

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

УТВЕРЖДАЮ

Директор/Декан
института аграрной генетики и
селекции

«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

Б1.О.08 Инструментальные методы исследований

35.04.05 Садоводство

Агrobiотехнологии в садоводстве и питомниководстве

магистр

очная

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;	ОПК-4.1 Демонстрирует знание традиционных и современных методов исследования, планирования и проведения экспериментов в области земледелия и растениеводства	знает Традиционных и современных методов инструментальной диагностики физических, биохимических и химических условий среды обитания растений
		умеет Использовать современные методы инструментальной диагностики физических, биохимических и химических условий среды обитания растений при проведении экспериментов в области управления питанием растений и плодородием почвы
		владеет навыками Применять современные инструментальные методы исследований при проведении экспериментов в области управления питанием растений и плодородием почвы
ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;	ОПК-4.2 Разрабатывает планы, программы, методики и проводит научные исследования в области агрономии	знает Современных методик научных исследований в области диагностики плодородия почвы
		умеет Использовать современные методики в области диагностики плодородия почвы при проведении научных исследований
		владеет навыками Проводить научные исследования с применением современных методик в области плодородия почвы
ОПК-4 Способен проводить научные исследования, анализировать результаты и готовить отчетные документы;	ОПК-4.3 Обобщает и анализирует результаты исследований, готовит отчетные документы и рекомендации по результатам научных исследований	знает Основ подготовки отчетных документов по результатам научных исследований в области управления питанием растений и плодородием почвы
		умеет Использовать результаты научных исследований в области управления питанием растений и плодородием почвы для подготовки отчетных документов
		владеет навыками Составлять отчетные документы по результатам научных исследований в области управления питанием растений и плодородием почвы
ПК-5 Способен организовать проведение экспериментов в садоводстве и питомниководстве по оценке эффективности инновационных	ПК-5.2 Применяет современные технологии обработки и представления эксперимента	знает Методы расчета экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов
		умеет Разработка стратегии развития растениеводства в организации

элементов технологий в условиях производства и обработать результаты, полученные в опытах с использованием методов математической статистики	льных данных с использованием специального программного обеспечения и методов математической статистики	владеет навыками Расчет экономической эффективности применения технологических приемов, удобрений, средств защиты растений, новых сортов
--	---	--

2. Перечень оценочных средств по дисциплине

№	Наименование раздела/темы	Семестр	Код индикаторов достижения компетенций	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций
1.	1 раздел. Инструментальная диагностика физических условий среды обитания растений			
1.1.	Инструментальная диагностика физических условий среды обитания растений	3	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-5.2	Устный опрос, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи, Круглый стол
1.2.	Биохимические и химические методы исследования растений и среды их обитания	3	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-5.2	Коллоквиум, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи
1.3.	Инструментальная диагностика биологических факторов среды обитания растений	3	ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3, ПК-5.2	Коллоквиум, Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи
	Промежуточная аттестация			Эк

3. Оценочные средства (оценочные материалы)

Примерный перечень оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде (Оценочные материалы)
Текущий контроль			
	Для оценки знаний		

1	Устный опрос	Средство контроля знаний студентов, способствующее установлению непосредственного контакта между преподавателем и студентом, в процессе которого преподаватель получает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения студентами учебного материала.	Перечень вопросов для устного опроса
2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Для оценки умений			
Для оценки навыков			
Промежуточная аттестация			
3	Экзамен	Средство контроля усвоения учебного материала и формирования компетенций, организованное в виде беседы по билетам с целью проверки степени и качества усвоения изучаемого материала, определить необходимость введения изменений в содержание и методы обучения.	Комплект экзаменационных билетов

4. Примерный фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю) "Инструментальные методы исследований"

Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости

Вопросы для устного опроса по теме 1

Какие основные физические параметры среды обитания растений подлежат инструментальной диагностике и каково их физиологическое значение?

Какими приборами измеряют интенсивность фотосинтетически активной радиации (ФАР) и как интерпретировать полученные данные?

Опишите принцип работы и порядок применения тензиометра для определения влажности почвы. Каковы его преимущества и ограничения?

Как с помощью портативного термогигрометра проводится оценка температурно-влажностного режима приземного слоя воздуха и каковы агротехнические последствия его нарушения?

Какими методами и приборами определяют плотность сложения почвы и почему этот показатель важен для роста корневой системы?

Для чего используется портативный рН-метр и кондуктометр при диагностике почвенной среды? Как их показания связаны с доступностью элементов питания?

Опишите технологию работы с портативной метеостанцией. Какие параметры она позволяет отслеживать в динамике и как это используется в точном земледелии?

Какие инструментальные методы применяются для оценки температурного стресса у растений в полевых условиях?

Как с помощью инфракрасного термометра оценивают водный стресс растений и каковы принципы интерпретации данных?

В чем заключаются преимущества и ограничения современных портативных приборов для диагностики физических условий среды по сравнению с лабораторными методами?

Практико-ориентированные задачи и ситуационные задачи 1

Задача 1: Расчет освещенности для зимней теплицы

Ситуация: Вы агроном тепличного комбината. В январе салаты вытягиваются, имеют бледную окраску. В 12:00 дня в ясную погоду вы измерили освещенность на уровне макушек растений люксметром. Показание составило 15 000 люкс.

Вопросы:

Достаточна ли эта освещенность для салата, если известно, что оптимальный уровень ФАР для него составляет 250 Вт/м²? Вспомните, что для приблизительного пересчета: 1 Вт/м² ФАР $\approx$ 20 000 люкс (для дневного света).

Рассчитайте, какую долю от оптимальной составляет текущая освещенность.

Предложите технологические мероприятия для решения проблемы.

Решение:

Переводим люксы в Вт/м² ФАР: $15\,000 \text{ люкс} / 20\,000 (\text{люкс}/(\text{Вт}/\text{м}^2)) = 0.75 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ ФАР}$.

Сравниваем с оптимумом: $(0.75 / 250) * 100\% = 0.3\%$. Это критически низкий уровень.

Мероприятия: Установка системы досвечивания фитолампами, очистка кровли теплицы, сокращение расстояния между лампами и растениями.

Задача 2: Анализ поливного режима с помощью тензиометров

Ситуация: В яблоневом саду установлены тензиометры. Полив рекомендуется проводить при показании -50 сантибар. В 8:00 утра показание составило -30 сантибар. К 14:00 того же дня показание опустилось до -55 сантибар.

Вопросы:

В какое время суток необходимо включить полив? Почему показания прибора меняются в течение дня?

Рассчитайте, на сколько сантибар в час в среднем увеличивался водный дефицит в почве в этот период.

Если поливная система может подать нужный объем воды за 6 часов, не приведет ли это к переувлажнению к ночи?

Решение:

Полив нужно включить после 14:00. Показания меняются из-за расхода воды растениями на транспирацию, которая максимальна в дневные часы.

Скорость изменения: $(-55 - (-30)) / (14-8) = -25 \text{ сантибар} / 6 \text{ часов} \approx -4.2 \text{ сантибар}/\text{час}$.

Риск есть. Необходимо рассчитать поливную норму так, чтобы к утру следующего дня влажность достигла оптимального уровня, но не превысила его. Возможно, потребуется дробный полив.

Задача 3: Диагностика водного стресса у винограда

Ситуация: Вы проводите мониторинг виноградника с помощью портативного инфракрасного термометра. Температура листовой поверхности здорового, хорошо поливаемого винограда (базисный показатель) составляет +28°C при температуре воздуха +30°C. На пробном участке вы обнаружили растения, температура листьев которых составляет +34°C.

Вопросы:

О чем свидетельствует повышенная температура листьев? Рассчитайте разницу между температурой листа и воздуха для двух случаев.

Как называется этот метод диагностики?

Какие срочные агротехнические мероприятия вы предложите?

Решение:

Повышенная температура свидетельствует о водном стрессе. Растение закрывает устьица, прекращая транспирацию, что приводит к перегреву.

Здоровое растение: $+28^{\circ}\text{C} - +30^{\circ}\text{C} = -2^{\circ}\text{C}$ (лист холоднее воздуха за счет испарения).

Больное растение: $+34^{\circ}\text{C} - +30^{\circ}\text{C} = +4^{\circ}\text{C}$ (лист горячее воздуха).

Это метод оценки индекса стресса культур (CWSI).

Мероприятия: Срочный полив, мульчирование для сохранения влаги, оценка работы системы орошения на этом участке.

Ситуационные задачи (для анализа и принятия решений)

Ситуация 1: «Проблема в питомнике»

Сценарий: В питомнике декоративных растений на одном участке молодые саженцы туи явно отстают в росте, хвоя имеет желтоватый оттенок. На другом участке, с тем же сортом и агротехникой, растения развиваются нормально. В вашем распоряжении есть портативный комплект: pH-метр, кондуктометр (TDS-метр), термогигрометр, тензиометр.

Ваши действия:

Составьте программу обследования обоих участков. Какие параметры и в какой последовательности вы измерите в первую очередь и почему?

Предположите 3 наиболее вероятные причины проблемы, основанные на возможных результатах измерений.

Какое экспресс-решение вы можете предложить, пока готовятся результаты лабораторного анализа почвы?

Ожидаемые ответы:

Программа: 1) Влажность почвы (тензиометр) — исключаем дефицит/перелив. 2) pH и электропроводность (ЕС) почвенного раствора — проверяем кислотность и засоленность. 3) Температура и влажность воздуха — оцениваем микроклимат.

Возможные причины:

Низкий/высокий pH: Недоступность элементов питания (железа, марганца) при высоком pH вызывает хлороз.

Высокая засоленность (ЕС): Токсическое действие солей, осмотический стресс.

Локальное переувлажнение: Застой воды и недостаток кислорода у корней из-за нарушения дренажа.

Решение: В зависимости от результатов: при низком pH — внекорневая подкормка хелатом железа; при высокой ЕС — промывной полив; при переувлажнении — аэрация почвы.

Ситуация 2: «Выбор участка под закладку интенсивного сада»

Сценарий: Ваше предприятие планирует закладку интенсивного яблоневого сада. Вам предоставили два участка. Задача — провести предпроектную инструментальную диагностику и дать рекомендации.

Участок А: Ровный, с глубокими плодородными почвами.

Участок Б: Слабый склон южной экспозиции, почвы более легкие.

Ваши действия:

Какой набор приборов вы возьмете для полевого обследования и почему?

Для каждого участка спрогнозируйте основные риски, которые можно выявить с помощью инструментов.

Какой участок вы порекомендуете и какие дополнительные мелиоративные мероприятия предложите для минимизации рисков на выбранном участке?

Ожидаемые ответы:

Набор приборов: Пенетрометр (плотность почвы), бур + тензиометры/датчики влажности (водный режим), термометр/логгер температуры почвы и воздуха (риск заморозков), инфракрасный термометр (оценка температурного режима склона).

Риски:

Участок А: Риск верховодки и переувлажнения, застоя холодного воздуха (заморозки).

Участок Б: Риск водной эрозии, быстрого иссушения почвы, зимнего повреждения корней из-за малой теплоемкости легких почв, более сильные температурные перепады.

Рекомендация: Часто выбирают ровный участок А как менее рискованный. Мероприятия: Обязательное проектирование дренажной системы, закладка ветроломных полос, установка системы

мониторинга влажности почвы.

Эти задачи учат не просто пользоваться приборами, а интегрировать их данные в систему принятия агротехнических решений, что является ключевым навыком современного специалиста.

Вопросы для круглого стола по теме 1

Как интеграция данных от различных датчиков (влажность, температура, освещенность) позволяет построить точную цифровую модель среды обитания растений?

Каковы основные экономические и технические барьеры массового внедрения систем точного земледелия на основе инструментальной диагностики в средних и малых хозяйствах?

Как совместный анализ данных диагностики физических условий и мониторинга физиологического состояния растений (хлорофиллометрия, флуориметрия) повышает эффективность принятия агротехнических решений?

В чем заключаются основные преимущества и ограничения стационарных систем мониторинга по сравнению с портативными приборами для оперативной диагностики?

Как данные инструментальной диагностики могут быть использованы для валидации и калибровки математических моделей роста и развития сельскохозяйственных культур?

Какие новые перспективы в диагностике физических условий среды открывают технологии дистанционного зондирования (БПЛА, спутники) и интернета вещей (IoT)?

Насколько существующие приборы и методики адаптированы для диагностики специфических условий в защищенном грунте (теплицы, фитотроны)?

Как следует интерпретировать противоречивые показания разных приборов (например, данные тензиометра и влагомера) на одном объекте?

Какие параметры физической среды являются наиболее критичными для управления продукционным процессом в различных экосистемах (агроценозы, лесные питомники, городские насаждения)?

Каким образом современная инструментальная диагностика трансформирует традиционные подходы к нормированию факторов жизни растений и разработке агротехнологий?

Вопросы для собеседования по теме 3

1. Формы калия в почве
2. Методы определения калия в почве.
3. Что такое макроэлементы.
4. Что такое микроэлементы
5. Определение гумуса. Составные части гумуса
6. Методы определения органического вещества почвы.

Контрольная точка 1

Коллоквиум

Современные подходы к пробоподготовке растительного материала для биохимического анализа

Методы количественного определения фотосинтетических пигментов (хлорофиллы, каротиноиды) и их диагностическая ценность

Спектрофотометрические методы определения содержания белков в растительных тканях

Хроматографические методы анализа аминокислотного состава растений

Ферментативные методы оценки физиологического состояния растений

Биохимические методы определения активности антиоксидантных систем растений

Современные методы анализа липидного состава растительных тканей

Методы оценки минерального состава растений (азот, фосфор, калий, микроэлементы)

Химические методы анализа почвенного раствора и доступных форм элементов питания

Ионоселективные электроды в диагностике почвенной среды

Вопросы для устного опроса

Каковы основные этапы подготовки растительных образцов для биохимического анализа?

Как определяется содержание хлорофиллов и каротиноидов в листьях спектрофотометрическим методом?

В чем заключается метод Бредфорда для количественного определения белка?

Как работает тонкослойная хроматография для разделения вторичных метаболитов растений?

Какие методы используются для определения минеральных элементов в растительных тканях?

Как проводится анализ почвенного раствора на содержание доступных форм азота, фосфора и калия?

В чем преимущества ВЭЖХ для анализа фитогормонов по сравнению с другими методами?

Как определяют активность антиоксидантных ферментов (пероксидазы, каталазы) в растительных тканях?

Какие биохимические маркеры используются для диагностики стресса у растений?

Как проводится хроматографический анализ аминокислотного состава растений?

Примеры практико-ориентированных задач и ситуационных задач

Задача 1. Диагностика минерального питания томатов в теплице

Ситуация: В тепличном хозяйстве у томатов появились симптомы: пожелтение нижних листьев, скручивание молодых листьев, некроз по краям листовых пластинок.

Задание:

Разработайте программу биохимического и химического исследования растений и почвенного субстрата

Подберите методы анализа для определения:

Содержания азота, фосфора, калия в листьях

Концентрации микроэлементов (железо, марганец, бор)

Активности ферментов нитратредуктазы и пероксидазы

рН и электропроводности питательного раствора

Предложите схему отбора проб растений и субстрата

Контрольная точка 2

Коллоквиум

Современные методы идентификации фитопатогенов с использованием ПЦР-диагностики

Иммуноферментный анализ (ИФА) в диагностике вирусных и бактериальных заболеваний растений

Методы молекулярной детекции возбудителей болезней в почве и растительном материале

Инструментальные подходы к оценке микробного разнообразия ризосферы

Методы количественной оценки энтомофауны в агроценозах

Современные системы мониторинга вредителей с использованием феромонных и цветных ловушек

Спектральные методы ранней диагностики биотического стресса у растений

Микроскопические методы исследования фитопатогенов и вредителей

БиOLUMИнесцентные методы оценки микробиологической активности почвы

Методы ДНК-баркодирования для идентификации видов-вредителей

Вопросы для устного опроса

Как проводится ПЦР-диагностика бактериальных заболеваний растений?

Каков принцип работы иммуноферментного анализа (ИФА) при диагностике вирусных инфекций растений?

Какие инструментальные методы применяются для количественной оценки нематод в ризосфере?

Как с помощью ДНК-баркодирования идентифицируют видовой состав почвенных микроорганизмов?

Какие приборы используются для отбора и анализа почвенных проб на наличие фитопатогенов?

Как проводится микроскопический анализ микоризных грибов в корневой системе?

Какие методы применяются для оценки активности почвенных ферментов?

Как с помощью спектрального анализа выявляют ранние стадии поражения растений вредителями?

Какие инструментальные подходы используются для мониторинга популяций насекомых-вредителей?

Примеры практико-ориентированных задач и ситуационных задач

Практико-ориентированная задача:

Диагностика фитопатогенов в тепличном хозяйстве

В тепличном комбинате у томатов обнаружены симптомы: пятнистость листьев, некроз

стеблей и увядание. Необходимо:

Провести отбор проб растений и почвы для анализа.

Использовать методы ПЦР и ИФА для идентификации возбудителя (например, *Fusarium oxysporum* или *Phytophthora infestans*).

Оценить микробиологическую активность почвы (посев на питательные среды, анализ ферментативной активности).

Предложить меры по оздоровлению фитосанитарной обстановки.

***Примерные оценочные материалы
для проведения промежуточной аттестации (зачет, экзамен)
по итогам освоения дисциплины (модуля)***

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Дайте определение инструментальным методам анализа и их роль в современных исследованиях.
2. Классификация инструментальных методов по характеру измеряемого сигнала.
3. Понятие чувствительности, селективности и предела обнаружения методов анализа.
4. Метрологические характеристики инструментальных методов: точность, прецизионность, воспроизводимость.
5. Основные этапы инструментального анализа: отбор проб, пробоподготовка, измерение, обработка результатов.
6. Основы спектроскопии: виды энергий переходов, закон Бугера-Ламберта-Бера.
7. Принципы и аппаратура молекулярной абсорбционной спектроскопии (УФ-видимая спектроскопия).
8. Количественный анализ в УФ-видимой спектроскопии: методы градуировочного графика и стандартов.
9. Флуориметрия: принцип, аппаратура, преимущества перед абсорбционной спектроскопией.
10. Атомно-абсорбционная спектроскопия: принцип, аппаратура, области применения.
11. Атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-AES).
12. Инфракрасная спектроскопия: принцип, колебания молекул, интерпретация спектров.
13. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР): основные принципы и информативность.
14. Принципы хроматографии: классификация методов, основные параметры.
15. Теория хроматографического процесса: концепция теоретических тарелок.
16. Газовая хроматография: аппаратура, особенности подготовки проб.
17. Детекторы в газовой хроматографии: пламенно-ионизационный, электронно-захватный.
18. Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ): преимущества, основные компоненты системы.
19. Оптимизация разделения в ВЭЖХ: выбор фазы, градиентный элюент.
20. Ионообменная хроматография: принцип, области применения.
21. Тонкослойная хроматография: методика, особенности количественного анализа.
22. Классификация электрохимических методов анализа.
23. Потенциометрия: принцип, ионоселективные электроды, рН-метрия.
24. Вольтамперометрия: принцип, виды, аналитические возможности.
25. Кулонометрия: принципы методов, области применения.
26. Кондуктометрия: принципы, применение в анализе.
27. Принципы масс-спектрометрии: ионизация, разделение ионов, детектирование.
28. Методы ионизации в масс-спектрометрии (EI, CI, ESI, MALDI).
29. Хромато-масс-спектрометрия: сочетание ГХ/ЖХ и МС.
30. Интерпретация масс-спектров: молекулярный ион, фрагментация.
31. Термогравиметрический анализ (ТГА): принцип, интерпретация кривых.
32. Дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК): принцип, применение.
33. Капиллярный электрофорез: принцип, преимущества, области применения.
34. Рентгенофлуоресцентный анализ: принципы, возможности.
35. Методы анализа поверхности: РФЭС, АСМ.
36. Автоматизация инструментального анализа: системы пробоподготовки и анализа.
37. Выбор метода анализа для решения конкретной аналитической задачи.
38. Валидация методик инструментального анализа.
39. Статистическая обработка результатов инструментальных измерений.
40. Современные тенденции развития инструментальных методов анализа.

Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Темы рефератов по теме 2

1. Плодородие почвы, его виды. Пути повышения эффективного плодородия.
2. Потенциальное и эффективное плодородие почв. Основные приемы повышения эффективного плодородия почв.
3. Составные части почвы и их роль в питании растений.
4. Емкость поглощения и состав поглощенных катионов почв.
5. Реакция почвенного раствора. Виды кислотности. Роль разных видов кислотности почв в питании растений.
6. Что такое буферность и какова ее роль в питании растений и применении удобрений.
7. Агрофизические, биологические и агрохимические показатели плодородия.
8. Дайте определение нитрификационной способности почвы.
9. Источники поступления и потерь азота из почвы. Усвоение растениями аммиачного и нитратного азота.
10. Круговорот азота в природе. Мероприятия по улучшению азотного баланса в земледелии.
11. От каких факторов зависит скорость нитрификации?
12. Содержание и формы фосфора в почве.
13. Содержание и формы калия в почве.
14. Как определить удобрения, содержащие аммиак?
15. Микроудобрения, их характеристика, особенности применения
16. Основные микроудобрения – свойства и условия эффективного применения.
17. Понятие о комплексных удобрениях. Их экономическое и агротехническое значение.