

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»

Программа вступительного испытания
на обучение по подготовке научно-педагогических кадров
высшей квалификации в аспирантуре ПГУ

Направление подготовки:
06.06.01 – «Биологические науки»

(специальности: 03.02.04 – «Зоология»,
03.02.08 – «Экология» (биологические науки),
03.01.05 – «Физиология и биохимия растений»
03.01.04 – «Биохимия»)

Пенза 2017

Программа вступительных испытаний разработана на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) (утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. № 8).

1. «Зоология»

Зоология беспозвоночных. Прокариоты и эукариоты как этап филогенеза. Основные отличия в их организации. Современная система органического мира. Надцарства: прокариоты и эукариоты. Время появления, главные особенности, представители. Значение образования ядра в эволюции органического мира. Отличительные особенности прокариот и эукариот по признакам: размерам клеток, строению ядерного аппарата, делению клеток, плоидности, типам и способам питания, набору пигментов, строению оболочки клеток.

Основные черты строения и жизнедеятельности одноклеточных. Группа Жгутиконосцев. Различные типы питания жгутиконосцев. Жгутики, их электронномикроскопическое строение и функции. Пелликула. Размножение жгутиконосцев. Колониальные воротничковые жгутиконосцы как предки многоклеточных организмов. Патогенные зоомастигии (трипанозомы, лейшмании, трихомонады, лямблии), их хозяева и переносчики. Группа Саркодовые. Типы Фораминифера, Lobosea, Filosea, Heliosoea. Основные признаки. Роль фораминифер и радиолярий в образовании донных отложений, их использование в качестве руководящих ископаемых. Патогенные кишечные амебы. Группа Альвеоляты. Тип Апикомплексы. Кокцидиозы домашних животных. Малярия, ее возбудители и переносчики. Распространение малярии на земном шаре. Ликвидация малярии как массового заболевания на территории южных районов России: состояние проблемы в начале XXI века. Тип Инфузории. Общая характеристика инфузорий как наиболее сложно организованных простейших. Отличительные признаки подклассов и отрядов ресничных инфузорий. Филогения протист. Проблема происхождения многоклеточных. Теории Э.Геккеля, И.И. Мечникова, Бючли. Особенности строения пластинчатых как подтверждение теории фагоцителлы И.И. Мечникова. Единство онтогенеза и филогенеза. Законы филогенетического развития. Основные черты организации радиальных и билатеральных животных. Тип немертин и черты более высокой организации относительно плоских червей. Общая характеристика и систематика типов головохоботных, нематод, скребней и коловраток. Свободноживущие нематоды, их значение (почвенные, водные). Нематоды - паразиты человека, сельскохозяйственных животных, насекомых. Различная степень усложнения паразитизма. Геогельминты и биогельминты. Меры борьбы с паразитическими нематодами. Использование энтомонематод для борьбы с вредными насекомыми. Жизненный цикл различных червей. Биологическое значение партеногенеза. Гетерогония. Цикломорфоз. Тип Кольчатые черви. Отличительные признаки первичноротых. Кольчатые черви как важное звено в эволюции животных. Прогрессивные черты их организации. Вторичная полость тела (целом), ее отличия от первичной полости. Происхождение и функции целома. Филогения кольчатых червей. Общая характеристика типа моллюсков. Расчленение тела. Раковина и ее строение. Мантия. Преобразования вторичной полости тела. Замкнутая и незамкнутая кровеносные системы. Пигменты крови, дыхательная, выделительная и нервная системы. Мантийный комплекс органов. Общие черты развития моллюсков и кольчатых червей. Деление на подтипы и классы. Общая характеристика типа членистоногих. Аннелидные и артроподные черты в организации членистоногих. Усложнение сегментации в результате формирования отделов тела и членистых конечностей. Хитиновый покров как наружный скелет и его значение. Дифференциация конечностей по функциям и по форме. Полость тела и

строение кровеносной системы. Органы дыхания и способы дыхания. Органы выделения. Нервная система. Размножение. Количество видов, распространение и роль членистоногих в природе. Деление типа на подтипы и классы. Внешняя морфология и расчленение тела представителей класса насекомых. Конечности и их видоизменения в связи с образом жизни. Крылья, их строение и происхождение. Полет насекомых. Типы ротовых аппаратов в связи со способом питания. Внутреннее строение насекомых.

Органы дыхания, приспособления, связанные с обитанием в воздушной среде. Особенности водного баланса. Жировое тело. Мальпигиевы сосуды. Хитин. Окраска насекомых и ее биологическое значение. Способы размножения и развития насекомых. Биологическое значение метаморфоза насекомых. Полный и неполный метаморфоз. Диморфизм и полиморфизм у насекомых. Общественные насекомые. Поведение. Вредители сельского и лесного хозяйства и меры борьбы с ними. Паразиты, хозяева и переносчики возбудителей болезней. Полезные и одомашненные насекомые. Насекомые как опылители растений. Козволюция насекомых и цветковых растений. План строения тела хордовых. Происхождение хордовых их место среди других типов животного царства, признаки общие с некоторыми группами беспозвоночных животных.

Зоология позвоночных. Обзор низших хордовых. Подтипы хордовых, их филогенетические связи. Оболочники и бесчерепные, краткая характеристика организации. Общая характеристика подтипа Позвоночных: форма тела, кожные покровы, скелет, череп, висцеральный скелет и происхождение челюстей, нервная система. Связь организации позвоночных с главнейшими этапами их эволюции. Классификация подтипа. Филогения позвоночных. Происхождение и характеристика представителей раздела Бесчелюстных. Организация представителей класса круглоротых, как наиболее примитивных современных позвоночных. Особенности организации и биологии палеозойских щитковых. Характеристика надкласса рыб. Систематика надкласса. Сравнительный морфо-анатомический анализ хрящевых и костных рыб: форма тела, гидродинамические особенности, передвижение; кожные покровы и их производные, эволюция чешуи рыб; плавники и теории их происхождения; скелет, череп (соотношение нейрокраниума и дермокраниума, спланхнокраниум); дыхательная, пищеварительная, кровеносная, выделительная, половая, нервная системы. Пути эволюции рыб и филогенетические связи различных таксономических групп. Особенности организации двоякодышащих и кистеперых рыб. Их место в филогении позвоночных. Саркоптеригии как возможные предки наземных позвоночных. Выход позвоночных на сушу, определяющие эволюционные факторы. Проблема происхождения пятипалой конечности. Акантостега и явление преадаптации. Общая характеристика, происхождение и эволюция амфибий. Филогения земноводных. Радиация палеозойских амфибий. Дуго- и тонкопозвонковый амфибии, характеристика и направления эволюции. Преобразование осевого скелета в позвоночник наземного типа. Эволюция позвонка. Филогения и особенности организации современных отрядов земноводных. Пресмыкающиеся как первые настоящие наземные позвоночные. Родственные связи амниот. Особенности организации и биология ранних амниот. Височные окна и классификация амниот. Филогения амниот. Происхождение и особенности организации диапсид. Сравнительная характеристика ранних и поздних диапсид. Дивергенция диапсид на лепидозавров и архозавров, ее основные причины. Особенности организации и эволюция лепидозавров. Мезозойские морские пресмыкающиеся, особенности организации и филогения. Эволюция архозавров. Систематика, биология и особенности организации динозавров. Инертная гомойотермия и высокая инцефализация, их роль в эволюционном расцвете динозавров. Основные систематические группы динозавров и их филогенетические связи. вымирание динозавров, основные гипотезы. Возникновение полета у позвоночных. Происхождение, биология и филогения птерозавров. Мезозойские птицы: археоптерикс как представитель тупиковой линии ящерохвостых птиц. Теории возникновения полета. характеристика продвинутых птичьих черт. Филогения птиц и их предков. Меловые

зубатые птицы. Кайнозойские палеогнатические и неогнатические птицы. Систематика класса птиц. Особенности организации современных птиц. Характеристика остеологических преобразований. Двойное дыхание и «запрет» на живорождение. Кинетизм черепа диапсид, его виды и значение. Происхождение млекопитающих. Подкласс синапсиды: особенности организации, биология и филогенетические связи пеликозавров и терапсид. Филогения зверообразных рептилий. Происхождение признаков свойственных млекопитающим. Процинозухиды и эволюция челюстной мускулатуры. Тринаксодонты и ранние стадии развитие скелета млекопитающих. Хиниквводонтиды, тритилодонтиды и дальнейшая эволюция скелета млекопитающих. происхождение среднего уха, возникновение вторичного челюстного сустава и изменения челюстной механики у млекопитающих. Значение этих преобразований в эволюции этой группы позвоночных. Примитивные мезозойские млекопитающие, их биология и особенности организации. Происхождение волосяного покрова. возникновение молочных желез и их значение для формирования точной зубной окклюзии. Общая характеристика примитивных териевых, однопроходных и сумчатых млекопитающих. Филогения мезозойских млекопитающих.

2. «Физиология и биохимия растений»

Введение. Физиология растений и ее задачи. Объект, предмет физиологии растений. История физиологии растений как науки. Роль отечественных ученых в ее развитии.

Место физиологии растений среди других наук. Уровни организации и уровни изучения живой материи. Методы физиологии растений. Физиология растений как теоретическая основа агрономии и биотехнологии. Экологическая физиология и ее роль.

Физиология растительной клетки. Клетка как элементарная структурная единица организма. Строение растительной клетки. Ее отличия от животной и бактериальной клеток. Свойства живой клетки. Строение, генезис, свойства и функции клеточной стенки. Понятие свободного пространства. Плазмодесмы. Апопласт и симпласт. Протопласт, его компоненты и особенности химического состава. Цитозоль (гиалоплазма) как внутренняя среда клетки, его характеристика. Субклеточные структуры растительных клеток: ядро, рибосомы, пластиды, митохондрии, эндоплазматический ретикулум, аппарат Гольджи, пероксисомы, глиоксисомы, сферосомы. Их строение, особенности химического состава, функции, генезис. Вакуолярная система и ее функции. Мембрана как универсальная структурная единица клетки. Химический состав, строение, свойства и функции универсальной мембраны. Градиенты клетки и их роль в ее структурной и функциональной организации. Гомеостаз и его значение. Цитоскелет (микротрубочки и микрофиламенты), его структура и функции. Сократительные белки. Движение цитоплазмы, его механизмы и значение. Механизмы транспорта веществ через мембраны (диффузия, адсорбция, мембранные транспортные белки, ионофоры, транспорт макромолекул). Роль АТФаз в транспорте веществ. Клетка как открытая термодинамическая система. Виды работы в клетке. Пространственная и временная организация процессов в клетке. Метаболические взаимодействия органелл. Авто- и гетеротрофность. Раздражимость клеток и тканей, ее значение. Законы раздражимости. Рецепторы. Роль мембран в восприятии внешних сигналов и регуляции метаболизма. Общие ответные реакции клеток на действие разных факторов; теория паранекроза. Содержание, состояние, роль воды в клетке. Механизмы поступления воды в клетку. Клетка как осмотическая система. Водный потенциал клетки и его зависимость от внешних и внутренних факторов. Саморегуляция водного обмена клетки. Механизмы клеточной регуляции. Биоэлектрические потенциалы.

Водный обмен растения. его характеристика и регуляция. Механизмы поступления и транспорта воды по растению. Корневая система как орган поступления воды. Корневое давление - нижний концевой двигатель водного тока, влияние внешних и

внутренних факторов на его величину. Транспирация как верхний концевой двигатель водного тока. Гуттация. Типы транспирации. Интенсивность и продуктивность транспирации, транспирационный коэффициент. Влияние внешних и внутренних факторов на интенсивность транспирации. Способы повышения продуктивности транспирации. Зависимость величины транспирационного коэффициента от внешних и внутренних факторов. Механизмы устьичных движений. Влияние внешних факторов на устьичные движения. Суточный ход движения устьиц. Относительная транспирация. Транспирация как саморегулируемый процесс. Физиологические основы орошения. Ближний и дальний транспорт воды по растению. Взаимодействие верхнего и нижнего концевых двигателей водного тока. Теория сцепления Физиологическая засуха и ее причины. Методы учета водного обмена растения.

Фотосинтез. Общая характеристика фотосинтеза и его роль в жизни растения. История изучения фотосинтеза. Лист как орган фотосинтеза (строение, оптические свойства). Хлоропласт как органелла фотосинтеза, его строение, генезис, свойства и функции. Хлорофиллы и каротиноиды, их свойства и роль в фотосинтезе. Пигментные системы. Световая фаза фотосинтеза (миграция энергии и транспорт электронов, фотосистема I и фотосистема II, их реакционные центры, фотофосфорилирование, фотолиз воды). Псевдоциклическое фосфорилирование. Темновая фаза фотосинтеза - путь углерода в фотосинтезе. С₃-цикл (цикл Кальвина- Бенсона). С₄-цикл (цикл Хетча и Слэка). САМ- цикл (КМТ-цикл). Гликолатный цикл. Первичные, промежуточные и конечные продукты фотосинтеза. Особенности фотосинтеза у С₄-растений и растений типа САМ. Влияние внешних и внутренних факторов на фотосинтез. Взаимодействие факторов при фотосинтезе. Особенности дневного хода фотосинтеза у растений различных экологических групп. Фотосинтез как саморегулируемый процесс. Регуляция фотосинтеза на клеточном, органном и организменном уровнях. Фотосинтез, рост и продуктивность растений. Факторы, влияющие на чистую продуктивность фотосинтеза. Роль зеленых растений в биосфере. Светокультура растений. Фотосинтез и создание замкнутых систем жизнеобеспечения. Использование фотоавтотрофов в биотехнологии.

Дыхание растений. Общая характеристика дыхания и его значение в жизни растений. История изучения дыхания растений. Основные пути окисления дыхательного субстрата. Гликолиз. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса). Глиоксилатный цикл. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Прямое окисление сахаров. Дыхание как центральный процесс обмена веществ, связывающий обмен белков, жиров и углеводов. Судьба восстановленных коферментов. Дыхательная цепь и ее функции. Окислительное фосфорилирование. Теория П. Митчела. Разобщение дыхания и фосфорилирования. Физиологический показатель эффективности дыхания и его зависимость от внешних и внутренних факторов. Интенсивность дыхания и ее зависимость от внешних и внутренних факторов. Причины повреждения и гибели растений в анаэробных условиях. Особенности дыхания различных органов и тканей растения. Дыхание растений разных экологических групп. Изменение дыхания в онтогенезе растения. Дыхательный коэффициент и его зависимость от внешних и внутренних факторов. Связь дыхания с другими функциями организма. Дыхание роста и дыхание поддержания. Механизмы регуляции дыхания. Методы учета дыхания.

Минеральное питание. История изучения корневого питания растений. Метод водных культур и его использование для доказательства автотрофии зеленого растения. Физиологическая роль макро- (азота, фосфора, серы, калия, кальция, магния) и микроэлементов (железа, марганца, молибдена, кобальта, меди, цинка, бора, кремния). Расстройства, возникающие при их недостатке. Основные закономерности поглощения ионов корневой системой. Зависимость поглощения веществ корнем от состава, концентрации, величины рН почвенного раствора, его аэрации и температуры. Взаимодействия ионов (антагонизм, синергизм, аддитивность). Роль отдельных зон корня, различных тканей и клеток в поглощении и распределении ионов. Корневые волоски и

особенности их функционирования. Зависимость поглощения веществ от других физиологических функций. Радиальный транспорт ионов в корне. Соотношение симпластного и апопластного пути. Дальний транспорт ионов в растении (транспортные формы, механизмы, пути). Распределение ионов в листе, судьба избытка ионов. Первичное усвоение элементов минерального питания - азота, фосфора, серы, кальция, магния. Зависимость превращения веществ в растении от внешних и внутренних факторов. Выделение веществ корневой системой (механизмы, значение). Роль корня в жизнедеятельности растения. Изменение минерального питания в онтогенезе. Круговорот элементов минерального питания в растении. Физиологические основы применения удобрений. Основные формы минеральных удобрений. Диагностика потребности растений в элементах минерального питания. Внекорневые подкормки. Выращивание растений без почвы, гидро- и аэропоники.

Метаболизм растений. Углеводный обмен. Моно-, ди- и полисахариды. Их характеристика, биосинтез и распад. Роль в жизнедеятельности растения. Взаимопревращения углеводов в растении. Превращения углеводов при созревании плодов и прорастании семян. Факторы, влияющие на углеводный обмен. Азотный обмен. Этапы превращения азота в растении. Восстановление нитратов в корнях и листьях. Аминокислоты и амиды, их роль в азотном обмене. Аминирование, переаминирование, дезаминирование. Этапы синтеза белка. Роль нуклеиновых кислот. Аппарат белкового синтеза. Распад белка. Липидный обмен. Биосинтез и распад насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, простых и сложных липидов. Триглицериды, их состав, строение, роль в жизни растения, изменчивость под влиянием внешних условий. Воска, суберин, кутин, их характеристика и роль. Превращения липидов при созревании плодов и прорастании семян. Взаимопревращения липидов и углеводов. Витамины, их строение, свойства, классификация, биосинтез, значение в жизнедеятельности растения. "Вторичный" метаболизм растений. Первичные и вторичные метаболиты. Классификация и характеристика вторичных метаболитов. Роль в жизни растений, биосинтез, практическое использование. Влияние внешних факторов на их биосинтез.

Транспорт органических веществ в растении. Транспортные формы органических веществ. Восходящий и нисходящий ток веществ в растении. Ближний транспорт органических веществ. Выход ассимилятов из хлоропластов. Транспорт ассимилятов в листовой пластинке. Загрузка ассимилятами флоэмных окончаний. Коллекторная роль проводящей системы. Флоэмный транспорт, его скорость, возможные механизмы и регуляция. Взаимосвязи запасующих и потребляющих органов. Зависимость транспорта от температуры, водного режима, снабжения кислородом, минерального питания. Регуляторная роль гормонов и распространяющегося возбуждения. Отложение запасных веществ. Основные формы запасных веществ. Факторы, определяющие количество и качество запасаемых веществ.

Рост и развитие растений. Основные закономерности роста растений (клеточная основа роста, корреляции, полярность, периодичность). Фазы роста клеток, их характеристика. Дифференцировка и рост растений. Морфогенез побега. Морфогенез корня. Закон Сакса и его использование в агрономии. Покой растений, его виды и значение. Физиологические изменения, происходящие в растении при переходе к покою. Причины покоя. Способы нарушения и продления покоя. Регенерация у растений и ее способы. Механизмы морфогенеза (включение генетических программ, индукция поляризации, "эффект положения"). Зависимость роста от внешних и внутренних факторов. Связь роста с другими функциями организма.

Фитогормоны, их классификация. Биотесты и их использование для идентификации фитогормонов. Гормоны-стимуляторы и гормоны-ингибиторы роста, гистогормоны; их характеристика, роль в жизни растения, биосинтез, транспорт по растению. Использование гормонов в растениеводстве. Движения растений. Тропизмы, настии, нутации, их классификация и характеристика. Механизмы тропических и

настических движений. Значение тропизмов и настий.

Онтогенез и его основные закономерности. Этапы онтогенеза. Возрастные изменения в онтогенезе. Моно- и поликарпические растения. Яровизация как пример термотропизма, ее приспособительное значение. Фотопериодизм, его характеристика и значение. Классификация растений по фотопериодической реакции. Физиология размножения растений. Способы размножения. Половое размножение цветковых растений. Инициация цветения. Детерминация пола. Развитие цветка, Опыление и оплодотворение. Развитие семян и плодов. Созревание плодов. Гормональная теория зацветания растений М.Х.Чайлаханя. Методы управления ростом и развитием растений.

Устойчивость растений. Засухоустойчивость и устойчивость к перегреву. Действие на растение высоких температур и водного дефицита. Типы приспособления растений к засухе, их характеристика. Физиологические особенности суккулентов. Почвенная и атмосферная засуха. Онтогенетические приспособительные реакции растений-мезофитов в условиях водного стресса и высокой температуры. Белки теплового шока.

Влияние на растения избыточного увлажнения почвы. Физиологические изменения при гипоксии и аноксии. Полегание, его причины и меры предупреждения.

Устойчивость к низким температурам. Причины гибели тропических растений под влиянием низких положительных температур. Причины гибели растений под влиянием отрицательных температур. Морозостойкость растений. Закаливание к низким температурам и происходящие при этом процессы. Зимостойкость растений, условия и причины вымерзания растений. Солеустойчивость растений. Типы галофитов, их характеристика. Причины и характер повреждения и гибели растений при засолении почвы. Пути повышения солеустойчивости культурных растений. Общие принципы устойчивости растений к стрессам и методы ее диагностики.

Регуляторные системы растительного организма, их характеристика и иерархия.

3. «Биохимия».

Предмет биохимии и ее связь с практикой - агрономией, биотехнологией, медициной и ветеринарией.

Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение. Роль воды и минеральных элементов, белков, липидов, углеводов, витаминов в обмене веществ и в питании человека и животных.

Специфическая роль белков в явлениях жизни. Аминокислоты как мономеры белков. Физические и химические свойства аминокислот, стереоизомеры.

Теория строения белковой молекулы. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Природы химических связей, обеспечивающих стабильность структуры белковой молекулы. Принципы и методы изучения структуры белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Антитела и интерфероны. Изoeлектрическая точка белков. Конформационная динамика белковой молекулы. Денатурация белков. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков.

Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Типы нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Биосинтез мононуклеотидов. Полинуклеотиды. Принцип комплементарности азотистых оснований. Минорные основания. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК - малая ядерная, рибосомная, матричная, транспортная. Особенности строения дезоксирибонуклеиновой кислоты. Роль ДНК как носителя генетической информации в клетке. Сателлитные ДНК. ДНК вирусов и бактерий. Обратные транскриптазы. ДНК хлоропластов и митохондрий. Плазмиды. Принципы генетической инженерии. Организация генома у про- и эукариот. Структурная организация ДНК в составе хромосом. Гистоны. Эволюция генома (мутации, трансформация, трансдукция, лизогения, конъюгация, рекомбинация, подвижные генетические элементы). Репарация.

Понятие о ферментах как о белковых веществах, обладающих каталитическими функциями. Рибозимы. Основные положения теории ферментативного катализа. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат». Активный центр фермента и методы его изучения.

Кинетика ферментативного катализа. Обратимость действия ферментов. Начальная скорость ферментативной реакции и метод ее определения. Единица активности ферментов. Стандартная единица, удельная и молекулярная активность. Константа Михаэлиса, методы ее нахождения и физический смысл. Критерии чистоты ферментных препаратов. Двухкомпонентные и однокомпонентные ферменты. Простетические группы и коферменты. Химическая природа коферментов.

Аллостерические ферменты. Индукция и репрессия синтеза ферментных белков. Теория Жакоба и Моно. Полиферментные системы. Пируватдегидрогеназа. Имобилизованные ферменты. Использование ферментов в биотехнологии. Методы выделения и очистки ферментов.

Жирные кислоты, в том числе незаменимые. Коэнзим А и его роль в процессе обмена веществ. Ацетилкоэнзим А. Биосинтез жирных кислот. Синтетаза жирных кислот. Бета- и альфа-окисление жирных кислот.

Классификация липидов. Жиры и их свойства. Ферментативный гидролиз жиров. Липазы, распространение в природе и характеристика. Биосинтез триглицеридов. Фосфатиды. Лецитины и кефалины. Ферментативные превращения фосфатидов. Простагландины. Биологические мембраны, их молекулярная организация. Характеристика плазматической (клеточной) мембраны. Мембраны митохондрий, лизосом, аппарата Гольджи. Ядерная мембрана. Мембранный транспорт. Функция АТФазы.

Кетокислоты как предшественники аминокислот. Прямое аминирование. Переаминирование. Аминотрансферазы. Другие пути биосинтеза аминокислот. Освобождение аминокислот при гидролизе белков. Протеолитические ферменты, общая характеристика и классификация. Роль протеолитических ферментов в обмене белковых веществ, реакции ограниченного протеолиза и их участие в регуляции биологических процессов. Внутриклеточный распад белков. Лизосомы.

Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине. Биохимия диссимиляции аминокислот. Дезаминирование аминокислот. Типы дезаминирования. Роль аспарагина, глутамина и мочевины в обмене азота. Орнитиновый цикл.

Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как коферменты. Жирорастворимые витамины. Витамины Д и Е. Витамин В₆ Каталитические функции тиаминпирофосфата. Витамины В₂ и В₅. Участие витаминов В₂ и В₅ в построении коферментов аэробных и анаэробных дегидрогеназ. Витамин В₆ и его каталитические функции. Пантотеновая кислота. Биотин и его участие в биосинтезе биологических молекул.

Фотосинтез как основной источник органических веществ и O₂ на Земле. Световые и темновые реакции. Цикл Кальвина. Строение хлоропластов. Хемосинтез.

Классификация углеводов. Их моносакхаридный состав, строение. Основные полисахариды: крахмал, целлюлоза, гемицеллюлоза, инулин, пектиновые вещества. Полисахариды животного происхождения: гликоген, гепарин, хитин. Бактериальные полисахариды: декстраны, ксантан, леван.

Функции углеводов в живом организме: энергетическая, опорная, маркировка клеточных поверхностей.

Аэробный и анаэробный распад углеводов. Взаимосвязь процессов гликолиза, брожения и дыхания. Пентозофосфатный путь. Цикл трикарбоновых кислот, его регуляция. Глиоксилатный цикл.

Окислительное фосфорилирование. Системы транспорта электронов.

Дыхательная цепь. Переносчики электронов НАД, ФАД, ФМН, цитохромы. Сопряжение работы дыхательной цепи с процессом синтеза АТФ.

Альтернативные гипотезы сопряжения дыхания и фосфорилирования. Представления о биоэнергетике. Роль АТФ и других нуклеозидтрифосфатов. Энергетический потенциал клетки. Макроэргические связи.

Роль нуклеиновых кислот в биосинтезе белков. Биосинтез нуклеиновых кислот. Ферменты биосинтеза ДНК и РНК. Транскрипция у про- и эукариот и созревание транскрипта. «Редактирование РНК» (Посттранскрипционная модификация РНК). Информационная РНК и ее функция. Синтез мРНК, процесс транскрипции. Сплайсинг. Информосомы. Активирование аминокислот. Транспортные РНК и их роль в процессе биосинтеза белка. Рибосомы: структура, состав и функции. Трансляция и ее этапы: инициация, элонгация, терминация, посттрансляция.

Единство процессов обмена веществ. Взаимосвязь между обменом белков, углеводов, жиров и липидов. Принципы термодинамики (энергетика состояния системы).

4. «Экология» (биологические науки)

Предмет, задачи и методы современной экологии. Краткая история ее формирования. Введение термина «экология» Э.Геккелем в 1866 г. для обозначения изучения взаимодействий организма и среды. Фундаментальные свойства живых систем. Уровни биологической организации, изучаемые экологией: организмы, популяции, сообщества, экосистемы, ландшафты, биомы, биосфера. Структура иерархической системы природы. Две группы задач и соответствующие им подходы в современной экологии. Современные определения экологии. Популяционный (редукционистский) подход. Экология как наука, изучающая механизмы, определяющие распространение организмов, их обилие и его изменение во времени (Krebs, 1972). Экосистемный (холистический) подход. Экология как наука об экосистемах, изучающая протекающие с участием организмов процессы трансформации вещества и энергии в экосистемах и биосфере (Odum, 1963; Margalef, 1968). Пространственно-временные масштабы изучения популяций и экосистем. Уровни объяснения в экологии. Непосредственные объяснения – выяснение механизмов; «кронечные» объяснения – поиски причин возникновения таких механизмов. Основные методы экологических исследований: наблюдение, эксперимент, моделирование. Типы моделей. Множественность корней современной экологии (до 1866 г.). Статический взгляд – биогеография – путь от описания распространения организмов к его объяснению (А. Гумбольдт, А. Декандоль). Динамический взгляд – демография – модели роста популяции (Мальтус, Ферхюльст), теория естественного отбора Ч. Дарвина. Период интенсивного становления экологии (1866-1935 гг.). Появления первых концепций. Организменная концепция экосистемы (Ф. Клементс - концепция сукцессии), индивидуалистические представления (Г. Глизон, Л.Г.Раменский). Математические модели межпопуляционных взаимодействий (В. Вольтерра, А. Лотка). Внедрение экспериментальных методов (Г.Ф. Гаузе). Элементы будущего экосистемного подхода в лимнологии (Э. Бердж, А. Тинеман, Л.Л. Россолимо, Г.Г. Винберг, В.С. Ивлев). Введение понятий «экосистема» (А. Тенсли) и «биогеоценоз» (В.Н. Сукачев). Учение о биосфере В.И. Вернадского. Начала современной экологии (1935- сер.80-х гг.). Оформление экологии как фундаментально-теоретической дисциплины. Развитие функционального (кибернетического) направления (Ю. Одум, Р. Маргалеф). Синтез разнородных концепций в единые представления. Р. Уиттекер: объединение градиентного анализа (динамика Глизона в пространстве) и теории сукцессии (динамика Клементса во времени) позволило рассматривать наблюдаемую в природе мозаику как распределение в пространстве процессов, действующих во времени. Современные представления. Концепции иерархической мозаики (О'Нейл), иерархического континуума (Б.М. Миркин), коэволюции, устойчивого развития.

Экология особи. Организм как дискретная самовоспроизводящаяся открытая система, связанная со средой обменом веществ, энергии и информации. Соответствие

между организмами и средой. Приспособленность, ее происхождение в результате естественного отбора. Исторические причины современного распределения организмов: дрейф континентов, изменения климата, острова. Жизненная форма организмов как комплекс морфофизиологических признаков, отражающих приспособленность вида к условиям среды. Классификация жизненных форм растений по Раункиеру. Унитарные и модулярные организмы – различные пути приспособления к среде. Соответствие между организмами и изменяющейся средой. Типы изменчивости среды (циклические, направленные, хаотические) и способы реагирования организмов (физиологические реакции, фотопериодизм, анабиоз, поддержание постоянства состава). Экологические факторы и закономерности их действия на организмы. Классификация экологических факторов. Условия и ресурсы. Правило оптимума, кривая толерантности, экологическая валентность, экологический спектр вида. Неоднозначность действия фактора на разные функции организма и на разные особи вида. Взаимодействия факторов. Лимитирующие факторы, правило Ю. Либиха. Правило двух уровней адаптации (И.А. Шилов). Компенсация факторов и экотипы. Распределение отдельных видов по градиенту условий. Комплексные градиенты, ведущие градиенты. Ординация видов как основной метод изучения экологии видов и выделения экологических групп видов. Обзор важнейших лимитирующих абиотических факторов. Температура и ее влияние на организмы. Температурный коэффициент, верхний и нижний температурный пороги жизни. Эндотермные и эктотермные организмы. Концепция «градусо-дней». Температурные адаптации. Правила Бергмана и Аллена. Влажность и ее влияние на организмы. Пойкилогидрические и гомойогидрические организмы. Экологические группы растений по отношению к увлажненности. Соленость как фактор распределения водных организмов. Концепция критической солености биологических процессов (В.В. Хлебович). Кислотноосновные характеристики среды (рН): прямое и не прямое воздействие на обменные процессы организмов. Окислительно-восстановительные характеристики среды (Eh), вертикальные градиенты Eh в экосистемах. Оксифильные, микроаэрофильные и анаэробные организмы. Ресурсы как факторы распределения организмов. Классификация ресурсов: незаменимые, ингибирующие в больших количествах, полностью взаимозаменяемые, взаимодополняющие, антагонистические (Tilman, 1982). Пищевые ресурсы. Классификации организмов по типу и способу питания. Автотрофы. Фотосинтез и хемосинтез. Гетеротрофы. Поступление энергии с пищей и ее 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. Миксотрофия. Пространство как ресурс.

Экология популяций. Определение популяции в экологии и генетике. Популяция как элемент вида и экосистемы. Генетическая неоднородность популяции. Границы популяции. Статические характеристики популяции: численность, плотность, возрастная, половая, размерная структура. Связь между размерами организмов и плотностью популяции. Методы оценки численности и плотности популяции. Выборочное исследование. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое), регулярное, градиентное и фрактальное размещение особей. Выявление характера распределения с помощью статистических методов. Причины, приводящие к определенному типу пространственного распределения. Динамические характеристики популяции: скорость роста численности, рождаемость, смертность, интенсивность иммиграции и эмиграции. Динамика популяции как баланс протекающих в ней процессов. Жизненные циклы: классификация. Распределение смертности по возрастам. Когортные и статические таблицы выживания: способы их построения. Основной коэффициент воспроизводства R_0 . Основные типы кривых выживания и их распространенность среди различных групп организмов. Экспоненциальная модель роста численности популяции. Постоянство удельной скорости роста численности, как и достаточное условие экспоненциального роста. Скорость экспоненциального роста: ее зависимость от характеристик организма, обеспеченности ресурсами, условий среды. Логистическая модель

роста численности популяции: предпосылки и следствия. Уравнение Ферхюльста. Эффект запаздывания и автоколебания численности. Проблема регуляция численности популяции. Концепция регуляционизма (А. Никольсон). Детерминирование равновесной плотности. Лимитирующая роль климатических условий. Ограничение популяции ресурсами, пресом хищников и паразитов. Факторы, зависимые и независимые от плотности. Гипотеза «распределения риска» (концепция стохастизма). Концепция саморегуляции численности. Поведенческие, физиологические и генетические механизмы регуляции. Множественность механизмов регуляции численности организмов (Викторов, 1965). Смена механизмов регуляции численности в зависимости от достигнутого уровня численности. Преобладающий способ регуляции численности и положение организмов в цепях питания: гипотеза Хэйрстона-Смита-Слободкина. Эволюция механизмов регуляции численности. Представление о r- и K- отборе. r- и K- стратегии организмов. «Трейдофф». «Цена» размножения. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Раменскому и Грайму: виоленты (компетиторы), пациенты (стресс-толеранты) и эсплеренты (рудералы). Миграции и расселение организмов в пространстве и во времени. Закономерности миграций. Расселение как эволюционно стабильная стратегия. Закономерности расселения организмов. Покой и спячка: расселение во времени.

Взаимодействия популяций. Классификация типов взаимодействий: конкуренция, аменсализм, хищничество, мутуализм, комменсализм, нейтраллизм. Конкуренция. Эксплуатация и интерференция. Соотношение внутривидовой и межвидовой конкуренции. Черты внутривидовой конкуренции. Влияние плотности популяции (внутривидовая конкуренция) на гибель, рождение, рост и физиологическое состояние отдельных особей популяции. Межвидовая конкуренция: общие черты. Теоретический подход к изучению конкуренции: система уравнений Лотки-Вольтерра и их графическая интерпретация. Фазовые портреты поведения системы конкурирующих видов в зависимости от соотношения параметров уравнений. Ограничения модели. Лабораторные опыты по конкуренции с простейшими, микроорганизмами и насекомыми. Зависимость исхода конкуренции от внешних условий. Варианты исхода взаимодействия между конкурирующими видами. Исключение. Сосуществование. Степень допустимого перекрытия кривых использования ресурсов. Отношения «ресурс-потребитель» (хищник-жертва). Таксономическая классификация хищников: растительноядные, плотоядные, всеядные. «Функциональная» классификация хищников: истинные хищники, хищники с пастбищным типом питания, паразиты, паразитоиды. *Влияние хищничества на отдельные особи жертвы*: гибель в случае действия истинных хищников и паразитоидов, защитные реакции в случае растительноядности. Способы защиты от выедания у организмов фитопланктона. Механизмы защиты высших наземных растений от выедания фитофагами. Совместное действие выедания и межвидовой конкуренции усиливает эффект хищничества. *Влияние хищничества на популяцию жертвы* не всегда оказывается отрицательным. Выедание бездомных, больных, одряхлевших особей; компенсирующие реакции выживших особей. *Влияние потребления пищи на консументов*. Состояние насыщения популяций консументов. Ширина спектра питания и состав пищи консументов. Полифагия и монофагия. Пищевое предпочтение. Ранжированное и сбалансированное предпочтение. Переключение. Влияние жертвы на эволюцию хищника. Ограниченные возможности животных в переработке растительных тканей; использование симбионтов. Теория оптимального добывания пищи (МакАртур, Пианка). Соотношение затрат на добывание пищи и получаемых при этом выгод. Функциональная реакция потребителя на увеличение количества ресурса (числа жертв). Разные типы функциональной реакции. *Динамика популяций хищника и жертвы*. Математическая модель Лотки-Вольтерра: их графическое выражение и интерпретация. Попытки создания экспериментальных моделей системы «хищник-жертва». Опыты Гаузе и Хайффейкера. Учет эффектов внутривидовой конкуренции, неоднородности среды, агрегированности популяции жертвы, функциональных ответов и эффекта Олли при построении математических моделей динамики численности популяций «хищник-жертва».

Редуценты и детритофаги, их взаимоотношения с пищевыми ресурсами. Отсутствие контроля над ресурсами со стороны потребителей. Специализация редуцентов и их смена в процессе разложения органического вещества. *Паразитизм*. Микропаразиты и макропаразиты. Разные способы передачи микропаразитов. Критическая плотность популяции хозяина, обеспечивающая распространение микропаразитов. Организм хозяина как местообитание паразитов. Конкуренция среди паразитов. Популяционная динамика паразитизма. Мутуализм. Примеры мутуализма среди животных, а также животных с растениями. Опылители. Микориза. Лишайники. Мутуализм с участием организмов, населяющих пищеварительный тракт. Мутуалистическая фиксация азота.

Экология сообществ. Определение сообщества. Границы сообществ. Кривая «число видов-площадь» как метод установления границ сообщества. Различные подходы к выделению сообществ, описанию их структуры и функционирования. Сообщество, трактуемое как целостная, высокоинтегрированная система («квазиорганизм»), и сообщество как простая совокупность совместно обитающих популяций. Концепции дискретности и континуальности. Сообщества как открытые системы, непрерывно переходящие одно в другое вдоль градиентов среды. Абсолютный континуум – экоклины; относительный континуум (экотоны). Сообщество как уровень организации живого. Ординация и классификация сообществ. Структура сообществ. *Видовая структура* сообществ. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества. Индексы видового разнообразия, их зависимость от числа видов и соотношения их численностей. Различные типы распределения обилия видов, входящих в сообщество. Логарифмические ряды (модель Фишера-Корбета-Уильямса). Логнормальное распределение численностей (Престон) и модель разломанного стержня (МакАртур). *Горизонтальная структура*. Мозаичность, пестротность, комплексность. Варианты мозаичности фитоценозов: регенерационные, клоновые, фитоэнvironmentальные, аллелопатические, зоогенные мозаики. *Вертикальная структура*. Ярусность фитоценозов. Вертикальные структуры почвенных, планктонных и бентосных сообществ. Синузии, парцеллы, ценоэлементы. *Пространственно-функциональные единицы сообществ*: консорции, гломерации, гильдии. Взаимодействия организмов в сообществе (Беклмишев): трофические, топические, форические, фабрические.

Теория экологической ниши. Развитие концепции ниши. Многомерный подход к определению ниши (Хатчинсон). Фундаментальная и реализованная ниша. Ширина ниши. Перекрывание ниш. Перекрывание ниш и конкуренция. Диффузная конкуренция. *Воздействие конкуренции на ширину ниши*. Внутривидовая конкуренция: теоретические представления и результаты, наблюдаемые в природе. Конкурентное высвобождение, компенсация полностью, гипотеза изменчивости ниши Ван Валена. Межвидовая конкуренция: теоретические представления и результаты, наблюдаемые в природе. Конкурентное исключение, сдвиги ниши, смещение признаков, гипотеза перекрывания ниш. *Роль конкуренции, хищничества и нарушений в определении структуры сообщества*. Лимитирующее сходство. Степень лимитирующего сходства: правило Хатчинсона и закон Дайара. Размерность ниши и дифференциальное перекрывание. Хищничество и видовое разнообразие. Взаимодействие между конкуренцией и хищничеством. Временная неоднородность и физические нарушения. Неравновесные модели разнообразия сообществ. Насыщение сообществ. *Теория островной биогеографии*. Зависимость между числом видов и площадью острова. Типы островов: настоящие острова, растение-хозяин, материка. Экологические теории, касающиеся островных сообществ: разнообразие местообитаний, «теория равновесия» МакАртура и Уилсона. Эксперименты по колонизации незаселенных субстратов (Cairns). *Закономерности видового разнообразия*. Связь видового богатства с различными факторами. Время: эволюционное и экологическое время. Условия окружающей среды: благоприятность, стабильность, изменчивость, предсказуемость во времени, пространственная неоднородность, площадь. Биотические факторы: гипотезы продуктивности, конкуренции, компенсаторной смертности, кольцевой сети. Градиенты

видового разнообразия: широта, высота, глубина, сукцессия, палеоэкология. Относительное обилие мелких и крупных форм.

Динамика сообществ. Первичные и вторичные сукцессии. Деградиционная, аллогенная и автогенная сукцессия. Механизмы автогенных сукцессий. Концепция климакса. Изменение видового разнообразия в ходе сукцессии. Эволюция сообществ (В.В.Жерихин). Устойчивость сообщества. Эластичная и упругая устойчивость. Связь между сложностью сообщества и его устойчивостью. Число трофических уровней и устойчивость модельных сообществ.

Экология экосистем. Экосистемы как физические системы. Понятия системы, вещества, энергии, информации, пространства, времени. Структура и функционирование экосистем. Поток энергии, круговорот вещества как организаторы и основные функции экосистемы. Физические ограничения, лежащие в основе организации экосистемы: термодинамические и кибернетические принципы организации экосистем. Структура экосистем и теория информации (Маргалев, 1992). Кибернетическая природа и стабильность экосистем. Особенности поведения энергии, вещества и информации в экосистемах. Круговорот вещества и поток энергии – организаторы экосистемы. Две формы энергии Жизни. Понятие свободной энергии живого вещества. Биогеохимическая энергия роста и размножения. Скорость размножения различных организмов как энергетическая константа. Давление жизни. Основные закономерности трансформации энергии в биосфере. Функциональные группы организмов в экосистеме. Продуценты, консументы и редуценты. Условность границы между консументами и редуцентами. Концепция продуктивности. Трансформация энергии на трофическом уровне. Биомасса и продукция. Первичная продуктивность. Валовая и чистая продуктивность. Чистая продуктивность сообщества. Вторичная продуктивность. Концепция энергетической субсидии. Первичная продукция. Фотосинтетически активная радиация (ФАР). Фотосинтез по типу C_3 , C_4 , и САМ - экологические следствия физиологических различий. Лимитирование первичной продукции различными факторами (освещенностью, температурой, влажностью, концентрацией биогенных элементов). Хемосинтез. Автохтонное и аллохтонное органическое вещество в экосистемах. Поток энергии в экосистеме через трофические уровни. Утилизация первичной продукции в трофических цепях. Рацион, ассимиляция, вторичная продукция. Коэффициент использования потребленной пищи на рост Ивлева (K_2). Пастбищная и детритная пищевые цепи. Трофическая сеть и трофические уровни. Экологическая эффективность, правило 10%. Роль консументов в пищевой цепи. Регуляция отдельных уровней «сверху» и «снизу». Пирамиды численностей, биомасс и продукции. Универсальная модель потока энергии в экосистеме. Энергетическая классификация экосистем.

Основные типы экосистем. *Морские экосистемы.* Биологическая структура Мирового океана. Неритические и пелагические области. Пелагиаль (эпипелагиаль, мезопелагиаль, абиссопелагиаль) и бенталь (супралитораль, литораль, сублитораль, батраль, абиссаль, ультраабиссаль). *Жизнь в толще воды и на дне.* Планктон, нектон, бентос, нейстон, пагион. Круговорот Жизни в Мировом океане. Основные группы продуцентов: фитопланктон, перифитон и макрофиты. Основные группы консументов и редуцентов в водной среде. Зоопланктон и его роль в минерализации органического вещества. Инвертированная пирамида биомасс. Гетеротрофные бактерии. Взвешенное и растворенное органическое вещество. Детрит. «Морской снег». Схема потоков вещества и энергии в пелагической экосистеме. «Микробная петля». Приспособления организмов к парению в толще воды. Размерные группы планктона. Экосистемы апвеллингов: механизмы формирования, характерные черты. Основные апвеллинги. Экосистемы даунвеллингов, паковых льдов. Распределение продукции в Мировом океане. Прибрежные экосистемы. Экосистемы приливно-отливных зон, эстуариев, коралловых рифов и мангров. Гидротермальные экосистемы. *Экосистемы континентальных водоемов:* типы и лимитирующие факторы. Лентические экосистемы. Озеро как экосистема. Термический и кислородный режим озера. Стратификация водной толщи.

Классификация озер по типу циркуляции воды (Хатчинсон, 1957): димиктические, холодные мономиктические, теплые мономиктические, полимиктические, олигомиктические, меромиктические. Трофическая классификация озер: олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные, дистрофные. Специальные типы озер. Экологическая зональность озера: литоральная, лимническая и профундальная зоны. Экологическая классификация организмов: бентос, перифитон, планктон. Природа сообществ литоральной зоны. Первичная продукция: зона надводной вегетации, зона укорененных в дне растений с плавающими на поверхности листьями, зона подводной вегетации. Вторичная продукция. Природа сообществ лимнической зоны. Ключевая роль фосфора в лимитировании первичной продукции. Сезонная сукцессия в планктонном сообществе. Контроль за развитием сообщества «снизу» (недостатком биогенов) и «сверху» (за счет пресса фитофагов). Природа сообществ профундальной зоны. Водохранилища: особенности и классификация. Пруды: формирование, классификация. Болота: определение, классификация, организация сообществ. Лотические экосистемы: реки, ручьи, родники. Общее сравнение лотических и лентических местообитаний. Соотношение автохтонного и аллохтонного органического вещества. Природная зональность в реках. Организация лотических сообществ. Лотические экосистемы как целое. Наземные экосистемы. Особенности наземной среды, отличия от водных экосистем. Наземная биота и биогеографические области. Общая структура наземных сообществ: растительность, высокоподвижные животные (пермеанты). Определяющая роль высших растений. Резкое преобладание биомассы растений над биомассой всех остальных групп организмов. Важность детритных пищевых цепей. Почва как специфическое биокосное наземное тело. Население почв. Роль почвы в организации наземных экосистем. Принципиальные отличия трофической организации наземных экосистем от пелагических. Ограниченное число трофических уровней. Распространенность главных наземных экосистем: биомы. Основные наземные биомы, классификация, особенности структуры, главные лимитирующие факторы. Тундра. Низкие температуры и короткий вегетационный сезон. Вечная мерзлота. Приспособления организмов к длительному промерзанию. Биом северных хвойных лесов (тайга). Короткий период вегетации и долгая снежная зима. Роль болот в регуляции речного стока. Биом влажных (мезотермальных) хвойных лесов умеренной зоны. Биом листопадных лесов умеренной зоны. Яркая выраженная сезонность. Биом широколиственного вечнозеленого субтропического леса. Биом степей умеренной зоны. Биом тропической саванны. Количество осадков и неравномерность их распределения во времени как факторы, препятствующие развитию лесов. Пожары и их экологическая роль. Значительная первичная продукция и пресс фитофагов. Биом пустынь. Жаркие и холодные пустыни. Вода – основной лимитирующий фактор. Приспособления организмов к жизни в пустыне. Биом чапарала. Биом тропического дождевого леса – наиболее продуктивные экосистемы биосферы. Малое количество биогенов и высокая скорость их циркуляции. Сложная ярусная структура. Жизнь в кронах. Чрезвычайно высокое видовое разнообразие и его возможное объяснение. Тропические биомы кустарника (скрэб) и листопадного леса. Границы между биомами, переходные биомы. Вертикальная зональность.

Биосфера. Живое вещество как совокупность всех организмов. Живое вещество в Космосе – уникальность или вечное свойство материи? Разработка В.И.Вернадским атомистического подхода к живому. Биосфера – оболочка Земли. Границы биосферы. Неравномерность распределения живого вещества в биосфере. Вертикальная и горизонтальная структура биосферы. Структура биосферы по Вассоевичу: апобиосфера, парабиосфера, эубиосфера, метабиосфера. «Пленки жизни» – геохоры. Структурно-функциональные единицы биосферы: фитогеосфера (Лавренко, 1949), биогеосфера (Ефремов, 1959), геомерида (Беклкмишев, 1964), биогеоценотический покров (Сукачев, 1964). Вещество биосферы. Семь типов веществ. Биокосное вещество и биокосные системы планеты: почвы, природные воды, атмосфера. Биогенное вещество и ископаемые продукты жизнедеятельности организмов. Косное вещество и горные породы. Рассеянное

вещество и компоненты радиоактивного распада. Вещество космического происхождения. Живое и неживое – два полюса космической материи. Биосфера как гигантская биокосная система (Перельман, 1977). Биогеохимические функции живого вещества и деятельность живых организмов. Концентрационная функция первого и второго рода. Энергетическая, деструктивная, средообразующая, транспортная функции. Биогеохимические принципы В.И.Вернадского, описывающие функционирование биосферы и ее развитие. «Всюдность жизни». Концепция Геи Дж.Лавлока: биологическая регуляция геохимической среды. Круговорот вещества в биосфере. Структура и основные типы биогеохимических циклов в биосфере. Структура биогеохимических циклов: резервный и подвижный (обменный) фонды вещества. Количественное изучение биогеохимических циклов: скорость оборота и время оборота вещества. Круговорот азота. Фиксация азота и вовлечение его в биогеохимический круговорот. Симбиотические и свободноживущие организмы – фиксаторы азота. Процессы аммонификации, нитрификации, денитрификации. Проблемы загрязнения окружающей среды соединениями азота. Круговорот углерода. Биологическое значение углерода. Особенность круговорота в водных и наземных экосистемах. Карбонат-гидрокарбонатная система природных вод. Запасы органического и неорганического углерода. Не замкнутость цикла углерода. Хозяйственная деятельность человека и трансформация круговорота углерода. Круговорот серы. Биологическое значение серы. Резервный фонд серы. Микробиологические процессы в круговороте серы. Антропогенная трансформация круговорота серы. Поступление серы в атмосферу. Локальные, региональные и глобальные проблемы загрязнения атмосферы соединениями серы. Круговорот кислорода. Биологическое значение кислорода. Биохимические, анатомические и физиологические механизмы использования кислорода организмами. Резервный фонд круговорота кислорода. Источники поступления кислорода в атмосферу. Круговорот воды. Особенности физико-химических свойств воды и ее биологическое значение. Пути перемещения воды: воды в биосфере, круговорот воды в экосистеме. Происхождение и запасы воды на Земле.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Сущность современного определения экологии как науки о надорганизменных системах, их структуре и функционировании в естественных и измененных человеком условиях.
2. Общие понятия об экосистеме, ее элементах, структуре и связях.
3. Место экологии в системе биологических наук и ее взаимосвязи с другими науками.
4. Биосфера как специфическая оболочка Земли и арена жизни.
5. Предмет, содержание и задачи экологии. Современные проблемы экологии.
6. Границы биосферы в литосфере, гидросфере и атмосфере. Функциональные связи в биосфере.
7. Уровни организации живой материи (организм, популяция, сообщество, зональные экологические системы (биомы, биосфера), являющиеся предметом изучения экологии.
8. Геохимическая роль живого вещества в биосфере. Биогеохимические принципы В.И. Вернадского.
9. Два типа экологических факторов: условия и ресурсы. Факторы среды обитания организмов (экологические факторы): биотические, абиотические, антропогенные.
10. Средообразующая роль живых организмов, разнообразие форм жизни на планете Земля.
11. Влияние температуры на биологические ритмы растений и животных. Адаптации организмов к различным температурным условиям. Пойкилотермные и гомойотермные организмы, термофилы и психрофилы.
12. Температура как экологический фактор. Температурные пороги жизни. Теплообмен.
13. Вода как экологический фактор и как внутренняя среда организмов.
14. Малый биологический и большой геологический круговороты в природе.
15. Газовый состав современной атмосферы. Кислород как экологический фактор. Газообмен в водной и воздушной средах. Основные адаптации растений и животных, связанные с дыханием.
16. Свет как экологический фактор. Спектральный состав солнечного излучения. Адаптации растений и животных к различным условиям освещенности.
17. Зональные экологические системы (биомы). Факторы, определяющие природную зональность и высотную поясность экосистем.
18. Адаптации на уровне организмов. Стенобионты, эврибионты. Экологическая валентность (толерантность). Лимитирующие факторы.
19. Пространственная структура популяций.
20. Динамика популяций и методы ее изучения. Регуляция плотности населения.
21. Загрязнение окружающей среды, основные контролируемые параметры и нормирование загрязнения воздуха, воды, почвы, растительности, продуктов питания и биосубстратов.
22. Виды мониторинга: глобальный, региональный, национальный, локальный.
23. Демографическая структура популяций. Динамика численности популяций и популяционные циклы.
24. Биоиндикация и биотестирование в системе экологического мониторинга.
25. Сообщество организмов (биоценоз), его место в экосистеме, основные виды межпопуляционных связей в сообществах.
26. Трофическая структура сообщества. Пищевая (трофическая) цепь, сети питания.
27. Поток вещества и энергии в трофической цепи. Основные функциональные группы организмов (трофические уровни) в экосистемах: продуценты, консументы, редуценты.
28. Создание зелеными растениями первичной биологической продукции. Валовая и

- вторичная продукция. Пирамиды чисел, биомасс и энергии.
29. Наземные экосистемы. Особенности их организации, отличия от экосистем водных.
 30. Симбиотические взаимоотношения в сообществах: коменсализм, аменсализм, мутуализм.
 31. Биологическое разнообразие жизни на Земле. Сохранение и поддержание генетического, видового и экосистемного разнообразия жизни.
 32. Антибиотические взаимоотношения в сообществе: хищничество, паразитизм и конкуренция.
 33. Основные источники загрязнения человеком окружающей среды. Классификация загрязнителей.
 34. Отношения «ресурс - потребитель» («хищник - жертва»). Функциональные реакции потребителя на увеличение количества ресурса. Математические модели межпопуляционных взаимодействий (В.Волтерра, А.Лотка).
 35. Представление о консорциях. Классификация межвидовых связей в биоценозе: трофические, топические, форические и фабрические связи в консорциях.
 36. Экосистема как функциональное единство сообщества (биоценоза) и среды его обитания (биотопа). Динамика экологических систем.
 37. Жизненные формы организмов. Классификации жизненных форм растений и животных.
 38. Поток энергии в экосистемах. Потери энергии при переходе с одного трофического уровня на другой.
 39. Первичные и вторичные экологические сукцессии.
 40. Пространственная структура биоценоза: ярусность и мозаичность. Консорции. Экологическая структура биоценоза. Викарирующие виды.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимова, Т. А. Экология. Человек - Экономика - Биота - Среда [Электронный ресурс]: учебник для студентов вузов / Т. А. Акимова, В. В. Хаскин. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 495 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=395798>
2. Аппель, Б. Нуклеиновые кислоты: От А до Я. [Электронный ресурс] / Б. Аппель, Б.И. Бенеке, Я. Бененсон. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 324 с. https://e.lanbook.com/book/66241?category_pk=7799#book_name
3. Билич Г.Л. Биология. Полный курс : в 3 т. - 4-е изд., испр. - М.: Оникс. Т. 3. : Зоология. - 2007. - 542 с.
4. Биогеография : учеб. для вузов / Г.М. Абдурахманов и др. - 3-е изд., стер. - М.: Академия, 2008. - 473 с.
5. Биоразнообразие [Электронный ресурс] : курс лекций / сост.: Б.В. Кабельчук, И.О. Лысенко, А.В. Емельянов, А.А. Гусев. – Ставрополь: АГРУС, 2013. – 156 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514020>
6. Генгин М.Т. Основы биохимии и молекулярной биологии : учеб. пособ. по биохимии. - 2-е изд. - Пенза : ПГПУ, 2012. - 174 с.
7. Делицын В.В., Климов А.С. Обзорные лекции по зоологии позвоночных: Учебное пособие. - Воронеж: Изд-во ВГУ, 2004. - 31 с. <http://window.edu.ru/resource/081/27081>
8. Довлетярова Э.А., Плющиков В.Г., Ильясова Н.И. Основы биоэкологии: Учеб. пособие. - М.: РУДН, 2010. - 98 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785209035138.html>
9. Ермаков И.П. (ред.). Физиология растений. - М.: АCADEMIA. 2005. 634 с.
10. Шилов И.А. Экология: Учеб. для биол. и мед. спец. вузов. М.: Высшая школа, 2001, 2003. 512 с. Ил.
11. Зоопсихология. Элементарное мышление животных: Учебное пособие / З. А. Зорина, И. И. Полетаева. - М.: Аспект Пресс, 2010.- 320 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785756705881.html>
12. Константинов В. М. Зоология позвоночных [Текст] : учебник / В. М. Константинов, С. П. Камкин А.Г., Киселева И.С. Физиология и молекулярная биология мембран клеток : учеб. пособ. - М.: Академия, 2008. - 592 с.
13. Клягин, Н. В. Современная антропология [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. В. Клягин. - М.: Логос, 2014. - 625 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=468829>
14. Кузнецов Вл.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. - М. ВШ - Абрис.2011. 784 с.
15. Молекулярная биология. Структура и функции белков : учебник / В.М. Степанов. - 3-е изд. - М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2005. -336 с. : илл. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5211049713.html>
16. Наумов, С. П. Шаталова. - 7-е изд., стер. - М. : Академия, 2012. - 447 с. : ил., табл. - (Высшее профессиональное образование) (Бакалавриат).
17. Основы клеточной биологии: учебное пособие / Н.Г. Палеев, И.И. Бессчетнов.- Ростов-на-Дону: Издательство ЮФУ, 2011. - 246 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550792>
18. Основы экологии: Учебник/Христофорова Н. К., 3-е изд., доп. - М.: Магистр, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 640 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=516565>
19. Пехов А. П. Биология: медицинская биология, генетика и паразитология : учебник / А.П. Пехов. - М. : ГЭОТАР- Медиа, 2012. — 656 с. : ил.
20. Присный А. В. Общая биология. Дуалистическая и материалистическая концепции жизни на Земле. - М.: КолосС, 2013. - 351 с. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953206693.html>
21. Ребриков, Д.В. ПЦР в реальном времени. [Электронный ресурс] / Д.В. Ребриков, Г.А. Саматов, Д.Ю. Трофимов, П.А. Семёнов. — Электрон. дан. — М. : Издательство

- "Лаборатория знаний", 2015. — 226 с.
https://e.lanbook.com/book/70781?category_pk=7799#book_name
22. Системы органов животных, - 2-е изд. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 162 с.
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=541733>
 23. Спирин А.С. Молекулярная биология: рибосомы и биосинтез белка: учебник. - М: Академия, 2011. - 496 с.
 24. Стурман, В.И. Геоэкология. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 228 с. https://e.lanbook.com/book/87594#book_name
 25. Тейлор, Д. Биология: в 3 т. (комплект). [Электронный ресурс] / Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 1463 с.https://e.lanbook.com/book/70789?category_pk=7799#book_name
 26. Устойчивое развитие: человек и биосфера [Электронный ресурс] / Г. А. Ягодин, Е. Е. Пуртова. - 2-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329533.html>
 27. Уилсон, К. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Д. Уолкер. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 855 с. https://e.lanbook.com/book/66244?category_pk=7799#book_name
 28. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия [Электронный ресурс] / Р. Шмид ; пер. с нем. — 2-е изд. (эл.). — Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 327 с.). — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=54127>
 29. Хелдт Г.В.. Биохимия растений. -М. БИНОМ. Лаборатория знаний. 2011 472 с.
 30. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология. М.: Дрофа. 2004. 416 с. Ил.
 31. Экология техносферы: практикум / С.А. Медведева, С.С. Тимофеева. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 200 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=446534>
 32. Ясаманов Н.А. Основы геоэкологии : учеб. пособ. для вузов. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 189 с.