

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Васильевна

Должность: И.о. директора института агробиотехнологии

Дата подписания: 12.04.2024 г. 10:50

Уникальный программный ключ:

fcd01ecb1fdf76898cc5472453d12c3f716ce658



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 агробиотехнологии  
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
агробиотехнологии

Шитикова А.В.  
2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1. В.01 «КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.04.01 - Биотехнология

Направленность: Биоинженерия и бионанотехнологии

Курс 1

Семестр 1

Форма обучения - очная

Год начала подготовки 2024

Москва, 2024

Разработчик Киракосян Р.Н., кандидат биологических наук, доцент

30. 08.

2024г.

Рецензент: Тараканов И.Г., доктор биологических наук, профессор

30.08.24/М.Др 2024г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии; протокол №  
1 от 30.08 2024г.

И.о. зав. кафедрой Вертикова Е.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

30. 08.

2024г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической

комиссии института агробиотехнологий Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор

30. 08.

2024г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии Вертикова Е.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

30. 08.24

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

директор ЧНБ

Бурб Бурболов Р.А.

(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<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>6</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ..... ПО СЕМЕСТРАМ .....	6 6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ .....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>22</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>22</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	22
3) Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине.....	25
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	29
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>30</b>
7.1 Основная литература .....	30
7.2 Дополнительная литература.....	30
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	31
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....</b>	<b>31</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>31</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....</b>	<b>32</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .</b>	<b>32</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## **Аннотация**

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01 «Клеточная инженерия» для подготовки магистров по направлению 19.04.01 – Биотехнология, направленность Биоинженерия и бионанотехнологии**

**Цель освоения дисциплины:** в соответствии с компетенциями, является освоение магистрами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков по применению современных методов клеточной инженерии в растениеводстве и агропромышленном комплексе. Дисциплина направлена на ознакомление магистров с современными методами клеточной биотехнологии для производства продукции растениеводства, обладающей повышенной продуктивностью, устойчивостью к стрессовым факторам среды, получению безвирусного посадочного материала, а также применение методов для ускорения селекционного процесса. Студент должен знать технические этапы работы и требования, предъявляемые к готовой продукции.

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

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Клеточная инженерия» призвана обучить будущего специалиста научным и практическим методам и технологиям в области клеточной инженерии растений. В дисциплине представлены основные понятия; методы и объекты клеточной инженерии растений; практическое использование клеточной инженерии в селекции растений, направленные на ускорение селекционного процесса (клеточная селекция, соматическая гибридизация, культура изолированных зародышей, оплодотворение *in vitro*, получение сомаклональной изменчивости и др) и повышение эффективности отбора искомых форм растений, получения безвирусного посадочного материала; получение новых штаммов-суперпродуцентов вторичных метаболитов; приведена технология выращивания культуры клеток на твердых и жидких питательных средах, в биореакторах и ферmentерах. Приводится техника культивирования различных первичных эксплантов на искусственных питательных средах в разных условиях культивирования. Познакомить с современным оборудованием и принципами работы при использовании различных методов биотехнологии. Курс «Клеточная инженерия» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Материал иллюстрирован примерами практического использования методов биотехнологии в растениеводстве.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:** составляет 3 зач. ед. (108 часов/4 час. практической подготовки).

**Промежуточный контроль:** экзамен

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Клеточная инженерия», в соответствии с компетенциями, является формирование у будущих выпускников теоретических знаний и практических навыков по применению современных методов клеточной инженерии в растениеводстве и агропромышленном комплексе. Дисциплина направлена на ознакомление магистров с современными методами клеточной биотехнологии для производства продукции растениеводства, обладающей повышенной продуктивностью, устойчивостью к стрессовым факторам среды, получению безвирусного посадочного материала, а также применение методов для ускорения селекционного процесса. Студент должен знать технические этапы работы и требования, предъявляемые к готовой продукции.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Клеточная инженерия» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Клеточная 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 «Клеточная инженерия» являются «Методологические основы исследований в биотехнологии», «Информационные технологии в биотехнологии», «Методика профессионального обучения», «Бионанотехнологии», «Управление качеством биотехнологической продукции».

Дисциплина «Клеточная инженерия» является основополагающим для изучения дисциплин «Генная инженерия», «Биоинформатика», «Вторичный метаболизм высших растений», «Инновационные агробиотехнологии», «Биоинженерия в АПК».

Особенностью дисциплины является то, что дисциплина реализуется на русском языке с применением ЭО и ДОТ.

В обучении с применением ЭО и ДОТ используются следующие организационные формы учебной деятельности:

- лекция;
- консультация;
- практическая работа;
- самостоятельная внеаудиторная работа

Сопровождение предметных дистанционных курсов может осуществляться в следующих режимах:

- тестирование on-line;
- консультации on-line;
- предоставление методических материалов;
- сопровождение off-line (проверка тестов, контрольных работ, различные виды текущего контроля и промежуточной аттестации).

Рабочая программа дисциплины «Клеточная 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**

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её ча- сти)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знатъ	уметь	владеть
1	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать 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	Основную информацию о достижениях клеточной биотехнологии растений для решения выявленной проблемной ситуации и принятия эффективных решений проблемы	Анализировать современное состояние клеточной инженерии растений для решения выявленной проблемной ситуации и принятия эффективных решений проблемы	Информацией о достижениях клеточной инженерии в России и за рубежом для решения выявленной проблемной ситуации и принятия эффективных решений проблемы
2	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует в рамках обозначенной проблемы цели, задачи, актуальность, значимость (научную, практическую, методическую и иную в зависимости от типа проекта), ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	Основные цели и задачи клеточной инженерии растений	Формулировать цели и задачи клеточной инженерии растений для правильного проведения научно-исследовательских работ	Современной информацией о методах клеточной инженерии для выполнения поставленных целей и задач в научном проекте
3.	ПКос-1	Способен использовать цифровые средства и технологии, современные достижения нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в сельском хозяйстве, экологии	ПКос-1.1 Владеет актуальной информацией о возможностях применения разработок в области нано- и биотехнологий, молекулярной биологии в различных отраслях эко-	Актуальную информацию о методах и технологиях клеточной инженерии, современные достижения клеточной инженерии в области растениеводства	Осуществлять сбор и обобщение актуальную информацию по современным достижениям клеточной инженерии в области растениеводства; использовать про-	Актуальной информацией и данными по современным достижениям клеточной инженерии в области агрономии, растениеводства; навыками использования программ

		и медицине	номики; использует цифровые средства и технологии	тениеводства; программы онлайн- общения Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.; базы данных; Python с библиотеками Requests, SQL Alchemy, официальные сайты министерств и ведомств	граммы онлайн- общения Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.; осуществлять поиск в базах данных; извлекать информацию из баз данных; применять программные продукты – Python, AGROS, Excel, Word, Outlook, Power Point, Zoom и др.	онлайн- общения Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др. ; базами данных; навыками расчёта влияния различных факторов абиотической и биотической природы на биотехнологические процессы, используя программу Statistica
			ПКос-1.2 Самостоятельно выполняет исследования в области сельского хозяйства, экологии и медицине с применением современных методов и оборудованияnano- 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 nano- 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
4.	ПКос-2	Способен выполнять биотехнологические и микробиологические ис-	ПКос -2.1 Осуществляет разработку предложений по совершенствованию	Основные методы клеточной инженерии растений для по-	Осуществляет разработку предложений по совершенствованию мето-	Современными методами для усовершенствования технологий полу-

		<p>следования, в т.ч. в области разработки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохраных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека</p>	<p>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>лучения безвирусного посадочного материала, новых форм растений, устойчивых к стрессовым факторам и др</p>	<p>дов клеточной инженерии растений с целью получения безвирусного посадочного материала, новых форм растений, устойчивых к стрессовым факторам и др</p>	<p>чения 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, биопрепаратов, 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>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>	

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а

### Распределение трудоёмкости дисциплины<sup>1</sup> по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	час. всего/*	в т.ч. по семестрам
	№ 1	
<b>Общая трудоемкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>60,4/4</b>	<b>60,4/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>		
<i>в том числе:</i>		
Лекции (Л)	14	14
лабораторные работы (ЛР)	14	14
Практические занятия (ПЗ)	30/4	30/4
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>23,1</b>	<b>23,1</b>
самоподготовка к текущему контролю знаний (самостоятельное изучение разделов, проработка и повторение лекционного материала и материала учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)	23,1	23,1
Подготовка к экзамену (контроль) <sup>2</sup>	24,5	24,5
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

\* в том числе практическая подготовка

## 4.2 Содержание дисциплины

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
		Л	ЛР всего/*	ПКР всего/*	
<b>Раздел 1 «Современное состояние и развитие клеточной инженерии»</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	-	<b>4</b>	<b>4</b>
Тема 1-1. Цели и задачи клеточной инженерии. Основные методы и объекты исследований в клеточной инженерии	6	2	-	2	2
Тема 1-2. Основные направления исследований клеточной инженерии	4	-	-	2	2
<b>Раздел 2 «Культура клеток и тканей</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудит орная работа
		Л	ЛР всего/*	ПКР всего/*	
<b>растений»</b>					
Тема 2-1. Получение культуры клеток на агаризованных питательных средах	8	2	2	2	2
Тема 2-2. Получение культуры клеток на жидких питательных средах	6	-	2	2	2
Тема 2-3. Получение штаммов-продуцентов веществ вторичного синтеза	8	2	2	2	2
<b>Раздел 3 «Клонирование растений»</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>6</b>
Тема 3-1. Этапы и методы клонирования растений	6	2	-	2	2
Тема 3-2. Получение безвирусного посадочного материала	8	-	2	4	2
Тема 3-3 Особенности клонирования растений разных таксономических групп	10	2	2	4	2
<b>Раздел 4 «Применение клеточной инженерии в селекции растений»</b>	<b>25,1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>7,1</b>
Тема 4-1. Оплодотворение <i>in vitro</i> , культура изолированных зародышей	5	-	2	2	1
Тема 4-2. Получение DH-линий	6	2	-	2	2
Тема 4-3. Создание коллекции клеток и тканей растений <i>in vitro</i>	3	-	-	2	1
Тема 4-4. Получение неполовых гибридов	3	-	-	2	1
Тема 4-5. Технология клеточной селекции <i>in vitro</i>	8,1	2	2	2	2,1
<i>консультации перед экзаменом</i>	2			2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4			0,4	
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,5				24,5
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>216</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>32,4</b>	<b>47,6</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>216</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>36,4</b>	<b>47,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

### **Раздел 1 «Современное состояние и развитие клеточной инженерии»**

Тема 1-1. Цели и задачи клеточной инженерии. Основные методы и объекты исследований в клеточной инженерии.

Определение биотехнологии как науки и отрасли производства. Традиционная и новая биотехнология. Предмет «Клеточная инженерия».

Цели и задачи биотехнологии, и в частности, в растениеводстве. Клеточная инженерия, как основа получения новых форм растений. Объекты исследований.

## **Тема 1-2. Основные направления исследований клеточной инженерии**

Роль клеточной инженерии в ускорении научно-технического прогресса в агропромышленном производстве. Приоритетные направления и мировой уровень клеточной инженерии. Мировая сеть биотехнологических центров, научные учреждения России в области биотехнологии. Основные направления исследований в области клеточной инженерии растений.

### **Раздел 2 «Культура клеток и тканей растений»**

**Тема 2-1. Получение культуры клеток на агаризованных питательных средах**

Получение каллусной ткани; гормоны, отвечающие за каллусогенез. Культивирование каллусной ткани на разных питательных средах. Морфогенез каллусной ткани, сомаклональная изменчивость. Факторы, влияющие на морфогенез. Применение каллусной ткани *in vitro*.

**Тема 2-2. Получение культуры клеток на жидких питательных средах**

Получение суспензионной культуры. Гормоны, отвечающие за формирование суспензионной культуры. Культивирование суспензии. Ростовые характеристики суспензионной культуры. Культура одиночных клеток. Факторы, влияющие рост суспензионной культуры. Практическое применение суспензии.

**Тема 2-3. Получение штаммов-продуцентов веществ вторичного синтеза**

Многообразие вторичных метаболитов высших растений. Способы культивирования клеточных культур *in vitro* в лабораторных и промышленных масштабах. Ферментеры и биореакторы.

### **Раздел 3 «Клонирование растений»**

**Тема 3-1. Этапы и методы клонирования растений**

Этапы клонального микроразмножения. Методы клонального микроразмножения. Активация развития существующих меристем. Индукция образования adventивных почек. Соматический эмбриогенез. Получение растений-регенерантов из певичной и пересадочной каллусной ткани.

**Тема 3-2. Получение безвирусного посадочного материала**

Применение методов *in vitro* для размножения и оздоровления посадочного материала. Преимущества метода клонального микроразмножения растений по сравнению с традиционными методами вегетативного размножения. Клас-

сификация метода. Термотерапия. Хемиотерапия. Культура изолированных меристем

Тема 3-3. Особенности клонирования растений разных таксономических групп

Особенности первого этапа клонального микроразмножения. Особенности второго этапа клонального микроразмножения. Особенности третьего этапа клонального микроразмножения. Особенности четвертого этапа клонального микроразмножения. Методы адаптации микроклонов к условиям *vitro*. Клонирование цветочных, ягодных, лекарственных, древесных лесных и хвойных пород.

#### **Раздел 4 «Применение клеточной инженерии в селекции растений»**

Тема 4-1. Оплодотворение *in vitro*, культура изолированных зародышей

Техника оплодотворения *in vitro*. Техника культуры изолированных зародышей. Практическое применение методов в селекции.

Тема 4-2. Получение DH-линий

Технология изолирования и культивирования репродуктивных органов растений. Андрогенез, гиногенез, партеногенез. Предобработка репродуктивных органов растений. Условия культивирования изолированных пыльников, микроспор, семяпочек и завязей. Получение удвоинных гаплоидов.

Тема 4-3. Создание коллекции клеток и тканей растений *in vitro*

Создание криоколлекции клеток *in vitro*. Этапы криоконсервации. Применение криопротекторов. Технология оценки клеток после размораживания.

Тема 4-4. Получение неполовых гибридов

Получение изолированных протопластов. Техника выделения и очистки протопластов. Техника культивирования изолированных протопластов. Техника слияния изолированных протопластов. Практическое применение изолированных протопластов.

Тема 4-5. Технология клеточной селекции *in vitro*

Культивирование каллусных и суспензионных культур в стрессовых условиях. Селекция *in vitro* на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды. Технология получения растений-регенерантов после селекции *in vitro*.

## 4.3 Лекции/лабораторные занятия

### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

#### **Содержание лекций/лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия**

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- товка <sup>3</sup>
1.	<b>Раздел 1. «Современное состояние и развитие клеточной инженерии»</b>				<b>6</b>
Тема 1-1. Цели и задачи клеточной инженерии. Основные методы и объекты исследований в клеточной инженерии.	Лекция №1 Цели и задачи клеточной инженерии. Основные методы и объекты исследований в клеточной инженерии.	УК-1.3; ПКос-1.1;	Вопросы устного опроса 1-5 (оценка)	2	
	Практическая работа №1 Приготовление маточных растворов питательных сред	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 1 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Тестовые задания 1-15 (оценка)	2	
Тема 1-2. Основные направления исследований клеточной инженерии	Практическая работа №2 Приготовление питательных сред	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 2 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Вопросы устного опроса 1-5 (оценка)	2	
2	<b>Раздел 2. «Культура клеток и тканей растений»</b>				<b>16</b>

<sup>3</sup> Участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по профилю образовательной программы.

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- това <sup>3</sup>
	Тема 2-1. Получение культуры клеток на агаризованных питательных средах	Лекция № 2 Получение дедифференцированных клеток	УК-1.3; ПКос-1.1;	Вопросы устного опроса 6-10 (оценка)	2
		Лабораторная работа №1 Введение в культуру <i>in vitro</i> семян сельскохозяйственных растений	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита лабораторной работы № 1 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Тестовые задания 1-35 (оценка)	2
		Практическая работа № 3 Получение каллусной культуры из различных первичных эксплантов сельскохозяйственных растений	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 3 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Тестовые задания 1-35 (оценка)	2
	Тема 2-2. Получение культуры клеток на жидких питательных средах	Лабораторная работа №2 Получение суспензионной культуры из каллусной ткани сельскохозяйственных растений	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита лабораторной работы № 2 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Тестовые задания 1-35 (оценка)	2
		Практическая работа №4 Характеристика суспензионной культуры, полученной из	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3;	Защита практической работы № 4 Вы-	2

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- това <sup>3</sup>
		каллусной ткани сельскохо- зяйственных растений	ПКос-2.1; ПКос-2.2	полнение прак- тической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контрол- леров) Тестовые за- дания 1-35 (оценка)	
Тема 2-3. Получение штаммов- продуцентов веществ вторичного синтеза	Лекция №3 Получение ве- ществ вторичного синтеза	УК-1.3; ПКос-1.1;	Вопросы устного опроса 6-10 (оценка)	2	
		УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита лабо- раторной ра- боты № 3 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров) Тестовые за- дания 1-35 (оценка)	2	
	Практическая работа № 5 Определение биологической активности растительных экстрактах на семенах и фи- топатогенах	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 5 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров) Тестовые за- дания 1-35 (оценка)	2	
3	<b>Раздел 3. Клонирование растений</b>				18
	Тема 3-1. Этапы и методы клонировани- я растений	Лекция №4 Этапы и методы клонирова- ния растений	УК-1.3; ПКос-1.1;	Вопросы устного опроса 11-15 (оценка)	2
		Практическая работа № 6 Введение в культуру <i>in vitro</i>	УК-2.1; ПКос-1.2;	Защита прак- тической ра-	2

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- това <sup>3</sup>
		изолированных черенков, семян	ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	боты № 6 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Тестовые задания 36-60 (оценка)	
	Тема 3-2. Получение безвирусного посадочного материала	Лабораторная работа №4 Введение в культуру <i>in vitro</i> изолированные меристемы разных растений (картофель, тополь, батат и др)	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита лабораторной работы № 4 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Тестовые задания 36-60 (оценка)	2
		Практическая работа №7 Проведение термотерапии клубней картофеля и введение в культуру <i>in vitro</i> меристем	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита практической работы № 7 (Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров) Тестовые задания 36-60 (оценка)	4
	Тема 3-3 Особенностей клонирования растений разных таксономических	Лекция № 5 Техника культивирования на разных этапах клonalного микроразмножения растений разных таксономических групп	УК-1.3; ПКос-1.1;	Вопросы устного опроса 11-15 (оценка)	2

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- това <sup>3</sup>
групп		Лабораторная работа № 5 Индукция образования ад- вентивных почек. Получение растений-регенрантов из каллусной ткани. Укорене- ние микропобегов. Адапта- ция микроклонов к условиям <i>ex vitro</i> .	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита лабо- раторной ра- боты № 5 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров Тестовые за- дания 36-60 (оценка)	2
		Практическая работа № 8 Адаптация микроклонов на аэрапонных установках	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 8 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров) Тестовые за- дания 36-60 (оценка)	4
4	<b>Раздел 4. «Применение клеточной инженерии в селекции растений»</b>				18
	Тема 4-1. Оплодотво- рение <i>in vitro</i> , куль- тура изоли- рованных зародышей	Лабораторная работа № 6 Культура изолированных за- родышей сельскохозяй- ственных	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита лабо- раторной ра- боты № 6 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров) Тестовые за- дания 61-80 (оценка)	2
		Практическая работа № 9 Культура изолированных за- вязей	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 9 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо-	2

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- това <sup>3</sup>
				нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров) Тестовые за- дания 36-60 (оценка)	
Тема 4-2. Получение ДН-линий	Лекция № 6 Получение гаплоидных рас- тений	УК-1.3; ПКос-1.1;	Вопросы устного опроса 16-21 (оценка)	2	
Тема 4-3. Создание коллекции клеток и тканей рас- тений in vitro	Практическая работа № 10 Культивирование изолиро- ванных микроспор и пыль- ников in vitro	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 10 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров) Тестовые за- дания 61-80 (оценка)	2	
	Практическая работа № 11 Техника замораживания рас- тительного объекта в жидком азоте	УК-2.1; 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 и с использова- нием специ- альных очков, контроллеров) Тестовые за- дания 61-80 (оценка)	2	
Тема 4-4 Получение неполовых гибридов	Практическая работа № 12 Соматическая гибридизация	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 12 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ-	2	

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов/ из них практи- ческая подго- това <sup>3</sup>
				альных очков, контроллеров Тестовые за- дания 61-80 (оценка)	
Тема 4-5 Технология клеточной селекции <i>in vitro</i>	Лекция № 7 Клеточная селекция <i>in vitro</i>	УК-1.3; ПКос-1.1;	Вопросы устного опроса 16-21 (оценка)	2	
		УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита лабо- раторной ра- боты № 7 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров Тестовые за- дания 61-80 (оценка)	2	
	Практическая работа № 13 Культивирование каллусной ткани на средах, содержащих биотический селективный фактор	УК-2.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2	Защита прак- тической ра- боты № 13 (Выполнение практической работы на ком- пьютерах, план- шетах, смартфо- нах и с исполь- зованием специ- альных очков, контроллеров Тестовые за- дания 61-80 (оценка)	2	
<b>ВСЕГО</b>					<b>58</b>

## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 5а

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. «Современное состояние и развитие клеточной биотехнологии»</b>		
1.	Тема 1-1. Цели и за- дачи клеточной ин- женерии. Основные методы и объекты	Понятие клеточной биотехнологии. Сходство и различия клас- сической и современной биотехнологии. История развития клеточной биотехнологии, связь с другими биологическими науками (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос- 2.1; ПКос-2.2)

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
	исследований в клеточной инженерии.	2.2)
2.	Тема 1-2. Основные направления исследований клеточной инженерии	Связь клеточной инженерии с генетикой, селекцией, физиологией растений. Растения – объекты исследований в клеточной инженерии Применение методов клеточной инженерии в растениеводстве Основные направления исследований в клеточной инженерии (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
<b>Раздел 2 «Культура клеток и тканей растений»</b>		
3.	Тема 2-1 Получение культуры клеток на агаризованных питательных средах	Получение каллусной ткани из различных частей растений. Классификация каллусной ткани. Методы оценки каллусной ткани (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
4.	Тема 2-2. Получение культуры клеток на жидких питательных средах	Получение суспензионной культуры из различных частей растений. Методы оценки суспензионной культуры (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
5.	Тема 2-3. Получение штаммов-продуцентов веществ вторичного синтеза	Классификация вторичных метаболитов. Практическое применение вторичных метаболитов. Ферментеры и биореакторы для выращивания каллусных клеток. (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
<b>Раздел 3 «Клонирование растений»</b>		
6.	Тема 3-1. Этапы и методы клонирования растений	Особенности клонального микроразмножения древесных лиственных и хвойных пород (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
7.	Тема 3-2. Получение безвирусного посадочного материала	Практическое использование оздоровленного материала в АПК (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
8.	Тема 3-3 Особенности клонирования растений разных таксономических групп	Технология адаптации микроклонов разных таксономических групп на гидропонных и аэропонных установках (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
<b>Раздел 4 «Применение клеточной инженерии в селекции растений»</b>		
9.	Тема 4-1. Оплодотворение <i>in vitro</i> , культура изолированных зародышей	Применение методов клеточной инженерии в селекции плодовых и лесных пород. (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
10.	Тема 4-2. Получение DH-линий	Факторы, влияющие на морфогенез репродуктивных органов. Особенности получения гаплоидных растений цветочных культур (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
11.	Тема 4-3. Создание коллекции клеток и тканей растений <i>in vitro</i>	Криопротекторы, применяемые в технологии криосохранения. Технология криоконсервации каллусных и меристемных культур (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)
12	Тема 4-4. Получение неполовых гибридов	История развития метода соматической гибридизации. Получение цибридов. Практическое применение полученных гибридов (УК-1.3; УК-2.1; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-2.1; ПКос-2.2)

<b>№ п/п</b>	<b>Название раздела, темы</b>	<b>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения</b>
13	Тема 4-5. Технология клеточной селекции <i>in vitro</i>	Механизмы устойчивости каллусных клеток к действию абиотических и биотических факторов окружающей среды. (УК-1.3; УК-2.1; 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

<b>№ п/п</b>	<b>Тема и форма занятия</b>		<b>Наименование используемых ак- тивных и интерактивных образова- тельных технологий</b>
1	Получение культуры клеток на агаризованных питательных средах	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
2	Этапы и методы клонирования растений	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
3	Технология клеточной селекции <i>in vitro</i>	Л	ИКТ (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др.)
4	Приготовление питательных сред	ЛПЗ	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.)

## 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

**1) Примерный перечень вопросов к опросу по теме « Цели и задачи клеточной инженерии. Основные методы и объекты исследований в клеточной инженерии»**

1. Отличие современной клеточной инженерии от классических технологий.
2. Связь клеточной инженерии с биологическими дисциплинами.
3. Цели и задачи современной клеточной инженерии.
4. Объекты исследований в клеточной инженерии.
5. Основные направления исследований клеточной инженерии.
7. История развития клеточной инженерии растений.

8. Основные научно-исследовательские институты, занимающиеся клеточной инженерией растений.

9. Применение методов клеточной инженерии в сельском хозяйстве.

10. Питательные среды. Состав и применение в решении различных задач клеточной инженерии

## 2) Примеры тестовых заданий:

Какие направления исследований относятся к клеточной инженерии?

1. получение трансгенных организмов;
2. синтез вторичных соединений растений;
3. изучение азотфиксации;
4. получение кормовых белков;
5. клонирование животных.

Какие направления исследований в клеточной инженерии относятся к вспомогательным методам, ускоряющие селекционный процесс?

1. соматическая гибридизация;
2. клеточная селекция;
3. получение трансгенных организмов;
4. криосохранение;
5. все направления перечисленные выше.

Какие направления исследований в клеточной инженерии относятся к основным методам, ускоряющие селекционный процесс?

1. соматическая гибридизация;
2. криосохранение;
3. культура изолированных зародышей;
4. получение гаплоидных растений;
5. все направления перечисленные выше.

Агароза относится к

1. углеводам
2. представляет собой смесь жиров и углеводов
3. жирам
4. хлорофиллоподобным соединениям с хелатными связями

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.

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.

В результате клонирования получаются растения:

1. генетически идентичны между собой;
2. генетически идентичны между собой и растением-донором;
3. генетически не однородны между собой;
4. генетически не однородны между собой и растением-донором;
5. все перечисленные выше.

Какие направления исследований относятся к клеточной инженерии?

6. получение трансгенных растений;
7. синтез вторичных соединений растений;
8. изучение азотфиксации;
9. получение кормовых белков;
10. клонирование животных.

Что необходимо добавить в питательную среду, чтобы получить растения пшеницы, устойчивые к засолению почв?

1. ПЭГ;
2. NaCl;
3. CdNO<sub>3</sub>;
4. ПВП;
5. KNO<sub>3</sub>.

Можно ли использовать метод культуры изолированных зародышей в селекционном процессе

1. да
2. нет

Что необходимо добавить в питательную среду, чтобы получить растения картофеля, устойчивые к фитопатогенам?

1. токсин;
2. NaCl;
3. CdNO<sub>3</sub>;
4. ПВП;
5. KNO<sub>3</sub>.

Какие направления исследований в клеточной инженерии относятся к вспомогательным методам, ускоряющие селекционный процесс?

6. соматическая гибридизация;

7. клеточная селекция;
8. получение трансгенных растений;
9. криосохранение;
10. все направления перечисленные выше.

Сколько существует этапов клонирования растений?

1. 2
2. 3
3. 4
4. 5
5. не ограничено.

Каллусную ткань применяют для:

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

### **3) Примерный перечень вопросов к экзамену по дисциплине**

1. Задачи и методы исследований клеточной инженерии растений.
2. Дайте определение термину «современная биотехнология и клеточная инженерия».
3. Назовите продукты, полученные при использовании биотехнологических процессов.
4. В каких областях народного хозяйства применяется клеточная инженерия?
5. Перечислите преимущества клеточной инженерии над другими технологиями.
6. Что является основным отличием клеточной инженерии от других процессов?
7. Назовите основные направления исследований по клеточной инженерии.
8. Какое явление лежит в основе получения целого растения из одной соматической клетки?
9. Что такое вещества вторичного синтеза? Приведите примеры.
10. Клонирование растений.
11. Какие Вы знаете методы, ускоряющие и облегчающие селекционный процесс.
12. Назовите основные исторические вехи развития клеточной инженерии.
13. Что такое первичный эксплант? Что может служить первичным эксплантом при клеточной инженерии?
14. Какие Вы знаете объекты исследований, используемые в клеточной инженерии растений?

15. Назовите, как может реализовываться морфогенетический потенциал клеток, тканей и изолированных органов в условиях *in vitro*.
16. Какие Вы знаете методы исследований в клеточной инженерии?
17. Каким способом получают стерильную питательную среду и необходимые для работы соответствующие материалы?
18. Назовите основные компоненты питательной среды.
19. Что Вы знаете о стерилизующих агентах? Приведите примеры.
20. Какая существует зависимость между типом первичного экспланта и временем стерилизации?
21. Какие необходимо создать условия, обеспечивающие нормальный рост культуре изолированных клеток, тканей и органов растений?
22. Дайте определение каллусной ткани.
23. Из каких частей растения можно получать каллусную ткань?
24. Какие гормоны регулируют процесс каллусогенеза?
25. Какую функцию выполняет каллусная ткань в интактном растении?
26. Назовите основные характеристики каллусной ткани.
27. Какие фазы ростового цикла каллусной ткани Вы знаете?
28. Какими факторами можно регулировать плотность каллусной ткани? Приведите примеры.
29. Как Вы понимаете термин «пролиферация каллусной ткани»?
30. Что такое морфогенез каллусной ткани?
31. Что Вы знаете о гормонах, регулирующих процесс морфогенеза каллусной ткани?
32. Чем отличается монополярная структура от биполярной?
33. Перечислите физиологические факторы, оказывающие существенное влияние на морфогенез каллусной ткани.
34. Что Вам известно о генотипических особенностях культивируемых клеток, тканей и органов растений *in vitro*?
35. Какая существует зависимость между морфогенезом каллусной ткани и числом субкультивирований?
36. Что такое суспензионная культура?
37. Какие Вы знаете способы получения суспензионной культуры?
38. Назовите основные условия выращивания клеток суспензионной культуры.
39. В чем отличие клеток суспензионной культуры от клеток каллусной ткани?
40. Перечислите основные характеристики суспензионной культуры.
41. Какими факторами можно регулировать степень агрегированности суспензионной культуры?
42. По какой причине клетки суспензионной культуры необходимо пересаживать на свежую питательную среду 1 раз в 2 недели?
43. Что такое культура одиночных клеток? Назовите основные способы ее культивирования.
44. Что Вам известно о кондиционирующем факторе?
45. Практическое применение суспензионной культуры.
46. Что такое вещества вторичного синтеза?

- 47.Какие преимущества клеточной биотехнологии перед традиционными способами получения веществ вторичного метаболизма?
- 48.Приведите примеры растений – источника веществ вторичного метаболизма.
- 49.Как осуществляется культивирование растительных клеток в условиях *in vitro* с целью получения веществ вторичного метаболизма?
- 50.Какие типы ферментеров Вам известны?
- 51.Что необходимо сделать, что бы получать штаммы суперпродуценты?
- 52.В каких отраслях народного хозяйства применяют вещества вторичного метаболизма?
- 53.Почему каллусная ткань является хорошим источником для получения веществ вторичного метаболизма?
- 54.Оцените себестоимость конечного продукта.
- 55.Приведите примеры промышленных технологий получения веществ вторичного метаболизма.
- 56.Что такое клональное микроразмножение растений?
- 57.Назовите основные преимущества клонального микроразмножения растений.
- 58.Из каких этапов складывается процесс клонального микроразмножения?
- 59.Перечислите основные методы клонального микроразмножения.
- 60.В чем отличие метода индукции развития существующих меристем от метода индукции образования адвентивных почек?
- 61.Какой из методов клонального микроразмножения всегда гарантирует Вам получение генетически однородного посадочного материала?
- 62.Какой этап клонального микроразмножения отсутствует при соматическом эмбриогенезе?
- 63.Какие клеточные слои участвуют в процессе дифференциации меристических тканей адвентивных почек?
- 64.Приведите примеры размножения растений в условиях *in vitro* в промышленных масштабах.
- 65.Каково практическое применение клонального микроразмножения в растениеводстве?
- 66.Какие Вы знаете факторы, влияющие на клональное микроразмножение растений?
- 67.Каким образом размер и возраст первичного экспланта, а также сезонность его изоляции оказывают влияние на эффективность клонального микроразмножения растений?
- 68.В чем особенности клонального микроразмножения однолетних травянистых растений от многолетних древесных?
- 69.Что такое витрификация растений и причины ее вызывающие?
- 70.Что такое гипервитаминоз клеток растений *in vitro*?
- 71.Какая существует зависимость клонального микроразмножения растений от физических факторов выращивания?
- 72.Назовите особенности культивирования изолированных эксплантов на первом этапе клонального микроразмножения.
- 73.В чем особенность второго этапа клонального микроразмножения?

74. Как осуществляется укоренение микропобегов на третьем этапе клонального микроразмножения?
75. Расскажите о технике адаптации пробирочных растений к почвенным условиям произрастания.
76. Какие существуют методы оздоровления растений от вирусов?
77. Что такое термотерапия?
78. Что такое химиотерапия?
79. Почему меристематическая зона побега свободна от вирусов?
80. Какие Вы знаете методы тестирования растений на вирусы?
81. Приведите примеры технологий получения безвирусного посадочного материала.
82. Где возможно использовать безвирусный посадочный материал?
83. В чем преимущества применения методов математического планирования эксперимента?
84. Что такое многофакторный эксперимент?
85. Сколько факторов можно оптимизировать за один эксперимент?
86. Назовите основные и вспомогательные методы клеточной инженерии растений.
87. В чем отличие основных и вспомогательных методов?
88. Какие методы позволяют преодолеть программную и постограммную несовместимость растений?
89. Что Вы знаете о получении гаплоидных растений в условиях *in vitro*?
90. Каким образом гаплоидия растений позволяет ускорять селекционный процесс?
91. Каким бы Вы воспользовались методом, что бы сохранить и быстро размножить ценный гибрид?
92. Что такое криосохранение?
93. В чем отличие предподготовки меристематических и каллусных клеток к дальнейшему хранению их в жидком азоте?
94. Что такое криопротекторы?
95. Как Вы думаете, можно ли хранить в жидком азоте органы животных?
96. На чем основывается метод соматической гибридизации?
97. Какие ферменты и осмотики применяют для изолирования протопластов?
98. Из каких растительных объектов можно получить протопласты?
99. Через сколько часов регенерирует клеточная стенка у протопласта?
100. Какое практическое применение имеет метод соматической гибридизации?
101. Что такое клеточная селекция?
102. На каких объектах можно проводить клеточную селекцию?
103. Как Вы думаете, при использовании клеточной селекции ускоряется или удлиняется процесс традиционной селекции?
104. Как можно получить растения, устойчивые к абиотическим факторам окружающей среды? Приведите примеры.
105. Как можно получить растения, устойчивые к биотическим факторам окружающей среды? Приведите примеры.

106. Приведите примеры достижений клеточной биотехнологии в растениеводстве.
107. Назовите примеры применения сомаклональной изменчивости растений в растениеводстве.
108. Какие гибридные растения были получены методом соматической гибридизации?
109. Приведите примеры размножения растений в условиях *in vitro* в промышленных масштабах.
110. На основе методов гаплоидии какие сорта были получены?
111. Какие достижения получены при работе с древесными лиственными культурами?
112. Какие достижения получены при работе с древесными хвойными культурами?
113. Какое практическое применение имеет криосохранение?
114. Что Вы знаете о достижениях клеточной инженерии в России?
115. Что Вы знаете о достижениях клеточной инженерии мире?

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

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

При использовании традиционной системы контроля и оценки успеваемости студентов должны быть представлены критерии выставления оценок по четырёхбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

### **Критерии оценивания устного 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.

### **Критерии оценивания тестирования**

Таблица 7

Шкала Оценивания, % верных ответов на вопросы	оценка
85-100	Отлично
70-84	Хорошо

60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

## **Критерии оценивания результатов обучения**

Таблица 8

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценивания</b>
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « <b>отлично</b> » 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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « <b>хорошо</b> » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « <b>удовлетворительно</b> » 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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « <b>неудовлетворительно</b> » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## **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 ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – 186 с.

2. Калашникова Е. А. Клеточная инженерия растений : учебное пособие / Е. А. Калашникова ; Российский гос. аграрный ун-т – МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). – Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2012. – 318 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. Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Охрана окружаю-

щей среды и рацион. использование природн. ресурсов» и «Машины и аппараты хим. пр-в» / В. В. Бирюков. – М. : КолосС ; М. : Химия, 2004. – 294, [1] с.

2. Будаговский А. В. Дистанционное межклеточное взаимодействие / А. В. Будаговский. – Москва : Техника, 2004. – 103 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. Калашникова, Е. А. Основы экобиотехнологии : учебное пособие / Е. А. Калашникова ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Москва : Росинформагротех, 2017. – 118 с.

5. Калашникова, Е. А. Современные аспект биотехнологии : учебно-методический комплекс / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян ; Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). – Москва : РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016. – 125 с.

6. Коростелова, Н. И. Биотехнология : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 110401 – Зоотехния / Н И. Коростелова, Т. В. Громова, И. Г. Жукова ; Алтайский государственный аграрный университет (Барнаул). – Барнаул : АГАУ, 2006. – 127 с.

### **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Калашникова, Е.А. Практикум по сельскохозяйственной биотехнологии / Е.А. Калашникова, Е.З. Кошиева, О.Ю. Миронова. — М.: КолосС, 2006. —149 с.

2. Лабораторный практикум по сельскохозяйственной биотехнологии / Изд. 2-е. – М.: МСХА, 2014. — 116 с.

#### **8. 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 ВАСХНИЛ (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)

#### **9. 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)

Таблица 9

**Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы <sup>4</sup>	Тип программы <sup>5</sup>	Автор	Год разработки
1	<b>Раздел 1 «Современное состояние и развитие клеточной инженерии»</b>	National Center of Biotechnology Information	обучающая	National Center for Biotechnology Information, U.S. National Library of Medicine 8600 Rockville Pike, Bethesda MD, 20894 USA	1988
2		UniProt	обучающая	EMBL-EBI, UK; SIB, Switzerland; PIR, US.	2003
3		Unity	обучающая	Unity	2021
4		Unreal Engine	обучающая	Epic Games, Inc.	2004-2021

**10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Таблица 10

**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, аудитории № 212, 303-308, 314)	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» по ТУ 32.50.50-010-51495026-2020 в исполнении: БМБ-II-«Ламинар-С»-1,5, № 210124558132419, № 210124558132418, № 210124558132420, № 210124558132421, № 210124558132422 Климатическая камера «Лаборатория биофотоники», № 410124000603662, № 410124000603663 Комплект климатических установок (фитotron), № 210124558132659, № 210124558132660

<sup>4</sup> Например: Adobe Photoshop, MathCAD, Автокад, Компас, VBasic 6, Visual FoxPro7.0; Delphi 6 и др.

<sup>5</sup> Указывается тип программы: расчётная, или обучающая, или контролирующая.

	<p>Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (люминесцентный), № 410124000603660</p> <p>Комплекс контролируемого фотонного излучения для роста растений (светодиодный), № 410124000603659</p> <p>Шейкер инкубатор DW-SI-D2403, Drawell, № 410124000603704</p> <p>Шейкер - инкубатор с охлаждением CRYSTE, модель PURICELL_SHAKING X10, № 410124000603688</p> <p>Спектрофотометр K5500Plus, Drawell № 410124000603673</p> <p>Лиофильная сушилка, LFD-10A, Laboao, № 410124000603685</p> <p>Комплект лабораторного оборудования пробоподготовки для биотехнологических исследований, № 410124000603692</p> <p>Центрифуга лабораторная с охлаждением TGL18C,Nanbei, № 410124000603681</p> <p>Льдогенератор XB-50, Scientz, № 410124000603690</p> <p>Амплификатор детектирующий "ДТпрайм" по ТУ 9443- 004-96301278-2010 в модификации 5М6, № 410124000603637, № 410124000603638</p> <p>Гельдокументирующая система QUANTUM-CX5 Edge - Epi UV PadBox, № 410124000603639</p> <p>Гомогенизатор лабораторный RCP 24, № 410124000603640</p> <p>Электропоратор для клеток эукариот, прокариот и растений CRY-3B, Scientz, № 410124000603691</p> <p>Термостат Binder, № 210134000004208</p> <p>Интерактивная панель, № 410124000603731</p> <p>Рабочая станция с предустановленным программным обеспечением, № 210134000018973</p> <p>Рабочая станция, № 210134000019227-210134000019242</p>
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, Читальные залы библиотеки	
Общежитие №8 Комната для самоподготовки	Комнаты в общежитиях с выходом в интернет, Wi-Fi

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- семинары, практические занятия, лабораторные работы (занятия

ского типа);

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

Студент, пропустивший лекцию, представляет конспект по теме лекции. При пропуске практического занятия студент обязан отработать пропущенное занятие.

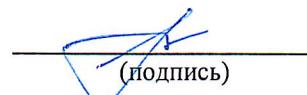
## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Главная задача дисциплины «Клеточная инженерия» - сформировать у студентов целостное представление о применении методов клеточной инженерии для создания новых форм растений, обладающих устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам окружающей среды, для клонирования растений и получения веществ вторичного метаболизма из дифференцированных и дедифференцированных клеток и тканей.

При преподавании дисциплины необходимо ориентироваться на современные образовательные и информационные технологии, в том числе и на применение тестирования. Наряду с тестированием 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 лабораторных занятиях и интерактивной форме обучения.

**Программу разработали:**

Киракосян Р.Н., кандидат биологических наук,  
доцент



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Клеточная инженерия»  
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 «Клеточная 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 (разработчик – Киракосян Рима Нориковна, доцент, кандидат биологических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Клеточная инженерия» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО 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 обязательной части учебного цикла – Б1.В.01

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 19.04.01 - Биотехнология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Клеточная инженерия» закреплено 7 **компетенций**. Дисциплина «Клеточная инженерия» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «Клеточная инженерия» составляет 3 зачётные единицы (108 час/из них практическая подготовка 4).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Клеточная инженерия» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 - Биотехнология и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «Клеточная инженерия» предполагает 4 занятия в интерактивной форме.

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

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах, выполнение виртуальных практических работ, участие в тестировании,), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла – Б1.В.01 ФГОС ВО направления 19.04.01 - Биотехнология.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 6 наименований, периодическими изданиями – 2 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.04.01 - Биотехнология.

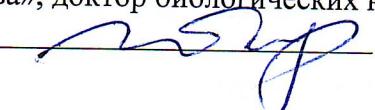
13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Клеточная инженерия» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

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

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Клеточная инженерия» ОПОП ВО по направлению 19.04.01 - Биотехнология, направленность " Биоинженерия и бионанотехнологии " (квалификация выпускника – магистр), разработанная доцентом кафедры биотехнологии, кандидатом биологических наук Киракосян Р.Н. соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

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

 30.08. 2024 г.