



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. ректора, заместитель
председателя приемной комиссии

И.Н. Даниленко

«24» 10 2023 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Шифр и наименование области науки:

1. Естественные науки

Шифр и наименование группы научных специальностей:

1.5. Биологические науки

Шифр и наименование научной специальности

1.5.2. Биофизика

1.5.11. Микробиология

1.5.15. Экология

Наименование отраслей науки, по которым присуждаются ученые степени:

Биологические

Форма обучения:

Очная

Составители программы

Филатов М.А., д-р биол. наук, профессор

Стариков В.П., д-р биол. наук, профессор

Шорникова Е.А., канд. биол. наук, доцент

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры экологии и биофизики «11» октября 2023 года, протокол № 12-23.

Заведующий кафедрой, канд. биол. наук, доцент Шорникова Е.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры биологии и биотехнологии «10» октября 2023 года, протокол № 17.

И.о. заведующего кафедрой, д-р биол. наук., профессор Стариков В.П.

Содержание

1. Общие положения	4
2. Особенности проведения вступительного испытания в форме тестирования	4
3. Особенности проведения вступительного испытания в форме устного экзамена	5
4. Содержание программы	6
5. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям	15
6. Рекомендованная литература	22

1. Общие положения

Вступительные испытания на группы научных специальностей по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программы аспирантуры) проводятся с целью определения уровня теоретической подготовки и выявления склонности поступающего к научно-исследовательской деятельности.

Программа вступительных испытаний содержит описание процедуры, особенности проведения вступительных испытаний в форме тестирования и в форме устного экзамена, перечень вопросов для подготовки к экзамену, критерии оценки ответов поступающих, а также рекомендуемую литературу для подготовки.

Программы вступительных испытаний формируются на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета и (или) программам магистратуры.

Организация и проведение вступительных испытаний осуществляется в соответствии с Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, принятым Ученым советом СурГУ, утвержденным ректором СурГУ и действующим на текущий год поступления в аспирантуру.

Вступительные испытания в аспирантуру СурГУ проводятся на русском языке.

Для приема вступительных испытаний на группы научных специальностей по программам аспирантуры по каждой группе формируются экзаменационные и апелляционные комиссии.

Вступительные испытания проводятся экзаменационной комиссией в соответствии с утвержденным расписанием.

Пересдача вступительных экзаменов не допускается.

Поступающие сдают следующие вступительные испытания по дисциплине, соответствующей группе научных специальностей программы аспирантуры в соответствии с СТО-2.5.5 «Положение о вступительных испытаниях»:

- в форме тестирования;
- устной форме.

2. Особенности проведения вступительного испытания в форме тестирования

Тестирование проводится с использованием заданий, комплектуемых автоматически в Moodle СурГУ путем случайной выборки 50 тестовых заданий, на решение которых отводится 90 минут.

Результат тестирования формируется автоматически с указанием числа правильных ответов от общего количества тестовых заданий и количества набранных баллов.

Результаты вступительного испытания в форме тестирования оцениваются по 100-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания в форме тестирования, составляет 50 баллов.

Шкала оценивания ответов поступающих:

- 29 (двадцать девять) баллов и ниже – в ответах поступающего содержится большое количество ошибок, знания продемонстрированы на начальном уровне и не соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру;

- 30 (тридцать) – 49 (сорок девять) баллов – в ответах поступающего частично раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, знания продемонстрированы на начальном уровне и не соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру;

- 50 (пятьдесят) – 79 (семьдесят девять) баллов – в ответах поступающего раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, продемонстрированы хорошие знания, которые соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру;

80 (восемьдесят) – 100 (сто) баллов – в ответах поступающего полностью раскрыто содержание основных заданий экзаменационного билета, продемонстрированы отличные знания, которые соответствуют требованиям, предусмотренным программой вступительных испытаний в аспирантуру.

3. Особенности проведения вступительного испытания в форме устного экзамена

В начале проведения вступительного испытания в форме устного экзамена по дисциплине, соответствующей группе научных специальностей, организаторами выдаются поступающим экзаменационные билеты и листы для ответов.

Для подготовки к ответу по билету отводится не менее 60 (шестидесяти) минут.

На собеседование по билету с одним поступающим отводится не более 30 (тридцати) минут, в течение которых поступающему членами комиссии могут быть заданы дополнительные вопросы в соответствии с программой вступительных испытаний.

Результаты вступительного испытания в форме устного экзамена оцениваются по 200-балльной шкале.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания в форме устного экзамена, составляет 100 баллов.

Шкала оценивания ответов поступающих:

- 59 (пятьдесят девять) баллов и ниже – не раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета, не даны ответы на дополнительные вопросы; допускаются грубые языковые (фонетические, лексические, грамматические, стилистические) ошибки в речи;

- 60 (шестьдесят) – 99 (девяносто девять) баллов – частично раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета; нарушена логика построения ответа, выводы и обобщения не обоснованы; ответы на дополнительные вопросы даны не полностью;

- 100 (сто) – 159 (сто пятьдесят девять) баллов – раскрыто содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета; ответ построен логично, выводы и обобщения обоснованы; даны развернутые ответы на дополнительные вопросы;

- 160 (сто шестьдесят) – 200 (двести) баллов – содержание основных положений теоретического вопроса экзаменационного билета изложено полно; ответ построен логично, в нем присутствуют обоснованные выводы и обобщения; изложены основные точки зрения на затрагиваемые в вопросах теоретические проблемы; даны полные ответы на дополнительные вопросы.

4. Содержание программы

4.1. Научная специальность 1.5.2. Биофизика

Раздел 1. Предмет и задачи биофизики

Биологические и физические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики. Детерминизм, стохастика и хаос в биологических системах.

Раздел 2. Теоретическая биофизика. Биофизика сложных систем. Кинетика биологических процессов

Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов. Понятие о фазовой плоскости. Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний. Понятие сложных систем, неопределенности и непредсказуемости. Неопределенности 1-го и 2-го типов при изучении сложных биосистем. Основные отличия в положениях теории хаоса самоорганизации от традиционной детерминистско-стохастической науки. Понятие организованной сложности по W. Weaver. Основные особенности кинетики биологических процессов. Принципы построения математических моделей биологических систем. Кинетика ферментативных реакций. Кинетическая модель ферментативного процесса с одним активным комплексом. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Временная иерархия и принцип

"узкого места" в биологических системах. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные процессы.

Раздел 3. Термодинамика биологических процессов

Первый и второй законы термодинамики в биологии. Применение линейной термодинамики в биологии. Нелинейная термодинамика. Общие критерии устойчивости стационарных состояний и перехода к ним вблизи и вдали от равновесия. Связь энтропии и информации в биологических системах. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов. Энтропия. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина. Термодинамические условия осуществления стационарного состояния. Тепловые эффекты в биологических системах. Понятие обобщенных сил и потоков. Линейные соотношения и соотношения взаимности Л. Онзагера. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии.

Раздел 4. Молекулярная биофизика

Макромолекула как основа организации биоструктур. Пространственная конфигурация биополимеров. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи: силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия; поворотная изомерия и энергия внутреннего вращения. Взаимодействие макромолекул с растворителем. Состояние воды и гидрофобные взаимодействия в биоструктурах. Переходы спираль-клубок. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот. Модели фибрилляторных и глобулярных белков. Количественная структурная теория белка. Динамическая структура глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности: изотопный обмен, люминесцентные методы, спиновая метка, гамма - резонансная метка, ЯМР высокого разрешения, импульсные методы ЯМР. Роль воды в динамике белков. Перенос электрона в биоструктурах.

Раздел 5. Биофизика клеточных процессов

Структура и функционирование биологических мембран. Мембрана как универсальный компонент биологических систем. Развитие представлений о структурной организации мембран. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов. Динамика структурных элементов мембраны. Белок-липидные взаимодействия. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах; роль активных форм кислорода. Антиоксиданты, механизм их биологического действия. Естественные антиоксиданты тканей и их биологическая роль. Пассивный и активный транспорт веществ через биомембраны. Транспорт неэлектролитов. Проницаемость мембран для воды. Простая диффузия. Облегченная диффузия. Транспорт сахаров и аминокислот

через биомембраны с участием переносчиков. Пиноцитоз. Транспорт электролитов. Электрохимический потенциал. Равновесие Доннана. Пассивный транспорт; движущие силы переноса ионов. Электродиффузионное уравнение Нернста-Планка. Уравнение Гольдмана для потенциала и ионного тока. Проницаемость и проводимость. Потенциал покоя, его происхождение. Активный транспорт. Электрогенный транспорт ионов.

Раздел 6. Биофизика сократительных систем

Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Молекулярные механизмы немышечной подвижности.

Раздел 7. Биофизика рецепции

Сенсорная рецепция. Проблема сопряжения между первичным взаимодействием внешнего стимула с рецепторным субстратом и генерацией рецепторного (генераторного) потенциала. Общие представления о структуре и функции рецепторных клеток. Место рецепторных процессов в работе сенсорных систем. Фоторецепция. Строение зрительной клетки. Зрительные пигменты: классификация, строение, спектральные характеристики; фотохимические превращения родопсина. Рецепторные потенциалы. Механорецепция. Рецепторные окончания кожи, проприорецепторы. Современные представления о механизмах механорецепции; генераторный потенциал. Электрорецепция. Хеморецепция. Обоняние. Восприятие запахов: пороги, классификация запахов. Вкус. Вкусовые качества. Строение вкусовых клеток; проблема вкусовых рецепторных белков. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.

Раздел 8. Биофизика фотобиологических процессов

Взаимодействие квантов с молекулами. Первичные фотохимические реакции. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран. Фотосинтетическая единица. Два типа пигментных систем и две световые реакции. Проблемы первичного акта фотосинтеза. Электронноконформационные взаимодействия. Механизмы фотофосфорилирования. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и зрительного пигмента родопсина. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном действии ультрафиолетового света. Эффекты фоторепарации и фотозащиты.

Раздел 9. Радиационная биофизика

Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений. Дозы излучений. Общая характеристика процессов поглощения энергии различных видов ионизирующей радиации. Механизмы поглощения рентгеновского и гамма-излучений, нейтронов, ускоренных заряженных

частиц. Относительная биологическая эффективность различных видов ионизирующей радиации. Зависимость биологического эффекта от величины поглощенных доз радиации. Основы микродозиметрии ионизирующих излучений. Роль модифицирующих агентов в лучевых поражениях макромолекул. Действие ионизирующих излучений на клетку. Восстановление от радиационного поражения. Модификации лучевого поражения клеток. Действие ионизирующих излучений на многоклеточный организм.

Раздел 10. Методы теории хаоса-самоорганизации в биофизике. Оценка параметров псевдоаттракторов поведения биосистем

Кинематика биосистем как эволюция - основа современной биофизики и аналог механики Ньютона. Аналог принципа Гейзенберга в теории хаоса-самоорганизации: неопределенности 1-го и 2-го типа в биологии и медицине. Ограниченность стохастического подхода в описании любых движений. Неопределенности 2-го типа в организации якобы произвольных движений (на примере теппинга). Расчёт функций распределения $f(x)$ для тремора и теппинга – различия по k . Динамики $A(t)$ – автокорреляционных функций и АЧХ (амплитудно-частотных характеристик) для тремора и теппинга, оценка произвольных и непроизвольных движений в рамках стохастики. Примеры неопределенностей 1-го типа в оценке произвольных и непроизвольных движений. Разрешение неопределенностей 1-го типа в оценке произвольных и непроизвольных движений. Невозможность использования стохастического подхода в описании биомеханических систем. Идентификация параметров порядка как основа системного синтеза. Воспроизводимость задачи бинарной классификации в нейросетях.

4.3. Научная специальность 1.5.11. Микробиология

Раздел 1. Возникновение и развитие микробиологии

Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микроорганизмов в природных процессах, в народном хозяйстве и здравоохранении. История микробиологии. Открытие микроорганизмов. Значение работ Л. Пастера, Р. Коха, С.Н. Виноградского, Д.И. Ивановского, М. Бейеринка, А. Клейвера, А. Флеминга. Развитие отечественной микробиологии. Главные направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований.

Раздел 2. Систематика микроорганизмов

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия. Принципы классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Классификация и строение микроскопических грибов. Классификация простейших, патогенные простейшие. Основные отличия прокариотной и эукариотной клеток. Правила номенклатуры и идентификации бактерий. Характеристика отдельных групп бактерий, эубактерий и архей.

Раздел 3. Морфология, строение и развитие

Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Исследования живых и фиксированных объектов. Прокариотные микроорганизмы. Одноклеточные, многоклеточные бактерии, размеры и морфология бактерий. Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток.. Строение клеточных стенок Грам- положительных и Грам- отрицательных бактерий. L-формы и микоплазмы. Жгутики и пили, расположение, организация, механизм действия. Движения скользящих форм. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры. Ядерный аппарат, рибосомы. Газовые вакуоли, запасные вещества и другие внутриклеточные включения. Способы размножения, дифференцировка.

Раздел 4. Культивирование и рост

Накопительные и чистые культуры. Основные типы сред. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании.

Раздел 5. Действие физических и химических факторов

Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Барофилы. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды (a_w). Особенности осмофилов и галофилов. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы. Ацидофилы, нейтрофилы и алкалофилы. Природа антимикробных веществ и области их применения, антибиотики Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.

Раздел 6. Питание микроорганизмов

Основные биоэлементы и микроэлементы, типы питания микроорганизмов. Фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия, литотрофия и органотрофия. Сапрофиты и паразиты. Прототрофы и ауксотрофы. Ростовые вещества. Диффузия и транспорт. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде. Эндо- и экзоцитоз у эукариот. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Азотфиксация. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других элементах.

Раздел 7. Метаболизм прокариот

Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез. Переносчики электронов и электронтранспортные системы, их способности у разных микроорганизмов. Молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонбутиловое, спиртовое и другие брожения. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ. Анаэробные дыхания. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфат- и серу-редукторы. Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта. Фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция. Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма, регуляция синтеза ферментов, регуляция активности ферментов, индукция и репрессия.

Раздел 8. Наследственность и изменчивость

Наследственная и ненаследственная изменчивость, мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенезы. Популяционная изменчивость, селекция различных мутантов. Применение мутантов микроорганизмов. Трансформация, трансдукция, конъюгация, рекомбинация и генетический анализ у фагов. Плазмиды, транспозоны, использование вирусов и плазмид в генетической инженерии. Рекомбинация у эукариот, половой и парасексуальный процессы, цитоплазматическая наследственность.

Раздел 9. Микроорганизмы в природе

Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах, взаимосвязь циклов. Роль физиологических групп микроорганизмов в катализе этапов циклов. Ведущая роль цикла углерода, продукция и деструкция в цикле органического углерода, связь с циклом неорганического углерода и циклом кислорода. Цикл азота, группы организмов, участвующие в нем. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены. Цикл железа. Самоочищение водотоков. Очистные сооружения и микробные сообщества в них. Экология микроорганизмов, формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр. Водная микробиология, озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах. Почвенная микробиология, структура почвы и характерные условия обитания микроорганизмов в почве. Влажность и почвенный воздух, связь микроорганизмов с растениями, ризосфера. Роль мицелиальных организмов

в почве, микориза, гумусообразование. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв, самоочищение почвы.

Раздел 10. Микроорганизмы в хозяйственной деятельности и медицине

Использование микроорганизмов для получения пищевых и кормовых продуктов, химических реактивов и лекарственных препаратов. Применение в сельском хозяйстве, при выщелачивании металлов из руд, очистке стоков и получении топлив.

4.3. Научная специальность 1.5.15. Экология

Раздел 1. Экология как наука

Предмет, содержание и задачи экологии. Первое научное определение экологии (Э. Геккель, 1866). История становления экологии как современной мировоззренческой науки. Взаимоотношения экологии с другими науками. Дисциплины, пограничные с экологией.

Раздел 2. Жизнь как особая форма существования материи

Историческое развитие понятий о сущности жизни. Происхождение жизни и особенности живой материи. Определения жизни. Отличие живого от неживого. Развитие взглядов о происхождении жизни на Земле. Идеалистический и материалистический подход.

Живое как открытая система. Основные особенности живых систем: саморегуляция, самовоспроизведение, устойчивость (гомеостазис). Уровни организации живой материи: молекулярно-генетический, организменный, популяционно-видовой, биосферный; элементарные единицы, процессы и механизмы регуляции каждого уровня. Непрерывность существования жизни.

Раздел 3. Биосфера как глобальная экосистема

Понятие и границы биосферы. Учение о биосфере В.И. Вернадского. Положение о современной биосфере и палеобиосферах, или былых биосферах. Живое вещество, его свойства и функции в биосфере. Принцип Лешателье –Брауна. Бессмертность биосферы с энергетической точки зрения. Эволюция биосферы. Учение о ноосфере. Природные ресурсы биосферы. Классификация ресурсов по признакам исчерпаемости и видам хозяйственного использования. Человек в биосфере. Человек как биологический вид, среда обитания человека. Популяционные характеристики. Демографический взрыв и особенности роста народонаселения развитых и развивающихся стран. Экономическое неравенство в мире – как причина многих экологических катастроф. Техногенная цивилизация и биосфера. Особенности действия антропогенных факторов на биоту и окружающую среду. Особенности современного экологического кризиса и глобальные проблемы человечества.

Раздел 4. Основы общей экологии

Организм и среда

Экология как часть биологии. Связи организмов в экосистемах. Функциональные группы организмов в биосфере (продуценты, консументы, редуценты). Источники энергии растительных и животных организмов.

Типы размножения организмов. Онтогенез, метаморфоз, жизненные циклы в онтогенезе.

Адаптация. Виды адаптаций: анатомо-морфологические, физиологические, биохимические, поведенческие; типы адаптаций: фенотипическая и генотипическая адаптации. Норма реакции. Преадаптация.

Экологические факторы

Экологические факторы, классификация. Ограничивающий фактор, экологический оптимум, экстремум. Сигнальная роль факторов.

Понятие среды обитания. Основные среды обитания: водная, наземно-воздушная, почвенная, живой организм иного вида. Биологические особенности паразитов как адаптация. Сходство адаптивных особенностей организмов разных систематических групп как результат приспособления к сходным условиям существования. Экологические группы, экологические типы, жизненные формы и их классификация. Влияние организма на среду обитания. Связи организмов в экосистемах.

Экологические факторы и их действие. Абиотические факторы: основные, ведущие и второстепенные. Совокупное действие экологических факторов. Биотические факторы. Формы биотических взаимоотношений. Ресурсы среды. Законы, определяющие взаимодействие факторов среды на организмы. Общие закономерности воздействия экологических факторов: влияние факторов на биологические системы разного уровня, важность установления предельно допустимых концентраций и относительность их значений, многолетние наблюдения за состоянием экосистем и математические модели.

Среды жизни

Водная, наземно-воздушная, почвенная среда обитания.

Водная среда. Типы водных экосистем. Физико-химические свойства воды. Значение солености для водных обитателей. Концентрационная способность водных организмов - на чем она основана. Растворенные в воде газы. Температурная стратификация и термоклин.

Наземно-воздушная среда. Приспособления организмов к воздушной, наземной, или наземно-воздушной среде. Природные факторы, постоянно действующие в этой среде.

Почва как среда обитания. Определение почвы, состав и виды почв, почвообразование. Почвенные генетические горизонты и минерализация органического вещества в них. Роль организмов, населяющих почву, в круговороте веществ в природе. Что составляет основу плодородия почвы. Значение кислотности почвы.

Экосистемный уровень жизни

Экосистемы - основные звенья биосферы. Организация (структура) экосистем: блоковая модель экосистемы. Основные экосистемы Земли. Трофическая структура экосистемы и круговорот вещества в ней.

Взаимоотношения организмов (внутривидовые и межвидовые), включая взаимоотношения организмов, занимающих разные ниши, но связанных сложными взаимоотношениями. Экологическая ниша. Правило конкурентного исключения Г.Ф. Гаузе. Жизненные формы организмов. Продуктивность и биомасса экосистем: общие определения, экологические параметры продуктивности, пирамиды чисел. Динамика и развитие экосистем. Сукцессии. Стабильность и устойчивость экосистем. Естественные и искусственные экосистемы, механизмы их устойчивости. Энергетика экосистем.

Преобразование энергии в системах

Энергия – источник жизни, основа и средство управления всеми природными и общественными системами. Законы термодинамики в экологии. Действие законов термодинамики при фотосинтезе и функционировании естественных и искусственных экосистем. Преобразование энергии в живой материи. Законы, отражающие потоки энергии в экосистемах. Принцип Ле-Шателье-Брауна и пределы допустимых энергозатрат при эксплуатации природных и искусственных экосистем.

Раздел 5. Глобальные проблемы экологии

Загрязнение биосферы. Нарушение среды обитания. Загрязнение окружающей среды: определение, классификация и масштабы воздействия. Источники загрязнения биосферы.

Антропогенный круговорот веществ (ресурсный цикл). Воздействие загрязнения на геосферы: атмосферу, литосферу и гидросферу. Воздействие на биотические сообщества: растительный и животный мир.

Снижение биоразнообразия. Особые виды воздействия на биосферу: шумовое воздействие, загрязнение отходами производства, биологическое загрязнение.

Экстремальные воздействия на биосферу, связанные с деятельностью человека и стихийными бедствиями. Процесс урбанизации. Экология города. Энергопотребление в биосфере. Рост энергопотребления и уровень жизни населения планеты.

Раздел 6. Принципы охраны окружающей среды

Современные проблемы охраны окружающей среды и рациональное природопользование.

Защита окружающей среды от антропогенных воздействий. Экологический кризис и экологическая катастрофа. Зоны экологического неблагополучия и экологического бедствия. Оценка качества окружающей среды. Нормирование экологических нагрузок. Пути решения проблемы обращения с отходами производства и потребления. Плата за размещение отходов.

Правовое регулирование экологического использования. Экологическое законодательство России. Международное экологическое право. Объекты и

субъекты экологического права. Право собственности на природные ресурсы и право природопользования. Понятие экологически значимой информации.

Юридическая ответственность за экологические правонарушения. Особенности правового режима экологически неблагоприятных территорий. Особо охраняемые территории и природные объекты. Экономические аспекты природопользования. Инструменты экологического управления. Регламентация воздействия на биосферу. Основные нормативы допустимых уровней воздействий, производственно-хозяйственные нормативы (выбросы, сбросы и другие антропогенные нагрузки). Пути и методы сохранения целостности биосферы. Оценка воздействия на окружающую среду.

Раздел 7. Экологическая перспектива развития человечества

Причина кризиса - противоречия во взаимоотношениях общества и природы. Эволюция биосферы в условиях антропогенного пресса. Понятие "устойчивого развития", данное МКОПС (1987). Теоретические основания устойчивого развития систем. Пути поддержания экологической безопасности человечества. Изменение мировоззренческой стратегии человечества. Ноосферное мировоззрение - альтернатива потребительскому антропоцентризму.

Раздел 8. Биомониторинг и биоиндикация

Понятие мониторинга. Цель, состав, роль мониторинга в системе оценки окружающей среды. Приоритетные направления мониторинга окружающей среды. На чем основывается определение приоритетности? Система мониторинга в России. Единая государственной системы экологического мониторинга в России. Виды мониторинга. Объекты и субъекты мониторинга. Из каких типов состоит система глобального атмосферного фонового мониторинга? Методы и организация комплексных экологических исследований. На чем основан экосистемный подход в мониторинговых наблюдениях? Аэрокосмический мониторинг. Технологическая схема аэрокосмического мониторинга. На чем основана компьютерная технология обработки и анализа материалов дистанционных съемок? Основные показатели и критерии оценки состояния окружающей среды. Растительные, зоологические и почвенные индикаторы зон экологической нормы, риска, кризиса и бедствия.

5. Вопросы для подготовки к вступительным испытаниям

5.1. Научная специальность 1.5.2. Биофизика

1. Предмет и задачи биофизики.
2. Основы микродозиметрии ионизирующих излучений.
3. Записать алгоритм расчета доверительного интервала.
4. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики.
5. Первичные процессы поглощения энергии ионизирующих излучений.

6. Охарактеризовать программу расчета доверительного интервала.
7. Основные особенности кинетики биологических процессов.
8. Общая характеристика процессов поглощения энергии различных видов ионизирующей радиации.
9. Записать и охарактеризовать модель роста массы человека.
10. Математические модели. Принципы построения математических моделей биологических систем.
11. Механизмы поглощения рентгеновского и гамма-излучений, нейтронов, ускоренных заряженных частиц.
12. Записать программу расчета массы и роста человека.
13. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы.
14. Относительная биологическая эффективность различных видов ионизирующей радиации.
15. Записать уравнение реакции 1-го и 2-го порядка. Как определить константу химической реакции из эксперимента?
16. Методы качественной теории дифференциальных уравнений в анализе динамических свойств биологических процессов.
17. Действие ионизирующих излучений на многоклеточный организм.
18. Нарисовать принципиальную схему для определения емкости биомембран.
19. Понятие о фазовой плоскости. Стационарные состояния биологических систем. Устойчивость стационарных состояний.
20. Особенности и механизмы фотоэнергетических реакций бактериородопсина и пигмента родопсина.
21. Нарисовать простейшие эквивалентные схемы биообъектов.
22. Кинетика ферментативных реакций.
23. ДНК как основная внутриклеточная мишень при летальном действии ультрафиолетового света. Эффекты фоторепарации и фотозащиты.
24. В чем сущность метода определения емкости при замыкании на сопротивление?
25. Колебательные процессы в биологии. Автоколебательные процессы.
26. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран.
27. Каковы основные электрокинетические явления в биологических объектах? Методы их регистрации и измерения. ξ – потенциал дрожжевых клеток.
28. Модели экологических систем.
29. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий.
30. Что такое реобаза и хронаксия? Как их определить экспериментально?
31. Первый и второй законы термодинамики в биологии. Характеристические функции и их использование в анализе биологических процессов. Энтропия.

32. Рецепция медиаторов и гормонов. Проблема клеточного узнавания. Механизмы взаимодействия клеточных поверхностей.
33. Какой вид имеет дифференциальное уравнение, описывающее простейшие представления Бернштейна?
34. Изменение энтропии в открытых системах. Постулат Пригожина.
35. Фоторецепция. Строение зрительной клетки.
36. Сформулируйте закон Био. Покажите на ЭВМ изменение интенсивности светового пучка при прохождении через оптически активную среду.
37. Пространственная конфигурация биополимеров. Типы объемных взаимодействий в белковых макромолекулах. Водородные связи.
38. Показать последовательность обучения и тестирования нейронной сети. Что такое внешняя выборка?
39. Современная трактовка гомеостаза в рамках третьей парадигмы.
40. Детерминистские, стохастические и хаотические процессы в биомедицинских системах.
41. Свойства систем 1-го и 2-го типа по W. Weaver
42. Опишите каждый уровень построения движения по Н.А. Бернштейну (руброспинальный (А), таламопаллидарный (В), пирамидностриальный (С), кортикальный (D), идеаторный уровня (Е)).
43. Неопределенности 2-го типа в организации якобы произвольных движений (на примере теппинга).
44. Расчёт функций распределения $f(x)$ для тремора и теппинга – различия по k .
45. Ограниченность стохастического подхода в описании любых движений.
46. Отсутствие детерминированного хаоса в динамике тремора и теппинга.
47. Аналог принципа неопределенности Гейзенберга для биосистем – complexity.
48. Кинематика в случае детерминистского и стохастического описания движения.
49. Патология и выздоровление с позиции эволюции гомеостаза.
50. Современная трактовка гомеостаза в рамках третьей парадигмы.

5.2. Научная специальность 1.5.11. Микробиология

1. Микробиология, ее роль и значение в естественнонаучных знаниях, жизни и прогрессе человечества. Краткий исторический очерк развития микробиологии.
2. Морфологические и тинкториальные свойства бактерий. Методы окраски. Методы микроскопии (люминесцентная, темнопольная, фазово-контрастная, электронная).
3. Ультраструктура и химический состав бактериальной клетки. Особенности строения грамположительных и грамотрицательных бактерий.
4. Подвижность бактерий. Методы определения подвижности. Споры и процесс спорообразования.
5. Размножение и рост бактерий. Кривая роста, основные фазы.

6. Морфология грибов. Принципы классификации.
7. Морфология простейших. Принципы классификации.
8. Микроорганизмы и окружающая среда. Влажность, температура, кислотность среды, влияние кислорода, гидростатическое давление, химические факторы, радиация (излучение)
9. Потребности прокариот в питательных веществах. Факторы роста микроорганизмов. Способы и типы питания. Поступление питательных веществ в клетку. Обмен веществ между клеткой и средой.
10. Способы получения энергии бактериями (дыхание, брожение). Методы культивирования анаэробов. Типы и механизмы питания бактерий.
11. Основные принципы культивирования бактерий. Искусственные питательные среды, их классификация. Требования, предъявляемые к питательным средам.
12. Принципы и методы выделения чистых культур бактерий. Ферменты бактерий. Идентификация бактерий по ферментативной активности. Внутривидовая идентификация бактерий (эпидемическое маркирование).
13. Действие физических и химических факторов на микроорганизмы. Понятие о стерилизации, дезинфекции, асептике и антисептике. Способы стерилизации, аппаратура.
14. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры, активности воды, кислотности среды. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы.
15. Две универсальные формы энергии, используемые бактериальной клеткой в процессах жизнедеятельности. Энергетический и конструктивный метаболизм. Понятие о катаболизме и биосинтезе.
16. Аэробное дыхание. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла в метаболизме органических соединений. Техника выращивания аэробов.
17. Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта.
18. Типы брожений: молочнокислое, спиртовое брожение, пропионовокислое, муравьинокислое. Роль в природе и значение в промышленности.
19. Бактериологическое исследование различных объектов.
20. Генотип и фенотип микроорганизмов. Изменчивость микроорганизмов. Модификации, мутации, диссоциация бактерий.
21. Антибиотики: классификация по источнику получения, способу получения. Классификация по химической структуре, по механизму и спектру действия.
22. Общая характеристика вирусов. Классификация и таксономия. Морфология, структура и химический состав вирионов. Особенности генетики вирусов.
23. Методы культивирования вирусов. Типы взаимодействия вируса с

клеткой. Фазы репродукции вирусов.

24. Бактериофаги. Взаимодействие фага с бактериальной клеткой. Умеренные и вирулентные бактериофаги Лизогения. применение фагов в медицине и биотехнологии. Генетика бактерий.

25. Строение генома бактерий. Понятие о генотипе и фенотипе. Виды изменчивости. Механизмы передачи генетического материала у бактерий.

26. Плазмиды бактерий, их функции и свойства. Использование плазмид в генной инженерии. Внехромосомные факторы наследственности.

27. Нормальная микрофлора организма человека и ее функции.

28. Роль микроорганизмов в круговороте углерода.

29. Роль микроорганизмов в круговороте азота.

30. Взаимоотношения микроорганизмов. Антагонизм, нейтрализм, симбиозы.

31. Симбиотическая и не симбиотическая азотфиксация.

32. Процессы нитрификации и денитрификации.

33. Учение о санитарно-показательных микроорганизмах.

34. Микрофлора воздуха, методы и аппаратура ее исследования. Патогенные микробы в воздухе, механизмы распространения и пути передачи инфекции. Санитарно-бактериологическое исследование воздуха.

35. Микрофлора воды. Факторы, влияющие на количество микробов в воде. Методы и показатели санитарно-бактериологического исследования воды. исследование питьевой воды на присутствие возбудителей брюшного тифа, холеры и лептоспирозов.

36. Микрофлора почвы. Факторы, влияющие на количественный и видовой состав микробов почвы. Почва как фактор передачи инфекционных болезней. Санитарно-микробиологическое исследование почвы.

37. Санитарно-бактериологическое исследование предметов окружающей среды. исследование смывов с рук, инвентаря, оборудования. Контроль перевязочного и хирургического материала на стерильность.

38. Значение условно-патогенных микробов в этиологии пищевых токсикоинфекций и бактериальных токсикозах.

39. Санитарно-микробиологическое исследование пищевых продуктов. Санитарно-бактериологическое исследование молока и молочных продуктов. Санитарно-бактериологическое исследование мяса и мясных продуктов.

40. Вирусы, циркулирующие в сточной воде, методы индикации. Роль воздушной среды в распространении вирусных заболеваний, методы отбора воздуха и индикация вирусов.

41. Систематика микроорганизмов. Группа 1. Спирохеты. Группа 2. Аэробные (микроаэрофильные, подвижные, спиралевидные) вибриоидные, грамотрицательные бактерии.

42. Систематика микроорганизмов. Группа 3. Неподвижные или, редко, подвижные, грамотрицательные, изогнутые бактерии.

43. Систематика микроорганизмов. Группа 4. Грамотрицательные, аэробные/микроаэрофильные палочки и кокки.

44. Систематика микроорганизмов. Группа 5 Факультативно анаэробные, грамотрицательные палочки
45. Систематика микроорганизмов. Группа 6. Грамотрицательные, анаэробные, прямые, изогнутые, и спиралевидные палочки.
46. Систематика микроорганизмов. Группа 8. Анаэробные грамотрицательные кокки
47. Систематика микроорганизмов. Группа 9. Риккетсии и хламидии
48. Систематика микроорганизмов. Группа 10. Аноксигенные фототрофные бактерии. Группа 11. Оксигенные фототрофные бактерии
49. Систематика микроорганизмов. Группа 12. Аэробные хемолитотрофные бактерии и близкие организмы.
50. Систематика микроорганизмов. Группа 13. Почкующиеся и/или образующие выросты бактерии. Группа 14. Бактерии, имеющие чехлы
51. Систематика микроорганизмов. Группа 15 Нефотосинтезирующие скользящие бактерии, не образующие плодовых тел.
52. Систематика микроорганизмов. Группа 16. Скользящие бактерии, образующие плодовые тела
53. Систематика микроорганизмов. Группа 17. Хемоорганотрофные, мезофильные, не образующие спор грамположительные кокки.
54. Систематика микроорганизмов. Группа. 18 Образующие эндоспоры грамположительные палочки и кокки.
55. Систематика микроорганизмов. Группа 19. Не образующие спор грамположительные палочки правильной формы.
56. Систематика микроорганизмов. Группа 20. Не образующие спор грамположительные палочки неправильной формы.
57. Систематика микроорганизмов. Группа 21. Микобактерии
58. Систематика микроорганизмов. Группы 22-29 Актиномицеты.
59. Систематика микроорганизмов. Группа 30. Микоплазмы
60. Систематика микроорганизмов. Группа 31-35. Метаногены. Сульфатредуцирующие археи и др.

5.3. Научная специальность 1.5.15. Экология

1. Предмет и задачи экологии. Методы экологии.
2. История становления экологии как науки. Развитие современной экологии.
3. Экологические проблемы России.
4. Глобальные экологические проблемы.
5. Экологические факторы и их действие: абиотические факторы.
6. Экологические факторы и их действие: биотические факторы.
7. Закономерности воздействия факторов среды на организмы. Закон минимума Либиха.
8. Закон лимитирующих факторов Шелфорда.
9. Правило двух уровней адаптаций.
10. Экологическая ниша организмов.

11. Организмы – индикаторы качества среды.
12. Популяционная структура вида.
13. Понятие о популяции. Популяции у растений.
14. Пространственная структура популяций.
15. Гомеостаз популяций
16. Генетическая структура популяций.
17. Динамика популяций: плотность, плодовитость и смертность, темпы роста.
18. Рост популяций и кривые роста. Репродуктивный потенциал.
19. Колебания численности популяций и их причины. Популяционный гомеостаз.
20. Возрастные группы в популяциях. Соотношение полов в популяциях.
21. Биоценоз как биологическая система. Трофические уровни биоценозов.
22. Трофические цепи и сети питания. Экологические пирамиды.
23. Пространственная структура биоценозов.
24. Видовая структура биоценозов. Взаимоотношения между организмами.
25. Биомасса и продукция в экосистемах. Первичная и вторичная продукция.
26. Экологические сукцессии. Понятие о климаксе.
27. Разнообразие органического мира.
28. Жизнь как термодинамический процесс.
29. Основные экосистемы Земли.
30. Биосфера ее структура и границы.
31. Биогеохимические циклы. Биогенный круговорот углерода, азота, фосфора и воды.
32. Природные ресурсы. Классификация природных ресурсов.
33. Охрана природы. Особо охраняемые территории и природные объекты. Красные книги.
34. Природопользование. Особенности природопользования ХМАО.
35. Концепция устойчивого развития социоприродных экосистем.
36. Учение о ноосфере.
37. Человек как биологический вид. Среды обитания человека.
38. Экологические факторы и здоровье человека. Особенности условий высоких широт.
39. Особенности пространственной структуры человечества. Урбанизация.
40. Технологическая цивилизация и биосфера.
41. Особенности антропогенного воздействия на биоту.
42. Экологические кризисы и катастрофы.
43. Антропогенное загрязнение биосферы.
44. Основы экологического права.
45. Экономические механизмы охраны окружающей среды.
46. Регламентация воздействия на биосферу: экологическая стандартизация и нормирование.
47. Оценка воздействия на окружающую среду.
48. Экологический контроль и мониторинг.
49. Экологическое воспитание, образование и культура.

6. Рекомендованная литература

6.1. Научная специальность 1.5.2. Биофизика

а) основная литература:

1. Биофизика : учебник для вузов / В. Г. Артюхов, Т. А. Ковалева, М. А. Наквасина [и др.] ; под редакцией В. Г. Артюхова. Биофизика, 2022-02-01. Москва :Академический проект, 2020. 295 с. ISBN 978-5-8291-3027-5.
2. Биофизика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие. Кострома: КГУ им. Н.А. Некрасова, 2021. 67 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/177616>.
3. Волькенштейн, М. В. Биофизика [Электронный ресурс] / Волькенштейн М. В. 4-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 608 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/210956>. ISBN 978-5-8114-0851-1.
4. Васильев А.А. Медицинская и биологическая физика. Тестовые задания : учебное пособие для вузов / А. А. Васильев. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2023. 189 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/514209>. ISBN 978-5-534-05703-4 : 659.00.
5. Гурьев А. И. История биофизики: учебное пособие / А. И. Гурьев. История биофизики, Весь срок охраны авторского права. Саратов: Вузовское образование, 2020. 197 с. <https://www.iprbookshop.ru/99123.html>.

а) дополнительная литература:

1. Жукова И. В. Биофизические основы живых систем: учебное пособие / И. В. Жукова, Е. С. Ямалеева, С. Г. Добротворская. Биофизические основы живых систем, 2025-01-18. Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2015. 100 с. <https://www.iprbookshop.ru/63687.html>.
2. Каданцев В.Н. Биофизические основы живых систем: Учебное пособие для вузов / Каданцев В. Н. Москва: Юрайт, 023. 206 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/520194>. ISBN 978-5-534-14962-3 : 709.00.
3. Присный А. А. Биофизика. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Присный А. А. Санкт-Петербург: Лань, 2020. 188 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/131042>.
4. Погонышев В. А. Биологическая физика : Учебник для вузов / Погонышев В. А. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2022. 300 с. URL:<https://e.lanbook.com/book/198575>.
5. Ризниченко Г.Ю. Математическое моделирование биологических процессов. Модели в биофизике и экологии: Учебное пособие для вузов / Ризниченко Г. Ю. 2-е изд., пер. и доп. Москва: Юрайт, 2023. 181 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/512499>. ISBN 978-5-534-07037-8 : 639.00.

6.2. Научная специальность 1.5.11. Микробиология

а) основная литература:

1. Сидоренко О. Д., Борисенко Е. Г., Ванькова А. А., Войно Л. И. Микробиология: Учебник для агротехнологов. М.: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2016, 286 с. URL: <http://znanium.com/go.php?id=456113>.
2. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1: Учебник. Москва: Издательство Юрайт, 2023, 315 с. URL: <https://urait.ru/bcode/510995>.
3. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2: Учебник для вузов. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2: Учебник для вузов. Москва: Издательство Юрайт, 2023, 332 с. URL: <https://urait.ru/bcode/512707>

б) дополнительная литература:

1. Ленгелер Й., Древс Г., Шлегель Г. Современная микробиология. Прокариоты: в 2 т. М.: Мир, 2005.
2. Переведенцева Л. Г. Микология: грибы и грибоподобные организмы. Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2012.
3. Царев В. Н. Микробиология, вирусология и иммунология полости рта: учебник. Москва: Издательская группа "ГЭОТАР- Медиа", 2016
4. Волина Е. Г., Саруханова Л. Е. Основы частной микробиологии: Учебное пособие. Москва: Российский университет дружбы народов, 2011, URL: <http://www.iprbookshop.ru/11409>.
5. Павлович С. А. Микробиология с микробиологическими исследованиями. Минск: Издательство "Вышэйшая школа", 2009, URL: <http://znanium.com/go.php?id=505686>.

6.3. Научная специальность 1.5.15. Экология

а) основная литература:

1. Васюкова А. Т. Экология [Электронный ресурс] / Васюкова А. Т., Славянский А. А., Ярошева А. И. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 180 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/164946>.
2. Ветошкин А. Г. Основы инженерной экологии [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Ветошкин А. Г. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург: Лань, 2021. 332 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/152483>.
3. Дьякова, Н. А. Основы экологии и охраны природы [Электронный ресурс] / Дьякова Н. А., Гапонов С. П., Сливкин А. И. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2021. 288 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/176674>.
4. Кузнецов Л.М. Экология: Учебник и практикум для вузов / Кузнецов Л. М., Николаев А. С. 2-е изд., пер. и доп. Москва: Юрайт, 2021. 280 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/468874>.

5. Дьякова, Н. А. Гигиена и экология человека [Электронный ресурс] / Дьякова Н. А., Гапонов С. П., Сливкин А. И. 2-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2022. 300 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/183646>.

б) дополнительная литература:

1. Суздалева А. Л. Экология с основами геоэкологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / Суздалева А. Л. Москва: МИСИ – МГСУ, 2021. 120 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/179191>.
2. Чеснокова Т.В. Экология [Электронный ресурс] / Чеснокова Т. В., Лосева М. В., Румянцева В. Е., Касьяненко Н. С., Коновалова В. С. Иваново: ИВГПУ, 2021. 72 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/170923>.
3. Щанкин А. А. Экология [Электронный ресурс]: учебное пособие / Щанкин А. А. Москва: РТУ МИРЭА, 2021. 102 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/176521>.
4. Шилов И.А. Экология: Учебник для вузов / Шилов И. А. 7-е изд. Москва : Юрайт, 2021. 539 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/468567>.
5. Шилов И.А. Организм и среда. Физиологическая экология: Учебник для вузов / Шилов И. А. Москва: Юрайт, 2023. 180 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/511930>. ISBN 978-5-534-13187-1 : 789.00.
6. Шилов, И. А. Экология популяций и сообществ: Учебник для вузов / Шилов И. А. Москва: Юрайт, 2023. 227 с. (Высшее образование) . URL: <https://urait.ru/bcode/511929>. ISBN 978-5-534-13188-8 : 949.00.