

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии  
и экологии

О.А. Маракаев  
*подпись*

«24» мая 2022 г.

**Программа подготовки  
научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по научной специальности  
1.5.21 Физиология и биохимия растений**

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«История и философия науки»**

1. Дисциплина «История и философия науки» является обязательной для освоения и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине «История и философия науки».
2. Целью освоения данной дисциплины является формирование у аспирантов углубленных знаний о генезисе, философских основаниях, сущности, развитии, росте и перспективах научного знания.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.
4. Содержание дисциплины:

**Часть 1. Общие проблемы философии науки**

**1. Предмет и основные концепции современной философии науки.**

Три аспекта бытия науки: наука как генерация нового знания, как социальный институт, как особая сфера культуры.

Логико-эпистемологический подход к исследованию науки. Позитивистская традиция в философии науки. Расширение поля философской проблематики в постпозитивистской философии науки. Концепции К.Поппера, И.Лакатоса, Т.Куна, П.Фейерабенда, М.Полани.

Социологический и культурологический подходы к исследованию развития науки. Проблема интернализма и экстернализма в понимании механизмов научной деятельности. Концепции М.Вебера, А.Койре, Р.Мертон, М.Малкея.

**2. Наука в культуре современной цивилизации**

Традиционалистский и техногенный типы цивилизационного развития и их базисные ценности. Ценность научной рациональности.

Наука и философия. Наука и искусство. Роль науки в современном образовании и формировании личности. Функции науки в жизни общества (наука как мировоззрение, как производительная и социальная сила).

**3. Возникновение науки и основные стадии её исторической эволюции.**

Преднаука и наука в собственном смысле слова. Две стратегии порождения знаний: обобщение практического опыта и конструирование теоретических моделей, обеспечивающих выход за рамки наличных исторически сложившихся форм производства и обыденного опыта.

Культура античного полиса и становление первых форм теоретической науки. Античная логика и математика. Развитие логических норм научного мышления и организаций науки в средневековых университетах. Роль христианской теологии в изменении созерцательной позиции ученого: человек творец с маленькой буквы; манипуляция с природными объектами – алхимия, астрология, магия. Западная и восточная средневековая наука.

Становление опытной науки в новоевропейской культуре. Формирование идеалов математизированного и опытного знания: оксфордская школа, Роджер Бэкон, Уильям Оккам. Предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы. Г.Галилей, Френсис Бэкон, Р.Декарт. Мировоззренческая роль науки в новоевропейской культуре. Социокультурные предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы.

Формирование науки как профессиональной деятельности. Возникновение дисциплинарно-организованной науки. Технологические применения науки. Формирование технических наук.

Становление социальных и гуманитарных наук. Мировоззренческие основания социально-исторического исследования.

#### **4. Структура научного знания.**

Научное знание как сложная развивающаяся система. Многообразие типов научного знания. Эмпирический и теоретический уровни, критерии их различения. Особенности эмпирического и теоретического языка науки.

*Структура эмпирического знания.* Эксперимент и наблюдение. Случайные и систематические наблюдения. Применение естественных объектов в функции приборов в систематическом наблюдении. Данные наблюдения как тип эмпирического знания. Эмпирические зависимости и эмпирические факты. Процедуры формирования факта. Проблема теоретической нагруженности факта.

*Структуры теоретического знания.* Первичные теоретические модели и законы. Развитая теория. Теоретические модели как элемент внутренней организации теории. Ограниченность гипотетико-дедуктивной концепции теоретических знаний. Роль конструктивных методов в дедуктивном развертывании теории. Развертывание теории как процесса решения задач. Парадигмальные образцы решения задач в составе теории. Проблемы генезиса образцов. Математизация теоретического знания. Виды интерпретации математического аппарата теории.

*Основания науки.* Структура оснований. Идеалы и нормы исследования и их социокультурная размерность. Система идеалов и норм как схема метода деятельности.

Научная картина мира. Исторические формы научной картины мира. Функции научной картины мира (картина мира как онтология, как форма систематизации знания, как исследовательская программа).

Операциональные основания научной картины мира. Отношение онтологических постулатов науки к мировоззренческим доминантам культуры.

Философские основания науки. Роль философских идей и принципов в обосновании научного знания. Философские идеи как эвристика научного поиска. Философское обоснование как условие включения научных знаний в культуру.

#### **5. Динамика науки как процесс порождения нового знания.**

Историческая изменчивость механизмов порождения научного знания. Взаимодействие оснований науки и опыта как начальный этап становления новой дисциплины. Проблема классификации. Обратное воздействие эмпирических фактов на основания науки.

Формирование первичных теоретических моделей и законов. Роль аналогий в теоретическом поиске. Процедуры обоснования теоретических знаний. Взаимосвязь логики открытия и логики обоснования. Механизмы развития научных понятий.

Становление развитой научной теории. Классический и неклассический варианты формирования теории. Генезис образцов решения задач.

Проблемные ситуации в науке. Перерастание частных задач в проблемы. Развитие оснований науки под влиянием новых теорий.

Проблема включения новых теоретических представлений в культуру.

## **6. Научные традиции и научные революции. Типы научной рациональности.**

Взаимодействие традиций и возникновение нового знания. Научные революции как перестройка оснований науки. Проблемы типологии научных революций. Внутридисциплинарные механизмы научных революций. Междисциплинарные взаимодействия и "парадигмальные прививки" как фактор революционных преобразований в науке. Социокультурные предпосылки глобальных научных революций. Перестройка оснований науки и изменение смыслов мировоззренческих универсалий культуры. Прогностическая роль философского знания. Философия как генерация категориальных структур, необходимых для освоения новых типов системных объектов.

Научные революции как точки бифуркации в развитии знания. Нелинейность роста знаний. Селективная роль культурных традиций в выборе стратегий научного развития. Проблема потенциально возможных историй науки.

Глобальные революции и типы научной рациональности. Историческая смена типов научной рациональности: классическая, неклассическая, постнеклассическая наука.

## **7. Особенности современного этапа развития науки. Перспективы научно-технического прогресса.**

Главные характеристики современной, постнеклассической науки. Современные процессы дифференциации и интеграции наук. Связь дисциплинарных и проблемно-ориентированных исследований. Освоение саморазвивающихся "синергетических" систем и новые стратегии научного поиска. Роль нелинейной динамики и синергетики в развитии современных представлений об исторически развивающихся системах. Глобальный эволюционизм как синтез эволюционного и системного подходов. Глобальный эволюционизм и современная научная картина мира. Сближение идеалов естественнонаучного и социально-гуманитарного познания. Осмысление связей социальных и внутринаучных ценностей как условие современного развития науки. Включение социальных ценностей в процесс выбора стратегий исследовательской деятельности. Расширение этоса науки. Новые этические проблемы науки в конце XX столетия. Проблема гуманитарного контроля в науке и высоких технологиях. Экологическая и социально-гуманитарная экспертиза научно-технических проектов. Кризис идеала ценностно-нейтрального исследования и проблема идеологизированной науки. Экологическая этика и ее философские основания. Философия русского космизма и учение В.И.Вернадского о биосфере, техносфере и ноосфере. Проблемы экологической этики в современной западной философии (Б.Калликот, О.Леопольд, Р.Аттфильд).

Постнеклассическая наука и изменение мировоззренческих установок техногенной цивилизации. Сциентизм и антисциентизм. Наука и паранаука. Поиск нового типа цивилизационного развития и новые функции науки в культуре. Научная рациональность и проблема диалога культур. Роль науки в преодолении современных глобальных кризисов.

## **8. Наука как социальный институт.**

Различные подходы к определению социального института науки. Историческое развитие институциональных форм научной деятельности. Научные сообщества и их исторические типы (республика ученых XVII века; научные сообщества эпохи дисциплинарно организованной науки; формирование междисциплинарных сообществ науки XX столетия). Научные школы. Подготовка научных кадров. Историческое развитие способов трансляции научных знаний (от рукописных изданий до современного компьютера). Компьютеризация науки и ее социальные последствия. Наука и экономика. Наука и власть. Проблема секретности и закрытости научных исследований. Проблема государственного регулирования науки.

## **Часть 2. Философия естественных и технических наук**

### **1. Становление опытной науки в новоевропейской культуре.**

Формирование идеалов математизированного и опытного знания. Предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием

природы: Г. Галилей, Ф. Бэкон, Р. Декарт. Социокультурные предпосылки возникновения экспериментального метода и его соединения с математическим описанием природы.

Формирование технических наук

## **2. Структура эмпирического знания в естественных науках.**

Эксперимент и наблюдение. Эмпирические зависимости и эмпирические факты. Процедуры формирования факта. Проблема теоретической нагруженности факта.

## **3. Теоретического знание в естественных науках.**

Структура теоретического знания в естественных науках. Теоретические модели как элемент внутренней организации теории. Роль конструктивных методов в дедуктивном развертывании теории. Математизация теоретического знания. Виды интерпретации математического аппарата теории. Формирование первичных теоретических моделей и законов в естественных науках. Процедуры обоснования теоретических знаний. Взаимосвязь логики открытия и логики обоснования. Становление развитой научной теории в естественных науках. Классический и неклассический варианты формирования теории. Проблемные ситуации в естественной науке. Перерастание частных задач в проблемы.

## **4. Естественнонаучная картина мира.**

Исторические формы естественнонаучной картины мира. Функции естественнонаучной научной картины мира.

## **5. Философские основания естественной науки.**

Роль философских идей и принципов в обосновании естественнонаучного знания. Философские идеи как эвристика научного поиска. Методы естественнонаучного познания и их классификация.

## **6. Научные революции.**

Проблемы типологии научных революций. Внутридисциплинарные механизмы научных революций. Междисциплинарные взаимодействия и «парадигмальные прививки» как фактор революционных преобразований в естественных науках. Социокультурные предпосылки глобальных научных революций. Научные революции как точки бифуркации в развитии знания. Нелинейность роста знаний в естественных науках.

## **7. Историческая смена типов научной рациональности в естественных науках.**

Постнеклассическое естествознание. Современные процессы дифференциации и интеграции естественных наук. Сближение идеалов естественнонаучного и социально-гуманитарного познания. Новые этические проблемы естественных наук в конце XX начале XXI вв. Экологическая этика и ее философские основания. Философия русского космизма и учение В. И. Вернадского о биосфере, техносфере и ноосфере. Проблемы экологической этики в современной западной философии (Б. Калликот, О. Леопольд, Р. Аттфильд).

## **8. Математизация знания. Компьютеризация естественных наук.**

Уровни математизации знания: количественная обработка экспериментальных данных, построение математических моделей индивидуальных явлений и процессов, создание математизированных теорий. Три этапа математизации естественно-научного знания: феноменологический, модельный, фундаментально-теоретический. Специфика приложения математики в различных областях знания. Перспективы математизации нефизических областей естествознания. Границы, трудности и перспективы математизации гуманитарного знания. Компьютеризация естественных наук и ее социальные последствия.

## **9. Физика как фундамент естествознания.**

Онтологические, эпистемологические и методологические основания фундаментальности физики. Материя, энергия, информация как фундаментальные категории современной естественной науки. Редукционизм - антиредукционизм. Физика и синтез естественнонаучного и гуманитарного знания. Роль синергетики в этом синтезе. Познание сложных систем и физика. Три типа систем: простые механические системы; системы с обратной; системы с саморазвитием (самоорганизующиеся системы). Термодинамика открытых неравновесных систем И. Пригожина. Детерминированный хаос и эволюционные проблемы.

## **10. Детерминизм и причинность.**

Концепция детерминизма и ее роль в естественно-научном познании. Детерминизм и причинность. Причинность и закон. Идея существования двух уровней причинных связей: наглядная и теоретическая причинность.

Причинность и целесообразность. Телеология и телеономизм. Причинное и функциональное объяснение. Концепция вероятностной причинности. Попперовская концепция предрасположенностей и дилемма «детерминизм-индетерминизм». Причинность в открытых неравновесных динамических системах.

### **11. От биологической эволюционной теории глобальному эволюционизму.**

Глобальный эволюционизм и современная научная картина мира. Эволюционная эпистемология как распространение эволюционных идей на исследование познания. Предпосылки и этапы формирования эволюционной эпистемологии.

### **12. Взаимоотношение науки и техники.**

Основные концепции взаимоотношения науки и техники. Социальная оценка техники как прикладная философия техники. Критерии и новое понимание научно-технического прогресса в концепции устойчивого развития.

### **13. Основные сценарии экоразвития человечества.**

Критический анализ основных сценариев экоразвития человечества: антропоцентризм, техноцентризм, биоцентризм, теоцентризм, космоцентризм, экоцентризм.

## **Часть 3. История науки**

### **История биологии**

#### **1. От протознания к естественной истории**

##### **(от первобытного общества к эпохе Возрождения)**

У истоков биологического знания. Антропогенез и знания первобытного человека о природе. Мезолит и «неолитическая революция». Центры происхождения культурных растений. Бессознательный отбор. Сакрализация биологического знания в цивилизациях Древнего Востока. Культ животных и первые природоохранные мероприятия

Культурный переворот в античной Греции: от мифа к логосу, от теогонии к возникновению природы. Борьба, комбинаторика и селекция как способы установления гармонии. Сведения об обитателях ойкумены. Концепция естественных причин и гуморальной патологии в трудах Гиппократов. Эссенциализм Платона и его влияние на развитие биологии. Синтез античного теоретического и опытного знания в трактатах Аристотеля «Метафизика», «История животных» и «О возникновении животных». Судьба телеологии Аристотеля. Биология в перипатетической школе. Труд Феофраста «Об истории растений».

Эллинизм как синтез восточной и древнегреческой науки. Снятие запрета на анатомирование (Герофил, Эризистрат). Синтез медико-биологических знаний в трудах Галена. Варрон и римский энциклопедизм. Труд Лукреция Кара «О природе вещей». «Естественная история» Плиния Старшего. Биологические знания и сельское хозяйство. Сводки лекарственных растений.

Отношение к образованию и к науке в средневековье. Использование библейских сказаний для изложения знаний об организмах. Провиденциализм, томизм, номинализм и реализм. Сообщения о путешествиях, «бестиарии» и «гербарии». Классификация, компиляция и комментарии как форма репрезентации биологического знания. Ископаемые как игра природы. Сочинения Альберта Великого, Венсана де Бове и Фомы Аквинского. Биологические и медицинские труды Авиценны. Биологические знания в средневековой Индии и Китае.

Инверсии античного и средневекового биологического знания. Наблюдение и описание как основа нового знания. Формирование анатомии, физиологии и эмбриологии (Леонардо да Винчи, А. Везалий, М. Сервет). Алхимия и ятрохимия. Зарождение представлений о химических основах процессов. Травники и «отцы ботаники». «Отцы зоологии и зоографии». Становление естественной истории, ее фантомы и фантазии. Великие географические открытия и их роль в осознании многообразия организмов. Возникновение ботанических садов, кунсткамер и зоологических музеев. Геогнозия и ископаемые организмы.

#### **2. От естественной истории к современной биологии**

### **(Биология Нового времени до середины XIX в.)**

Геополитика, колониализм и биология. Кругосветные плавания и академические экспедиции. Влияние философии Нового времени на развитие биологии. Дифференциация теорий и методов. Сравнительный метод и актуализм. Проникновение точных наук в биологию.

Век систематики. От неупорядоченного многообразия живых существ к иерархическим построениям. Система К. Линнея. «Лестницы существ» и «древо» П. Палласа. Основные результаты флоро-фаунистических исследований. Переход от искусственных систем к естественным. Открытие мира ископаемых. Метод тройного параллелизма. Изучение низших форм жизни.

Концепции экономии и политики природы. Баланс и гармония природы. Естественная теология. Учение о жизненных формах и начало биогеографического районирования. Проблема геометрического роста. Социальная физика А. Кетле. Логистическая кривая популяционного роста Р. Ферхульста. Демография как источник экологии.

Познание строения и жизнедеятельности организмов. В. Гарвей и изучение системы кровообращения. Анатомия и физиология животных в трудах Р. де Граафа, А. Галлера. Микроскопия в биологических исследованиях. Открытие сперматозоида и микроорганизмов. Рождение концепций обмена веществ, ассимиляции и диссимиляции, катаболизма. Гумусовая теория питания. Исследования минерального и азотного питания. Представление о роли белка как специфическом компоненте организмов.

Преформизм или эпигенез — первоначальная проблема эмбриологии (Ш. Бонне, В. Гарвей, К. Вольф). Проблемы пола, наследственности, физиологии размножения растений и гибридизации (Й. Кельрейтер, Т. Найт и др.). Создание эмбриологии растений. Открытие зародышевых листов у животных (Х. Пандер) и эмбриологические исследования К. Бэра. Первые исследования процессов оплодотворения и дробления яйцеклетки. Описания клетки и открытие ядра (Ф. Фонтане, Я. Пуркине). Создание клеточной теории (Т. Шванн и М. Шлейден).

Креационизм, трансформизм и первые эволюционные концепции. Биогенез и абиогенез. Опровержения гипотез самозарождения (Ф. Реди, Л. Спаланцани). Творение или возникновение? Начало дискуссий об эволюции (К. Линней, Ж. Бюффон, П. Паллас). Учение Ж. Кювье о целостности организма и корреляциях органов. Катастрофизм и униформизм. Реконструкция ископаемых. Идея «прототипа» и единства плана строения. Идеалистическая морфология. Первые данные об антропогенезе. Додарвиновские концепции эволюции и причины неприятия их биологическим сообществом.

### **3. Становление и развитие современной биологии (с середины XIX в. до начала XXI в.)**

Особенности современной биологии. Интеграция и дифференциация. Эволюционизм. Эксперимент и вероятностно-статистическая методология. Системно-структурные и функциональные методы исследования. Физикализация, математизация и компьютеризация биологических исследований. Значение молекулярной биологии для преобразования классических дисциплин. Феномены «идеологизированных» биологий. Этические проблемы биологии.

Изучение физико-химических основ жизни. Первые попытки создать специфическую физику и химию живого. Попытки реконструировать предбиологическую эволюцию. Труд Э. Шредингера «Что такое жизнь? С точки зрения физики». Структурная и динамическая биохимия. Исследования в области молекулярной биоэнергетики и механизма фотосинтеза. Исследования механизмов биосинтеза и метаболизма биоорганических веществ. Изучение структуры белков и нуклеиновых кислот, их функций и биосинтеза. Концепции вторичных мессенджеров, факторов роста и «белок-машина». Биологические макромолекулярные конструкции. Механохимия молекулярных моторов. Современные аспекты биохимической инженерии и биотехнологии.

Становление и развитие генетики (материализация гена). Законы Г. Менделя и их переоткрытие. Хромосомная теория наследственности Т. Моргана. Теории мутаций и

индуцированный мутагенез. Гомологические ряды наследственной изменчивости Н. И. Вавилова. Сложное строение гена и внутригенные рекомбинации (А. С. Серебровский и его школа). Формирование генетики популяций (С. С. Четвериков). Матричные процессы и молекулярная парадигма. Определение генетической роли ДНК и РНК (Т. Эвери, Дж. Мак Леод, А. Херши и др.). Открытие структуры и репликации ДНК (Э. Чаргафф, Дж. Уотсон, Ф. Крик, А. Корнберг и др.). Репарация генетического материала. «Один ген-один фермент» (Дж. Бидл и Э. Тейтем). Транскрипция и трансляция. Открытие мРНК (А. Н. Белозерский и др.). Расшифровка генетического кода (Э. Ниренберг, Дж. Матей и др.). Мутации как ошибки репликации, репарации и рекомбинации. Транспозоны и транспозонный мутагенез (Б. Мак Клинтон). Регуляция действия генов. Теория оперона Ф. Жакоба и Ж. Моно. Интрон-экзонная структура генов эукариот. Перекрытие генов бактериофагов и вирусов. Генетика пластид и митохондрий. Гены и генетические элементы (вирусы, паразиты, эндосимбионты). Генная инженерия. Генодиагностика и генотерапия. Проблема идентификации генов. Перестройки генетического материала в онтогенезе. Преддетерминация цитоплазмы. Кортикальная наследственность. Геномный импринтинг и проблема клонирования млекопитающих. Прионный механизм наследования (Б. Кокс, Р. Уикнер). Геномика и генетика. Геном человека.

Микробиология и ее преобразующее воздействие на биологию. Эволюция представлений о бактериях и их разнообразии. Учения о брожениях, открытие анаэробноз. Практическое применение иммунизации и химиотерапии (Л. Пастер, П. Эрлих и др.). Фагоцитарная концепция И. И. Мечникова. Учение об искусственном иммунитете. Золотой век медицинской микробиологии (Р. Кох). Разработка методов культивирования бактерий (Р. Петри), создание селективных сред и начало изучения физиологических процессов в бесклеточных системах (К. Бухнер). Открытие хемосинтеза (С. Н. Виноградский). Закладка фундамента физиологической бактериологии (А. Клейвер). Изучение анаэробного метаболизма бактерий (Х. Баркер). Создание почвенной и экологической бактериологии (С. Н. Виноградский). Открытие антибиотиков (А. Флеминг, З. Ваксман и др.). Биоредиамиация. Молекулярная палеонтология, доказательство полифилетической природы прокариотов, концепция архей (К. Воз и др.). Молекулярное секвенирование и построение глобального филогенетического древа. Экологическая бактериология и круговорот биогенных элементов.

Открытие вирусов (Д. И. Ивановский, М. Бейеринк, Ф. Леффлер) и возникновения вирусологии. Основные этапы изучения вирусов и вирусоподобных организмов. Доказательство неклеточной природы вирусов и инфекционной природы нуклеиновых кислот. Биоразнообразие вирусов. Стратегии вирусных геномов. Острые, латентные, хронические и медленные вирусные инфекции. Интерферон и противовирусные агенты.

Изучение клеточного уровня организации жизни. «Клеточная патология» Р. Вирхова и «Клеточная физиология» М. Ферворна. Начало цитологических исследований: структура клетки, организация яйца и цитоплазмы, активация яйца, оплодотворение, митоз и мейоз, кариотипа. Ультраструктура и проницаемость клетки. Клеточное деление и его генетическая регуляция. Симбиогенез и современная клеточная теория.

От экспериментальной эмбриологии к генетике эмбриогенеза. Аналитическая эмбриология. Зарождение экспериментальной эмбриологии. Мозаичная теория регуляции. Гипотеза проспективных потенций и энтелехии. Теория организационных центров и эмбриональной индукции. Теория поля. Анализ явлений роста. Механика развития и менделизм. Проблема неизменности генов в онтогенезе. Гетерохронии и генная регуляция скорости эмбриогенеза. Дифференциальная экспрессия генов в онтогенезе. Генетическая регуляция онтогенеза. Гомеозисные гены. Тотипотетность соматических клеток растений и амфибий.

Основные направления в физиологии животных и человека. Учение об условных и безусловных рефлексах И. П. Павлова. Открытие электрической активности мозга. Введение методов электроэнцефалографии. Физиология ВНД. Учение о доминанте. От зоопсихологии к этологии. Главные результаты изучения физиологии вегетативной нервной системы,

пищеварения, кровообращения и сердца, органов чувств, выделения, нервов и мышц. Реакция организма на чужеродный белок. Открытие групп крови. Эндокринология.

Биоразнообразие и построение мегасистем. Различные типы систематик: филогенетическая, фенетическая, нумерическая, кладизм. История флор и фаун. Фауна эдиакария и изучение венда. Открытие новых промежуточных форм. Живые ископаемые (латемирия, неопилина, трихоплакс). Обоснование новых типов и разделов. Фагоцителоза как живая модель гипотетического предка многоклеточных. Разработка макро- и мегатаксономии. Единство низших организмов. Империи и царства. Флористика и фаунистика. Изучение биоразнообразия и проблема его сохранения. Красные книги. Создание банка данных и разработка информационно-поисковых систем.

Экология и биосфера. Введение понятия экологии Э. Геккелем. Аутоэкология и синэкология. Концепция экосистемы А. Тэнсли. Холистская трактовка экосистем. Экосистема как сверхорганизм. Концепция трансмиссивной зависимости между возбудителями заболеваний и их носителями. Внедрение математических и экспериментальных методов в экологию. Программа популяционной экологии растений. Изучение динамики численности популяций. Развитие концепции экологической ниши. Нишевой подход к изучению структуры экосистем. Трофо-динамическая концепция экосистем. Эколого-ценотические стратегии. Учение В. И. Вернадского о биосфере и концепция «Геи». Эволюция биосферы. Биосфера и постиндустриальное общество. Глобальная экология и проблема охраны окружающей среды.

Эволюционная теория в поисках синтеза. Теория естественного отбора Ч. Дарвина, ее основные понятия. Учение о происхождении человека. Поиски доказательств эволюции, построения филогенетических древ и дифференциация эволюционной биологии. Основные формы дарвинизма и формирование недарвиновских концепций эволюции: неоламаркизм, автогенез, сальтационизм и неокатастрофизм. Кризис дарвинизма в начале XX в.: мутационизм, преадапационизм, номогенез, историческая биогенетика, типострофизм, макромутационизм. Формирование представлений о макро- и микроэволюции. Теория филэмбриогенезов. Синтетическая теория эволюции (СТЭ) и ее постулаты. Концепция биологического вида. Формы и типы видообразования. Макро- и микроэволюция. Трансформация СТЭ. Эволюция эволюции. Молекулярные часы. Коварионы и теория нейтральной эволюции. Эволюция путем дубликации; блочный (модульный) принцип в эволюции. Парадоксы молекулярной эволюции. Роль симбиогенеза в макро- и мегаэволюции. Горизонтальный перенос генов. Макромутации и макроэволюция. Направленность эволюции. Мозаичная эволюция и гетеробатмия. Концепция прерывистого равновесия. Эволюция экосистем. Время возникновения жизни.

Антропология и эволюция человека. Первые ископаемые гоминиды. Евгеника и генетика. Позитивная и негативная селекции человека. Открытия Д. Джохансона, Л., М., Р. и Д. Лики и концепции происхождения человека. Современная филогения гоминид. Данные молекулярной биологии, сравнительной биохимии и этологии о филогенетической близости человека с человекообразными обезьянами. Человек как уникальный биологический вид. Проблема расообразования. Генетика популяции человека. Биосоциология и эволюция морали. Проблема эволюции современного человека.

## **5. Форма промежуточной аттестации: кандидатский экзамен.**

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Иностранный язык»**

1. Дисциплина «Иностранный язык» является обязательной для освоения и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по дисциплине «Иностранный язык».
2. Целью освоения дисциплины «Иностранный язык» является формирование у аспирантов необходимого для сдачи кандидатского экзамена уровня знаний, умений и навыков в области чтения, говорения, аудирования, перевода, аннотирования, реферирования и письма.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.
4. Содержание дисциплины:

### **1. Виды речевой коммуникации**

**1.1. Говорение.** Аспирант должен владеть подготовленной, а также неподготовленной монологической речью, уметь делать резюме, сообщения, доклад на иностранном языке; диалогической речью в ситуациях научного, профессионального и бытового общения в пределах изученного языкового материала и в соответствии с избранной специальностью.

**1.2. Аудирование.** Аспирант должен уметь понимать на слух оригинальную монологическую и диалогическую речь по специальности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые страноведческие и профессиональные знания, навыки языковой и контекстуальной догадки.

**1.3. Чтение.** Аспирант должен уметь читать, понимать и использовать в своей научной работе оригинальную научную литературу по специальности, опираясь на изученный языковой материал, фоновые страноведческие и профессиональные знания и навыки языковой и контекстуальной догадки. Владеть всеми видами чтения (изучающее, ознакомительное, поисковое и просмотровое).

**1.4. Письмо.** Аспирант должен владеть умениями письма в пределах изученного языкового материала, в частности уметь составить план (конспект) прочитанного, изложить содержание прочитанного в форме резюме; написать сообщение или доклад по темам проводимого исследования.

### **2. Языковой материал**

#### **2.1. Виды речевых действий и приемы ведения общения**

При отборе конкретного языкового материала необходимо руководствоваться следующими функциональными категориями:

*Передача фактуальной информации:* средства оформления повествования, описания, рассуждения, уточнения, коррекции услышанного или прочитанного, определения темы сообщения, доклада и т.д.

*Передача эмоциональной оценки сообщения:* средства выражения одобрения/неодобрения, удивления, восхищения, предпочтения и т.д.

*Передача интеллектуальных отношений:* средства выражения согласия/несогласия, способности/неспособности сделать что-либо, выяснение возможности/невозможности сделать что-либо, уверенности/неуверенности говорящего в сообщаемых им фактах.

*Структурирование дискурса:* оформление введения в тему, развитие темы, смена темы, подведение итогов сообщения, инициирование и завершение разговора, приветствие, выражение благодарности, разочарования и т.д.;

владение основными формулами этикета при ведении диалога, научной дискуссии, при построении сообщения и т.д.

#### **2.2. Фонетика**

Интонационное оформление предложения: словесное, фразовое и логическое ударения, мелодия, паузация; фонологические противопоставления, релевантные для изучаемого языка: долгота/краткость, закрытость/открытость гласных звуков, звонкость/глухость конечных согласных и т.п.

### **2.3. Лексика**

Лексический запас сдающего кандидатский экзамен должен составить не менее 5500 лексических единиц с учетом вузовского минимума и потенциального словаря, включая примерно 500 терминов профилирующей специальности.

### **2.4. Грамматика**

#### Английский язык

Порядок слов простого предложения. Сложное предложение: сложносочиненное и сложноподчиненное предложения. Союзы и относительные местоимения. Эллиптические предложения. Бессоюзные придаточные. Употребление личных форм глагола в активном и пассивном залогах. Согласование времен. Функции инфинитива: инфинитив в функции подлежащего, определения, обстоятельства. Синтаксические конструкции: оборот «дополнение с инфинитивом» (объектный падеж с инфинитивом); оборот «подлежащее с инфинитивом» (именительный падеж с инфинитивом); инфинитив в функции вводного члена; инфинитив в составном именном сказуемом (*be + инф.*) и в составном модальном сказуемом; (оборот «*for + smb. To do smth.*»), Сослагательное наклонение. Модальные глаголы. Модальные глаголы с простым и перфектным инфинитивом. Атрибутивные комплексы (цепочки существительных). Эмфатические (в том числе инверсионные) конструкции в форме *Continuous* или пассива; инвертированное придаточное уступительное или причины; двойное отрицание. Местоимения, слова-заместители (*that (of), those (of), this, these, do, one, ones*), сложные и парные союзы, сравнительно-сопоставительные обороты (*as...as, not so...as, the...the*).

#### Французский язык

Порядок слов простого предложения. Сложное предложение: сложносочиненное и сложноподчиненное предложения. Союзы. Употребление личных форм глаголов в активном залоге. Согласование времен. Пассивная форма глагола. Возвратные глаголы в значении пассивной формы. Безличные конструкции. Конструкции с инфинитивом: *avoir à + infinitif, être à + infinitif, laisser + infinitif, faire + infinitif*. Неличные формы глагола: инфинитив настоящего и прошедшего времени; инфинитив, употребляемый с предлогами; инфинитивный оборот. Причастие настоящего времени; причастие прошедшего времени; деепричастие; сложное причастие прошедшего времени. Абсолютный причастный оборот. Условное наклонение. Сослагательное наклонение. Степени сравнения прилагательных и наречий. Местоимения: личные, относительные, указательные; местоимение среднего рода *le*, местоимения-наречия *en* и *y*.

#### Немецкий язык

Простые распространенные, сложносочиненные и сложноподчиненные предложения. Рамочная конструкция и отступления от нее. Место и порядок слов придаточных предложений. Союзы и корреляты. Бессоюзные придаточные предложения. Распространенное определение. Причастие I с *zu* в функции определения. Приложение. Степени сравнения прилагательных. Указательные местоимения в функции замены существительного. Однородные члены предложения разного типа. Инфинитивные и причастные обороты в различных функциях. Модальные конструкции *sein* и *haben + zu + infinitiv*. Модальные глаголы с инфинитивом I и II актива и пассива. Конъюнктив и кондиционалис в различных типах предложений. Футурум I и II в модальном значении. Модальные слова. Функции пассива и конструкции *sein + Partizip II* (статива). Трехчленный, двучленный и одночленный (безличный пассив). Сочетания с послелогоми, предлогами с уточнителями. Многозначность и синонимия союзов, предлогов, местоимений, местоименных наречий и т.д. Коммуникативное членение предложения и способы его выражения.

## **5. Форма промежуточной аттестации: кандидатский экзамен.**

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Специальная дисциплина в соответствии с темой диссертации  
на соискание ученой степени кандидата наук  
по научной специальности 1.5.21 Физиология и биохимия растений»**

1. Дисциплина является обязательной для освоения и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.5.21 Физиология и биохимия растений по отрасли наук: биологические.
2. Целью освоения дисциплины является усвоение аспирантами знаний о природе физиологических процессов растительного организма; изучение механизмов регуляции и основных закономерностей взаимодействия растительного организма с окружающей средой; формирование у аспирантов научного представления об эволюции функций и роли растений в биосфере.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 часов.
4. Содержание дисциплины:

### **1. Общие вопросы**

Объекты биохимии и физиологии растений – эукариотические фототрофные организмы. Уникальные особенности растительного организма: фото- и автотрофность. Автотрофность в отношении усвоения минеральных элементов. Специфика обмена зеленых растений по сравнению с другими организмами. Космическая роль зеленого растения. Значение фотоавтотрофов в создании и поддержании газового состава атмосферы, водного, почвенного и климатического режима на планете.

Организация и координация функциональных систем зеленого растения. Физико-химический, экологический и эволюционный аспекты.

Методологические основы исследований в биохимии и физиологии растений. Специфические методы биохимии и физиологии растений. Сочетание различных уровней исследования (субклеточный, клеточный, организменный, биоценотический) в биохимии и физиологии растений.

Физиология и биохимия растений – теоретическая основа растениеводства и новых отраслей биотехнологии.

### **2. Основные компоненты растительного организма и их функции**

#### **2.1. Углеводы.**

Особенности состава и метаболизма углеводов растений. Моносахариды, их структура и взаимопревращения, основные представители. Моносахара, как субстраты для синтеза других веществ. Фосфорные эфиры сахарозы и нуклеозиддифосфаты - активированные формы углеводов. Взаимопревращения моносахаридов, эпимеризация, альдо-кето-изомеризация, фосфому-тазные реакции. Транскетолазные и трансальдолазные реакции. Олигосахариды, их состав, структура, основные представители. Сахароза; локализация ее синтеза и функции. Полисахариды: состав, типы связей, ветвление. Полисахариды запасные и структурные. Структура крахмала и его деградация. Образование крахмальных зерен в запасяющих органах.

#### **2.2. Липиды.**

Общие свойства липидов, классификация, номенклатура. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты: классификация, синтез, катаболизм и функции. Особенности строения ненасыщенных жирных кислот растений. Редкие жирные кислоты. Триглицериды и их функции. Полярные липиды: фосфо- и гликолипиды, их роль в обмене. Стероиды. Особенности растительных стероидов, фитостерины. Гликозиды, ацилгликозиды, эфиры стеринов. Биологические мембраны, специфика различных мембран растительной клетки.

### 2.3. Аминокислоты и белки.

Структура и ионные свойства аминокислот. Протеиногенные аминокислоты. Аминосоединения, синтезируемые первично из минерального азота и синтез аминокислот. Реакции переаминирования. Ключевая роль глутаминовой кислоты в метаболизме аминокислот. Семейства аминокислот, которые происходят из пирувата, оксалоацетата, 2-оксоглутарата, шикимата и продуктов цикла Кальвина. Функции свободных аминокислот и аминокислот в составе белковых молекул. Реакции дезаминирования и декарбоксилирования аминокислот. Аминокислоты как субстраты синтеза других азотсодержащих соединений. Небелковые аминокислоты растений.

Первичная структура молекулы полипептида (пептидная связь. С- и N- конец полипептида). Фибриллярные и глобулярные белки. Ионные свойства полипептидов: рКа ионогенных групп, изоэлектрическая точка. Элементы вторичной структуры белков — а-спираль и р-структура. Третичная и четвертичная структура белков. Дисульфидные и водородные связи, ионные и гидрофобные взаимодействия. Роль отдельных аминокислот в образовании и поддержании пространственной структуры белковой молекулы. Белковые комплексы. Понятие субъединицы. Функциональная классификация белков.

### 2.4. Нуклеотиды и нуклеиновые кислоты.

Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды: структура, синтез, функции. Нуклеозидполифосфаты. Циклические нуклеотиды и их роль. Нуклеотидные коферменты и переносчики соединений, их основные типы и биологическое значение.

Нуклеиновые кислоты: первичная структура, нуклеотидный состав. Вторичная и третичная структура ДНК. Структура РНК. Типы РНК (информационная, транспортная, рибосомальная).

### 2.5. Вещества специализированного обмена растений (вторичные метаболиты).

Особенности соединений, которые относят к вторичным метаболитам. Основные классы вторичных метаболитов: строение, классификация и распространение.

*Алкалоиды*: протоалкалоиды, псевдоалкалоиды, истинные алкалоиды. Основные группы истинных алкалоидов.

*Изопреноиды* (терпеноиды). Основные группы изопреноидов (моно-, сескви-, ди- три- и тетратерпеноиды, полимерные изопреноиды). Каротиноиды: химическая природа и строение, физико-химические свойства.

*Фенольные соединения*. Основные группы фенольных соединений (фенолоксикислоты, фенолпропаноиды, стильбены, флавоноиды и изофлавоноиды, полимерные фенольные соединения).

*Минорные классы вторичных метаболитов*. Небелковые аминокислоты, цианогенные гликозиды, серусодержащие гликозиды (глюкозинолаты), растительные амины, необычные липиды (жирные кислоты, цианолипиды), беталины, полиацетиленовые производные, алкамиды, тиофены. Основные представители вторичных соединений каждого класса и их распространение среди растений разных видов.

*Пути биосинтеза* основных классов вторичных метаболитов. Предшественники биосинтеза вторичных метаболитов. Точки "ответвления" вторичного метаболизма от первичного. Модификации вторичных метаболитов (гликозилирование, гидроксילирование, метоксилирование, метилирование). Энзимология синтеза вторичных метаболитов. Основные ферменты биосинтеза алкалоидов, изопреноидов, фенольных соединений, их характеристика. Дублирование путей синтеза вторичных метаболитов. Немевалонатный путь синтеза изопреноидов, его локализация и значение.

### 2.7. Ферменты и механизмы их действия.

Характеристика ферментов как высокоспециализированных белковых катализаторов. Алифатическая и простетическая части фермента. Кофакторы ферментной реакции. Энергетическая основа катализа: активный центр фермента. Специфичность действия ферментов. Ферментная кинетика. Фермент-субстратный комплекс. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Величины  $K_m$  и  $V_{max}$ , их биологический смысл. Ингибирование ферментов. Действие рН и температуры на скорость ферментной реакции. Конкурентное, неконкурентное и

необратимое ингибирование. Механизмы регуляции ферментной активности. Регуляция по принципу обратной связи: активация и ингибирование. Аллостерическая регуляция. Индукция и репрессия синтеза. Изозимы и конформеры. Регулирование с участием протеинкиназ.

### 3. Растительная клетка

Особенности строения, структурная и функциональная организация растительной клетки. Симбиогенная гипотеза возникновения растительной клетки.

*Ядро.* Особенности организации ядерного генома растений. Структура генома, полиморфизм растительной ДНК. Копийность разных генов и участков ДНК. Особенности метилирования растительной ДНК и его влияние на экспрессию ядерных генов. Мобильные генетические элементы растений (транспозоны). Ретротранспозоны и ДНК-транспозоны. As и Ds - элементы.

*Пластидная система.* Типы пластид, особенности строения, онтогенез. Геном пластид. Прокариотические черты и копияность пластидного генома. Полицистронный тип репликации пластидных генов. Мозаичная структура пластидных генов. Созревание пластидной РНК, сплайсинг и редактирование транскриптов. Стабильность пластидной РНК. Белки, кодируемые пластидным геномом. Синтез белка в пластидах и его регуляция светом. РНК-полимеразы пластид, пластидные рибосомы. Двойное кодирование (ядерное и пластидное) большинства компонентов фотосинтетического аппарата: ФС1, ФСП,  $b_6f$ - комплекса, ССК, АТФ-синтазы, пластидной НАД-Н-дегидрогеназы, Rubisco. Транспорт ядерно-кодируемых белков в пластиды. Размножение и наследование пластид.

*Митохондрии растений.* Особенности строения митохондрий растений. Особенности структуры митохондриального генома растений. Прокариотические черты и размер митохондриального генома растений. Мозаичная структура митохондриальных генов, сплайсинг и редактирование транскриптов. Белки, кодируемые митохондриальным геномом. Особенности синтеза белка в митохондриях, рибосомы митохондрий, транспорт белков и некоторых т-РНК из ядра в митохондрию. Двойное кодирование (ядерное и пластидное) большинства белков дыхательной ЭТЦ: НАД-Н-дегидрогеназы, сукцинат-дегидрогеназы,  $b_c$ -комплекса, цитохром-оксидазы, АТФ-синтазы.

Перенос генетического материала между органеллами. Совместная работа трех геномов.

*Мембранные системы растительной клетки.* Плазмалемма, тонопласт, ЭПР, аппарат Гольджи.

Особенности строения плазмалеммы. Транспортные системы плазмалеммы, протонная энергетика транспортных систем,  $H^+$ -АТФаза Р-типа.

Особенности строения тонопласта. Транспортные системы тонопласта.  $H^+$ -АТФаза V-типа, пирофосфатаза.

Эндоплазматический ретикулум (ЭР) растительной клетки. Шероховатый и гладкий ЭР. Различные функциональные участки растительного ЭПР. Сигнальные последовательности белков, транспортируемых в ЭПР. KDEL-последовательность. Функции ЭПР.

Аппарат Гольджи (АГ). Структура АГ. Транспортные везикулы, диктиосомы, пузырьки. Два основных направления транспорта - плазмалемма и вакуоль. Основные транспортируемые вещества.

*Вакуоль.* Литический и запасающий типы вакуолей. Белковые маркеры типов вакуолей. Сигнальные последовательности белков, транспортируемых в вакуоль. Возникновение вакуолей *de novo*. Транспорт веществ в запасающие и литические вакуоли (слияние везикул, автофагия везикул). Сигнальные последовательности транспорта белков в вакуоль. Функции вакуолярной системы клетки.

*Цитоскелет растительной клетки.* Структура цитоскелета. Актин и тубулин, их полимеризация и деполимеризация, G-актин и F-актин. Белки, ассоциированные с цитоскелетом. Участие актиновых филаментов во внутриклеточных движениях. Участие цитоскелета в движении и закреплении органелл. Роль цитоскелета в синтезе целлюлозы. Участие цитоскелета в процессе деления клетки,

*Клеточная стенка (КС).* Углеводные компоненты клеточной стенки. Целлюлоза, гемицеллюлозы, пектины. Каллоза. Структурные белки клеточной стенки: белки, обогащенные

гидроксипролином (HRGPs), пролином (PRPs), глицином (GRPs), арабиногалактановые белки (AGPs). Функциональные белки КС: экспансины, ферменты.

Первичная и вторичная клеточная стенка. Лигнины, воска, кутин, суберин. Плазмодесмы (ПД), их строение. Количество плазмодесм на разных участках клеточной стенки и в разных тканях. Транспорт веществ по плазмодесмам. Два типа строения клеточной стенки у покрытосеменных растений. Образование клеточной стенки. Биосинтез микрофибрилл целлюлозы и их самосборка. Роль аппарата Гольджи в биосинтезе элементов матрикса. Функции КС: каркасная, защитная, транспортная, регуляторная, сигнальная. Олигосахариды.

*Онтогенез клетки растения.* Стадии онтогенеза: деление клетки, рост клетки растяжением, дифференцировка, старение и смерть. Клеточный (митотический) цикл. Фазы цикла - G1, S, G2, M. Запуск и регулирование клеточного цикла. Циклины, циклин-зависимые протеинкиназы (CDKs). Апоптоз растительных клеток - программная гибель клетки. Сигналы и механизмы апоптоза.

*Клетки растений in vitro.* Дедифференциация растительной клетки *in vitro* и формирование популяции пролиферирующих клеток. Структурные и функциональные особенности клеток растений *in vitro*. Гетерогенность и асинхронность популяции клеток растений вне организма. Изолированные протопласты клеток растений. Использование клеток растений *in vitro* как модельной системы в физиологических исследованиях и в биотехнологии.

#### **4. Биоэнергетика растительного организма**

*Принципы термодинамики.* Законы химической термодинамики. Свободная энергия; изменение стандартной свободной энергии ( $\Delta G^\circ$ ). Эндергонические и экзергонические реакции. Химическое равновесие, химический потенциал. Выражение изменения свободной энергии редокс-реакции в единицах электрохимического стандартного окислительно-восстановительного потенциала.

*Преобразование энергии в клетке.* Внешние источники энергии для организмов. Две основные формы запасаения энергии в клетке: электрохимический потенциал протонов на энергизованных мембранах и макроэргические связи, взаимопревращение этих форм энергии. Энергетика процессов синтеза и гидролиза АТФ. Трансформация энергии на сопрягающих мембранах: электрохимический потенциал - движущая сила фосфорилирования. Уникальность энергетических процессов растений: фотосинтез и дыхание.

##### **4.1. Фотосинтез.**

Значение фотосинтеза в трансформации вещества и энергии в природе. Физико-химическая сущность процесса фотосинтеза и его значение в энергетическом и пластическом обмене растения. Лист как орган фотосинтеза. Структурно-функциональная организация фотосинтетического аппарата. Основные показатели мезоструктуры листа.

Элементы структуры молекулы хлорофилла, ответственные за функцию поглощения, запасаения и преобразования энергии в процессе фотосинтеза. Механизм поглощения и испускания света молекулой; спектры поглощения. Электронно-возбужденные состояния хлорофиллов, пути их дезактивации. Преобразования электромагнитной энергии в редокс-энергию; обратимые окислительно-восстановительные превращения хлорофиллов.

Хлорофилл-белковые комплексы (ХБК); механизмы образования, значение связи пигментов с белком. Ориентация пигментов в ХБК. Механизмы энергетического взаимодействия пигментов в комплексах (экситонное взаимодействие) и между комплексами (переходные состояния).

Роль каротиноидов в фотосинтезе. Антенная функция, возбужденные состояния каротиноидов, механизмы миграции энергии на хлорофилл. Механизм защитного действия каротиноидов. Функции каротиноидов в реакционном центре, специфика цис-конформации. Значение ксантофилловых циклов у высших растений и водорослей; фотопротекторная функция зеаксантина и диазоксантина.

Первичные процессы фотосинтеза, их структурно-функциональная организация. Представление о фотосинтетической единице. Антенный комплекс, реакционный центр. Механизмы миграции энергии в хлоропластах. Современные модели структурной организации

реакционных центров бактерий и высших растений. Механизм преобразования электромагнитной энергии в энергию разделенных зарядов в фотохимических центрах.

Электрон-транспортная цепь фотосинтеза. Представления о совместном функционировании двух фотосистем. Компоненты ЭТЦ и последовательность переноса электрона по цепи (Z-схема). Циклический, нециклический и псевдоциклический электронный транспорт. Пространственная организация ЭТЦ в тилакоидной мембране: основные функциональные комплексы ЭТЦ (ФС-1, ФС-2), их структура и функции. Строение и функции ФС-2. Организация в тилакоидной мембране и функционирование реакционного центра ФС-2. Система фотоллиза воды и образования кислорода при фотосинтезе. Строение и функции ФС-1. Образование трансмембранного протонного градиента в процессе электронного транспорта. Структура и функции цитохром  $b_6/f$  комплекса, Q - цикл. Регуляция потоков электронов при фотосинтезе. Фотосинтетический контроль. Локализация ЭТЦ комплексов в гранальных и стромальных мембранах тилакоидов. Системы регуляции циклического и нециклического электронного транспорта. Образование при фотосинтезе активных форм кислорода. Процессы фотоингибирования и фотодеструкции; защитные механизмы хлоропластов.

Фотосинтетическое фосфорилирование. Основные типы, их физиологическое значение, механизмы регуляции. Механизмы энергетического сопряжения транспорта электронов и синтеза АТФ. Сопрягающие факторы фотофосфорилирования, их функции, структура, механизм действия. Механизм работы каталитических центров CF<sub>1</sub>.

Регуляция потоков электронов при фотосинтезе. Фотосинтетический контроль. Локализация комплексов ЭТЦ в гранальных и стромальных мембранах тилакоидов. Система регуляции циклического и нециклического электронного транспорта. Конечные продукты световой и темновой фазы фотосинтеза.

Химизм процессов ассимиляции углерода в фотосинтезе. Использование продуктов световой стадии для ассимиляции углекислоты. Рубиско: содержание фермента, структура, функции, регуляция. Цикл Кальвина, основные ферменты и механизмы регуляции цикла. Фотодыхание. ФЕП- карбоксилаза, ее характеристика и локализация. Цикл Хэтча-Слэка-Карпилова, его функциональное значение. Организация процесса ассимиляции в клетках мезофилла и обкладки: особенности строения хлоропластов и реакций фотосинтеза. Обмен соединениями между мезофильными клетками и клетками обкладки. Характеристика групп С<sub>4</sub> растений. Фотосинтез у САМ- растений: особенности организации процесса запасаения энергии и фиксации углекислоты во времени.

Транспорт продуктов фотосинтеза из хлоропласта: челночные системы выноса. Механизмы, контролирующие обмен метаболитами между хлоропластами и цитоплазматической фазой клетки. Превращения Сахаров в цитоплазме и цитозоле; запасные и транспортные формы Сахаров. Включение углерода в аминокислоты.

Ассимиляция углекислоты в листе. Действие внешних факторов (интенсивность и качество света, фотопериод, концентрация CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, температура и др.) на фотосинтез. Различия в кривых зависимости скорости ассимиляции от концентрации CO<sub>2</sub> и O<sub>2</sub> в газовой среде у С-3 и С-4 растений. Квантовый выход фотосинтеза. Транспорт CO<sub>2</sub> к местам фиксации, роль карбоангидразы. Устьичная и клеточная проводимость для CO<sub>2</sub> в зависимости от внешних факторов и возраста листа.

#### 4.2. Дыхание.

Ферментные системы дыхания. Характеристика отдельных групп дыхательных ферментов: пиридинзависимые дегидрогеназы, флавинзависимые дегидрогеназы, оксидазы. Переносчики электронов: хиноны, железосерные белки, цитохромы, их химическое строение и свойства.

Гликолиз. Основные ферменты синтеза и гидролиза сахарозы и крахмала. Ферментативные реакции и энергетический баланс гликолиза, компартментация процесса в клетках растений. Гликолиз и глюконеогенез. Особенности гликолиза у растений: АТФ-зависимая фосфофруктокиназа и пироглюкофосфатзависимая фосфофруктокиназа - регуляторные ферменты гликолиза. Фруктозо-2,6 фосфат - регуляторная молекула углеводного обмена в растениях.

Окислительный пентозофосфатный цикл. Ферментативные реакции и регуляция цикла. Компартиментация цикла в клетке и его роль в метаболизме растений.

Пируватдегидрогеназный комплекс: структура и регуляция.

Цикл трикарбоновых кислот. Ферментативные реакции и регуляция цикла. Роль маликэнзима в регуляции работы цикла. Энергетическая эффективность процесса. Особенности цикла трикарбоновых кислот в растениях.

Глиоксилатный цикл. Глиоксисомы и глиоксилатный цикл.

Дыхательная электронтранспортная цепь: основные компоненты, способы регистрации редокс- состояний. Структура и функции комплексов ЭТЦ дыхания: НАДН- дегидрогеназный комплекс. Сукцинатдегидрогеназный комплекс. Цитохром b/c комплекс. Цитохромоксидазный комплекс. Механизм образования трансмембранного протонного градиента в процессе электронного транспорта.

Особенности ЭТЦ дыхания растений. Альтернативные НАДН-дегидрогеназы - локализация в мембранах и функции. Альтернативная оксидаза: структура, функции, принципы регуляции. Альтернативный путь переноса электронов в дыхательной цепи растений и его физиологическое значение. Ингибиторы электронного транспорта и ингибиторный анализ при изучении дыхательной активности растительных митохондрий.

Окислительное фосфорилирование. Энергизация мембран при функционировании ЭТЦ дыхания. АТФ- синтаза митохондрий. Структура, локализация, пространственная организация. Современные представления о механизме синтеза АТФ.

Регуляция электронного транспорта в дыхательной цепи. Дыхательный контроль. Понятие о разобщителях. Энергетическая эффективность дыхания. Челночные системы выноса АТФ и транспорт метаболитов через мембраны митохондрий.

Функции дыхания у растений. Интермедиаты окислительных реакций как субстраты для синтеза новых соединений. Превращение органических кислот в митохондриях. Роль дыхания в создании и поддержании электрохимического потенциала на клеточных мембранах (плазмалемма, тонопласт, мембрана ЭР). Электронтранспортные цепи плазмалеммы, эндоплазматического ретикулума, митохондрий, их структура и функции.

Цитоплазматические оксидазы (аскорбатоксидаза, полифенолоксидазы, ксантинооксидазы, пероксидазы, каталазы). Их локализация, функции, вклад в общее поглощение кислорода растительной тканью. Изменения в интенсивности и путях дыхания в онтогенезе и при действии факторов среды.

## **5. Водообмен**

Количество потребляемой растением воды, содержание воды в клетках, тканях и органах. Молекулярная структура и физические свойства воды. Взаимодействие молекул воды и биополимеров, гидратация. Состояние воды в клетке. Вода, как структурный компонент растительной клетки, ее участие в биохимических реакциях.

Термодинамические показатели состояния воды: активность воды, химический и водный потенциал. Составляющие водного потенциала клетки: осмотический, матричный потенциал, потенциал давления. Градиент водного потенциала как движущая сила поступления и передвижения воды. Основные закономерности поглощения воды клеткой: взаимосвязь между изменениями водного потенциала клетки, водного потенциала раствора и водного потенциала давления. Аквапорины (белки водных каналов), их структура, принцип работы. Аквапорины плазмалеммы и тонопласта, их роль в поддержании водного баланса воды.

Транспорт воды по растению. Корень как основной орган поглощения воды. Механизм радиального транспорта воды в корне. Роль ризодермы и эндодермы в этом процессе. Поступление воды в сосуды ксилемы. Ксилема — основная транспортная магистраль движения водного тока в системе «почва – растение – атмосфера». Характеристика «нижнего» и «верхнего» двигателей водного тока. Корневое давление.

Выделение воды растением. Гуттация, «плач» растений. Транспирация и ее роль в жизни растений. Количественные показатели транспирации: интенсивность, продуктивность, транспирационный коэффициент. Устьичная и кутикулярная транспирация. Строение устьиц у двудольных и однодольных растений, механизм устьичных движений. Влияние внешних

факторов (свет, температура, влажность воздуха, почвы) на интенсивность транспирации. Суточные колебания транспирации. Регуляторная роль устьиц в водо- и газообмене.

Экология водообмена растений. Особенности водообмена у растений разных экологических групп (ксерофитов, мезофитов, гигрофитов, галофитов).

## **6. Минеральное питание**

Потребность растений в элементах минерального питания. Содержание и соотношение минеральных элементов в почве и растениях, концентрирование элементов в тканях растения. Функциональная классификация элементов минерального питания.

Корень как орган поглощения минеральных элементов, специфических синтезов с их участием и транспорта. Рост корня как основа поступления элементов минерального питания. Значение зон роста корня в этом процессе. Система взаимодействия “корень - почва”. Роль микоризы.

Поглощение ионов и их передвижение в корне. Клеточная стенка как фаза для движения ионов. Понятие свободного пространства (СП): водное и доннановское СП, оценка их размеров. Механизмы поступления ионов в СП и значение этого этапа поглощения.

Транспорт ионов через мембраны; движущие силы переноса ионов. Пассивный и активный транспорт ионов. Уравнение Нернста.

Градиент электрохимического потенциала ионов водорода - энергетическая основа активного переноса ионов через плазмалемму. Различия энергетики активного транспорта ионов растительной и животной клеток. Н-АТФаза плазмалеммы, ее структура, функционирование и регулирование. 14-3-3 белки. Другие ионные насосы, действующие на плазмалемме. Вторичный активный транспорт ионов. Белки-переносчики ионов (портеры). Кинетический подход и теория переносчиков. Уравнения Михаэлиса-Ментен; использование  $V_{max}$  и  $K_m$  для характеристики транспортных систем. Ионные каналы растений; общая характеристика их структуры, функционирования и регуляции.

Особенности транспортных систем мембран вакуоли и ЭР. Н-АТФаза V-типа, пирофосфатаза.

Модели поступления ионов в корень, транспорт минеральных веществ в ксилему. Апопластный и симпластный путь. Роль плазмодесм и ЭР. Взаимодействие и регуляция систем транспорта ионов из среды в корень и загрузки ксилемы. Специфика радиального транспорта минеральных элементов. Синтетическая функция корня. Связь поступления и превращения ионов с процессами дыхания. Регуляция поступления ионов на уровне целого растения.

### **6.1. Роль макроэлементов.**

*Азот.* Особенности азотного обмена растений. Источники азота для растений. Минеральные формы азота, используемые растениями. Физиологические особенности поступления и включения в обмен аммиачного и нитратного азота. Характеристика систем транспорта нитрата и аммония. Видовая специфика усвоения разных форм азота

Симбиотическая фиксация молекулярного азота: механизмы восстановления, источники энергии и восстановители. Характеристика и функционирование нитрогеназы.

Восстановление нитратов растениями. Нитрат- и нитритредуктаза: структура ферментов, локализация, регуляция активности и синтеза. Конститутивная и индуцибельная нитрогеназа. Этапы восстановления окисленного азота и их регуляция в клетке *in vivo*.

Альтернативные пути усвоения аммонийного азота; локализация реакций в клетке и характеристика ферментов (глутаматдегидрогеназы, глутаминсинтеказы, глутаматсинтазы). Ассимиляция азота в хлоропласте, связь с фотосинтезом. Пути усвоения восстановленного азота у бобовых. Уреиды.

Запасные и транспортные формы минерального и органического азота в зависимости от источника азотного питания. Накопление нитрата в тканях и его пулы. Круговорот азота по растению, реутилизация азота.

*Сера.* Поступление серы в растение, реакции восстановления и ассимиляции; аденозинфосфосульфат (АФС) фосфоаденозинфосфосульфат (ФАФС). Основные соединения серы в клетке, участие в окислительно- восстановительных реакциях. Глутатион,

тиоферредоксин, фитохелатины, их функции у растений. Органические соединения окисленной серы.

*Фосфор.* Формы минерального фосфора в тканях, их содержание и функции. Особенности поступления фосфора и транспорта его соединений в растении. Формы минерального фосфора в тканях, их функции. Основные фосфорсодержащие компоненты клетки, их роль. Запасные формы фосфора. Компартиментация соединений фосфора. Роль фосфора в регулировании активности ферментов.

*Калий.* Содержание и распределение калия в клетке, тканях и органах растения; его циркуляция и реутилизация, характеристика систем транспорта  $K^+$  их функции в растении. Роль  $K^+$  в поддержании потенциала на мембранах. Калий и гомеостаз внутриклеточной и тканевой среды (ионный баланс, рН, осморегуляция, гидратация и конформация макромолекул). Роль калия в регуляции ферментных систем.

*Кальций.* Накопление, формы соединений, особенности поступления и перемещения  $Ca^{2+}$  по растению. Концентрация и распределение  $Ca^{2+}$  в структурах клетки. Сигнальная роль  $Ca^{2+}$ . Характеристика мембранных систем транспорта  $Ca^{2+}$ , особенности их регуляции и роль в формировании  $Ca^{2+}$ -сигнала. Структурная роль кальция в клеточной стенке.

*Магний.* Содержание и соединения магния в тканях растений. Запасные формы  $Mg^{2+}$ , его реутилизация и перераспределение в растении. Значение связи  $Mg^{2+}$  с аденозинфосфатами и фосфорилированными сахарами. Функции магния в фотосинтезе. Магний как активатор ферментных систем; роль в синтезе аминоксил-тРНК и в функционировании рибосом.

## 6.2. Микроэлементы.

Свойства тяжелых металлов, определяющие их роль в ЭТЦ фотосинтеза и дыхания и других редокс-реакциях.

*Железо:* доступность в почве, валентность поглощаемой формы, роль микоризы. Особенности поступления железа у двудольных и однодольных растений. Соединения железа; распределение по компартментам клетки и в растении. Комплексы железа в белках редокс-цепей и других ферментах.

*Медь:* Содержание и распределение в клетке и тканях. Участие в окислительно-восстановительных процессах дыхания и фотосинтеза. Функции цитозольных оксидаз (аскорбат-, фенол- и диаминоксидаз).

*Марганец:* Активируемые им ферментные системы, его специфичность, как кофактора. Роль  $Mn^{2+}$  в функционировании ФС-2.

*Молибден:* Потребность в элементе; его значение для процессов утилизации азота среды. Моноперин и функционирование нитрогеназы и нитратредуктазы.

*Цинк:* Структурная роль в поддержании ферментной активности и при синтезе белка. Zn-содержащие ферменты: карбоангидраза, супероксиддисмутаза (СОД).

*Бор:* компартиментация в клетке; формы соединений. Механизмы участия в регуляции физиологических процессов и метаболизма. Структурная роль в клеточной стенке.

Нарушения в метаболизме растений при недостатке микроэлементов.

Функции «полезных» элементов: натрий, хлор, кремний, кобальт.

## 7. Дальний транспорт и круговорот веществ в растении

Транслокация веществ из листьев в другие органы: флоэмные ситовидные элементы. Состав транслоцируемых веществ (сахара, аминокислоты, гормоны, неорганические ионы и др.). Передвижение фотоассимилятов из мезофилла к сосудам флоэмы по апопласту и симпласту. Механизмы загрузки флоэмы из апопласта и симпласта. Роль сопровождающих клеток. Тип загрузки флоэмы у растений различных систематических групп и ее зависимость от климатических условий. Механизм передвижения веществ по флоэме. Модель потока воды под давлением. Поры ситовидной пластинки как открытые каналы. Скорость передвижения веществ по флоэме; их выгрузка из ситовидных элементов. Восходящий транспорт веществ по ксилеме. Состав ксилемного эксудата. Взаимосвязь транспорта воды и растворенных веществ по ксилеме. Скорости транспорта воды и отдельных веществ. Взаимодействие флоэмных и ксилемных потоков азотистых веществ и ионов. Круговорот и реутилизация минеральных веществ в растении. Функциональная роль этих физиологических процессов.

## 8. Рост и развитие растений

Определение понятий «рост» и «развитие» растений. Проблема роста и развития на организменном, органном, клеточном и молекулярном уровнях. Существование организма как развертывание во времени генетической программы; воздействие внешних факторов.

Общие закономерности роста. Показатели роста, S-образный характер кривой роста, его фазы. Компоненты «классического» анализа роста и математический анализ процесса. Типы роста у растений. Организация меристем корня и стебля. Рост и деятельность меристем. Клеточные основы роста. Рост растений и среда. Влияние температуры, света, воды, газового состава атмосферы, элементов минерального питания на ростовые процессы.

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

Механизмы морфогенеза растений. Полярность. Индукция генетических программ, морфогенетические градиенты и ориентация клеток в пространстве. Целостность и коррелятивное взаимодействие органов. Регенерация.

Гормональная регуляция роста и развития растений.

*Ауксины.* Биосинтез, образование конъюгатов, деградация ауксинов. Активный транспорт ауксинов в растениях. Физиологические ответы на ауксины: аттрагирующий эффект, растяжение клеток и тропизмы, дифференцировка клеток под действием ауксинов, апикальное доминирование, активизация делений клеток камбия, ризогенез. Ауксин как гормон стеблевого апекса.

*Цитокинины.* Биосинтез, образование конъюгатов, деградация цитокининов. Физиологическое действие: аттрагирующий эффект, стимуляция клеточных делений, дифференцировка под действием цитокининов, снятие апикального доминирования с боковых почек. Цитокинин как гормон корневого апекса.

Взаимодействие ауксинов и цитокининов. Понятие об антагонизме и синергизме. Гормональный баланс в растении. Культура *in vitro* как модель для изучения гормонального баланса. Поддержание гормонального баланса за счет регенерации точек синтеза ауксинов и цитокининов. Бактерии, использующие нарушение гормонального баланса между ауксинами и цито-кининами (*Agrobacterium tumefaciens*, *A. rhizogenes*).

*Гиббереллины.* Пути биосинтеза и многообразие гиббереллинов. Образование конъюгатов и деградация. Физиологическое действие гиббереллинов: растяжение клеток и активизация интеркалярных меристем, образование цветоносов, прерывание покоя и стимуляция ростовых процессов. Эндогенный уровень гиббереллинов и длина дня. Гиббереллины как гормоны листьев. Карликовость, вызванная нарушениями синтеза гиббереллинов. Взаимодействие с другими гормонами.

*Абсцизовая кислота.* Пути биосинтеза АБК в растениях и в грибах, ее метаболизм. Физиологическое действие: остановка роста, подготовка к состоянию покоя. Активизация синтеза запасных веществ. АБК как гормон абиотического стресса. Стратегия ответа на засуху, понижение температуры, засоление. Роль АБК в индукции защитных процессов (синтез осмопротекторов, полиаминов, белков-шапиронинов; закрывание устьиц; листопад, вызванный дефицитом воды; созревание сухих плодов и семян). Взаимодействие АБК и гиббереллинов в процессах регуляции покоя.

*Этилен.* Биосинтез этилена. Специфика этилена как газообразного гормона. Физиологическое действие: тройной ответ проростков на этилен. Этилен как гормон механического и биотического стресса. Ситуации биомеханического воздействия: повреждение насекомыми и крупными травоядными, фитопатогенными грибами. Стратегия ответа на биотический стресс. Созревание сочных плодов и листопад в умеренных широтах как подготовка к механическому стрессу. Роль этилена как «гормона тревоги» в биоценозах. Взаимодействие этилена с ауксинами и другими гормонами. Мутации, повреждающие биосинтез этилена или его рецепцию.

*Регуляторы роста растений.* Брассиностероиды: биосинтез, многообразие. Физиологические эффекты: растяжение клеток, роль в дифференцировке мезофилла. Жасмоновая кислота. Биосинтез и физиологические эффекты. Место жасмонатов в регуляции ответа. Сходство ответов на жасмонат и на АБК. Салицилат и другие фенольные соединения. Возможная роль в регуляции термогенеза, ответа на вирусную инфекцию, цветении. Взаимодействие с другими гормонами. Олигосахарины.

*Фоторегуляция у растений.* Основные принципы фоторецепции. Отличие фоторецепторных комплексов от энергопреобразующих. Физиологически важные области спектра: красная и синяя. Фитохром и криптохром.

Фитохромная система. Спектральные свойства молекулы. Этапы превращения  $Ph_r$  -  $Ph_{fr}$ : изменения в структуре хромофора и апопротеина. Гены, кодирующие биосинтез. Фитохром А и В: сходства и отличия. Физиологические реакции, опосредованные фитохромной системой: светозависимое прорастание, деэтиоляция, синдром избегания тени. К/ДК-обратимость. Фитохром как «входные ворота» для фотопериодического сигнала.

Структура криптохромов. Использование мутантов для исследования криптохрома. Ответы на синий свет: разгибание апикальной петельки проростков, фототропизмы, устьичные движения.

Системы регуляции физиологических процессов.

*Сеть путей передачи сигнала в клетке.* Восприятие воздействий и сигнальных молекул. Рецепторы стимулов и гормонов, их локализация. Роль плазмалеммы. Передача сигнала. Взаимодействие рецепторов с посредниками, передающими сигнал. Вторичные посредники передачи сигнала (фосфолипаза  $C^{2+}$ , цАМФ, инозитол-3-фосфат и др.). Участие кальция в передаче сигнала. Роль кальмодулина и  $Ca^{2+}$ -САМ комплекса в формировании ответной реакции. Протеинкиназы, значение реакции фосфорилирования/ дефосфорилирования в регуляции активности ферментов. Специфика передачи и формирования ответа на определенный стимул.

*Фотопериодизм.* Феноменология фотопериодизма: цветение и группы фотопериодических растений, регуляция листопада, образования почек, перехода к состоянию покоя. Восприятие длины дня: эффект прерывания ночи, фитохром, внутренние часы. Гормональная теория цветения Чайлахяна. Изменения гормонального баланса, приводящие к физиологическому ответу на фотопериод. Регуляция развития климатическими факторами.

Внутренние ритмы развития растений. Периодические явления в ритмах органогенеза и роста растений. Циркадные ритмы, механизм их образования. Настройка циркадных ритмов фотопериодом. Пластохрон. Корректировка внутренних ритмов развития внешними климатическими факторами: засухой, понижениями температуры. Глубокий (физиологический) покой и вынужденный покой. Температура и развитие растений. Явления стратификации и яровизации как экологическая адаптация. Гормональная теория вернализации растений. Прерывание глубокого покоя пониженными температурами: прорастание семян, выход почек из состояния покоя, цветение.

Эмбриональное развитие. Развитие зародыша у двудольных растений в норме. Использование мутантов для изучения механизмов развития зародыша Мутации, нарушающие развитие корневого и стеблевого апекса, суспензора, некоторых слоев тканей в зародышах. Соматический эмбриогенез, факторы, влияющие на индукцию, образование и формирование зародышей *in vitro*.

Прорастание семян. Гормональный баланс при прорастании семян. Отношение АБК/ гиббереллины. Мутации синтеза АБК и ответа. Связь гормонального статуса семени с биосинтезом других веществ.

Регуляция вегетативного роста растений. Рост корня. Роль фитогормонов. Дифференцировка корневых волосков. Серия мутантов с нарушениями инициации и элонгации корневых волосков, формы волосков. Мутации, нарушающие гравитропизм.

Рост побеговой системы. Установление филлотаксиса при прорастании семени. Роль фитогормонов. Мутации арабидопсиса с измененным развитием вегетативного апекса. Рост

листа. Роль фитогормонов в закладке и развитии листа. Связь развития листа и меристемы побега.

Регуляция генеративного развития растений. Индукция и эвокация цветения. Развитие соцветий. Раннее генеративное развитие, позднее генеративное развитие, развитие цветков. Нормальное развитие цветка. Модель «войны позиций» (ABC). Генетические функции А, В и С. Семейства генов, содержащих MADS-домен.

Проявления пола у растений. Самонесовместимость. Гетероморфная и гомоморфная самонесовместимость. Спорофитный и гаметофитный контроль самонесовместимости. Регуляция пола. Жизненные циклы растений. Условия минерального питания, возраст, гормональный статус как факторы, влияющие на пол растений. Половые хромосомы. Мужские и женские цветки у однодомных растений.

## **9. Устойчивость растений к неблагоприятным факторам**

Стресс и адаптация – общая характеристика явлений. Неблагоприятные факторы биотической и абиотической природы. Ответные реакции растений на действие стрессоров. Специфические и неспецифические реакции. Природа неспецифических реакций. Стрессовые белки и их функции.

*Водный дефицит.* Классификация растений по их устойчивости к засухе. Ксерофиты. Способность растений поддерживать водный ток в системе: почва-растение -атмосфера в условиях засухи. Факторы, обеспечивающие движение воды из почвы в растение и в атмосферу у ксерофитов. Осмотический и гидростатический потенциалы у разных по засухоустойчивости растений. Регуляция осмотического потенциала давления с помощью осмолитов. Химическая природа и биосинтез осмолитов. Протекторная функция осмолитов. Защита белков в условиях дегидратации цитоплазмы. Пролин и полиолы как важнейшие протекторы белков. Полиамины -протекторы нуклеиновых кислот. Бетаины и их защитные функции. Белки, синтезирующиеся в условиях дегидратации. Их защитная роль. С<sub>4</sub> и САМ-типы метаболизма как системы экономии влаги у засухоустойчивых растений.

*Высокие концентрации солей.* Типы почвенного засоления. Галофиты и гликофиты. Повреждающее действие солей. Адаптация растений к осмотическому и токсическому действию солей. Способы поддержание оводнённости. Осморегуляторная и протекторная функции осмолитов. Протекторные белки (ПБ), синтезирующиеся в растениях при солевом стрессе. Индукция биосинтеза ПБ высокими концентрациями солей. Функции протекторных белков. Системы ионного гомеостатирования клеток. Компартиментация ионов, роль вакуоли. Роль плазмалеммы и тонопласта в поддержании низких концентраций Na<sup>+</sup> в цитоплазме при засолении. Na<sup>+</sup>-транспортирующие системы и их свойства. Дальний транспорт Na<sup>+</sup> (уровень целого растения). Стратегия избегания накопления ионов в активно метаболизирующих тканях и генеративных органах в условиях засоления.

*Экстремальные температуры.* Растения как экзотермные организмы. Температурные адаптации, связанные с изменением содержания ферментов в клетках и их изоферментного состава. Адаптации, обеспечивающие постоянство К<sub>m</sub> при температурных сдвигах. Структурные перестройки клеточных мембран при температурных адаптациях. Роль изменения химического состава жирных кислот и соотношения насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в обеспечении необходимой подвижности липидного бислоя мембраны при температурных адаптациях. Изменение вязкости липидов и регуляция активности локализованных в мембранах ферментов. Роль и функция десатураз в изменении индекса ненасыщенности жирных кислот при температурных адаптациях.

Толерантность растений к замораживанию. Предотвращение образования льда в клетках: 1) путем их обезвоживания в ходе формирования кристаллов льда в межклетниках; 2) путем биосинтеза биологических антифризов. Химическая природа биологических антифризов. Молекулярные механизмы их действия. Низкомолекулярные криопротекторы. Закалка растений. Изменения, происходящие в растительном организме в ходе закалки. Механизмы повышения морозоустойчивости при закалке.

*Активированный кислород.* Активные формы кислорода (АФК): супероксидный радикал, гидроксил- радикал, синглетный кислород. Механизмы их образования. Вклад

фотосинтетической и дыхательной ЭТЦ в генерацию супероксидного радикала. Роль высокой интенсивности света в перевосстановленности ЭТЦ хлоропластов и образовании супероксидных радикалов. Генерация АФК при стрессах. Токсическое действие АФК; стимуляция перекисного окисления липидов.

Механизмы защиты растений от избытка АФК. Пути предотвращения образования АФК в клетках растений. Антиоксидантные системы клетки: аскорбат-глутатионовый цикл, осто коферол. Антиоксидантные ферментативные системы. Семейство супероксиддисмутаза. Аскорбатпероксидаза, ксантофилльный цикл и др.

*Аноксия и гипоксия.* Растения, устойчивые к недостатку кислорода. Роль гликолиза в адаптации растений к недостатку кислорода. Анатомические особенности растений, устойчивых к аноксии и гипоксии - стратегия избежания анаэробноза. Роль гормонов в адаптации к анаэробнозу. Ответная реакция растений на резкое снижение содержания кислорода в среде. Белки, образующиеся в растениях в ходе адаптации к недостатку кислорода. Их функциональная роль. Попытки получения устойчивых к недостатку кислорода форм растений.

*Токсичность тяжелых металлов* для растений их накопление в тканях. Механизмы защиты: компартментация и накопление тяжелых металлов в вакуолях и КС, Роль фитохелатинов. Видоспецифичность в чувствительности и устойчивости растений к избытку и недостатку тяжелых металлов в среде. Фиторемедиация.

*Фитоиммунитет.* Фитоиммунология как составная часть общей иммунологии. Функции иммунитета. Иммунитет. Двухфазность ответа растений на внедрение патогена: распознавание патогена и защитная реакция. Элиситоры, Роль пектинов в распознавании. Рецептор - лигандный тип взаимодействия растения-хозяина и патогена. Роль олигосахаридов в ответной реакции растения на внедрение патогена. Некротрофы и биотрофы — низко- и высокоспециализированные патогены. Детерминанты устойчивости растений к патогенам: антибиотические вещества (фитоалексины), механические барьеры, ауксотрофия, реакция сверхчувствительности и др. Детерминанты патогенности микроорганизмов: факторы, способствующие контакту микроорганизма и растения, супрессоры защитной реакции и токсины; факторы, обеспечивающие проникновение патогена и его питание внутри растения; факторы, обеспечивающие преодоление защитной реакции растения.

Тип и степень совместимости в системе: большое растение. Генетическая природа устойчивости растений к патогенам Вертикальная и горизонтальная устойчивости. Теория Флора «ген-на-ген». Сопряженная эволюция растения хозяина и патогена. Приобретение видовой и сортовой специализации патогеном (индукторно-супрессорная модель Хесса).

Роль вторичных метаболитов в вертикальной и горизонтальной устойчивости. Локализация синтеза и накопления вторичных метаболитов на уровне клетки, ткани, органа, целого растения. Состав и характеристика смол, слизей, камеди, латекса. Внешняя секреция вторичных метаболитов. Специализированные органы секреции. Состав и характеристика эфирных масел. Характеристика локализации синтеза и накопления основных групп вторичных метаболитов. Защитные функции вторичных соединений. Фитоалексины, Доказательства экологических функций вторичных соединений.

## **10. Взаимодействие физиологических процессов, их интеграция и согласованное функционирование органов**

Донорно-акцепторные взаимодействия как основа эндогенной регуляции фотосинтеза в системе растительного организма. Механизм эндогенной регуляции в системе растения: потоки углерода, используемые на синтез различных соединений и их распределение по тканям и органам. Теория фотосинтетической продуктивности. Пути повышения эффективности использования солнечной энергии при фотосинтезе. Донорно-акцепторные отношения, реутилизация и круговорот минеральных элементов в растении. Распределение веществ по органам и компартментация процессов и соединений в клетке и тканях как система пространственной и временной организации биохимических и физиологических процессов и способ регуляции их согласованного взаимодействия и интеграции.

Системы регуляции и их иерархия в растении.

Регуляция распределения роста и веществ, а также взаимодействия органов в целом растении.

Системы регуляции: трофическая, гормональная и электрофизиологическая. Понятие «запрос» и предполагаемые механизмы передачи сигнала. Донорно-акцепторные отношения.

Регуляция процессов на клеточном уровне. Метаболитная регуляция и механизм контроля протекания процесса по принципу отрицательной (положительной) связи конечными продуктами. Аденилатный контроль.

Компартментация процессов и веществ как способ организации регуляции процессов в пространстве и времени.

Взаимодействие дыхания и фотосинтеза: обмен продуктами и субстратами. Особенности дыхательного процесса в фотосинтезирующей клетке.

**5. Форма промежуточной аттестации:** кандидатский экзамен.

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Интеграция физиологических процессов у растений»**

1. Дисциплина «Интеграция физиологических процессов у растений» относится к дисциплинам по выбору.
2. Цели освоения дисциплины
  - усвоение аспирантами знаний о взаимосвязи физиологических процессов в растительном организме;
  - изучение систем регуляции процессов жизнедеятельности и закономерностей их взаимодействия;
  - формирование у аспирантов научного представления о согласованной работе систем регуляции на молекулярном, клеточном и организменном уровнях.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.
4. Содержание дисциплины:

**Тема 1. Введение. Предмет и задачи курса**

Системы регуляции и интеграции у растений. Внутриклеточная и межклеточная регуляции. Обеспечение согласованности физиологических, морфогенетических и двигательных процессов в растительном организме.

**Тема 2. Рецепция и трансдукция сигнала**

Восприятие (рецепция), передача и преобразование (трансдукция) внешних сигналов. Раздражимость. Законы раздражимости. Клеточная сигнализация. Типы мембранных рецепторов. Компоненты сигнальной трансдукции. Внутриклеточные механизмы трансдукции сигнала. Вторичные мессенджеры. Роль G-белков, ионов кальция, фосфоинозитольного пути, кальмодулина, фосфорилирования белков. Уровни восприятия и передачи сигналов.

**Тема 3. Генетическая регуляция**

Три генома растительной клетки: ядерный, пластидный, митохондриальный. Пути передачи сигнала из цитозоля в ядро. Уровни регуляции клеточного ответа. Роль рецепции и трансдукции сигнала в активации генома. Значение транскрипции, трансляции, процессинга. Генетический код. Транспорт макромолекул между ядром и цитоплазмой. Генетический контроль фотоморфогенеза. Дифференциальная экспрессия генома как фактор реализации генетических программ развития.

**Тема 4. Метаболическая регуляция**

Регуляция активности ферментов. Контроль количества фермента. Изоферменты. Мультиферментные комплексы. Поддержание рН-гомеостаза клетки: биофизический и биохимический механизмы. АТФ-зависимая протонная помпа. Влияние среды на активность ферментов.

**Тема 5. Мембранная регуляция**

Рецепторно-регуляторная функция мембран. Рецепторы мембран. Плазмалемма и мембраны клеточных органоидов. Мембранный транспорт. Трудности транспорта веществ через мембрану. Проницаемость мембран. Мембранные транспортные белки. Перенос макромолекул через мембраны. Ионофоры. Активность мембранных ферментов. Структурные перестройки мембран. Химический состав мембран. Стабильность мембран. Роль ионов кальция.

**Тема 6. Гормональная регуляция**

Восприятие и передача гормонального сигнала. Фитогормоны (ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен, брассиностероиды, жасмоновая кислота, салициловая кислота), их строение, биосинтез, транспорт, физиологическое действие. Молекулярные основы действия гормонов ингибиторов роста растений. Взаимодействие между различными

гормонами. Синтетические регуляторы и ингибиторы роста (гербициды, ретарданты, морфактины).

#### **Тема 7. Трофическая регуляция**

Транспорт ассимилятов как способ связи между клетками, тканями и органами. Механизмы коммуникации клеток. Обмен макромолекулами между клетками. Передвижение органических веществ. Транспорт ассимилятов в фотосинтезирующей клетке. Ближний и дальний (флоэмный) транспорт ассимилятов. Транспортные формы веществ. Возможный механизм и регуляция флоэмного транспорта. Сахара (гексозы и сахароза) как сигнальные молекулы. Передача углеводных сигналов. Распределение ассимилятов в растении. Донорно-акцепторные взаимодействия. Аттрагирующие центры. Конкуренция органов.

#### **Тема 8. Электрофизиологическая регуляция**

Биоэлектrogenез растений. Потенциал покоя: диффузионный и метаболический компоненты. Потенциал возбуждения, его типы. Формирование потенциала действия на мембране растительной клетки. Роль ионов кальция, хлора и калия. Электротонические поля и токи. Управляющая и сигнальная функции биоэлектrogenеза.

#### **Тема 9. Взаимодействие регуляторных систем**

Интеграция физиологических функций растительного организма. Апикальное доминирование. Доминирующие центры. Физиологические градиенты. Полярность. Трансформация биологических полей и развитие организма. Коррелятивный рост. Системы канализированной связи, взаимосвязанных осцилляций. Физиологические ритмы. Регуляторные контуры. Компетентные клетки. Организменный уровень интеграции. Иерархия систем регуляции.

### **5. Форма промежуточной аттестации: зачет.**

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Эколого-физиологические основы стресса у растений»**

1. Дисциплина «Эколого-физиологические основы стресса у растений» относится к дисциплинам по выбору.
2. Цели освоения дисциплины
  - формирование представлений о механизмах функциональной адаптации растений в ходе онтогенеза при изменении экологических факторов;
  - знакомство с основными процессами жизнедеятельности растений разных экологических групп, принципами их регуляции и интеграции на уровне клетки, органа и целого организма;
  - развитие у аспирантов способностей к самостоятельному анализу, сопоставлению и обобщению материала, касающегося особенностей протекания основных физиологических и биохимических процессов у растений;
  - освоение методов функциональной диагностики растений при действии на них экологических и антропогенных факторов.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.
4. Содержание дисциплины:

### **Тема 1. Эколого-физиологические особенности стресса растений**

Предмет, задачи и методы современной экологической физиологии растений. Связь с другими науками. Основные проблемы экологической фитофизиологии. Стресс у растений. Стресс на клеточном, организменном и популяционном уровнях. Классификация стрессоров. Особенности действия стрессоров на растения. Диапазоны толерантности растений. Экологическая валентность. Принцип лимитирующих факторов. Стрессовые и адаптивные реакции растений на действие экстремальных факторов среды – специфические и неспецифические механизмы. Последовательность нарушений у растений. Стратегия адаптации растений к различным стрессорам. Системы регуляции в условиях стресса. Надежность, ее виды. Закаливание растений. Явление сопряженной устойчивости. Устойчивость как приспособление растений к условиям существования. Общие механизмы устойчивости. Обратимые и необратимые повреждения. Ответные реакции растений на действие неблагоприятных факторов. Общие принципы адаптивных реакций растений на экологический стресс – изменение экспрессии генов и включение синтеза стрессовых, мембранных, структурных белков; перестройки мембранных систем и физиологических процессов; синтез протекторных соединений (полиамины, пролин и др.). Молекулярные механизмы устойчивости растений к различным неблагоприятным факторам. Пути повышения устойчивости растений. Перспективы использования генной инженерии для повышения резистентности растений.

### **Тема 2. Адаптация растений к условиям освещения**

Приспособления растений для улавливания и поглощения световой энергии. Листовой индекс. Адаптационные свойства фотосинтетического аппарата. Особенности пигментных систем растений разных экологических групп. Химическая природа фотосинтетических пигментов, их спектральные свойства. Образование хлорофилла, развитие хлоропластов и фотосинтез. Специфика распределения хлорофилла в хлоропластах растений разных экологических групп. Свет и фотосинтез. Характеристика световой кривой фотосинтеза. Точка компенсации. Характеристика действия стрессоров на фотосинтетическую активность растений. Методы ее изучения. Влияние интенсивности и спектрального состава света, продолжительности освещения на фотосинтез. Физиологически активная радиация. Фоторегуляция фотосинтеза. Световое довольствие растения, его кардинальные точки. Морфофизиологические адаптации

гелиофитов, гелиосциофитов и сциофитов. Примеры. Гелиоморфизм. Суточная динамика фотосинтеза. Интенсивность и продуктивность фотосинтеза у отдельных растений и в фитоценозах. Факторы, определяющие фотосинтетическую продуктивность в растительных сообществах. Адаптивные системы фотосинтеза. Свет и дыхание. Прямое и косвенное влияние света на дыхание. Окислительный метаболизм растений в разных условиях освещенности. Фотодыхание.

### **Тема 3. Устойчивость к экстремальным температурам**

Реакция растений на температуру. Механизмы терморегуляции у растений. Влияние низких положительных температур (холодоустойчивость растений), низких отрицательных температур (морозоустойчивость растений) и почвенно-климатических факторов (зимостойкость растений), высоких положительных температур (жароустойчивость растений). Реакции растений на действие холода. Пути адаптации растений к пониженной температуре. Причины гибели растений при низкой отрицательной температуре. Приспособления растений к низким отрицательным температурам. Устойчивость растений к замораживанию. Роль белков холодового шока в акклимации растений к замораживанию. Криопротекторы. Выпревание, вымокание, зимнее высыхание. Закаливание к низким температурам и происходящие при этом процессы. Методы диагностики. Жаростойкость. Роль белков теплового шока в акклимации растений к высоким температурам. Особенности жаростойких, холодостойких и морозостойких растений. Температура и фотосинтез. Температурный оптимум фотосинтеза  $C_3$ ,  $C_4$  и САМ-растений. Термозависимые и термочувствительные реакции фотосинтеза. Температура и дыхание. Температурные оптимумы дыхания растений разных экологических групп. Термозависимые и термочувствительные реакции дыхания. Пути адаптации окислительного метаболизма растений к высоким и низким температурам.

### **Тема 4. Устойчивость к недостатку влаги**

Почвенная и атмосферная засуха. Действие на растения высоких температур и водного дефицита. Засухоустойчивость растений, методы диагностики. Особенности засухоустойчивых растений. Группы растений, способных переносить засуху. Механизмы приспособления растений к засухе. Пути приспособления различных групп ксерофитов к засухе. Повышение устойчивости к засухе. Реакция растений на водный дефицит. Водный стресс. Осмолиты, их свойства и функции. Аквапорины. Защитные и регуляторные функции белков, индуцируемых водным дефицитом. Приспособление различных ксерофитных форм и мезофитных растений к низкому водному потенциалу. Водный баланс и фотосинтез. Водный баланс и дыхание. Окислительный метаболизм растений разных экологических групп в условиях водного дефицита. Дыхание растений в условиях засухи.

### **Тема 5. Устойчивость к недостатку или отсутствию кислорода**

Физиологические изменения при гипоксии и аноксии. Пути адаптации растений к гипоксии и аноксии. Влияние на растения избыточного увлажнения почвы. Морфолого-анатомические приспособления к корневой гипоксии. Факторы устойчивости болотных растений к затоплению. Полегание, его причины, меры предупреждения. Факторы, определяющие интенсивность газообмена. Метаболические приспособления растений к гипо- и аноксии. Акклимация растений к аноксии. Концентрация кислорода и фотосинтез. Экологическое значение и регуляция фотодыхания. Изменения окислительного метаболизма растений в условиях гипоксии и аноксии. Адаптационные свойства ферментативных систем дыхания. Эколого-физиологическая характеристика анаэробного дыхания растений. Взаимосвязь аэробного и анаэробного этапов дыхания. Взаимосвязь различных типов окислительного метаболизма. Особенности окислительного метаболизма растений разных экологических групп. Энергетическая эффективность. Адаптивные системы дыхания. Влияние концентрации кислорода на процесс фотодыхания. Повышение устойчивости растений к недостатку или отсутствию кислорода.

### **Тема 6. Устойчивость к окислительному стрессу**

Активные формы кислорода и устойчивость растений. Биологическое значение активных форм кислорода. Повреждения биомолекул (липидов, нуклеиновых кислот, белков) активными формами кислорода. Способы снижения образования активных форм кислорода. Механизмы

антиоксидантной защиты растительной клетки. Детоксикация продуктов окислительной модификации биомолекул. Работа окислительных ферментов. Внемитохондриальные окислительные ферменты (каталаза, пероксидаза, аскорбатоксидаза, полифенолоксидаза). Их характеристика, адаптационные свойства, значение для жизнедеятельности растений.

#### **Тема 7. Устойчивость к засолению и несбалансированному минеральному питанию**

Действие на растение избыточного содержания солей в почве. Реакция растений на высокое содержание солей в почве (солеустойчивость растений). Особенности приспособлений растений к условиям засоления. Типы галофитов. Механизмы адаптации галофитных организмов к солям. Солеустойчивость культурных растений и пути ее повышения. Рост и солевой обмен растений в условиях засоления. Изменение метаболизма растений в условиях засоления. Роль основных минеральных элементов в жизни растения. Влияние избытка минеральных элементов на растение. Приспособления к избытку минеральных элементов. Влияние недостатка минеральных элементов на растение. Приспособления растений к недостатку минеральных элементов. Обеспечение минеральными веществами и фотосинтез. Влияние дефицита минеральных веществ на фотосинтетический аппарат, световые и темновые реакции фотосинтеза. Минеральное питание и дыхание. Влияние дефицита минеральных веществ на окислительный метаболизм растений. Интенсивность дыхания в зависимости от уровня и вида азотного питания.

#### **Тема 8. Устойчивость к газообразным загрязнителям**

Загрязняющие атмосферу газы. Действие газов на растение. Их фитотоксичность. Газочувствительность. Загрязнение атмосферы сернистым газом, оксидами азота и углерода, соединениями фтора и др. Клеточные и ультраструктурные эффекты. Реакция растений на организменном уровне. Формирование устойчивости к газам. Механизмы газоустойчивости. Приемы повышения газоустойчивости растений.

#### **Тема 9. Устойчивость к антропогенным стрессорам**

Влияние антропогенного фактора на жизнедеятельность растений. Радиационный стресс. Радиоустойчивость и ее механизмы. Озоновый стресс. Реакция растений на повышение концентрации углекислого газа в атмосфере. Накопление нитратов. Причины их аккумуляции, распределение по органам растений. Способы снижения содержания нитратов. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами. Тяжелые металлы в растениях. Процессы их поступления, накопления. Фитотоксичность. Действие тяжелых металлов на фотосинтез и окислительные системы растений. Пестицидные стрессы. Действие гербицидов на растения. Устойчивость растений к фунгицидам и инсектицидам.

### **5. Форма промежуточной аттестации: зачет.**

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Взаимоотношения растений с другими организмами»**

1. Дисциплина «Взаимоотношения растений с другими организмами» относится к дисциплинам по выбору.
2. Цели освоения дисциплины
  - формирование представлений о симбиотических взаимоотношениях растений с другими организмами;
  - ознакомление с основными типами симбиоза растений и микроорганизмов;
  - развитие у аспирантов способностей к самостоятельному анализу, сопоставлению и обобщению материала, касающегося особенностей симбиотических взаимодействий;
  - ознакомление с методами исследования ассоциативных связей растений с микроорганизмами.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.
4. Содержание дисциплины:

### **Тема 1. Симбиоз как образ жизни**

История учения о симбиозе. Типы связей в биотическом сообществе. Типы симбиоза. Функции симбиоза. Защита. Предоставление благоприятного положения. Обеспечение аппарата узнавания. Питание. Установление и поддержание симбиоза. Прямая передача. Повторное информирование. Эволюция симбиоза. Эволюционная роль симбиотических взаимоотношений с участием микроорганизмов. Гипотеза симбиоза и ее значение. Значение коэволюции в симбиозах микроорганизмов с растениями.

### **Тема 2. Взаимоотношения растений и микроорганизмов как один из типов симбиоза**

Систематизация микробно-растительных взаимодействий. Значение растений как центрального звена консорциев с микробными популяциями. Виды растений-эдификаторов. Функциональные группы консорциев микроорганизмов – биотрофы, экрисотрофы, сапротрофы и паразиты. Роль микроорганизмов в жизни растений. Микробы-активаторы. Микробы-ингибиторы и их действие на растения. Роль растений в жизни микроорганизмов. Трансгенные растения. Методы изучения микробно-растительного взаимодействия.

### **Тема 3. Взаимодействия растений и микроорганизмов в ризосфере и ризоплане**

Определение ризосферы и ризопланы. Микробиологические и биохимические аспекты ризосферы. Корневые выделения. Колонизация ризосферы почвенными микроорганизмами. Микробное население ризосферы. Миграция микроорганизмов и радиус ризосферы. Темп размножения микроорганизмов. Состав и функции микроорганизмов в ризосфере. Свободноживущие ризосферные микроорганизмы. Механизмы воздействия микроорганизмов в ризосфере на рост растений. Микроорганизмы-фитопатогены. Микроорганизмы-мутуалисты. Регуляторы роста растений микробного происхождения. Ризосфера и традиционные средства воздействия на растения. Интродукция микроорганизмов в ризосфере и биоремедиация. Микробные удобрения и их эффективность.

### **Тема 4. Взаимодействия растений и микроорганизмов в геммисфере, спермосфере, филлосфере и филлоплане**

Микробно-растительные взаимодействия при росте и развитии растений. Спермосфера. Микрофлора семян. Изменение состава микроорганизмов при прорастании семян. Геммисфера. Филлосфера. Микроорганизмы филлосферы (эпифитная микрофлора). Филлосфера как проточный культиватор различных групп микроорганизмов. Расположение микроорганизмов на поверхности листа, механизмы прикрепления. Количественный состав эпифитной микрофлоры. Зависимость видового состава бактерий флоры надземных органов растений от климатической зоны их произрастания. Приспособление микроорганизмов к экстремальным

условиям обитания в филлосфере (солнечная радиация, недостаток влаги, питательные вещества и т.д.). Источники питания эпифитных бактерий. Льдообразующие бактерии как компонент эпифитной микрофлоры. Источники и пути распространения эпифитных бактерий в природе.

#### **Тема 5. Роль растений в ассоциативной азотфиксации**

Филлосфера и ризоплана как экологические ниши планетарного процесса ассоциативной азотфиксации. Взаимодействие микроорганизмов и растений при ассоциативной азотфиксации. Энергетическое обеспечение ассоциативной азотфиксации в ризосфере различных растений. Влияние растений на активность диазотрофных бактерий в ризосфере. Влияние факторов внешней среды на активность ассоциативной азотфиксации. Значение ассоциативной азотфиксации в азотном балансе почвы. Клубеньковые бактерии и бобовые растения. Процесс образования клубеньков. Связь между мутуализмом и паразитизмом при симбиозе бактерий с бобовыми растениями. Происхождение и эволюция клубеньковых бактерий у бобовых растений. Видовой состав бактерий клубеньков бобовых растений. Фиксация азота симбиотическими бактериями. Клубеньковые бактерии и не бобовые растения., Взаимоотношения актиномицетов рода *Frankia* с растениями и их участие в симбиотической азотфиксации.

#### **Тема 6. Другие формы взаимовыгодных отношений растений и микроорганизмов**

Цианобактериальные маты. Симбиоз растений с цианобактериями. Бактерии как компонент микробного сообщества лишайников. Образование псевдоклубеньков («паронодуляция»).

#### **Тема 7. Паразитизм микроорганизмов на растениях, механизмы и способы защиты от патогенов**

Типы паразитизма у микроорганизмов. Специализация патогенов. Общие сведения о болезнях растений. Распространение и диагностика болезней. Понятие об эпифитотиях. Вирусы – возбудители болезней растений. Вироиды – возбудители болезней растений. Микоплазмы – возбудители болезней растений. Бактерии и болезни растений, вызываемые ими. Актиномицеты и болезни растений, вызываемые ими. Грибы – возбудители сельскохозяйственных растений. Отдел слизевика. Отдел настоящие грибы. Класс хитридиомицеты. Класс оомицеты. Класс зигомицеты. Класс аскомицеты. Класс базидиомицеты. Класс дейтеромицеты.

#### **Раздел. 8. Основы учения об иммунитете растений**

Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям. Категории иммунитета. Генетика, биохимия и молекулярная биология иммунитета растений. Оценка устойчивости растений. Методы инокуляции растений при их оценке на устойчивость. Сбор и хранение инфекционного материала. Методы учета результатов заражения. Факторы, определяющие устойчивость сельскохозяйственных растений к заболеваниям. Селекционная защита от болезней. Конституционные и индуцированные защитные свойства. Приобретенный иммунитет. Защитная роль микробов-антагонистов. Значение антагонистов в иммунитете растений. Образование и накопление антагонистов в почве. Поступление антибиотиков в растения. Биоконтролирующие агенты. Возможность образования антибиотиков в почве. Антибиотические вещества как лечебное средство в растениеводстве. Методы и средства защиты растений от болезней.

#### **Тема 9. Взаимодействия растений и грибов**

Грибы как унитарный фактор жизненного цикла растений. Взаимодействие грибов с живыми растениями – паразитизм, мутуализм, комменсализм. Фитопатогенные почвенные грибы. Грибы-эпифиты. Грибы-эндофиты. Грибы прикорневой зоны. Грибы-микоризообразователи и виды микоризы. Строение микориз. Распространенность микоризы. Микотрофия. Взаимоотношения организмов при микотрофии. Облигатная и факультативная микотрофия. Миксоавтотрофия. Холмикотрофия. Методы количественной характеристики микосимбиотрофизма растений. Бактерии как компонент микосферы и микоризосферы. Роль грибов в стабилизации фитоценозов. Деструкция мертвых растений.

### **5. Форма промежуточной аттестации: зачет.**

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
«Биотехнологические основы размножения растений *in vitro*»**

1. Дисциплина «Биотехнологические основы размножения растений *in vitro*» относится к дисциплинам по выбору.
2. **Цели освоения дисциплины**
  - ознакомление аспирантов с биотехнологическими основами размножения растений в культуре *in vitro*;
  - изучение основных физиолого-биохимических параметров у растений в культуре *in vitro*;
  - развитие у аспирантов способностей к самостоятельному анализу, сопоставлению и обобщению материала, касающегося биотехнологических методов размножения растений с целью решения практических задач.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.
4. Содержание дисциплины:

**Тема 1. Технология работ с недифференцированными зародышами растений**

Основные принципы. Сбор и хранение материала. Культура изолированных зародышей. Работы с зародышами незрелых семян. Стерилизация. Особенности семенного размножения орхидных. Метод стерильных культур семян. Адаптация и доращивание сеянцев. Перспективы введения редких видов в культуру *in vitro*. Репатриация и другие технологии охраны редких видов.

**Тема 2. Технология клонального микроразмножения растений**

Принципы микроразмножения растений. Клональное микроразмножение растений. Задачи и перспективы. Потенциальные системы размножения. Этапы клонального микроразмножения. Метод активации развития существующих меристем. Индукция образования адвентивных почек на первичном экспланте. Факторы, влияющие на процесс клонального микроразмножения. Генотип и состояние родительского растения. Прямой соматический эмбриогенез. Получение генетически однородного и безвирусного растительного материала. Термотерапия. Хемотерапия. Практическое значение метода клонального микроразмножения. Клональное микроразмножение хозяйственно полезных и редких видов растений.

**Тема 3. Технология работы с эксплантами и посевным материалом растений**

Состояние экспланта. Возраст, размер, регенерационная способность экспланта. Происхождение ткани. Физиологическое состояние и таксономическая принадлежность растения-донора. Особенности введения эксплантов в стерильную культуру. Стерилизация растительного материала, посев. Физические факторы. Способы и условия культивирования. Оптимизация условий клонального микроразмножения растений. Организация работы с недифференцированными зародышами и по клональному микроразмножению растений. Макроклональное размножение.

**Тема 4. Технология приготовления питательных сред и материалов**

Лабораторное оборудование и техника проведения работ. Посуда, инструменты и материалы. Питательные среды. Состав, приготовление и стерилизация. Среда Бургеффа, Вацина и Вента, Вимбера, Кнопа, Кнудсона, Мореля, Мурасиге-Скуга, Томпсона, Хеллера. Оптимизация питательных сред.

**Тема 5. Технология культивирования растений *in vitro***

Основные принципы культивирования. Климатические камеры. Условия освещенности и температуры. Влажность воздуха. Значение состава воздуха. Условия увлажнения. Оптимизация условий культивирования *in vitro*. Сроки и способы пересадки. Подбор оптимального субстрата. Создание благоприятных микроклиматических условий. Элементный состав и физико-химические свойства субстратов. Организация многофакторного эксперимента. Культивирование сеянцев и растений-регенерантов.

#### **Тема 6. Технология физиологических исследований в культуре *in vitro***

Принципы исследования растений *in vitro*. Фиксация материала для исследований. Цито- и гистологические исследования. Определение цитофизиологических параметров. Метод приготовления микротомных срезов. Метод приготовления давленных препаратов. Исследование структурно-функциональных параметров. Определение параметров роста и развития. Измерение объектов под микроскопом. Использование цифровой техники и программного обеспечения. Подсчет клеток в счетных камерах. Гистохимические методы. Качественный анализ. Определение содержания элементов минерального питания. Определение содержания углеводов, белков, соединений вторичного метаболизма. Определение фотосинтетических пигментов. Определение активности окислительных ферментов.

#### **Тема 7. Технология увеличения количества растительного материала**

Размножение микропобегов (микрочеренкование). Укоренение микропобегов. Значение возрастного состояния черенков. Размножение покоящимися вегетативными почками. Размножение отделением стеблекорневых тубероидов. Размножение посредством деления протокормов. Депонирование растений-регенерантов. Культивирование *in vitro* целых растений, значение и перспективы. Перевод растений в тепличные условия. Высадка растений-регенерантов в поле. Контейнерная культура. Значение стимуляторов роста и витаминов. Методы их применения. Методы определения активности стимуляторов роста. Применение стимуляторов роста при пересадке растений.

### **5. Форма промежуточной аттестации: зачет.**

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Стилистика научной речи»**

1. Дисциплина «Стилистика научной речи» относится к факультативным дисциплинам.
2. Целью освоения дисциплины является повышение имеющегося у аспирантов уровня практического владения современным русским литературным языком и усовершенствование навыков создания устных и письменных текстов, принадлежащих к различным жанрам научного стиля речи.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.
4. Содержание дисциплины:

### **1. Научный стиль русского литературного языка. Общая характеристика, языковые признаки.**

Понятие функционального стиля. Понятие стилистической окраски. Научный стиль как функциональная разновидность литературного языка. Культура научной и профессиональной речи. Жанры научного стиля. Первичные и вторичные научные тексты. Аннотация и реферат как основные виды вторичных текстов.

### **2. Культура речи. Нормы современного русского литературного языка.**

Понятие культуры речи. Нормативный аспект культуры речи. Лексические, грамматические и стилистические нормы. Нарушения норм, наиболее часто встречающиеся в научных текстах разных жанров.

### **3. Библиографическое описание.**

Библиографическое описание и его элементы. Библиографические ссылки и списки: виды и особенности оформления. Нормативные документы, используемые при составлении библиографического описания, библиографических ссылок.

5. **Форма промежуточной аттестации:** зачет.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Теория и практика научной аргументации»**

1. Дисциплина «Теория и практика научной аргументации» является факультативной дисциплиной.
2. Целью освоения дисциплины является:
  - формирование теоретических знаний о правилах и ошибках научной аргументации;
  - развитие навыков и умений практического применения законов и правил научной аргументации в текстах статей, диссертаций и устных выступлениях;
  - развитие навыка анализа текстов и выступлений оппонентов с точки зрения соблюдения правил научной аргументации и умения на основе выявленных нарушений построить опровержение или установить несостоятельность доказательства.
3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.
4. Содержание дисциплины:

### **1. Научная аргументация как логическое действие.**

Научная аргументация как следование закону достаточного основания. Диалектика как искусство научного спора. Диалог. Вопросно-ответная форма полемики в науке. Софистический и сократовский диалог. Диалог и аргументация как коммуникативные действия. Виды вопросов и ответов. Структура доказательства. Тезис. Аргументы. Демонстрация как способ логической связи тезиса с аргументами.

### **2. Виды научных доказательств. Опровержение. Критика и ее разновидности.**

Прямые и косвенные доказательства. Опровержение как разновидность доказательства. Явная и неявная критика. Деструктивная критика: критика тезиса, критика аргументов и критика демонстрации. Конструктивная критика. Смешанная критика.

### **3. Правила и ошибки научной аргументации.**

Правила и ошибки по отношению к тезису. Подмена тезиса. Довод к личности и довод к публике. Переход в другой род. Правила и ошибки, относящиеся к аргументам. Ошибка «ложный аргумент» (основное заблуждение). Ошибка «предвосхищение основания». «Порочный круг». Правила и ошибки демонстрации. Ошибка «не следует». Ошибка «от сказанного с условием к сказанному безусловно».

### **4. Виды и символическое выражение умозаключений. Правила и ошибки демонстрации.**

Демонстрация как система умозаключений. Виды умозаключений. Доказательство через индуктивный вывод. Полная и неполная индукция. Ошибки индуктивных умозаключений. Доказательство путем заключения по аналогии. Простой категорический силлогизм, его символическое обозначение, фигуры и модусы. Правила простого категорического силлогизма и их нарушения. Алгоритм проверки простого категорического силлогизма на соответствие правилам. Правила и ошибки условно-категорического умозаключения. Правила и ошибки разделительно-категорического умозаключения. Правила и ошибки условно-разделительного умозаключения. Энтимемы.

### **5. Практика выявления ошибок аргументации и корректного построения доказательств и опровержений.**

Выявление линий аргументации, тезисов, аргументов и демонстраций в научных текстах и дискуссиях. Определение видов демонстрации, используемой в научной аргументации. Анализ демонстрации как системы умозаключений и выявление ошибок. Восстановление энтимем. Проверка правильности вывода. Построение аргументации.

### **5. Форма промежуточной аттестации: зачет.**

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Педагогика и психология высшей школы»**

1. Дисциплина «Педагогика и психология высшей школы» является факультативной дисциплиной.

2. Целью освоения дисциплины «Педагогика и психология высшей школы» является формирование у аспирантов представлений об основных принципах и особенностях педагогической деятельности в высшей школе.

Задачами дисциплины являются:

- знакомство аспирантов с теоретико-методологическими основами педагогики и психологии высшей школы;
- изучение общих принципов организации учебного процесса в высшей школе.
- изучение основных направлений, закономерностей и принципов преподавательской деятельности в высшей школе.

3. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

4. Содержание дисциплины:

### **1. Цели и задачи высшей школы на современном этапе.**

Тенденции развития современного высшего образования в России.

Подходы к определению целей образования: обучение как формирование опыта; обучение как формирование личности профессионала.

Модель личности профессионала: профессиональная направленность, профессиональный опыт, профессионально-важные качества, индивидуальный стиль деятельности. Этапы формирования профессионала, цели и задачи работы на каждом этапе. Классификация методов обучения и воспитания в вузе.

### **2. Технология знаково-контекстного подхода А.А. Вербицкого.**

Учебная деятельность. Противоречия учебной и профессиональной деятельности.

Контекстное обучение. Информация и знание. Основные принципы контекстного обучения.

Модель динамического движения деятельности в контекстном обучении. Два этапа и три вида учебной деятельности: учебная деятельность академического типа, квазипрофессиональная деятельность, учебно-профессиональная деятельность. Педагогические технологии контекстного обучения. Активные методы обучения: обмен вопросами в малых группах, анализ ситуаций профессиональной деятельности, кейс-метод, деловые игры, разработка проектов и мини-проектов, взаимодействие подгрупп с ранней ролевой определенностью, дискуссии, демонстрации с привлечением студентов, социально-психологический тренинг.

### **3. Мотивы учения.**

Структура учебной деятельности. Концепции мотивации учебной деятельности. Виды мотивов учения: познавательные и социальные мотивы. Формирование мотивов учения.

Мотивация на изучение предмета, мотивация на выполнение отдельных заданий.

Методические приемы: связь с практикой, ориентация на успех, принцип выбора заданий, связь с другими областями знаний, разъяснение учебных целей, личностная и профессиональная значимость целей, использование активных методов обучения, методическое разнообразие.

### **4. Психолого-педагогические аспекты организации учебной деятельности студентов.**

Лекция как форма учебной деятельности в высшей школе. Виды лекций. Лекторское мастерство. Условия превращения лекции в интерактивную. Имидж преподавателя.

Практические занятия. Формы проведения семинаров. Психолого-педагогические цели семинарских занятий.

Семинар рефератов. Семинар по типу круглого стола. Психологические контакты с аудиторией: личностный, эмоциональный, познавательный контакт.

Психологические барьеры, условия преодоления барьеров. Учет познавательных возможностей

слушателей. Управление вниманием аудитории. Восприятие и понимание учебного материала. Организация запоминания. Развитие мышления студентов. Организация самостоятельной работы студентов: формы и методы. Формы контроля. Понятие фонда оценочных средств и его разработка. Виды оценочных средств. Проведение зачетов и экзаменов.

#### **5. Воспитательная работа.**

Роль воспитательной работы со студентами. Психологическая характеристика студенчества как социальной группы: ценностные ориентации, интересы, профессиональные планы. Возрастно-психологические особенности студентов. Психологические характеристики студенческой группы.

#### **6. Учебно-методическая работа в ВУЗе**

Методическое обеспечение учебного процесса в ВУЗе. Основная образовательная программа и ее структура. Учебный план. Рабочая программа дисциплины и ее содержание. Проектирование и разработка рабочих программ дисциплин. Технологии анализа учебного занятия. Методика разработки учебных занятий.

#### **Итоговая консультация.**

На итоговой консультации разбираются выполненные аспирантами задания для самостоятельной работы по темам дисциплины (в том числе и тест для самопроверки по дисциплине), преподаватель отвечает на вопросы аспирантов.

#### **5. Форма промежуточной аттестации: зачет.**

## Аннотация рабочей программы практики «Педагогическая практика»

1. Вид практики: педагогическая практика является практикой по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

2. Способ проведения практики: стационарный. Педагогическая практика проводится в ЯрГУ на кафедре ботаники и микробиологии.

### 3. Цели и задачи практики

Основной целью педагогической практики является практическая подготовка аспирантов к планированию и осуществлению педагогической деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата и (или) программам магистратуры в области химии.

Задачами педагогической практики для аспирантов являются:

- формирование у аспиранта целостного представления об образовательном процессе как по отдельной дисциплине, так и по образовательной программе в целом;
- знакомство аспирантов с образовательными технологиями, используемыми при преподавании дисциплины, разными способами структурирования и изложения учебного материала, приемами активизации учебной деятельности студентов, особенностями профессиональной риторики;
- формирование у аспирантов умений и навыков разработки учебно-методических материалов по дисциплине;
- приобретение опыта планирования, проведения и анализа учебных занятий.

4. В результате прохождения практики аспирант должен:

#### **Знать:**

- основы организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования;
- основные методики и образовательные технологии, используемые при преподавании дисциплин.

#### **Уметь:**

- формулировать цели и задачи педагогической деятельности;
- осуществлять отбор и использовать оптимальные методы преподавания;
- организовывать учебную и самостоятельную деятельность студентов по изучению дисциплины;
- использовать и разрабатывать оценочные материалы для текущего контроля успеваемости (промежуточной аттестации) студентов;
- выполнить анализ и самоанализ своей педагогической деятельности.

#### **Владеть:**

- технологией планирования учебного процесса по дисциплине;
- методикой проведения разных видов учебных занятий.

5. Объем практики составляет 9 зачетных единиц, 324 акад. часов, продолжительность практики 6 недель.

6. Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой.