

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Дата подписания: 07.03.2024 г. 10:09:50

Уникальный программный ключ

fcd01ecb1fdf76898cc31f0245ad12c3f716ce658

Институт агробиотехнологии  
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора Института  
агробиотехнологии

А.В. Шитикова

“ 30 ” 08 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.ДВ.04.02 «БИОИНЖЕНЕРИЯ В АПК»**  
для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.04.01 – Биотехнология

Направленность: Биоинженерия и бионанотехнологии

Курс 2

Семестр 2

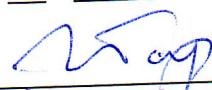
Форма обучения очная

Год начала подготовки 2024

Москва, 2024

Разработчик: Упадышев М.Т., д-р с.-х. наук, профессор 

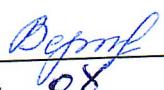
«30» 08 2024 г.

Рецензент: Тараканов И.Г., д-р биол. наук, профессор 

«30» 08 2024 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии, протокол № 1 от  
«30» 08 2024 г.

И.о. зав. кафедрой Вертикова Е.А., д-р с.-х. наук, профессор   
«30» 08 2024 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической  
комиссии Института агробиотехнологии  
Шитикова А.В., д-р с.-х. наук, профессор

  
«30» 08 2024 г.

И.о. заведующего выпускающей  
кафедрой биотехнологии  
Вертикова Е.А., д-р с.-х. наук, профессор

  
«30» 08 2024 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>10</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ..... ПО СЕМЕСТРАМ.....	10
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ, ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	11
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....</b>	<b>17</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>18</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	18
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	25
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>25</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	26
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	26
<b>8. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>30</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>31</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	32
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....</b>	<b>32</b>

## АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.04.01 «БИОИНЖЕНЕРИЯ В АПК» 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 биоинженерных процессов, современной биотехнологии при решении проблем растениеводства, селекции, защиты растений, животноводства и ветеринарии, производства кормовых препаратов, переработки органических отходов, энергетики, экологии и биобезопасности; использования цифровых средств и технологий, современных достиженийnano- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии; выполнения биотехнологических и микробиологических исследований в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, экологических технологий.

**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-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2.

**Краткое содержание дисциплины:** Курс «Биоинженерия в АПК» предназначен для изучения студентами магистратуры современных биоинженерных и биотехнологических методов. Курс содержит примеры применения методов биотехнологии в решении проблем селекции, защиты растений, животноводства и ветеринарии, производства кормовых препаратов, переработки органических отходов, энергетики, экологии и биобезопасности. Дисциплина имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:** 72 часа (2 зач.ед.) / 24 часа.

**Промежуточный контроль:** зачет.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Биоинженерия в АПК» является освоение студентами теоретических знаний и приобретение практических умений и навыков в области биоинженерных процессов, современной биотехнологии при решении проблем растениеводства, селекции, защиты растений, животноводства и ветеринарии, производства кормовых препаратов, переработки органических отходов, энергетики, экологии и биобезопасности; использования цифровых средств и технологий, современных достижений nano- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии; выполнения биотехнологических и микробиологических исследований, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, 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 «Биоинженерия в АПК» включена в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений. Дисциплина «Биоинженерия в АПК» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – Биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биоинженерия в АПК», являются «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Культура тканей и клеток растений», «Генная инженерия», «Инновационные агробиотехнологии», «Современные проблемы биотехнологии», «Информационные технологии в биотехнологии», «Управление качеством биотехнологической продукции», «Вторичный метаболизм высших растений». Дисциплина «Биоинженерия в АПК» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Прикладная биотехнология», «Клеточная инженерия», «Биоинформатика», «Безопасность ГМО и методы ее контроля», «Биотехнология в животноводстве».

Особенностью дисциплины является практический подход к реализации целей освоения дисциплины, охватывающий широкий спектр практических навыков, базирующихся на теоретических знаниях.

Рабочая программа дисциплины «Биоинженерия в АПК» 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.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетен- ций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знатъ	уметь	владеть
1.	УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	УК-4.1 Осуществляет написание, перевод и редактирование различных академических текстов (рефератов, эссе, обзоров, статей и т.д.)	методы работы с научно-технической информацией, отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности; программные продукты – Outlook, Zoom и др; принципы использования современных ИТ для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей	уметь работать с научно-технической информацией, уметь использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности; применять программные продукты – Outlook, Zoom и др; использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей	осуществлять поиск и обмен информацией с применением системы Google, официальных сайтов различных ведомств; навыками использования современных ИТ для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей
			УК-4.2 Представляет результаты академической и профессиональной деятельности на различных научных мероприятиях, включая международные	основы публичного представления результатов решения конкретной задачи проекта	проводить публичную презентацию с использованием современной техники и оборудования	основами публичного представления результатов решения конкретной задачи с использованием современной техники и оборудования

2.	ПКос-1	Способен использовать цифровые средства и технологии, современные достижения нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии и медицине	ПКос-1.1 Владеет актуальной информацией о возможностях применения разработок в области нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики; использует цифровые средства и технологии	актуальную информацию о возможностях применения разработок в области нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики	разрабатывать стратегии использования актуальной информации о возможностях применения разработок в области нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях экономики	навыками использования цифровых средств и технологий
			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	методы клеточной инженерии для организации и проведения научных исследований самостоятельно	самостоятельно организовывать и проводить научные исследования с использованием методов клеточной инженерии	методами клеточной инженерии для организации и проведения самостоятельных научных исследований
			ПКос-1.3 Разрабатывает и усовершенствует современные методы нано- и биотехнологий, молекулярной биологии при научных исследованиях в различных областях сельского хозяйства, экологии и медицины	современные методы клеточной инженерии растений для решения актуальных проблем АПК	самостоятельно разрабатывать и применять на практике современные методы клеточной инженерии растений для решения актуальных проблем АПК	навыками проведения научно-исследовательской работы с целью усовершенствования методов клеточной инженерии растений

3.	ПКос-2	<p>Способен выполнять биотехнологические и микробиологические исследования, 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</p>	<p>ПКос-2.1 Осуществляет разработку предложений по совершенствованию биотехнологий получения БАВ, биопродуктов и биоматериалов, кормовых, пищевых и лекарственных средств с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур микроорганизмов, животных и растений</p>	<p>основные методы клеточной инженерии растений для получения безвирусного посадочного материала, новых форм растений, устойчивых к стрессовым факторам и др.</p>	<p>осуществляет разработку предложений по совершенствованию методов клеточной инженерии растений с целью получения безвирусного посадочного материала, новых форм растений, устойчивых к стрессовым факторам и др.</p>	<p>современными методами для усовершенствования технологий получения безвирусного посадочного материала, новых форм растений, устойчивых к стрессовым факторам и др.</p>
			<p>ПКос-2.2 Владеет методами разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепараторов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)</p>	<p>знать особенности работы в условиях <i>in vitro</i> при культивировании растительных, животных и клеток микроорганизмов с целью получения биологически активных веществ, биопрепараторов, биопродуктов</p>	<p>уметь культивировать <i>in vitro</i> растительные, животные клетки и ткани, а также клетки микроорганизмов с целью получения биологически активных веществ, биопрепараторов, биопродуктов, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов</p>	<p>методами разработки и технологического сопровождения биотехнологических процессов получения биологически активных веществ, биопрепараторов, биопродуктов и биоматериалов; производства и контроля биобезопасности кормовых, пищевых и лекарственных средств, биоматериалов (в т.ч. композитов и изделий биомедицинского и технического назначения)</p>

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. (72 часа), 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
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>48,25/4</b>	<b>48,25/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>48/4</b>	<b>48/4</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	24	24
практические занятия (ПЗ)	24/4	24/4
контактная работа на промежуточном контроле (КР)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>23,75</b>	<b>23,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	23,75	23,75
Вид промежуточного контроля:	Зачет	

### 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	
Тема 1. «Основные направления исследований биоинженерии в АПК»	11,75	4	2	-	5,75
Тема 2. «Клеточная инженерия растений, животных и микроорганизмов»	6	2	2	-	2
Тема 3. «Генетическая инженерия растений, животных и микроорганизмов»	6	2	2	-	2
Тема 4. «Биоинженерия в растениеводстве»	6	2	2/2	-	2
Тема 5. «Биоинженерия в животноводстве»	4	2	2	-	-
Тема 6. «Биотехнологии в защите растений»	4	2	2/2	-	-
Тема 7. «Биотехнологии в экологии»	8	2	2	-	4
Тема 8. «Нанобиотехнологии»	4	2	2	-	-
Тема 9. «Биоинформатика в агро-биотехнологиях»	6	2	4	-	-
Тема 10. «Биотехнологии в производстве	8	2	2	-	4

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/*	ПКР	
водстве кормовых препаратов»					
Тема 11. «Биотехнологии в энергетике»	8	2	2	-	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72</b>	<b>24</b>	<b>24/4</b>	<b>0,25</b>	<b>23,75</b>

\* практическая подготовка

### **Тема 1 «Основные направления исследований биоинженерии в АПК»**

1. Задачи биоинженерии в АПК.
2. История развития биоинженерии в АПК.
3. Направления исследований биоинженерии в АПК.

### **Тема 2 «Клеточная инженерия растений, животных и микроорганизмов»**

1. Культура клеток и тканей.
2. Клеточная инженерия растений.
3. Каллусная и суспензионная культура.
4. Получение вторичных метаболитов.

### **Тема 3 «Генетическая инженерия растений, животных и микроорганизмов»**

1. Идентификация и клонирование гена.
2. Векторы.
3. Введение гена и его экспрессия в геноме реципиента.
4. Методы трансформации растительных и животных клеток.
5. Экспрессия чужеродных генов в геноме.
6. Геномный и протеомный анализы. ДНК-маркеры.
7. Инженерия белков и ферментов.

### **Тема 4 «Биоинженерия в растениеводстве»**

1. Использование биотехнологических методов в селекции растений.
2. Биотехнология в селекции на устойчивость к абиотическим и биотическим стрессам.
3. Биотехнология в селекции на хозяйствственные качества продукции.
4. Клональное микроразмножение растений.

### **Тема 5 «Биоинженерия в животноводстве»**

1. Клонирование животных.
2. Получение трансгенных животных.
3. Технологии приготовления вакцин.

### **Тема 6 «Биотехнологии в защите растений»**

1. Современные методы диагностики фитопатогенов.

2. Повышение устойчивости растений к болезням с помощью микробиологических и элиситоров.
3. Биопестициды.
4. Биологические удобрения.
5. Современные биотехнологические методы оздоровления растений.

### **Тема 7 «Биотехнологии в экологии»**

1. Понятия экологии и экологической безопасности.
2. Основные направления государственной политики в области экологии.
3. Санация почв, восстановление и повышение почвенного плодородия.
4. Понятие биобезопасности.
5. Биобезопасность в клеточных и генных технологиях.
6. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности.

### **Тема 8 «Нанобиотехнологии»**

1. Методы внесения искусственных наночастиц в живые организмы.
2. ДНК-нанотехнологии.
3. Нанообъекты небиогенной природы как носители биомакромолекул.
4. Зеленый синтез наночастиц.

### **Тема 9 «Биоинформатика в агробиотехнологиях»**

1. Роль биоинформатики в современной биологии. Биологические базы данных.
2. Алгоритмы выравнивания последовательностей в биоинформатике.
3. Анализ и предсказание структуры и функций белков. Молекулярный докинг.
4. Филогенетический анализ.

### **Тема 10 «Биотехнологии в производстве кормовых препаратов»**

1. Биотехнология в производстве кормовых препаратов и переработке органических отходов.
2. Получение кормовых белков и незаменимых аминокислот.
3. Производство кормовых витаминных препаратов.
4. Получение кормовых липидов.
5. Получение ферментных препаратов. Ферментеры.

### **Тема 11 «Биотехнологии в энергетике»**

1. Виды биотоплива.
2. Субстраты для получения энергии.
3. Этанол как топливо.
4. Получение метана.
5. Получение водорода.
6. Биодизельное топливо.
7. Технология производства биогаза. Биогазовые установки.

### **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. практик. подг.
1	Тема 1. «Основные направления исследований биоинженерии в АПК»	Лекция № 1 «Основные направления исследований биоинженерии в АПК»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 1-6	4
2		Практическое занятие № 1 «Приоритетные направления развития биоинженерии. Научные учреждения России в области биотехнологии. Зарубежные биотехнологические учреждения»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 1. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах, тестовые задания 1-38, кейс-задачи 1-3	2
3	Тема 2. «Клеточная инженерия растений, животных и микроорганизмов»	Лекция № 2 «Клеточная инженерия растений, животных и микроорганизмов»	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 7-16	2
4		Практическое занятие № 2 «Техника введения в культуру <i>in vitro</i> и культивирование изолированных клеток и тканей растений и животных»	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 2. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах, тестовые задания 2, 3, 6-30, кейс-задачи 4-23	2
5	Тема 3. «Генетическая инженерия растений, животных и микроорганизмов»	Лекция № 3 «Генетическая инженерия растений, животных и микроорганизмов»	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 8, 13, 14, 17-22	2
6		Практическое занятие № 3 «Полимеразная	ПКос-1.1; ПКос-1.2;	Защита практической ра-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лек- ций, лабораторных и практических заня- тий	Формируемые компетенции	Вид кон- трольного мероприятия	Кол- во часов / в т.ч. практ. подг.
		цепная реакция»	ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	боты № 3. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах, тестовое зада- ние 32	
7	Тема 4. «Биоинжене- рия в растениевод- стве»	Лекция № 4 «Биоинженерия в рас- тениеводстве»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 7-26, 29, 30-32	2
8		Практическое занятие № 4 «Клональное микро- размножение расте- ний»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 4. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах, тестовые за- дания 6-30, кейс-задачи 4- 23	2/2
9	Тема 5. «Биоинжене- рия в животновод- стве»	Лекция № 5 «Биоинженерия в жи- вотноводстве»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 27- 29, 32-37, 57	2
10		Практическое занятие № 5 «Технологии приго- товления вакцин»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 5. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах, тестовые за- дания 27-29,	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лек- ций, лабораторных и практических заня- тий	Формируемые компетенции	Вид кон- трольного мероприятия	Кол- во часов / в т.ч. практ. подг.
				32-37	
11	Тема 6 «Биотехноло- гии в защите расте- ний»	Лекция № 6 «Биотехнологии в за- щите растений»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 26, 39-42	2
12		Практическое занятие № 6 «Биопестициды. Биологические удоб- рения. Приемы оздо- ровления растений от вирусов»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 6. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах, кейс-задача 2	2/2
13	Тема 7 «Биотехноло- гии в экологии»	Лекция № 7 «Биотехнологии в экологии»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 38- 46	2
14		Практическое занятие № 7 «Экологически без- опасные технологии получения сельскохо- зяйственной продук- ции»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 7. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах	2
15	Тема 8 «Нанобиотех- нологии»	Лекция №8 «Нано- биотехнологии»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 62- 65	2
16		Практическое занятие № 8 «Зеленый синтез наночастиц»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1;	Защита прак- тической ра- боты № 8. Выполнение практической работы на	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций, лабораторных и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов / в т.ч. практик. подг.
			ПКос-2.2	компьютерах, планшетах, смартфонах	
17	Тема 9. «Биоинформатика в агробиотехнологиях»	Лекция № 9 «Биоинформатика в агробиотехнологиях»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 53-56	2
18		Практическое занятие № 9 «Биологические базы данных. Филогенетический анализ»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 9. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах, тестовые задания 35-38	4
19	Тема 10. «Биотехнологии в производстве кормовых препаратов»	Лекция № 10 «Биотехнология в производстве кормовых препаратов и переработке органических отходов. Получение кормовых белков и незаменимых аминокислот. Производство кормовых витаминных препаратов»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Устный опрос Вопросы 27, 57-61	2
20		Практическое занятие № 10 «Получение кормовых липидов. Получение ферментных препаратов. Ферменты. Технология производства биогаза. Биогазовые установки»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 10. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах	2
21	Тема 11. «Биотехнологии в энергетике»	Лекция № 11 «Виды биотоплива.	УК-4.1; УК-4.2;	Устный опрос Вопросы 48-	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лек- ций, лабораторных и практических заня- тий	Формируемые компетенции	Вид кон- трольного мероприятия	Кол- во часов / в т.ч. практ. подг.
22		Субстраты для полу- чения энергии. Эта- нол как топливо»	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	52	
		Практическое занятие № 11 «Получение метана. Получение водорода. Биодизельное топли- во»	УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 11. Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах	2

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для само- стоятельного изучения
1.	Тема 1. «Основные направле- ния исследований биоинжене- рии в АПК»	Связь биоинженерии с биологией, генетикой, селек- цией, физиологией, биохимией (УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
2.	Тема 2. «Клеточная инжене- рия растений, животных и микроорганизмов»	Биология культивируемых клеток. Создание исход- ного материала для селекции животных с использо- ванием методов биотехнологии (УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
3.	Тема 3. «Генетическая инже- нерия растений, животных и микроорганизмов»	Экспрессия чужеродных генов в геноме. Геномный и протеомный анализы (ПКос-1.1; ПКос- 1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
4.	Тема 4. «Биоинженерия в рас- тениеводстве»	Биотехнология в селекции на хозяйственные каче- ства продукции (УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
5.	Тема 7 «Биотехнологии в эко- логии»	Методы оценки генетически модифицированных ор- ганизмов и получаемых из них продуктов на биобез- опасность. Биобезопасность в биоинженерии (УК- 4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
6.	Тема 10. «Биотехнологии в производстве кормовых пре- паратов»	Особенности биотехнологии кормовых препаратов. Биоинженерные расчеты параметров биогазовых установок (УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
7.	Тема 11. «Биотехнологии в энергетике»	Основные субстраты для получения энергии (УК-4.1; УК-4.2; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; 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.	Основные направления исследований биоинженерии в АПК	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.) технологии виртуальной и дополненной реальностей в лаборатории биотехнологии и молекулярной биологии – платформы Unity, Unreal Engine и др.)
2.	Приоритетные направления развития биоинженерии. Научные учреждения России в области биотехнологии. Зарубежные биотехнологические учреждения	ПЗ	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
3.	Клеточная инженерия растений, животных и микроорганизмов	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
4.	Генетическая инженерия растений, животных и микроорганизмов	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
5.	Биоинженерия в растениеводстве	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
6.	Биоинженерия в животноводстве	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
7.	Технологии приготовления вакцин	ПЗ	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
8.	Использование методов <i>in vitro</i> в селекции растений. Клональное микроразмножение растений. Биотехнологический контроль воспроизводства сельскохозяйственных животных	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
9.	Повышение устойчивости растений к болезням. Современные биотехнологические методы оздоровления растений	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
10.	Биотехнологии в защите растений	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
11.	Биотехнологии в экологии	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
12.	Биоинформатика в агробиотехнологиях	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
13.	Нанобиотехнологии	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
14.	Биотехнология в производстве кормовых препаратов и переработке органических отходов. Получение кормовых белков и незаменимых аминокислот. Производство кормовых витаминных препаратов	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
15.	Виды биотоплива. Субстраты для получения энергии. Этанол как топливо	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)

## **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. Примерный перечень вопросов к устному опросу**

1. Задачи биоинженерии в АПК.
2. История развития биоинженерии в АПК.
3. Основные направления исследований биоинженерии в АПК.
4. Особенности современного этапа развития биоинженерии.
5. Основные объекты биотехнологических исследований.
6. Связь биоинженерии с генетикой, селекцией, физиологией, биохимией растений и животных.
7. Направления исследований клеточной инженерии растений
8. Направления исследований генной инженерии растений.
9. Каллусная культура.
10. Культура клеточных сусpenзий.
11. Морфогенез в каллусных тканях.
12. Культура каллусных клеток для получения вторичных соединений.
13. Молекулярная биология и молекулярная генетика как основы генетической инженерии.
14. Проблемы генетической инженерии растений.
15. Культура клеток и тканей.
16. Клеточная инженерия растений.
17. Идентификация и клонирование гена.
18. Векторы.
19. Введение гена и его экспрессия в геноме реципиента.
20. Методы трансформации растительных и животных клеток.
21. Экспрессия чужеродных генов в геноме.
22. Геномный и протеомный анализ. ДНК-маркеры.
23. Особенности клонального микроразмножения различных сельскохозяйственных культур.
24. Биотехнология в селекции.
25. Получение вторичных метаболитов.
26. Современные методы диагностики фитопатогенов.
27. Основы биотехнологии кормовых препаратов.
28. Биоинженерные расчеты параметров биогазовых установок.
29. Получение генномодифицированных организмов.
30. Создание трансгенных растений, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды.
31. Биоэнергетические процессы в био- и агротехнологиях. Субстраты для получения энергии.
32. Молекулярно-генетическое маркирование признаков и свойств биологических объектов.

33. Основные направления исследований в биотехнологии животных.
34. Искусственное оплодотворение животных.
35. Клеточная биотехнология в животноводстве.
36. Клонирование животных.
37. Генетическая инженерия в животноводстве.
38. Нормативные документы при оценке безопасности ГМО.
39. Повышение устойчивости растений к болезням с помощью микроорганизмов и элиситоров.
40. Биопестициды.
41. Биологические удобрения.
42. Современные биотехнологические методы оздоровления растений.
43. Санация почв, восстановление и повышение почвенного плодородия.
44. Понятие биобезопасности.
45. Биобезопасность в клеточных и генных технологиях.
46. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности.
47. Виды биотоплива.
48. Этанол как топливо.
49. Получение метана.
50. Получение водорода.
51. Биодизельное топливо.
52. Технология производства биогаза. Биогазовые установки.
53. Биологические базы данных.
54. Алгоритмы выравнивания последовательностей в биоинформатике.
55. Анализ и предсказание структуры и функций белков. Молекулярный доинг.
56. Филогенетический анализ.
57. Получение кормовых белков и незаменимых аминокислот.
58. Производство кормовых витаминных препаратов.
59. Получение кормовых липидов.
60. Получение ферментных препаратов. Ферментеры.
61. Инженерия белков и ферментов.
62. Методы внесения искусственных наночастиц в живые организмы.
63. ДНК-нанотехнологии.
64. Нанообъекты небиогенной природы как носители биомакромолекул.
65. Зеленый синтез наночастиц.

### **6.1.2. Примерные вопросы для тестирования**

1. Датой образования генетической инженерии считается:
  1. 1970 год
  2. 1985 год
  3. 1972 год
  4. 1975 год
2. Какие направления исследований в клеточной инженерии относятся к основным методам, ускоряющим селекционный процесс?

1. соматическая гибридизация;
  2. криосохранение;
  3. культура изолированных зародышей;
  4. получение гаплоидных растений;
  5. все перечисленные выше направления.
3. Какие направления исследований в клеточной инженерии относятся к вспомогательным методам, ускоряющим селекционный процесс?
1. соматическая гибридизация;
  2. клеточная селекция;
  3. получение трансгенных организмов;
  4. криоконсервация;
  5. все перечисленные выше направления.
4. Рекомбинантная ДНК
1. – это молекула ДНК, полученная в результате объединения *in vitro* чужеродных фрагментов ДНК
  2. – это молекула ДНК, полученная в результате объединения любых фрагментов ДНК
  3. – это молекула ДНК, полученная в результате кроссинговера *in vitro*
  4. – это молекула ДНК, полученная в результате действия белков-рекомбиназ.
5. Метод электрофореза основан на разделении молекул
1. в растворе специального полимера
  2. в электрическом поле
  3. в магнитном поле
  4. в электромагнитном поле.
6. Какие основные компоненты входят в состав питательной среды?
1. минеральные соли;
  2. минеральные соли, витамины;
  3. минеральные соли, витамины, гормоны;
  4. минеральные соли, витамины, гормоны, источник углеродного питания;
  5. минеральные соли, витамины, гормоны, источник углеродного питания, агар-агар.
7. Какой способ применяется для стерилизации питательных сред?
1. кипячение;
  2. автоклавирование;
  3. выдерживание в термостате;
  4. обработка УФ;
  5. обработка  $\gamma$ -лучами.
8. Какое время необходимо для автоклавирования питательной среды?
1. 10 мин.;
  2. 20 мин.;
  3. 30 мин.;
  4. 40 мин.;
  5. 50 мин.

9. Какие стерилизующие растворы применяют для стерилизации растительного материала?
1. йод;
  2. бриллиантовый зелёный;
  3. спирт;
  4. суперспирт;
  5. обжигают над пламенем спиртовки.
10. Молодые, активно растущие ткани выдерживают в стерилизующем растворе:
1. 10...12 мин.;
  2. 3...5 мин.;
  3. 15...18 мин.;
  4. 8...10 мин.;
  5. 18...20 мин.
11. Одревесневшие ткани стебля выдерживают в стерилизующем растворе:
1. 2...4 мин.;
  2. 4...6 мин.;
  3. 6...8 мин.;
  4. 8...10 мин.;
  5. 10...15 мин.
12. Для ингибирования развития внутренней инфекции в тканях растений применяют:
1. антибиотики;
  2. антитранспираанты;
  3. антиоксиданты;
  4. адсорбенты;
  5. все перечисленные выше вещества.
13. Какая группа гормонов отвечает за процесс каллусогенеза?
1. цитокинины;
  2. гиббереллины;
  3. ауксины;
  4. абсцизовая кислота;
  5. брациностериоиды.
14. Каллусная ткань состоит из клеток:
1. дифференцированных;
  2. паренхимных;
  3. недифференцированных;
  4. меристематических.
15. Какие гормоны или их сочетания регулируют процесс морфогенеза в каллусной ткани?
1. ауксины и гиббереллины;
  2. ауксины и цитокинины;
  3. ауксины и абсцизовая кислота;
  4. цитокинины;
  5. гиббереллины.

16. Из каких частей растения можно получить каллусную ткань?
1. стеблей;
  2. почек;
  3. цветков;
  4. пыльников;
  5. из всех перечисленных выше частей.
17. Какие гормоны и их сочетания регулируют процесс ризогенеза в каллусной ткани?
1. ауксины > цитокинины;
  2. цитокинины > ауксины;
  3. цитокинины > абсцизовая кислота;
  4. гиббереллины > ауксины;
  5. цитокинины = ауксины.
18. Какие гормоны и их сочетания регулируют процесс образования адвентивных почек в каллусной ткани?
1. ауксины > цитокинины;
  2. цитокинины > ауксины;
  3. цитокинины > абсцизовая кислота;
  4. гиббереллины > ауксины;
  5. цитокинины = ауксины.
19. Как часто каллусную ткань пересаживают на свежую питательную среду?
1. через 1 неделю;
  2. через 2 недели;
  3. через 3 недели;
  4. через 4 недели;
  5. через 5 недель.
20. Как из каллусной ткани плотной консистенции можно получить каллусную ткань рыхлую?
1. уменьшить концентрацию ауксина, увеличить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  2. увеличить концентрацию ауксина, увеличить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  3. исключить ауксин из состава питательной среды
  4. увеличить концентрацию ауксина, уменьшить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  5. добавить повышенные концентрации фермента в питательную среду, исключить ауксин из состава питательной среды
21. Как из каллусной ткани рыхлой консистенции можно получить каллусную ткань средней консистенции?
1. уменьшить концентрацию ауксина, увеличить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  2. увеличить концентрацию ауксина, увеличить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  3. исключить ауксин из состава питательной среды;
  4. увеличить концентрацию ауксина, уменьшить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  5. добавить повышенные концентрации фермента в питательную

среду, исключить ауксин из состава питательной среды.

22. На какой из фаз ростового цикла наблюдается максимальный прирост каллусной ткани?

1. латентная;
2. логарифмическая;
3. стационарная;
4. линейная;
5. замедление роста.

23. Какие причины вызывают гетерогенность каллусной ткани?

1. первичный эксплант;
2. состав питательной среды;
3. число субкультивирований;
4. все причины перечисленные выше.

24. Каллусную ткань применяют для:

1. получения веществ вторичного синтеза;
2. размножения растений;
3. клеточной селекции;
4. получения суспензионной культуры;
5. все способы, перечисленные выше.

25. Соматический эмбриогенез в каллусной ткани – это формирование:

1. монополярной структуры;
2. биполярной структуры.

26. Сомаклональная вариабельность повышается при получении растений:

1. из меристематических клеток;
2. из первичной каллусной ткани;
3. из длительно пассируемой каллусной ткани;
4. из культуры изолированных зародышей;
5. при оплодотворении *in vitro*.

27. Суспензионная культура предполагает выращивание дедифференцированных клеток на среде:

1. жидкой;
2. твердой;
3. на всех средах перечисленных выше.

28. При какой скорости вращения роллера выращивают суспензионную культуру?

1. 50 об/мин;
2. 80 об/мин;
3. 100 об/мин;
4. 130 об/мин;
5. 160 об/мин.

29. Какая группа гормонов поддерживает рост суспензионной культуры?

1. цитокининов;
2. ауксинов;
3. гиббереллинов;
4. абсцизовая кислота;

5. этилен.
30. Как из крупноагрегированной суспензионной культуры можно получить мелкоагрегированную?
1. уменьшить концентрацию ауксина, увеличить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  2. увеличить концентрацию ауксина, увеличить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  3. исключить ауксин из состава питательной среды;
  4. увеличить концентрацию ауксина, уменьшить концентрацию  $\text{CaCl}_2$ ;
  5. добавить повышенные концентрации фермента в питательную среду, исключить ауксин из состава питательной среды.
31. Какой способ введения чужеродной ДНК в геном растения наиболее часто применяется?
1. баллистическая трансформация;
  2. агробактериальная трансформация;
  3. электропорация;
  4. микроинъекция.
32. Какова эффективность агробактериальной трансформации у растений классов двудольные и однодольные?
1. эффективность агробактериальной трансформации у растений класса двудольные выше, чем у растений класса однодольные;
  2. эффективность агробактериальной трансформации у растений класса двудольные ниже, чем у растений класса однодольные.
33. Первое успешное клонирование животных осуществлено:
1. в 1970 г.
  2. в 1985 г.
  3. в 1996 г.
  4. в 1998 г.
34. Перечислите, какие вещества используют для изготовления вакцин:
1. адсорбенты
  2. консерванты
  3. эмульгаторы
  4. стабилизаторы
  5. солюбилизанты
35. Какого типа вершины филогенетического дерева не существует?
1. листья
  2. стволы
  3. узлы
  4. корень
36. Какое из перечисленных ниже выравниваний применяется к «похожим» последовательностям приблизительно одинаковой длины и показывает разницу между этими последовательностями?
1. локальное
  2. множественное
  3. глобальное
  4. структурное.

37. Как называют выравнивание нуклеотидных или аминокислотных последовательностей с самым высоким весом?

1. оптимальным
2. множественным
3. глобальным
4. структурным.

38. Что не относится к методам предсказания структуры белков по аминокислотной последовательности?

1. моделирование по гомологии
2. распознавание способа укладки
3. предсказание новых фолдов
4. отсев вырожденных мишеней.

### 3) Кейс-задачи

1. Для размножения любых растений в условиях *in vitro* применяют 4 способа размножения:

- 1) активация развития существующих меристем,
- 2) индукция образования адвентивных почек,
- 3) соматический эмбриогенез,
- 4) образование растений из первичной каллусной ткани.

Объясните, почему для злаковых культур возможен только один способ размножения в условиях *in vitro*?

2. Для оздоровления посадочного материала от вирусов применяют 3 способа: 1) изолирование меристем, 2) термотерапия, 3) химиотерапия.

Объясните, почему для получения безвирусного посадочного материала картофеля применяют культуру изолированных меристем?

3. При создании трансгенных растений, обладающих устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды, применяют технологии, основанные на переносе гена из одного организма в клетки другого (растения).

Объясните, в чем сходства и различия технологий по созданию трансгенных растений, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды.

4. Имеется 1 литр 96 %-го спирта. Сколько нужно добавить воды для получения 70 %-го спирта?

5. Имеется 96 % спирт, нам нужно получить 0,5 л 70 %-го спирта. Сколько нужно взять 96 % спирта и сколько воды?

6. Имеется 1 л 37 %-ой перекиси водорода, нам нужно получить 12 %-ую перекись водорода. Сколько нужно добавить воды?

7. Имеется 37 % перекись водорода, нам нужно получить 500 мл 12 %-ой перекиси водорода. Сколько нужно взять воды и перекиси?

8. Сколько нужно добавить сахарозы в граммах в питательную среду, если её содержание должно составлять 2,5 %, а среды нужно приготовить: а) 0,5 л; б) 2 л; в) 3 л.

9. Сколько нужно добавить агар-агара в граммах в питательную среду,

если его содержание должно составлять 0,7 %, а среды нужно приготовить:  
а) 0,5 л; б) 2 л; в) 3 л.

10. Рассчитайте навеску четырех основных компонентов питательной среды Мурасиге-Скуга для приготовления 1 л маточного раствора при условии, что мы будем отбирать из маточного раствора: по 50 мл/л; по 25 мл/л.

11. Рассчитайте навеску микроэлементов питательной среды Мурасиге-Скуга для приготовления 1 л маточного раствора при условии, что мы будем отбирать из маточного раствора: по 5 мл/л; по 10 мл/л.

12. В питательную среду МС необходимо внести 440 мг/л  $\text{CaCl}_2 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ :

- сколько нужно взять препарата, если мы имеем  $\text{CaCl}_2$  безводный;
- сколько нужно взять препарата, если мы имеем  $\text{CaCl}_2 \times 6 \text{H}_2\text{O}$ ?

13. Рассчитайте навеску компонентов хелата железа в составе питательной среды Мурасиге-Скуга для приготовления 1 л маточного раствора при условии, что мы будем отбирать из маточного раствора: по 5 мл/л; по 10 мл/л.

14. Рассчитайте, какой объем маточного раствора 6-БАП необходимо добавить в состав питательной среды, если концентрация 6-БАП в маточном растворе составляет 1 мг/мл, а концентрация 6-БАП в среде должна составлять 1 мг/л. Конечный объем питательной среды 2 л.

15. Необходимо добавить в питательную среду  $3 \times 10^{-6}$  М или  $3 \times 10^{-3}$  М 6-бензиламинопурина (6-БАП). Формула –  $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}_5$ . Сколько это будет в мг/л? Какая из этих двух концентраций реальна для внесения в питательную среду?

16. Необходимо добавить в питательную среду  $5 \times 10^{-6}$  М или  $5 \times 10^{-3}$  М кинетина. Формула –  $\text{C}_{10}\text{H}_9\text{N}_5\text{O}$ . Сколько это будет в мг/л? Какая из этих двух концентраций реальна для внесения в питательную среду?

17. Необходимо добавить в питательную среду  $5 \times 10^{-7}$  М или  $5 \times 10^{-2}$  М тидаизурина. Формула –  $\text{C}_9\text{H}_8\text{N}_4\text{OS}$ . Сколько это будет в мг/л? Какая из этих двух концентраций реальна для внесения в питательную среду?

18. Необходимо добавить в питательную среду  $6 \times 10^{-7}$  М или  $3 \times 10^{-3}$  М CPPU (форхлорфенурон). Формула –  $\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{ClN}_3\text{O}$ . Сколько это будет в мг/л? Какая из этих двух концентраций реальна для внесения в питательную среду?

19. Нужно добавить в питательную среду 1,2 мг/л 6-бензиламинопурина. Формула –  $\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}_5$ . Сколько это будет в молях?

20. Нужно добавить в питательную среду 1,5 мг/л индолилуксусной кислоты (ИУК). Сколько это будет в молях?

21. Рассчитайте, какое число микрорастений хризантемы можно получить, если известно, что: а) средний коэффициент размножения составляет 7,3, а число пассажей культивирования = 8; б) средний коэффициент размножения составляет 6,3, а число пассажей культивирования = 10.

22. Рассчитайте средний коэффициент размножения розы на протяжении 8 пассажей культивирования, если на этапе введения в культуру прижилось 20 эксплантов, к концу 3-го пассажа получено 180 эксплантов, к концу 6-го пассажа – 520 эксплантов, к концу 8-го пассажа – 960.

23. Рассчитайте, сколько растений земляники удастся получить после

адаптации к нестерильным условиям, если число инициальных эксплантов – 25, приживаемость инициальных эксплантов 76 %, число пассажей культивирования – 6, средний коэффициент размножения – 5,8, коэффициент потерь на этапе пролиферации 0,05, укореняемость 95 %, приживаемость в нестерильных условиях – 93 %.

### **6.1.3 Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине:**

1. Методика введения в культуру *in vitro* растений.
2. Культивирование изолированных клеток и тканей растений и животных
3. Культура каллусных тканей и клеточных супензий у растений
4. Достижения в области биоинженерии в России и за рубежом
5. Направления исследований биоинженерии в растениеводстве
6. Получение вторичных метаболитов растений с применением биотехнологических методов
7. Парное и множественное выравнивание последовательностей в биоинформатике
8. Полимеразная цепная реакция в биотехнологии и диагностике
9. Векторы и ферменты для генетической инженерии, геномные библиотеки
10. Применение соматической гибридизации в клеточной и генной инженерии
11. Прямые и непрямые методы генетической трансформации растительных и животных клеток
12. Фитогормоны в жизнедеятельности и адаптации растений к стрессам
13. Использование биотехнологических методов в селекции растений
14. Биотехнология в селекции на устойчивость к гербицидам
15. Биотехнология в селекции на устойчивость к болезням и вредителям
16. Биотехнологические методы, используемые при отдаленной гибридизации
17. Паспортизация видов и сортов растений
18. Сомаклональная вариабельность растений в культуре *in vitro*
19. Питательные среды в биотехнологии растений
20. Особенности адаптации микрорастений разных таксономических групп к условиям *ex vitro*
21. Методы оздоровления растений от вредных организмов
22. Клональное микроразмножение растений
23. Применение регуляторов роста в биотехнологии
24. Биопестициды
25. Биологические удобрения
26. Экологическая биотехнология
27. Генетическая инженерия устойчивых к абиотическим и биотическим факторам растений
28. Клеточная инженерия устойчивых к абиотическим и биотическим факторам растений
29. Инновационные агробиотехнологии. Перспективы развития биотехнологии в России
30. Искусственная мужская стерильность для производства гибридных семян.
31. Получение трансгенных животных

32. Клонирование ДНК *in vitro* и *in vivo*
33. Значение биотехнологии в экологической безопасности, биоремедиации и повышении почвенного плодородия
34. Фитогормоны и регуляторы роста растений: классификация, принцип действия, представители, использование
35. Понятие биобезопасности биотехнологии, получения ГМО и выпуска их в окружающую среду
36. Государственное регулирование генно-инженерной деятельности
37. Получение кормовых белков, липидов, витаминов и незаменимых аминокислот с использованием биотехнологических методов
38. Селективные, маркерные и репортерные гены в генетической инженерии. Методы диагностики трансформационного события
39. Получение генномодифицированных растений с улучшенным качеством продукции
40. Технология производства биогаза
41. Биологическая очистка сточных вод
42. Алгоритмы выравнивания последовательностей в биоинформатике
43. Анализ и предсказание структуры и функций белков. Молекулярный докинг
44. Значение биотехнологии в биоэнергетических процессах
45. Биоинформатика. Филогенетический анализ
46. Значение биоинформатики в современной биологии. Биологические базы данных.
47. Инженерия белков и ферментов.
48. Методы внесения искусственных наночастиц в живые организмы.
49. ДНК-нанотехнологии.
50. Нанообъекты небиогенной природы как носители биомакромолекул.
51. Зеленый синтез наночастиц.

## **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.

**Зачет – зачтено, не зачтено**

### **Критерии оценивания результатов обучения**

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом; в основном сформировал практические навыки.
Не зачтено	заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

### Критерии оценивания опроса

- оценка «отлично» выставляется студенту, если был дан блестящий ответ с незначительными недочётами;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если в целом была проведена серьёзная подготовка, но с рядом замечаний;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если ответ был неплохой, однако имеются серьёзные недочёты при подготовке ответов на вопрос;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не было ответа на поставленный вопрос.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебное пособие / Е. А. Калашникова ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2012, - 318 с.
2. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений: курс лекций / Е. А. Калашникова. – М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2009. – 94 с.
3. Сельскохозяйственная биотехнология : учебник для студ. вузов по с.-х., естественнонауч. и пед. спец. и магистерским прогр. / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова. – М. : Высшая школа, 2008. – 710 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Калашникова, Е. А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян. – Москва: КНОРУС, 2023. – 183 с.
2. Калашникова, Е. А. Основы биотехнологии : учебное пособие / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : КноРус ; Москва : КНОРУС, 2022, 2023. – 227 с.
3. Бутенко, Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе : учебное пособие / Р. Г. Бутенко ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. – М. : ФБК-ПРЕСС, 1999. - 160 с.
4. Генетические основы селекции растений : в 4-х т. / Институт генетики и цитологии (Минск). – Минск : Бел. наука, 2010. – Т.2. – Текст : непосредственный.
- Т 2. : Частная генетика растений / Н. А. Картель, Л. В. Хотылева, М. Н. Шаптуренко. – 2010. – 578 с.

### 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 ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Изд. 3-е, испр. и доп. - М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. - 148 с.

2. Лабораторный практикум по культуре клеток и тканей растений / Е. А. Калашникова, М. Ю. Чередниченко, Р. Н. Киракосян, С. М. Зайцева ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - М.: Росинформагротех, 2017. - 140 с.

### **7.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. [www.genetika.ru](http://www.genetika.ru) Журнал «Биотехнология» (открытый доступ)
2. [www.agrobiology.ru](http://www.agrobiology.ru) Журнал «Сельскохозяйственная биология» (открытый доступ)
3. [www.cnshb.ru](http://www.cnshb.ru) Библиотека ЦНСХБ (открытый доступ)
4. <https://mail.google.com/> (открытый доступ)
5. <https://mail.yandex.ru/> (открытый доступ)
6. <https://zoom.us/ru> (открытый доступ)
7. <https://www.skype.com/ru/> (открытый доступ)
8. <https://www.google.ru> (открытый доступ)

### **7.5. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. <https://unity.com/> - Платформы, на которых разрабатывают компьютерные игры (открытый доступ)
2. <https://www.unrealengine.com/en-US/unreal> - Платформы, на которых разрабатывают компьютерные игры (открытый доступ)
3. <https://www.uniprot.org/> - База данных UniProt (открытый доступ)
4. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - База данных National Center of Biotechnology Information (открытый доступ)

### **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 № 37,	Система очистки воды Hydrurus Ultra Flow, № 410124000603648 Комплект оборудования для очистки и обеззараживания воздуха, № 410124000603649 Стерилизатор паровой форвакуумный СПГА-100-1-НН В, №210124558132517 Бокс микробиологический безопасности БМБ-II «Ламинар-С»

аудитории № 212, 303-308, 314)	по ТУ 32.50.50-010-51495026-2020 в исполнении: БМБ-П-«Ламинар-С»-1,5, № 210124558132419, № 210124558132418, № 210124558132420, № 210124558132421, № 210124558132422 Климатическая камера «Лаборатория биофотоники», № 410124000603662, № 410124000603663 Комплект климатических установок (фитотрон), № 210124558132659, № 210124558132660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (люминесцентный), № 410124000603660 Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (светодиодный), № 410124000603659 Шейкер инкубатор DW-SI-D2403, Drawell, № 410124000603704 Шейкер - инкубатор с охлаждением CRYSTE, модель PURICELL_SHAKING X10, № 410124000603688 Спектрофотометр K5500Plus, Drawell № 410124000603673 Лиофильная сушилка, LFD-10A, Laboao, № 410124000603685 Комплект лабораторного оборудования пробоподготовки для биотехнологических исследований, № 410124000603692 Центрифуга лабораторная с охлаждением TGL18C, Nanbei, № 410124000603681 Льдогенератор XB-50, Scientz, № 410124000603690 Амплификатор детектирующий "ДТпрайм" по ТУ 9443- 004-96301278-2010 в модификации 5M6, № 410124000603637, № 410124000603638 Гельдокументирующая система QUANTUM-CX5 Edge - Epi UV PadBox, № 410124000603639 Гомогенизатор лабораторный RCP 24, № 410124000603640 Электропоратор для клеток эукариот, прокариот и растений CRY-3B, Scientz, № 410124000603691 Термостат Binder, № 210134000004208 Интерактивная панель, № 410124000603731 Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973 Рабочая станция, № 210134000019227-210134000019242
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова. Читальные залы библиотеки.	

## 9. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Для успешного усвоения каждой из тем дисциплины «Биоинженерия в АПК» студент должен внимательно прослушать и конспектировать 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 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 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. 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 обязан отработать пропущенное занятие. Оценка конспектов: зачтено, не зачтено.

## **10. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

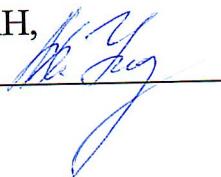
Главная задача дисциплины «Биоинженерия в АПК» – сформировать у студентов целостное представление о методах биоинженерии при решении проблем растениеводства, селекции, защиты растений, животноводства и ветеринарии, производства кормовых препаратов, переработки органических отходов, энергетики, экологии и биобезопасности.

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 разработал:**

Упадышев М.Т., д-р с.-х. наук, член-кор. РАН,  
профессор кафедры биотехнологии



**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.04.02 «Биоинженерия в АПК»**  
**ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность**  
**«Биоинженерия и бионанотехнологии» (квалификация выпускника – магистр)**

Таракановым Иваном Германовичем, профессором кафедры 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 «Биоинженерия в АПК» 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 (разработчик – Упадышев Михаил Тарьевич, профессор кафедры биотехнологии, доктор сельскохозяйственных наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Биоинженерия в АПК» (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 «Биоинженерия в АПК» закреплено 7 компетенций. Дисциплина «Биоинженерия в АПК» 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 «Биоинженерия в АПК» составляет 2 зачётные единицы (72 часа) / 24 часа практической подготовки.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Биоинженерия в АПК» 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 биотехнологии в профессиональной деятельности магистра по данному направлению подготовки.

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

9. Программа дисциплины «Биоинженерия в АПК» 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 требованиям 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 – 3 источника (базовых учебников), дополнительной литературой – 4 наименований и *соответствует* требованиям ФГОС направления 19.04.01 – «Биотехнология».

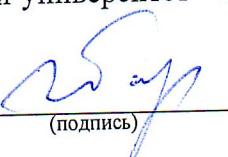
14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Инновационные агробиотехнологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

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

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Биоинженерия в АПК» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 – «Биотехнология», направленность «Биоинженерия и бионанотехнологии» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Упадышевым Михаилом Тарьевичем, доктором сельскохозяйственных наук, профессором кафедры биотехнологии ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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

  
(подпись)

« 30 » 08 2024 г.