

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
протокол от 25.08.2025 г. № 25.8

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Молекулярно-генетические механизмы адаптации растений

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.04.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – сформировать у студентов комплексное представление о современных представлениях об адаптации растений к условиям окружающей среды и о подходах генной инженерии к созданию устойчивых и продуктивных сортов растений.

Задачи дисциплины:

- – получение теоретических знаний и практических навыков в области молекулярных основ адаптации растений;
- – освоение навыка дизайна экспериментов по генетическому редактированию растений и созданию трансгенов;
- – знакомство с экспериментальными основами поиска кандидатных генов устойчивости.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Дисциплина реализуется в рамках факультативного блока.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин бакалавриата: «Биофизика и биохимия клетки», «Молекулярная биология», «Генетика», «Физиология растений», «Биологическая статистика», «Биологическая информатика».

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: преддипломная практика, научно-исследовательская работа.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

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

В результате освоения ООП магистра обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать: современные актуальные проблемы, основные открытия и методологические разработки в области биологических и смежных наук; У-ОПК-1 Уметь: анализировать тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, способен формулировать инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку В-ОПК-1 Владеть: навыком деловых

		коммуникаций в междисциплинарной аудитории, представления и обсуждения предлагаемых решений
ОПК-4	Способен участвовать в проведении экологической экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности	3-ОПК-4 Знать: теоретические основы, методы и нормативную документацию в области экологической экспертизы, особенности обследования и оценки экологического состояния территорий и акваторий, методы тестирования эффективности и биобезопасности продуктов технологических производств; У-ОПК-4 Уметь: применять профессиональные знания и навыки для разработки и предложения инновационных средств и методов экологической экспертизы; В-ОПК-4 Владеть: опытом планирования экологической экспертизы на основе анализа имеющихся фактических данных.
УКЦ-2	Способен к самообучению, самоактуализации и саморазвитию с использованием различных цифровых технологий в условиях их непрерывного совершенствования	3-УКЦ-2 Знать: основные цифровые платформы, технологии и интернет ресурсы используемые при онлайн обучении У-УКЦ-2 Уметь: использовать различные цифровые технологии для организации обучения В-УКЦ-2 Владеть: навыками самообучения, самоактуализации и саморазвития с использованием различных цифровых технологий
ПК-4	Способен организовывать устойчивые научные коллаборации и (или) консорциумы, оценивать вклад научных (научно-технических) результатов отдельных ученых и (или) коллективов исполнителей в развитие научных направлений, координировать процесс проведения исследования с участием привлеченных коллективов исполнителей	3-ПК-4 Знать: новейшие достижения по новым и (или) перспективным научным направлениям; информационные ресурсы, содержащие сведения об исследователях и (или) организациях, выполняющих исследования и разработки У-ПК-4 Уметь: координировать процесс проведения исследования с участием привлеченных коллективов исполнителей В-ПК-4 Владеть: способностью к организации устойчивых научных коллабораций и (или) консорциумов

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.), 72 академических часа.

4.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		7			
Аудиторные занятия (всего)	72				
<i>в том числе:</i>	-	-			
лекции		18			
практические занятия/ семинары		18			
лабораторные работы		-			
<i>в том числе:</i>	-	-			
Самостоятельная работа студента (всего)	36	36			
<i>в том числе:</i>	-	-			
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) часов		3			
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ					
час	72				
зач.ед.	2				

5. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Общая трудоём- кость всего (в часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успевае- мости
			Аудиторные учебные занятия			СРО	
			Лек	Сем/Пр	Лаб		
1.	Раздел 1 Введение в адаптацию растений		8	8		20	
1.1.	Тема 1.1. Введение в адаптацию растений.		2	2			Устный опрос
1.2.	Тема 1.2. Механизмы действия абиотических и биотических стрессоров.		2	2			Контрольная работа, устный опрос, решение ситуационных задач
1.3	Тема 1.3 Компоненты внутриклеточного сигналинга		4	4			Устный опрос, решение ситуационных задач
2.	Раздел 2 Адаптация к стрессорам		10	10		16	
2.1.	Тема 2.1 Адаптация к		2	2			Устный

	дефициту воды и высоким температурам.						опрос, решение ситуационных задач
2.2.	Тема 2.2 Адаптация к засолению.		2	2			Устный опрос
2.3	Тема 2.3 Адаптация к биотическим стрессорам.		2	2			Контрольная работа, устный опрос, решение ситуационных задач
2.4	Тема 2.4 Адаптация к антропогенным стрессорам.		2	2			Устный опрос
2.5	Тема 2.5 Взаимодействие растений и микроорганизмов: роль в адаптации.		2	2			Устный опрос
	Зачет	-					
	Всего	72	18	18		36	

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1 Введение в адаптацию растений	
1.1.	Тема 1.1. Введение в адаптацию растений	Определение адаптации растений. Цель исследования адаптации растений. Рост населения и числа голодающих. Изменения климата и потери урожая. Вторая «зелёная» революция и её элементы. Восприимчивость растений к стрессорам. Определение стресса. Стресс-реакция. Эффект гормезиса. Классификация стрессоров. Неспецифические стрессовые реакции. Схема внутриклеточного сигналинга. Сигналинг через продукты деградации мембранных фосфолипидов. Сигналинг через продукты деградации клеточной стенки. Кальциевый сигналинг. Сигналинг АФК. Фитогормональный контроль. Переход от фенотипической адаптации к эволюционной адаптации. Адаптации растений к условиям разным биотопов.
1.2.	Тема 1.2. Механизмы действия абиотических и биотических стрессоров.	Фазы стрессового ответа растений. Фаза тревоги. Фаза резистентности. Фаза истощения. Фаза регенерации. Теоретическая кривая зависимости урожайности от интенсивности стресса. Абиотический стресс. Абиотические стрессоры. Температура. Потери от замерзания. Рецепция холодового стресса. Засуха. Потери от засух. Влияние засухи на продуктивности. Рецепция засухи. Засоление. Потери от засоления. Рецепция солевого стресса. Гипоксия и аноксия. Потери от наводнений. Рецепция гипоксии. Активные формы кислорода. Антиоксидантная система растений. Рецепция окислительного стресса. Избыточная инсоляция или затенение. Рецепция светового стресса. Биотические стрессоры. Потери от биотических стрессоров. Ранение. Рецепция ранения. Индуцибельные защитные реакции на травоядных насекомых.

		Фитопатогены. Рецепция патогенов. Конкуренция. Рецепция конкурентов. Перекрестная устойчивость к стрессорам. Стратегии поиска кандидатных генов устойчивости.
1.3	Тема 1.3 Компоненты внутриклеточного сигналинга.	Компоненты сигнальной цепи. Схема передачи сигнала. Дистанционный сигналинг. Ретроградный сигналинг. Протеинкиназы. Механизм фосфорилирования-дефосфорилирования белка. Количество генов протеинкиназ в геномах растений. МАРК-каскад. Транскрипционные факторы. Фитогормоны. Абсцизовая кислота (АБК): сигнальный путь, АБК-опосредованный ответ на стресс. Ауксины, сигнальный путь ауксинов. Гиббереллины, сигнальный путь гиббереллинов. Цитокины, сигнальный путь цитокининов. Жасмонаты, сигнальный путь жасмонатов. Салициловая кислота, сигнальный путь салициловой кислоты. Стриголактоны, сигнальный путь стриголактонов. Пептидные гормоны. Этилен, сигнальный путь этилена. Оксид азота. Метаболизм NO в клетках растений. Активные формы кислорода (АФК). Окислительный стресс. Гипотетическая модель перцепции АФК в растениях. Кальцевый сигналинг. Система декодирования сигналов кальция в растениях. Электрический сигналинг. Гидравлический сигналинг. Гипотетическая модель интеграции электрического, кальциевого, АФК и гидравлического сигналингов в ответе на стресс.
2.	Раздел 2 Адаптация к стрессорам	
2.1.	Тема 2.1 Адаптация к дефициту воды и высоким температурам.	Влияние засухи на разные уровни организации растений. Молекулярные и физиологические особенности ответа растений на засуху. Биохимический и молекулярный сигналинг в ответ на засуху. АБК и АФК сигналинг в разных видах растений в ответ на засуху. Идентификация генов устойчивости к засухе. Кислотный метаболизм толстянковых в борьбе с засухой. Накопление пролина повышает засухоустойчивость. Роль аутофагии в засухоустойчивости. Сенсоры стресса <i>in vivo</i> . Манипуляция сигналингом АБК. Таргетный мутагенез с CRISPR/Cas9.
2.2.	Тема 2.2 Адаптация к засолению.	Транспорт и накопление ионов Na^+ . Эффекты избыточных концентраций соли на растения. Засоление приводит к развитию окислительного стресса. Роль микоризы в сопротивлении солевому стрессу. Гормоноподобные пептиды и солеустойчивость. Мелатонин и солеустойчивость. Белки теплового шока и солеустойчивость. Полногеномный поиск ассоциаций. Однонуклеотидные полиморфизмы. Протеасомная деградация белков и солеустойчивость.
2.3	Тема 2.3 Адаптация к биотическим стрессорам.	Типы биотических стрессоров растений. Схема защитных ответов растений. Компромисс между защитой и ростом. Гонка вооружений. Контр-адаптации насекомых-вредителей. Механизм защитного ответа, опосредуемый микробиотой ризосферы. Перцепция биотического стресса. PAMP-индуцируемый иммунитет (PTI) и эффектор-индуцируемый иммунитет (ETI). Гены резистентности (R) и гены восприимчивости (S). Биотехнологические подходы в увеличении устойчивости растений к патогенам. Генетическая модификация для увеличения резистентности. Лигнификация и пояски Каспари. Внутриклеточные нуклеотид-связывающие богатые лейциновыми повторами рецепторы (NLRs) растений. Резистом. Резистентность взрослых растений – Adult plant resistance (APR). Протеинкиназы и устойчивость к фитопатогенам.
2.4	Тема 2.4 Адаптация к антропогенным стрессорам.	Виды антропогенных стрессоров растений. Радионуклиды. Пестициды. Влияние пестицидов на растения. Разработка гербицид-резистентных сортов при помощи CRISPR-Cas9. Источники тяжёлых металлов (ТМ). Влияние ТМ на растения.

		Детекция, сигналинг, секвестирование ТМ. Взаимодействие разных сигнальных путей в ответ на действие ТМ. Фиторемедиация ТМ. Сигналинг озона. Факторы, влияющие на поглощение и транспорт наночастиц в растениях. Индукция защитного ответа растений при помощи наночастиц.
2.5	Тема 2.5 Взаимодействие растений и микроорганизмов: роль в адаптации.	Микробиота растений. Бактерии. Микоризообразующие грибы. Особенности колонизации растений. Цианобактерии. Микробиом ризосферы. Экссудат корней. Взаимосвязь корней, микробиоты и корневых экссудатов в ризосфере при действии стрессоров. Микробиом филлосферы. Микробиом эндосферы. Микробиом семян. Растения как холобионты. Взаимодействие корней растений друг с другом. Взаимодействия в ризосфере. Микроорганизмы и иммунитет растений. Микробиом растений расширяет возможности генетического редактирования. Микробиом резистентных растений может быть адаптирован к микробиому чувствительных, в том числе через технологию CRISPR/Cas и манипуляции с генами чувствительности.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1.	Раздел 1 Введение в адаптацию растений	
1.1.	Тема 1.1. Механизмы действия абиотических и биотических стрессоров.	Взаимодействие стрессоров. Антагонизм, синергизм, аддитивность стрессоров. Устойчивость к перекрёстному действию стрессоров. «Хабы» устойчивости.
2.	Раздел 2 Адаптация к стрессорам	
2.1.	Тема 2.1 Адаптация к дефициту воды и высоким температурам.	Анализ современных публикаций (не старше 5 лет) по созданию новых сортов устойчивых к засухе растений и по стратегиям поиска генов-кандидатов устойчивости к засухе.
2.2.	Тема 2.2 Адаптация к засолению.	Анализ современных публикаций (не старше 5 лет) по созданию новых сортов устойчивых к засолению растений и по стратегиям поиска генов-кандидатов устойчивости к засолению.
2.3	Тема 2.3 Адаптация к биотическим стрессорам.	Анализ современных публикаций (не старше 5 лет) по созданию новых сортов устойчивых к биотическим стрессорам растений и по стратегиям поиска генов-кандидатов устойчивости к биотическим стрессорам.
2.4	Тема 2.4 Адаптация к антропогенным стрессорам.	Анализ современных публикаций (не старше 5 лет) по созданию новых сортов устойчивых к антропогенным стрессорам растений и по стратегиям поиска генов-кандидатов устойчивости к антропогенным стрессорам.
2.5	Тема 2.5 Взаимодействие растений и микроорганизмов: роль в адаптации.	Анализ современных публикаций (не старше 5 лет) по использованию и редактированию микробиома растений для увеличения их продуктивности и устойчивости к различным стрессорам.

Лабораторные занятия

Не предусмотрены

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Для самостоятельной работы, подготовки к практическим занятиям и сдачи контрольных работ студентам предоставляется доступ к полнотекстовым статьям из электронных баз:

1. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров / Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. – К: Основа, 2010. – 352 с.
2. Физиология растений в 2 т.: учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2022. — 437 с.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства
1	Разделы 1-2	ОПК-1; ОПК-4; УКЦ-2; ПК-4	Устный опрос Ситуационные задачи/практическая работа Контрольные работы Зачет

7.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
 - Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
 - Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
 - Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
 - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
 - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Исключение:* текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**

Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	3	60% от M1	M1
<i>Оценочное средство № 1.2</i>	7	60% от M2	M2
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	11	60% от T1	T1
<i>Оценочное средство № 2.2</i>	15	60% от T2	T2
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет	-	24	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы

7.3.1. Зачет

а) типовые вопросы:

1. Определение адаптации растений. Цель исследования адаптации растений. Рост населения и числа голодающих. Изменения климата и потери урожая
2. Восприимчивость растений к стрессорам. Определение стресса. Стресс-реакция.
3. Классификация стрессоров. Неспецифические стрессовые реакции.
4. Схема внутриклеточного сигналинга. Сигналинг через продукты деградации мембранных фосфолипидов.
5. Сигналинг через продукты деградации клеточной стенки. Кальциевый сигналинг. Сигналинг АФК.
6. Фитогормональный контроль. Переход от фенотипической адаптации к эволюционной адаптации.
7. Фазы стрессового ответа растений. Фаза тревоги. Фаза резистентности. Фаза истощения. Фаза регенерации.
8. Абиотический стресс. Абиотические стрессоры.
9. Антиоксидантная система растений. Рецепция окислительного стресса.
10. Биотические стрессоры. Потери от биотических стрессоров.
11. Фитопатогены. Рецепция патогенов
12. Перекрёстная устойчивость к стрессорам. Стратегии поиска кандидатных генов устойчивости.
13. Компоненты сигнальной цепи. Схема передачи сигнала.
14. Дистанционный сигналинг.
15. Ретроградный сигналинг.
16. Фитогормоны.
17. Абсцизовая кислота (АБК): сигнальный путь, АБК-опосредованный ответ на стресс.
18. Ауксины, сигнальный путь ауксинов. Гиббереллины, сигнальный путь гиббереллинов.
19. Цитокины, сигнальный путь цитокининов. Жасмонаты, сигнальный путь жасмонатов.
20. Салициловая кислота, сигнальный путь салициловой кислоты. Стриголактоны, сигнальный путь стриглактонов.
21. Пептидные гормоны. Этилен, сигнальный путь этилена. Оксид азота. Метаболизм NO в клетках растений.

22. Активные формы кислорода (АФК). Окислительный стресс. Гипотетическая модель перцепции АФК в растениях. Кальцевый сигналинг. Система декодирования сигналов кальция в растениях.
23. Электрический сигналинг. Гидравлический сигналинг.
24. Гипотетическая модель интеграции электрического, кальциевого, АФК и гидравлического сигналингов в ответе на стресс.
25. Адаптация к дефициту воды и высоким температурам. Идентификация генов устойчивости к засухе.
26. Адаптация к засолению. Протеасомная деградация белков и солеустойчивость.
27. Адаптация к биотическим стрессорам. Биотехнологические подходы в увеличении устойчивости растений к патогенам
28. Адаптация к антропогенным стрессорам.
29. Взаимодействие растений и микроорганизмов: роль в адаптации.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Оценивается полнота овладения теоретическими знаниями по дисциплине и умение применять эти знания для описания процессов происходящих в биологических системах.

Критериями оценки является:

- 1) правильность, полнота и логичность построения ответа;
- 2) умение оперировать специальными терминами;
- 3) использование в ответе дополнительного материала;
- 4) умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом, приводить примеры;

в) описание шкалы оценивания:

Допуск к зачёту по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35. Зачёт студент получает при наборе общей суммы баллов свыше 60.

Оценку «зачтено» получают следующие студенты:

- получившие положительную оценку за ответы во время устного опроса;
- получившие оценку «зачтено» за ответы на тестовые задания текущего контроля;
- давшие правильный (полный, логичный, с употреблением соответствующей терминологии и примерами) устный ответ на вопросы к зачету.

Оценку «не зачтено» получают следующие студенты:

- получившие неудовлетворительные оценки за ответы во время устного опроса;
- давшие неполный, нелогичный устный ответ на вопросы к зачету, не владеющие соответствующей терминологией.

7.3.2. Контрольная работа

Контрольная работа по Разделу 1 «Введение в адаптацию растений»

Типовые вопросы для контрольной работы:

1. Причины восприимчивости растений к стрессорам.
2. Определение стресса, стресс-реакций, классификация стрессоров.
3. Общая схема внутриклеточного сигналинга.
4. Общая схема дистанционного сигналинга.
5. Адаптации растений к условиям разным биотопов.
6. Фазы стрессового ответа растений.

7. Потери урожая от абиотических стрессоров.
8. Потери урожая от биотических стрессоров.
9. Компоненты сигнальной цепи.
10. Механизм фосфорилирования-дефосфорилирования белка.
11. Сигналинг основных групп фитогормонов.
12. Активные формы кислорода и окислительный стресс в клетках растений.

Контрольная работа по Разделу 2 «Адаптация к стрессорам»

Типовые вопросы и задания контрольной работы:

1. Молекулярные и физиологические особенности ответа растений на засуху.
2. Биохимический и молекулярный сигналинг в ответ на засуху.
3. АБК и АФК сигналинг в ответ на засуху.
4. Влияние избыточных концентраций соли на растения.
5. Засоление и окислительный стресс.
6. Типы биотических стрессоров растений.
7. Перцепция биотического стресса.
8. Типы иммунитета растений.
9. Виды антропогенных стрессоров растений.
10. Детекция, сигналинг, секвестирование тяжёлых металлов.
11. Роль микробиома растений в устойчивости к стрессорам.
12. Полногеномный поиск ассоциаций для выявления генов-кандидатов.
13. Омикс-технологии для выявления генов-кандидатов.
14. Агробактериальная трансформация.
15. Таргетный мутагенез с системами CRISPR/Cas.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Контрольные работы проводятся 2 раза в семестр на модульных неделях по расписанию, устанавливаемому деканатом. Они проводятся в форме тестов или ином виде по выбору преподавателя с учетом объема изученного материала по курсу.

Оценивание студента проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Студенту, пропустившему по уважительной причине контрольную модульную работу, предоставляется возможность отработки. Отработать занятие можно по согласованию с преподавателем в четко установленные сроки в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

Оценивается степень усвоения теоретических знаний по следующим критериям:

правильность, полнота и логичность письменного ответа, способностью проиллюстрировать ответ примерами.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальный балл за контрольную работу – 15. Каждый вопрос оценивается в 5 баллов.

7.3.3. Устный опрос

а) типовые задания (вопросы) - образец:

Оценочные средства представлены тематикой и вопросами, разработанными для обсуждения на семинарских занятиях.

Тема 1.1. Введение в адаптацию растений

Вопросы:

1. Дайте определение термину «адаптация растений»
2. Для какой цели необходимо исследовать механизмы адаптации растений?
3. Чем грозит растениям изменение климата и рост населения человечества?
4. Восприимчивость растений к стрессорам, определение термина «стресс-реакция»
5. В чем суть эффекта гормезиса и его роль в адаптации растений?
6. Назовите полную классификацию стрессоров растений и неспецифические реакции растений на них
7. Опишите схему внутриклеточного сигналинга через продукты деградации мембранных фосфолипидов
8. Опишите схему внутриклеточного сигналинга через продукты деградации клеточной стенки
9. Механизм кальциевого сигналинга и сигналинга АФК
10. Фитогормональный контроль
11. Переход от фенотипической адаптации к эволюционной адаптации

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Устный опрос проходит в форме развернутой беседы – творческой дискуссии, основанной на подготовке всей группы по объявленной заранее теме при максимальном участии в обсуждении студентов группы. Как правило, один студент раскрывает один вопрос темы, давая наиболее полный ответ. Остальные делают дополнения, высказывают различные суждения и аргументацию, могут задавать вопросы друг другу и преподавателю. Преподаватель направляет ход дискуссии, обращая внимание на существующие научные проблемы обсуждаемой темы, предлагая студентам найти собственное их решение.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная оценка за устное выступление и работу на семинарском занятии – 3 балла.

3 балла – студент дает полный ответ на поставленный вопрос, речь его свободна и грамотна, конспект не зачитывается, а используется лишь как опорный, студент делает важные дополнения по существу других вопросов, значительно проясняющие отдельные аспекты, которые не являются повторами, хорошо разбирается в обсуждаемом материале, демонстрирует знание источников, библиографии, различных точек зрения по изучаемой теме, умеет

анализировать тексты, приходит к самостоятельным аргументированным выводам и отстаивает свою точку зрения, соблюдает нормы литературной речи.

2 балла – студент хорошо разбирается в обсуждаемом материале, демонстрирует умение критически анализировать источники и различные точки зрения по обсуждаемой проблеме, приходит к самостоятельным аргументированным выводам, не проявляет активность в работе группы на семинаре (готовится и отвечает только на один вопрос семинарского занятия).

1 балл – студент неполно владеет материалом, при изложении фактического материала допускает отдельные неточности, знает различные точки зрения по обсуждаемой проблеме, но возникают трудности с их анализом, умеет излагать собственную позицию, но не все выводы носят доказательный характер, при ответе активно пользуется конспектом вплоть до его зачитывания.

Каждый последующий устный опрос формируется на основе пройденного материала по схеме устного опроса по теме 1.1

7.3.4. Ситуационные задачи (практическая работа)

а) типовые задания (вопросы) – образец:

1. Поиск научных публикаций в PubMed
2. Поиск научных публикаций в Google Scholar
3. Анализ научной публикации с выделением задачи исследования, используемых подходов и результатов.
4. Сопоставление разных методологических подходов к увеличению продуктивности и устойчивости растений к стрессору.
5. Статистический анализ для выбора предпочтительного подхода.
6. Работа в интернет-ресурсах, разработанных для поиска и валидации генов-кандидатов.

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность рассмотрения ситуации/выполнения работы
- четкое и верное трактование ситуации/результатов проведенной работы

в) описание шкалы оценивания

Максимальное количество баллов 2. Каждый критерий оценивается в 1 балл.

7.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется

			студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70-74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессоров / Колупаев Ю.Е., Карпец Ю.В. – К: Основа, 2010. – 352 с.
2. Физиология растений в 2 т.: учебник для вузов / В. В. Кузнецов, Г. А. Дмитриева. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2022. — 437 с.

Дополнительная литература:

1. Omics Technologies and Bio-engineering 1st Edition / eds. D. Barh, V. Azevedo – NY: Academic Press. – 618 P. eBook ISBN: 978-012-80-4749-1
2. Plant Adaptation Strategies in Changing Environment / eds. Shukla V., Kumar S., Kumar N. – Singapore: Springer Singapore. – 386 P. eBook ISBN: 978-981-10-6744-0

9. Перечень ресурсов* информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. <http://bio-x.ru/> – Интернет-портал по биотехнологии
2. www.cbio.ru/ – Интернет-портал о коммерческих биотехнологиях
3. <https://onlinelibrary.wiley.com/journal/14677652/> – Plant Biotechnology Journal
4. База данных Ensembl – URL: <https://www.ensembl.org/>
5. База данных NCBI – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
6. Поисковик Google Scholar – URL: <https://scholar.google.com/>
7. Поисковик PubMed – URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

10.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот);
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

10.2. Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
5. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.
6. Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.

10.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.py/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Минимально необходимый для реализации дисциплины перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

А) аудитория для лекционных занятий на 30 посадочных мест с ноутбуком, проектором и экраном;

Б) аудитория для практических занятий на 10 посадочных мест с персональными компьютерами, на которых установлено ПО.

В) Оборудование:

1. Персональные компьютеры
2. Мультимедийный проектор;
3. Экран;
4. Маркерная доска;
5. Рабочее место преподавателя (ПК, принтер, стол, стул).

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Компетентностный подход при освоении дисциплины реализуется через использование в учебном процессе активных методов обучения – таких взаимных действий преподавателя и обучающихся, которые побуждают последних к активной мыслительной и практической деятельности в процессе овладения изучаемым материалом. Применение интерактивных режимов обучения позволяет выстраивать взаимонаправленные информационные потоки: студент – группа студентов – преподаватель.

Используются следующие виды деятельности:

- 1) Практико-ориентированная деятельность – совместная деятельность подгруппы обучающихся и преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем выполнения индивидуальных заданий практического

направления. Позволяет сформировать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи разной направленности.

- 2) Технология использования разноуровневых заданий – различают задачи и задания трех основных уровней: а) репродуктивный уровень, позволяет оценить и диагностировать знание фактического материала и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивный уровень позволяет оценить и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческий уровень позволяет оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.
- 3) Традиционные технологии (информационные лекции, практические занятия) – создание условий, при которых обучающиеся пользуются преимущественно репродуктивными методами при работе с конспектами, учебными пособиями, наблюдая за изучаемыми объектами, выполняя лабораторные работы по инструкции.

В интерактивных режимах по дисциплине проводятся:

– **Решение ситуационных задач** (практические занятия) – 4 часа.

После изучения объекта исследования формулируется ситуационная задача с решением ее студентами индивидуально или в группах с публичной защитой результатов работы и оппонированием.

– **Рефлексия** (лекции) – 16 часов.

В конце занятия, студентам предлагается проблемный вопрос по теме занятия, на который им необходимо дать письменный ответ в течение 10 минут, используя знания, полученные в ходе лекции, собственный кругозор и эрудицию.

– **Мультимедийные занятия** (практические занятия) – 9 часов.

Формируются навыки использования методов моделирования и анализа при решении конкретных задач. Организуется беседа преподавателя и студентов для обсуждения результатов работы, формулирования обобщений и закономерностей.

Всего аудиторных занятий в интерактивной форме – 29 часов (15,8 % от аудиторных занятий).

12.2. Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)

Самостоятельная работа студентов составляет всего 156 часа. Самостоятельная работа студентов над курсом состоит из нескольких частей, призванных решать разные задачи.

1. Подготовка к рейтинговому контролю заключается в систематизации и углублении знаний по вопросам, выносимым на проверку. Для облегчения подготовки студентам предлагаются типовые контрольные вопросы, рекомендуется использование глоссария. На выполнение данного вида работы отводится 72 часа (из расчета по 3,5 часа на раздел).

2. Написание реферата по одной из предложенных тем предполагает самостоятельное изучение студентом одного из частных вопросов курса.

Перечень возможных тем рефератов и рекомендуемой литературы приводятся. О проведенной работе студент отчитывается на зачетном занятии в интерактивной форме – метод проекта. На выполнение данной работы отводится 84 академических часа.

Темы для самостоятельного изучения обучающимися:

1. Полногеномный поиск ассоциаций в селекции (4 ак. ч)

2. Сигналинг пептидных гормонов (2 ак. ч)
3. Типы микориз и молекулярные основы формирования симбиоза (6 ак. ч)
4. Метагеномные исследования микроорганизмов, ассоциированных с высшими растениями (4 ак. ч)
5. Особенности организации генома растений (2 ак. ч)
6. Модификации системы CRISPR-Cas9, специфичные для редактирования растений (4 ак. ч.)
7. Фенотипирование растений в селекционном процессе (2 ак. ч)

12.3. Краткий терминологический словарь

Абиотический стресс – негативное воздействие неживых факторов на живые организмы в конкретной среде.

Агробактериальная трансформация – перенос генов другого организма в реципиентный геном растений с помощью *Agrobacterium tumefaciens* или *A. rhizogenes* и их плазмид.

Биоинформатика — междисциплинарная область, включающая в себя изучение и разработку компьютерных методов для интерпретации данных высокопроизводительного анализа.

Биотический стресс – негативное воздействие живых факторов на живые организмы в конкретной среде.

Внутриклеточный сигналинг – процесс, при помощи которого клетка превращает один тип сигнала или стимула в другой, обычно амплифицируя первоначальный стимул и изменяя метаболизм в ответ на него.

Генетическое редактирование – один из видов генной инженерии связанный с включением, удалением или перемещением фрагментов ДНК в геноме организма с использованием «молекулярных ножниц».

Геномика — раздел молекулярной генетики, посвящённый изучению генома и генов живых организмов.

Дистанционный сигналинг – распространение сигнала за пределы региона, где он воспринят (в противоположность внутриклеточному сигналингу).

Кальциевый сигналинг – передача сигналов при помощи ионов кальция (Ca^{2+}) и кальций-связывающих белков.

Метабономика — анализ совокупности всех метаболитов, являющихся конечным продуктом обмена веществ в клетке, ткани, органе или организме.

Микробиом – совокупность всех микроорганизмов, населяющих объект.

Окислительный стресс – процесс повреждения клетки в результате окисления, чаще всего из-за дисбаланса активных форм кислорода.

Омикс-технологии — комплекс высокопроизводительных геномных и постгеномных технологий, исследующих весь набор биологических молекул, содержащийся в отдельной клетке, клеточных популяциях или сообществах организмов и их взаимодействие.

Полногеномный поиск ассоциаций — исследование, связанное с поиском ассоциаций между геномными вариантами и фенотипическими признаками (часто используются однонуклеотидные полиморфизмы).

Протеинкиназы — представители подкласса ферментов киназ, которые модифицируют другие белки путём фосфорилирования остатков аминокислот, имеющих гидроксильные группы (серин, треонин и тирозин), или гетероциклической аминогруппы гистидина.

Протеомика — область молекулярной биологии, посвящённая идентификации и количественному анализу белков с использованием высокопроизводительных подходов.

Секвенирование следующего поколения (NGS) — группа высокопроизводительных методов определения нуклеотидной последовательности ДНК и РНК.

Стресс — совокупность неспецифических адаптационных реакций организма на воздействие различных неблагоприятных факторов-стрессоров, нарушающих его гомеостаз, а также соответствующее состояние организма в целом.

Транскриптомика — высокопроизводительные методы, разработанные для изучения совокупности всех РНК-транскриптов клетки, ткани или организма.

Транскрипционные факторы — белки, контролирующие процесс синтеза РНК на матрице ДНК путём связывания со специфичными участками ДНК.

Фитогормоны — обычно низкомолекулярные органические соединения, вырабатываемые растениями и выполняющие регуляторные функции.

Фитопатоген — экологический фактор (чаще всего принадлежащий к живой природе), обуславливающий болезни растений.

13. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.) С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае за-чет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил (а) (и):

....

Рецензент (ы):

....

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа рассмотрена на заседании отделения биотехнологий (протокол № _____ от «__» _____ 20__ г.)	Руководитель образовательной программы 06.03.01 Биология «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова Начальник отделения биотехнологий «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова
---	--