

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шипилова Анастасия Васильевна
Должность: Ученый сотрудник института агrobiотехнологий
Дата подписания: 17/07/2023 13:34:35
Уникальный программный ключ:
fcd01ec611df76898cc51f245ad12c3f716cc658



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агrobiотехнологий
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института
агrobiотехнологий

С.Л. Белопухов

29 августа 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.02 «ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.04.01 – Биотехнология

Направленность: Биоинженерия и бионанотехнологии

Курс 1

Семестр 2

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2022

Москва, 2022

Разработчики: Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент ЧФ
Хлебникова Д.А., канд. биол. наук, ст. преп. ХЛ
Сумин А.В., ассистент СУ

«29» 08 2022г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор ТГ
«29» 08 2022г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО 3++, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 19.04.01 – Биотехнология.

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 41 от «29» августа 2022 г.

И.о. зав. кафедрой Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент ЧФ
«29» 08 2022г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической
комиссии Института агробиотехнологий
Лазарев Н.Н., д-р с.-х. наук, профессор ЛН
«__» _____ 2022г.

И.о. заведующего выпускающей
кафедрой биотехнологии
Чередниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент ЧФ
«29» 08 2022г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ З
(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	5
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ.....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	14
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	15
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	18
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	19
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	19
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	19
8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	20
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	21
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	21

АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.02 «Генная инженерия» для подготовки магистров по направлению 19.04.01 - «Биотехнология» по направленности «Биоинженерия и бионанотехнологии»

Цель освоения дисциплины: освоение студентами теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков в области создания генно-инженерно модифицированных организмов (прежде всего, растений); критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработки стратегии действий; использования цифровых средств и технологий, современных достижений нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии и медицине; выполнения биотехнологических и микробиологических исследований, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека.

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в вариативную часть учебного плана по направлению подготовки 19.04.01 – Биотехнология.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1, ПКос-1, ПКос-2.

Краткое содержание дисциплины: Курс «Генная инженерия» предназначен для изучения студентами магистратуры основ современной биотехнологии и биоинженерии, а также возможностей редактирования генома растений с целью улучшения их признаков и свойств. Дисциплина имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генная инженерия» являются «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Информационные технологии в биотехнологии», «Клеточная инженерия», «Управление качеством биотехнологической продукции». Дисциплина «Генная инженерия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Системная биология», «Молекулярная генетика», «Биоинформатика», «Вторичный метаболизм высших растений», «Безопасность ГМО и методы ее контроля».

Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 144 часов (4 зач.ед.) / 4 часа.

Промежуточный контроль: экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Генная инженерия» является освоение студентами теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков в области создания генно-инженерно модифицированных организмов (прежде всего, растений); критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработки стратегии действий; использования цифровых средств и технологий, современных достижений нано- и биотехнологий,

молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии и медицине; выполнения биотехнологических и микробиологических исследований, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека.

Цель дисциплины соотносится с общими целями основной профессиональной образовательной программы (ОПОП ВО) по направлению 19.04.01 – Биотехнология, в рамках которого изучается данная дисциплина.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Генная инженерия» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений. Дисциплина «Генная инженерия» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – Биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Генная инженерия» являются «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Информационные технологии в биотехнологии», «Клеточная инженерия», «Управление качеством биотехнологической продукции».

Дисциплина «Генная инженерия» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Системная биология», «Молекулярная генетика», «Биоинформатика», «Вторичный метаболизм высших растений», «Безопасность ГМО и методы ее контроля».

Особенностью дисциплины является фундаментальный подход к практической реализации целей освоения дисциплины, охватывающий широкий спектр теоретических знаний и практических навыков.

Рабочая программа дисциплины «Генная инженерия» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.3 Осуществляет поиск вариантов решения выявленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации. Определяет в рамках выбранного решения вопросы (задачи), подлежащие дальнейшей разработке, и обосновывает его выбор. Предлагает способы их решения	типы проблемных ситуаций, которые можно выявить на основе доступных источников информации	предлагать способы решения проблемных ситуаций	навыками определения в рамках выбранного решения вопросов (задач), подлежащих дальнейшей разработке, и обоснования выбора
2.			УК-1.4 Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них, оценивая их влияние на окружающий мир	возможные стратегии достижения поставленной цели, а также последствия отдельных шагов ее достижения	разрабатывать стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов	навыками оценки влияния отдельных шагов для достижения поставленной цели на окружающий мир
3.	ПКос-1	Способен использовать цифровые средства и технологии, современные достижения нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в	ПКос-1.1 Владеет актуальной информацией о возможностях применения разработок в области нано- и биотехнологий, молекулярной био-	актуальную информацию о возможностях применения разработок в области нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в	Разрабатывать стратегии использования актуальной информации о возможностях применения разработок в области нано- и биотехно-	навыками использования цифровых средств и технологий

6

		сельском хозяйстве, экологии и медицине	логии в различных отраслях экономики; использует цифровые средства и технологии	различных отраслях экономики	логий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики	
4.			ПКос-1.2 Самостоятельно выполняет исследования в области сельского хозяйства, экологии и медицине с применением современных методов и оборудования нано- и биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий	актуальные данные в области сельского хозяйства, экологии и медицине в области применения современных методов и оборудования нано- и биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий	самостоятельно выполнять исследования в области сельского хозяйства, экологии и медицине с применением современных методов и оборудования нано- и биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий	современными методами и навыками использования оборудования нано- и биотехнологий, молекулярной биологии, цифровых средств и технологий
5.			ПКос-1.3 Разрабатывает и совершенствует современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии при научных исследованиях в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины	современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии	разрабатывать и совершенствовать современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии при научных исследованиях в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины	навыками научных исследований в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины
6.	ПКос-2	Способен выполнять биотехнологические и микробиологические исследования, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекар-	ПКос-2.1 Осуществляет разработку предложений по совершенствованию биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микро-	способы совершенствования биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств	использовать для биотехнологического производства микробиологический синтез и биотрансформацию микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений	навыками совершенствования биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств

7

	ственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека	биологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений			
7.		ПКос-2.2 Владеет методами разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)	принципы биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)	осваивать методы разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)	методами разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепаратов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часов), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	В т.ч. по семестрам № 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144	144
1. Контактная работа:	82,4/4	82,4/4
Аудиторная работа	82,4/4	82,4/4
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	32	32
практические занятия (ПЗ)	48/4	48/4
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	61,6	61,6
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	37	37
подготовка к экзамену с оценкой (контроль)	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
Раздел 1 «Методы генной инженерии»	41	12	16/4	-	13
Тема 1.1 «Традиционная и современная селекция»	10	2	4	-	4
Тема 1.2 «Основы молекулярной генетики»	11	4	4	-	3
Тема 1.3 «Основные методы генной инженерии»	11	4	4/4	-	3
Тема 1.4 «Специальные методы генетической инженерии»	9	2	4	-	3
Раздел 2 «Получение и анализ трансгенных растений»	40	12	16	-	12
Тема 2.1 «Методы трансформации»	14	4	6	-	4
Тема 2.2 «Система селективных и репортерных генов»	12	4	4	-	4
Тема 2.3 «Регенерация и анализ»	14	4	6	-	4

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
трансгенных растений»					
Раздел 3 «Свойства трансгенных растений»	36	8	16	-	12
Тема 3.1 «Устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды»	14	4	6	-	4
Тема 3.2 «Модификации продуктов питания»	10	2	4	-	4
Тема 3.3 «Новые задачи для растений»	12	2	6	-	4
консультации перед экзаменом	2	-	-	2	-
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	-	-	0,4	-
подготовка к экзамену с оценкой (контроль)	24,6	-	-	-	24,6
Итого по дисциплине	144	32	48/4	2,4	61,6

* практическая подготовка

Раздел 1 «Методы генной инженерии»

Тема 1.1 «Традиционная и современная селекция»

Традиционная селекция растений. Биотехнология в селекции растений. Важные вехи развития генной инженерии растений.

Тема 1.2 «Основы молекулярной генетики»

Строение ДНК и РНК. Транскрипция. Процессинг РНК. Трансляция. Регуляция экспрессии генов.

Тема 1.3 «Основные методы генной инженерии»

Эндонуклеазы рестрикции. Саузерн-блот-гибридизация. Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Секвенирование. Клонирование ДНК. Обнаружение протеинов с помощью антител.

Тема 1.4 «Специальные методы генетической инженерии»

ДНК-маркеры и ПДРФ. Геномный анализ. Биоинформатика. Получение мутантов с помощью транспозонов. Транскриптомный анализ. Протеомный анализ.

Раздел 2 «Получение и анализ трансгенных растений»

Тема 2.1 «Методы трансформации»

Агробактериальная трансформация. Биобаллистическая трансформация. Трансформация протопластов.

Тема 2.2 «Система селективных и репортерных генов»

Использование генов устойчивости к антибиотикам. Альтернативные системы селекции. Репортерные гены.

Тема 2.3 «Регенерация и анализ трансгенных растений»

Регенерация трансгенных растений. Подтверждение генетических изменений. Экспрессия трансформированной ДНК (эктопическая экспрессия, клетко- и тканеспецифичная экспрессия, импорт в специфичные компартменты клетки). Стабильность трансгенных растений (инактивация метилированием, PTGS). Удаление генов устойчивости.

Раздел 3 «Свойства трансгенных растений»

Тема 3.1 «Устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды»

Устойчивость к гербицидам. Защита от вредных насекомых. Защита от фитопатогенных вирусов. Защита от патогенных бактерий и грибов. Устойчивость к абиотическим стрессовым факторам окружающей среды.

Тема 3.2 «Модификация продуктов питания»

Углеводы и жирные кислоты. Содержание протеинов и незаменимых аминокислот. Витамины, минералы и микроэлементы. Сохранность и вкус. Уменьшение содержания аллергенных веществ.

Тема 3.3 «Новые задачи для растений»

Углеводы и жирные кислоты как сырье. Искусственные вещества. Выделение протеинов. Санирование почвы. Растения-продуценты полезных веществ (алкалоиды, вакцины). Модифицированные декоративные растения (изменение окраски цветков, изменение формы цветков). Искусственная мужская стерильность для производства гибридных семян. Трансгенные деревья.

4.3 Лекции, практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций, практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, лабораторных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов / в т.ч. практ. подг.
	Раздел 1. Методы генной инженерии				
1	Тема 1.1 «Традиционная и современная селекция»	Лекция № 1 «Традиционная и современная селекция»	УК-1.3, УК-1.4	-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, лабораторных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов / в т.ч. практ. подг.
2		Практическое занятие № 1 «Биотехнология в селекции растений»	УК-1.3, УК-1.4	-	4
3	Тема 1.2 «Основы молекулярной генетики»	Лекция № 2 «Основы молекулярной генетики»	УК-1.3, УК-1.4	-	4
4		Практическое занятие № 2 «Регуляция экспрессии генов»	УК-1.3, УК-1.4	устный опрос	4
5	Тема 1.3 «Основные методы генной инженерии»	Лекция № 3 «Инструменты генной инженерии»	УК-1.3, УК-1.4	-	4
6		Практическое занятие № 3 «Выделение ДНК»	УК-1.3, УК-1.4	защита лабораторной работы	2/2
7		Практическое занятие № 4 «Полимеразная цепная реакция (ПЦР)»	УК-1.3, УК-1.4	защита лабораторной работы	2/2
8	Тема 1.4 «Специальные методы генетической инженерии»	Лекция № 4 «Специальные методы генетической инженерии»	УК-1.3, УК-1.4	-	2
9		Практическое занятие № 5 «Системная биология и биоинформатика»	УК-1.3, УК-1.4	устный опрос	4
Раздел 2. Получение и анализ трансгенных растений					
10	Тема 2.1 «Методы трансформации»	Лекция № 5 «Агробактериальная и биобаллистическая трансформация»	ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	-	4
11		Практическое занятие № 6 «Агробактериальная трансформация»	ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	защита лабораторной работы тестирование	6
12	Тема 2.2 «Система селективных и репортерных генов»	Лекция № 6 «Система селективных и репортерных генов»	ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	-	4
13		Практическое занятие № 7 «Селективные и репортерные гены»	ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3	устный опрос	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, лабораторных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		«Регенерация трансформированных растений»	ПКос-1.3	боты	
Раздел 3. Свойства трансгенных растений					
16	Тема 3.1 «Устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды»	Лекция № 8 «Устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды»	ПКос-2.1, ПКос-2.2	-	4
17		Практическое занятие № 9 «Устойчивость трансгенных растений к неблагоприятным факторам окружающей среды»	ПКос-2.1, ПКос-2.2	устный опрос	6
18	Тема 3.2 «Модификации продуктов питания»	Лекция № 9 «Модификации продуктов питания»	ПКос-2.1, ПКос-2.2	-	2
19		Практическое занятие № 10 «Улучшение качества продуктов методами генной инженерии»	ПКос-2.1, ПКос-2.2	устный опрос	4
20	Тема 3.3 «Новые задачи для растений»	Лекция № 10 «Новые задачи для растений»	ПКос-2.1, ПКос-2.2	-	2
21		Практическое занятие № 11 «Санитарное использование трансгенных растений в селекции»	ПКос-2.1, ПКос-2.2	устный опрос	6

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Методы генной инженерии»		
1.	Тема 1.1 «Традиционная и современная селекция»	Основные виды сельскохозяйственных растений, подвергшихся генетической трансформации. Законы Менделя. Протопласты растительных клеток. Нобелевские премии по химии и физиологии и медицине – важные вехи развития генной инженерии. (УК-1.3, УК-1.4)
2.	Тема 1.2 «Основы молекулярной генетики»	Строение ДНК и РНК. Транскрипция. Процессинг РНК. Трансляция. (УК-1.3, УК-1.4)
3.	Тема 1.3 «Основные методы генной инженерии»	Полимеразная цепная реакция (ПЦР). Секвенирование. Клонирование ДНК. Обнаружение белков с помо-

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		щью антител. (УК-1.3, УК-1.4)
4.	Тема 1.4 «Специальные методы генетической инженерии»	ДНК-маркеры и ПДРФ. Получение мутантов с помощью транспозонов. (УК-1.3, УК-1.4)
Раздел 2 «Получение и анализ трансгенных растений»		
5.	Тема 2.1 «Методы трансформации»	Трансформация протопластов. (ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3)
6.	Тема 2.2 «Система селективных и репортерных генов»	Использование генов устойчивости к антибиотикам. Альтернативные системы селекции. Репортерные гены. (ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3)
7.	Тема 2.3 «Регенерация и анализ трансгенных растений»	Регенерация трансгенных растений. Подтверждение генетических изменений. Стабильность трансгенных растений (инактивация метилированием, PTGS). Удаление генов устойчивости. (ПКос-1.1, ПКос-1.2, ПКос-1.3)
Раздел 3 «Свойства трансгенных растений»		
8.	Тема 3.1 «Устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды»	Устойчивость к гербицидам. Защита от вредных насекомых. Защита от фитопатогенных вирусов. (ПКос-2.1, ПКос-2.2)
9.	Тема 3.2 «Модификации продуктов питания»	Углеводы и жирные кислоты. Содержание белков и незаменимых аминокислот. Витамины, минералы и микроэлементы. Сохранность и вкус. Уменьшение содержания аллергенных веществ. (ПКос-2.1, ПКос-2.2)
10.	Тема 3.3 «Новые задачи для растений»	Углеводы и жирные кислоты как сырье. Искусственные вещества. Выделение белков. Санитарное использование трансгенных растений (изменение окраски цветков, изменение формы цветков). Искусственная мужская стерильность для производства гибридных семян. Трансгенные деревья. (ПКос-2.1, ПКос-2.2)

5. Образовательные технологии

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Биотехнология в селекции растений	Л Лекция-дискуссия
2.	Регуляция экспрессии генов	ПЗ Разбор конкретных ситуаций
3.	Агробактериальная и биобаллистическая трансформация	Л Лекция-дискуссия
4.	Системная биология и биоинформатика	ПЗ Разбор конкретных ситуаций
5.	Улучшение качества продуктов методами генной инженерии	ПЗ Разбор конкретных ситуаций

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

6.1.1. Примерные вопросы для обсуждения на практических занятиях

Практическое занятие № 1 «Биотехнология в селекции растений»

1. Актуальные проблемы традиционной селекции.
2. Генетический контроль хозяйственно-ценных признаков.
3. Возможности биотехнологии.

Практическое занятие № 2 «Регуляция экспрессии генов»

1. Уровни регуляции экспрессии генов
2. Регуляция транскрипции.
3. Регуляция процессинга.

Практическое занятие № 3 «Выделение ДНК»

1. Этапы выделения ДНК.
2. Качество выделения ДНК.
3. Варианты методик выделения ДНК.

Практическое занятие № 4 «Полимеразная цепная реакция (ПЦР)»

1. Принцип ПЦР.
2. Компоненты смеси для проведения ПЦР.
3. Аппаратура для проведения ПЦР.

Практическое занятие № 5 «Системная биология и биоинформатика»

1. Понятие «системная биология».
2. Геномика.
3. Протеомика.

Практическое занятие № 6 «Агробактериальная трансформация»

1. Строение Ti-плазмиды.
2. Методика проведения агробактериальной трансформации.
3. Критические моменты агробактериальной трансформации.

Практическое занятие № 7 «Селективные и репортерные гены»

1. Маркерные гены в составе векторных молекул.
2. Гены устойчивости к антибиотикам.
3. Гены устойчивости к гербицидам.

Практическое занятие № 8 «Регенерация трансформированных растений»

1. Типы морфогенеза.
2. Фитогормоны и регуляторы роста в культуре клеток и тканей.
3. Управление морфогенезом в культуре клеток и тканей.

Практическое занятие № 9 «Устойчивость трансгенных растений к неблагоприятным факторам окружающей среды»

1. Неблагоприятные факторы среды абиотической природы.
2. Неблагоприятные факторы среды биотической природы.
3. Механизмы устойчивости растений к абиотическим факторам.

Практическое занятие № 10 «Улучшение качества продуктов методами генной инженерии»

1. Основные компоненты питания, нуждающиеся в улучшении состава.
2. Трансгенные растения, дающие продукты с улучшенным аминокислотным составом белка.
3. Трансгенные растения, дающие продукты с улучшенным жирнокислотным составом масла.

Практическое занятие № 11 «Санирование почвы и использование трансгенных растений в селекции»

1. Санирование почвы с помощью растений.
2. Трансгенные растения для санирования почвы.
3. Важнейшие хозяйственно-ценные признаки и их генетическая детерминированность.

6.1.2. Примерные вопросы для тестирования

1. Первыми трансгенными растениями, у которых наблюдалась экспрессия чужеродных генов в геноме, были...

- а) растения арабидопсиса;
- б) растения табака;
- в) растения томата;
- г) растения сои.

2. Какой способ введения чужеродной ДНК в геном растения наиболее часто применяется?

- а) баллистическая трансформация;
- б) агробактериальная трансформация;
- в) электропорация;
- г) микроинъекция.

3. Какова эффективность агробактериальной трансформации у растений классов двудольные и однодольные?

- а) одинаковая;
- б) эффективность агробактериальной трансформации у растений класса двудольные выше, чем у растений класса однодольные;
- в) эффективность агробактериальной трансформации у растений класса двудольные ниже, чем у растений класса однодольные.

4. Какой из макроносителей для доставки ДНК в растительную клетку, используемый при баллистическом способе трансформации, способен вызывать цитотоксический эффект?

- а) вольфрам;
- б) золото;
- в) углеродистые частицы.

5. К репортерным генам относится:

- а) *bar*;
- б) *nptII*;
- в) *gfp*;
- г) *hpt*.

6.1.3 Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен):

1. Строение ДНК и РНК
2. Транскрипция и процессинг РНК
3. Трансляция
4. Регуляция экспрессии генов
5. Эндонуклеазы рестрикции
6. Саузерн-блот и -гибридизация
7. Полимеразная цепная реакция (ПЦР)
8. Анализ ДНК-последовательностей
9. Клонирование ДНК
10. Обнаружение протеинов с помощью антител
11. ДНК-маркеры и полиморфизм длин рестриционных фрагментов
12. Геномный анализ
13. Биоинформатика
14. Получение мутантов с помощью транспозонов
15. Транскриптомный и протеомный анализ
17. Агробактериальная трансформация
18. Биолисторическая трансформация
19. Трансформация протопластов
20. Селективные и репортерные гены
21. Регенерация интактных растений
22. Подтверждение генетических изменений
23. Эктопическая экспрессия трансформированной ДНК
24. Клетко- и тканеспецифичная экспрессия генов
25. Импорт продуктов экспрессии генов в различные компартменты клетки
26. Транскрипционная и посттранскрипционная инактивация генов (TGS, PTGS)
27. Удаление генов устойчивости
28. Получение трансгенных растений, устойчивых к гербицидам
29. Получение трансгенных растений, устойчивых к вредным насекомым
30. Получение трансгенных растений, устойчивых к фитопатогенным ви-

русам

31. Получение трансгенных растений, устойчивых к патогенным бактериям и грибам
32. Получение трансгенных растений, устойчивых к стрессовым факторам окружающей среды
33. Модификация продуктов питания
34. Новые задачи для растений: производство сырья
35. Новые задачи для растений: санирование почвы
36. Растения-продуценты полезных веществ
37. Модифицированные декоративные растения
38. Искусственная мужская стерильность для производства гибридных семян
39. Трансгенные деревья

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

Экзамен – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 7

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформиро-

ванны. Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.
--

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Основная литература

1. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: Учебное пособие. / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко. - М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 186 с.
2. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник; / В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова и др. / ред. В. С. Шевелуха. - М.: Высш. школа, 2008. - 710 с.: ил.

7.2 Дополнительная литература

1. Боголюбов Д. С. Регуляторные механизмы экспрессии генома: учебно-методическое пособие / Д. С. Боголюбов, В. М. Седова, И. М. Спивак. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. – 241 с.
2. Браун Т.А. Геномы / Т.А. Браун. Пер. с англ. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2011. – 944 с.
3. Дейнеко Е.В. Генетическая инженерия растений / Е.В. Дейнеко // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2014. Т. 18, № 1. – С. 125-137.
4. Мензоров А.Г. Практическое руководство по редактированию геномов системой CRISPR/Cas9 / А.Г. Мензоров, В.А. Лукьянчикова, А.Н. Кораблев, И.А. Серова, В.С. Фишман // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 6. С. 930-944.
5. Патрушев Л.И. Искусственные генетические системы. Т.1: Генная и белковая инженерия / Л.И. Патрушев; Ин-т биоорганической химии им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН. Отв. ред. А.И. Мирошников. – М.: Наука, 2004. 526 с.
6. Смирнов А.В. Система CRISPR/Cas9 – универсальный инструмент геномной инженерии / А.В. Смирнов, А.М. Юнусова, В.А. Лукьянчикова, Н.Р. Баттулин // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. Т. 20. № 4. С. 493-510.
7. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб.-справ. пособие. / С.Н. Щелкунов. – 2 изд., испр. и доп. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 486 с.; илл.

7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Практикум по биотехнологии растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Н.П. Карсункина, М.Р. Халилуев. Изд. 3-е, испр. и доп. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2014. 148 с.
2. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, С.М. Зайцева. М.: ФГБНУ «Росинформаротех», 2017. 140 с.

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

Таблица 8

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 3, аудитория № 109)	Аквадистиллятор № 559576 Бокс ламинарный №№ 559911, 559911/1, 559911/2, 559911/3, 31924/6 Весы Ohaus № 34426 Весы аналитические ACCULAB № 559572 Весы электронные KERN EW № 35571 Доска передвижная поворотная № 557950/1 Камера климатическая № 410124000559553 Мойка лабораторная №№ 559920/1, 559920/2, 559920/3 Стеллаж для выращивания растений №№ 559937, 559937/1, 559937/2, 559937/3, 559937/4, 559937/5, 559937/6, 559937/7 Стерилизатор паровой (автоклав) №№ 410124000559575, 410124000559575/1 Стол лабораторный №№ 560198/10, 560198/11, 560198/12, 560198/13, 560198/14, 560198/15, 560198/16, 560198/17, 560198/18, 560198/2, 560198/3, 560198/4, 560198/5, 560198/6, 560198/7, 560198/8, 560198/9, 591056, 591056/1, 591056/10, 591056/11, 591056/12, 591056/13, 591056/14 Сушка лиофильная № 31922 Термостат №№ 559578/1, 559578, 559577 Шейкер-инкубатор орбитальный № 410124000559945 Шкаф вытяжной № 559925
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.	

9. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Генная инженерия» студент должен внимательно прослушать и законспектировать лекцию по конкретной теме, подготовиться к выполнению практической работы, выполнить практическую работу в лаборатории и защитить ее, выполнить домашнее задание и в срок сдать его на проверку. Для самоконтроля студентов предназначены контрольные вопросы.

Для конспектирования лекций рекомендуется завести отдельную тетрадь из 96 листов. Конспект каждой лекции следует начинать с названия темы лек-

ции и указания даты ее проведения. Все заголовки разделов лекции следует четко выделять, например, подчеркиванием. Во время лекции следует внимательно следить за ходом мысли лектора и записывать важнейшие определения, разъяснения, формулы, термины. Также нужно стараться воспроизводить в конспекте рисунки и таблицы, которые демонстрирует лектор. При самостоятельной работе студента с конспектом лекций следует осуществлять самопроверку, то есть следить за тем, чтобы освоенным оказался весь материал, изложенный в лекции. Материал, который кажется студенту недостаточно понятным, следует проработать по учебнику и воспользоваться помощью преподавателя на консультациях. Работать с конспектом лекций следует еженедельно, внося в него свои дополнения, замечания и вопросы (для этого в тетради следует оставлять широкие поля).

Для подготовки и фиксирования лабораторных работ следует завести лабораторный журнал (тетрадь). При подготовке к лабораторной работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная лабораторная работа и ход ее выполнения. Для подготовки конспекта используют практикум, главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций. Также при домашней самостоятельной подготовке к лабораторной работе нужно начертить таблицы, приведенные в практикуме, и, если требуется, произвести необходимые для проведения работы расчеты. Домашняя подготовка является необходимой частью лабораторной работы, без нее невозможен осмысленный подход к выполнению экспериментов и измерений. Кроме того, ограниченное время, отводимое на выполнение лабораторной работы, требует хорошо скорректированных действий студента, к которым также необходимо предварительно подготовиться. После завершения экспериментальной части работы необходимо произвести обработку полученных результатов, сделать выводы и защитить работу у преподавателя.

Для подготовки и фиксирования практических работ следует завести лабораторный журнал (тетрадь). При подготовке к практической работе необходимо составить краткий (1-2 страницы) конспект теоретического материала, на котором основана данная практическая работа и ход ее выполнения. Для подготовки конспекта используют практикум, главы или разделы учебника, рекомендованные преподавателем и конспект лекций.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске практического занятия студент представляет конспект по теме пропущенного занятия. Оценка конспектов – зачтено, не зачтено.

10. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Главная задача дисциплины «Генная инженерия» - сформировать у студентов целостное представление о геноме; дать представление о возможностях использования методов модификации генома растений с целью улучшения признаков и свойств растений.

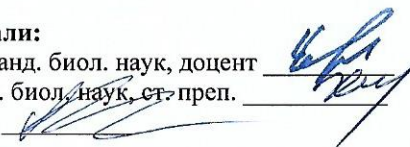
При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современные образовательные и информационные технологии. Необходимо проводить устный опрос студентов и контролировать выполнение заданий. Контрольные вопросы выдаются студентам по разделам и темам непосредственно перед их изучением. Акцент делается на активные методы обучения на практических занятиях и интерактивной форме обучения.

Программу разработали:

Чердниченко М.Ю., канд. биол. наук, доцент

Хлебникова Д.А., канд. биол. наук, ст. преп.

Сумин А.В., ассистент



РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.02 «Генная инженерия»
ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (квалификация выпускника – магистр)

Таракановым Иваном Германовичем, заведующим кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Генная инженерия» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчики – Чередниченко Михаил Юрьевич, доцент кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Хлебникова Дарья Анатольевна, старший преподаватель кафедры биотехнологии, кандидат биологических наук, Сумин Антон Вадимович, ассистент кафедры биотехнологии).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Генная инженерия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.04.01 – «Биотехнология». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Генная инженерия» закреплено 3 компетенции. Дисциплина «Генная инженерия» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Генная инженерия» составляет 4 зачётных единицы (144 часов) / 4 часа практической подготовки.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Генная инженерия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области геномного редактирования в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Генная инженерия» предполагает проведение занятий в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.04.01 – «Биотехнология».

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос в форме обсуждения отдельных вопросов), соответствуют специфике дисциплины и тре-

бованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины как дисциплины части учебного цикла, формируемой участниками образовательных отношений – Б1.В ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источника (базовых учебников), дополнительной литературой – 7 наименований и соответствует требованиям ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».

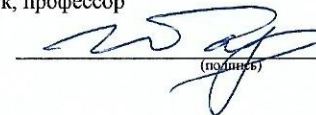
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Генная инженерия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Генная инженерия».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Генная инженерия» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биотехнология и молекулярная биология» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Чередниченко М.Ю., доцентом кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», кандидатом биологических наук, Хлебниковой Дарьей Анатольевной, старшим преподавателем кафедры биотехнологии, кандидатом биологических наук, Суминым Антоном Вадимовичем, ассистентом кафедры биотехнологии соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тараканов И.Г., заведующий кафедрой физиологии растений ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор биологических наук, профессор


(подпись)

« 29 » 08 2022 г.