



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет»
(ФГБОУ ВО «ПГУ»)

Утверждаю
Председатель приемной комиссии,
Ректор ПГУ А.Д. Гуляков
30 октября 2023 г.

ПРОГРАММА
вступительного испытания в магистратуру
по направлению **06.04.01 Биология**

Составитель
д.б.н., профессор
С.В. Титов

Пенза, ПГУ 2023

Программа вступительного испытания разработана на основе ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров 06.03.01 – Биология.

1. КВАЛИФИКАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Квалификация выпускника - Магистр биологии.

Нормативный срок освоения основной образовательной программы подготовки магистра по направлению 06.04.01 Биология по очной форме обучения - 2 года.

Квалификационная характеристика выпускника.

Магистр биологии осуществляет научно-исследовательскую и научно-производственную деятельность по изучению и охране живой природы и использованию биологических систем в хозяйственных и медицинских целях. Магистр биологии подготовлен к самостоятельной деятельности, требующей широкого образования в области биологии и углубленной профессиональной специализации, владения навыками научно-исследовательской и научно-педагогической работы; широко эрудирован, обладает фундаментальной научной базой, владеет методологией научного творчества, экспериментальными методами и подходами современной биологии, информационными технологиями.

Магистр биологии подготовлен к педагогической деятельности в средней и высшей школе.

Магистр биологии разрабатывает нормативные документы в своей области деятельности, самостоятельно планирует, организует и выполняет экспедиционные работы и лабораторные исследования; анализирует получаемую полевую и лабораторную информацию, обобщает и систематизирует результаты выполненных работ, используя современную вычислительную технику; составляет научно-технические отчеты и другую установленную документацию; следит за соблюдением установленных требований, действующих норм, правил и стандартов в области профессиональной деятельности; самостоятельно проводит экспериментальные исследования, формулирует их задачу, разрабатывает и осуществляет новые методические подходы, участвует в обсуждении, оценке и публикации результатов, в патентной работе, составлении патентных заявок, в работе семинаров и конференций. Следит за соблюдением законов РФ, международных соглашений, норм и правил в области охраны природы и здоровья человека, планирует мероприятия по предотвращению деградации и загрязнения природной среды. Ведет самостоятельную научно-производственную деятельность в области биотехнологии, охраны природы и медицины.

Исходя из своих квалификационных возможностей, магистр биологии подготовлен к самостоятельной работе на научных должностях, в том числе: биолога, инженера-исследователя, научного сотрудника в научно-исследовательских и научно-производственных учреждениях, и, в соответствии с полученной специализацией, в других должностях согласно

требованиям Квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и других служащих, утвержденных постановлением Минтруда РФ от 21.08.98 № 37.

Магистр биологии подготовлен к педагогической деятельности в средней и высшей школе.

Сфера профессиональной деятельности магистра биологии

Научно-исследовательские и научно-производственные учреждения и организации любой формы собственности, а также в государственные и негосударственные средние, средние специальные и высшие учебные заведения.

2. Содержание вступительного экзамена

Науки о биологическом многообразии

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 (трипаномы, 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 амёбы. 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. Обзор низших хордовых. Подтипы хордовых, их филогенетические связи. Оболочки 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 тонкопозвонковой 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. Прочиозухиды и эволюция челюстной мускулатуры. Тринаксодонты и ранние стадии развитие скелета млекопитающих. Хиникводонтиды, 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.

Эволюция структуры тела водорослей. Типы морфологической дифференциации таллома: монадный, ризоподный, пальмеллоидный, коккоидный, нитчатый, гетеротрихальный, пластинчатый, псевдопаренхиматозный, сифональный, сифонокладальный. Их характеристика, отличительные признаки, представители, возможные переходы между ними. Параллелизм морфологической эволюции в разных, филогенетически отдаленных группах низших организмов. Эволюция циклов воспроизведения низших растений. Понятие о циклах воспроизведения как последовательности развития от того или иного исходного этапа до его повторения. Низшие растения - это не таксономическая категория, а талломные фотосинтезирующие организмы - водоросли. Многообразие их способов размножения (вегетативное, бесполое, половое), изменение набора хромосом в ядре (удвоение при половом процессе; редукция при мейозе) обусловили многообразие циклов воспроизведения растений. Варианты гапло-диплофазные циклы с изоморфной и гетероморфной сменами поколений. Редукция сидрическая (ульвовые, сифоновые). Дальнейшее преобладание диплоидной фазы (глубоководность, эндофитный образ жизни) приводят к сокращению гаплоидной фазы (гаплоидны только гаметы) и возникновению диплофазного цикла (каулерпа, кутлерия из сифоновых) редукция гаметическая. Производность диплофазного цикла бурых подтверждается отсутствием у фикусовых бесполого размножения зооспорами. Особый цикл воспроизведения у красных водорослей - гапло-дипло-диплофазный - с чередованием трех поколений: свободно живущих гаплоидного гаметофита и диплоидного спорофита (тетраспорофита) и живущего на гаметофите диплоидного карпоспорофита. Происхождением такого уникального жизненного цикла - эволюционная компенсация за потерю жгутиков. Чередование гапло- и диплофазы в жизненных циклах высших споровых растений. Основные направления в изменении соотношения этих фаз. Редукция спорическая. Преимущества спорофитной линии. Основные биологические преимущества разноспоровости. Разноспоровость - это этап на пути появления семенных растений. Спорогенез и гаметогенез у семенных растений. Особенности протекания

спорогенеза и гаметогенеза у голосеменных растений (на примере сосны): микро- и макроспорогенез, строение семяпочки. Эволюция мужского и женского гаметофитов в пределах отдела Голосеменные. Дальнейшая редукция гаметофазы у цветковых растений: строение пыльцы, семяпочки. Варианты формирования зародышевого мешка.

Физиология человека и животных

Уровни организации и целостность многоклеточного организма (на примере человека). Общие принципы регуляции жизненных функций животных и человека. Понятие гомеостаза. Принцип динамичности гомеостатических показателей. Механизмы гомеостаза. Иммуитет и его виды. Врожденный, приобретенный; активный и пассивный; клеточный и гуморальный. Формирование иммунитета. Механизмы иммунитета. Иммунодефицит. Особенности строения и функционирования основных систем органов человека. Система крови. Клетки крови. Механизмы свертывания крови. Кровь и механизмы иммунитета. Кроветворение. Регуляция системы крови. Сердечно-сосудистая система. Свойства сердечной мышцы. Регуляция работы сердца. Скорость движения крови по сосудам. Артериальное давление. Регуляция движения крови по сосудам. Система дыхания. Механизмы внешнего дыхания. Газообмен. Транспорт газов кровью. Дыхание в различных условиях. Роль гемоглобина. Тканевое дыхание. Регуляция дыхания. Адаптации дыхательной системы. Дыхание в различных условиях. Гигиена дыхания. Пищеварительная система. Пищеварение в желудке. Пищеварение в 12-перстной кишке. Роль печени в жизнеобеспечении организма. Пищеварение в толстом кишечнике. Механизмы всасывания. Регуляция работы пищеварительной системы. Обмен белков, жиров, углеводов. Обмен энергии. Терморегуляция. Органы и процессы выделения. Механизмы образования мочи. Регуляция работы почек. Гормональные системы организма. Функции нейро-эндокринной системы. Механизмы действия гормонов. Физиология гипофиза, тимуса, щитовидной железы, поджелудочной железы, надпочечников, половых желез. Клетки и органы - мишени. Принцип работы гормонов. Физиология возбудимых тканей. Биоэлектрические явления в живых клетках. Природа потенциала покоя. Роль ионных каналов и насосов в поддержании потенциала покоя. Возбуждение как биоэлектрический процесс. Структура и механизм возникновения потенциала действия. Роль ионных каналов и насосов в возникновении и развитии потенциала действия. Возникновение потенциала действия в скелетных, гладких и поперечно-полосатой сердечной мышцах. Особенности функционирования ионных каналов. Механизм мышечного сокращения. Роль АТФ в этом процессе. Регуляция силы и степени сокращения мышц. Передача возбуждения по нервным волокнам. Сальтаторное проведение. Межклеточная передача возбуждения. Условия вхождения тока в клетку. Механизмы работы разных типов синапсов. Роль медиаторов (нейротрансмиттеров). Адаптационные реакции организма.

Стресс как общая неспецифическая адаптационная реакция. Теория стресса Г. Селье. Факторы стресса. Стадии формирования ответа организма на стрессовые воздействия. Роль нервных и гуморальных факторов в осуществлении стресс-реакции. Эустресс и дистресс. Управление стрессом и способы снятия стресса. Роль эмоций в осуществлении стресс-реакции. Эмоциональный стресс как разновидность психофизиологического стресса. Механизм регулирования деятельности организма посредством нервной системы. Автономная (вегетативная) и центральная нервная система. Принципы взаимодействия. Функции нервной системы. Функции разных отделов ЦНС. Принцип отражательной деятельности нервной системы. Структура рефлекса. Классификация рефлексов по структуре, виду раздражителей, биологическому смыслу. Особенности безусловных и условных рефлексов. Механизмы образования и торможения условных рефлексов. Аналитико – синтетическая деятельность КБП. Принципы нервной регуляции и координации функций: доминанты, обратной связи, общего конечного пути, субординации. Синапсы, проведение импульсов. Конstellации. Понятие доминанты. Закон обратной связи. Взаимосвязь нервной и гуморальной регуляции функций. Общее понятие об анализаторах. Системы восприятия информации. Общая физиология рецепции. Функции анализаторов зрения и слуха. Механизмы работы оптической системы органа зрения. Механизмы работы фоторецепторов. Механическая система органа слуха. Функции кортиева органа. Функции вестибулярного аппарата. Качественное своеобразие высшей нервной деятельности человека. Возникновение второй сигнальной системы. Речь, ее физиологические механизмы. Понятие о сигнальных системах. Сигнальные системы как различные уровни единой высшей нервной деятельности. Значение второй сигнальной системы в обучении и передаче информации. Возрастная физиология ВНД. Работы И.П. Павлова, И.М. Сеченова и других отечественных физиологов по изучению ВНД. Потребностно-эмоциональная сфера человека. Биологические, социальные и духовные потребности. Виды мотиваций человека. Мотивация в структуре функциональной системы. Мотивация как доминанта. Эмоции. Функции эмоций. Особенности эмоциональных проявлений у человека. Психофизиологические основы эмоций. Место человека в природе. Мировоззренческие позиции антропоцентризма и биоцентризма. Роль человека в эволюции Земли.

Физиология растений

Предмет физиологии растений. Физиология растений – наука об основных жизненных процессах или функциональных системах растительных организмов и их взаимосвязи с условиями окружающей среды. Задача физиологии растений - выявление общих закономерностей, определяющих процессы жизнедеятельности растений. Цель физиологии растений – разработка путей и способов регуляции физиологических процессов для повышения продуктивности растений. Методологические

аспекты современной физиологии. Физико-химический, молекулярно-генетический и системный подходы к изучению функциональной активности растений. Необходимость изучения физиологических процессов на разных уровнях структурной организации растительных организмов для выяснения закономерностей возникновения физиологических свойств на основе элементарных (физико-химических и молекулярных) актов жизненных явлений растений.

Физиология растений – теоретическая основа растениеводства, связь с агрономическими науками, селекцией и фитобиотехнологией. Современное состояние физиологии растений в системе биологических наук. Физиология растений как интегрирующая наука. Перспективы развития физиологических исследований в области сельского хозяйства, защиты окружающей среды, медицины, энергетики, освоения космоса и др. Роль физиологии растений в исследовании и сохранении биологического разнообразия и поддержании стабильного состояния биосферы в связи с усилением природных и техногенных катаклизмов и изменением климата на Земле. Физиология растений как основа новых биотехнологических подходов к созданию трансгенных растений с улучшенными хозяйственно-полезными и защитными свойствами, а также к получению новых более продуктивных и стресс-устойчивых форм и сортов растений с использованием достижений клеточной инженерии. Генноинженерная экспериментальная биология растений – новая ветвь фундаментальной и прикладной науки. Генетически модифицированные растения и биобезопасность. Физиология растительной клетки. Клетка как элементарная структурная единица многоклеточного организма зеленого растения. Специфические особенности строения растительной клетки. Структурная организация клетки – основа ее биохимической и функциональной активности. Важнейшие субклеточные структуры, их строение и функции: клеточная стенка, ядро, пластиды, митохондрии, рибосомы, ЭПР, пероксисомы, глиоксисомы, цитоскелет, аппарат Гольджи, вакуолярная система. Вакуоль растительной клетки – депо органических кислот, сахаров, производных сахаров (гликозидов), растворимых пектиновых веществ, водорастворимых пигментов, алкалоидов и др. – потенциальная возможность для осуществления в клетке специфичных для растений процессов метаболизма. Мембранный принцип организации поверхности протоплазмы и органоидов клетки. Структура и свойства биологических мембран. Биохимическая и функциональная разнокачественность мембран. Проницаемость и системы активного транспорта. Значение мембранной системы в компартиментации веществ и метаболических процессов. Роль плазмалеммы в восприятии и трансдукции сигналов внешней среды. Химический состав протоплазмы растительных клеток. Запасные и конституционные вещества, их содержание и локализация в клетках и органах растений. Структурные полисахариды, образование олигосахаридов и их участие в сигнальных системах растений. Катаболизм белков и липидов. Образование биологически-активных соединений в результате превращений растительных липидов. Участие

промежуточных метаболитов липидного обмена в функционировании системы вторичных посредников. Физико-химические свойства протоплазмы (проницаемость, вязкость, эластичность, раздражимость, способность к движению и т.д.). Их физиологическое значение и роль во взаимодействии растений с внешней средой. Основные принципы действия регуляторных механизмов клетки (принцип обратной связи, механизм аллостерического торможения, механизм индукции и репрессии генов и др.). Компартиментация каталитических систем и метаболических фондов протопласта - один из механизмов регуляции клеточного метаболизма. Фотосинтез - уникальная функция зеленого растения. Масштабы и значение фотосинтеза в экономике природы и поддержании биосферы. История развития учения о фотосинтезе. Значение работ К.А. Тимирязева. Классификация фототрофов. Структурная и биохимическая организация фотосинтетического аппарата. Строение хлоропластов. Влияние условий на структуру и содержание хлоропластов. Генетические системы хлоропластов. Пигментные системы фотосинтезирующих организмов: хлорофиллы, каротиноиды, фикобилины (структура, свойства, спектры поглощения, биосинтез, функции). Поглощение света пигментами. Электронно-возбужденные состояния пигментов. Миграция энергии в системе фотосинтетических пигментов. Преобразование энергии света в энергию химических связей при фотосинтезе. Мономерные и агрегированные формы хлорофиллов. Функциональная организация пигментов в хлоропластах. Хлорофилл-белковые комплексы. Механизмы регуляции распределения энергии между фотосистемами. Структурная и функциональная организация первичных фотохимических процессов фотосинтеза. Представление о реакционном центре и фотосинтетической единице. Природа основных компонентов ЭТЦ хлоропластов, последовательность их взаимодействия. Q-цикл окисления пластохинона. Циклический и нециклический потоки электронов, их взаимодействие. Циклическое и нециклическое фотофосфорилирование. Механизмы энергетического сопряжения при фотосинтезе. Хемосмотическая теория Митчелла. Химизм темновой фазы фотосинтеза. Природа первичного акцептора CO₂ и пути ассимиляции углекислоты при фотосинтезе. Фотосинтетический метаболизм углерода у C₃-растений (цикл Кальвина). C₄-путь фотосинтеза (цикл Хетча-Слэка). Физиологические особенности C₄-растений. CAM метаболизм органических кислот. Конечные продукты фотосинтеза, их превращения и передвижение по растению. Фотодыхание: структурная организация и его физиологическое значение. Физиологические и экологические аспекты фотосинтеза. Фотосинтетическая функция в системе целого растения. Роль гормональных систем в эндогенной регуляции фотосинтеза. Возрастная физиология фотосинтеза. Влияние внешних факторов на фотосинтез. Эволюция фотосинтеза. Адаптация фотосинтетической функции к повышению содержания CO₂ в атмосфере и глобальному потеплению климата. Неспецифическая ответная реакция фотосинтетического метаболизма углерода на неблагоприятные факторы среды. Связь между углеводным и азотным обменом. Фотосинтез в системе

донорно-акцепторных связей растительного организма. Фотосинтез и урожай. Основные показатели фотосинтетической продуктивности растений: фотосинтетические потенциалы, чистая продуктивность фотосинтеза, листовые и хлорофильные индексы посевов Теория фотосинтетической продуктивности. Принципы оптимизации фотосинтетической деятельности посевов сельскохозяйственных растений. Дыхание Развитие представлений о природе дыхания как совокупности процессов биологического окисления. Двухфазная теория дыхания Палладина, Перекисная теория Баха. Работы Варбурга, Кейлина и др. Общее уравнение дыхания. Субстраты и количественные показатели дыхательного газообмена. Генетическая связь между брожением и дыханием, работы Костычева. Ферментативные системы дыхательного процесса. Аэробная и анаэробная фазы дыхания: гликолиз, цикл Кребса, глиоксилатный цикл, пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Роль пентозофосфатного пути в пластическом обмене клетки. Биоэнергетические аспекты дыхания. Электрон-транспортная цепь митохондрий: структурная организация, основные компоненты, их окислительно-восстановительные потенциалы. Обратный транспорт электронов. Цитохромный и альтернативный пути переноса электронов, их физиологическое значение. Особенности окисления малата и организации дегидрогеназных систем в клетках растений. Окислительное фосфорилирование, его энергетическая эффективность. Пути использования энергии дыхания. Разобщение дыхания и фосфорилирования, природа эффекта, биологическая значимость. Энергетическая эффективность анаэробного и аэробного превращения дыхательного субстрата. Эффект Пастера. Генетический контроль энергетической активности митохондрий. Роль дыхания в пластическом обмене веществ. Влияние дыхания на основные физиологические процессы – поглощение и передвижение веществ, водообмен, рост и развитие растений. Дыхание и фотосинтез. Роль дыхания в развитии теории фотосинтетической продуктивности растений. Дыхание роста и дыхание поддержания, их физиологическое значение. Методы разделения дыхания на составляющие. Энергетическая эффективность дыхания. Зависимость различных путей дыхания от видовых особенностей растений, его возраста, вида ткани, условий развития (температуры, газового состава среды, интенсивности и качества света и др.). Дыхание как функция приспособления растений к внешним условиям среды.

Значение воды для жизнедеятельности растений. Развитие представлений о водном режиме растений в историческом аспекте: роль Казанской школы физиологов растений (школы проф. А.М. Алексеева). Структура и физико-химические свойства воды, ее аномальные свойства. Взаимодействие молекул воды и биополимеров. Гидратация. Функциональная роль воды, ее физиологическая уникальность. Роль воды в биологическом катализе.

Содержание и распределение воды в клетках, тканях и органах растения. Водный обмен растительных клеток. Состояние (формы) воды в клетке и их физиологическая роль. Растительная клетка как осмотическая

система. Осмотическое давление. Тургорное давление. Сосущая сила. Механизмы поступления воды в растительную клетку. Водоудерживающая способность клеток и тканей. Мембранный транспорт воды, водные аквапориновые каналы. Термодинамические показатели водного режима растений: активность воды, химический и водный потенциалы, методы их определения. Градиент водного потенциала – движущая сила транспорта воды в клетках, тканях и целом растении, а также в системе почва-растение-атмосфера. Поглощающая и нагнетающая деятельность корневой системы. Корневое давление, плач, гуттация. Природа сил корневого давления. Неосмотический компонент нагнетающей деятельности корня. Передвижение воды по растению (дальний транспорт воды в растении). Характеристика проводящих путей. Механизмы передвижения воды вверх по растению. Верхний и нижний концевые двигатели восходящего тока воды. Непрерывность водной фазы в растении от корневых волосков до межклетников листьев. Натяжение воды в сосудах ксилемы. Теория молекулярного сцепления. Зависимости передвижения воды в растении от живых клеток. Транспирация и её значение в жизни растения. Показатели. Строение листа как основного органа транспирации. Устьичная и кутикулярная транспирация. Строение устьиц, регуляция устьичных движений. Влияние внешних и внутренних условий на транспирацию. Экология водообмена растений. Водный баланс – количественная характеристика водообмена растений. Особенности водного обмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гидрофитов, галофитов и др.). Водный дефицит и его влияние на физиологические процессы. Диагностика потребности растений в воде. Значение водного обмена в адаптации и устойчивости растений к условиям окружающей среды.

Этапы развития учения о питании растений. Законы «возврата» и «минимизма» или лимитирующего фактора (Ю. Либих). Содержание и классификация минеральных элементов в растениях: макро- и микроэлементы, их физиологическая роль. Факторы, определяющие элементарный химический состав растений. Азотное питание растений: значение, источники, экология. Восстановление нитратов, регуляция активности и локализация нитрат- и нитритредуктаз. Биологическая азотфиксация: масштабы и молекулярный механизм. Этапы образования бобово-ризобияльного симбиоза. Основные пути ассимиляции аммиака, глутаматсинтазный цикл. Типы взаимодействия ионов, их характеристика и возможные механизмы. Корневая система как орган поглощения: быстрая и медленная фазы поглощения минеральных элементов. Явления контактного обмена и обменной адсорбции. Механизмы пассивного транспорта ионов через мембраны. Виды диффузии (модельные системы). Градиенты электрохимических потенциалов как движущая сила транспорта ионов: особенности поглощения и транспорта катионов и анионов. Функционирование ионных насосов. Пространственная организация

транспорта ионов; особенности строения и функционирования тканей корня; демпфирование ионного потока. Дальний транспорт: перемещение ионов по ксилеме и листу. Механизмы удаления избытка солей в листьях. Выделительная функция корней: физиологическая роль, природа, динамика активных корневых выделений, аллелопатическая активность видов. Явление почвоутомления: причины и способы устранения. Экология минерального питания: влияние внешних и внутренних факторов. Физиологические основы применения удобрений. Оптимизация минерального питания. Виды удобрений, их эффективность и способы внесения. Удобрения как потенциальный источник загрязнения окружающей среды.

Клеточные основы роста и развития. Факторы, определяющие рост клеток растяжением. Модификации компонентов клеточной стенки при растяжении; роль цитоскелета в определении направления роста клеток. Механизмы дифференцировки: генетическая регуляция и индукция морфогенеза растений. Явление полярности и его физиологическое проявление. Формирование полярности на примере развития яйцеклетки *Fucus*; цитоскелетный контроль. Неравное деление. Дифференцировка на органном и организменном уровнях. Классификации онтогенеза растений: основные периоды, фенологические фазы роста и развития, возрастные периоды и этапы формирования органов или органогенеза, их связь с элементами продуктивности. Эмбриогенез у покрытосеменных. Характеристика этапов развития зародыша. Строение семян (на примере злаков), особенности мезоструктуры его частей и распределения веществ. Покой семян: причины различных типов экзогенного и эндогенного покоя. Вегетативный этап онтогенеза растений. Условия прорастания семян. Фазы «физического» и «физиологического» набухания и роста осевых органов проростка; динамика физиолого-биохимических процессов. Особенности белково-нуклеинового обмена семян; обоснование критического периода прорастания и хранения семян. Типы меристем, строение конуса нарастания. Особенности роста и развития органов растений: стебля, листа, корня. Теории закладки листовых примордиев. Фотоморфогенетические реакции растений, рецепция, фотоконверсия фитохромов. Фотопериодизм: рецепция, растения короткого и длинного дня. Индукция цветения: бикомпонентная теория, яровизация. Представления о периоде старения. Фитогормоны

Пространственная и временная координация процессов роста и развития растений: роль гормональной системы. Различия и сходство гормонов животных и растений. Типы рецепции и трансдукции гормональных сигналов. Характеристика рецепторов фитогормонов; функционирование сенсорной гистидинкиназы. Основные группы классических гормонов. Ауксины: открытие, биотесты, идентификация, пути биосинтеза и инактивации, градиенты содержания в растении. Латеральный и полярный транспорты, их механизмы. Гормональная теория тропизма Вента-Холодного. Причины поливалентности действия ауксинов; кривые «доза-эффект», взаимодействие с другими гормонами. Физиологические эффекты ауксинов. Синтетические аналоги ауксина, их строение,

преимущества и применение в биотехнологии и практике сельского хозяйства. Гиббереллины: история открытия, биотесты, этапы биосинтеза и их ингибирование. Разнообразие гиббереллинов, связь активности со структурой молекул. Морфофизиологические эффекты гиббереллинов и антигиббереллинов, использование в растениеводстве. Цитокинины: открытие, природные и синтетические аналоги, метаболизм. Молекулярные механизмы действия цитокининов: рецепция и экспрессия генов. Физиологические эффекты цитокининов и практическое использование. Этилен: история открытия, метаболизм этилена и условия индукции его выделения. Механизмы действия этилена, взаимодействие с другими фитогормонами. Физиологические эффекты этилена, применение этиленпродуцентов в растениеводстве. Абсцизины: история открытия, изомеризация, пути биосинтеза и инактивация абсцизовой кислоты (АБК). Спектр физиологического действия АБК при водном и низкотемпературном стрессах. Характеристика и физиологические действия новых классов гормоноподобных соединений: брассиностероиды, жасмонаты, олигосахарины, салициловая кислота, фузикоцин и др. Гормональная система целого растения. Доминирующие центры и коррелятивный рост; необратимые нарушения роста (карликовость). Движение растений: виды, рецепция раздражения, механизмы.

Устойчивость как приспособление растений к условиям существования – важнейший раздел экологической физиологии растений. Типы устойчивости растений к различным абиотическим и биотическим стресс-факторам. Экологические, социальные и экономические причины возвращающего значения проблемы адаптации и устойчивости растений в современном мире. Поведение растений в нестабильной среде в связи с катастрофически быстрыми изменениями среды обитания – одна из центральных проблем физиологии растений. Устойчивость как исторически сложившееся свойство растений. Изменение устойчивости в онтогенезе. Генотипическая и фенотипическая устойчивость. Общие принципы адаптации и устойчивости растений к действию условий среды: фазность защитно-приспособительных процессов, специфичность и неспецифичность ответных реакций.

Молекулярно-генетический контроль адаптивных реакций растений. Стрессовые белки: классификация, синтез, состав, особенности строения, функции. Активные формы кислорода и окислительный стресс, оксидантные защитные системы. Сигнальные системы растительных клеток и их участие в рецепции и трансдукции внешних сигналов. Структурно-функциональная модификация мембран при действии на растения стресс-факторов. Методы диагностики стресс-устойчивости растений – биохимические, физиологические и биофизические. Практические пути и способы повышения устойчивости растений к экстремальным внешним воздействиям (селекционные, агротехнические и биотехнологические). Создание трансгенных стресс-устойчивых растений. Засухоустойчивость. Почвенная и атмосферная засуха. Нарушение физиолого-биохимических процессов в

клетках и тканях растений в условиях водного дефицита. Группы растений, способных переносить засуху. Механизмы приспособления растений к засухе. Пути повышения засухоустойчивости растений: предпосевное закаливание семян, обработка антистрессовыми регуляторами роста и др. Создание трансгенных растений с высоким осмотическим потенциалом за счет активирования синтеза осмолитов – новый перспективный способ повышения устойчивости растений к водному дефициту. Устойчивость растений к недостатку или отсутствию кислорода при переувлажнении почвы (активация анаэробных процессов, накопление токсических соединений). Жароустойчивость растений как приспособление растений к высоким температурам. Пределы максимальной температуры для растений разных экологических групп, термофилы. Причины гибели растений от перегрева. Механизмы физиологической и биохимической адаптации растений к высокой температуре. Синтез белков теплового шока и их функциональная роль. Предпосевное термическое закаливание семян теплолюбивых культур.

Устойчивость растений к низким температурам. Холодостойкость-устойчивость растений к низким положительным температурам. Причины повреждающего действия пониженных температур на теплолюбивые культуры. Ответные реакции растений на действие холода. Фазовые переходы мембранных липидов и нарушение функций мембран. Устойчивость растений к заморозкам. Морозоустойчивость растений - устойчивость растений к действию отрицательных температур. Развитие учения о причинах вымерзания растений. Адаптация к низким температурам - основа морозоустойчивости растений. Закаливание растений низкими температурами как важнейший этап подготовки растений к зимним условиям. Учение И.И. Туманова о двух фазах закаливания. Комплексная структурно-метаболическая перестройка протоплазмы и её компонентов при низкотемпературном закаливании растений. Замедление ростовых процессов и накопление защитных веществ. Экспрессия генов и индуцированный синтез белков низкотемпературного стресса, их физиологическая роль. Адаптивная перестройка биохимических и структурно-физических свойств мембран. Основные пути защиты клеток от образования внутри- и внеклеточного льдообразования. Антифризные белки и криопротекторы. Значение покоя для морозоустойчивости растений. Зимостойкость растений как устойчивость к комплексу неблагоприятных условий вызывающих гибель растений в зимний период. Фундаментальные знания о механизмах морозоустойчивости растений - основа криобиологии растений и биотехнологических подходов к созданию более выносливых к морозам форм и сортов сельскохозяйственных культур. Солеустойчивость – устойчивость растений к избыточному содержанию солей в почве. Различные виды засоления, их специфическое влияние на ход физиологических процессов. Растения-галофиты, их классификация. Солеустойчивость растений и пути её повышения. Устойчивость к патогенам. Характеристика патогенов. Фитоиммунитет как норма реагирования растительного организма на инфекцию. Генетическая детерминированность взаимоотношений хозяина

и паразита. Основные типы защитных реакций. Реакция сверхчувствительности. Роль сигнальных систем в ответных реакциях клеток на патогены. Патогениндуцируемые белки. Системный приобретенный иммунитет растений. Интегрированная система защиты растений от болезней и вредителей. Создание трансгенных растений, устойчивых к грибковым, вирусным и бактериальным болезням. Экологические и биологические. Риски при коммерческом использовании этих растений. Действие на растение техногенных факторов.

Биология клетки

Методы цитологии. Методы световой микроскопии. Методы, направленные на выделение и изучение субмикроскопических структур (электронное микроскопирование; дифференциальное центрифугирование; рентгеноструктурный анализ; автордиография). Метод культуры тканей. Клеточная теория. Предпосылки создания. Основные положения клеточной теории. Значение клеточной теории. Развитие клеточной теории в трудах Р. Вирхова. Современная клеточная теория. Новая синтетическая наука - биология клетки. Основные черты строения, метаболизма, закономерности воспроизведения, специализации клеток. Морфология клетки, клеточные мембраны. Значение клеточных мембран. Химический состав, макромолекулярная организация. Метаболическая, энергетическая, информационная функция клеточных мембран. Мембранные и немембранные органоиды клетки, их строение и функции. Сравнительная характеристика строения, метаболизма и воспроизведения про- и эукариотических клеток; тканевых клеток и клеток -организмов. Особенности энергетики живых систем. Классификация живых организмов по используемым внешним энергетическим ресурсам. Энергетический обмен в клетке органотрофов. Пути накопления энергии: гликолиз, окислительное декарбоксилирование, окислительное фосфорилирование. Связь ультраструктурной организации митохондрий. Конвертируемые формы энергии в клетке: $\Delta\mu H^+$, $\Delta\mu Na^+$, АТФ. Законы биоэнергетики В.П. Скулачева. Ядро. Значение, строение и функции ядра и отдельных его структур. Ядерные цитоплазматические взаимоотношения. Пролиферация клеток. Классификация клеточных популяций по способности к пролиферации. Клеточный цикл и его регуляция. Покоящиеся клетки. Митоз, как универсальная форма клеточного деления, его биохимия и механика. Амитоз, эндомитоз, мейоз. Молекулярные механизмы раздражимости и возбудимости клетки. Биоэлектрические явления, их роль в передаче информации. Клетка как элементарная биологическая система. Системность как методологический подход к изучению клетки. Свойства клетки как элементарной биологической системы. Черты строения, развития, функционирования и эволюции тканей животных. Неклеточные структуры живых организмов (симпласт, синцитий, межклеточное вещество). Классификация и эволюция основных типов тканей животных и человека.

Эпителиальные ткани. Строение, функции, классификация, происхождение. Регенерация эпителиальных тканей. Соединительные ткани. Основные черты строения, развития, функционирования и эволюция соединительных тканей. Ткани внутренней среды организма (кровь, лимфа). Строение, функции, гистогенез. Скелетные ткани. Общая характеристика. Классификация, гистогенез. Мышечные ткани. Классификация, основные черты строения, функционирования и происхождения. Нервная ткань и нейроглия. Общая характеристика и гистогенез.

Генетика и эволюция.

Наследственность и изменчивость как фундаментальные свойства организма на всех уровнях организации живого (молекулярном, клеточном, организменном и популяционном). Природа гена. Развитие представлений о гене. Молекулярные механизмы реализации наследственной информации. Цитологические механизмы митоза, мейоза. Механизмы бесполого и полового размножения. Возникновение и развитие генной теории. Молекулярные механизмы наследственности. Молекулярные механизмы реакции наследственной информации. Природа генетического материала. Нуклеиновые кислоты (химический состав и строение). Модель структуры ДНК Уотсона-Крика. Организация ДНК в хромосомах. Принцип комплементарности. Тонкая структура гена. Сущность и основные свойства генетического кода. Уровни управления генной активностью (оперон, синтез и-РНК и р-РНК). Механизмы трансляции. Механизмы редупликации ДНК. Генетический код, его свойства. Транскрипция, трансляция у про- и эукариот. Обратная транскрипция и центральная догма молекулярной биологии. Принципы и методы генетического анализа. Закономерности наследования при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях. Законы И.Г. Менделя и условия их проявления. Правило «чистоты» гамет. Механизмы доминирования. Моногибридные скрещивания. Первое и второе поколение гибридов. Расщепление признаков во втором поколении гибридов. Дигибридное скрещивание. Полигибридные скрещивания. Понятие о гено- и фенотипе. Аллельные гены. Доминантные и рецессивные гены. Анализирующие скрещивания. Механизмы полного и неполного доминирования. Сцепленное наследование. Кроссинговер, биологический смысл, типы, механизмы, доказательства. Локализация гена. Основные закономерности наследования при взаимодействии генов. Комплементарность, эпистаз, полимерия. Плейотропия. Основные закономерности наследования при сцеплении неаллельных генов. Картирование хромосом. Генетика пола. Цитологические основы полового размножения. Балансовая теория пола. Наследственные заболевания, сцепленные с полом. X, Y-половые хромосомы, их структура. Нехромосомное наследование. Наследственность и изменчивость. Генотипическая изменчивость. Комбинативная изменчивость, механизмы. Мутационная изменчивость, ее эволюционное значение. Мутагенез,

мутагенные эффекты природных и антропогенных факторов. Модификационная изменчивость - формы проявления, механизмы, адаптивное и эволюционное значение. Генетические основы онтогенеза, стадии и критические периоды. Механизмы дифференцировки клеток и тканей. Органогенез. Понятие онтогенеза и его стадии. Реализация генетической информации. Органогенез и системогенез. Генетика человека. Методы изучения. Наследственные заболевания. Мутации и наследственность человека. Проблемы медицинской генетики. Типы мутаций. Наследственные синдромы. Методы пре- и постнатальной диагностики на базе центров медико-генетического консультирования. Наследственные заболевания. Генетика и физиология основных форм поведения. Популяция, ее генетическая структура. Генетический гомеостаз в популяциях. Факторы генетической динамики популяций. Популяции как единицы эволюционного процесса. Микроэволюция, факторы, результаты. Генетические основы селекции. Источники изменчивости для отбора. Системы скрещиваний у растений и животных. Методы отбора. Гетерозис. Значение и использование селекции. Селекция в животноводстве и растениеводстве. Сорты и породы. Современная биотехнология - основные принципы, методы и перспективы работы с ДНК. Кинетика ренатурации, рестрикционный анализ, метод рекомбинантных ДНК, векторы для клонирования. Библиотека геномов. Направления геномной инженерии. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, его значение для понимания закономерностей эволюции и селекции растений. Центры происхождения культурных растений.

История эволюционных идей в развитии естественных наук. Элементы эволюционизма в учениях древнего Востока, античной и римской философии. Метафизический период в развитии биологии. Развитие систематики (Д. Рей, К. Линней). Формирование типологической концепции вида. Теории преформизма и эпигенеза. Зарождение трансформизма. Дальнейшее развитие систематики, палеонтологии, сравнительной анатомии и сравнительной эмбриологии. Учение о естественных группах. Значение работ Ж. Кювье и Ж. Сент-Илера. Учение Ж.Б. Ламарка. Идея эволюционного развития природы. Трактовка причин эволюции. Номиналистические представления о виде. Оценка эволюционной концепции Ламарка. Развитие эмбриологии. Создание клеточной теории. Возникновение биогеографии. Усиление экологических аспектов в изучении природы. Исторический метод в геологии (Ч. Лайель). Генетические основы эволюции. Микроэволюция. Понятие микроэволюции. Характеристики популяции как эколого-генетической системы. Эволюционное значение популяций как элементарной микроэволюционной единицы. Эволюционное значение адаптивных модификаций, разных форм мутаций, комбинативной изменчивости. Внутрипопуляционный полиморфизм. Факторы, изменяющие генофонд популяций. Динамика и значение резерва наследственной изменчивости (груза генов) популяций в эволюции. Роль генетических

автономных процессов в изменении генофонда популяций. Популяционные волны как элементарный эволюционный фактор. Значение миграции в изменении генетической структуры популяций (поток генов). Изоляция и ее роль в эволюции. Особенности действия элементарных факторов в эволюции агамных форм. Борьба за существование как взаимодействие организмов с окружающей средой. Причины, формы борьбы за существование. Представления о естественном отборе во времена Ч. Дарвина и в современной теории эволюции. Направления естественного отбора при разных формах борьбы за существование. Объекты, сфера действия, особенности естественного отбора. Эффективность, скорость действия, количественная характеристика естественного отбора. Формы естественного отбора и их эволюционные результаты. Понятие полового отбора. Отбор у агамных форм. Нарушения закона Харди-Вайнберга как неизбежное явление природы и как причина изменения генофонда популяции. Микроэволюция как итог взаимодействия направленных и ненаправленных факторов эволюции. Популяция как единица микроэволюции. Элементарное эволюционное явление - изменение генотипического состава популяции. Популяционная дифференцировка вида как результат микроэволюции. История развития понятия вида в биологии. Критерии и признаки вида. Структура вида. Аллопатрические и симпатрические формы. Генетический полиморфизм, биотипы, чистые линии. Понятие политипического и биологического вида. Разнообразие путей формирования новых видов. Экологическая радиация. Филетическая эволюция. Географическое, экологическое, гибридогенное видообразование и сетчатая эволюция. Макроэволюционные процессы. Понятие эволюционного прогресса и его критерии. Пути биологического прогресса. Биологический и морфофизиологический прогресс и регресс, критерии и способы его осуществления. Стасиморфоз. Проблемы вымирания и тупики в эволюции. Неограниченный, биологический, групповой биотехнический типы прогресса. Организация жизни. Развитие представлений о сущности жизни. Характеристика жизни как особой формы движения материи. Основные свойства живого. Современные гипотезы происхождения жизни. Значение работ А.И. Опарина, Д. Холдейна, Д. Бернала. Основные этапы биогенеза и их экспериментальное моделирование (работы С. Миллера, С. Фокса, Д. Оро и др.). Эволюция энергетических процессов (брожение, фотосинтез, дыхание). Системность и организованность жизни. Эволюция на разных уровнях организации жизни. Роль живого вещества в геохимических процессах биосферы. Эволюция - необходимое условие существования жизни на Земле. Усложнение, обособление и дифференциация уровней организации в эволюции.

Биохимия

Предмет и задачи биохимии. Связь биохимии с сопредельными дисциплинами - биофизикой, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией, экологией, таксономией.

Основные этапы развития биохимии. Роль структурной организации клетки. Компартиментация веществ и процессов. Значения обмена веществ (ассимиляция и диссимиляция) в явлениях жизни. Регуляция обмена веществ в клетке. Развитие биохимии и ее связи 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. Белки.

Специфическая роль белков в явлениях жизни. Аминокислоты как мономеры белков. Физические и химические свойства аминокислот, стереоизомеры. Непротеиновые аминокислоты. Пептиды. Глутатион и его значение в обмене веществ. Теория строения белковой молекулы. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры белков. Природа химических связей, обеспечивающих стабильность структуры белковой молекулы. Принципы и методы изучения структуры белков. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления ее биологической активности. Величина и форма белковых молекул. Глобулярные и фибриллярные белки. Антитела и интерфероны. Изoeлектрическая точка белков. Конформационная динамика белковой молекулы. Денатурация белков. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков.

История развития энзимологии. 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. Значение металлов для ферментативной активности. Действия ферментов. Негеминные железопротеиды. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Действие температуры и концентрации водородных ионов. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов. Механизм ингибирования ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Специфичность ферментов. Классификация ферментов и ее принципы. Оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, распространение в природе, важнейшие представители; значение и в пищевой технологии. Лиазы, изомеразы и лигазы, важнейшие представители. Регуляция активности и синтеза ферментов. Аллостерические ферменты. Индукция и репрессия синтеза ферментных белков. Теория Жакоба и Моно. Катаболическая репрессия. Конститутивный синтез ферментов. Поли ферментные системы. Пируватдегидрогеназа.

Иммобилизованные ферменты. Использование ферментов в биотехнологии. Методы выделения и очистки ферментов. Липиды. Терпеноиды и биологические мембраны. 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. Липооксигеназа, ее свойства, механизм действия и роль в пищевой промышленности. Классификация липидов. Жиры и их свойства. Ферментативный гидролиз жиров. Липазы, распространение в природе и характеристика. Биосинтез триглицеридов. Регуляция процесса распада и синтеза жирных кислот и липидов. Превращение жиров при созревании и прорастании семян и плодов. Фосфатиды. Лецитины и кефалины. Ферментативные превращения фосфатидов. Значение фосфатидов в пищевой промышленности. Простагландины. Эфирные масла и их превращения в растениях. Терпены и терпеноиды, классификация, стероиды как провитамин Д. Каучук и гупта. Тетратерпены — каротиноиды. Биосинтез биологических структур через мевалоновую кислоту. Биологические мембраны, и молекулярная организация. Характеристика плазматической (клеточной) мембраны. Мембраны митохондрий, лизосом, аппарата Гольджи. Ядерная мембрана. Мембранный транспорт. Функция АТФазы. Обмен азота. Ассимиляция молекулярного азота и нитратов. Нитрогеназа, нитратредуктаза и нитритредуктаза. Первичный синтез аминокислот у растительных организмов и микробов. Кетокислоты как предшественники аминокислот. Прямое аминирование. Переаминирование. Аминотрансферазы. Другие пути биосинтеза аминокислот. Освобождение аминокислот при гидролизе белков. Протеолитические ферменты, общая характеристика и систематика. Роль протеолитических ферментов в обмене белковых веществ, реакции органического протеолиза и их участие в регуляции биологических процессов. Внутриклеточный распад белков. Лизосомы. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине. Биохимия диссимилиации аминокислот. Деаминация аминокислот. Типы деаминации. Роль аспарагина, глутамина и мочевины в обмене азота. Орнитинный цикл. Амины и алкалоиды, пути их образования и превращений.

Витамины. Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как коферменты. Жирорастворимые витамины. Витамины Д и Е. Витамин В1. Каталитические функции тиаминпирофосфата. Витамины В2 и РР. Участие витаминов В2 и РР в построении коферментов аэробных и анаэробных дегидрогеназ. Витамин В6 и его каталитические функции. Пантотеиновая кислота. Биотин и его участие в биосинтезе биологических молекул. Витамин В6 и его нуклеотидная форма. Витамин С, ферментативное описание аскорбиновой кислоты. Витамины. Антивитамины. Образование органического вещества у растений и микробов.

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

хлоропластов. Хлорофиллы, другие фотосинтетические пигменты. Фотосинтетическая цепь переноса электрона и сопряженное фосфорилирование. Фотолиз воды и выделение кислорода. Организация и функционирование реакционных центров. Фотосинтетическая ассимиляция углерода. Хемосинтез. Углеводы и их ферментативные превращения. Классификация углеводов. Наиболее широко распространенные в природе моносахариды (альдозы и кетозы) и их свойства. Конформации моносахаридов. Продукты окисления и восстановления моносахаридов. Аминосахара. Гликозиды. Важнейшие дисахариды и трисахариды. Их моносахаридный состав и строение. Основные полисахариды высших растений: крахмал, целлюлоза, гемицеллюлозы, инулин, пектиновые вещества. Углеводы водорослей: агар, альгиновая кислота, каррагинан. Полисахариды животного происхождения: гликоген, гепарин, хитин. Бактериальные полисахариды: декстраны, ксантан, леван. Фосфорные эфиры сахаров и нуклеозиддифосфата сахара (НДФС) - важнейшие промежуточные соединения углеводного обмена. Фосфаты сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах взаимопревращения углеводов в организме. Ферменты, катализирующие взаимопревращения сахаров и образование фосфорных эфиров. Ферменты, гидролизующие олигосахариды. Взаимопревращения крахмала и сахарозы в растениях. Амилазы. Распространение в природе и характеристика отдельных амилаз. Другие гидролазы полисахаридов. НДФС и роль в биосинтезе олигосахаридов и полисахаридов. Гликозилтрансферазы. Биосинтез крахмала, гликогена, целлюлозы и хитина. Функции углеводов в живом организме: энергетическая, опорная, маркировка клеточных поверхностей. Брожение и дыхание. Энергетический обмен клетки.

Общая характеристика процессов диссимляции. Аэробная и анаэробная диссимляция углеводов. Взаимосвязь процессов гликолиза, брожения и дыхания. «Неполные» окисления (лимонная кислота, уксусная, молочнокислого брожения). Пентозофосфатный путь. Цикл трикарбоновых кислот, его регуляция. Глиоксилатный цикл. Биосинтез цианических кислот в растениях. Микробиологические процессы биосинтеза органических кислот. Окислительное фосфорилирование. Системы транспорта электронов. Дыхательная цепь. Переносчики электронов НАД, ФАД, ФМН, СоА, цитохромы. Сопряжение работы дыхательной цепи процессом синтеза АТФ. Локализация окислительных процессов в клетке. Митохондрии, структура и функции отдельных компартментов. Биогенез митохондрий. Хемосматическая гипотеза Митчела. Альтернативные гипотезы сопряжения дыхания и фосфорилирования. Представления о биоэнергетике. Роль АТФ и других нуклеозидтрифосфатов. Энергетический потенциал клетки. Макроэргические связи. Фосфагены. Регуляция энергетического обмена. Мембранный потенциал и его связь с энергетическим обменом. Роль тиоэфиров. Молекулярные основы подвижности биологических систем. Биосинтез белков. 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. Взаимосвязь и регуляция процессов обмена веществ в организме. Единство процессов обмена веществ. Связь процессов ассимиляции и диссимиляции. Взаимосвязь между обменом белков, углеводов, жиров и липидов. Принципы термодинамики (энергетика состояния системы).

Молекулярная биология

Молекулярная биология и ее место в системе биологических дисциплин. Жизнь как особая форма движения материи. Молекулярная «логика» живых систем. Проблема возникновения и эволюции жизни.

Нуклеиновые кислоты. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Типы нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Биосинтез мононуклеотидов. Полинуклеотиды. Принципы комплиментарности 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. Ферменты.

Человек

Антропогенез. Место человека в системе животного мира. Развитие представлений о происхождении человека. Основные этапы становления человека. Возникновение человека современного типа. Роль биологических и социальных факторов в эволюции человечества. Движущие силы антропогенеза и их специфика. Биологические предпосылки происхождения человека. Роль социального образа жизни в становлении человека. Роль труда, группового отбора в эволюции человека и его культуры. Эволюция языка и речи, возникновение второй сигнальной системы. Культурная эволюция. Человек – уникальный вид и специфика его адаптаций. Особенности биологической эволюции современного человека. Возможные пути эволюции человека в будущем. Антропогенное влияние на ход эволюционного процесса. Вопрос о центрах происхождения человека. Гипотеза широкого моноцентризма. История формирования рас. Доказательства единства рас. Адаптивное значение расовых признаков. Социал-дарвинизм, расизм. Биологическая несостоятельность расизма.

Экология и рациональное природопользование.

Понятие среды обитания. Разнообразие жизненных сред (водная, наземно-воздушная, почвенная и организменная) и их характерные особенности. Взаимодействие организма и среды. Комплекс факторов среды, их классификация. Общие закономерности действия факторов среды на организм. Классификации адаптаций организмов к действию факторов среды. Популяционная структура вида. Географические, экологические и элементарные популяции. Половая, возрастная, пространственная, эволюционная и генетическая структура популяции. Понятие оптимальной плотности населения и колебания численности популяций. Демографические процессы, понятие о биотическом потенциале. Емкость среды. Экологические стратегии, свойственные популяциям животных и растений. Кривые выживания. Понятия «биоценоз», «экосистема», «биогеоценоз». Структура биоценоза: видовая, пространственная, экологическая, трофическая структура. Цепи и сети питания. Экологические пирамиды: чисел, биомассы, энергии. Круговорот веществ в экосистеме. Распределение потока энергии и правило 10%. Продуктивность экосистемы. Формы связей между видами в биоценозе. Особенности отношений «хищник-жертва» и «паразит-хозяин», адаптации взаимодействующих видов друг к другу. Межвидовая конкуренция. Понятие об экологической нише, фундаментальные и реализованные ниши. Дифференциация экологических ниш. Закон Гаузе. Концепция биосферы В.И. Вернадского. Границы и вещество биосферы. Эволюция биосферы. Функции и свойства биосферы. Функции и свойства живого вещества. Круговорот веществ в природе. Понятие ноосферы. Биологическое разнообразие. Индексы и закономерности видового разнообразия. Обычные и редкие виды. Причины редкости. Понятие об интродукции, акклиматизации, реакклиматизации. Мониторинг окружающей среды. Виды - индикаторы состояния среды. Красные книги. Особо охраняемые природные территории и объекты. Государственные органы охраны окружающей среды.

Краткий обзор растительных ресурсов мира. Современное значение растительного сырья и растительных ресурсов в народном хозяйстве. Методы оценки современных ресурсов флоры и растительности. Способы восстановления эксплуатируемых популяций.

Рациональное использование флоры и растительности - важнейшее условие сохранения среды обитания. Законодательство и нормативно-правовые документы России и Пензенской области в области охраны и рационального использования растительного мира. Основные формы просветительской работы среди населения по рациональному использованию и охране растений и растительности.

Общая экология и экология организмов, популяций, сообществ

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 1866г.). 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. Клементе – 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 Клемента 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. Шиллов). 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 экотермные организмы. Концепция «градусо-дней». Температурные адаптации. Правила Бергмана и Аллена. Влажность и ее влияние на организмы. Пойкилологические и гомойогидрические организмы. Экологические группы растений по отношению к увлажненности. Соленость как фактор распределения водных организмов. Концепция критической солености биологических процессов (В.В. Хлебович). Кислотно-основные 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 регуляции численности популяции. Концепция регуляционизма (А. Никольсон). Детерминирование равновесной плотности. Лимитирующая роль климатических условий. Ограничение популяции ресурсами, прессом 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. «Трейдоф». «Цена» размножения. Основные типы эколого-ценотических стратегий по Раменскому и Грайму: виоленты (конкураторы), патненты (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, нейтрализм. 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*. 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 – экоклина; 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, фитоэнвайронментальные, аллелопатические, зоогенные мозаики. *Вертикальная структура*. Ярусность фитоценозов. Вертикальная структуры почвенных, планктонных и бентосных сообществ. Синусии, 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. Перекрытие ниш. Перекрытие 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 перекрытия ниш. *Роль конкуренции, хищничества и нарушений в определении структуры сообщества*. Лимитирующее сходство. Степень лимитирующего сходства: правило Хатчинсона и закон Дайара. Размерность ниши и дифференциальное перекрытие. 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 (Маргалеф, 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 С3, С4, 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 (K2). 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, sublитораль, 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. Ярко 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 чаппаралья. 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, парабииосфера, зубииосфера, метабииосфера. «Пленки жизни» - геохоры. Структурно-функциональные единицы биосферы: фитогеосфера (Лавренко, 1949), биогеосфера (Ефремов, 1959), геомерида (Беклемишев, 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 Ген 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. Особенности 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.

Основная литература

1. Абдурахманов Г.М., Кривоуцкий Д.А., Мяло Е.Г., Огуреева Г.Н. Биогеография. М.: Академия, 2007. 480 с.
2. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяції и сообщества. М.: Мир, 1989. Т.1, 667 с. Т.2. 477 с.
3. Бохински Р. Современные воззрения в биохимии. М.: Мир, 1987.

4. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе. - М.:ФБК –Пресс,1999.
5. Васильев А.Е., Воронин Н.С., Еленевский А.Г., Серебрякова Т.И., Шорина Н.И. Ботаника. Морфология и анатомия растений. М.: Просвещение, 1988.
6. Водный обмен растений / Под ред. В.Н. Жолкевича, Н.А. Гусева и др. – М.: Наука,1989.
7. Гарибова Л. В., Лекомцева С. Н. Основы микологии. М.: КМК, 2005. 220 с.
8. Гиляров А.М. Популяционная экология. М.: Изд-во МГУ, 1990. 191 с.
9. Гудвин Т., Мерсер Э. Введение в биохимию растений. - М.: Мир,1986.
10. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. М.: Изд. центр "Академия", 2003.
11. Демьянова Е.И.. Ботаническое ресурсосведение: учебное пособие по спецкурсу. Пермск. гос. ун-т. Пермь, 2007. 172 с.
12. Джишлер П. Структура сообщества и экологическая ниша. М.: Мир, 1988. 184 с.
13. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. М., 1981.
14. Дьяков Ю.Т. Введение в альгологию и микологию. М.: Изд-во МГУ, 2000.
15. Дьяков Ю.Т., Озерецковская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология. - М., 2001.
16. Еленевский А.Г. и др. Ботаника высших, или наземных, растений. - М.: «Академия», 2000.
17. Ипатов В.С., Л.А. Кирикова, Мирин Д.М. Геоботаника: Учебник. СПб.: СПбГУ, 2009. 117 с.
18. Курсанов А.Л. Транспорт ассимилятов в растении. - М.: Наука,1976.
19. Ленинджер А. Биохимия. Т. 1—3. М.: Мир, 1985.
20. Лотова Л.И. Морфология и анатомия высших растений. М., Эдиториал УРСС, 2000.
21. Мари Р., Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Биохимия человека. В 2-х т. М: Мир, 1993.
22. Медведев С.С. Физиология растений. - С.-П.: Изд-во С.-Пб. ГУ, 2003.
23. Мокронос А.Г., Гавриленко В.Ф. Фотосинтез. Физиологические и биохимические аспекты. - М.: Изд-во МГУ, 1992.
24. Мордкович В.Г. Основы биогеографии. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 236 с.
25. Мусиенко Н.Н., Тернавский А.И. Корневое питания растений. -Киев: Высшая школа, 1989.
26. Наумов Н.П., Карташев Н.Н. Зоология позвоночных (В 2 томах). – М.: Высшая школа, 1979.
27. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 742 с.
28. Одум Ю. Экология. М.: Мир, 1986. Т.1. 328 с. Т.2. 376 с.
29. Основы биохимии. А. Уайт, Ф. Хендлер, Э. Смит, Р. Хилл, И. Леман Т. 1–3, М: Мир, 1981.
30. Основы химической регуляции роста и продуктивности растений / Под ред. Муромцева Г.С. и др. – М.: ВО Агропромиздат, 1987.

31. Пахомова Г.И., Безуглов В.К. Водный режим растений. - Казань: Изд-во Казан-го унив-та, 1980.
32. Полевой В.В. Физиология растений. - М.: «Высшая школа», 1989.
33. Полевой В.В. Фитогормоны. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1982.
34. Полевой В.В., Саламатова Т.С. Физиология роста и развития растений. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1991.
35. Ручин А.Б. Экология популяций и сообществ. М.: Академия, 2006. 352 с.
36. Сабинин Д.А. Избранные труды по минеральному питанию растений. - М.: Наука, 1971.
37. Семихатова О.А., Чиркова Т.В. Физиология дыхания растений. - С.-П.: Наука, 2002.
38. Страйлер А. Биохимия. Т. 1—3. М.: Мир, 1984.
39. Тарчевский И.А. Метаболизм растений при стрессе. - Казань: Изд-во «Фэн», 2001.
40. 2001.
41. Цвелёв Н.Н. Проблемы теоретической морфологии и эволюции высших растений. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. 407 с.
42. Чернова Н.М., Былова А.М. Экология. М.: Просвещение, 1988. 272 с.
43. Чиркова Т.В. Физиологические основы устойчивости растений. - С., -П.: Изд-во С.-Пб. ГУ, 2002.
44. Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных. М. «ВЛАДОС», 1999.
45. Элиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. - М.: МАИК Наука/интерпериодика, 2002.

Дополнительная литература

1. Авдонин П.В., Ткачук В.А. Рецепторы и внутриклеточный кальций. - М.: Наука, 1994.
2. Аверинцев С.В. Малый практикум по зоологии беспозвоночных. М., 1947.
3. Атлас по описательной морфологии высших растений. Изд-во АН СССР, М., 1956.
4. Александров В.Г. Анатомия растений. М., Высшая школа, 1966.
5. Барнс Р., Кейлоу П., Олив П., Голдинг Д. Беспозвоночные: Новый обобщенный подход. М., 1992.
6. Биотехнология растений: культура клеток. Под ред. Бутенко Р.Г. - М.: Агропромиздат, 1989.
7. Брода П. Плазмиды. М.: Мир, 1982.
8. Бурьянов Я.И. Успехи и перспективы генноинженерной биотехнологии растений // Физиология растений. 1999. Т.46, №6. С.930-944.
9. Васильев А.Е. О примитивных чертах организации грибной клетки и происхождении эукариот // Бот. журн. 1985. № 9. С. 1145-1156.
10. Великанов Л.Л., Сидорова И.И., Успенская Г.Д. Полевая практика по экологии грибов и лишайников. М.: МГУ, 1980. 111 с.
11. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. 175 с.
12. Вернадский В.И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. 330 с.

13. Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. 376 с.
14. Воронков Н.А. Основы общей экологии. М.: Агар, 1997. 87 с.
15. Гарибова Л.В. Обзор и анализ современных систем грибов. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 1999. 28 с.
16. Гарибова Л.В. Современные представления о филогенезе и систематике низших грибов // Проблемы филогении низших растений. М.: МГУ, 1974. С. 46-51.
17. Гарибова Л.В., Сидорова И.И. Энциклопедия природы России. Грибы. М.: АБФ, 1997. 350с.
18. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. М.: Мир, 2002.
19. Горбунова Н.П., Ключникова Е.С., Комарницкий Н.А., Левкина Л.М., Сизова Т.П., Успенская Г.Д., Цешинская Н.И., Чиннов Е.А. Малый практикум по низшим растениям. 2-е изд. М.: Высшая школа, 1976. 216 с.
20. Готтшалк Г. Метаболизм бактерий. М. 1982.
21. Громов Б.В. Строение бактерий. Л. 1985.
22. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология (в 3 томах). – М.: Мир, 1996.
23. Гусев М.В., Гохлернер Г.Б. Свободный кислород и эволюция клетки. М. 1980.
24. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты. Т. 1—3. М.: Мир, 1982.
25. Дзержинский Ф.Я. Сравнительная анатомия позвоночных животных. М.: МГУ, 1998.
26. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Высшая школа, 1998. 413 с.
27. Дьяков Ю.Т., Озерцовская О.Л., Джавахия В.Г., Багирова С.Ф. Общая и молекулярная фитопатология. М.: Общ-во фитопатологов, 2001. 301 с.
28. Заварзин Г.А. Водородные бактерии и карбоксибактерии. М., 1978.
29. Жизнь животных. ТТ.1-6. - М.: Просвещение. - 1969.
30. Жизнь растений. В 6 томах. М., Просвещение, 1974-1980.
31. Жолкевич В.Н. Транспорт воды в растении и его эндогенная регуляция. Тимирязевские чтения.-М.: Наука. 2001.
32. Каратыгин И.В. 1993. Козволюция грибов и растений. СПб.: Гидрометеониздат. 116 с.
33. Каратыгин И.В. 1999. Проблемы макросистематики грибов // Микол. и фитопат. Т. 33. Вып. 3. С. 150-163.
34. Карташев Н.Н., Соколов В.Е., Шиллов И.А. Практикум по зоологии позвоночных. - М., «Высш. школа», 1981.
35. Кашкаров Д.Н., Станчинский В.В. Курс зоологии позвоночных животных. М.-Л. 1935.
36. Кефели В.И. Природные и синтетические регуляторы онтогенеза растений.- Итоги науки и техники, Серия физиологии растений. Т.7.М.:ВИНИТИ,1990.
37. Кретович В.Л. Биохимия растений. М.: Высш. школа, 1980.
38. Кретович В.Л. Введение в энзимологию. 2-е изд. М.: Наука, 1974.
39. Кретович В.Л. Очерки по истории биохимии в СССР. М.: Наука, 1984.

40. Кондратьева Е.Н. Хемолитотрофы и метилотрофы. М. 1983.
41. Колыхая Я., Ремк К.-Г. Наглядная биохимия. Пер. с англ. М.: Мир, 2000.
42. Красилов В.А. Происхождение и ранняя эволюция цветковых растений. М., 1989.
43. Красная книга Пензенской области. Т.1. Растения и грибы. Пенза, 2002.
44. Красная книга СССР. Т. 2. Растения. М.: Лесная промышленность, 1984. 479 с.
45. Красная книга РСФСР. Растения. М.: Росагропромиздат, 1988. 590 с.
46. Криволуцкий Д.А., Покаржевский А.Д. Введение в биогеоэкологическую биологию. М.: Изд-во МГУ, 1990. 105 с.
47. Курс зоологии / под ред. Матвеева Б.С. – М.: Высшая школа, 1966.
48. Кэрролл Э. Палеонтология и эволюция позвоночных (Т. 1,2,3).- М.: Мир, 1993.
49. Кузнецов Е.А. Грибные и грибоподобные организмы морских, солоноватых и пресных водоемов. Учебное пособие. М. –Л., 2003. 20 с.
50. Курсанов А.Л. Физиология растений в системе биологических наук. // Физиология растений. 1997. Т.44, № 6. С.806-808.
51. Курсанов Л.И. Микология. М., 1940. 480 с.
52. Лурья С., Дарнелл Дж. Балтимор Д. и др. Общая вирусология. М., 1981.
53. Маргалеф Р. Облик биосферы. М.: Наука. 1992. 214 с.
54. Маргелис Л. Роль симбиоза в эволюции клетки. М.: Мир, 1983. 351 с.
55. Маевский П.Ф. Флора средней полосы европейской части России. М., 2006.
56. Мейен С. В. Происхождение главных групп высших растений. М.: Просвещение, 1984.
57. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломеш А.И. Современная наука о растительности. М.: Логос, 2000. 264 с.
58. Наумов С.П. Зоология позвоночных. - М., «Просвещение», 1982
59. Никольский Г.В. Экология рыб. – М.: Высшая школа, 1997.
60. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т.: Пер. с англ. / Под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уильямса. М.: Мир, 1997.
61. Пахомова В.М. Неспецифический адаптационный синдром биосистем и общие закономерности реактивности клеток. - Казань, 2000.
62. Первухина Н. В. Проблемы морфологии и биологии цветка. Л.: «Наука», 1970. 169 с.
63. Перт С. Д ж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М. 1978.
64. Практикум по микробиологии. Под ред. Нетрусова А.И. М.: Академия, 2005.
65. Пианка Э. Эволюционная экология. М.: Мир, 1981. 400 с.
66. Рейви П., Эверт Р., Айкхорн С. Современная ботаника (в 2 томах). М.: Мир, 1990.
67. Ризниченко Г.Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. 232 с.

68. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. Самара: Самарский научный центр РАН, 1999. 396с.
69. Ромер А., Парсонс Т. Анатомия позвоночных (Т.1,2). – М.: Мир, 1992.
70. Саламатова Т.С. Физиология растительной клетки. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983.
71. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. - М.: Наука, 1989.
72. Смит Дж. М. Модели в экологии. М.: Мир, 1976. 184 с.
73. Стейннер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж., Мир микробов. М., 1979. Т. 1-3.
74. Тарчевский И.А. Сигнальные системы клеток растений. - М.: «Наука», 2002.
75. Тахтаджян А.Л. Высшие растения. Т.1. М., Л., 1956.
76. Уотсон Дж., Туз Дж., Куру Д. Рекомбинантные ДНК. М.: Мир, 1986.
77. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. М.: Прогресс, 1980. 328 с.
78. Шилов И.А. Экология. М.: Высшая школа, 1997. 512 с.
79. Шмальгаузен И.И. Происхождение наземных позвоночных. - М.: Наука, 1964.
80. Федоров А.А., Кирличников М.Э., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений (в 5 томах). М., 1956-1986.
81. Федоров В.Д., Гильманов Т.Г. Экология. М.: Изд-во МГУ, 1980. 464 с.
82. Фитоалексины/ Под ред. Дж.А. Бейли и Дж.В. Мансфилда. – Киев: «Наукова Думка», 1985.
83. Хаусман К. Протозоология. М., 1988
84. Экология микроорганизмов. Под ред. Нетрусова А.И. М.: Академия, 2004.
85. Krebs C. Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. NY.: Harper and Row, 1985.

Председатель приемной комиссии по проведению
вступительных испытаний на направление
подготовки в магистратуре 06.04.01 – Биология
д.б.н., профессор



С.В.Титов