

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**(ФГБОУ ВО «ВГУ»)**



УТВЕРЖДАЮ  
И.о. ректора  
Ю.Н. Стариков  
16.01.2026 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ**  
**ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ – ПРОГРАММЕ**  
**ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ**

**ПО ГРУППЕ НАУЧНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

**1.5 Биологические науки**  
(медико-биологический факультет)

## 1. Содержание основных разделов программы по группе научных специальностей 1.5 Биологические науки

### Научная специальность 1.5.2 Биофизика

Предмет и задачи биофизики. Биологические и физиологические процессы и закономерности в живых системах. Методологические вопросы биофизики. История развития отечественной биофизики. Основные особенности кинетики биологических процессов. Описание динамики биологических процессов на языке химической кинетики. Математические модели. Задачи математического моделирования в биологии. Общие принципы построения математических моделей биологических систем. Понятие адекватности модели реальному объекту. Динамические модели биологических процессов. Линейные и нелинейные процессы. Стационарные состояния биологических систем. Множественность стационарных состояний. Устойчивость стационарных состояний. Модели триггерного типа. Примеры. Силовое и параметрическое переключение триггера. Гистерезисные явления. Колебательные процессы в биологии. Влияние температуры на скорость реакций в биологических системах. Взаимосвязь кинетических и термодинамических параметров. Роль конформационных свойств биополимеров. 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. Вода как составной элемент биомембран. Модельные мембранные системы. Монослой на границе раздела фаз. Бислойные мембраны. Протеолипосомы. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Особенности фазовых переходов в мембранных системах. Вращательная и трансляционная подвижность фосфолипидов, флип-флоп переходы. Подвижность мембранных белков. Влияние внешних (экологических) факторов на структурно-функциональные характеристики биомембран. Поверхностный заряд мембранных систем; происхождение электрокинетического потенциала. Явление поляризации в мембранах. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. 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. Основные типы сократительных и подвижных систем. Молекулярные механизмы подвижности белковых компонентов сократительного аппарата мышц. Принципы преобразования энергии в механохимических системах. Термодинамические, энергетические и мощностные характеристики сократительных систем. Функционирование поперечнополосатой мышцы позвоночных. Модели Хаксли, Дещеревского, Хилла. Гормональная рецепция. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами; равновесное связывание гормонов. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала. Рецептор-опосредованный внутриклеточный транспорт. Представления о цитоплазматическом и ядерном транспорте. Методы исследования гормональных рецепторов. 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. Взаимодействие квантов с молекулами. Эволюция волнового пакета и результаты фемтосекундной спектроскопии. Первичные фотохимические реакции. Основные стадии фотобиологического процесса. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика

фотохимических процессов. Проблема разделения зарядов и переноса электрона в первичном фотобиологическом процессе. Роль электронно-конформационных взаимодействий. Адаптация, устойчивость и надежность биологических систем разного уровня организации: клеток, организмов, популяций. Разнообразие ответных реакций индивидуумов в клеточных ансамблях и популяциях. Классификация воздействий. Слабые (фоновые) воздействия. Космические и периодические воздействия. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМ-излучения космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы. Действие оптического излучения. Фотосинтез в море. Причины лимитирования первичной продукции. Фотоингибирование и фотодеструкция. Фоторегуляция роста растения. Оптические свойства листьев высших растений и спектральные методы оценки функционального состояния фотосинтетического аппарата. Действие УФ- излучения. Молекулярные механизмы фотоповреждения ДНК при действии УФ- излучения экологического диапазона. Клеточные системы репарации ДНК. Фотоповреждение и фотореактивация микроорганизмов. Комбинированное действие излучения разных длин волн на клетку. Ферментативная реактивация. Молекулярные механизмы действия фотолиазы. Общая физическая характеристика ионизирующих излучений. Излучения как инструмент исследований структуры и свойств молекул. Гамма- и рентгеновские лучи. Рентгеноструктурный анализ, лучевая ультрамикрометрия, радиационно-химические методы. Ультрафиолетовое и видимое излучения. Спектроскопия в УФ и видимой области. Лазерная спектроскопия, исследование электронно-вращательных спектров, фотохимические методы исследования. Инфракрасное излучение, инфракрасная спектроскопия. Радиочастоты: СВЧ, УВЧ, ВЧ, НЧ. Микроволновая спектроскопия, спектроскопия ЭПР, ЯМР, диэлектрическая спектроскопия, методы электропроводности. Использование различных видов излучений в медицине, технике и сельском хозяйстве. Естественный радиационный фон и уровень радона в среде. Проблема озоновой дыры. ЭМИ и ЭМП космических и земных источников. Магнитные поля Солнца, звезд, галактик и других объектов Вселенной. Циклы Солнечной активности, их влияние на Землю. Свет и биоритмы. Биологические часы.

#### **Научная специальность 1.5.4 Биохимия**

Предмет и задачи биологической химии. Природные биомолекулы: основные классы, структура и функции.

Аминокислоты – структура, биомедицинское значение. Аминокислоты – структурные блоки белков. Классификация аминокислот по полярности и по биологическому значению. Нестандартные аминокислоты и их значение. Физико-химические свойства аминокислот. Образование пептидных связей.

Белки. Биомедицинское значение белков. Первичная структура белков. Вторичная структура белка и ее типы. Элементы супервторичной структуры. Доменная структура белков. Третичная структура белка. Активный центр белков и способность к специфическому взаимодействию с лигандами как основа биологических функций белков. Четвертичная структура, кооперативность функционирования протомеров. Связи, ответственные за формирование структуры белка. Простые и сложные белки. Классификация белков по функциям. Фибриллярные и глобулярные белки. Семейства белков. Физико-химические свойства белков. Методы выделения и очистки белков.

Ферменты и их биомедицинское значение. Кофакторы ферментов: ионы металлов и коферменты. Классификация ферментов и номенклатура. Единицы

активности ферментов. Специфичность ферментов. Факторы, определяющие активность ферментов. Ферментативная кинетика. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение параметров  $K_m$  и  $V_{max}$ . Влияние температуры и pH среды. Ингибирование и активация ферментов. Понятие об обратимом и необратимом ингибировании. Механизмы конкурентного, неконкурентного, бесконкурентного, смешанного и субстратного ингибирования. Механизм ферментативного катализа. Энергия активации ферментативных процессов (по теории переходного состояния Эйринга). Факторы, обеспечивающие эффективность ферментативного катализа: сближение и ориентация; напряжение и деформация (индуцированное соответствие). Понятие о кислотно-основном и ковалентном катализе. Регуляция активности ферментов. Основные пути регуляции активности ферментов. Изменение концентрации фермента в клетке путем регуляции скорости его синтеза и распада. Индукция и репрессия ферментов. Превращение проферментов в активные ферменты. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты. Принципы аллостерической регуляции. Регуляция по принципу обратной связи. Ковалентная модификация ферментов. Адсорбционный и ассоциативно-диссоциативный механизмы регуляции активности ферментов. Множественные молекулярные формы ферментов. Компартаментализация ферментов. Изоферменты (изозимы). Использование ферментов в медицине и биотехнологии.

Активные биомолекулы: витамины, гормоны. Биохимические функции витаминов, их метаболически активные формы, витамины как предшественники коферментов, роль в регуляции обмена веществ. Водорастворимые витамины, их коферментные формы и роль в метаболизме. Жирорастворимые витамины, их участие в метаболических процессах. Авитаминозы.

Физиологически важные углеводы: строение и свойства.

Функции липидов. Классификация липидов, структура и свойства.

Общие принципы организации клеточного метаболизма. Фазы и стадии метаболических процессов. Субклеточная локализация и особенности процессов катаболизма и анаболизма. Роль высокоэнергетических соединений в метаболизме и функции клетки. АТФ как важнейший аккумулятор и источник энергии. Биомембраны.

Метаболизм углеводов. Центральные пути катаболизма углеводов. Гликолиз, его энергетический баланс, регуляция, биомедицинское значение. Стадии гликолиза. Анаэробный и аэробный гликолиз. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Цикл Кребса: последовательность реакций, характеристика ферментов, его роль как генератора водорода для дыхательной цепи митохондрий. Энергетическая эффективность окисления молекулы глюкозы.

Пентозофосфатный путь. Окислительный и неокислительный этапы этого пути. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез) из неуглеводных предшественников. Реципрокная регуляция гликолиза и глюконеогенеза. Взаимосвязь гликолиза в мышцах и глюконеогенеза в печени (цикл Кори). Метаболизм гликогена. Роль различных путей обмена углеводов в регуляции уровня глюкозы в крови.

Биоэнергетика. Биологическое окисление и окислительное фосфорилирование. Окисление пирувата и цикл трикарбоновых кислот как общие пути катаболизма углеводов, липидов, аминокислот. Окисление субстратов ферментами митохондрий. Перенос электронов, окислительное фосфорилирование и синтез АТФ. Структурная организация электронтранспортной цепи внутренней митохондриальной мембраны. Компоненты электронтранспортной цепи. Комплексы электронтранспортной цепи и их ингибиторы. Механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. Хемосмотическая теория Митчела. Окисление немитохондриального NADH в

электронтранспортной цепи при участии субстратных челночных механизмов. Транспортные системы внутренней митохондриальной мембраны. Дыхательный контроль как основной механизм регуляции сопряжения окисления и фосфорилирования. Коэффициент P/O. Разобщение окисления и фосфорилирования. Токсичные формы кислорода и генерирующие их источники. Значение свободнорадикальных процессов в физиологии и патологии клетки. Детоксикация активных форм кислорода. Ферментативная и неферментная антиоксидантные системы.

Метаболизм липидов.  $\beta$ -окисление жирных кислот. Транспорт ацильных групп в митохондрии. Энергетика процесса окисления жирных кислот. Образование кетонных тел. Биосинтез жирных кислот. Роль малонил-КоА и его образование из ацетил-КоА. Мультиферментный комплекс синтазы жирных кислот. Последовательность реакций синтеза жирных кислот. Регуляция синтеза жирных кислот. Пальмитиновая кислота как основной продукт действия синтазы жирных кислот. Представление о путях образования продуктов с более длинной углеродной цепью, ненасыщенных жирных кислот, ацилглицеринов, глицерофосфолипидов. Физиологическое значение резервирования и мобилизации жиров в жировой ткани.

Обмен белков и аминокислот. Аминокислоты - конечные продукты переваривания белков. Катаболизм аминокислот. Дезаминирование аминокислот, его типы. Окислительное дезаминирование, оксидазы L- и D-аминокислот, глутаматдегидрогеназа. Трансаминирование, функционирование аминотрансфераз, пиридоксальфосфат - кофермент в трансаминазных реакциях. Коллекторная функция глутамата в метаболических потоках азота. Глутамат как главный донор аминогрупп в реакциях переаминирования. Основные пути нейтрализации аммиака. Цикл мочевины. Декарбоксилирование аминокислот и образование биогенных аминов (гистамин, триптамин, серотонин, гамма-аминомасляная кислота), их значение. Основные пути биосинтеза заменимых аминокислот.

Обмен нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Катаболизм нуклеиновых кислот, пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Конечные продукты превращений азотистых оснований, нарушение их обмена. Анаболизм нуклеотидов. Регуляция процессов анаболизма нуклеотидов.

Строение ДНК. Комплементарные пары азотистых оснований. Образование водородных связей между основаниями. Полярность ДНК. Вирусная ДНК и ДНК прокариотических клеток. Плазмиды. Структурные гены, регуляторные и межгенные участки ДНК. Особенности эукариотической ДНК (резервные копии генов, повторяющиеся последовательности, псевдогены, палиндромы). Нетранслируемые последовательности (интроны) эукариотических генов. Суперспирализация ДНК. Первичная, вторичная, третичная структура ДНК. Образование нуклеосом с участием гистонов. Уровни упаковки хромосомы. Структура хроматина.

Центральная догма молекулярной биологии. Понятие о репликации, транскрипции, обратной транскрипции, трансляции. Генетическая роль РНК как посредника между генами и белками.

Полуконсервативный механизм репликации. Этапы синтеза ДНК. Белки и ферменты, участвующие в репликации. Действие ДНК-гираз, ДНК-хеликаз. Структура репликационной вилки. Фрагменты Оказаки и особенности их синтеза. ДНК-лигазы. Особенности репликации у про- и эукариот. Действие теломеразы. Исправление ошибок при репликации.

Кодирующие и не кодирующие РНК. Информационная РНК и генетический код. Структура матричной РНК (мРНК): первичная структура и функциональные области; трехмерная структура. Информосомы. Транспортная РНК (тРНК) и

аминоацил-тРНК – синтетазы. Структура тРНК. Рибосомная РНК.

Транскрипция генов. РНК-полимераза: особенности структуры и функционирование. Этапы транскрипции: инициация, элонгация, терминация. Принципы регуляции транскрипции. Значение факторов транскрипции. Особенности структуры и функционирования регуляторных белков. Регуляторные нуклеотиды. Модель оперона для управления генами. Регулирование с помощью антисмысловой РНК. Отличия процесса транскрипции у прокариот и эукариот. Структура эукариотных промоторов. Посттранскрипционный процессинг РНК. Сплайсинг. Ингибиторы транскрипции. Обратная транскрипция.

Свойства генетического кода. Рибосомы прокариот и эукариот: структура и функционирование. Полирибосомы. Сопряженная транскрипция-трансляция. Роль тРНК как адаптера, правила рецессии. Активация аминокислот – первый этап трансляции. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Аминоацил-тРНК как субстраты и источник энергии для синтеза белка. Инициация трансляции: факторы, этапы. Образование иницирующего комплекса. Функциональное значение акцепторного и пептидного участков рибосомы. Этапы элонгации. Факторы элонгации. Терминация трансляции. Рилизинг-факторы. Посттрансляционный процессинг и адресованный транспорт белков. РНК, прекращающие синтез белка при связывании рибосомы с дефектным РНК-посредником. Уничтожение дефектных белков хвостовой протеазой. Ингибиторы трансляции.

#### **Научная специальность 1.5.21 Физиология и биохимия растений**

Физиология растений - наука об организации и координации функциональных систем зеленого растения. Физико-химический, экологический и эволюционный аспекты физиологии растений. Ее задача - познание закономерностей жизнедеятельности растений, раскрытие молекулярных основ сложных функций и механизмов их регуляции в системе целого организма.

Методологические основы фитофизиологии. Редукционизм, органицизм и интегратизм как подходы к изучению живых систем. Сочетание различных уровней исследования (субклеточный, клеточный, организменный, биоценотический) как необходимое условие прогресса физиологии растений. Специфические методы фитофизиологии как науки.

Объект физиологии растений - эукариотный организм, осуществляющий фототрофный образ жизни. Специфика обмена зеленых растений по сравнению с другими объектами, характеризующимися фототрофным образом жизни. Космическая роль зеленого растения.

Этапы развития физиологии растений, их связь с общим развитием биологии и с практикой. Отечественные школы физиологов растений. Физиология растений - теоретическая основа растениеводства и новых отраслей биотехнологии. Физиологические основы продуктивности растений. Главные проблемы современной фитофизиологии.

Клетка как организм и как элементарная структура многоклеточного организма - сравнение функций. Специфические особенности растительной и животной клеток. Автотрофность и гетеротрофность.

Структурная организация клетки - основа ее биохимической активности и функционирования как целостной живой системы. Эволюция клеточной организации на примере сравнения прокариотной и эукариотной клетки.

Мембранные системы клетки и мембранный принцип ее организации. Структура и свойства биологических мембран, их роль в клетке (проницаемость, системы активного транспорта, биосинтезов и процессинга макромолекул). Модели структурно-функциональной организации мембран. Биохимическая и функциональная разнокачественность мембран.

Основные структурные элементы эукариотной клетки.

Ядро, его организация и функционирование. Генетический аппарат растительной клетки. Пластиды и митохондрии. Гипотезы происхождения клеточных органелл. Взаимодействие ядерного, митохондриального и хлоропластного геномов. Двойной генетический контроль за синтезом белков в хлоропластах и митохондриях.

Плазмалемма. Эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, микротела (пероксисомы, глиоксисомы, лизосомы и др.), вакуоли, их строение и основные функции.

Цитоскелет, особенности его строения в связи с биологическими функциями.

Строение клеточной стенки, ее химический состав и основные функции (защитная, опорная, функции в морфогенезе, транспорте и др.).

Физико-химические свойства протоплазмы и их изменения в жизненном цикле клетки.

Функциональные взаимодействия различных органоидов клетки, их изменения в клеточном цикле и при ее дифференциации. Регуляторные системы клетки. Внутриклеточные факторы регуляции обмена: биохимические, генетические, мембранные. Регуляция с участием вторичных мессенджеров. Компартиментация каталитических систем и метаболических фондов как один из механизмов регуляции клеточного метаболизма.

Физиологическая роль дыхания. Специфика дыхания у растений.

Развитие представлений о природе механизмов и о путях окислительно-восстановительных превращений в клетке. Каталитические системы дыхания (дегидрогеназы, оксидазы, оксигеназы, карбоксилазы, трансферазы и др.). Механизмы активации водорода субстрата и молекулярного кислорода.

Митохондрии. Их структура и функции. Изменение ультраструктуры митохондрии в зависимости от функционального состояния организма.

Пути окисления органических веществ в клетке. Унификация субстратов дыхания. Механизм активации дыхательных субстратов, пути их включения в процессы биологического окисления.

Основные пути диссимиляции углеводов. Пентозомоно-фосфатный путь окисления глюкозы и его роль в конструктивном обмене клетки. Гликолитический путь окисления; основные стадии.

Гликолиз. Цикл Кребса. Глиоксалатный цикл. Механизмы регуляции циклов.

Электронтранспортная цепь митохондрий: структурная организация, основные компоненты, их окислительно-восстановительные потенциалы. Комплексы переносчиков электронов. Альтернативность каталитических механизмов биологического окисления.

Окислительное фосфорилирование. Единство элементарных энергетических процессов в живой природе. Фосфорилирование на уровне субстрата и фосфорилирование в дыхательной цепи. Основные положения хемиосмотической теории сопряжения Митчела. Мембраны как структурная основа биоэнергетических процессов. Трансформация энергии на сопрягающих мембранах. Электро-химический потенциал -движущая сила фосфорилирования. Регуляция электронного транспорта и фосфорилирования.

Дыхание как центральное звено обмена веществ. Значение дыхания в конструктивном метаболизме. Связь с другими функциями клетки. Дыхание роста и дыхание поддержания.

Количественные показатели газообмена (поглощение кислорода, выделение углекислоты, дыхательный коэффициент и др.).

Регуляция дыхания. Зависимость дыхания от внешних и внутренних факторов.

Развитие учения о фотосинтезе. Историческое значение работ К.А.Тимирязева.

Сущность и значение фотосинтеза. Общее уравнение фотосинтеза, его компоненты. Роль фотосинтеза в процессах энергетического и пластического обмена растительного организма. Фотосинтез как процесс трансформации энергии света в энергию химических связей. Масштабы фотосинтетической деятельности в биосфере.

Эволюция биосферы и фотосинтез.

Структурная организация фотосинтетического аппарата. Строение листа как органа фотосинтеза, изменения в онтогенезе. Хлоропласты. Основные элементы структуры хлоропластов (двойная мембрана, матрикс, тилакоиды, грани). Онтогенез хлоропластов.

Эволюция структуры фотосинтетического аппарата.

Пигментные системы фотосинтезирующих организмов. Хлорофиллы. Химическая структура, спектральные свойства. Отдельные представители группы хлорофиллов. Распространение хлорофиллов среди различных групп организмов. Функции хлорофиллов. Основные этапы биосинтеза молекулы хлорофилла. Хлорофилл-белковые комплексы.

Фикобилины. Распространение, химическое строение, спектральные свойства. Роль в фотосинтезе.

Каротиноиды. Химическое строение, свойства. Спектры поглощения. Функции в фотосинтезе.

Регуляция биосинтеза пигментов. Зависимость биосинтеза пигментов от интенсивности и качества света, снабжения  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и минеральными элементами. Явление хроматической адаптации.

Функциональное и экологическое значение спектрально-различных форм пигментов у фотосинтезирующих организмов.

Первичные процессы фотосинтеза. Электронно-возбужденные состояния пигментов (синглетное, триплетное). Типы дезактивации возбужденных состояний. Флуоресценция. Механизмы миграции энергии в системе фотосинтетических пигментов.

Представление о фотосинтетической единице. Антенные комплексы. Реакционные центры, модели их структурной организации. Преобразование энергии в реакционном центре. Окислительно-восстановительные превращения хлорофилла реакционного центра.

Электрон-транспортная цепь фотосинтеза, природа ее основных компонентов. Представление о совместном функционировании двух фотосистем. Эффекты Эмерсона. Основные функциональные комплексы электронтранспортной цепи - ФС1, ФС2, цитохром  $b_6/f$  комплекс; их структура и функции. Образование соединений с высоким восстановительным потенциалом. Системы фотоокисления воды и выделения кислорода при фотосинтезе. Участие хинонов, цитохромов, Cu- и Fe-протеидов в реакциях транспорта электронов. Циклические и нециклические потоки электронов, системы регуляции.

Фотофосфорилирование. Характеристика основных типов фотофосфорилирования - циклического, нециклического, псевдоциклического. Механизм сопряжения электронного транспорта и образования АТФ.

Темновая стадия фотосинтеза. Связь фотосинтетической ассимиляции  $\text{CO}_2$  с фотохимическими реакциями. Природа первичного акцептора углекислоты. Химизм реакций цикла Кальвина, его ключевые ферменты. Первичные продукты фотосинтеза, их превращения. Регенерация акцепторов  $\text{CO}_2$ . Первичный синтез углеводов. Фотодыхание. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова. Особенности  $\text{C}_3$ - и  $\text{C}_4$ -растений и САМ-тип метаболизма.

Взаимосвязь фотосинтеза и процессов усвоения азота. Функциональная роль хлоропласта. Потоки метаболитов в хлоропласт и из него.

Экология фотосинтеза. Зависимость фотосинтеза от внешних условий и состояния организма. Влияние на фотосинтез температуры, условий освещения, содержания углекислоты, условий минерального питания, водоснабжения. Компенсационная точка при фотосинтезе и ее зависимость от особенностей организма. Ассимиляционное число.

Фотосинтез и общая продуктивность растительных организмов и их сообществ. Фотосинтез в онтогенезе растения. Теория фотосинтетической продуктивности.

Культура растений в условиях искусственного освещения и при повышении концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ . Фотосинтез в условиях промышленной фитотроники и в замкнутых системах жизнеобеспечения.

Эволюция фотосинтеза. Хемосинтез. Бактериальный фотосинтез.

Значение воды в жизнедеятельности растений. Растения и круговорот воды на Земле.

Молекулярная структура и физические свойства воды. Взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация. Свободная и связанная вода. Физиологическое значение различных фракций воды в растении.

Основные закономерности поглощения воды клеткой. Набухание биокolloидов, осмос - явления, лежащие в основе поступления воды в растение. Термодинамические показатели, определяющие поведение воды: активность воды, химический потенциал, водный потенциал. Составляющие водного потенциала: осмотический потенциал, матричный потенциал, потенциал давления. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды в системе "почва-растение-атмосфера", в клетках, тканях и целом растении.

Механизм передвижения воды по растению. Пути ближнего и дальнего транспорта. Движущие силы восходящего тока воды в растении. Верхний и нижний концевые двигатели. Корневое давление, механизм его развития и значение в жизни растений. Натяжение воды в сосудах; значение сил молекулярного сцепления.

Выделение воды растением. Гуттация, транспирация. Физиологическое значение этих процессов. Количественные показатели транспирации: интенсивность, продуктивность, транспирационный коэффициент. Устьичная и кутикулярная транспирация. Строение устьиц и механизмы их движений, влияние света. Устьичное и внеустьичное регулирование транспирации. Влияние внешних факторов (света, температуры, влажности воздуха и почвы и др.) на интенсивность транспирации. Суточный ход транспирации.

Экология водообмена растений. Особенности водообмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов) и пути адаптации растений к водному дефициту.

Роль растений в круговороте минеральных элементов в биосфере. Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и в растениях и факторы, их определяющие. Классификации элементов, необходимых для растений. Основная функция ионов в метаболизме: структурная и каталитическая.

Почва как источник минеральных элементов. Твердая фаза почвы, почвенный раствор, состав и структура почвенного поглощающего комплекса.

Корень как орган поглощения минеральных элементов и воды, а также место специфических синтезов. Система взаимодействия "корень-почва". Рост корня как основа поступления минеральных элементов.

Ближний транспорт ионов в тканях корня. Симпластический и

апопластический пути. Дальний транспорт. Восходящее передвижение веществ по растению: пути и механизмы. Перераспределение и реутилизация ионов в растении. Поступление и превращения ионов и дыхание. Взаимосвязь минерального питания с процессами роста и развития растений.

Механизм поглощения ионов. Роль процессов диффузии и адсорбции, их характеристика. Понятия водного свободного пространства и Доннановского свободного пространства. Транспорт ионов через плазматическую мембрану. Пассивный перенос. Активный транспорт ионов (первичный и вторичный активный транспорт). Уравнение Нернста. Движущие силы транспорта ионов и формы потребляемой энергии. Механизмы транспорта ионов через мембраны: АТФазы, редокс-цепи, ионные каналы, портерные системы (симпорт, антипорт, унипорт).

Кинетика процессов поглощения. Участие мембранных структур клетки в поглощении и компартментации ионов. Роль вакуоли. Пиноцитоз. Взаимосвязь процессов поглощения веществ корнем с другими функциями растения (дыханием, фотосинтезом, водообменом, биосинтезами, ростом и др.).

Физиологическая и биохимическая роль основных элементов питания.

Азот и его значение в жизни растений. Круговорот азота в природе. Источники азота для растений. Симбиотическая фиксация молекулярного азота. Структурная и функциональная характеристика нитрогеназы. Минеральные формы азота, используемые растением. Ферментные системы, участвующие в усвоении нитратов, регуляция их синтеза и активности. Биохимические пути ассимиляции аммиака в растении. Синтез аминокислот, амидов, реакции переаминирования. Запасные и транспортные формы минерального и органического азота, накопление нитратов в тканях. Круговорот азота по растению.

Азотный обмен и дыхание. Азотный обмен и фотосинтез: взаимодействие азотного и углеродного потоков; роль первичных реакций фотосинтеза в усвоении окисленного азота.

Сера. Основные соединения серы в растении, их роль в структурной организации клетки, участие в окислительно-восстановительных реакциях. Источники серы для растения. Механизм восстановления сульфатов, отдельные этапы процесса, ферментные системы.

Фосфор. Значение разных типов фосфорсодержащих соединений в клетке. Поступление фосфора в клетку, пути его включения в обмен. Участие соединений, содержащих фосфор, в образовании клеточных структур, ферментных систем. Макроэргические соединения фосфора, их роль в энергетическом обмене.

Калий, его значение в обмене растительного организма. Влияние калия на физические свойства протоплазмы, на ферменты углеводного обмена, синтез белков и др. Роль калия в поддержании ионного баланса в тканях, в процессах осморегуляции.

Кальций. Структурообразовательная роль кальция. Участие в образовании клеточной стенки, поддержании структурной целостности мембран и регуляции их проницаемости. Регуляторная роль кальция.

Магний. Формы участия магния в метаболизме. Магний в составе хлорофилла. Участие в реакциях переноса фосфатных групп, в формировании функционально-активных клеточных структур.

Микроэлементы. Представления о роли микроэлементов в метаболизме растений. Металлы как компоненты простетических групп и как активаторы ферментных систем. Особенности поступления микроэлементов в растения. Физиологическая роль железа, меди, марганца, молибдена, цинка, бора и других микроэлементов. Участие микроэлементов в формировании и функционировании электронтранспортных цепей фотосинтеза и дыхания, в азотном и углеводном обмене, в ростовых процессах и других реакциях метаболизма.

Водная, песчаная и почвенная культуры, их применение в физиологии растений. Питательные смеси. Физиологически кислые и физиологически основные соли. Взаимодействие ионов (антагонизм, синергизм, аддитивность). Физиологические основы применения удобрений. Гидропоника.

Значение работ Д.Н.Прянишникова и Д.А.Сабина в создании теории минерального питания.

Корневое питание как важнейший фактор управления продуктивностью и качеством урожая. Генотипические различия в минеральном питании разных видов и сортов.

Понятие о восходящем и нисходящем токах веществ в растении. Передвижение органических веществ. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов.

Транспортные формы веществ. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта. Зависимость транспорта веществ от температуры, водного режима, минерального питания.

Донорно-акцепторные взаимодействия и роль транспортных систем в интеграции физиологических функций целого растения.

Определение понятий "рост" и "развитие" растений. Проблема роста и развития на клеточном и молекулярном уровнях. Существование организма как развертывание во времени генетической программы. Воздействие на этот процесс внутренних и внешних факторов.

Общие закономерности роста, типы роста у растений. Организация меристем корня и стебля. Рост и деятельность меристем. Кинетика ростовых процессов и их свойства. Ритмика, биологические часы. Корреляции. Полярность. Регенерация.

Рост растений и среда. Влияние температуры, света, воды, газового состава атмосферы, элементов минерального питания на ростовые процессы.

Клеточные основы роста. Фазы роста клеток и их характеристики. Изменения морфологии и метаболизма при прохождении каждой фазы. Понятие о клеточном цикле, влияние различных факторов на деление клеток. Рост клетки в фазе растяжения, механизм действия ауксина на этот процесс.

Дифференцировка клеток и тканей; компетенция и детерминация. Дифференциальная экспрессия генома как фактор реализации генетических программ развития. Тотипотентность растительной клетки.

Системы регуляции функций целого растения: трофическая, гормональная, электрическая. Доминирующие центры и физиологические градиенты. Системы восприятия и передачи сигналов. Системы связей и регуляторных контуров. Элементы теории сложных систем и их приложение к анализу систем регуляции в растении.

Механизм регуляции ростовых процессов. Фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды), их строение, биосинтез, транспорт, физиологическое действие. Молекулярные основы действия гормонов и ингибиторов роста растений. Взаимодействие между различными гормонами. Синтетические регуляторы и ингибиторы роста (гербициды, ретарданты, морфактины), их практическое применение.

Ростовые и тургорные движения растений. Тропизмы (фото-, гео-, электро-, термотропизмы). Гормональная природа тропизмов. Настии. Сейсмонастические движения. Раздражимость; фитохромная и криптохромная системы; электрофизиологические процессы.

Жизненный цикл высших растений. Основные этапы онтогенеза (эмбриональный, ювенильный, репродуктивный, зрелости, старения), их морфологические, физиологические и метаболические особенности. Состояние покоя у растений. Типы покоя и их значение для жизнедеятельности растений.

Механизмы морфогенеза растений. Индукция генетических программ, морфогенетические градиенты и ориентация клеток в пространстве. Целостность и коррелятивное взаимодействие органов. Физиологические и молекулярные основы эмбриогенеза растений. Созревание и прорастание семян как фазы морфогенеза.

Внутренние и внешние факторы, определяющие переход растений от вегетативного развития к генеративному. Индукция цветения. Яровизация. Фотопериодизм. Роль фитохромной системы в фотопериодических реакциях. Типы фотопериодической реакции. Природа флорального стимула. Гипотезы о бикомпонентной природе флоригена, о многокомпонентном контроле цветения. Цветение как многоступенчатый процесс. Эвокация цветения и ее регуляция. Модель переключения генной активности. Закладка и рост соцветий и цветка. Оплодотворение.

Детерминация пола. Генетические, фенотипические и гормональные факторы, определяющие пол у растений.

Физиология вегетативного размножения. Размножение клубнями, луковичками, корневищами, усами, отводками и черенками.

Культура изолированных зародышей, органов, тканей, клеток, протопластов как модель для изучения процессов роста и развития. Биология изолированных клеток и тканей, клеточная биотехнология. Использование метода культуры клеток для изучения биологии клетки и понимания взаимоотношений части и целого при функционировании клеток в растительном организме.

Пути практического использования культуры растительных клеток (освобождение от вирусных инфекций, массовое размножение, сохранение генофонда редких видов, получение биомассы клеток-продуцентов практически важных веществ).

Устойчивость как приспособление растений к условиям существования. Ответные реакции растений на действие неблагоприятных факторов. Общие принципы адаптивных реакций растений на экологический стресс (изменение экспрессии генов и включение синтеза стрессовых, мембранных, структурных белков; перестройки мембранных систем и физиологических процессов; синтез протекторных соединений и др.). Биохимическая адаптация. Пути повышения устойчивости растений.

Реакция растений на температуру. Влияние низких положительных температур (холодоустойчивость растений), низких отрицательных температур (морозоустойчивость растений) и почвенно-климатических факторов (зимостойкость растений), высоких положительных температур (жароустойчивость растений). Закаливание растений.

Реакция растений на водный дефицит (засухоустойчивость растений). Атмосферная и почвенная засуха. Приспособление различных ксерофитных форм и мезофитных растений к низкому водному потенциалу и гигрофитов - к гипоксии. Пути адаптации растений к гипо- и аноксии.

Реакция растений на высокое содержание солей в почве (солеустойчивость растений). Типы засоления почв. Классификация растений по отношению к засолению почв. Механизмы адаптации галофитных организмов к солям. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами. Токсичность их для высших растений.

Радиоустойчивость растений и ее механизмы.

Загрязнение атмосферы сернистым газом, оксидами азота и углерода, соединениями фтора и др. Токсичность их действия на растения. Формирование устойчивости к газам (регулирование их поступления, поддержание внутриклеточного гомеостаза, детоксикация образующихся ядов).

Физиологические и биохимические основы устойчивости высших растений к

патогенным микроорганизмам и другим биотическим факторам. Конституционные и индуцированные защитные свойства. Приобретенный (индуцированный) иммунитет.

### **Научная специальность 1.5.9 Ботаника**

Надцарство Прокариоты. Общая характеристика (строение клетки, способы питания, размножения, основы систематики). Эволюция организаций и структур в подцарстве. Настоящие водоросли. Размножение и жизненные циклы водорослей. Экология водорослей. Значение водорослей в природе и в жизни человека. Особенности строения клетки и вегетативных органов грибов, их своеобразии и видоизменения. Способы размножения грибов. Вегетативное, бесполое и половое размножение. Экология грибов. Значение грибов в природе и жизни человека. Место грибов в системе органического мира, различные взгляды на их происхождение. Классификация грибных организмов. Низшие и высшие грибы. Растительная клетка. План строения и морфолого-физиологические особенности. Растительные ткани. Основные типы и проблемы классификации. Общая характеристика побега. Главные метаморфозы побега и его частей. Общая характеристика корня. Метаморфозы корней. Цветок. План строения, характеристика андроцея и гинецея. Методы описания структуры цветка (формула, диаграмма). Семя (строение и функции, типы семян однодольных и двудольных растений). Плод (строение, подходы к классификации, способы распространения плодов и семян). Основные отличия высших растений от низших. Первенцы наземной флоры – отделы Rhyniophyta, Zosterophyllophyta: общая характеристика, представители. Цикл развития высших растений, его происхождение. Причины преимущественного развития спорофита в условиях суши. Общая характеристика отдела Bryophyta как гаметодинамической линии эволюции высших растений. Разделение на классы и подклассы, их краткая характеристика. Значение. Общая характеристика отдела Lycopodiophyta. Сравнительная характеристика классов Lycopodiopsida, Isoetopsida. Вымершие плауновидные. Значение. Общая характеристика отдела Polypodiophyta. Краткая характеристика классов Ophioglossopsida, Marattiopsida, Polypodiopsida: основные представители, распространение, особенности строения спорофитов и гаметофитов. Голосеменные. Общая характеристика, особенности развития гаметофитов на примере *Pinus sylvestris*. Современное разделение на классы и их краткая характеристика: представители, распространение, значение. Общая характеристика отдела Magnoliophyta. Отличия покрытосеменных от других отделов высших растений. Сравнительная характеристика классов Magnoliopsida, Liliopsida. Разделение на подклассы. Современные представления о жизненных формах растений. Особенности двойного оплодотворения у покрытосеменных растений.

### **Научная специальность 1.5.12 Зоология**

Общая характеристика простейших. Важнейшие особенности основных типов и классов. Разнообразие образа жизни и экологической адаптации одноклеточных животных. Их роль в природе и для человека. Основные гипотезы происхождения одноклеточных - сукцессивная и эндосимбиотическая, их достоинства и противоречия. Филогенетические взаимоотношения основных типов простейших. Основные теории происхождения многоклеточных животных. Разнообразие фагоцителообразных предков многоклеточных. Направления, этапы и результаты их эволюции. Губки и кишечнотелостные как низшие многоклеточные. Сочетание в их строении и физиологии архаичных и ароморфных черт. Разнообразие их организации, образа жизни и адаптивных особенностей. Роль в

природе. Плоские черви как низшие билатеральные трехслойные животные. Проявление в их организации и физиологии основных эволюционных закономерностей в связи с особенностями образа жизни представителей различных классов. Роль в природе и для человека. Происхождение. Прогрессивные особенности организации круглых червей, обеспечившие их широкую адаптивную реакцию. Классификация. Важнейшие черты классов Gastrotricha, Nematoda, Rotatoria, Gordiacea. Экологические группы нематод. Происхождение круглых червей. Кольчатые черви как высшие червеобразные, метамерные целомические трохофорные животные. Основные ароморфозы. Классификация и разнообразие экологических адаптаций. Эволюционное значение. Роль в природе и для человека. Моллюски как особая группа первичноводных целомических несегментированных трохофорных животных. Сочетание плезиоморфных и апоморфных черт в их организации. Классификация. Важнейшие черты подтипов и классов. Происхождение и филогенетические связи между классами. Роль в природе и для человека. Членистоногие как высший тип первичноротых животных. Основные ароморфозы, позволившие им освоить различные среды обитания. Классификация, важнейшие черты организации и среда обитания представителей подтипов и классов. Ракообразные как первичноводные членистоногие, сохранившие комплекс плезиоморфных черт в строении и физиологии. Классификация, разнообразие, экологические адаптации, роль в природе и для человека. Насекомые как высшие трахейнодышащие членистоногие. Ароморфозы, позволившие им широко освоить наземную и воздушную среды. Важнейшие черты организации. Классификация, разнообразие, экологические адаптации, роль в природе и для человека. Общая характеристика иглокожих как вторичноротых древних морских животных, обладающих вторичной радиальной симметрией. Особенности организации и образа жизни морских звезд, морских ежей и голотурий. Общая характеристика паукообразных, их роль в природе.

Тип Хордовые. Особенности организации и классификация хордовых. Тип Хордовые. Основные этапы эволюции хордовых. Теории происхождения хордовых. Филогения.

Позвоночные Хрящевые рыбы. Костные рыбы. Особенности организации. Земноводные. Особенности строения, классификация и происхождение. Пресмыкающиеся. Особенности организации, классификация и происхождение. Птицы. Особенности организации, классификация и происхождение. Млекопитающие. Особенности организации, классификация и происхождение. Адаптивные особенности млекопитающих.

Сравнительная характеристика покровов позвоночных, их производные. Окраска и ее значение. Опорно-двигательная система позвоночных. Мускулатура. Осевой скелет. Скелет поясов и конечностей.

Череп и его эволюционные преобразования в ряду позвоночных.

Адаптивные особенности черепа позвоночных.

Особенности развития. Анамнии и амниоты. Провизорные органы. Типы яиц. Гастрюляция. Гисто- и органогенез. Типы дробления. Появление яйцеживорождения и живорождения. Строение дыхательной системы и ее эволюционные преобразования. Выделительная система, направления ее эволюции. Способы поддержания гомеостаза позвоночных. Терморегуляция. Осморегуляция. Сравнительная характеристика кровеносной системы в ряду позвоночных. Сердце. Круги кровообращения.

Сравнительная характеристика половой системы и ее эволюционные преобразования..

Этологическая характеристика позвоночных.

### **Научная специальность 1.5.14 Энтомология**

Энтомология как наука и ее содержание. Предмет энтомологии, роль насекомых в природе и их значение для человека. История энтомологии, основные достижения мировой и отечественной энтомологии. Задачи общей и прикладной энтомологии. Строение тела и покровов. Подразделение тела на отделы и сегменты. Покровы и их функции. Строение и химический состав кутикулы. Роль кутикулы в качестве физического и физиологического барьеров. Проницаемость кутикулы, пассивный и активный транспорт воды через кутикулу. Структура, пигментная окраска, кутикулярные выросты и волоски, структурная и покровов. Система рисунка покровов. Регуляция окраски и ее защитное значение. Железы. Классификация секреторных структур и органов. Экзокринные и эндокринные железистые структуры и их эволюция. Функциональные типы желез и их назначение: линочные, смазочные, слюнные, шелкоотделительные, восковые, лаковые, пахучие, ядовитые и феромонные. Скелет и мускулатура. Хитиновая кутикула как основа скелета насекомых и всех членистоногих. Роль и преимущества наружного скелета. Первичная и вторичная сегментация. Строение туловищного сегмента, швы и сочленения. Скелетные и висцеральные мышцы, их строение и физиологические особенности. Соединение мышц с покровами тела. Сегментарный состав и номенклатура частей головы. Происхождение головных придатков. Основные типы ротовых аппаратов (грызущий, лижуще-сосущий, колюще-сосущий). Приспособления к приему жидкой пищи в разных экологических группах. Антенны, основные и специализированные типы антенн. Грудные сегменты и конечности. Строение грудного отдела. Основные мышцы груди. Особенности строения грудного отдела у представителей разных отрядов насекомых. Строение и мускулатура грудных конечностей. Функциональные типы конечностей и их специализация в связи с образом жизни. Крыло, его строение и происхождение. Сочленение крыла с телом. Работа летательной мускулатуры. Складывание, расправление и сцепление крыльев. Специализация летательного аппарата в разных отрядах насекомых. Типы полета. Биологическое значение полета и его роль в эволюции насекомых. Брюшной отдел. Сегментарный состав брюшка и строение брюшного сегмента. Мускулатура. Брюшные конечности, не связанные с размножением у представителей разных отрядов Первичнобескрылых насекомых. Брюшные ноги гусениц. Наружные половые органы. Половые придатки самцов и самок, их модификации и значение в систематике насекомых. Жало пчелы. Пищеварительный аппарат. Строение пищеварительной системы. Морфологические, гистологические и ультраструктурные особенности передней, средней и задней кишки. Перитрофическая мембрана. Фильтрационные камеры. Внекишечное пищеварение. Роль симбиотических микроорганизмов в усвоении трудно расщепляемой растительной пищи. Дыхание. Трахейное дыхание наземных членистоногих. Особенности дыхательной системы насекомых. Строение трахейной системы. Типы трахейной системы. Строение дыхалец, их замыкательного и фильтрующего аппаратов. Дыхательные движения и их регуляция. Органы дыхания водных насекомых. Трахейные жабры у личинок амфибиотических насекомых (поденок, стрекоз, ручейников). Особенности газообмена насекомых. Дыхание и регуляция температуры тела. Кровеносная и выделительная системы. Формирование и строение полости тела насекомых. Специфика кровеносной системы, строение и иннервация сердца. Циркуляция крови. Состав и функция гемолимфы. Перикардальные клетки. Строение и функция мальпигиевых сосудов, лабиальные железы. Нефроциты и другие органы накопления. Гормональная регуляция экскреции. Жировое тело, его строение и назначение. Жировое тело как источник метаболической воды. Биолюминесценция

у насекомых. Строение органов свечения, их функционирование и биологическое значение. Значение жировой ткани при метаморфозе и развитии. Нервная система. Общий план строения и основные подразделения. Функции головных, грудных и брюшных ганглиев. Головной мозг и особенности его строения у общественных насекомых. Брюшная нервная цепочка. Механизм работы центральной нервной системы. Организация периферической и симпатической нервной систем. Органы чувств насекомых. Классификация рецепторов (экстероцепторы, проприоцепторы). Основные типы сенсилл насекомых. Морфо- функциональные признаки механо-, фоно-, хемо-, гигро-, термо- и фоторецепторов. Строение органов зрения насекомых (сложные и простые глаза, дорсальные и латеральные глазки). Органы механорецепции, слуха, обоняния и зрения насекомых. Образование изображения в фасеточных глазах. Цветовое зрение. Роль органов чувств в жизни насекомых (питание, размножение, расселение). Инстинкты и рефлексy насекомых. Ориентация во времени и пространстве. Сигнализация у насекомых. Звуковая и химическая коммуникация. Пресоциальный уровень организации насекомых (агрегация, забота о потомстве). Сложные формы поведения насекомых. Организация сообществ насекомых. Сенсорные основы управления поведением насекомых: принципы и подходы.

Половая система и размножение. Строение половой системы самца и самки. Сперматогенез. Типы яйцевых трубок, оогенез и вителлогенез. Формирование яйцевых оболочек. Строение хориона. Способы оплодотворения и общее направление эволюции оплодотворения наземных членистоногих, в том числе насекомых. Способы размножения насекомых: половое, бесполое (партеногенез и педогенез) и живорождение. Регуляция пола при партеногенезе. Откладка яиц и гонотрофические циклы кровососущих насекомых. Плодовитость, число генераций, смена поколений. Экологическая и физиологическая регуляция размножения. Эмбриональное развитие, метаморфоз. Строение яйцеклетки. Дробление, рост и развитие зародыша, сегментация и образование конечностей, зародышевые листки, детерминация тканей, зародышевые оболочки. Вылупление из яйца. Постэмбриональное развитие, линьки, стадия и возраст. Типы метаморфоза насекомых. Полиморфизм насекомых (половой, кастовый, экологический, сезонный). Гормональная регуляция метаморфоза и диапаузы. Эндокринные органы насекомых: нейросекреторные клетки, проторакальные железы, прилежащие тела. Нейрогормоны, экдизон, ювенильный гормон; их роль в управлении жизнедеятельностью насекомых. Диапауза и ее приуроченность к стадиям развития насекомых. Адаптивное значение диапаузы. Принципы зоологической систематики. Представления о виде, внутривидовые и надвидовые категории. Задачи и методы систематики. Система современных насекомых, родственные отношения основных отрядов. Вклад отечественных энтомологов в фаунистику и систематику насекомых. Значение систематики для прикладной энтомологии. Зоологическая номенклатура. Международный кодекс зоологической номенклатуры. Принцип биномиальной номенклатуры. Закон приоритета. Основные категории типовых экземпляров (голотип, лектотип, неотип, синтип). Обзор современных систем класса насекомых. Его состав. Основные признаки насекомых с неполным и полным превращением. Общая характеристика основных отрядов первичнобескрылых насекомых (Protura, Diplura, Collembola, Thysanura). Особенности организации стрекоз и поденок и их положение в системе крылатых насекомых. Их биологические особенности. Тараканы, богомолы, и термиты, их морфологические и биологические черты. Общественный образ жизни у термитов. Прямокрылые насекомые, их классификация и важнейшие семейства. Особенности развития саранчовых, их экологии и расселения. Значение защитных мероприятий в борьбе с саранчовыми при вспышках массовых размножений. Равнокрылые и

полужесткокрылые насекомые, их классификация, характеристика подотрядов, основные направления эволюции и практическое значение. Тли и их роль в экосистемах. Жесткокрылые, их биологические и морфологические черты. Система жесткокрылых, важнейшие семейства. Практическое значение в качестве вредителей травянистой и древесной растительности и энтомофагов. Чешуекрылые, их морфологические черты, биология. Важнейшие семейства и практическое значение. Двукрылые, их морфологические черты, биология, особенности метаморфоза и система отряда. Важнейшие семейства и их практическое значение. Перепончатокрылые. Подотряды и важнейшие семейства. Основные черты биологии и общественной организации муравьев и пчелиных. Паразитизм и вторичный паразитизм. Основные понятия экологии. Среда и факторы среды. Принцип смены стадий. Адаптация насекомых к экстремальным экологическим условиям. Холодостойкость насекомых, механизмы защиты от высыхания.

Циркадные ритмы и биологические часы. Круг контролируемых явлений. Значение исследований механизмов циркадных ритмов для практики народного хозяйства. Питание. Пища как экологический фактор. Влияние состава пищи на рост, развитие и размножение насекомых. Пищевые режимы и пищевая специализация. Консортивные связи насекомых и растений. Диапауза насекомых, ее признаки, формы проявления и адаптивное значение. Обмен веществ при диапаузе. Приуроченность диапаузы к стадиям развития и разнообразие ее проявлений. Роль диапаузы в синхронизации жизненного цикла с сезонными изменениями климатических факторов и с неблагоприятными факторами среды. Динамика численности насекомых, ее теоретические и прикладные аспекты. Факторы, модифицирующие и регулирующие численность насекомых (климат, трофика, плотность популяций, биоценотические отношения в экосистеме). Условия равновесия в системах «хозяин – паразит» и «хищник – жертва». Вспышки массового размножения насекомых, их периодичность и факторы, определяющие ход вспышек. Роль насекомых в круговороте веществ. Значение насекомых в мониторинге за состоянием окружающей среды. Географическое распространение насекомых и его основные закономерности. Зоогеографические царства и области Земли и районирование Палеарктики. Расселение и типы ареалов у современных видов. Исторические и эколого-климатические аспекты формирования их границ. Характеристика энтомофауны разных географических регионов. Особенности фауны насекомых России. Антропогенные факторы и их значение для расселения насекомых. Происхождение насекомых. Наземные членистоногие, их происхождение и эволюция. Положение насекомых в системе членистоногих. Современные представления о происхождении насекомых по данным сравнительной морфологии и палеонтологии. Сельскохозяйственная энтомология. Насекомые — вредители растений, их состав, основные типы повреждений, экологические группы насекомых-фитофагов. Главные вредители сельскохозяйственных культур в России и сопредельных странах. Карантинные объекты. Лесная энтомология и ее основные направления. Основные группы фито- и ксилофагов и специфика их воздействия на лесные экосистемы. Причины вспышек массового размножения. Современные методы слежения за состоянием лесных экосистем. Медицинская и ветеринарная энтомология. Насекомые-паразиты человека и животных, их состав и основные представители. Экологические группировки паразитов. Облигатные и факультативные паразиты. Насекомые как переносчики болезней. Природные очаги инфекций. Способы переноса возбудителей. Роль Е.Н. Павловского в разработке учения о природной очаговости трансмиссивных заболеваний. Значение работ В.Н. Беклемишева в разработке системы противомаларийных мероприятий. Эпидемиологическое

значение основных групп переносчиков: комаров, москитов, мошек, мокрецов, слепней, высших двукрылых, блох и вшей. Значение системы санитарно-гигиенического контроля в предотвращении эпидемий. Вредители технического сырья, запасов продуктов, музейных экспонатов. Их состав, основные представители, особенности экологии. Специфика методов защиты от вредителей. Важнейшие методы борьбы с вредными насекомыми: карантинные мероприятия, агротехнические методы, внедрение устойчивых сортов. Биологические методы, их основные направления и перспективы: охрана полезных энтомофагов, их массовое разведение и интродукция. Химические методы, их достоинства и недостатки. Устойчивость насекомых к инсектицидам, отрицательное воздействие инсектицидов на окружающую среду. Новые методы защиты растений (стерилизация, генетические методы, репелленты и аттрактанты). Полезные насекомые. Медоносная пчела, шелковичный червь, их биология и сферы использования производимых ими продуктов. Насекомые–опылители, методы их охраны и повышения эффективности их деятельности. Эстетическое значение насекомых. Охрана редких и исчезающих видов. Красные книги разного уровня и их значение. Основные виды насекомых, занесенные в Красные книги различного уровня. Техническая энтомология. Создание и воспроизводство культур насекомых. Массовое разведение насекомых для получения продуктов их жизнедеятельности и выпуска на посевы сельскохозяйственных культур и культуры в условиях защищенного грунта.

#### **Научная специальность 1.5.7 Генетика**

Закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем. Правило «чистоты гамет». Генотип как система взаимодействующих генов. Типы взаимодействия аллельных и неаллельных генов, их молекулярные механизмы. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана. Принципы построения генетических карт хромосом. Генетика пола. Прогамное, сингамное и эпигамное определение пола. Хромосомный механизм определения пола на примере человека и птиц. Механизм определения пола у ос и пчел. Нехромосомная наследственность. Плазмон и плазмогены. Наследственные болезни человека, связанные с мутациями плазмогенов. Модификационная изменчивость. Норма реакции. Адаптивные модификации и морфозы. Генокопии и фенокопии. Типы наследственной изменчивости (рекомбинационная изменчивость и ее источники, мутационная изменчивость). Эпигенетическая изменчивость. Характеристика генных и хромосомных мутаций. Типы геномных мутаций. Авто- и аллополиплоиды, их значение и использование в селекции. Доказательство роли ДНК как материального носителя наследственности. Структура ДНК. Свойства ДНК как субстрата наследственного материала. Репликация ДНК у прокариот и эукариот. Репликация теломерных участков хромосом эукариот. Современная теория гена. Типы генов. Мозаичное строение генов у эукариот. Альтернативный сплайсинг. Матричная активность генов. Транскрипция у прокариот и эукариот. Особенности транскрипции разных типов РНК у эукариот. Процессинг, сплайсинг. Генетический код и его свойства. Использование знаний о генетическом коде для объяснения эффекта мутаций (нонсенс-мутации, сеймсенс-мутации, сдвиг рамки считывания). Экспансия числа тринуклеотидных повторов и антиципация. Трансляция. Роль рибосом и разных типов РНК в этом процессе. Основные этапы трансляции. Способы репарации повреждений ДНК. Наследственные болезни человека, связанные с нарушением систем репарации. Интерференция РНК – регуляция экспрессии генов на посттранскрипционном уровне. Использование РНК интерференции в генетических исследованиях и биомедицине. Генетическая инженерия на клеточном, хромосомном и геномном уровнях. Генная инженерия.

Основные этапы создания трансгенных организмов. Понятие о векторе: типы векторов, их конструирование и способы переноса в клетки различных организмов. Достижения и перспективы генной инженерии. Картирование генома: цитологические, генетические и физические карты хромосом, принципы их построения. Молекулярные маркеры ДНК. ПДРФ-маркеры. Микро- и минисателлиты. Фингерпринтинг как метод идентификации личности. Полимеразная цепная реакция как способ амплификации любого фрагмента ДНК. Принципы ПЦР, области применения. Понятие о геномике и протеомике. «Обратная» генетика. Ортологичные и паралогики гены. Биочипы – новый подход для изучения состояния всех генов организма. Селекция как наука. Вклад акад. Н.И. Вавилова в развитие генетических основ селекции. Методы селекции. Понятие о сорте. Гетерозис и его роль в селекции. Инбридинг и аутбридинг. Механизмы репарации ДНК у микроорганизмов. Конъюгация – половой процесс у бактерий. F-плазмиды и эписомы, Hfr-клетки. Генетическое картирование методом прерывания конъюгации. Система рестрикции-модификации, предохраняющая ДНК клетки-хозяина от включения в ее генетический материал чужеродных молекул ДНК. Ферменты рестрикции (рестриктазы) и модификации (метилазы). Метилирование ДНК. Антирестрикция. Мейотический кроссинговер, его генетические последствия. Генетические карты хромосом и принципы их построения. Определение расстояния между генами по частоте кроссинговера. Митотический кроссинговер, его генетические последствия, использование для генетического картирования. Цитоплазматическое наследование. Типы митохондриальных мутаций. Petite мутанты и наследование способности дыхания у дрожжей. Подходы к изучению функций генов: позиционное клонирование, нокаут генов путем интерференции РНК, гомологичной рекомбинации. Биочипы (ДНК-поля)- принципы и возможности использования. Транскриптомика. Особенности структурной организации геномов про- и эукариотических микроорганизмов, выявленные на основании их полного секвенирования. Представление о минимальном размере генома одноклеточных микроорганизмов. Клеточный (митотический) цикл и его регуляция. Циклины и циклин зависимые киназы, их роль в регуляции клеточного деления. Митоз (кариокинез) и его биологическое значение. Нарисовать схему митоза. Мейоз и его биологическое значение. Нарисовать схему мейоза. Профаза мейоза. Кроссинговер, его биологическое значение. Митоз и мейоз, их сходства и отличия. Типы мейоза. Типы РНК. Структура, функции. ДНК. Правила Чаргаффа. Модель Уотсона-Крика. Полуконсервативный механизм репликации ДНК. Рагменты. Оказки. РНК-затравки, роль праймазы. ДНК-лигазы. Хеликазы. ДНК-гиразы. ДНК-связывающие белки. Основные этапы репликации. Исправление ошибок ДНК- полимеразы. Активация аминокислот. Иницирующие аминокислоты. Рибосомы – молекулярные машины, осуществляющие синтез белка. Инициация синтеза белка. Элонгация синтеза полипептидной цепи. Терминация синтеза полипептида. Полирибосомы. Центральная догма молекулярной биологии. Ингибиторы транскрипции и трансляции. Учение Ч. Дарвина об изменчивости и наследственности. Формы и причины изменчивости. Особенности генома у прокариот. Петлевая или доменная организация ДНК у бактерий. Разные модели организации нуклеоида бактериальной клетки. «Скользкие участки» - бактериальной хромосомы. Ассоциация ДНК с белками в бактериальном нуклеоиде. Особенности репликации ДНК вирусов и прокариот. Организация генома эукариот. Многокомпонентная организация ядра эукариот. Функциональные особенности, отличающие ядра эукариот от ядерных компонентов прокариот. Количество ДНК в геноме у про- и эукариот. Мозаичная (интрон-экзонная) структура генов эукариот. Микросателлиты (МКС) и минисателлиты (МНС) как разновидности satДНК, их организация и распространение в геноме

эукариот. Локусы варьирующего числа tandemных повторов (VNTR-локусы). Генная дактилоскопия. Хромосомы высших эукариот. Три типа хромосом по Навашину. Дайте характеристику понятию «хромосома» в свете современных представлений. Формы организации хромосом: интерфазная и митотическая. Охарактеризуйте структурно-функциональное состояние хромосом. Общий план строения хромосом эукариотических организмов. Строение и функции центромеры и кинетохора. Типы хромосом в зависимости от расположения центромеры или первичной перетяжки. Понятие «кариотип» и «идиограмма». Понятие «кариотип» по Левитскому. Диплоидный ( $2n$ ) и гаплоидный ( $n$ ) наборы хромосом. Размеры хромосом у разных организмов.

«Критическая масса хромосом». Аутосомы и половые хромосомы. Хроматин, его организация и локализация в клетке. Фракции хроматина, их молекулярная и генетическая организация и отличительные особенности. Типы гетерохроматина, особенности их организации. Участки локализации на хромосоме.

### **Научная специальность 1.5.19 Почвоведение**

Понятие о почве как самостоятельном естественно-историческом теле. Место и роль почвы в биосфере. Структура почвоведения и его место в системе наук.

Минеральная часть почв. Минералы, слагающие твердую фазу почв. Первичные минералы, их основные группы. Основные группы вторичных минералов: соли, оксиды, аллофаны, глинистые минералы. Свойства почв, определяемые вторичными минералами: ионообменная способность, липкость, пластичность.

Органическое вещество почв. Источники почвенного гумуса. Понятие о минерализации и гумификации. Влияние внешних условий на процессы трансформации органического вещества. Специфические и неспецифические соединения. Основные группы гумусовых веществ: гуминовые кислоты, фульвокислоты, гумин, их особенности и роль в почвообразовании.

Вода в почве. Почвенный раствор и факторы, определяющие его состав. Состав почвенного раствора, его кислотность и щелочность. Роль почвенного раствора в жизни растений.

Почвенный воздух. Формы почвенного воздуха. Воздушно-физические свойства почв.

Поглотительная способность почв. Виды поглотительной способности почв.

Почвенный поглощающий комплекс. Кислотность и щелочность почв.

Актуальная и потенциальная почвенная кислотность. Обменная и гидrolитическая кислотность. Щелочность почв. Буферность почв.

Окислительно-восстановительные процессы в почвах.

Основные теплофизические характеристики почв. Теплообмен в почве.

Температурный режим и его влияние на почвообразование и плодородие почв.

Радиоактивность почв.

Гранулометрический состав почв, его влияние на почвообразование и свойства почв. Состав и свойства гранулометрических элементов. Их классификация по размеру. Классификация почв по гранулометрическому составу.

Структура почв. Факторы агрегирования почвенной массы. Систематика почвенной структуры и ее диагностическое значение.

Понятие о почвенных горизонтах. Образование почвенных горизонтов, их отличие от литологических слоев. Систематика почвенных горизонтов.

Диагностика почвенных горизонтов.

Понятие о почвенном профиле. Систематика почвенных профилей по

характеру соотношения генетических горизонтов. Типы строения почвенного профиля.

Общая схема почвообразования. Стадийность почвообразования.

Баланс вещества в почвообразовании. Противоположные явления при почвообразовании. Элементарные почвенные процессы (ЭПП). Комплект и комплекс ЭПП. Тип почвообразования. Особенности почвообразования в различных экологических условиях.

Режимы почвообразования. Водный режим почв. Воздушный режим почв.

Тепловой режим почв.

Плодородие почв. Понятие о почвенном плодородии. Категории почвенного плодородия. Факторы плодородия почв.

Факторы почвообразования. В.В. Докучаев и учение о факторах почвообразования. Взаимосвязь и взаимообусловленность факторов почвообразования. Деятельность человека как фактор почвообразования.

Систематика почв. Понятие о систематике почв. Разделы систематики почв.

Таксономия, номенклатура и диагностика почв. Принципы диагностики почв: профильный метод, комплексный подход, сравнительно-географический анализ, оценка режимов почвообразования. Диагностические признаки почв. Концепция диагностических горизонтов почв.

Главнейшие типы почв. Слаборазвитые почвы.

Дерновые почвы. Формирование дерновых почв на карбонатных и бескарбонатных плотных породах. Дерново-карбонатные почвы. Дерновые кислые почвы. Дерновые почвы на рыхлых породах.

Гидроморфные почвы. Общие признаки и свойства гидроморфных почв. Оглеение почв. Глей, его виды и проявление в разных почвах. Псевдоглей. Глеевые и глееватые почвы.

Болотные почвы. Распространение болотных почв в разных природных зонах. Происхождение болот и их типы. Торфообразование и торфонакопление в разных типах болот. Типы и подтипы болотных почв, их диагностика, свойства.

Аллювиальные почвы. Особенности почвообразования в поймах: гидрологический режим, отложение аллювия в разных частях поймы. Особенности дельтового почвообразования. Типы и подтипы аллювиальных почв, их диагностика, генезис, свойства, особенности сельскохозяйственного использования.

Подзолистые почвы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства. Подзолообразование, история его изучения, современные взгляды. Тропические и субтропические подзолистые почвы. Оподзоленность почв других типов. Особенности сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования подзолистых почв.

Бурые лесные почвы (буроземы). Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования.

Серые лесные почвы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Серые лесные глеевые почвы.

Черноземы. Распространение, условия почвообразования, водный и тепловой режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Лугово-черноземные почвы. Лугово-черноземовидные почвы. Луговые темные черноземовидные почвы. Бруниземы. Черноземовидные почвы в тропиках и субтропиках.

Солончаки. Происхождение и аккумуляция солей в почвах. Распространение и провинции соленакопления. Засоление почв. Систематика, диагностика, свойства, генезис солончаков.

Солонцы. Распространение, условия почвообразования, систематика, диагностика, свойства, генезис, использование и мелиорация. Солонцы автоморфные, полугидроморфные и гидроморфные.

Солоди. Распространение, условия почвообразования, систематика, диагностика, свойства, генезис, использование и мелиорация. Осолоделые почвы. Каштановые почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования. Лугово-каштановые почвы.

Бурые полупустынные почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Сероземы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Коричневые почвы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Желтоземы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Красноземы. Распространение, условия почвообразования, тепловой и водный режимы, особенности биологического круговорота веществ, систематика, диагностика, свойства, генезис, особенности сельскохозяйственного использования.

Горные почвы. Особенности почвообразования в горных ландшафтах и их изменение с высотой. Высотная поясность почв в разных горных системах и разных природных зонах. Особенности строения, состава и свойств горных почв. Особенности сельскохозяйственного использования горных почв.

### **Научная специальность 1.5.15 Экология**

Экология как наука, познающая живой облик биосферы Введение термина "экология" Эрнстом Геккелем в 1866 г. для обозначения науки о взаимодействиях организма и среды. Развитие экологии в 20-м столетии. Уровни организации живой материи, изучаемые экологией (организм, популяция, сообщество, экосистема, биосфера). Две группы задач и соответствующие им подходы в современной экологии. (1) Изучение механизмов, определяющих распространение и обилие организмов (популяционный подход). (2) Изучение протекающих с участием организмов процессов трансформации вещества и энергии в экосистемах и биосфере (экосистемный подход). Возможности и ограничения каждого из подходов. Роль теоретических моделей (гипотез), экспериментов и полевых наблюдений.

Организм как дискретная самовоспроизводящаяся структура, связанная обменом веществ с окружающей средой. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Диапазон условий (температуры, влажности, солевого состава и др.), в пределах которого возможно существование и размножение организмов. Кривая толерантности. Взаимодействие факторов. Переживание неблагоприятных условий в покое состоянии.

Обменные процессы, связывающие организмы со средой. Биогенные элементы. Зависимость организмов от разных источников энергии (фототрофы и хемотрофы) и разных источников углерода (автотрофы и гетеротрофы). Первичная продукция - чистая и валовая. Дыхание растений. Заменяемые и незаменимые ресурсы. Лимитирующая концентрация необходимого ресурса. "Закон Ю. Либиха". Гетеротрофы. Поступление энергии с пищей и её дальнейшая трансформация. Рацион, ассимиляция, траты на обмен, рост и размножение. Потребление кислорода как показатель скорости обмена. Зависимость общего обмена и его интенсивности от массы тела. Влияние температуры на организмы. Эктотермы и эндотермы. Зависимость интенсивности обмена и скорости развития от температуры. Правило "суммы температур".

Жизненные циклы. Полициклические (размножающиеся многократно) и моноциклические (размножающиеся однократно) организмы. Конкуренция за ресурсы между разными функциями. Представление о  $r$ - и  $K$ -отборе.

Определение популяции в экологии и генетике. Генетическая неоднородность популяции. Иерархическая структура популяций. Локальные популяции и метапопуляции.

Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая). Связь между размерами организмов и плотностью популяции. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей. Территориальное поведение. Соотношение затрат на охрану территории и получаемых при этом выгод.

Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Динамика популяции как баланс протекающих в ней процессов. Распределение смертности по возрастам. Когортные (динамические) и статические таблицы выживания (дожития): способы их построения. Расчет ожидаемой продолжительности дальнейшей жизни для разных возрастов. Основные типы кривых выживания организмов. Демографические таблицы, учитывающие интенсивность размножения. Определение коэффициента воспроизводства  $R_0$ . Время генерации и способы его оценки.

Экспоненциальный рост популяции. Скорость экспоненциального роста: её зависимость от характеристик организма (размера и др.), обеспеченности ресурсами и условий среды. Стабильное возрастное распределение. Расчет скорости экспоненциального роста по демографическим таблицам. Репродуктивная структура популяции. Разные типы возрастной структуры популяций и их связь с динамикой численности. Динамика биомассы популяции.

Рост народонаселения во всем мире и в отдельных регионах. Изменение кривой выживания по мере экономического развития и улучшения здравоохранения. Детская смертность. Различия в возрастной структуре и скорости роста популяций развитых и развивающихся стран.

Проблема динамики численности популяций. Логистическая модель регуляции роста численности: предпосылки и следствия. Эффект запаздывания и автоколебания численности. Воспроизведение автоколебательного режима в лабораторных экспериментах. Факторы зависимые и независимые от плотности. Минимальный размер популяции, необходимый для её благополучного

существования. Проблема охраны редких и исчезающих видов. Красные книги.

Разнообразие типов динамики популяций. Циклические колебания численности грызунов, зайцеобразных и хищных. Смена механизмов регуляции в зависимости от достигнутого уровня численности. Преобладающий способ регуляции численности и положение организмов в цепях питания. Виды- вредители и их происхождение. Ограничение численности видов-вредителей: истребительные и регулирующие меры. Пестициды. Последствия применения хлорорганических пестицидов: накопление в высших звеньях трофической цепи. Современные требования к пестицидам. Поддержание численности видов- вредителей на экономически оправданном уровне. Использование естественных врагов для контролирования видов-вредителей.

Разные типы взаимодействий популяций и способы их выявления.

Отношения "ресурс - потребитель" (хищник - жертва). Функциональная реакция потребителя на увеличение количества ресурса (числа жертв).

Численная реакция потребителя на возрастание количества ресурса. "Пороговая концентрация" ресурса - минимальное содержание ресурса, допускающее поддержание стационарной (постоянной) численности. Изоклина "нулевого прироста" популяции в пространстве двух ресурсов (взаимозаменяемых и незаменимых).

Колебания "хищник - жертва". Модель Лотки-Вольтерры. Попытки создания экспериментальных систем "хищник - жертва". Роль миграции хищника и жертвы в поддержании их сосуществования. Взаимоотношения "хищник - жертва" в природе. Коэволюция хищника и жертвы. "Цена" защиты от хищников. Пищедобывательное поведение хищников (потребителей). Паразитизм.

Конкуренция. Соотношение внутривидовой и межвидовой конкуренции. Теоретический подход к изучению конкуренции. Модель Вольтерры - Лотки - Гаузе и ее ограничения. Принцип конкурентного исключения (закон Гаузе) и его современная трактовка. Связь между числом устойчиво сосуществующих видов и числом плотностно-зависимых факторов. Сосуществование конкурирующих видов. Степень допустимого перекрытия экологических ниш.

Мутуализм. Примеры мутуализма среди животных, а также животных с растениями. Опылители. Микориза - мутуализм высших растений и грибов. Лишайники.

Определение сообщества. Различные подходы к выделению и описанию сообществ. Структура сообществ. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества. Индексы видового разнообразия, их зависимость от числа видов и соотношения их численностей. Роль конкуренции и хищничества в формировании и поддержании структуры сообществ. Островные сообщества: соотношение случайности заселения и биотических взаимодействий в формировании видового состава. Расхождение экологических ниш в сообществе. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Л.Г.Раменскому и Ф.Грайму: виоленты (компетиторы), пациенты (стресс-толеранты) и эксплеренты (рудералы). Динамика сообществ во времени. Первичные и вторичные сукцессии.

Климаксные сообщества. Изменения видового разнообразия в ходе сукцессии. Связь между продуктивностью и разнообразием. Устойчивость сообществ. Локальная и общая устойчивость. Нарушение структуры сообществ под влиянием антропогенных воздействий. Разработка мер по охране биоразнообразия.

Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы. Круговорот биогенных элементов. Трудности определения границ экосистемы: несовпадение пространственно-временных масштабов круговоротов разных элементов. Ограниченное число биогеохимических функций. Возможность

интегральной оценки физиологической активности больших групп организмов. Основные функциональные группы организмов в экосистеме. Продуценты, консументы и редуценты. Условность границы между консументами и редуцентами. Биотрофы и сапротрофы. Биомасса и продукция. Лимитирование первичной продукции различными факторами (освещенностью, температурой, влажностью, концентрацией биогенных элементов). Утилизация первичной продукции в трофических цепях. Пастбищная и детритная пищевые цепи. Трофическая сеть и трофические уровни. Пирамида продукции. Регуляция отдельных уровней "снизу" и "сверху". Типы экосистем.

Учение о биосфере. Роль В.И. Вернадского. Структура и материальный состав биосферы. Функции биосферы. Эволюция биосферы. Экология как наука. Предмет, понятия, становление как науки. Методы. Экологическое моделирование.

Природопользование, цель и задачи, виды природопользования. Рациональное и нерациональное природопользование. Мотивы и правила нерационального природопользования.

Законы Б. Коммонера. Природные ресурсы. Их классификация.

Антропогенные воздействия на биосферу и её защита. Деграция животного и растительного мира. Защита биологических сообществ. Красные книги, кадастры биологических ресурсов.

Загрязнение атмосферного воздуха, источники, экологические последствия загрязнения атмосферы. Защита атмосферы. Загрязнение гидросферы, источники и последствия. Защита гидросферы. Антропогенные воздействия на почву.

Защита почв.

## 2. Рекомендуемая литература

### По научной специальности 1.5.2 Биофизика

1. Рубин А.Б. Биофизика [в 2 т.] / А.Б. Рубин.— М.: Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2004.
2. Артюхов В.Г. Молекулярная биофизика: механизмы протекания и регуляции внутриклеточных процессов: учебное пособие / В.Г. Артюхов, О.В. Башарина. — Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2012 .— 219 с.
3. Артюхов В.Г. Биофизика: учебник для ВУЗов /под ред. В.Г. Артюхова. – М.: Академический проект, 2009. – 294с.
4. Владимиров Ю.А. Лекции по медицинской биофизике: учеб. пособие/ Ю.А. Владимиров, Е.В. Проскурина. – М.: Академкнига, 2007. – 432с.
5. Артюхов В.Г. Структурно-функциональное состояние биомембран и межклеточные взаимодействия: учеб. пособие / В.Г. Артюхов, М.А. Наквасина. – Воронеж: ИПЦ ВГУ, 2008. – 156 с.

### По научной специальности 1.5.4 Биохимия

1. Биохимия: учебник / под ред. Е.С. Северина .— 5-е изд., испр. и доп. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016 .— 768 с. — <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html>.
2. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник/ А.Д. Таганович [и др.]— Минск: Вышэйшая школа, 2013.— 672 с. — <http://www.iprbookshop.ru/24052.html>.— ЭБС «IPRbooks».
3. Жукова, А.Г. Молекулярная биология: учебник с упражнениями и задачами / А.Г. Жукова, Н.В. Кизиченко, Л.Г. Горохова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. – 269 с. – <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488606>.
4. Молекулярная биология: учебник / В.В. Иванищев. — М. : РИОР :

ИНФРА-М, 2018.— 225 с. —<http://znanium.com/catalog/product/916275>.

5. Жеребцов Н.А. Биохимия: учеб. / Н.А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 696 с.

6. Чиркин А.А. Биологическая химия: учебник / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко. - Минск : Выш. шк., 2017. — Москва: Высшая школа, 2017. — 431 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850623836.html>.

7. Тюкавкина, Н.А. Биоорганическая химия : учебник / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 416 с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970431887.html>.

#### **По научной специальности 1.5.21 Физиология и биохимия растений**

1. Якушкина Н.И. Физиология растений / Н.И. Якушкина. - М.: Просвещение, 1993. - 351с.

2. Головкин Т.К. Дыхание растений. Физиологические аспекты / Т.К. Головкин. - СПб, 1999.

3. Епринцев А.Т. Практикум по минеральному питанию, водному режиму, росту и развитию растений / А.Т. Епринцев, Г.Н. Хожаинова. - Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2002. – 86 с.

4. Епринцев А.Т. Практикум по физиологии растительной клетки / А.Т. Епринцев, Г.Н. Хожаинова, Б.Ф. Иванов. - Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 2002. - 75с.

5. Кузнецов В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева // М.: Абрис. - 2011. – 783 с.

6. Ермаков В.П. Физиология растений / В.П. Ермаков. - М.: Академия. – 2007. – 634с.

#### **По научной специальности 1.5.9 Ботаника**

1. Ботаника: в 4 томах. Под ред. А.К. Тимонина. М. - 2007.

2. Лотова Л.И. Ботаника. Морфология и анатомия высших растений / Л.И. Лотова. - М.: КомКнига, 2007. – 510 с.

#### **По научной специальности 1.5.12 Зоология**

1. Константинов В.Н. Зоология позвоночных / В.Н. Константинов, С.П. Шаталова // М. : Академия. – 2004. – 527с.

2. Догиль В.А. Зоология беспозвоночных. - М. : Альянс. - 2009. – 605 с.

3. Островерхова Г.П. Зоология беспозвоночных / Г.П. Островерхова. Томск: Изд-во Томского ун-та, 2005. – 659 с.

#### **По научной специальности 1.5.14 Энтомология**

1. Захватин Ю.А. Курс общей энтомологии / Ю.А. Захватин. – М.: Колос, 2001. – 376 с.

2. Догель В.А. Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. - М.: Альянс, 2009. - 605 с.

3. Коробкин В.И. Экология: учеб. для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. – 602 с.

4. Николайкин Н.И. Экология: учеб. для вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Дрофа, 2009. – 622 с.

5. Пономарева И.Н. Общая экология: учеб. Пособие / И.Н. Пономарева, В.П. Соломин, О.А. Корнилова. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 538 с.

#### **По научной специальности 1.5.7 Генетика**

1. Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н.Н.

- Воронцов. – М.: Изд. Отдел УНЦДО МГУ, Прогресс-Традиция, АБФ, 2004. – 432 с.
2. Генетика / Под ред. В.И. Иванова. – М.: ИКЦ Академкнига, 2006. – 638 с.
  3. Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю.Л. Гужов, А.Фукс, П. Валичек; Под ред. Ю.Л. Гужова. – М.: Мир, 2003. – 536 с.
  4. Машкина О.С. Генетическая инженерия и биобезопасности / О.С. Машкина, А.К. Буторина. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2005. – 71 с.
  5. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика / И.Ф. Жимулев. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. – 479 с.
  6. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции / С.Г. Инге-Вечтомов. – СПб: Изд-во Н-Л, 2010. – 720 с.

#### **По научной специальности 1.5.19 Почвоведение**

1. Муха В.Д. Агрочвоведение / В.Д. Муха, Н.И. Картамышев, Д.В. Муха. – М. : Колос, 2004. – 526 с.
2. Вальков В.Ф. Почвоведение / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казиев, С.И. колесников. – Ростов-на-Дону: ИКЦ «Март», 2004. - 496 с.
3. Классификация почв России. М., 2004.

#### **По научной специальности 1.5.15 Экология**

1. Лось В.А. Экология: учебник / В.А. Лось. - М.: Экзамен. – 2006. - 477 с.
2. Николайкин Н.И. Экология / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П.Мелехова. – М.: Дрофа- М.: Дрофа, 2008. - 622. - 624 с.
3. Чернова Н. М. Общая экология: учебник для студ. пед. вузов / Н. М. Чернова, А. М. Былова. - М.: Дрофа, 2004. — 411 с.
4. Кортэ Ф. Экологическая химия. Основы и концепции / Ф. Кортэ [и др.]. - М.: Мир, 1997. – 393с.
5. Девятова Т.А. Общая и системная экология: состояние и перспективы развития / Т.А. Девятова, Л.Н. Хицова, Е.В. Моисеева, В.Г. Артюхов. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. - 186 с.
6. Простаков Н.И. Биоэкология / Н.И. Простаков, В.Б. Голуб. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2014. - 438 с.
7. Девятова Т.А. Экология и природопользование: словарь-справочник / Т.А. Девятова, В.Д. Иванов, С.Н. Божко, В.А. Королев. - Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2018. - 487 с.

### **3. Вопросы к экзамену**

#### **По научной специальности 1.5.2 Биофизика**

1. Классификация термодинамических систем. Первый и второй законы термодинамики в биологии.
2. Термодинамические параметры и их анализ: энтальпия, энтропия, изменение свободной энергии.
3. Стационарное состояние и условия минимума скорости прироста энтропии. Теорема Пригожина.
4. Электронные уровни в биополимерах. Основные типы молекулярных орбиталей и электронных состояний, π-электроны, энергия делокализации. Схема Яблонского для сложных молекул.
5. Макромолекула как основа организации биоструктур. Статистический характер конформации биополимеров.

6. Условия стабильности конфигурации макромолекул. Фазовые переходы. Переходы глобула-клубок. Кооперативные свойства макромолекул.
7. Водородные связи; силы Ван-дер-Ваальса; электростатические взаимодействия.
8. Особенности пространственной организации белков и нуклеиновых кислот.
9. Субъединичная и доменная структура белков.
10. Модели фибриллярных и глобулярных белков.
11. Динамическая структура олигопептидов и глобулярных белков; конформационная подвижность. Методы изучения конформационной подвижности.
12. Механизмы миграции энергии: резонансный механизм, синглет-синглетный и триплет-триплетный переносы, миграция экситона.
13. Кинетика ферментативных процессов. Особенности механизмов ферментативных реакций. Понятие о физике ферментативного катализа.
14. Электронно-конформационные взаимодействия в фермент-субстратном комплексе. Образование многоцентральной активной конфигурации.
15. Развитие представлений о структурной организации мембран.
16. Характеристика мембранных белков. Характеристика мембранных липидов.
17. Физико-химические механизмы стабилизации мембран. Динамика структурных элементов мембраны.
18. Пассивный и активный транспорт веществ через мембраны.
19. Потенциал действия. Роль ионов Na и K в генерации потенциала действия в нервных и мышечных волокнах.
20. Общие закономерности взаимодействия лигандов с рецепторами. Роль структуры плазматической мембраны в процессе передачи гормонального сигнала.
21. Свободные радикалы при цепных реакциях окисления липидов в мембранах и других клеточных структурах. Образование свободных радикалов в тканях в норме и при патологических процессах.
22. Роль активных форм кислорода. Окислительный стресс.
23. Первичные фотохимические реакции. Основные стадии фотобиологического процесса.
24. Механизмы фотобиологических и фотохимических стадий. Кинетика фотохимических процессов.
25. Структурная организация и функционирование фотосинтетических мембран.
26. Фотохимические реакции в белках, липидах и нуклеиновых кислотах. Прямое действие радиации на белки, ферменты, нуклеиновые кислоты, липиды и углеводы.
27. Радиочувствительность молекул. Радиолиз воды и липидов.
28. Факторы, модифицирующие лучевое поражение: радиопротекторы и радиосенсибилизаторы, их химическая природа и биологическое действие.
29. Анализ механизмов лучевого повреждения клеток.
30. Структурно-метаболическая теория в радиобиологии.

#### **По научной специальности 1.5.4 Биохимия**

1. Предмет и задачи биохимии.
2. Общие структурные особенности аминокислот. Физико-химические, кислотные и оптические свойства аминокислот. Нестандартные аминокислоты.
3. Образование и свойства пептидной связи. Физиологически важные

пептиды. Состав белков. Уровни структурной организации белков. Конформация белков. Доменная структура белков. Основные типы доменов.

4. Классификация белков по составу, функциям, трехмерной структуре. Семейства белков.

5. Классификация ферментов и номенклатура, единицы активности ферментов.

6. Факторы, влияющие на активность ферментов. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Определение  $K_m$  и  $V_{max}$ .

7. Ингибирование и активация ферментов. Основные пути регуляции активности ферментов. Множественные молекулярные формы ферментов.

8. Механизм действия ферментов. Специфичность ферментов.

9. Витамины - предшественники коферментов. Классификация, функции.

10. Углеводы. Физиологически важные моносахариды, дисахариды и полисахариды. Глюкозаминогликаны и протеогликианы.

11. Классификация и функции липидов. Строение, свойства и важнейшие представители жирных кислот и триацилглицеролов.

12. Строение мембран. Транспортные системы мембран.

13. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы. Энергетическая эффективность гликолиза. Пути превращения пирувата.

14. Цикл трикарбоновых кислот.

15. Структурная организация электронтранспортной цепи митохондрий. Перенос электронов и окислительное фосфорилирование.

16. Хемосмотическая теория Митчела. Транспортные системы внутренней митохондриальной мембраны.

17. Энергетическая эффективность окисления молекулы глюкозы. Дыхательный контроль. 5 состояний дыхательной цепи по Чансу.

18. Токсичные формы кислорода и генерирующие их источники. Значение свободнорадикальных процессов в физиологии и патологии клетки.

19. Детоксикация активных форм кислорода. Ферментативная и неферментная антиоксидантные системы.

20. Глюконеогенез и глиоксилатный цикл.

21. Пентозофосфатный путь.

22. Катаболизм липидов. Реакции  $\beta$ -окисления жирных кислот.

23. Реакции синтеза жирных кислот.

24. Катаболизм аминокислот. Реакции трансаминирования. Синтез аминокислот.

25. Нейтрализация аммиака в организме. Цикл мочевины.

26. Строение нуклеиновых кислот и их функции. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты. Обмен нуклеотидов.

27. Центральная догма молекулярной биологии. Принцип комплементарности. РНК как посредник между генами и белками. Общие принципы синтеза белка. Рибосома как катализатор формирования пептидных связей. Понятие о репарации как о матричном синтезе.

28. Репликация, этапы синтеза ДНК. Белки и ферменты, участвующие в репликации. Особенности репликации у про- и эукариот.

29. Транскрипция и процессинг РНК: этапы, ферменты, регуляция. Отличия процесса транскрипции у прокариот и эукариот.

30. Свойства генетического кода. Биосинтез белка, его основные этапы, регуляция процесса. Посттрансляционный процессинг и адресный транспорт белков.

1. Предмет, задачи и методы физиологии растений.
2. Клетка - как структурная и функциональная единица растительного организма.
3. Строение, онтогенез и происхождение хлоропластов.
4. Физико-химические свойства пигментов.
5. Представление о светособирающем комплексе (ССК), реакционном центре, фотосинтетической единице.
6. Циклический и нециклический транспорт электронов при фотосинтезе.
7. Типы фотофосфорилирования и его механизм (хемиосмотическая гипотеза).
8. Цикл Кальвина.
9. Цикл Хэтч-Слейка. Кооперативность C3 и C4 путей ассимиляции CO<sub>2</sub>.
10. Метаболизм сем.толстянковые (САМ-метаболизм).
11. Фотодыхание: биохимия и физиологическое значение.
12. Влияние на фотосинтез внешних факторов.
13. Митохондрии: строение, биохимический состав, происхождение.
14. Гликолиз: биохимия и регуляция.
15. Цикл Кребса: биохимия, значение и регуляция.
16. Дыхательная цепь (ЭТЦ).
17. Альтернативные пути терминального окисления.
18. Окислительные пентозофосфатный путь.
19. Водобмен. Корневое давление и механизм его возникновения. Гуттация и плач растений. Транспирация. Суточный ход. Количественные показатели.
20. Методы изучения минерального питания. Гидропоника.
21. Физиологическая роль азота, и его круговорот.
22. Превращение серы в растительной клетке.
23. Физиологическая роль фосфора, калия, кальция, магния и железа.
24. Микроэлементы.
25. Рост и развитие растений. Этапы развития растений.
26. Влияние температуры и света на рост растений.
27. Фитохромная система.
28. Фитогормоны.
29. Фотопериодизм и гормоны цветения.
30. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам.

#### **По научной специальности 1.5.9 Ботаника**

1. Надцарство Прокариоты. Общая характеристика (строение клетки, способы питания, размножения, основы систематики).
2. Размножение и жизненные циклы водорослей.
3. Экология водорослей. Значение водорослей в природе и в жизни человека.
4. Особенности строения клетки и вегетативных органов грибов, их своеобразие и видоизменения. Способы размножения грибов. Вегетативное, бесполое и половое размножение. Экология грибов. Значение грибов в природе и жизни человека.
5. Классификация грибных организмов. Низшие и высшие грибы.
6. Растительная клетка. План строения и морфолого-физиологические особенности. Растительные ткани. Основные типы и проблемы классификации.
7. Общая характеристика побега. Главные метаморфозы побега и его частей.
8. Общая характеристика корня. Метаморфозы корней.

9. Цветок. План строения, характеристика андроеца и гинецея. Методы описания структуры цветка (формула, диаграмма).
10. Семя (строение и функции, типы семян однодольных и двудольных растений). Плод (строение, подходы к классификации, способы распространения плодов и семян).
11. Современные представления о жизненных формах растений.
12. Основные отличия высших растений от низших. Первенцы наземной флоры – отделы Rhyniophyta, Zosterophyllophyta: общая характеристика, представители.
13. Цикл развития высших растений, его происхождение. Причины преимущественного развития спорофита в условиях суши.
14. Особенности гаметофитов равно- и разноспоровых высших растений.
15. Общая характеристика отдела Bryophyta как гаметодинамической линии эволюции высших растений. Разделение на классы и подклассы, их краткая характеристика. Значение.
16. Отдел Lycopodiophyta. Общая характеристика, разделение на классы, представители.
17. Отдел Equisetophyta. Ископаемые представители отдела. Род Equisetum в современной флоре, характерные анатомо-морфологические особенности, многообразие.
18. Характеристика класса Ophioglossopsida, представители.
19. Отдел Polypodiophyta. Характеристика равноспоровых представителей отдела.
20. Отдел Polypodiophyta. Характеристика разноспоровых представителей отдела.
21. Голосеменные. Общая характеристика, особенности развития гаметофитов, их особенности. Строение семязачатка. Современное разделение на классы.
22. Характеристика классов Cycadopsida, Ginkgopsida, представители.
23. Характеристика класса Pinopsida, представители.
24. Характеристика класса Gnetopsida, представители.
25. Основные черты отличия покрытосеменных от других отделов высших растений.
26. Подклассы Magnoliidae, Ranunculidae: краткая характеристика основных семейств (представители, распространение, жизненные формы, особенности вегетативных органов, строение цветка, тип плода, значение).
27. Подкласс Rosidae, Dilleniidae: краткая характеристика основных семейств (представители, распространение, жизненные формы, особенности вегетативных органов, строение цветка, тип плода, значение).
28. Подклассы Lamiidae, Asteridae: краткая характеристика основных семейств (представители, распространение, жизненные формы, особенности вегетативных органов, строение цветка, тип плода, значение).
29. Подклассы Alismatidae, Liliidae: краткая характеристика основных семейств (представители, распространение, жизненные формы, особенности вегетативных органов, строение цветка, тип плода, значение).
30. Подклассы Commelinidae, Aridae: краткая характеристика основных семейств (представители, распространение, жизненные формы, особенности вегетативных органов, строение цветка, тип плода, значение).

#### **По научной специальности 1.5.12 Зоология**

1. Общая характеристика простейших. Важнейшие особенности основных типов и классов. Разнообразие образа жизни и экологической адаптации

одноклеточных животных. Их роль в природе и для человека.

2. Основные гипотезы происхождения одноклеточных - сукцессивная и эндосимбиотическая, их достоинства и противоречия. Филогенетические взаимоотношения основных типов простейших.

3. Основные теории происхождения многоклеточных животных. Разнообразие фагоцителообразных предков многоклеточных. Направления, этапы и результаты их эволюции.

4. Губки и кишечнополостные как низшие многоклеточные. Сочетание в их строении и физиологии архаичных и ароморфных черт. Разнообразие их организации, образа жизни и адаптивных особенностей. Роль в природе.

5. Плоские черви как низшие билатеральные трехслойные животные. Проявление в их организации и физиологии основных эволюционных закономерностей в связи с особенностями образа жизни представителей различных классов. Роль в природе и для человека. Происхождение.

6. Прогрессивные особенности организации круглых червей, обеспечившие их широкую адаптивную реакцию. Классификация. Важнейшие черты классов *Gastrotricha*, *Nematoda*, *Rotatoria*, *Gordiacea*. Экологические группы нематод. Происхождение круглых червей.

7. Кольчатые черви как высшие червеобразные, метамерные целомические трохофорные животные. Основные ароморфозы. Классификация и разнообразие экологической адаптации. Эволюционное значение. Роль в природе и для человека.

8. Моллюски как особая группа первичноводных целомических несегментированных трохофорных животных. Сочетание плезиоморфных и апоморфных черт в их организации. Классификация. Важнейшие черты подтипов и классов. Происхождение и филогенетические связи между классами. Роль в природе и для человека.

9. Членистоногие как высший тип первичноротых животных. Основные ароморфозы, позволившие им освоить различные среды обитания.

10. Классификация членистоногих, важнейшие черты организации и среда обитания представителей подтипов и классов.

11. Ракообразные как первичноводные членистоногие, сохранившие комплекс плезиоморфных черт в строении и физиологии. Классификация, разнообразие, экологические адаптации, роль в природе и для человека.

12. Насекомые как высшие трахейнодышащие членистоногие. Ароморфозы, позволившие им широко освоить наземную и воздушную среды. Важнейшие черты организации.

13. Классификация насекомых, разнообразие, экологические адаптации, роль в природе и для человека.

14. Общая характеристика паукообразных, их роль в природе.

15. Тип Хордовые. Особенности организации и классификация хордовых.

16. Теории происхождения хордовых. Основные этапы их эволюции.

17. Позвоночные. Сравнительная характеристика покровов, направления эволюционных преобразований

18. Опорно-двигательная система позвоночных. Мускулатура Осевой скелет, скелет поясов и конечностей позвоночных.

19. Череп и его эволюционные преобразования в ряду позвоночных. Прогрессивные и адаптивные черепа.

20. Особенности развития позвоночных. Анамнии и амниоты. Провизорные органы. Типы яиц.

21. Особенности развития позвоночных. Анамнии и амниоты. Гастрюляция. Гисто- и органогенез. Типы дробления. Появление

яйцеживорождения и живорождения.

22. Позвоночные. Выделительная система и направления ее эволюции.

23. Способы поддержания гомеостаза позвоночных. Терморегуляция. Осморегуляция.

24. Сравнительная характеристика половой системы позвоночных и ее эволюционные преобразования в ряду хордовых.

25. Этологическая характеристика позвоночных.

26. Хрящевые рыбы. Костные рыбы. Особенности организации. Филогенез.

27. Пресмыкающиеся. Особенности организации, классификация и происхождение.

28. Земноводные. Особенности строения, классификация и происхождение.

29. Птицы. Особенности организации, классификация и происхождение птиц.

30. Млекопитающие. Особенности организации, классификация и происхождение. Адаптивные особенности млекопитающих.

#### **По научной специальности 1.5.14 Энтомология**

1. Энтомология как наука: предмет энтомологии, роль насекомых в природе и их значение для человека.

2. История энтомологии, основные достижения мировой и отечественной энтомологии.

3. Строение тела насекомых. Подразделение тела на отделы и сегменты.

4. Покровы насекомых и их функции. Строение и химический состав кутикулы. Роль кутикулы в качестве физического и физиологического барьеров. Структура, пигментная окраска, кутикулярные выросты и волоски, структурная и покровов.

5. Основные типы ротовых аппаратов (грызущий, лижуще-сосущий, колюще-сосущий). Приспособления к приему жидкой пищи в разных экологических группах. Антенны, основные и специализированные типы антенн.

6. Грудные сегменты и конечности. Строение грудного отдела. Основные мышцы груди.

7. Особенности строения генитальных и постгенитальных сегментов насекомых. Гомология придатков брюшка.

8. Функциональные типы конечностей и их специализация в связи с образом жизни.

9. Крыло, его строение и происхождение. Сочленение крыла с телом. Работа летательной мускулатуры.

10. Пищеварительный аппарат. Строение пищеварительной системы. Морфологические, гистологические и ультраструктурные особенности передней, средней и задней кишки.

11. Дыхание. Трахейное дыхание наземных членистоногих. Особенности дыхательной системы насекомых. Строение трахейной системы.

12. Кровеносная система насекомых. Специфика кровеносной системы, строение и иннервация сердца. Циркуляция крови. Состав и функция гемолимфы. Перикардальные клетки.

13. Выделительная системы. Строение и функция мальпигиевых сосудов, лабиальные железы. Нефроциты и другие органы накопления. Гормональная регуляция экскреции. Жировое тело, его строение и назначение. Жировое тело как источник метаболической воды.

14. Нервная система. Общий план строения и основные подразделения.

Функции головных, грудных и брюшных ганглиев. Организация периферической и симпатической нервной систем.

15. Строение органов зрения насекомых (сложные и простые глаза, дорсальные и латеральные глазки). Образование изображения в фасеточных глазах. Цветовое зрение.

16. Инстинкты и рефлексy насекомых. Ориентация во времени и пространстве. Сигнализация у насекомых. Звуковая и химическая коммуникация. Сенсорные основы управления поведением насекомых: принципы и подходы.

17. Пресоциальный уровень организации насекомых (агрегация, забота о потомстве). Сложные формы поведения насекомых. Организация сообществ насекомых.

18. Половая система и размножение. Строение половой системы самца и самки.

19. Эмбриональное развитие, метаморфоз.

20. Типы метаморфоза насекомых. Полиморфизм насекомых (половой, кастовый, экологический, сезонный).

21. Гормональная регуляция метаморфоза и диапаузы. Эндокринные органы насекомых: нейросекреторные клетки, проторакальные железы, прилежащие тела. Нейрогормоны, экдизон, ювенильный гормон; их роль в управлении жизнедеятельностью насекомых.

22. Принципы зоологической систематики. Значение систематики для прикладной энтомологии.

23. Система современных насекомых, деление на первичнобескрылых и крылатых, скрыточелюстных и открыточелюстных. Родственные отношения основных отрядов.

24. Древнекрылые насекомые. Характеристика отрядов Odonata и Ephemeroptera.

25. Ортопрероидные насекомые. Характеристика отрядов Blattoptera и Orthoptera.

26. Гемиптероидные насекомые. Характеристика отряда Hemiptera

27. Неуроптероидные насекомые. Характеристика отряда Neuroptera.

28. Колеоптероидные насекомые. Характеристика отряда Coleoptera.

29. Мекоптероидные насекомые. Характеристика отряда Lepidoptera.

30. Характеристика отряда Hymenoptera. Социальные насекомые.

#### **По научной специальности 1.5.7 Генетика**

1. Закономерности наследования признаков, установленные Г. Менделем.

2. Типы взаимодействия аллельных и неаллельных генов, их молекулярные механизмы.

3. Основные положения хромосомной теории наследственности Т. Моргана.

4. Прогамное, сингамное и эпигамное определение пола. Хромосомный механизм определения пола на примере человека и птиц. Механизм определения пола у ос и пчел.

5. Нехромосомная наследственность.

6. Типы наследственной изменчивости.

7. Характеристика генных и хромосомных мутаций. Типы геномных мутаций.

8. Современная теория гена. Типы генов. Мозаичное строение генов у эукариот.

9. Альтернативный сплайсинг. Матричная активность генов.

10. Генетический код и его свойства.
11. Способы репарации повреждений ДНК. Наследственные болезни человека, связанные с нарушением систем репарации.
12. Интерференция РНК – регуляция экспрессии генов на посттранскрипционном уровне. Использование РНК интерференции в генетических исследованиях и биомедицине.
13. Генная инженерия. Основные этапы создания трансгенных организмов.
14. Картирование генома: цитологические, генетические и физические карты хромосом, принципы их построения.
15. Молекулярные маркеры ДНК. ПДРФ-маркеры. Микро- и минисателлиты. Фингерпринтинг как метод идентификации личности.
16. Полимеразная цепная реакция как способ амплификации любого фрагмента ДНК. Принципы ПЦР, области применения.
17. Механизмы репарации ДНК у микроорганизмов. Конъюгация – половой процесс у бактерий. F-плазмиды и 28 эписомы, Hfr-клетки.
18. Метилирование ДНК. Антирестрикция.
19. Клеточный (митотический) цикл и его регуляция.
20. Митоз (кариокинез) и его биологическое значение.
21. Мейоз и его биологическое значение.
22. Кроссинговер, его биологическое значение.
23. Особенности генома у прокариот.
24. Организация генома эукариот.
25. Хромосомы высших эукариот. Три типа хромосом по Навашину.
26. Хроматин, его организация и локализация в клетке.
27. Учение Ч. Дарвина об изменчивости и наследственности. Формы и причины изменчивости.
28. Селекция как наука. Вклад акад. Н.И. Вавилова в развитие генетических основ селекции.
29. Механизм репликации ДНК.
30. Генетика популяций. Закон Харди-Вайнберга. Факторы, оказывающие влияние на частоту аллелей и генотипов в популяции.

#### **По научной специальности 1.5.19 Почвоведение**

1. Место и роль почвы в биосфере.
2. Минералы, слагающие твердую фазу почв. Первичные минералы, их основные группы.
3. Основные группы вторичных минералов: соли, оксиды, аллофаны, глинистые минералы.
4. Органическое вещество почв. Источники почвенного гумуса. Понятие о минерализации и гумификации.
5. Влияние внешних условий на процессы трансформации органического вещества.
6. Почвенный раствор и факторы, определяющие его состав. Состав почвенного раствора, его кислотность и щелочность.
7. Поглотительная способность почв. Виды поглотительной способности почв. Почвенный поглощающий комплекс.
8. Актуальная и потенциальная почвенная кислотность. Обменная и гидrolитическая кислотность. Щелочность почв. Буферность почв.
9. Гранулометрический состав почв, его влияние на почвообразование и свойства почв.

10. Структура почв. Факторы агрегирования почвенной массы. Систематика почвенной структуры и ее диагностическое значение.
11. Понятие о почвенных горизонтах. Образование почвенных горизонтов, их отличие от литологических слоев. Систематика почвенных горизонтов.
12. Понятие о почвенном профиле. Типы строения почвенного профиля.
13. Общая схема почвообразования. Стадийность почвообразования.
14. Режимы почвообразования. Водный режим почв. Воздушный режим почв. Тепловой режим почв.
15. Плодородие почв. Понятие о почвенном плодородии. Категории почвенного плодородия. Факторы плодородия почв.
16. Факторы почвообразования. В.В. Докучаев и учение о факторах почвообразования.
17. Систематика почв. Понятие о систематике почв. Разделы систематики почв.
18. Главнейшие типы почв. Слаборазвитые почвы.
19. Дерновые почвы.
20. Гидроморфные почвы. Болотные почвы.
21. Аллювиальные почвы.
22. Подзолистые почвы.
23. Бурые лесные почвы (буроземы).
24. Серые лесные почвы.
25. Черноземы.
26. Солончаки, солонцы, солоди
27. Каштановые почвы.
27. Бурые полупустынные почвы.
28. Сероземы.
29. Коричневые почвы.
30. Желтоземы и красноземы.

#### **По научной специальности 1.5.15 Экология**

1. Понятие об экологическом мониторинге, его типы. Биологический мониторинг, его формы.
2. Законы экологии.
3. Понятие об экологическом факторе. Классификация их. Интенсивность действия факторов. Оптимум, минимум, максимум. Экологическая валентность.
4. Свет как закономерно-периодический фактор. Фотопериод, его значение. Короткодневные и длиннодневные формы животных и растений.
5. Учение Вернадского о биосфере.
6. Термальный фактор. Термальные стрессы. Группы животных, обладающих и не обладающих теплокровностью.
7. Влажность как экологический фактор. Адаптивные группы растений к фактору влажности. Адаптации животных к фактору влажности.
8. Синэкология. Предмет исследований этого раздела экологии. Понятие «биоценоз», его пространственно-временная характеристика. Видовое разнообразие как основа нормального функционирования биоценоза. Типы связей в биоценозе.
9. Понятия об экосистеме и биогеоценозе, их принципиальные характеристики. Функциональные составляющие экосистем. Поток энергии. Гомеостаз экосистем, его типы.
10. Техногенные воздействия на биосферу и пути защиты от них.
11. Понятие о продуктивности. Первичная и вторичная продуктивность.

Пирамиды чисел, биомассы, энергии.

12. Биосфера, ее структура. Функции биосферы. Современная стратегия охраны природы.

13. Классификация и интенсивность действия экологических факторов. Оптимум, минимум, максимум. Экологическая валентность.

14. Закон Либиха. Лимитирующие факторы (ограничивающие) факторы. Закон толерантности Шелфорда.

15. Признаки и уровни организации живой материи.

16. Химический состав биосферы.

17. Понятие о жизненной форме. Существующие классификации.

18. Регуляция численности популяций. Экологические стратегии выживания популяций.

19. Структура и функционирование экосистем. Поток энергии. Гомеостаз экосистем, его типы.

20. Динамика экосистем. Природные экосистемы.

21. Биологическая продуктивность экосистем. Пирамиды чисел, биомассы, энергии.

22. Круговорот веществ в биосфере.

23. Природные ресурсы, мотивы рационального природопользования.

24. Рациональное природопользование и охрана природы.

25. Антропогенное воздействие на биосферу.

26. Экологические последствия загрязнения атмосферного воздуха.

27. Экологические последствия загрязнения гидросферы.

28. Современные процессы деградации растительного и животного мира и защита биотических сообществ.

29. Особо охраняемые природные территории как фактор охраны биоразнообразия.

30. Сохранение биоразнообразия. Красные книги. Природные кадастры.

#### 4. Критерии оценки знаний по итогам сдачи экзамена

Количество баллов	Критерии
81-100	1. Полно раскрыто содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру. 2. Чётко и правильно даны определения и раскрыто содержание материала. 3. Ответ самостоятельный, при ответе использованы знания, приобретённые ранее. 4. Сформированы навыки исследовательской деятельности.
61-80	1. Раскрыто основное содержание материала в объёме программы вступительного экзамена в аспирантуру. 2. В основном правильно даны определения, понятия. 3. Материал изложен неполно, допущены неточности, нарушена последовательность изложения. Допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов. 4. Практические навыки нетвёрдые.

30-60	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Усвоено основное содержание материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно.</li> <li>2. Определения и понятия даны не чётко.</li> <li>3. Допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах.</li> <li>4. Практические навыки слабые.</li> </ol>
0-29	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основное содержание учебного материала не раскрыто.</li> <li>2. Определения и понятия не даны.</li> <li>3. Допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено.</li> <li>4. Отсутствуют навыки исследовательской деятельности.</li> </ol>

Вступительные испытания могут проводиться как в очном, так и дистанционном формате. Контрольно-измерительный материал содержит по три вопроса по соответствующей научной специальности.

На выполнение всех заданий отводится 3 часа.

Перед началом вступительного испытания в обязательном порядке проводится идентификация личности поступающего по фотографии в документе, удостоверяющем личность (паспорте).

Абитуриент должен на листе белой бумаги формата А4 изложить ответ на каждый из вопросов. При дистанционной форме приема экзамена поступающий должен сфотографировать/отсканировать листы ответа и прикрепить на портале «Электронный университет» (в формате doc, docx, pdf, rar, zip). На эту работу отводится 20 минут.