

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
факультет Почвоведения

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников / \_\_\_\_\_ /

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**Почвенные водоросли**

---

**Уровень высшего образования:**

*Бакалавриат*

**Направление подготовки (специальность):**

*06.03.02 Почвоведение*

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Биология почв

**Форма обучения: очная**

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией  
факультета почвоведения (протокол № \_\_\_\_\_, дата \_\_\_\_\_ )

---

Москва 2021

***На обратной стороне титула:***

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки \_\_\_\_\_ 06.03.02 Почвоведение \_\_\_\_\_ программы бакалавриата

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол № 7).

### 1. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Вариативной части, по выбору

### 2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Для освоения дисциплины необходимо освоение дисциплин “Высшая математика”, “Физика”, “Общая химия”, “Аналитическая химия”, “Физическая химия”, “Коллоидная химия”, “Геология с основами геоморфологии”, “Ботаника с основами геоботаники”.

### 3. Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:

<b>Компетенции выпускников (коды)</b>	<b>Индикаторы (показатели) достижения компетенций</b>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями</b>
<b>Б-СПК-2.</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания об основных клеточных компонентах, их функциях, особенностях метаболизма прокариотных и эукариотных организмов	Б-СПК-2.1. Использует в профессиональной деятельности знания об основных клеточных компонентах прокариотных и эукариотных организмов	Знать строение, состав, тип дифференциации таллома, строение пигментного аппарата, жгутикового аппарата клеток почвенных водорослей
	Б-СПК-2.2. Использует в профессиональной деятельности знания о функциях и метаболизме прокариотных и эукариотных организмов	Знать особенности физиологии и метаболизма почвенных водорослей для решения профессиональных задач
<b>Б-СПК-3.</b> Способен применять в профессиональной деятельности знания об особенностях онтогенеза отдельных групп почвенных организмов, условиях устойчивого существования и жизнеспособности микробных популяций в почвах	Б-СПК-3.1. Применяет в профессиональной деятельности знание об особенностях онтогенеза отдельных групп почвенных организмов	Знать способы размножения, особенности онтогенеза почвенных водорослей – представителей различных отделов, применять эти знания при решении различных практических задач
	Б-СПК-3.2. Использует в профессиональной деятельности знание об условиях устойчивого существования и жизнеспособности микробных популяций в почвах	Знать о месте водорослей в комплексе почвенных микроорганизмов, о типах адаптации водорослей для жизни в почвах и использовать эти знания для профессиональной деятельности
<b>Б-СПК-4.</b> Способен использовать знания о физиологических особенностях основных групп	Б-СПК-4.1. Использует в профессиональной деятельности знания о физиологических особенностях основных групп почвенных организмов	Использовать в практической деятельности знания о физиологических особенностях основных групп почвенных водорослей

почвенных организмов и понимание их роли в биосферных процессах в профессиональной деятельности	Б-СПК-4.2. Понимает роль почвенных организмов в биосферных процессах и использует эти знания в профессиональной деятельности	Понимать ключевую роль водорослей в биосферных процессах, в обогащении почвы азотом, накоплении органического вещества и использовать эти знания в профессиональной деятельности
<b>Б-СПК-5.</b> Способен использовать в профессиональной деятельности теорию и навыки микробиологической работы, умеет анализировать научную литературу	Б-СПК-5.1. Владеет теорией и навыками микробиологической работы и применяет их при решении практических задач	Владеть теорией и навыками микробиологической работы, уметь выделять альгологически чистые культуры водорослей, проводить количественный учёт водорослей в почве, определять биомассу и годовую продукцию почвенных водорослей и применять эти навыки при решении практических задач
	Б-СПК-5.2. Анализирует научную литературу	Углублённо анализировать научную литературу, формулировать актуальные цели и задачи исследования

4. **Объем дисциплины**   2   з.е., в том числе   48   академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем,   24   академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения**   очный

6. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)				Самостоятельная работа обучающегося			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	Всего	Подбор и анализ литературы	Подготовка презентаций и докладов, рефератов	Всего
Тема 1. Исторический очерк: становление почвенной альгологии, как науки	4	2				2	2		2
Тема 2. Строение и систематика почвенных водорослей	10	4		4		8	2		2
Тема 3. Образ жизни водорослей в почве	10	4		4		8	2		2
Тема 4. Закономерности распространения водорослей в почве	10	4		4		8	2		2
Тема 5. Водоросли как компонент биогеоценоза и их взаимодействие с другими организмами	12	4		4		8	2	2	4
Тема 6. Роль водорослей в почвообразовательных	12	4		4		8	2	2	4

процессах									
Тема 7. Роль водорослей в природе и их практическое значение	8	2		4		6	2		2
Форма текущей аттестации по разделу – доклады									
Промежуточная аттестация	<i>Зачёт</i>						6		
<b>Итого:</b>	72								

## **Подробное содержание разделов и тем дисциплины:**

### **Тема 1. Исторический очерк: становление почвенной альгологии, как науки.**

Место водорослей в комплексе почвенных микроорганизмов. История возникновения почвенной альгологии и основные этапы ее развития. Определение понятия «почвенные водоросли». Связь почвенной альгологии с другими разделами биологии почв. Альгологические школы. Работы М. Бристоль, К.И. Мейера, М.А. Максимовича, И.А. Двигубский, М.М. Голлербаха, Э. А. Штиной. Изучение почвенных водорослей в Московском Университете. Место водорослей в системах органического мира. Система К. Линнея, система Э.Г. Геккеля, система Э. Шаттона и Х.Ф. Коупленда, система Р.И. Уттекера, система К. Возе, система Л. Маргулис. Теория эндосимбиоза.

### **Тема 2. Строение и систематика почвенных водорослей.**

Строение клетки. Клеточные покровы. Жгутиковый аппарат. Митохондрии. Пероксисомы. Пластиды. Пигменты. Запасные продукты. Ядро и митотический аппарат. Цитокинез. Типы морфологической дифференциации таллома водорослей: монадный, амёбOIDный, пальмеллоидный, коккоидный, сарциноидный, нитчатый, разноритчатый, паренхиматозный, псевдопаренхиматозный, сифональный, сифонокладальный. Размножение водорослей: вегетативное, бесполое, половое. Жизненные циклы водорослей. Наиболее характерные представители почвенной альгофлоры, не встречающиеся в водных местообитаниях. Таксоны водорослей, встречающихся в почве: прокариоты – представители отдела Cyanophyta и эукариоты – представители отделов Chlorophyta, Ochrophyta, Euglenophyta. Представители классов Xanthophyceae и Bacillariophyceae. Основные специфические черты водорослей перечисленных таксономических группировок. Относительная распространенность в почвах различных систематических групп водорослей. Особенность состава почвенных водорослей – видовое разнообразие синезелёных и желтозелёных водорослей.

### **Тема 3. Образ жизни водорослей в почве.**

Доказательства активной жизни водорослей в почве. Биологические особенности почвенных водорослей. Особенности фотосинтеза водорослей. Многообразие способов усвоения углерода водорослями, восстановление двуокиси углерода по типу фотосинтеза, фоторедукции или хемосинтеза. Способность отдельных представителей водорослей осуществлять на свету фотосинтез или фоторедукцию, в темноте – хемосинтез. Миксотрофия, гетеротрофия у водорослей. Особенности азотного питания водорослей. Почвенные водоросли – пойкилоксерофиты. Морфологические и физиологические особенности почвенных водорослей, обеспечивающие им поглощение и удержание воды, сохранение жизнеспособности при засухе. Механизмы адаптации к высоким и низким температурам. Температурный диапазон роста и тепло- и холодоустойчивость водорослей. Адаптации к недостатку и избытку света. Переход водорослей в состояние покоя. Светолюбивые и теневыносливые водоросли. Устойчивость к УФ-облучению, радиоактивным излучениям, инсоляции, к тяжелым металлам, пестицидам и другим поллютантам.

### **Тема 4. Закономерности распространения водорослей в почве. Комплекс водорослей различных почв Европейской части России.**

Влияние эколого-географических факторов на формирование альгосинузий (тип растительности, тип почвы, климатическая зона и пр.) Характеристики почвы, влияющие

на распространение водорослей: водный режим, гранулометрический состав, солевой состав, наличие питательных веществ, структура. Деление водорослей по отношению к влаге. Эдафотрофные, амфибиальные и гидрофильные. Представители водорослей – индикаторы на низкое и высокое содержание влаги в почве, засоление почвы, активную реакцию почвенного раствора. Специфичность водорослевых ценозов в «пятнах» тундры, ценозы, характерные для подзолообразовательного и дернового процессов, для почв болотного типа, дерново-карбонатных почв, серых лесных, черноземов, каштановых почв, засоленных и аллювиально-луговых почв. Комплексы почв и грунтов пустынь. Влияние антропогенных факторов на численность и таксономический состав почвенных водорослей. Водоросли как индикаторы на загрязнение почв тяжелыми металлами, пестицидами.

#### **Тема 5. Водоросли как компонент биогеоценоза и их взаимодействие с другими организмами.**

Жизненные формы почвенных водорослей – группы водорослей со сходными приспособительными структурами. Экологический анализ водорослевых популяций различных растительных формаций. Понятие об альгосинузии. Характеристика альгосинузии: видовой состав, доминантные и субдоминантные виды, численность и биомасса водорослей в альгосинузии, частота встречаемости видов, специфические виды, вертикальное сложение синузии. Характеристика альгосинузий основных типов растительности. Сезонная динамика водорослей. Взаимодействие почвенных водорослей с высшими растениями. Водоросли в ризосфере растений. Обмен метаболитами между водорослями и высшими растениями. Симбиозы водорослей с растениями. Ассоциации синезелёных водорослей с высшими растениями. Стимулирующее действие прижизненных выделений водорослей на корни высших растений. Понятие консорции. Влияние водорослей на плодородие почвы и урожай растений. Взаимодействие почвенных водорослей с другими почвенными микроорганизмами – грибами, бактериями, актиномицетами, беспозвоночными животными. Симбиотические связи почвенных водорослей. Лишайники. Двойственная природа лишайников. Морфология и анатомическое строение слоевищ лишайников: лепрозное, накипное, гомеомерное. Листоватые и кустистые лишайники. Размножение лишайников: соредии, изидии. Экологические группы лишайников: эпигейные, эпилитные, эпифитные, эпиксильные. Ксерофитные лишайники. Стенотопные и эвриотопные виды лишайников. Водоросли как центры микробных ассоциаций, основанных на трофических взаимодействиях определенной степени специфичности и влияющих на структуру и функционирование комплексов почвенных бактерий. Биотические и абиотические факторы, влияющие на рост водорослей. Формы взаимоотношений водорослей с живыми организмами: симбиоз и мутуализм, комменсализм и аменсализм, хищничество и паразитизм, конкуренция и нейтрализм.

#### **Тема 6. Роль водорослей в почвообразовательных процессах.**

Ключевая роль водорослей в биогеохимических процессах. Роль водорослей в последовательных этапах формирования почвы. Накопление водорослями органического вещества. Противозерозионное действие водорослей. Изменение pH почвы. Разрушение минералов. Перераспределение и аккумуляция элементов в почве. Участие водорослей в биологической рекультивации земель. Величины «одномоментной» биомассы и продукции водорослей. Размеры азотонакопления цианобактериями. Роль водорослей в накоплении азота в почве. Распространенность процесса азотфиксации среди водорослей.

Фиксация азота гетероцистными и безгетероцистными водорослями. Роль гетероцист. Биохимия процесса азотфиксации. Связь азотфиксации и фотосинтеза в клетках цианобактерий. Восстановители и энергия, для осуществления процесса азотфиксации у цианобактерий. Пигментный аппарат цианобактерий и его главная функция. Главные объединяющие признаки *цианобактерий*. Отличия прокариотной клетки от эукариотной. Трансформация органического вещества цианобактериями.

#### **Тема 7. Роль водорослей в природе и их практическое значение.**

Роль водорослей в балансе живого вещества. Вклад водорослей в общую продукцию органического углерода. Роль водорослей в круговороте азота. Использование водорослями как органических (мочевина, аминокислоты, амиды), так и неорганических (ионы аммония, нитратов) источников азота. Водоросли – продуценты кислорода. Синезелёные водоросли – первые водоросли, способные к кислородному фотосинтезу. Ключевая роль водорослей в общем балансе кислорода на земле. Водоросли – пионеры растительности. Участие почвенных водорослей в формировании структуры и плодородия почвы. Водоросли, как геологический фактор. Образование ряда горных пород водорослями в прошедшей геологической эпохе. Рифовые постройки красных водорослей. Участие синезелёных водорослей в образовании известняков-строматолитов. Образование диатомита (горной муки). Промышленные залежи диатомита в Тюменской области, Поволжье, Приморском крае, на Урале. Использование водорослей в качестве удобрений. Преимущество таких удобрений. Использование азотфиксирующих синезелёных водорослей на рисовых полях. Влияние удобрений из водорослей на всхожесть семян, урожайность, устойчивость к болезням. Использование водорослей для биоконтроля развития фитопатогенных грибов в почве. Применение водорослей для биологической индикации почв. Отрицательная роль водорослей. Выделение водорослями токсинов.

#### **Лабораторные занятия.**

**Тема 1.** Знакомство с основными типами дифференциации талломов почвенных водорослей (2 часа).

**Тема 2.** Отбор проб для альгологических исследований. Метод стёкол обрастания Росси-Холодного. Приготовление водных культур водорослей (2 часа).

**Тема 3.** Знакомство с представителями отдела Ochrophyta класс Bacillariophyceae р. *Navicula*, р. *Pinnularia*, р. *Melosira*, р. *Cymbella*, р. *Tabellaria*.

Жёлтозелёные водоросли р. *Tribonema*, р. *Botrydium* (2 часа).

**Тема 4.** Знакомство с представителями отдела Chlorophyta р. *Chlorella*, р. *Ulothrix*, р. *Cladophora* (2 часа).

**Тема 5.** Отбор проб аэрофильных водорослей. Отдел Chlorophyta порядок Trentepohliales р. *Trentepohlia* (2 часа).

**Тема 6.** Знакомство с представителями зелёных водорослей (отдел Chlorophyta) р. *Chlamidomonas*, р. *Dunaliella*, р. *Haematococcus*, р. *Volvox*, р. *Hydradictyon*, р. *Scenedesmus* (4 часа).

**Тема 7.** Знакомство с представителями харовых водорослей (отдел Charophyta) р. *Chara*, р. *Spirogyra*, р. *Netrium*.

Эвгленовые водоросли р. *Euglena* (2 часа).

**Тема 8.** Знакомство с представителями порядка Desmidiiales р. *Micrasterias*, р. *Cosmarium*, р. *Closterium* (2 часа).

**Тема 9.** Знакомство с представителями синезелёных водорослей (отдел Cyanophyta) р. *Nostoc*, р. *Anabaena*, р. *Lyngbya*, р. *Microcystis*, р. *Oscillatoria*, р. *Spirulina*, р. *Gloeocapsa* (2 часа).

**Тема 10.** Знакомство с принципами работы люминесцентного микроскопа. Метод прямого учёта водорослей в почве. Методы определения биомассы и годичной продукции почвенных водорослей (2 часа).

**Тема 11.** Контрольное определение почвенных водорослей (2 часа).

## **7. Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине:**

### **7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля:**

Рекомендуемые темы докладов:

1. Первые исследования почвенных водорослей: исследования Эренберга, Трейба, Фрича.
2. Первые определители почвенных водорослей (работы М. Бристоль, К.И. Мейера, М.М. Голлербаха, Э.А. Штиной, Н.Н. Большева).
3. Разнообразие способов питания у водорослей.
4. Водорослевые разрастания степных почв.
5. Водорослевые комплексы лесных почв.
6. Водоросли почв и грунтов пустынь.
7. Водоросли солончаков.
8. Специфика комплекса водорослей болотных почв.
9. Приспособления водорослей к наземному образу жизни.
10. Водоросли – индикаторы влажности окружающей среды.
11. Роль водорослей в почве.
12. Значение синезелёных водорослей.
13. Участие водорослей в биологической рекультивации земель.
14. Молекулярно-генетическая идентификация водорослей.
15. Лишайники.
16. Размножение лишайников.
17. Нобелевская премия и почвенная альгологи.
18. Пеннатные и центрические водоросли.
19. Комплекс водорослей луговых почв.
20. Значение диатомовых водорослей.

### **7.2. Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

1. Определение и краткая характеристика почвенных водорослей.
2. Становление почвенной альгологии, как науки.
3. Первые исследования почвенных водорослей: исследования Эренберга — разрастания диатомовых на поверхности почвы; исследования Трейба. Водоросли-первопоселенцы на острове Кракатау; первая сводка по водорослям исследователя Фрича.
4. Отличительные черты комплекса почвенных водорослей.
5. Типы дифференции талломов почвенных водорослей.
6. Жизненные формы водорослей в почве.

7. “Цветение” почв, биологическая почвенная корочка, криптогамная корка, водорослевая биоплёнка – сходства и различия.
8. Синезелёные водоросли.
9. Связь процесса азотфиксации и процесса фотосинтеза у синезелёных водорослей.
10. Типы размножения водорослей.
11. Фотосинтетический аппарат водорослей.
12. Жизненные циклы водорослей.
13. Строение пигментного комплекса синезелёных водорослей.
14. Гетеротрофия и миксотрофия у водорослей.
15. Строение пигментного комплекса синезелёных водорослей.
16. Противоэрозионная деятельность почвенных водорослей.
17. Распределение водорослей в почве: доказательства активной жизни водорослей в почве за пределами проникновения света.
18. Оптимальные значения влажности и интенсивности света для массовых разрастаний водорослей. Примеры водорослей, дающих разрастания на влажной почве.
19. Комплексы почвенных водорослей под луговой растительностью.
20. Механизмы адаптации почвенных водорослей к высоким и низким температурам.
21. Запасное вещество водоросли.
22. Эукариотные и прокариотные водоросли.
23. Теория эндосимбиоза.
24. Строение диатомовых водорослей.
25. Альготестирование почв.
26. Акинеты и гетероцисты.
27. Симбиозы водорослей с другими организмами.
28. Водоросли и рН почвы.
29. Аэрофильные водоросли.
30. Применение водорослей в качестве биопестицидов.
31. Систематика почвенных водорослей.

#### 8. Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине:

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

<b>ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине</b>				
Оценка и РО	2	3	4	5

соответствующие виды оценочных средств				
<b>Знания</b> (виды оценочных средств: коллоквиумы, письменные опросы, участие в дискуссиях)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
<b>Умения</b> (виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
<b>Навыки (владения, опыт деятельности)</b> (виды оценочных средств: выполнение практических задач, связанных с выделением и идентификацией водорослей)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

Зачёт выставляется, если результаты обучения соответствуют оценкам "5", "4" и "3", а "незачет" - если результаты обучения ниже этих показателей.

#### 9. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

##### **Основная литература:**

1. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника: водоросли и грибы. ИЦ "Академия". Т.1 2006. 326 с.
2. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л.. Ботаника: водоросли и грибы. ИЦ "Академия". Т.2 2006. 314 с.
3. Ботаника. Курс альгологии и микологии. Под редакцией Ю.Т. Дьякова. Изд-во МГУ. 2007. 557 с.
4. Robert E. Lee. Phycology. Cambridge University Press. 2018. 526 p.

##### **Дополнительная литература:**

1. Благодатнова А.Г. Почвенные водоросли болотных экосистем (Плесецкий район Архангельской области) Новосибирск. 2010. 25 с.

2. Анисимова О.В., Гололобова М.А. Краткий определитель родов водорослей. Учебное пособие /Ред. В. М. Гаврилов. М., 2006. 159 с.
3. Домрачева Л.И., Зыкова Ю.Н., Ковина А.Л., Трефилова Л.В. Почвенная альгология. Киров: Вятская ГСХА, 2017. 86 с.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем  
<http://www.algaebase.org/>
- Описание материально-технической базы  
Помещения – аудитория, рассчитанная на группу из 10-15 учащихся;  
лаборатория с подведенной водой и природным бытовым газом.
  2. Оборудование - мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет;  
газовые горелки, бинокляры, микроскопы, встряхиватель, весы, автоклав, термостаты, холодильник.
  3. Расходные материалы – чашки Петри, пробирки, предметные и покровные стекла, пинцеты, ножницы, препаровальные иглы, микробиологические петли и крючки, пипетки, шпатели, вата, спирт, фильтровальная бумага, иммерсионное масло, питательные среды.

**10. Язык преподавания:**

Русский.

**11. Преподаватель (преподаватели):**

Грачёва Татьяна Александровна  
Старший преподаватель  
К.б.н. (2004, К.501.001.05)

**12. Разработчики программы:**

Грачёва Татьяна Александровна  
Старший преподаватель  
К.б.н. (2004, К.501.001.05)

**13. Краткая аннотация дисциплины:**

Курс включает новые данные в области систематики, морфологии, анатомии, физиологии и экологии почвенных водорослей. Курс содержит, как обширные теоретические представления, так и практические рекомендации по изучению почвенных водорослей. Дана подробная характеристика основных отделов и классов почвенных водорослей, распространённых в европейской части России. В рамках курса рассматриваются механизмы адаптации почвенных водорослей к наземному образу жизни.