



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА»**

**Биологический факультет**

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Декан биологического факультета,  
академик РАН



*(Handwritten signature)*  
И.П. Кирпичников  
30 августа 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ,  
направленной на сдачу экзамена кандидатского минимума  
по специальности**

**1.5.9. Ботаника  
(Botany)**

**Уровень высшего образования:**

Аспирантура

Москва 2022 г.

---

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с паспортом специальности 1.5.9. Ботаника и в соответствии с «Требованиями к основным программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, самостоятельно устанавливаемые Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова», утвержденными приказом ректора МГУ № 1216 от 24.11.2021 г.

1. Краткая аннотация:

**Наименование:** Ботаника

Курс направлен для подготовки сдачи кандидатского минимума по специальности 1.5.9. Ботаника. Данный курс содержит разделы по систематике водорослей, а также экологии, физиологии, цитологии, генетики и биохимии водорослей.

**Цель** изучения дисциплины – получения базовых знаний и представлений о современном состоянии альгологии.

2. Уровень высшего образования – аспирантура

3. Научная специальность: 1.5.9. Ботаника;

Направленность: Биологические науки

4. Место дисциплины (модуля) в структуре Программы аспирантуры – обязательная дисциплина 2-го года обучения, направленная на сдачу экзамена кандидатского минимума по специальности 1.5.9. Ботаника (читается на кафедре микологии и альгологии).

5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

*Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 28 часов составляет контактная работа студента с преподавателем (28 часов занятия лекционного типа), 80 часов составляет самостоятельная работа учащегося.*

6. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.

**Знать:** основы общей альгологии, основы цитологии, генетики и физиологии водорослей.

**Уметь:** читать и реферировать научную литературу, в том числе на иностранных языках, при условии соблюдения научной этики и авторских прав.

**Владеть:** современными информационно-коммуникационными технологиями, иностранным языком.

На предыдущих уровнях высшего образования должны быть освоены общие курсы:

- 1) Альгология
- 2) Экология водорослей
- 3) Цитология водорослей

7. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к коллоквиумам	Всего
Тема 1. <i>Введение. Место водорослей в системе живого мира. эволюция водорослей.</i>	8	2					2	6		6
Тема 2. <i>Морфология и размножение водорослей.</i>	8	2					2	6		6
Тема 3. <i>Основы цитологии водорослей.</i>	8	2					2	6		6
Тема 4. <i>Отделы Cyanophyta и Glaucophyta.</i>	8	2					2	6		6
Тема 5. <i>Отдел Rhodophyta.</i>	8	2					2	6		6
Тема 6. <i>Отдел Chlorophyta, общая характеристика. Класс Ulvophyceae.</i>	8	2					2	6		6
Тема 7. <i>Отдел Chlorophyta, классы Prasinophyceae, Trebouxiophyceae, Chlorophyceae.</i>	8	2					2	6		6
Тема 8. <i>Отдел Chlarophyta.</i>	8	2					2	6		6
Тема 9. <i>Отделы Cryptophyta и Prymnesiophyta.</i>	8	2					2	6		6

Тема 10. Отдел Ochrophyta, общая характеристика. Классы Bacillariophyceae и Fucophyceae.	<b>8</b>	2					<b>2</b>	6		<b>6</b>
Тема 11. Отдел Ochrophyta. Прочие классы отдела.	<b>7</b>	2					<b>2</b>	5		<b>5</b>
Тема 12. Отделы Dinophyta, Euglenophyta и Chlorarachniophyta.	<b>7</b>	2					<b>2</b>	5		<b>5</b>
Тема 13. Экология водорослей.	<b>7</b>	2					<b>2</b>	5		<b>5</b>
Тема 14. Прикладное значение водорослей.	<b>7</b>	2					<b>2</b>	5		<b>5</b>
Промежуточная аттестация: <u>экзамен</u>										
<b>Итого</b>	<b>108</b>	28					<b>28</b>	80		<b>80</b>

## 8. Образовательные технологии.

Проводятся лекции с использованием мультимедийной техники.

## 9. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

Аспирантам предоставляется программа курса, план занятий и задания для самостоятельной работы.

## 10. Ресурсное обеспечение:

### **Основная литература:**

1. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника: в 4 т. Т.1. Водоросли и грибы. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
2. Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л. Ботаника: в 4 т. Т.2. Водоросли и грибы. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.
3. Ботаника: Курс альгологии и микологии (под ред. Ю. Т. Дьякова). – М.: Издательство МГУ, 2007. – 557 с.
4. Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. Водоросли. Справочник – Киев: Наук. думка, 1989. – 608 с.
5. Горбунова Н.П. Альгология. — М.: Высшая школа, 1991.– 256 с.
6. Саут Р., Уиттик А. Основы альгологии. – М.: Мир, 1990. – 597 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Barsanti L., Gualtieri P. Algae. Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology. –CRC Press, 2005. – 301 p.
2. Graham L.E., Wilcox L.W. 2000. Algae. Prentice Hall. – 650 p.
3. Hoek van den C., Mann D.G., Jahns H.M. Algae. An introduction to phycology. – Cambridge. University Press, 1995. – 623 p.
4. Lee R.E. Phycology. 4th Ed. – Cambridge. University Press, 2008. – 560 p.

- Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):

- Описание материально-технической базы.

Лекции и семинары проводятся в аудитории, оснащённой проектором для показа презентаций.

11. Язык преподавания – русский

12. Предполагаемые преподаватели:

*Кбн, доцент каф. микологии и альгологии Г.А. Белякова, adm-odo@yandex.ru*

*Кбн, доцент каф. микологии и альгологии М.А. Гололобова, gololobovama@mail.ru*

### **Фонды оценочных средств, необходимые для оценки результатов обучения**

Образцы домашних заданий:

1. Разнообразие вариантов построения таллома у представителей порядка Cladophorales.
2. Зональное распределение водорослей-макрофитов Белого моря.
3. Особенности химического состава клеточных стенок промышленно значимых видов красных водорослей.

Вопросы для промежуточной аттестации – экзамена:

1. Объем понятия «водоросли». Место водорослей в системе органического мира. Разграничение с животными, грибами и высшими растениями. Роль эндосимбиозов в приобретении пластид в разных группах водорослей.
2. Общие принципы классификации водорослей. Использование морфологических, цитологических и молекулярно-биохимических подходов.
3. Основные отделы водорослей и супергруппы, к которым они относятся.
4. Типы дифференциации талломов водорослей. Одноклеточные типы дифференциации талломов и их примеры у разных групп водорослей. Многоклеточные типы дифференциации талломов и их примеры у разных групп водорослей. Возможная эволюция талломов.
5. Вегетативное, бесполое и половое размножение водорослей. Гомо- и гетероталлизм у водорослей. Примеры типов размножения в разных группах водорослей.
6. Жизненные циклы водорослей. Бесполое жизненные циклы и их примеры у разных групп водорослей. Зиготические жизненные циклы и их примеры у разных групп водорослей. Спорические жизненные циклы и их примеры у разных групп водорослей. Изоморфные и гетероморфные циклы. Гаметические жизненные циклы и их примеры у разных групп водорослей. Соматические жизненные циклы и их примеры у разных групп водорослей.
7. Строение клеток у прокариотных и эукариотных водорослей.

8. Клеточные покровы у разных групп водорослей.
9. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата у разных групп водорослей.
10. Строение хлоропластов у разных групп водорослей. Фотосинтетические пигменты и запасные вещества водорослей.
11. Митоз и цитокинез у разных групп водорослей.
12. Появление фотоавтотрофности. Происхождение фотоавтотрофных прокариот и эукариот. Эволюция водорослей на примере эволюции их хлоропластов.
13. Ископаемые водоросли. Примерное время появления разных групп водорослей. Сохранность водорослей в отложениях. Роль водорослей в формировании осадочных пород. Использование разных групп водорослей в палеореконструкциях.
14. Отдел Синезеленые водоросли (Цианобактерии) (Cyanophyta, Cyanobacteria). Общая характеристика. Особенности строения клетки. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Деление клеток и размножение. Фиксация азота. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Класс Cyanophyceae. Деление на порядки и их характеристика. Основные представители. Филогенетические связи цианобактерий и их положение в системе.
15. Отдел Глаукоцистофитовые (Глаукофитовые) водоросли (Glaucocystophyta, Glaucophyta). Общая характеристика. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение и жизненный цикл. Распространение и экология. Систематика глаукоцистофитовых водорослей. Основные представители. Филогенетические связи глаукоцистофитовых водорослей и их положение в системе.
16. Отдел Красные водоросли (Rhodophyta). Общая характеристика. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Размножение и жизненные циклы. Особенности митоза и цитокинеза. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Деление на подотделы и классы. Основные представители. Филогенетические связи красных водорослей и их положение в системе.
17. Отдел Красные водоросли (Rhodophyta), подотдел Цианидиофициевые (Cyanidiophytina), класс Cyanidiophyceae. Общая характеристика и основные представители.
18. Отдел Красные водоросли (Rhodophyta), подотдел Протородофитовые (Proteorhodophytina), классы Rhodellophyceae и Compsopogonophyceae. Общая характеристика и основные представители.

19. Отдел Красные водоросли (Rhodophyta), подотдел Собственно красные водоросли (Eurhodophytina), класс Bangiophyceae. Общая характеристика и основные представители.
20. Отдел Красные водоросли (Rhodophyta), подотдел Собственно красные водоросли (Eurhodophytina), класс Rhodymeniophyceae. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
21. Отделы Зеленые водоросли (Chlorophyta) и Харовые водоросли (Charophyta). Черты сходства и различия (строение жгутикового аппарата, особенности деления клеток, синтез целлюлозы, ферменты пероксисом и др.).
22. Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta). Общая характеристика. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение и жизненные циклы. Особенности митоза и цитокинеза. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Деление на классы и их характеристика. Основные представители. Филогенетические связи зеленых водорослей и их положение в системе.
23. Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), класс Prasinophyceae. Объем и положение прازیнофіціевых в различных системах зеленых водорослей. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
24. Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), класс Ulvophyceae. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
25. Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), класс Trebouxiophyceae. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
26. Отдел Зеленые водоросли (Chlorophyta), класс Chlorophyceae. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
27. Отдел Харовые водоросли (Charophyta). Общая характеристика. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение и жизненные циклы. Особенности митоза и цитокинеза. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Деление на классы и их характеристика. Основные представители. Филогенетические связи харовых водорослей и их положение в системе.
28. Филогенетические связи харовых водорослей и их положение в системе.
29. Отдел Харовые водоросли (Charophyta), классы Mesostigmatophyceae, Chlorokybophyceae и Klebsormidiophyceae. Общая характеристика и основные представители.

30. Отдел Харовые водоросли (Charophyta), класс Zygnematoophyceae. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
31. Отдел Харовые водоросли (Charophyta), класс Coleochaetophyceae. Общая характеристика и основные представители.
32. Отдел Харовые водоросли (Charophyta), класс Charophyceae. Общая характеристика и основные представители.
33. Отдел Кристофитовые водоросли (Cryptophyta). Общая характеристика. Типы талломов и особенности строения клеток. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Нуклеоморф(а). Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение и жизненные циклы. Особенности митоза и цитокинеза. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Систематика криптофитовых водорослей. Основные представители. Филогенетические связи криптофитовых водорослей и их положение в системе.
34. Отдел Примнезиофитовые (Гаптофитовые) водоросли (Prymnesiophyta, Haptophyta). Общая характеристика. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Гаптонема, ее строение и функции. Размножение и жизненные циклы. Особенности митоза и цитокинеза. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Классы Prymnesiophyceae и Pavlovophyceae. Общая характеристика и основные представители. Филогенетические связи примнезиофитовых водорослей и их положение в системе.
35. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta). Общая характеристика. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение и жизненные циклы. Особенности митоза и цитокинеза у разных представителей отдела. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Деление на классы и их характеристика. Основные представители. Филогенетические связи охрофитовых водорослей и их положение в системе.
36. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), класс Eustigmatophyceae. Общая характеристика и основные представители.
37. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), классы Chrysophyceae и Synurophyceae. Общая характеристика и основные представители.
38. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), классы Pelagophyceae, Pedinellophyceae и Dictyochophyceae. Общая характеристика и основные представители.

39. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), класс Bacillariophyceae. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
40. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), классы Bolidophyceae, Pinguiphyceae и Rhaeothamniophyceae. Общая характеристика и основные представители.
41. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), класс Tribophyceae. Общая характеристика и основные представители.
42. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), класс Raphidophyceae. Общая характеристика и основные представители.
43. Отдел Охрофитовые водоросли (Ochrophyta), класс Fucophyceae. Общая характеристика, деление на порядки и основные представители.
44. Отдел Динофитовые водоросли (Dinophyta). Общая характеристика. Типы талломов и особенности строения клетки. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение и жизненные циклы. Динокарион и диномитоз. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Деление на классы и порядки и их характеристика. Основные представители классов и порядков. Филогенетические связи динофитовых водорослей и их положение в системе.
45. Отдел Эвгленовые водоросли (Euglenophyta). Общая характеристика. Тип таллома и особенности строения клетки. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение. Особенности строения ядра. Распространение и экология, значение в природе и в жизни человека. Систематика эвгленовых водорослей. Основные представители. Филогенетические связи эвгленовых водорослей и их положение в системе.
46. Отдел Хлорарахниофитовые водоросли (Chlorarachniophyta). Общая характеристика. Типы талломов. Фотосинтетические пигменты, строение хлоропластов и запасные вещества. Нуклеоморф(а). Строение клеточных покровов. Жгутиковые стадии и строение жгутикового аппарата. Размножение и жизненные циклы. Распространение и экология, значение в природе. Систематика хлорарахниофитовых водорослей. Основные представители. Филогенетические связи хлорарахниофитовых водорослей и их положение в системе.
47. Факторы, влияющие на распространение водорослей (соленость, рН, питательные вещества, свет, движение воды, температура). Классификации водорослей по отношению к этим факторам. Влияние разных организмов (животных, высших растений и др.) на распространение и жизнедеятельность водорослей. Понятия о космополитах и эндемиках.

48. Планктон. Основные представители морского и пресноводного фитопланктона. Таксономическое и морфологическое разнообразие бентосных водорослей. Приспособление водорослей к планктонному образу жизни. Классификации планктона. Факторы, влияющие на видовой состав и обилие фитопланктона (плотность клеток, свет, питательные вещества, выедание животными). Динамика популяций планктонных водорослей. Парадокс планктона (параллельное доминирование).
49. Бентос. Макро- и микробентос. Таксономическое и морфологическое разнообразие бентосных водорослей. Приспособление водорослей к бентосному образу жизни. Вертикальное распределение макрофитов и возможные причины наблюдаемой зональности. Жизненные формы и адаптивная морфология бентосных эпилитных водорослей-макрофитов. Влияние содержания питательных веществ на развитие бентосных макрофитов. Конкуренция между макрофитами. Роль выедания и хищничества в динамике популяций макрофитов. Эпилитные и эписаммитные водоросли.
50. Водоросли, развивающиеся в экстремальных условиях. Водоросли горячих источников (термофилы) и снега и льда (криофилы). Водоросли соленых водоемов (галобионты). Приспособления водорослей к обитанию в экстремальных условиях обитания.
51. Аэрофильные водоросли. Водно-воздушные водоросли, обитатели коры деревьев, эпифиты на мхах, водоросли на поверхности обнаженных скал. Приспособления водорослей к условиям обитания.
52. Почвенные (эдафотрофные) водоросли. Жизненные формы почвенных водорослей. Спектры жизненных форм водорослей в зональном ряду почв. Факторы, влияющие на распространение почвенных водорослей. Основные представители почвенных водорослей.
53. Литотрофные водоросли. Сверлящие и туфообразующие формы. Основные представители.
54. Ассоциации водорослей с разными организмами. Водоросли, живущие в ассоциациях с разными организмами (растениями, животными, грибами и друг с другом). Симбиотические и паразитические представители водорослей, их таксономическое разнообразие.
55. Биологически активные вещества водорослей. Неорганические и органические вещества, их наличие в разных группах водорослей и использование.
56. Использование водорослей в фармакологии и косметологии. Использование водорослей для биотоплива. Использование водорослей в очистке промышленных стоков. Использование водорослей в сельском хозяйстве.

57. Промышленное культивирование водорослей. Культивирование в открытых и закрытых системах. Основные параметры среды и их оптимизация. Проблемы и перспективы.

### **Методические материалы для проведения процедур оценивания результатов обучения**

Экзамен проходит по билетам, включающим 3 вопроса. Уровень знаний аспиранта оценивается следующим образом:

«**Отлично**» – исчерпывающие знания по всем заданным вопросам, свободное владение материалом, грамотные сопоставление и анализ сведений из различных разделов биологии грибов в широком смысле.

«**Хорошо**» – полные знания, но содержащие отдельные пробелы в областях биологии грибов и грибоподобных организмов, незначительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов программы.

«**Удовлетворительно**» – неполные знания по нескольким заданным вопросам, слабое ориентирование в материале, определенные трудности в сопоставлении и анализе сведений из нескольких разделов микологии.

«**Неудовлетворительно**» – фрагментарные знания по всем заданным вопросам, значительные трудности в сопоставлении и анализе сведений из различных разделов микологии.