

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный технический университет»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)**

Отдел науки и инноваций

Аспирантура



**ТВЕРЖДАЮ**  
Проректор по УНР

Н.С. Салтанова

« 25 » 2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«АЛЬГОЛОГИЯ»**

Научная специальность  
1.5.16 Гидробиология

(уровень подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре)

Петропавловск-Камчатский,  
2026

Рабочая программа составлена на основании Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 года № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)», Постановления Правительства Российской Федерации от 30.11.2021 года № 2122 «Об утверждении Положения о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», Положения организации ПО 8(27-41/30)-2023 «О порядке разработки программа о подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре» в соответствии с паспортом научной специальности 1.5.16 Гидробиология.

Составитель рабочей программы  
профессор кафедры  
«Экология и природопользование»,  
д-р биол. наук

 Ключкова Т.А.

Рабочая программ рассмотрена на заседании кафедры «Экология и природопользование».

Протокол № 12 от «28» 01 2026 г.

И.о. заведующего кафедрой  
«Экология и природопользование»,  
канд. биол. наук

 Авдоценко В.Г.

«28» 01 2026 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

*Целью* освоения дисциплины «Альгология» является:

- овладение методологией научного познания альгологии, гидробиологии;
- формирование профессиональной готовности и самостоятельной научной, исследовательской и педагогической деятельности;
- углубленное изучение теоретических и методических основ науки о таксономическом, экологическом многообразии водорослей, их функциональной роли в морских и пресноводных системах;

*Задачами* изучения дисциплины «Альгология» являются:

- формирование теоретических знаний в области гидробиологии и гидроценологии;
- ознакомление с основными методами и направлениями изучения разных отделов водорослей;
- овладение общенаучными методами системного анализа структуры популяций микро- и макроводорослей, биоразнообразия альгоценозов и альгофлор.

В результате освоения дисциплины обучающийся (аспирант) должен

*Знать:*

- сущность современных методов сбора, обработки материала, анализа результатов исследования;
- основы формирования и развития навыков таксономической обработки представителей разных отделов водорослей;
- сущность и основные этапы истории развития альгологии как науки;
- теоретические принципы, методы и методические подходы к изучению альгофлор, альгоценозов, биологии развития водорослей.

*Уметь:*

- применять методы альгологических, гидробиологических, экологических и флоро-географических исследований;
- анализировать и объективно оценивать данные количественных и экспериментальных исследований;
- прогнозировать процессы трансформации альгоценозов при изменении условий среды, неблагоприятных климатических и антропогенных воздействиях.

*Владеть:*

- навыками применения методов сбора и первичной обработки микро- и макроскопических водорослей, постановки экспериментов;
- навыками применения методов таксономической, альгохимической, морфо-метрической и других видов количественной и качественной обработки материала;
- навыками применения методов статистического анализа количественных данных.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Альгология» относится к элективным дисциплинам образовательного компонента в структуре образовательной программы, непосредственно связана и базируется на дисциплине «Гидробиология».

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Современные направления и методы исследования в области гидробиологии», необходимы для прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (профессиональной практики) и для проведения научных исследований и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Дисциплина изучается на 3 учебном году (курсе), в 6 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 1 зачетную единицу (36 часов).

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Тематический план дисциплины

Тематический план дисциплины представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий		Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Промежуточная аттестация
			лекции	практические занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Раздел 1 «Биоразнообразие водорослей и среда их обитания. Методы изучения»</b>	<b>9</b>	7	5	2	2	тест	-
Тема 1. «Деление водорослей на экологические и таксономические группы. Принципы выделения жизненных форм и уровни цитологической и анатомо-морфологической организации у представителей их разных отделов».	3	2,5	2	0,5	0,5	опрос, практическое занятие	-
Тема 2. «Сине-зеленые водоросли. Их систематика, цитологическая и морфологическая организация, экология, географическое распространение, биоразнообразие».	2	1,5	1	0,5	0,5	опрос, практическое занятие	-
Тема 3. «Диатомовые и церациевые водоросли. Их систематика, цитологическая и морфологическая организация, экология, географическое распространение, биоразнообразие».	2	1,5	1	0,5	0,5	опрос, практическое занятие	-
Тема 4. «Морские и пресноводные зеленые макроводоросли. Зеленые приливы, как стадия трансформации макрофитобентоса при неблагоприятных изменениях среды. Распространение зеленых приливом в Мировом океане».	2	1,5	1	0,5	0,5	опрос, практическое занятие	-
Тема 5. Красные водоросли, их современная таксономия, особенности экологии, географического распространения, история изучения на Российском Дальнем Востоке».	<b>9</b>	7	5	2	2	<b>тест</b>	-
<b>Раздел 2 «Экосистемная роль макроводорослей их хозяйственная и экономическая ценность»</b>	2	1,5	1	0,5	0,5	опрос, практическое занятие	-
Тема 6. «Бурые водоросли. Их систематика, цитологическая и анатомо-морфологическая организация, экологическая роль».	2	1,5	1	0,5	0,5	опрос, практическое	-

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий		Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Промежуточная аттестация
			лекции	практические занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
гия, географическое распространение, биоразнообразие, циклы развития».						занятие	
Тема 7. «Промысловые красные и бурые ламинариевые водоросли, биология их развития, жизненные циклы, спорогенез, биоразнообразие, распространение в Мировом океане, научные основы промысла».	2	1,5	1	0,5	0,5	опрос, практическое занятие	-
Тема 8. «Культивирование и химическая переработка водорослей, практическое использование водорослей и продуктов их переработки».	1,75	1,25	1	0,25	0,5	опрос, практическое занятие	-
Тема 9. «Молекулярно-генетические и биохимические и другие современные методы изучения водорослей. Проблемы сохранения их биоразнообразия».	1,25	1,25	1	0,25	-	опрос, практическое занятие	-
Зачет	<b>18</b>	-	-	-	-	зачет	18
<b>Всего</b>	<b>36</b>	14	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>18</b>

### 3.2 Содержание дисциплины

#### РАЗДЕЛ 1. БИОРАЗНООБРАЗИЕ ВОДОРосЛЕЙ И СРЕДА ИХ ОБИТАНИЯ. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ

**Тема 1. «Деление водорослей на экологические и таксономические группы. Принципы выделения жизненных форм и уровни цитологической и анатомо-морфологической организации у представителей их разных отделов»**

##### Лекция

Обзор отделов водорослей. Принципы, положенные в основу выделения отделов: состав пигментов, строение оболочек, циклы развития, особенности размножения. Жизненные формы водорослей: монадные, коккоидные, пальмеллоидные, нитчатые, кладомные. Водоросли прокариоты, водоросли эукариоты. Ценоцитные, сифоновые и одноклеточные представители водорослей. Экологические группы водорослей: водоросли пресных вод, морские водоросли, почвенные, хищные водоросли, водоросли льда и снега, горячих источников. Экологическая роль водорослей их продуктивность.

Основные понятия темы: фотосинтез, разнообразие и роль пигментов, жизненная форма, экологические факторы, термопатия, водообеспеченность, адаптация, гомеостаз. Прокариотическое строение клетки, кольцевая ДНК, клеточное ядро специфические органоиды, клеточные мембраны.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Влияние химического состава вод на физиологическое состояние пресноводных, солоноватоводных и морских водорослей.
2. Роль водорослей в поддержании почвенных микроценозов.
3. Фотоиндукция, фотопериодичность.
4. Фоторегуляция фотосинтеза и других метаболических и цитокинетических процессов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Признаки, определяющие жизненные формы водорослей.
2. Влияние среды обитания на жизненные формы водорослей.
3. Отличие таксономического состава фитопланктонного комплекса пресных и морских, океанических, неретических вод.
4. Различия в функционировании про- и эукариотических клеток.

*Практическое занятие:*

Вопросы для обсуждения:

1. Водоросли почв, пресных, солоноватоводных, морских водоемов.
2. Морфолого-анатомическое строение водорослей как отражение образа жизни и питания водорослей.
3. Многообразие строения клеточных оболочек, клеточных органелл. пигментного состава у разных водорослей.
4. Устойчивость и ответные реакции водорослей на воздействие физико-химических факторов среды обитания.

Литература: [1]; [2]; [3]; [6]; [12]; [15].

**Тема 2. «Сине-зеленые водоросли. Их систематика, цитологическая и морфологическая организация, экология, географическое распространение, биоразнообразие»**

*Лекция*

Внутриклеточное строение прокариотических зеленых водорослей, особенности строения клеточных оболочек, гормогонии, гетероцистов. Нитчатые и колониальные сине-зеленые, особенности пальмеллоидных колоний. Особенности обмена сине-зеленых водорослей электрокинетические процессы у гормогониевых. Особенности размножения и экологические группы дробянок. Использование в качестве пищевого сырья, получения БАВ, пигментов, других ценных веществ. Видовой состав и таксономическое разнообразие сине-зеленых водорослей горячих источников Камчатки. Биохимические особенности их организации, пигментный состав. Направления изучения и история исследований сине-зеленых на Камчатке. Роль представителей группы в аккумуляции минеральных веществ и ионов, содержащихся в термальных водах. Участие в формировании лечебных грязей и использование в бальнеологической практике.

Основные понятия темы: прокариотическая организация сине-зеленых. Неопределенность таксономического положение и родство с бактериями. Цитокинетические процессы, электропотенциал клеточных процессов. Волнистая оболочка, гормогонии и гетероцисты.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Почвенный комплекс синезеленых водорослей.
2. Пресноводный комплекс сине-зеленых водорослей.
3. Морской комплекс сине-зеленых водорослей.
4. Токсическое цветение сине-зеленых.

Вопросы для самоконтроля:

1. Строение и функции гормогоний.
2. Токсикотолерантность и адаптации зеленых водорослей к температурным условиям.
3. Состояние анабиоза и выживаемость сине-зеленых водорослей.
4. Таксономические признаки классов, порядков и семейств сине-зеленых водорослей.

### *Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. Места обитания и экологическая роль сине-зеленых водорослей.
2. Разнообразие морфологии, пигментного состава сине-зеленых водорослей.
3. Водоросли горячих источников, их химический состав. Искусственное выращивание хозяйственно-ценных видов сине-зеленых водорослей.
4. Участие сине-зеленых водорослей в формировании лечебных грязей и использование в бальнеологической практике.
5. Токсические сине-зеленые водоросли почв, пресных водоемов. Участие сине-зеленых в формировании заморных явлений.

Литература: [3]; [4]; [5]; [10].

### **Тема 3. «Диатомовые и церациевые водоросли. Их систематика, цитологическая и морфологическая организация, экология, географическое распространение, биоразнообразие»**

#### *Лекция*

Коккоидное и колониальное строение диатомовых водорослей. Цитологическая организация. Наличие кремневой оболочки, ее внутренняя и внешняя структура, как основа таксономического деления диатомовых. Размножение диатомовых. Планктонные и донные диатомовые. Прибрежный и океанический планктон, и роль последнего в формировании первичной продукции Мирового океана. Географическое разнообразие флоры диатомовых, их роль в формировании геологических осадков и их датировании. Практическое использование диатомитов. Перспективы использования диатомовых в электронной промышленности. Цитологическая организация церациевых водорослей. Основания для их отнесения к мезокариотам. Скульптурная оболочка, как основа таксономического деления представителей отдела. Правила нумерации и описания щитков оболочки. Участие в формировании морского и пресноводного планктона. Токсические динофлагелляты и особенности их культивирования. Красные приливы, их негативные последствия в прибрежных экосистемах, мониторинг развития и распространения. Участие церациевых в формировании красных приливов в прибрежных водах Мирового океана.

Основные понятия темы: кремнеземная оболочка, панцырь, створка, щиток, скульптура, скульптурные элементы, положительная плавучесть, цитокинез, спорообразование, сакситоксин. Циста, стадия покоя.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Красное и бурое цветение фитопланктона в прибрежных водах Камчатки.
2. Эпифитный и эндофитный образ жизни диатомовых водорослей.
3. Экологическая роль пиннатных и центрических диатомовых.
4. Основы систематики церациевых водорослей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Участники красны приливов.
2. Экологическая роль диатомовых и церациевых водорослей.
3. Практическая значимость диатомовых.
4. Биоразнообразие и распространение представителей обеих групп.

### *Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. Многообразие форм диатомовых и церациевых водорослей и признаки, положенные в основу их таксономического деления.
2. Внешняя и внутренняя структура створок диатомовых и внешних оболочек церациевых водорослей.
3. Практическое использование современных и ископаемых диатомовых.

4. Промышленное культивирование микроскопических водорослей. Методы, направления использования выращенной биомассы.

Литература: [3]; [4]; [5]; [10].

**Тема 4. «Морские и пресноводные зеленые макроводоросли. Зеленые приливы, как стадия трансформации макрофитобентоса при неблагоприятных изменениях среды. Распространение зеленых приливов в Мировом океане»**

*Лекция*

Хлорофициевые зеленые водоросли. Их разнообразие в прибрежных умеренных водах Мирового океана и российского Дальнего Востока. Сифонофициевые зеленые водоросли. Их роль в формировании альгофлоры субтропических и тропических вод Мирового океана. Трансформация протоплазмы при травматическом повреждении сифоновых водорослей и последовательность образования протопластов. Их последующее развитие. Практическое использование зеленых водорослей, их культивирование для коммерческих и санитарных целей. Влияние загрязнения на морфогенез, размножение и развитие водорослей. Направления антропогенной трансформации флоры и появление зеленых приливов как стадии трансформации макрофитобентоса. Биология развития участников зеленых приливов и их адаптация к неблагоприятным факторам среды. Сезонная динамика видового состава и структуры альгоценозов в Авачинской губе. Явления развития зеленых приливов в других районах Мирового океана. Использование результатов изучения зеленых водорослей в экологических исследованиях прибрежных вод Мирового океана.

Основные понятия темы: сифональное, ценоцитное строение зеленых водорослей. Конъюгация, автоспоры, гаметогенез, изо- и анизогаметы, цистирование, фрагментация слоевища, протопласты сифоновых водорослей, жизнь без клеточной мембраны.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Этапы формирования в морских прибрежных экосистемах зеленых приливов.
2. Процессы агглютинация протоплазмы, формирования и дальнейшего развития протопластов у зеленых сифоновых водорослей.
3. Разнообразие пресноводного комплекса зеленых водорослей-макрофитов. Разнообразие морского комплекса зеленых водорослей-макрофитов в тропических и субтропических районах Мирового океана.
4. Разнообразие морского комплекса зеленых водорослей-макрофитов в умеренных и холодных водах Мирового океана.

Вопросы для самоконтроля:

1. Пигментный состав зеленых водорослей
2. Изоморфные и гетероморфные диплогапобионтные циклы развития зеленых водорослей-макрофитов.
3. Посттравматические регенеративные процессы у зеленых сифоновых и сифонокладовых водорослей.
4. Адаптивные реакции, способы выживания в неблагоприятных условиях.

*Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. Экобиоморфы и формы изменчивости зеленых водорослей.
2. Реализация жизненных циклов у улотриковых, шизогониевых и ульвовых зеленых водорослей.
3. Влияние экологических факторов на рост, развитие, воспроизводство зеленых водорослей.
4. Культивирование зеленых водорослей и их практическое использование.

Литература: [1]; [9]; [10]; [11]; [13]; [14].

**Тема 5. «Красные водоросли, их современная таксономия, особенности экологии, географического распространения, история изучения на Российском Дальнем Востоке»**

*Лекция*

Многообразие экобиоморф у красных водорослей. Классификация морфотипов багрянок, тригенетические циклы развития, типы роста, экологических групп. Нарушения в протекания тригенетических диплогапобионтных циклов развития. Апоспория, апогамия, неотеническое развитие. Проблемы таксономии. Общая характеристика бангиевых и флоридиевых. Кораллиновые водоросли. Их роль в формировании изюяки или опустынивания дна. Особенности родовых и видовых ареалов красных водорослей. Значение багрянок в флорогенетических исследованиях. Особенности формирования альгофлоры *Rhodophyta* на российском Дальнем Востоке. Северотихоокеанские центры видового разнообразия багрянок. Особенности цитологической организации и биохимического состава красных водорослей. Разнообразие пигментного состава, матрикса клеточных оболочек.

Основные понятия темы:

Карпоспорофит, карпогон, ауксиллярные нити, ауксиллярные клетки, гипогенные клетки, тетраспоробласт, тетраспоры, цистокарпы Спермации, оогамия, карпоспоры, изморфные и гетероморфные поколения. Фонтанный и осевой типы роста, кальцификация оболочек.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Биологическая температурная асимметрия океанов.
2. Фитогеографическое районирование Тихого океана по багрянкам.
3. Пигментный состав красных водорослей.
4. Ископаемые кораллиновые водоросли.

Вопросы для самоконтроля:

1. Особенности три генетического цикла развития багрянок.
2. Роль карпоспобласта в репликации продуктов размножения.
3. Особенности родовых и видовых ареалов красных водорослей.
4. Тихоокеанские центры видового разнообразия багрянок.

*Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. Особенности тригенетического диплогапобионтного жизненного цикла багряных водорослей.
2. Разнообразие и адаптивность жизненных циклов багрянок.
3. Особенности географического распространения багрянок в Мировом океане и их распределения на шельфе.
4. Экологическая роль и симбиотические связи представителей родофит с другими организмами.

Литература: [2]; [5]; [9]; [10]; [11].

**Типовые тесты для текущего контроля по первому разделу**

1. Признаки, определяющие жизненные формы водорослей:
  - а) наличие или отсутствие митохондрий
  - б) наличие или отсутствие жгутиков
  - в) способность к образованию цист
  - г) способность к регенерации.
2. Принципы, положенные в основу выделения отделов водорослей
  - а) состав пигментов
  - б) наличие жгутиков
  - в) способность к анабиозу
  - г) особенности обмена веществ
3. Какой отдел водорослей имеет прокариотическое строение
  - а) диатомовые
  - б) желто-зеленые
  - в) кокколитовые
  - г) сине-зеленые
4. Гормогониевые водоросли – представители отдела
  - а) золотистых водорослей
  - б) зеленых водорослей
  - в) бурых водорослей
  - г) синезеленых водорослей

5. Представители каких отделов водорослей не живут в горячих источниках
- |                 |            |
|-----------------|------------|
| а) сине-зеленых | в) зеленых |
| б) диатомовых   | г) бурых   |
6. В состав почвенных альгоценозов входят
- |                           |                           |
|---------------------------|---------------------------|
| а) красные водоросли      | в) церациевые водоросли   |
| б) кокколитовые водоросли | г) сине-зеленые водоросли |
7. Коккоидное строение имеют представители
- |                           |                              |
|---------------------------|------------------------------|
| а) бурых водорослей       | в) хламидомоновых водорослей |
| б) эвгленовых водорослей, | г) кокколитовых водорослей   |

## РАЗДЕЛ 2 «ЭКОСИСТЕМНАЯ РОЛЬ МАКРОВОДОРΟΣЛЕЙ, ИХ ХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ»

**Тема 6. «Бурые водоросли. Их систематика, цитологическая и анатомо-морфологическая организация, экология, географическое распространение, биоразнообразие, циклы развития»**

### *Лекция*

Систематическое деление бурых водорослей на классы, значение циклов развития в таксономии этой группы, цитологическое строение и биохимические признаки бурых водорослей. Анатомо-морфологическая организация вегетативных и генеративных структур. Экологическая, продукционная, санитарная роль бурых водорослей. Их таксономическое разнообразие и основные признаки, используемые для выделения таксонов разного уровня. Закономерности распространения основных отделов бурых водорослей в Мировом океане и участия в формировании региональных альгофлор, альгофлористические коэффициенты Фельдмана, Хасегавы. Разнообразие морфотипов бурых, разнообразие типов жизненных циклов, типов роста слоевища (фонтанный, осевой), разнообразие видов с разной продолжительностью жизни. Разнообразие размерных характеристик. Краткая характеристика эктокарповых, хордариевых, пунктариевых, сцитосифоновых, фукусовых водорослей и состояние их изученности на российском Дальнем Востоке. Возможности практического использования бурых водорослей.

Основные понятия темы: спорангии, гаметангии, изо- анизо- оогаметы. Антерозоиды, спорофиты, гаметофиты, нитчатое, псевдотканевая, тканевая организация бурых водорослей.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Апикальный, базальный интеркалярный и диффузный рост бурых водорослей.
2. Многообразие эктокарповых, тилоптеридиевых и диктиотовых водорослей.
3. Особенности распространения в Мировом океане разных отделов водорослей.
4. Таксономическое своеобразие альгофлоры бурых водорослей Тихого и Атлантического океанов, Северного и Южного полушарий.

Вопросы для самоконтроля:

1. Циклы развития бурых водорослей.
2. Оогамный половой процесс у представителей бурых водорослей.
3. Пигментный состав бурых водорослей.
4. Экологическая роль и продуктивность бурых водорослей.

### *Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. Подводные леса и их распространение в Северном и Южном полушариях, гигантские ламинариевые.
2. Глобальные изменения климата и связанные с этим перестройки донных макроценозов с участием бурых водорослей.
3. Экологическая роль и участие в формировании первичной продукции эктокарповых, тилоптеридиевых и диктиотовых водорослей.

4. Экологическая роль и участие в формировании первичной продукции хордариевых и фукусовых водорослей.

Литература: [1]; [3]; [6]; [9]; [8]; [12].

**Тема 7. «Промысловые красные и бурые ламинариевые водоросли, биология их развития, жизненные циклы, спорогенез, биоразнообразие, распространение в Мировом океане, научные основы промысла»**

#### *Лекция*

Характеристика основных порядков промысловых красных и бурых водорослей (*Gigartinales, Laminariales, Ulvales*). Важнейшие направления использования ламинариевого сырья в сельском хозяйстве, растениеводстве, пищевой, фармацевтической, кондитерской и других отраслях промышленности. Полезные свойства альгинатов, фукоидана, ламинарана, маннита и других соединений. Орудия промысла. Первичная обработка сырья в нашей стране и за рубежом. Глубокая переработка ламинариевого сырья, правила его хранения. Современные технологии переработки ламинариевых и российская продукция из этих водорослей.

Особенности сезонного накопления у красных водорослей полиеновых кислот, витаминов, агара, агароидов, карагеннана. Возможности использования полисахаридов красных водорослей в медицине, фармацевтическом производстве, в кондитерской, парфюмерной и других видах промышленности. Использование зеленых водорослей для получения пищевой продукции, антиоксидантов.

Основные понятия темы: альгохимическая переработка, коллоидные растворы, эмульгирование, суспензии, биогель, БАВ, биологическая активность, биотехнологии, антивирусная, фунгицидная активность, гормоны роста, цитостатики, цитокинетики.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Особенности распределения на российском Дальнем Востоке промысловых зарослей красных водорослей. История их промысла.

2. Особенности распределения на российском Дальнем Востоке промысловых зарослей бурых ламинариевых водорослей. История их промысла

3. Особенности распределения на российском Дальнем Востоке промысловых зарослей бурых фукусовых водорослей. История их промысла

4. Добыча водорослей: орудия лова, первичная переработка.

Вопросы для самоконтроля:

1. Технологические и медицинские свойства альгиновых кислот и солей альгиновых кислот.

2. Медицинские свойства фукоидана и полиеновых кислот.

3. Технологические свойства агара-агара и карагеннана. Их использование в пищевой промышленности и биотехнологии.

4. Комплексная переработка ламинариевого сырья.

#### *Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. Использование агара-агара в микробиологических исследованиях, карагеннана в микробиологии.

2. Использование маннита и солей альгиновых кислот в пищевой промышленности, фармацевтике и медицине.

3. Онкопротекторные и антигипариновые свойства фукоидана. Фукоидановое сырье в морях Дальнего Востока.

4. Использование водорослей в сельском хозяйстве и растениеводстве.

Литература: [1]; [3]; [6]; [9]; [8]; [12].

## **Тема 8. «Культивирование и химическая переработка водорослей, практическое использование водорослей и продуктов их переработки»**

### *Лекция*

Постановка и ведение лабораторных культур одно- и многоклеточных водорослей. Разработка и успехи биотехники культивирования зеленых, бурых и красных водорослей в Японии, Корее и на российском Дальнем Востоке. Перспективы развития марикультуры ламинариевых в РФ. Организационные основы марикультуры за рубежом. Правила рыболовства и рекомендации к промыслу ламинариевых водорослей. Понятие ОДУ и ВВ по водорослям, методы их расчета. Мониторинг состояния запасов и современные методы проведения промысловой альгосъемки. Особенности химического состава и полезные свойства водорослевых полисахаридов. Характеристика географического распространения разных семейств, родов и видов ламинариевых, фукусовых, гигартиновых и бангиевых водорослей. Келп и подводные леса, образованные представителями этой группы. Воздействие среды на реализацию гетероморфных диплогапобионтных жизненных циклов. Взаимоотношения с другими гидробионтами, роль в поддержании их жизнедеятельности.

Основные понятия темы: понятие «оценка допустимого улова» водорослей. Методы расчета ОДУ, культуральная среда, лабораторное культивирование водорослей, выгонка рассады ламинариевых, санитарная и товарная марикультура. Матрикс клеточных стенок разных отделов водорослей.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Переработка анфельции в РФ.
2. Потребности разных отраслей в водорослевом сырье.
3. Полисахариды бурых и красных водорослей, характеристика их химического состава.
4. Методы постановки лабораторных культур бурых и красных водорослей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Правила рыболовства в части регламентирующей использование бурых и красных водорослей.
2. Методы разведки промысловых зарослей водорослей.
3. Методы расчета запасов ВВ и ОДУ.
4. Использование продуктов переработки водорослей в пищевой промышленности.

### *Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. Лабораторное выращивание водорослей, цели, задачи культуральных исследований.
2. Товарное выращивание водорослей. Объекты марикультуры, ее развитие в РФ.
3. Рациональное использование природных ресурсов водорослей, примеры нерационального использования.
4. Особенности хозяйственной деятельности по использованию морских растительных ресурсов за рубежом, в Европе и странах юго-восточной Азии.

Литература: [1]; [3]; [6]; [9]; [8]; [12].

## **Тема 9. «Молекулярно-генетические и биохимические и другие современные методы изучения водорослей. Проблемы сохранения их биоразнообразия»**

### *Лекция*

Первоописания водорослей, вклад европейских ученых в становление альготаксономии и альгофлористики. Формирование японской школы альгологов в начале прошлого века и их вклад в изучение альгофлоры западной Пацифики. Развитие русской школы таксономистов. Развитие систематики как науки и усовершенствование методов выбора таксономических признаков. Век кариосистематики, хемотаксономии, цитохимии. Успехи и направления развития методов молекулярногенетического анализа представителей разных отделов водорослей. Использование

этих методов для развития систематики водорослей. Использование световых, инвертированных, сканирующих, трансмиссионных и других микроскопов и разнообразие методов микроскопических и биохимических исследований при изучении строения водорослей, определения физиологической роли разных структур. Биофизические исследования в альгологии. Методы изучения фотосинтеза водорослей, продуктивности фитопланктона. Альгология как основа развития цитологии, цитофизиологии, биохимии и современной таксономии.

Основные понятия темы: фенотипическая и генотипическая систематика, секвенирование генов, филогенетические деревья и филогенетический анализ данных, флорогенетические связи; цитохимические, цитологические, анатомо-морфологические микроскопические исследования.

Вопросы для самостоятельного изучения:

1. Методы изучения хромосомных чисел.
2. Методы изучения внутриклеточного строения.
3. Общие представления о международной базе NSBI (Национальная научная база биотехнологической информации).
4. ГОСТы на определение химического состава бурых и красных водорослей.

Вопросы для самоконтроля:

1. Общие требования к выбору образцов для молекулярно-генетических исследований.
2. Требования к выбору образцов и подготовке препаратов для молекулярно-генетических исследований.
3. Фотодокументирование при микроскопическом исследовании.
4. Водоросли как модельные объекты цитологических исследований.

*Практическое занятие*

Вопросы для обсуждения:

1. История развития молекулярно-генетических методов в альгологии.
2. Противоречия фенотипической и генотипической систематики в области изучения филогении бурых и красных водорослей.
3. Использование одноклеточных водорослей в современных цитологических и молекулярных исследованиях.
4. Водоросли как модельные образцы изучения клеточной физиологии и биохимии.

Литература: [7]; [8]; [9]; [11]; [14].

### **Типовые тесты для текущего контроля по второму разделу**

1. Колониальное строение имеют представители
  - а) кокколитовых водорослей
  - б) диатомовых водорослей
  - в) бурых водорослей
  - г) харовых водорослей
2. Видовое богатство морской флоры по мере продвижения с севера на юг:
  - а) возрастает
  - б) снижается
  - в) не изменяется
  - г) закономерность отсутствует
3. Чем вызываются заморные явления в водоемах
  - а) массовым развитием планктонных водорослей
  - б) цветением морских трав
  - в) образованием ледового покрова
  - г) повышением концентрации кислорода
11. Какая водоросль имеет сифональное строение
  - а) *Laminaria*
  - б) *Porphyra*
  - в) *Ulva*
  - г) *Bryopsis*
4. Название последней стадии антропогенной трансформации макрофитобентоса
  - а) зеленый прилив
  - б) красный прилив
  - в) опустынивание
  - г) опустошение
5. Какие из перечисленных видов водорослей используются для получения агара
  - а) *Gracilaria*
  - б) *Ahnfeltia*

в) *Scytosiphon*

г) *Desmarestia*

6. Как называются виды водорослей, способные переносить сильное загрязнение?

а) стенобионтные

в) эвритаксобные

б) поллютантные

г) полисапробные

7. Как называется явление, при котором в массовом количестве развитие ульвовые и улотриксковые и исчезают красные и бурые водоросли?

а) цветение

в) зеленый прилив

б) зацветание

г) вытеснение

#### **4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

##### **4.1. Внеаудиторная самостоятельная работа**

Самостоятельная работа обучающихся (аспирантов) заключается в инициативном поиске информации по наиболее актуальным проблемам, которые имеют большое практическое значение и являются предметом научных дискуссий.

Самостоятельная работа планируется в соответствии с учебным планом подготовки и настоящей рабочей программой дисциплины.

Основными формами самостоятельной работы обучающихся (аспирантов) при освоении дисциплины являются следующие:

– проработка (изучение) материалов лекций;

– чтение, проработка и конспектирование рекомендованной учебно–методической литературы;

– подготовка к практическим (семинарским) занятиям;

– поиск и проработка материалов из Интернет–ресурсов, периодической печати;

– выполнение домашних заданий в форме практических заданий, докладов;

– подготовка к текущему и итоговому контролю знаний по дисциплине.

Основная доля самостоятельной работы обучающихся (аспирантов) приходится на подготовку к практическим (семинарским) занятиям, тематика которых полностью охватывает содержание курса. Самостоятельная работа по подготовке к семинарским занятиям предполагает умение работать с первичной информацией.

##### **4.2. Контроль**

Контроль освоения дисциплины «Альгология» – зачет.

Контроль освоения дисциплины дает возможность оценить степень восприятия обучающимися (аспирантами) учебного материала и проводится как контроль для оценки результатов изучения дисциплины.

#### **5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся (аспирантов) по дисциплине представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

– описание показателей и критериев оценивания обучающихся (аспирантов) на различных этапах освоения дисциплины, описание шкал оценивания;

– материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков обучающихся (аспирантов) в процессе освоения образовательной программы;

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков обучающихся (аспирантов).

### **Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (зачет)**

1. Предмет, задачи, направления развития современной альгологии.
2. Морфолого-анатомические и морфо-физиологические особенности многоклеточных водорослей.
3. Цитологические и биохимические особенности одноклеточных водорослей.
4. Экологические группы водорослей. Отделы водорослей и принципы их выделения.
5. Уровни организации водорослей: доклеточные, одноклеточные, колониальные, многоклеточные и их разнообразие в разных отделах водорослей.
6. Циклы развития водорослей. И их многообразие у водорослей-макрофитов.
7. Экологическая роль водорослей в литосфере, гидросфере.
8. Общая характеристика сине-зеленых. Экология, распространение, практическое использование.
9. Общая характеристика бурых. Экология, распространение, практическое использование.
10. Общая характеристика диатомовых, церациевых и кокколитовых. Экология, распространение, практическое использование.
11. Общая характеристика желто-зеленых и эвгленовых. Экология, распространение, практическое использование.
12. Общая характеристика зеленых. Экология, распространение, практическое использование. Экологическое явление «зеленые приливы».
13. Общая характеристика бурых. Экология, распространение, практическое использование. Культивирование, промысел, переработка.
14. Общая характеристика красных водорослей. Экология, распространение, практическое использование. Культивирование. Химический состав.
15. Современные взгляды на систематику водорослей. Значение методов молекулярно-генетического анализа в решении таксономических проблем.

## **6 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

### **6.1 Основная литература**

1. Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 1 Зеленые и Бурые водоросли. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – 227 с. (2 экз.)
2. Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 2. Красные водоросли. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2009. – 317 с. (2 экз.)
3. Садчиков А.П. Гидробиотаника: прибрежно-водная растительность: учеб. пособие для вузов / А.П. Садчиков, М.А. Кудряшов. – М.: Академия, 2005. – 240 с. (28 экз.)

### **6.2 Дополнительная литература**

4. 4. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды. – М.: Мир. Бином. Лаборатория знаний, 2008. – 295 с. (17 экз.)
5. Биогеохимические и гидроэкологические характеристики наземных и водных экосистем / РАН Дальневосточное отделение; Ин-т вод и экол. проблем. Вып.17. – Владивосток: Дальнаука, 2007. –179 с. (1 экз.)
6. Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Видовой состав и особенности вегетации водорослей-макрофитов в Авачинском заливе: монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009. – 165 с. (14 экз.)
7. Богерук А.К. Биотехнологии в аквакультуре: теория и практика / М-во сельского хозяйства РФ. – М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2006. – 232 с. (5 экз.)
8. Чмыхалова В.Б. Особенности развития фукуса в прикамчатских водах [монография]. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 106 с. (23 экз.)

9. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 154 с. (1 экз.)
10. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с. (5 экз.)
11. Евсева Н.В. Макрофитобентос прибрежной зоны Южных Курильских островов: состав, распределение и ресурсы : автореферат дисс... канд. биол. наук. – М., 2009. – 30 с. (1 экз.)
12. Климова А.В. Род *Alaria* Greville (Phaeophyceae, Laminariales) в прикамчатских водах: видовой состав, экология и биология развития: дисс... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2018. – 162 с. (1 экз.)
13. Очеретяна С.О. Видовой состав и структура альгосообществ «зеленых приливов» в Авачинской губе и устойчивость зеленых водорослей-макрофитов к неблагоприятному воздействию : дисс... канд. биол. наук. – Петропавловск- Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 191 с. (1 экз.)
14. Клочкова Т.А. Механизмы формирования симбиотических связей и стратегия совместного выживания некоторых видов морских ценоцитных зеленых водорослей и заднежаберных моллюсков: автореферат дисс... канд. биол. наук. – Петропавловск- Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 224 с.

### 6.3 Методические указания

15. Клочкова Н.Г. Альгология: Программа курса и методические указания к изучению дисциплины (уровень подготовки кадров высшей квалификации) / Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 19 с.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»

№ п/п	Web-ресурс	Режим доступа
1	2	3
1	Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»	<a href="http://lkkamchatgtu.ru:8080">http://lkkamchatgtu.ru:8080</a>
2	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
3	Электронно-библиотечная система elibrary (периодические издания)	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
4	Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="http://www.biblio-online.ru">http://www.biblio-online.ru</a>
5	Научная электронная библиотека «Киберленинка»	<a href="http://cyberleninka.ru/">http://cyberleninka.ru/</a>

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ (АСПИРАНТОВ) ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методика преподавания данной дисциплины предполагает чтение лекций, проведение практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций по отдельным (наиболее сложным) специфическим проблемам дисциплины. Предусмотрена самостоятельная работа обучающихся (аспиранта), а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

**Лекции** посвящаются рассмотрению наиболее важных концептуальных вопросов: основным понятиям; обсуждению проблемных вопросов развития высшей школы, психологическим аспектам процесса образования в высшей школе. В ходе лекций обучающимся (аспирантам) следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные

мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.

Целью проведения **практических занятий** является закрепление знаний, обучающихся (аспирантов), полученных ими в ходе изучения дисциплины на лекциях и самостоятельно. Практические занятия проводятся, в том числе, в форме семинаров; на них обсуждаются вопросы по теме, разбираются конкретные ситуации взаимодействия между субъектами образовательного процесса, применение образовательных технологий; проводится тестирование, проводятся опросы. Для подготовки к занятиям семинарского типа обучающиеся (аспиранты) выполняют проработку рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины; конспектирование источников; работу с конспектом лекций; подготовку ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации обучающегося (аспиранта).

## **9 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

### **9.1 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

- электронные образовательные ресурсы, представленные в п. 7 данной рабочей программы;
- интерактивное общение с обучающимися (аспирантами) и консультирование посредством электронной почты.

### **9.2 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса**

При освоении дисциплины используется лицензионное программное обеспечение:

- операционные системы Astra Linux (или иная операционная система, включенная в реестр отечественного программного обеспечения);
- комплект офисных программ Р-7 Офис (в составе текстового процессора, программы работы с электронными таблицами, программные средства редактирования и демонстрации презентаций);
- программа проверки текстов на предмет заимствования «Антиплагиат»;
- программа Adobe Reader Программа для просмотра электронных документов;
- программа Foxit Reader Программа для просмотра электронных документов;
- программа Google Chrome Браузер;
- программа Kaspersky Antivirus Средство антивирусной защиты;
- программа Moodle Образовательный портал ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»;
- программа Mozilla FireFox Браузер;
- программа Microsoft Office Программное обеспечение для работы с электронными документами;
- программа 7-zip Архиватор;
- программа Microsoft Open License Academic Операционные системы.

### 9.3 Современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий)

Наименование электронного ресурса	Адрес сайта
1	2
Международная реферативная база данных научных изданий Web of Science	<a href="http://apps.webofknowledge.com">http://apps.webofknowledge.com</a>
Международная реферативная база данных научных изданий Scopus	<a href="http://www.Scopus.com">www.Scopus.com</a>
Международная реферативная база данных научных изданий ASFA	<a href="http://www.fao.org">www.fao.org</a>
Международная система библиографических ссылок CrossRef	<a href="http://www.crossref.org">www.crossref.org</a>

### 9.4 Перечень информационно-справочных систем

Наименование электронного ресурса	Адрес сайта
1	2
Справочно-правовая система Консультант Плюс	<a href="http://www.consultant.ru/online">http://www.consultant.ru/online</a>
Справочно-правовая система Гарант	<a href="http://www.garant.ru/online">http://www.garant.ru/online</a>

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

– для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации учебная аудитория 6-507 с комплектом учебной мебели на 32 посадочных места;

– для самостоятельной работы обучающихся – аудитории 6-314, 6-214, оборудованные рабочими станциями с доступом к сети «Интернет» и комплектом учебной мебели;

– технические средства обучения для представления учебной информации большой аудитории: аудиторная доска, мультимедийное оборудование (ноутбук, проектор).