

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

Отдел науки и инноваций

Аспирантура

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УНР

\_\_\_\_\_  
Н.С. Салтанова

« 31 » \_\_\_\_\_ 2024 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ЭКОЛОГИЯ»**

Научная специальность  
1.5.15 Экология

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

Петропавловск-Камчатский,  
2024

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 1.5.15 Экология.

Составитель рабочей программы  
д-р биол. наук

  
Ключкова Т.А.

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

Протокол № 9 от «16» 01 2024 г.

И.о. заведующий кафедрой «Экология и природопользование»

канд. биол. наук

  
Авдощенко В.Г.

«16» 01 2024 г.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

*Целью* освоения дисциплины «Экология» является формирование у обучающихся (аспирантов) комплекса знаний по экологии в системе их взаимосвязи с другими науками, как основы оценки и всестороннего анализа экологических закономерностей развития биосферы для последующего применения этих знаний в профессиональной деятельности.

*Задачами* изучения дисциплины «Экология» являются:

- развитие профессиональных знаний обучающихся (аспирантов) посредством освоения ими теоретических основ экологии как динамично развивающейся биосоциальной науки;
- обобщение знаний по разделам экологии (аутэкология, демэкология, синэкология, глобальная экология и др.) и выявление экологических закономерностей существования организмов и биологических надорганизменных систем;
- овладение навыками теоретической и эмпирической оценки антропогенного воздействия на среду обитания;
- актуализация проблем охраны окружающей среды, нормативно-правового регулирования деятельности людей с учётом экологических принципов;
- развитие умений поиска и представления информации с использованием экологических методов и современных информационных технологий;
- формирование экологического мировоззрения на основе понимания взаимосвязей между живыми организмами.

В результате освоения дисциплины обучающийся (аспирант) должен

*Знать:*

- экологические законы, теоретические принципы, методы и методические подходы к изучению взаимодействия биологических систем разных уровней со средой обитания;
- виды, состав и последствия антропогенного воздействия на биосферу;
- сущность современного экологического кризиса и пути выхода из него;
- принципы рационального использования ресурсов биосферы.

*Уметь:*

- применять экосистемный подход при проведении экологических исследований;
- прогнозировать процессы трансформации экосистем в результате антропогенных воздействий;
- обрабатывать, обобщать и анализировать полевую и лабораторную экологическую информацию.

*Владеть:*

- навыками решения экологических проблем на основе анализа и оценки существующей экологической ситуации;
- навыками применения методов экологических исследований в научной практике.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Экология» относится к дисциплинам, направленным на сдачу кандидатских экзаменов, в структуре образовательной программы.

Знания, умения и навыки, полученные обучающимися в ходе изучения дисциплины «Экология», необходимы для сдачи кандидатского экзамена, 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 5, 6 семестре.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единицы (180 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>Курс 3, семестр 5</b>							
<b>Раздел 1 «Основы общей экологии»</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	тест	-
Тема 1: Экология как наука. Биосфера	24	18	12	6	6	опрос, практическое задание	-
<b>Раздел 2 «Учение о биогеоценозах»</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	тест	-
Тема 2: Биогеохимические основы функционирования биогеоценозов	24	18	12	6	6	опрос, практическое задание	-
Тема 3: Факторы среды	24	18	12	6	6	опрос, практическое задание	-
Зачет	-	-	-	-	-	зачет	+
<b>Итого (курс 3, семестр 5)</b>	<b>72</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	-	-
<b>Курс 3, семестр 6</b>							
<b>Раздел 3 «Методы изучения динамики популяции в условиях биогеоценозов»</b>	<b>48</b>	<b>36</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	тест	-
Тема 4: Роль растений в биосфере. Адаптация организмов	12	9	6	3	3	опрос, практическое задание	-
Тема 5: Популяционная экология	12	9	6	3	3	опрос, практическое задание	-
Тема 6: Экология сообществ	12	9	6	3	3	опрос, практическое задание	-
Тема 7: Экосистемы	12	9	6	3	3	опрос, практическое задание	-
<b>Раздел 4 «Человек и биосфера»</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	тест	-
Тема 8: Демографические проблемы современного мира	12	9	6	3	3	опрос, практическое задание	-
Тема 9: Деятельность человека как экологический фактор	12	9	6	3	3	опрос, практическое задание	-
Экзамен	36	-	-	-	-	кандидатский экзамен	36
<b>Итого (курс 3, семестр 6)</b>	<b>108</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	-	<b>36</b>
<b>Всего</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	-	<b>36</b>

### 3.2 Содержание дисциплины по разделам

#### РАЗДЕЛ 1 «ОСНОВЫ ОБЩЕЙ ЭКОЛОГИИ»

##### Тема 1 «Экология как наука. Биосфера»

###### Лекция

Экология как наука. Предмет, содержание и задачи экологии. Первое научное определение экологии (Э. Геккель, 1866). Взаимоотношения экологии с другими науками. Дисциплины, пограничные с экологией.

Системность жизни: средообразующая роль живых организмов, разнообразие форм жизни на планете Земля, разнообразие форм превращения вещества и энергии. уровни организации живой материи: организм, популяция, сообщество, зональные экологические системы (биомы), биосфера.

Основные понятия темы: экология, биологическое разнообразие, живое вещество, средообразующая функция живого вещества, формы превращения вещества, формы превращения энергии, уровни организации живой материи.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экология? Каковы предмет и задачи экологии?
2. Охарактеризуйте методы экологии, исходя из ее разделов.
3. Что такое эмерджентность? Как применимо это понятие к экологии?
4. С какими науками связана экология?
5. Систематизируйте существующие на Земле организмы по различным критериям.
6. Охарактеризуйте различные формы превращения вещества и энергии.
7. В чем суть концепции биотической регуляции окружающей среды?
8. В чем состоит значение высокого биологического разнообразия живой природы?

###### Практическое занятие

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Биосфера как специфическая оболочка Земли и арена жизни. Границы биосферы в литосфере, гидросфере и атмосфере. Функциональные связи в биосфере. Биосфера как среда обитания человека.

Практические задания:

Задание 1. Пользуясь трудами В.И. Вернадского, объяснить следующие постулаты:

- биосфера возникла одновременно с возникновением жизни и непрерывно развивается вследствие взаимодействия организмов и неживой природы;
- современное направление и скорость развития биосферы в значительной степени определяются обществом, составляющим важнейший ее элемент;
- в современной биосфере живая ее часть (включая и человека) является основной, определяющей ее количественные и качественные особенности;
- восстановительные способности биосферы (и живой ее части) ограничены, а масштабы воздействия на нее общества непрерывно растут, что уже привело к однонаправленным в ней изменениям;
- биосфера – единое взаимосвязанное целое;
- человек – это геологическая сила.

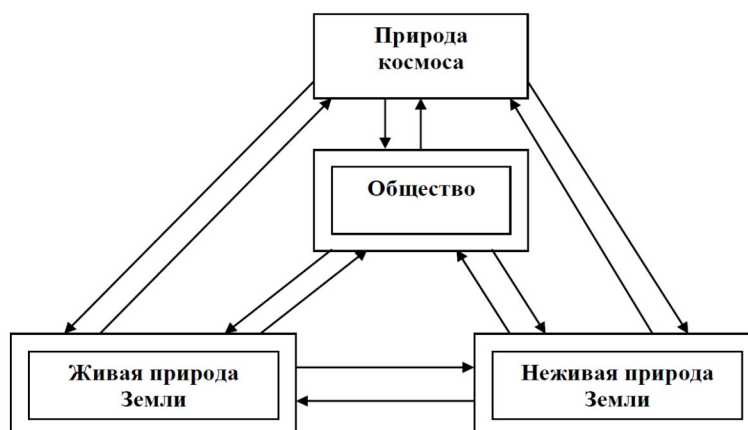
Задание 2. Исходя из законов экологии и того факта, что на Земле ежедневно погибает один вид, определите возможное время гибели биосферы. Приведите расчеты и теоретические выкладки.

Задание 3. Во льдах Гренландии, датированных 800 г. до н.э., содержится 0,0004 мкг свинца на 1 кг льда. Льды, образовавшиеся в 1753 г., содержат свинца в 25 раз больше, а образовавшиеся в 1969 г. содержат 0,2 мкг свинца на 1 кг льда, то есть в 50 раз больше. Объясните, как свинец попадает во льды Гренландии. Объясните, почему содержание свинца во льдах растет.

Задание 4. Ежегодно вследствие аварий на нефтепроводах и танкерах, промышленных и транспортных выбросов, мойки автомашин, судов, цистерн и трюмов танкеров в Мировой океан попадает 14 млн т. нефти. Один грамм нефти или нефтепродуктов способен образовывать пленку на площади 10 м<sup>2</sup> водной поверхности. Определите площадь ежегодного загрязнения мировых водоемов.

Задание 5. Пользуясь схемой, где представлены соотношения связей общества, неживой и живой природы, составить тезисы, объясняющие процессы, протекающие в биосфере.

Литература: [1];[3];[4]



## РАЗДЕЛ 2 «УЧЕНИЕ О БИОГЕОЦЕНОЗАХ»

### Тема 2 «Биогеохимические основы функционирования биогеоценозов»

#### Лекция

Биогенный круговорот вещества и энергии. Биогеохимические функции разных групп организмов. Место человека в биосфере.

Основные понятия темы: большой круговорот веществ, малый круговорот веществ, движущая сила круговорота, энергетические потоки, продуценты, консументы, редуценты, автотрофы, фотосинтетики, хемосинтетики, гетеротрофы, фитофаги, зоофаги, некрофаги, копрофаги, сапрофаги и сапрофиты, энергетическая функция, концентрационная функция, средообразующая функция, транспортная функция, деструктивная функция, человек как гетеротрофный организм, биогеохимическая деятельность человека.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что понимают под круговоротом веществ? Какие круговороты веществ выделяют?
2. Что является движущей силой круговоротов?
3. Опишите основные черты каждого из круговоротов веществ. В чем отличие антропогенного круговорота веществ от естественных круговоротов – геологического и биогеохимического?
4. Что является источником энергии в биоценозе?
5. Как происходит распределение солнечной энергии в биоценозе?
6. Как происходит передача веществ и энергии в биоценозе?
7. Какие группы организмов выполняют энергетическую функцию в биоценозе? Какова суть энергетической функции?
8. Какие группы организмов выполняют средообразующую функцию в биоценозе? Какова суть средообразующей функции?
9. Какие группы организмов выполняют концентрационную функцию в биоценозе? Какова суть концентрационной функции?

10. Какие группы организмов выполняют транспортную функцию в биоценозе? Какова суть транспортной функции?

11. Какие группы организмов выполняют деструктивную функцию в биоценозе? Какова суть деструктивной функции?

12. Охарактеризуйте биогеохимическую деятельность человека в биосфере.

#### Практическое занятие

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами.

Вопросы для обсуждения: Биогеохимические циклы наиболее жизненно важных биогенных веществ. Круговорот воды. Круговорот углерода. Круговорот кислорода. Круговорот азота, круговорот серы. Круговорот фосфора.

Практические задания:

Задание 1. А) Рассчитайте количество воды, потребляемое человечеством в разные периоды цивилизации. Сделайте соответствующие выводы. Заполните таблицу 2.

Б) Постройте гистограмму, отражающую динамику потребления воды (по оси абсцисс временной период; по оси ординат – количество потребленной воды).

Таблица 2 – Количество воды, потребляемое человечеством в разные периоды его существования

№ п/п	Период	Численность населения	Из них городское население, %	Потребление воды в сутки, л	Потребление воды в месяц	Потребление воды в год
1	10 тыс. лет назад	5 млн	0,05	12–18		
2	1000 лет назад	350 млн	1	30		
3	500 лет назад	450 млн	2	30		
4	1800 г.	1 млрд	5	40–60		
5	1900 г.	1,65 млрд	8	230		
6	1939 г.	2 млрд	12	350		
7	1960 г.	3 млрд	35	400		
8	1975 г.	4 млрд	40	400		
9	1999 г.	6 млрд	52	500		
10	2004 г.	6,1 млрд	55	500		

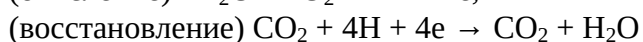
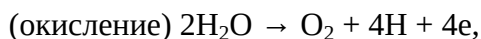
Задание 2. Постройте и проанализируйте полный цикл круговорота воды в биосфере. Какое звено, по вашему мнению, является наиболее важным для сохранения целостности круговорота воды в природе? Ответ обоснуйте.

Задание 3. Выявите значение разных групп организмов в круговороте веществ в природе. Заполните таблицу 3. Сделайте соответствующие выводы.

Таблица 3 – Значение живых организмов в круговороте кислорода в природе

Группы организмов	Значение организмов в круговороте
Бактерии	
Грибы	
Растения	
Животные	

Задание 4. Установлено, что кислород образуется из молекул  $H_2O$ , а не  $CO_2$ . Сколько квантов света необходимо для одной молекулы кислорода?



Задание 5. Экосистема представляет собой зрелый пихтовый лес (пихта Дугласа) в штате Орегон, США; биомасса этой экосистемы не увеличивается. Данные о биомассе основных ее компонент и среднем содержании азота в каждой из них приведены в таблице 4. Таблица также содержит сведения относительно «пропускной способности» составляющих экосистемы, которые растут и затем распадаются, высвобождая азот, – это листва и ветки, попадающие в лесную подстилку (преимущественно осенью), грибница (максимум ее роста приходится на начало лета) и грибы, растущие быстрее всего зимой. Приведенные данные получены в результате кропотливого определения биомассы каждой из компонент на протяжении года. Эту систему можно считать замкнутой, поскольку процессы фиксации азота и выведения его из цикла столь незначительны, что ими можно пренебречь.

Таблица 4 – Максимальная величина биомассы, массопереноса и содержания азота в компонентах экосистемы зрелого пихтового леса (пихта Дугласа)

№ п/п	Компоненты экосистемы	Биомасса, кг/га	Массоперенос, кг/га	Содержание азота, %
1	Надземные части	260 000	32000	0,16
2	Корни	49 000	0	0,08
3	Микориза	25 000	146000	0,62
4	Лесная подстилка	19 000	3000	0,47
5	Грибы	23 000	92000	0,80
6	Органические вещества почвы	450 000	Не определяли	1,70

А) Рассчитайте максимальное количество азота, накопленное каждой компонентой экосистемы. В какой из них он содержится в максимальном количестве? Заполните таблицу 5. Максимальную величину ретенции азота можно получить, умножая биомассу на содержание в ней азота.

Таблица 5 – Максимальное количество азота, накопленное компонентами экосистемы

№ п/п	Компоненты экосистемы	Ретенция азота, кг/га	Массоперенос, кг/га
1	Надземные части		
2	Корни		
3	Микориза		
4	Лесная подстилка		
5	Грибы		
6	Органические вещества почвы		

Б) Определите количество азота, проходящее через каждую компоненту экосистемы. Какие предположения вам пришлось сделать при заполнении таблицы? Оправданны ли они? Аналогичным образом определяют перенос азота (массоперенос) между компонентами экосистемы. Для этого перемножают величины переносимых биомасс на содержание в них азота. При этом мы делаем весьма существенное допущение, полагая, что в биомассе, переходящей от одной компоненты системы к другой, концентрация азота та же, что и в исходном компоненте. Такое предположение не всегда соответствует действительности. Так, содержание азота в опадающих листьях и веточках выше, чем в более массивных ветвях. Недоучет этого обстоятельства приведет к получению заведомо заниженной величины переноса азота от надземной части деревьев (5 кг/га). В действительности же перенос азота от надземных частей деревьев равен количеству азота, поступающего в лесную подстилку и затем выводимого из нее



(Произведите расчеты). Азот может извлекаться из той или иной компоненты до ее разрушения. Таким образом, в частности, уменьшаются потери из микоризы и грибов.

В) Используя полученные вами результаты, составьте по возможности полный азотный цикл для данного леса. Какая из компонент является наиболее важной составляющей этого цикла?

Литература: [1];[4];[5]

### **Тема 3 «Факторы среды»**

#### *Лекция*

Факторы среды обитания организмов (экологические факторы): абиотические, биотические, антропогенные.

Температура, как экологический фактор: температурные пороги жизни, теплообмен. Вода как экологический фактор. Минеральные соли как экологический фактор. Газовый состав современной атмосферы планеты Земля. Кислород как экологический фактор. Свет как экологический фактор.

Основные понятия темы: экологические факторы, абиотические факторы, биотические факторы, антропогенные факторы, терморегуляция, температурные пределы, экологические группы организмов по отношению к температуре, водный режим, экологические группы растений по отношению к влажности, группы организмов по отношению к кислороду, экологические группы организмов по отношению к свету.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экологические факторы? Как их классифицируют?
2. Как влияет температура на жизнь растений и животных?
3. Какое значение имеет свет для жизни на Земле?
4. Какие Вы знаете основные экологические факторы водной среды? Дайте им характеристику.
5. Какие способы терморегуляции у животных существуют?
6. Чем определяются температурные пределы, которые оптимальны для существования организмов?
7. Каковы основные компоненты газового состава современной атмосферы?
8. В чем заключается влияние на организмы химических факторов воздушной среды?
9. В чем проявляется роль макро- и микроэлементов как экологического фактора?
10. Какую роль играет кислород в жизнедеятельности организмов?

#### *Практическое занятие*

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Влияние температуры на биологические ритмы растений и животных. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Термофилы и психрофилы. Вода как внутренняя среда организма. Физико-химические свойства воды как среды обитания растений и животных. Водно-солевой обмен организмов в водной среде и на суше. Газообмен в водной и воздушной среде. Основные адаптации растений и животных, связанные с дыханием. Спектральный состав солнечного излучения. Биологическое действие различных участков спектра солнечного излучения. Влияние света на биологические ритмы. Физиологическая регуляция сезонных явлений.

Практические задания:

Задание 1. Постройте графики зависимости скорости прорастания семян (в часах) от температуры окружающей среды (в градусах) для клевера и люцерны (таблица 6).

Таблица 6

Название растения	Клевер			Люцерна		
Температура прорастания, °С	10	15	25	10	15	25
Время прорастания, ч	72	42	24	90	66	48

Семена какого растения нуждаются в более высокой температуре для прорастания?

Задание 2. В соленых озерах Западной Европы гидробиологи обнаружили в воде при концентрации солей 30 г/л – 64 вида животных, при концентрации 100 г/л – 38 видов, при 160 г/л – 12 видов, а при 200 г/л – 1 вид. Постройте график зависимости числа видов животных от концентрации солей в воде озера. При какой солености жизнь в озере отсутствует

Задание 3. Перечислите экологические группы растений по отношению к воде. Распределите следующие виды растений по этим группам: кактус, верблюжья колючка, ряска малая, камыш озерный, молочай тонкий, типчак, копытень европейский, агава, береза повислая, кувшинка белая, калужница болотная, ковыль-волосатик, элодея канадская, алоэ, лютик водяной, бодяг огородный, росянка, аспарагус, полынь, эдельвейс.

Задание 4. Заполните таблицу, приведя примеры следующих групп животных (табл. 7).

Таблица 7

Пойкилотермные	Гомойотермные	Гетеротермные

Задание 5. Назовите типы биологических ритмов (приливо-отливные – А; суточные – Б; годовые – В), которые определяют следующие явления: перелеты птиц с мест гнездования в южные районы; спячка бурых медведей; утреннее раскрытие цветков растений; линька соболя; периодичность открывания и запираания раковин устриц в прибрежной зоне; цветение покрытосеменных растений умеренных широт; сон и бодрствование у человека; наибольшая восприимчивость кожи человека к косметическому уходу; авитаминозы у человека; осенний листопад.

Задание 6. Какие из ниже перечисленных физиологических функций живых организмов не затронуты суточной периодичностью (ответ обоснуйте):

- а) сон и бодрствование;
- б) изменение температуры тела;
- в) миграции животных;
- г) потоотделение;
- д) линька;
- е) листопад;
- ж) открывание и закрывание цветков;
- з) темпы деления амебы;
- и) частота дыхания;
- к) спячка.

Литература: [1]; [2], [3].

### РАЗДЕЛ 3 «МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИИ В УСЛОВИЯХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ»

#### **Тема 4 «Роль растений в биосфере. Адаптация организмов»**

##### *Лекция*

Космическая роль зеленых растений. Контроль зеленых растений за газовым составом атмосферы. Озоновый экран. Парниковый эффект. Создание зелеными растениями первичной биологической продукции. Фотосинтез как механизм преобразования кинетической энергии солнечного света в потенциальную энергию живого вещества (энергию химических связей).

Основные понятия темы: энергетическая функция растений, газовый состав атмосферы, нарушение озонового слоя, парниковые газы, первичная биологическая продукция, валовая первичная продукция, чистая первичная продукция, фотосинтез.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем состоит космическая роль растений?
2. Содержание каких газов в атмосфере контролируют растения?
3. Каковы причины парникового эффекта?
4. Каковы негативные последствия и пути предотвращения развития парникового эффекта?
5. Каковы причины разрушения озонового экрана?
6. Каковы негативные последствия и пути предотвращения разрушения озонового экрана?
7. Почему истощение озонового экрана Земли относится к числу важнейших экологических проблем?
8. Что понимается под первичной биологической продукцией?
9. Что представляет собой валовая первичная продукция?
10. Что представляет собой чистая первичная продукция?

### *Практическое занятие*

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Адаптации на уровне организмов. Лимитирующие факторы. Пределы толерантности. Диапазон значений основных физических и химических показателей (температура, влажность, рН, солевой состав и др.), в пределах которого возможен феномен жизни на планете Земля. Экологическая ниша (по Дж. Хатчинсону) как многомерный аналог пределов толерантности. Значение взаимодействия факторов в их влиянии на организм.

Практические задания:

Задание 1. Некоторую часть своего жизненного цикла камчатский краб (*Paralithodes camtschatica*) существует в виде специализированной личиночной стадии – зоеа. При изучении влияния солености среды на особей данного вида краба на разных стадиях развития были отмечены следующие закономерности. Во взрослом состоянии особей можно отнести к стеногалинным организмам, так как они существуют в интервале солености от 20 г/л до 32 г/л, при этом оптимум отмечается при 25–28 г/л. В момент оплодотворения оптимальная соленость сужается до 26–27,5 г/л при неизменных пределах толерантности. Отложенные яйца сохраняют свою жизнеспособность только при солености от 17 г/л до 28 г/л. Максимальное вылупление зоеа происходит при интервале солености от 23 г/л до 26 г/л. Одновременно изменяется и устойчивость к солености. Если нижний предел снижается до 18 г/л, то верхний незначительно повышается (до 33 г/л). До репродуктивного возраста, при сохранении солености в интервале 23–28 г/л, доживает 82% особей. По приведенным выше данным определите пределы толерантности для камчатского краба как вида в целом. Иллюстрацией к какому закону, описывающему закономерности действия экологических факторов, является данный пример? Сформулируйте этот закон.

Задание 2. Изобразите кривые толерантности, показывающие примерно границы произрастания по фактору влажности почвы, следующих видов растений: береза, типчак, осока, ковыль, брусника, калужница, клевер, черника. Оптимальные условия характеризуются наибольшим обилием вида. Какие виды из приведенных выше растений можно считать эврибионтными, а какие – стенобионтными по отношению к влажности почвы? Ответ обоснуйте.

Задание 3. Изобразите кривые толерантности, показывающие примерно границы произрастания по фактору богатства почвы, следующих видов растений: вереск, береза, лапчатка, кислица, ковыль, брусника, бузина, черника. Оптимальные условия характеризуются наибольшим обилием вида. Какие виды из приведенных выше растений можно считать эврибионтными, а какие – стенобионтными по отношению к богатству почвы? Ответ обоснуйте.

Задание 4. Назовите известные Вам адаптационные приспособления к водной среде жизни следующих экологических групп гидробионтов, приведите примеры таких организмов.

Таблица 8

Экологические группы	Адаптации	Организмы
Нектон		
Планктон		
Бентос		

Задание 5. Заполните таблицу примерами морфологических адаптаций к основным средам жизни различных классов живых организмов.

Таблица 9

Среда жизни	Морфологические адаптации					
	звери	птицы	рыбы	земноводные	насекомые	растения
Водная						
Наземно-воздушная						
Почвенная						

Литература: [1];[3];[4]

### **Тема 5 «Популяционная экология»**

#### *Лекция*

Популяционная экология. Понятие о популяции. Популяция как система. Популяционная структура вида. Пространственная структура популяций. Пространственная дифференциация и функциональная интеграция видов растений и животных. Поддержание пространственной структуры видов. Регуляция плотности населения.

Основные понятия темы: популяция, ареал, элементарная (локальная) популяция, экологическая популяция, географическая популяция, равномерное распределение, неравномерное распределение, случайное распределение, гомеостаз популяции, модифицирующие факторы, регулирующие факторы, саморегуляция численности популяции.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое популяция? Как их классифицируют?
2. Какие существуют основные типы распределения особей в пространстве?
3. От чего зависит распределение особей в пределах ареала?
4. Для каких популяций характерно неравномерное распределение в пространстве?
5. Для каких популяций свойственно равномерное распределение в пространстве?
6. Что понимают под гомеостазом популяции?
7. Какие факторы, регулирующие плотность популяции, зависимы от ее плотности?
8. Какие факторы, регулирующие плотность популяции, независимы от ее плотности?
9. Каковы механизмы торможения роста численности популяций?
10. Какие способы регулирования численности популяции использует человек?

#### *Практическое занятие*

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Демографическая структура популяций. Динамика численности популяций и популяционные циклы. Демографический потенциал. Демографические пирамиды как отражение демографического потенциала. Статические и динамические характеристики популяции.

Практические задания:

Задание 1. Представьте себе, что вы изучаете популяцию дикого голубя. Предварительные наблюдения позволили установить, что ее плотность составляет 130 особей/га. За период размножения (у голубя раз в году) из одной кладки яиц в среднем выживает 1,3 детеныша. В

популяции равное число самцов и самок. Смертность голубя постоянна, в среднем за год погибает 27% особей. На основании имеющихся данных определите, как будет меняться плотность популяции голубя в течение 5 ближайших лет. При расчетах отбрасывайте дробную часть числа.

Произведя вычисления, заполните таблицу, руководствуясь приведенными ниже примерами расчетов изменения численности за первый год.

$$\text{Рождаемость} = \text{плотность самок} \cdot \text{плодовитость} = 130:2 \cdot 1,3 = 84$$

$$\text{Смертность} = \text{общая плотность} \cdot \text{удельная смертность} = 130 \cdot 27:100 = 35$$

Плотность популяции к началу следующего года есть ее плотность к началу данного года плюс рождаемость и минус смертность. Таким образом, к началу второго года плотность популяции составит:  $130 - 35 + 84 = 179$

Таблица 10

Показатели популяции голубя	Годы жизни				
	1	2	3	4	5
Плотность	130	179			
Рождаемость	84				
Смертность	35				

Используя полученные данные, построить график динамики плотности популяции голубя, где на оси абсцисс отложить годы жизни, на оси ординат – плотность популяции голубя.

Задание 2. Промысел оказывает большое влияние на плотность популяции ряда видов млекопитающих. Объясните, почему из популяции кабана, без риска ее уничтожить, можно изъять до 30% особей, тогда как допустимый отстрел лосей не должен превышать 15% численности популяции.

Задание 3. В начале сезона было помечено 1000 рыб. В ходе последующего лова в общем вылове из 5000 рыб обнаружилось 350 меченых. Какова была численность популяции перед началом промысла?

Задание 4. Площадь охотничьего хозяйства составляет 39000 га. Леса на этой площади относят к лесам среднего качества. Лесистость хозяйства 73%. Численность лося ориентировочно определяется в 421 особь. Рассчитайте плотность популяции лося. Дайте оценку плотности популяции лося (низкая, оптимальная, высокая, очень высокая), если для лесов среднего качества плотность лося должна составлять 3–5 особей на каждые 1000 га.

Литература: [1];[3];[4]

## **Тема 6 «Экология сообществ»**

### **Лекция**

Экология сообществ. Сообщество (биоценоз) как система. Основные виды межпопуляционных связей в сообществах. Трофическая и пространственная структура сообщества. Пищевая (трофическая) цепь. Сети питания. Поток вещества и энергии по трофической цепи. основные функциональные группы организмов (трофические уровни) в экосистемах: продуценты, консументы, редуценты. Экологическая ниша (по Ч. Элтону) как место вида в трофической структуре сообщества.

Основные понятия темы: биоценоз, трофические связи, топические связи, форические связи, фабрические связи, ярусность, мозаичность, цепь питания, пастбищная цепь, детритная цепь, трофический уровень, закон Линдемана, продуценты, консументы, редуценты, биологический круговорот веществ, фундаментальная экологическая ниша, реализованная экологическая ниша.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое пищевая цепь и как много таких цепей в экосистемах?
2. Расскажите о потоке энергии, проходящем через пищевую цепь.

3. Какие трофические уровни в пищевой цепи занимают продуценты и консументы первого, второго и третьего порядков?
4. Как формулируется правило экологической пирамиды? Чем отличаются пирамиды энергии от пирамид чисел и биомасс?
5. От чего зависит видовой состав и насыщенность биоценоза?
6. Как влияют абиотические факторы среды на формирование видовой структуры биоценозов?
7. Сформулируйте правило экологического дублирования и приведите примеры его действия.
8. Объясните, в чем заключается особая важность биоразнообразия для экосистем нашей планеты.
9. В чем причина конкурентной борьбы за экологическую нишу и суть принципа Гаузе?
10. Почему дифференциация ниш ведет к снижению конкуренции?

### Практическое занятие

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Межпопуляционные взаимодействия в сообществе. Хищничество и паразитизм. Конкуренция и мутуализм. Комменсализм и аменсализм. Представление о консорциях. Топические и трофические связи в консорциях.

Практические задания:

Задание 1. На рисунке 1 показаны графики изменения количества особей инфузорий *Paramecium aurelia* и *P. caudatum* в смешанной культуре (вид 1) и в изолированной культуре (вид 2). Объясните, как ведут себя виды, помещенные в разные культуры.

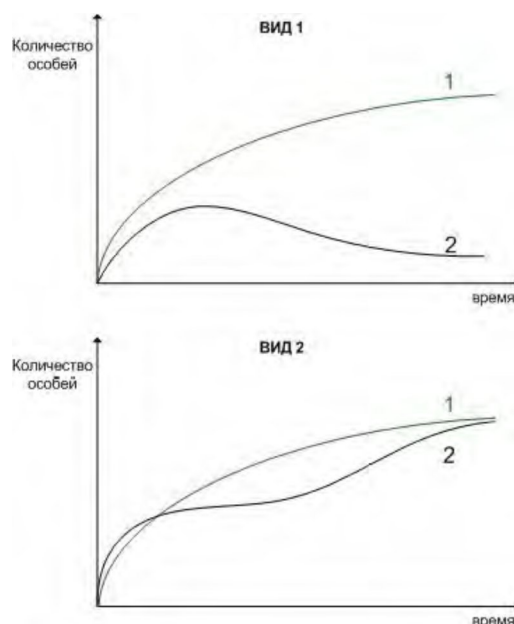


Рисунок 1 – Рост численности инфузорий *Paramecium aurelia* (1) и *P. caudatum* (2)

Задание 2. На рисунке 2 представлена схема строения консорции. Опишите все виды консортов, обозначенных на рисунке. Что такое эдификатор, преддоминант, детерминант и концентр?

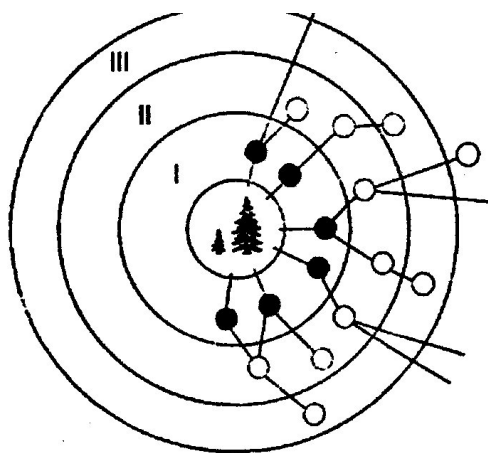


Рисунок 2 – Схема строения консорции

Задание 3. Взаимодействие двух организмов теоретически можно представить в виде парных комбинаций символов «+», «-» и «0», где «+» обозначает улучшение положения для организма, «-» – его ухудшение и «0» – отсутствие значимых изменений при взаимодействии. Обозначьте в таблице предлагаемые типы межвидовых биотических взаимодействий соответственными парными комбинациями – символов «+»;«-»;«0».

Таблица 11

№ пп	Тип взаимодействия	Виды	
		1	2
1	Нейтрализм		
2	Межвидовая конкуренция (непосредственная)		
3	Межвидовая конкуренция (из-за ресурсов)		
4	Аменсализм (1 – аменсал; 2 – ингибитор)		
5	Паразитизм (1 – паразит)		
6	Хищничество (1 – хищник)		
7	Комменсализм (1 – комменсал)		
8	Протокооперация		
9	Мутуализм		

Литература: [1];[2];[3].

### Тема 7 «Экосистемы»

#### Лекция

Экосистема как функциональное единство сообщества и его среды обитания. Динамика экологических систем. Экологическая сукцессия. Этапы экологической сукцессии (сериальные стадии). Первичные и вторичные экологические сукцессии. Дисбаланс продукции и деструкции как причина первичной сукцессии. Климаксное (равновесное) сообщество. Нарушение хода сукцессии под влиянием антропогенного воздействия.

Основные понятия темы: экосистема, биогеоценоз, биомы, экотоп, циклические изменения, поступательные изменения, сукцессия, природные сукцессии, аутогенные сукцессии, аллогенные сукцессии, деграционные сукцессии, продуктивность экосистем, первичные сукцессии, вторичные сукцессии, климаксное сообщество.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экологическая система? Какие биосистемы изучает экология?
2. Из каких компонентов состоят экосистемы?
3. Что такое цикличность экосистем, как и какими факторами она обусловлена?
4. Что такое сукцессия и причины ее возникновения? В чем сущность первичной и вторичной сукцессии?

5. Что понимается под сукцессионной серией и как возникает климаксное сообщество?
6. В чем сущность первичной и вторичной сукцессии?
7. Что такое продуктивность экосистемы и уровни продуцирования?
8. Какое экологическое значение имеют продуцирование и разложение в природе?
9. Почему сообщество не может одновременно быть высокостабильным и давать большой выход чистой продукции?
10. Каковы отличия агроэкосистем от естественных экосистем?

### Практическое занятие

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Зональные экологические системы. Факторы, определяющие природную зональность и высотную поясность экосистем. Основные характеристики зональных экологических систем. Биосфера как экосистема самого высокого уровня.

Практические задания:

Задание 1. Известно, что 1 га 20-летнего сосняка поглощает в год до 9 т углекислоты, 1 га 60-летнего – 13 т, а 1 га 80-летнего – 11 т. Объясните, на чем основано правило рубки зрелых деревьев.

Задание 2. Рассчитайте, сколько необходимо гектар сосняка для связывания углекислого газа, выделяемого человечеством современной биосферы, человечеством XIII в., V в. до н.э. в сутки, месяц, год. Постройте гистограмму, проанализируйте ее. Сделайте выводы.

Задание 3. Общее содержание CO<sub>2</sub> в атмосфере Земли составляет около 1100 млрд т. Установлено, что за 1 год растительность ассимилирует примерно 1 млрд т углерода, примерно столько же его выделяется в атмосферу. Определите, за сколько лет весь углерод атмосферы пройдет через организмы

Задание 4. По рисунку 3 составить вопросы и дать на них ответы по продуктивности различных экосистем биосферы.



Рисунок 3 – Распределение первичной продукции на земном шаре (по Дювиньо, Тангу, 1968)

Задание 5. Объяснить соотношение масс живого вещества континентов и океана, используя данные таблицы 12.



Таблица 12 – Характеристика биомассы (по Базилевич, Родиной и Розовой, 1971)

Единица измерения	Континент			Океан			Всего
	Зеленые растения	Животные и микроорганизмы	Итого	Зеленые растения	Животные и микроорганизмы	Итого	
т	$2,4 \cdot 10^{12}$	$0,02 \cdot 10^{12}$	$2,42 \cdot 10^{12}$	$0,0002 \cdot 10^{12}$	$0,003 \cdot 10^{12}$	$0,0032 \cdot 10^{12}$	$2,4232 \cdot 10^{12}$
%	99,2	0,8	100	6,3	93,7	100	–

Литература: [1];[4];[5].

#### РАЗДЕЛ 4 «ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА»

##### **Тема 8 «Демографические проблемы современного мира»**

###### *Лекция*

Воздействие человека на биосферу. Демографический взрыв, время начала и основные причины. Демографический потенциал в развитых и развивающихся странах. Современная численность населения и прогноз динамики численности населения на ближайшие десятилетия.

Основные понятия темы: человек как биологический вид, полиморфизм популяции человека, среда обитания человека и его воздействие на нее, особенности пространственной структуры человечества, урбанизация, половозрастные пирамиды для развитых и развивающихся стран, продолжительность жизни, факторы, лимитирующие развитие человечества.

Вопросы для самоконтроля:

1. В чем отличия и сходства человека и животного мира?
2. Почему человек стал строить свою собственную экосистему?
3. Полностью ли человек независим от факторов природной среды?
4. Почему экологической нишей человека является вся наша планета?
5. На какие типы можно подразделить среду обитания человека?
6. Какие факторы окружающей среды, влияющие на здоровье человека, являются абиотическими?
7. Какими факторами ограничен рост человеческой популяции?
8. Почему в динамике роста человеческой популяции преобладает экспоненциальная зависимость?
9. В чем причина роста численности населения Земли? Какие экологические проблемы он создает?
10. Что может произойти с человеческой популяцией, если ее численность достигнет предельной биологической емкости среды?
11. Каковы прогнозы дальнейшего изменения численности человечества?

###### *Практическое занятие*

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Антропоэкосистемы. Экология общественного здоровья. Загрязнение природной среды и здоровье человека. Здоровье населения России. Образ жизни и качество жизни населения. Экологические проблемы народонаселения.

Практические задания:

Задание 1. Существует мнение, что уже сейчас людей на Земле больше, чем она в состоянии прокормить. Согласны ли вы с этим мнением? Ответ аргументируйте.

Задание 2. В одном из городов с начала 1990х гг. рождаемость (число новорожденных в год на 1000 женщин репродуктивного возраста) понизилась, а смертность осталась на прежнем уровне. Численность населения, тем не менее, продолжает расти. Предположите причину, по которой это может происходить?

Задание 3. Люди никому не желают зла: не выдергивают в массе растения из почвы, не устраивают просто так массовую бойню животных. Они просто строят свои города, засевают свои поля полезными растениями, пасут свои стада. Почему же оказываются столь плачевными результаты человеческой деятельности для множества безразличных человеку растений и животных?

Задание 4. Определите количество диоксида углерода, выделяемое вашим организмом на протяжении суток, месяца, года. Какое количество диоксида углерода вырабатывалось человечеством в V в. до н.э., в XIII в. и в современный период времени? Для решения следует привлечь сведения, касающиеся физиологии и анатомии человека (Какова концентрация диоксида углерода в выдыхаемом воздухе? Сколько выдохов делает человек в минуту, в час и т.д.? Какой объем выдыхаемого воздуха у человека в состоянии покоя (л)? Какова масса этого газа (при комнатной температуре и давлении)? Какова масса одного моля CO<sub>2</sub>? Какова общая масса выдыхаемого CO<sub>2</sub> в кг?). Другой, более простой способ состоит в определении количества ежедневно потребляемых вами пищевых продуктов, поскольку большинство из них состоит из тех же компонентов, что и диоксид углерода. Постройте соответствующую гистограмму.

Литература: [1];[5].

### **Тема 9 «Деятельность человека как экологический фактор»**

#### *Лекция*

Деятельность человека как экологический фактор. Прикладные аспекты экологии. Абсолютная зависимость человека от растений и животных, населяющих нашу планету. Фрагментация (расчленение) ареалов видов в результате расширения сельхозугодий, поселений и коммуникаций человека. Загрязнение человеком воздушной, водной среды и почвы. Основные источники загрязнения. Краткая история природопользования от раннего земледелия до наших дней как история воздействия человека на природную среду.

Основные понятия темы: деструктивное воздействие, стабилизирующее воздействие, конструктивное воздействие, прямое воздействие, косвенное воздействие, непреднамеренное воздействие, преднамеренное воздействие, техногенез, экологический кризис, экологическая катастрофа.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение и приведите примеры разрушительного, стабилизирующего и конструктивного воздействия человека на природу.
2. Дайте определение и приведите примеры прямого и косвенного воздействия человека на природу
3. Дайте определение и приведите преднамеренного и непреднамеренного воздействия человека на природу
4. Какой смысл вкладывают в понятие техногенез?
5. Каковы основные причины ухудшения состояния природной среды?
6. В чем принципиальная разница между экологическим кризисом и экологической катастрофой?
7. В чем особенности современного экологического кризиса? Сформулируйте его основные черты.
8. Каковы важнейшие этапы в истории взаимоотношений общества и природы? Назовите важнейшие экологические кризисы в развитии биосферы и цивилизаций.

#### *Практическое занятие*

Форма занятия: дискуссии, выступления с докладами

Вопросы для обсуждения: Основные виды антропогенных воздействий на биосферу. Характеристика антропогенной деятельности. Загрязнение природной среды. Основные источники загрязнения окружающей среды. Краткая характеристика выбросов в атмосферу, сбросов сточных вод, состава твердых отходов источников загрязнения. Экологическая

характеристика различных предприятий. Глобальные экологические проблемы. Сущность современного экологического кризиса. Концепции выхода из экологического кризиса и сохранения биосферы. Труды Римского клуба. Концепция устойчивого развития.

Практические задания:

Задание 1. Заполните таблицу 13. В центральную колонку впишите основные источники, выделяющие атмосферные загрязнители (выбрать из списка), в правой колонке опишите опасность, которую представляют эти вещества для природы и человека.

Таблица 13 – Основные загрязнители воздуха и их воздействие на природу

Вещества, загрязняющие атмосферу	Основные источники загрязнений	Воздействие загрязнителей на природу и человека
Оксиды углерода (CO, CO <sub>2</sub> )		
Оксиды серы (SO <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> )		
Оксиды азота (NO, NO <sub>2</sub> )		
Взвешенные вещества (пыль, сажа)		
Радиоактивные вещества		

Источники, выделяющие атмосферные загрязнители: транспорт; цементные заводы; аварии на атомных реакторах; производство, на котором сжигают уголь, сланцы, нефтепродукты, торф; производство атомного оружия; производство железа, меди, серной кислоты, азотной кислоты; тепловые станции и электростанции, работающие на угле, торфе, мазуте; взрывы атомных и водородных бомб.

Задание 2. Заполните таблицу 14:

- приведенные ниже примеры запишите во 2-й столбец таблицы;
- напротив каждого примера запишите свои ответы в 3-м столбце и предложения в 4-ый столбец.

Таблица 14

Последствия человеческой деятельности в природе	Примеры	Какие происходят изменения природных экосистем, их видового состава?	Ваши предложения по улучшению экологической ситуации
Обратимые	1 ..		
	2 ..		
	..		
Необратимые	1 ..		
	2 ..		
	..		

1. Возникновение стихийных свалок бытовых отходов.
2. Выращивание монокультур (пшеница, рис, кукуруза, соя, сахарный тростник) на обширных территориях.
3. Вырубка леса для выращивания сельскохозяйственной продукции и строительства жилья на освободившейся площади.
4. Загрязнение воды и воздуха выбросами в атмосферу оксидов серы, азота.
5. Интенсивная охота, рыболовство и сбор редких видов растений.
6. Использование пестицидов.
7. Осушение болота или создание искусственного водохранилища.
8. Потрава пастбищ домашним скотом.
9. Сброс воды, загрязненной бытовыми органическими веществами, в водоемы.
10. Случайная интродукция видов животных или растений.
11. Уничтожение хищников.

Задание 3. Примем, что население земного шара составляет около 6 млрд человек и что его ежедневное мировое потребление ископаемого топлива составляет (в перерасчете на нефть) около 180 млн баррелей (масса 1 барреля, равного 40 американским галлонам нефти, составляет около 150 кг). Произведите расчеты и определите, будет ли, по вашему мнению, в этих условиях дыхание человечества существенным образом влиять на процесс глобального потепления? (Расчеты произведите, взяв за точку отсчета формулу октана. Сколько моль диоксида углерода образует при сгорании 1 моль октана? Конечные результаты приведите в г, кг).

Задание 4. Разработайте сравнительную характеристику антропогенного CO<sub>2</sub>, вырабатываемого в год основными его поставщиками (США, Китай, Россия, Германия, Япония и т.д.).

Литература: [1];[5].

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

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

Самостоятельная работа обучающихся (аспирантов) заключается в инициативном поиске информации по наиболее актуальным техническим 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 «Экология» на 3 курсе, 5 семестре – зачет.

Контроль освоения дисциплины «Экология» на 3 курсе, 6 семестре – кандидатский экзамен.

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. Поток вещества и энергии по трофической цепи. основные функциональные группы организмов (трофические уровни) в экосистемах: продуценты, консументы, редуценты.
2. Краткая история природопользования от раннего земледелия до наших дней как история воздействия человека на природную среду.
3. Физиологическая регуляция сезонных явлений.
4. Пространственная дифференциация и функциональная интеграция видов растений и животных.
5. Создание зелеными растениями первичной биологической продукции.
6. Парниковый эффект.
7. Экологическая ниша (по Дж. Хатчинсону) как многомерный аналог пределов толерантности.
8. Представление о консорциях. Топические и трофические связи в консорциях.
9. Поддержание пространственной структуры видов. Регуляция плотности населения.
10. Демографический потенциал. Демографические пирамиды как отражение демографического потенциала.
11. Экологическая сукцессия. Этапы экологической сукцессии (сериальные стадии).
12. Значение взаимодействия факторов в их влиянии на организм.
13. Трофическая и пространственная структура сообщества. Пищевая (трофическая) цепь.
14. Экологическая ниша (по Ч. Элтону) как место вида в трофической структуре сообщества.
15. Экология сообществ.
16. Конкуренция и мутуализм. Комменсализм и аменсализм.
17. Первичные и вторичные экологические сукцессии. Дисбаланс продукции и деструкции как причина первичной сукцессии.
18. Границы биосферы в литосфере, гидросфере и атмосфере.
19. Вода как внутренняя среда организма.
20. Пространственная структура популяций.

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
(кандидатский экзамен)**

1. Биосфера как специфическая оболочка Земли и арена жизни.
2. Минеральные соли как экологический фактор. Водно-солевой обмен организмов в водной среде и на суше.
3. Популяционная экология. Понятие о популяции.
4. Экология как наука. Предмет, содержание и задачи экологии.
5. Факторы среды обитания организмов (экологические факторы): абиотические, биотические, антропогенные.
6. Воздействие человека на биосферу. Демографический взрыв, время начала и основные причины.
7. Системность жизни: средообразующая роль живых организмов, разнообразие форм жизни на планете Земля, разнообразие форм превращения вещества и энергии.
8. Газовый состав современной атмосферы планеты Земля. Кислород как экологический фактор.
9. Адаптации на уровне организмов. Лимитирующие факторы. Пределы толерантности.

10. Первое научное определение экологии (Э. Геккель, 1866).
11. Температура, как экологический фактор: температурные пороги жизни, теплообмен.
12. Демографическая структура популяций. Динамика численности популяций и популяционные циклы.
13. Взаимоотношения экологии с другими науками. Дисциплины, пограничные с экологией.
14. Газообмен в водной и воздушной среде. Основные адаптации растений и животных, связанные с дыханием.
15. Деятельность человека как экологический фактор. Прикладные аспекты экологии.
16. Функциональные связи в биосфере. Биосфера как среда обитания человека.
17. Биогенный круговорот вещества и энергии. Биогеохимические функции разных групп организмов.
18. Космическая роль зеленых растений. Контроль зеленых растений за газовым составом атмосферы. Озоновый экран.
19. уровни организации живой материи: организм, популяция, сообщество, зональные экологические системы (биомы), биосфера.
20. Влияние температуры на биологические ритмы растений и животных.
21. Межпопуляционные взаимодействия в сообществе. Хищничество и паразитизм.
22. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Термофилы и психрофилы.
23. Зональные экологические системы. Факторы, определяющие природную зональность и высотную поясность экосистем.
24. Демографический потенциал в развитых и развивающихся странах.
25. Вода как экологический фактор.
26. Фотосинтез как механизм преобразования кинетической энергии солнечного света в потенциальную энергию живого вещества (энергию химических связей).
27. Современная численность населения и прогноз динамики численности населения на ближайшие десятилетия.
28. Физико-химические свойства воды как среды обитания растений и животных.
29. Популяция как система. Популяционная структура вида.
30. Абсолютная зависимость человека от растений и животных, населяющих нашу планету.
31. Место человека в биосфере.
32. Диапазон значений основных физических и химических показателей (температура, влажность, рН, солевой состав и др.), в пределах которого возможен феномен жизни на планете Земля.
33. Основные характеристики зональных экологических систем. Биосфера как экосистема самого высокого уровня.
34. Свет как экологический фактор. Спектральный состав солнечного излучения.
35. Сообщество (биоценоз) как система. Основные виды межпопуляционных связей в сообществах.
36. Фрагментация (расчленение) ареалов видов в результате расширения сельхозугодий, поселений и коммуникаций человека.
37. Биологическое действие различных участков спектра солнечного излучения.
38. Экосистема как функциональное единство сообщества и его среды обитания. Динамика экологических систем.
39. Загрязнение человеком воздушной, водной среды и почвы. Основные источники загрязнения.
40. Влияние света на биологические ритмы.

## 6. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ЗАЧЕТА И КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЯ»

### 6.1 Порядок проведения зачета

#### 6.1.1 Общие положения

Обучающиеся (аспиранты) должны в соответствии с расписанием явиться в установленное время на сдачу зачета. Зачет проводится в устной форме по вопросам, приведенным в рабочей программе.

#### 6.1.2. Допуск к зачету

Допуском к сдаче зачета является выполнение самостоятельной работы в течении семестра.

#### 6.1.3. Структура зачета

Зачет включает в себя 3 вопроса из списка вопросов, приведенных в рабочей программе.

Результаты зачета оцениваются формате: зачтено/не зачтено.

### 6.2 Порядок проведения кандидатского экзамена

#### 6.2.1 Общие положения

Обучающиеся (аспиранты) должны в соответствии с расписанием явиться в установленное время на сдачу кандидатского экзамена. Экзамен проводится в устной форме по билетам, утвержденным проректором по УНР или председателем экзаменационной комиссии.

#### 6.2.2. Допуск к экзамену

Допуском к сдаче кандидатского экзамена является выполнение самостоятельной работы.

#### 6.2.3. Структура кандидатского экзамена

Кандидатский экзамен включает в себя 3 вопроса.

Результаты кандидатского экзамена оцениваются по пятибальной системе.

## 7 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1 Основная литература

1. Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелихова О.П. Экология: учебник. – М.: Дрофа, 2008. – 624 с. (18 экз.)

### 7.2 Дополнительная литература

2. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Основы общей экологии: учебное пособие. – М.: Университетская книга, 2005. – 240 с. (77 экз.)

3. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология: учебник. – М.: Дрофа, 2007. – 411 с. (122 экз.)

4. Розанов С.И. Общая экология: учебник. – СПб.: Лань, 2003. – 288 с. (25 экз.)

5. Никаноров А.М., Хоружая Т.А. Экология. – М.: Приор, 2001. – 304 с. (66 экз.)

### 7.3 Методические указания

Ступникова Н.А. Экология: Программа курса и методические указания к изучению дисциплины (уровень подготовки кадров высшей квалификации) / Н.А. Ступникова. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – 38 с.

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

Таблица 15

№ 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	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>

№ п/п	Web-ресурс	Режим доступа
1	2	3
	(периодические издания)	
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>

## 9. 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; пометить 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).

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

### 10.1 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.

### 10.2 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.

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

Таблица 16

<b>Наименование электронного ресурса</b>	<b>Адрес сайта</b>
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>

### **10.4 Перечень информационно-справочных систем**

Таблица 17

<b>Наименование электронного ресурса</b>	<b>Адрес сайта</b>
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>

## **11. 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 сдачи кандидатского экзамена – аудитория АК-401 на 30 посадочных мест;
- 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).