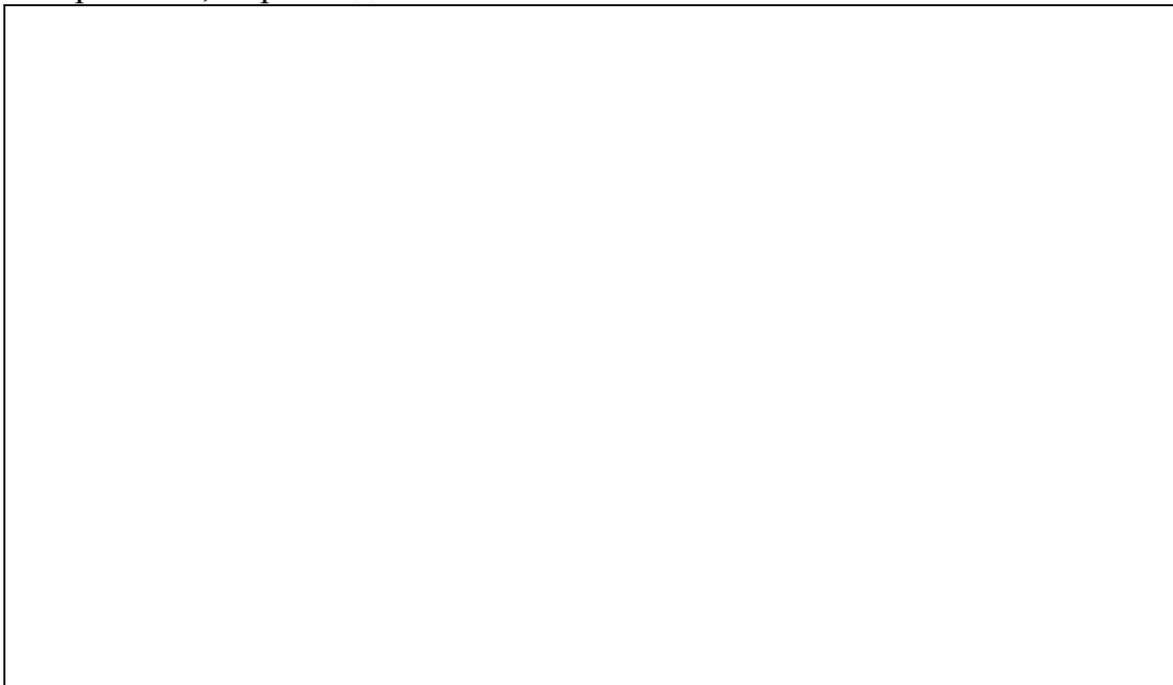
Кладофора – нитчатая, сильноветвящаяся зеленая водоросль, обитающая в основном в пресных стоячих водах и в водоемах с разной скоростью течений. Таллом кладофоры имеет вид темно-зеленых кустиков, прикрепленных основанием к субстрату, или дерновинкам и косм, свободно плавающих в воде. Кладофора жесткая на ощупь. Нити кладофоры сложены из клеток, расположенных в один ряд. Клетки многоядерные, цилиндрической формы, оболочки их толстые целлюлозные с примесью хитина. Хлоропласты неправильной формы, удлинённые, смыкающиеся концами в постенную сеть, так, что выглядят как единая сетчатая пластинка с многочисленными пиреноидами. Половой процесс изогамный. Циклы развития у разных видов отличаются: у *C.glomerata* цикл развития диплоидный, смены поколений нет. У *C.fracta* и *C.rupestris* гаплоидно-диплоидный цикл развития с изоморфной сменой поколений.

Кладофора имеет практическое значение, так как является сырьем для изготовления бумаги и картона высокого качества.

***Ход работы:***

1. Рассмотреть гербарий кладофоры и зарисовать ее внешний вид.
2. Приготовить временный препарат участка таллома.
3. Рассмотреть на М.у. и отметить особенности ветвления и форму клеток, на Б.у. рассмотреть строение клетки.

4. Зарисовать фрагмент таллома и сделать подписи к рисунку: часть таллома, многоядерная клетка, клеточная оболочка, сетчатый хлоропласт, пиреноиды.



### ***Контрольные вопросы по теме***

1. Дайте характеристику зеленым водорослям.
2. Какие водоросли относятся к порядку хлорококковых? Опишите их особенности.
3. В чем особенности нитчатой структуры тела водорослей? Как возникает у ряда представителей изученных порядков пластинчатая структура тела?
4. Укажите отличительные особенности в строении клеток у водорослей из порядков улотриковых и кладофоровых.
5. Что такое изоморфная смена поколений? У каких рассмотренных водорослей она наблюдается?
6. Какое природное и практическое значение имеют зеленые водоросли?

## **РАБОТА 6**

### **ПОДОТДЕЛ ХАРОФИТИНОВЫЕ – CHAROPHYTINA**

Класс Сцеплянки, или Конъюгаты –  
*Zygnematomphyceae, Conjugatophyceae*

К классу сцеплянок принадлежит около 4500 видов одноклеточных и нитчатых водорослей. Живут они преимущественно в пресноводных водоемах. Некоторые сцеплянки поселяются на сырой земле, скалах, камнях. Есть виды, живущие на поверхности ледников, образуя ярко окрашенные налеты.

Клетки сеплянок имеют целлюлозную оболочку, часто с поверхности ослизняющуюся. Ядро одно, хлоропласты зеленые, пластинчатые, лентовидные или звездчатые, расположены постенно или в центре клетки, несут 1 или много пиреноидов. Форма хлоропластов, их количество и расположение в клетке являются важными систематическими признаками..

Характерная особенность сеплянок – полное *отсутствие* подвижных жгутиковых стадий. У них нет бесполого размножения, а половой процесс- **конъюгация** – заключается в слиянии протопластов двух клеток, не дифференцированных на гаметы.

### Наиболее распространенные сеплянки

#### I. Одноклеточные планктонные виды

1. Клостериум (*Closterium*) . Клетки одиночные, имеют форму полумесяца без перетяжек, ядро находится в протоплазматическом мостике; в каждой рожке полумесяца по ребристому хлоропласту. На концах клетки расположены маленькие бесцветные вакуоли, в которых при большом увеличении видны движущиеся кристаллы гипса.

2. Космариум (*Cosmarium*) Клетки округлые, с перетяжкой посередине; половинки до перетяжки полукруглые. Оболочка клетки волнистая. Хлоропласты пластинчатые с пиреноидами.

3. Микростерияс (*Micrasterias*) Каждая полуклетка имеет 204 различной глубины надреза, последние в свою очередь разделены на несколько лопастей. Оболочка клеток гладкая или бородавчатая. Хлоропласты с пиреноидами.

4. Стаураструм (*Staurastrum*) Клетки трех-или многоугольной формы, с шипами по углам без перетяжек. В каждой полуклетке находится по одному хлоропласту с одним пиреноидом

#### II. Нитчатые сеплянки

1. Спирогира (*Spirogyra*) Хлоропласт в виде одной, двух или нескольких спиральных лент с многими пиреноидами.

2. Зигнема (*Zygnema*) В клетках по два звездчатых хлоропласта.

3. Мужоция (*Mougeotia*) В клетках по одному пластинчатому хлоропласту

4. Десмидиум (*Desmidium*) Нить состоит из низких с глубокой перетяжкой треугольных клеток.

### Порядок Зигнемовые - *Zygnematales*

#### Спирогира – *Spirogyra*

Спирогира – одна из самых распространенных зеленых водорослей пресных водоемов, где ее слизистые скопления образуют основную массу так называемой тины. Известно около 275 видов спирогиры. Таллом спирогиры

имеет вид неветвящейся ярко-зеленой нити, свободно плавающей в воде. Клетки цилиндрической формы, их целлюлозная оболочка покрыта слизистым чехлом. В постенном слое протоплазмы располагаются спирально опоясывающие клетку лентовидные, волнистые по краю хлоропласты с большим количеством пиреноидов. Число хлоропласт у разных видов варьирует от 1 до 12. Количество оборотов пропорционально содержанию в воде азотистых веществ. В центре клетки в цитоплазматическом кармашке, или мешочке находится ядро с 1-2 ядрышками. Значительная часть клетки занята вакуолями с клеточным соком.

Рост нити спирогиры идет за счет поперечного деления клеток и дальнейшего их разрастания. Молодые клетки достигают размеров старых через 1-2 дня и снова делятся. Вегетативное размножение происходит многоклеточными участками таллома.

Если водоросль находится в неблагоприятных условиях, то происходит половой процесс - лестничная или боковая **конъюгация**. При лестничной конъюгации *две особи спирогиры* сближаются и на боковых стенках конъюгирующих клеток возникают выросты, постепенно разрастающиеся навстречу друг к другу. В месте их соприкосновения оболочки клеток ослизняются и образуется сплошной, так называемый копуляционный канал, по которому содержимое клеток переливается в противоположащие клетки другой нити и сливается с их содержимым. При боковой конъюгации копулируют *две рядом лежащие клетки одной нити*; эти клетки соединяются боковым каналом.

Возникшая зигота покрывается вскоре толстой многослойной оболочкой, в ней накапливаются масла и после периода покоя она прорастает (одним проростком), при этом происходит редукционное деление: нити спирогиры гаплоидны.

Интенсивное размножение спирогиры приводит к зарастанию водоема и нередко негативно сказывается на их рыбной продуктивности. Вместе с тем, биомасса спирогиры может быть использована для корма сельскохозяйственных животных.

Вместе со спирогирой часто можно встретить зигнему, отличающуюся от спирогиры звездчатой формой хлоропласта.

### *Ход работы*

1. Приготовить временный препарат, взяв небольшой кусочек нити спирогиры.
2. При М.у. рассмотреть препарат, зарисовать общий вид участка нити.
3. При Б.у. рассмотреть строение отдельной клетки. Обратить внимание на цвет, форму, количество и расположение хлоропласт.
4. Чтобы лучше рассмотреть пиреноиды и ядро, а также, чтобы обнаружить запасные вещества в клетке, добавить раствора йода. Зарисовать отдельную клетку.

5. Отметить на рисунке: слизистый футляр, оболочку клетки, лентовидный хлоропласт, пиреноиды, постенный слой цитоплазмы, цитоплазматические тяжи, цитоплазматический кармашек, ядро, вакуоли.
6. Рассмотреть постоянный препарат с лестничной конъюгацией.
7. Найти последовательные стадии этого процесса и зарисовать их.
8. Отметить на рисунке лестничной конъюгации: появление боковых выростов, образование копуляционного канала, зиготу, «мужскую» клетку, «женскую» клетку.



Класс Харовые водоросли – *Charophyceae*  
**Порядок Харовые – *Charales***  
Хара – *Chara*

Харовые водоросли, или лучицы, часто встречаются большими зарослями в чистых, спокойных и богатых солями кальция пресных и солоноватых водоемах с илистым или песчаным дном. Таллом харовых крупный, многоклеточный, со сложным строением; по внешнему виду они напоминают высшие растения – хвощи или роголистники. Вегетативное размножение харовых происходит укореняющимися ветвями таллома и особыми его видоизменениями-клубеньками. Бесполое размножение отсутствует. Половой

процесс оогамный. Оогонии и антеридии имеют сложное многоклеточное строение. Яйцеклетка в оогонии одна. Антеридий продуцирует тысячи двужгутиковых сперматозоидов. После оплодотворения образуется зигота, или ооспора. Она богата питательными веществами и имеет темно-коричневую окраску. Весной после периода покоя ооспора прорастает, перед этим ее ядро редуционно делится (зиготическая редукция). Гаплоидный проросток вначале имеет вид нити, из которой в дальнейшем развивается взрослая форма. Цикл развития гаплоидный без смены поколений.

Харовые водоросли играют большую роль в водных экосистемах. Они являются продуцентами органического вещества, кормовой базой для водоплавающих птиц, рыб, беспозвоночных водных животных. Заросли хары используются для икрOMETания, они защищают мальков и личинок от врагов.

К харовым относятся два рода:

1. Хара (*Chara*) крупная водоросль до 50см в длину; таллом расчленен на узлы и междоузлия, короткие в его верхней части и более длинные у основания. Главная стеблевидная ось непрерывно нарастает верхушкой. Центр «стебелька» занят крупными (до 0,5 см) осевыми клетками, тянущимися от узла до узла. С поверхности осевые клетки прикрыты вытянутыми в длину клетками коры, богатыми зернистыми хлоропластами без пиреноидов и инкрустированными известью, отчего растение становится жестким на ощупь. В узлах на ветвях находятся мутовки «листьев» - вытянутых в длину и заостренных в бесцветный кончик.

2. Нителла (*Nitella*). Имеет разветвленные «листья», отсутствие коровых клеток и инкрустации известью, отчего таллом ее мягкий, изящный и нежный.

### *Ход работы*

1. Рассмотреть фиксированный материал и гербарий хары. Зарисовать внешний вид.
2. Отметить на рисунке: узлы, междоузлия, мутовки «листьев» «листочки», ризоиды, клубеньки.
3. Рассмотреть препарат части таллома хары, зарисовать.
4. Отметить на рисунке: осевые клетки, коровые клетки, «листочки», оогоний, ооспору, антеридий.



### ***Контрольные вопросы по теме***

1. Укажите черты отличия сеплянок от других зеленых водорослей.
2. Как происходит конъюгация? Какие ее типы известны?
3. Чем отличаются харовые по строению таллома от других водорослей?
4. Каково значение сеплянок и харовых?

---

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ботаника: Курс альгологии и микологии: Учебник/* под ред. Ю.Т.Дьякова.- М.:Изд-во МГУ, 2007.-559с.-(Классический университетский учебник)
3. *Ботаника. Учебник для вузов : в 4 т.:* / П.Зитте, Э.В.Вайлер, Й.В.Кадерайт, А.Брезински, К.Кернер; на основе учебника Э.Страсбургера [ и др.]; пер. с нем. Е.Б.Поспеловой, К.Л.Тарасова, Н.В.Хмелевской.- М.: Издательский центр «Академия», 2007.-576с.  
Т.3 Эволюция и систематика / под ред. А.К.Тимонена, И.И.Сидоровой
3. *Гуревич А.А. Пресноводные водоросли (определитель).* - М.: Издательство «Просвещение», 1966.-112с.









*Учебное издание*

**Рябова Светлана Сергеевна**  
**Иудина Татьяна Анатольевна**  
**Васильева Светлана Александровна**  
Ответственный редактор *Е.В.Вергизова*  
Научный редактор *Т.С.Воробейкова*  
Корректор *Н.Н. Кислова*

*2-е издание,  
исправленное и дополненное*

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ для подготовки учащихся  
к олимпиадам по биологии и экологии  
(Водоросли)**

СЕРИЯ: «Подготовка к олимпиадам по биологии и экологии».

**СЕРИЯ: «Подготовка к олимпиадам по биологии и экологии»**