

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института  
Дата подписания: 26.09.2023 15:01:07  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658



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

Институт агrobiотехнологий  
Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
агrobiотехнологий  
Шитикова А.В.  
"23" августа 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1. В.07 «БИОТЕХНОЛОГИЯ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ»**

для подготовки магистров  
ФГОС ВО 3++

Направление: 35.04.04 - Агрономия  
Направленность: «Фитотехнологии и биопродукционные системы»  
Курс 2  
Семестр 4  
  
Форма обучения очная  
Год начала подготовки 2023

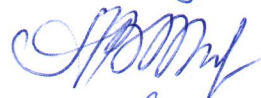
Москва, 2023

Разработчик (и): Калашникова Е.А., доктор биологических наук, профессор



«28» августа 2023 г.

Рецензент: Шитикова А.В. доктор с.-х. наук, профессор

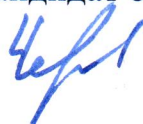


«28» августа 2023 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 - Агрономия

Программа обсуждена на заседании кафедры биотехнологии; протокол № 53 от «28» августа 2023 г

И.о. зав. кафедрой Чередниченко М.Ю., кандидат биологических наук, доцент



«28» августа 2023 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института агробиотехнологий Шитикова А.В., д-р с.-х. н., профессор



«28» августа 2023 г.

Заведующий выпускающей кафедрой физиологии растений Тараканов И.Г., д.б.н., профессор



«28» августа 2023 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	4
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	4
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	5
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	6
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	6
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	6
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ.....	14
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	17
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	18
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 .....	22
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	24
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	24
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	24
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	24
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	24
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)</b> .....	25
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....	25
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .	26
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	27
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	27

## **Аннотация**

### **рабочей программы учебной дисциплины Б1. В.07 «Биотехнология в растениеводстве» для подготовки бакалавра по направлению**

#### **35.04.04 – Агрономия, направленности «Фитотехнологии и биопродукционные системы»**

**Цель освоения дисциплины:** в соответствии с компетенциями по дисциплине является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области биотехнологии в растениеводстве. В курсе представлены основные понятия; методы клеточной и генной инженерии растений; классификация и способы применения регуляторов роста в растениеводстве и биотехнологии; практическое использование генетических маркеров в селекции растений, направленные на ускорение селекционного процесса и повышение эффективности отбора искомым форм растений. Курс «Биотехнология в растениеводстве» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Материал иллюстрирован примерами практического использования методов биотехнологии в растениеводстве.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть (Часть, формируемая участниками образовательных отношений) учебного плана по направлению подготовки **35.04.04- Агрономия**

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.2; УК-2.4; ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-2.2; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-6.3

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Биотехнология в растениеводстве» призвана обучить будущего специалиста научным и практическим аспектам в области биотехнологии растений, за счет применения современных методов клеточной и генной инженерии, а также регуляторов роста. В курсе представлены основные понятия; методы клеточной и генной инженерии растений; классификация и способы применения регуляторов роста в растениеводстве и биотехнологии; практическое использование генетических маркеров в селекции растений, направленные на ускорение селекционного процесса и повышение эффективности отбора искомым форм растений. Приводятся технологии культивирования различных первичных эксплантов на искусственных питательных средах; расчета и составления питательных сред и подбора условий культивирования клеток, тканей и органов растений разных таксономических групп в условиях *in vitro*; обработки данных. Рассматриваются технологии производства безвирусного посадочного материала с целью сохранения биоразнообразия растений, а также производства веществ вторичного синтеза. Магистры знакомятся с современным оборудованием и принципами их работы при использовании различных методов биотехнологии. Курс «Биотехнология в растениеводстве» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Материал иллюстрирован примерами практического использования методов биотехнологии в растениеводстве и животноводстве.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка: 108 часов/ 3 зач.ед./ в т.ч. практическая подготовка 4 часа**

**Промежуточный контроль: экзамен**

### **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Биотехнология в растениеводстве» является освоение магистрами основ научных и практических аспектов в области биотехнологии в растениеводстве. В курсе представлены основные понятия; методы клеточной и генной инженерии растений; классификация и способы применения регуляторов роста в растениеводстве и биотехнологии; практическое использование генетических маркеров в селекции растений, направленные на

ускорение селекционного процесса и повышение эффективности отбора искомым форм растений. Курс «Биотехнология в растениеводстве» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Материал иллюстрирован примерами практического использования методов биотехнологии в растениеводстве.

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

Дисциплина «Биотехнология» относится к вариативной части (Части, формируемой участниками образовательных отношений) Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана Дисциплина «Биотехнология в растениеводстве» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 - Агрономия, направленности «Фитотехнологии и биопродукционные системы».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биотехнология в растениеводстве» являются: «Экологическая физиология растений», «Генетика онтогенеза», «Инструментальные методы исследований».

Дисциплина «Биотехнология в растениеводстве» является основополагающей для изучения дисциплин «Инновационные технологии в агрономии», «Системы интенсивного культивирования растений», «Физиологические основы применения регуляторов роста в растениеводстве», «Физиологические основы светокультуры».

Особенностью дисциплины является 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 «Биотехнология в растениеводстве» 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 семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	УК-1.2 Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации	Основную литературу по методам исследований в области биотехнологии для решения различных проблем эксперимента	Осуществлять поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации в области биотехнологии на основе доступных литературных источников	Знаниями в области биотехнологии для решения проблемных ситуаций при выполнении работ по биотехнологии
2.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.4 Организует и координирует работу участников проекта, способствует конструктивному преодолению возникающих разногласий и конфликтов, обеспечивает работу команды необходимыми ресурсами	Объекты и методы исследований в области биотехнологии для координации работы участников в команде	Организовывать работу участников проекта при выполнении исследований в области биотехнологии	Знаниями в области биотехнологии, в частности, объекты, методы и технологии для координации работы в проекте
3	ПКос-1	Способен осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области агрономии	ПКос 1.1 Ведет информационный поиск по наукоемким технологиям интенсивного культивирования растений, включая инженерно-биологические, с использованием различных баз данных и сетевых ресурсов	Интернет ресурсы и базы данных, где возможно осуществлять информационный поиск по наукоемким технологиям интенсивного культивирования растений, включая инженерно-биологические	Организовывать работу по поиску научной информации, с использованием интернет ресурсов и базы данных, где возможно осуществлять информационный поиск по наукоемким технологиям интенсивного культивирования растений, включая инженерно-биологические	Знаниями в области биотехнологии, для осуществления целенаправленного поиска информации по наукоемким технологиям интенсивного культивирования растений, включая инженерно-биологические
			ПКос 1.2 Умеет анализировать,	Знать научно-техническую информацию и опыт при-	Умеет анализировать, обобщать и использовать	Знаниями в о

			обобщать и использовать научно-техническую информацию и опыт применения современных растениеводческих технологий	менения современных биотехнологий для решения растениеводческих задач	учно-техническую информацию и опыт применения современных биотехнологий в растениеводстве	
	ПКос-2	Способен разрабатывать методики проведения экспериментов, осваивать новые методы исследования	ПКос-2.2 Знает и умеет использовать основные методы исследований в биологии растений и агрономии	Основные методы исследований в биотехнологии, в частности, методы клеточной и генной инженерии	На практике применять методы клеточной и генной инженерии, а также регуляторы роста для решения задач растениеводства	Основными методами биотехнологии для выполнения основных задач агрономии
	ПКос-3	Способен осуществить организацию, проведение и анализ результатов экспериментов (полевых опытов)	ПКос-3.1 Владеет современными методами исследований в агрономии, физиологии и биохимии растений	Основные методы исследований культивирования клеток растений <i>in vitro</i> и биохимического анализа	Применять на практике основные методы биохимического анализа дедифференцированных клеток	современными методами исследований в агрономии, физиологии и биохимии растений с применением биотехнологии
			ПКос-3.2 Умеет планировать исследование, разрабатывать схему опыта и методику сбора экспериментальных данных	Основные принципы планирования, проведения и анализа эксперимента по культивированию объектов <i>in vitro</i>	Планировать и проводить научных эксперимент с использованием методов биотехнологии	Методами анализа полученных данных, в результате проведения исследований по биотехнологии
	ПКос-6	Способен проводить консультации по инновационным технологиям в агрономии	ПКос-6.3 Умеет аргументировать необходимость использования наукоемких технологий интенсивного культивирования растений сельскохозяйственном производстве, включая городское фермерство	Знает уровень проработки вопроса по теме исследований для обоснования выбранных схем и методов исследований	Умеет аргументировать необходимость использования наукоемких технологий интенсивного культивирования растений в сельскохозяйственном производстве, включая городское фермерство	Владеет знаниями в области биотехнологии для аргументирования необходимости применения разработанных технологий в сельскохозяйственном производстве и сити-фермерстве



## ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а<sup>1</sup>

### Распределение трудоёмкости дисциплины<sup>2</sup> по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам №4
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>108/4</b>	<b>108/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>24,35/4</b>	<b>24,35/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>24,35</b>	<b>24,35</b>
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	4	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	20/4	20/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35	0,35
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>83,65</b>	<b>83,65</b>
<i>самоподготовка к текущему контролю знаний (самостоятельное изучение разделов, проработка и повторение лекционного материала и материала учебных пособий, подготовка к практическим занятиям)</i>	74,65	74,65
<i>Подготовка к зачету с оценкой</i>	9	9
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	

\* 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	ПЗ всего/*	ПКР <sub>ВВ</sub> сего/*	СР
<b>Раздел 1 «Клеточная инженерия растений»</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>8</b>		<b>30</b>
Тема 1-1. Цели и задачи клеточной инженерии растений. Основные методы и объекты исследований	2	2			
Тема 1-2. Каллусная ткань и ее практическое применение в растениеводстве	16		2		14
Тема 1-3. Клонирование растений	12		4/2		8
Тема 1-4. Практическое применение клеточной инженерии в селекции растений	10		2		8

<sup>1</sup> Таблица 2а заполняется для очной формы обучения

<sup>2</sup> Шаблон таблицы для двухсеместровой дисциплины.

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
		Л	ПЗ всего/*	ПКР <sub>ВВ</sub> сего/*	СР
<b>Раздел 2 «Генетическая инженерия растений»</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>6</b>		<b>30</b>
Тема 2-1. Генетическая инженерия растений. Сущность и задачи	2	2			
Тема 2-2. Методы генетической инженерии для получения трансгенных растений	17		2		15
Тема 2-3. Трансгенные растения, устойчивые к абиотическим и биотическим факторам среды	19		4/2		15
<b>Раздел 3 «Регуляторы роста в биотехнологии и растениеводстве»</b>	<b>20,65</b>		<b>6</b>		<b>14,65</b>
Тема 3-1. Понятие о фитогормонах и фиторегуляторах, их классификация, структура и функции	11,65		4		7,65
Тема 3-2. Роль фиторегуляции в растениеводстве и биотехнологии. Понятие о стрессах	9		2		7
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35			0,35	
<i>Подготовка к зачету с оценкой</i>	9				9
<b>Всего за 1 семестр</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>20/4</b>	<b>0,35</b>	<b>83,65</b>

\* в том числе практическая подготовка

### **Раздел 1 «Клеточная инженерия растений»**

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

Определение биотехнологии как науки и отрасли производства. Традиционная и новая биотехнология. Предмет «Биотехнология в растениеводстве». Молекулярная биология и генетика – фундаментальная основа биотехнологии.

Цели и задачи биотехнологии, и в частности, в растениеводстве и животноводстве. Клеточная и генная инженерия, как основные методы получения новых форм растений. Объекты исследований.

Тема 1-2. Каллусная ткань и ее практическое применение в растениеводстве

Каллусная ткань как основной объект исследований. Специфика каллусной ткани. Дедифференцировка как обязательное условие перехода специализированной клетки к делению и образованию каллусной ткани. Гормоны, индуци-

рующие дедифференцировку и переход клетки к делению. Цитоморфологические особенности и фазы ростового цикла каллусных клеток. Цитологические и физиологические изменения, происходящие в клетке при ее дедифференцировке. Генетическая неоднородность каллусных клеток.

Пересадка каллусной ткани. Явление «привыкания», снижение или утрата способности ее к регенерации растений. Способы культивирования каллусной ткани. Выращивание каллусной ткани на твердой агаризованной питательной среде или в жидкой. Вторичная дифференцировка и морфогенез а культуре тканей. Типы вторичной дифференцировки: гистогенез, органогенез, эмбриогенез. Морфогенез и получение растений-регенерантов. Типы морфогенеза: органогенез и соматический эмбриогенез. Индукция морфогенеза с помощью фитогормонов и физических факторов.

Суспензионные культуры и их использование для получения веществ вторичного синтеза. Ростовые и биосинтетические характеристики клеточных популяций растений. Зависимость этих процессов от состава питательной среды. Способы получения суспензионной культуры. Основные характеристики суспензионной культуры: степень агрегированности, жизнеспособность, плотность.

Культура одиночных клеток. Способы, облегчающие получение колоний из одиночных клеток: метод плейтинга, кондиционированные среды, кормящий слой, культура «Няньки», микрокапли. Использование культуры каллусных клеток в клеточной селекции и генной инженерии.

### Тема 1-3. Клонирование растений

Применение методов *in vitro* для размножения и оздоровления посадочного материала. Преимущества метода клонального микроразмножения растений по сравнению с традиционными методами вегетативного размножения. Классификация метода. Индукция развития меристем. Образование адвентивных почек непосредственно на первичном экспланте. Микрочеренкование побегов. Стимуляция образования микроклубней и микролуковиц. Соматический эмбриогенез. Дифференциация адвентивных почек в первичной и пересадочной каллусной ткани. Этапы клонального микроразмножения. Техника культивирования растительных тканей на разных этапах клонального микроразмножения. Адаптация пробирочных растений к почвенным условиям. Искусственная микоризация растений.

Влияние генетических, физиологических, гормональных и физических факторов на микроразмножение растений. Реювенилизация растений: микропрививка, воздействие цитокининами, микрочеренкование и др. Оздоровление посадочного материала от вирусов: культура изолированных меристем, термотерапия, химиотерапия. Оптимизация условий клонального микроразмножения растений с использованием методов математического планирования эксперимента. Достижения клонального микроразмножения растений в России и мире.

## Тема 1-4. Практическое применение клеточной инженерии в селекции растений

Основные и вспомогательные методы. Использование методов *in vitro* для размножения нежизнеспособных гибридов. Оплодотворение *in vitro* для преодоления прогамной несовместимости при отдаленной гибридизации растений. Культура изолированных семяпочек и зародышей – преодоление постгамной несовместимости. Получение гаплоидных растений. Культивирование пестика, пыльников, микроспор. Андрогенез, партеногенез, гиногенез. Криосохранение. Значение и задачи криосохранения растительного генофонда и его производных. Этапы криосохранения: подготовка растительной клетки к замораживанию и процесс замораживания, хранение в жидком азоте при температуре  $-196^{\circ}\text{C}$ , размораживание. Технология замораживания каллусных клеток, меристем, семян, пыльцы.

Клеточная селекция Цель и задачи. Выбор исходного генотипа и селективного агента при клеточной селекции. Методы клеточной селекции в получение форм растений, устойчивых к абиотическим факторам (засолению, засухе, тяжелым металлам, гербицидам, УФ-радиации и др.). Получение растений, устойчивых к биотическим факторам (патогены, насекомые, вирусы). Развитие клеточной селекции в России и за рубежом.

Соматическая изменчивость, причины ее возникновения. Генетические и эпигенетические изменения хозяйственно-ценных признаков соматических вариантов растений. Проверка стабильности сохранения признаков у отселектированных клеточных линий. Получение индуцированных мутантов на клеточном уровне.

Изолированные протопласты растений, их получение и культивирование. Применение осмотических стабилизаторов в культуре изолированных протопластов. Процесс восстановления клеточной стенки, индукция деления и образования колоний каллусных клеток из протопластов. Гибридизация соматических клеток. Способы слияния изолированных протопластов.

## **Раздел 2 «Генетическая инженерия растений»**

### Тема 2-1. Генетическая инженерия растений. Сущность и задачи

Сущность и задачи генетической инженерии. Виды и особенности векторов. Методы прямого переноса генетической информации – плазмидный, баллистический, фаговый и др. Наиболее распространенные виды плазмид и фаговых векторов, используемых в генной инженерии. Ферменты, используемые в генной инженерии. Рестриктазы и ферменты модификации. ДНК\_лигазы и их использование для «сшивания» фрагментов ДНК. Рестрикционное картирование генома. Определение первичной структуры ДНК (секвенирование).

Принципы клонирования фрагментов ДНК. Соединение фрагментов ДНК с «тупыми» и «липкими» концами. Конвекторный метод и использование адаптеров. Локализованный мутагенез. Способы переноса индивидуальных генов или групп генов в реципиентные клетки. Специальные методы получения бан-

ков (библиотек) генов. Банки к-ДНК. Идентификация рекомбинантных клонов. Использование синтетических олигонуклеотидов.

Тема 2-2. Методы генетической инженерии для получения трансгенных растений

Трансгеноз — получение генетически трансформированных (модифицированных) растений, его сущность и технология. Проблемы создания векторов для генетической инженерии растений. Проблемы экспрессии трансформированных генов. Экспрессия прокариотических и эукариотических генов. Способы оптимизации экспрессии генов.

Основные направления и проблемы генно-инженерной биотехнологии. Получение трансформированных генотипов. Исправление генетических дефектов и создание новых хозяйственно-ценных признаков у растений и животных. Мировой уровень генетической инженерии и трансгенетики.

Тема 2-3. Трансгенные растения, устойчивые к абиотическим и биотическим факторам среды

Применение методов генетической инженерии для создания принципиально новых форм сельскохозяйственных растений, устойчивых к вредным организмам (насекомым, грибам, бактериям, вирусам) и абиотическим факторам, стрессовым факторам среды, устойчивых к гербицидам и инсектицидам, растений с улучшенным аминокислотным составом запасных белков. Создание штаммов микроорганизмов с повышенной эффективностью азотфиксации и генотипов растений, обладающих усиленной способностью к симбиогенезу.

Применение методов генетической инженерии для получения трансгенных растений, устойчивых к вирусной, грибной и бактериальной инфекции, создания микробиологических пестицидов (биопестицидов).

### **Раздел 3 «Регуляторы роста в биотехнологии и растениеводстве»**

Тема 3-1. Понятие о фитогормонах и фиторегуляторах, их классификация, структура и функции

Понятие о фитогормонах и фиторегуляторах. Предшественники и молекулярные механизмы действия фитогормонов. Вторичные последики гормонов. Фитогормоны как регуляторы экспрессии генома, проницаемости клеточных мембран, ферментативной активности.

Современная классификация, структура и функции фитогормонов: ауксины, цитокинины, гиббереллины, этилен, абсцизовая кислота, брассиностероиды, жасминовая кислота, салициловая кислота, олигосахариды. Специфичность действия фитогормонов. Взаимодействие фитогормонов в целом растении и понятие фитогормонального статуса.

Тема 3-2. Роль фиторегуляции в растениеводстве и биотехнологии. Понятие о стрессах

Регуляция прорастания семян, вегетативного роста, флорального морфогенеза, оплодотворения, созревания и покоя, повышения устойчивости к стрессовым факторам. Применение регуляторов роста и развития растений в технологиях возделывания зерновых, кормовых, технических, овощных, плодовых культур и винограда. Применение фиторегуляторов в системе защиты растений и сельскохозяйственной продукции при хранении.

Генетический риск и экологическая безопасность при использовании синтетических фиторегуляторов и других средств химизации сельскохозяйственного производства.

### 4.3 Лекции/ практические занятия

#### ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а

#### Содержание лекций/ практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. «Клеточная инженерия растений»</b>				<b>10</b>
	Тема 1-1. Цели и задачи клеточной инженерии растений. Основные методы и объекты исследований	Лекция 1 Цели и задачи клеточной инженерии растений. Основные методы и объекты исследований	УК-1.2	Устный опрос	2
	Тема 1-2. Каллусная ткань и ее практическое применение в растениеводстве	Практическое занятие № 1 «Получение каллусной ткани из различных первичных эксплантов стерильных проростков огурца, картофеля, мяты, астрагала и др. культур»	УК-2.4 ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-2.2; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-6.3	Тестирование Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров (виртуальное культивирование клеток и тканей растений)	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Тема 1-3. Клонирование растений	Практическое занятие № 2 «Клонирование в условиях in vitro растений картофеля, хризантемы, бересклета, диоскореи и др. культур»	УК-2.4 ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-2.2; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-6.3	тестирование, кейс-задача Выполнение практической работы на компьютерах, планшетах, смартфонах и с использованием специальных очков, контроллеров (виртуальное культивирование клеток и тканей растений)	4/2
	Тема 1-4. Практическое применение клеточной инженерии в селекции растений	Практическое занятие № 3 «Культивирование каллусных культур картофеля, огурца на селективных средах»	УК-2.4 ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-2.2; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-6.3	тестирование, коллоквиум, контрольная работа	2
2.	<b>Раздел 2 «Генетическая инженерия растений»</b>				<b>8</b>
	Тема 2-1. Генетическая инженерия растений. Сущность и задачи	<b>Лекция 2</b> Методы генетической инженерии для получения трансгенных растений	УК-1.2		2
	Тема 2-2. Методы	Практическое занятие № 4	УК-2.4 ПКос-1.1;	тестирование,	2

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	генетической инженерии для получения трансгенных растений	«Получение трансгенных растений табака методом агробактериальной трансформации»	ПКос-1.2; ПКос-2.2; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-6.3	кейс-задача	
	Тема 2-3. Трансгенные растения, устойчивые к абиотическим и биотическим факторам среды	Практическое занятие № 5 «Создание трансгенных растений, устойчивых к засолению, гербицидам, тяжелым металлам»	УК-2.4 ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-2.2; ПКос-3.1; ПКос-3.2; ПКос-6.3	тестирование, коллоквиум, контрольная работа	4/2
<b>Раздел 3 «Регуляторы роста в биотехнологии и растениеводстве»</b>					<b>6</b>
3.	Тема 3-1. Понятие о фитогормонах и фиторегуляторах, их классификация, структура и функции	Практическое занятие № 6. «Фитогормоны. Восприятие и передача гормонального сигнала у растений»	УК-1.2	тестирование, коллоквиум	4
	Тема 3-2. Роль фиторегуляции в растениеводстве и биотехнологии. Понятие о стрессах	Практическое занятие № 7. «Роль гормональной системы в устойчивости растений к стрессам в условиях in vivo и in vitro»	УК-1.2	тестирование, коллоквиум, контрольная работа	2

## 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. «Клеточная инженерия растений»</b>		
1	Тема 1-1. Цели и задачи клеточной инженерии растений. Основные методы и объекты исследований	Понятие биотехнология. Сходство и различия классической и современной биотехнологии (УК-1.2, УК-2.4).
2	Тема 1-2. Каллусная ткань и ее практическое применение в растениеводстве	Технологии получения веществ вторичного метаболизма in vitro. Ферментеры (УК-1.2, УК-2.4).
3	Тема 1-3. Клонирование	Растения, животные, микроорганизмы и человек – объекты биотехно-



№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	ние растений	логических исследований (УК-1.2, УК-2.4).
4	Тема 1-4. Практическое применение клеточной инженерии в селекции растений	Связь биотехнологии с генетикой, селекцией, физиологией растений и животных (УК-1.2, УК-2.4).
<b>Раздел 2 «Генетическая инженерия растений»</b>		
5	Тема 2-1. Генетическая инженерия растений. Сущность и задачи	Область применения генетической инженерии. Основные направления генетической инженерии растений (УК-1.2, УК-2.4).
6	Тема 2-2. Методы генетической инженерии для получения трансгенных растений	Вектора для генетической инженерии растений (УК-1.2, УК-2.4).
7	Тема 2-3. Трансгенные растения, устойчивые к абиотическим и биотическим факторам среды	Молекулярно-генетическое маркирование признаков и свойств биологических объектов (УК-1.2, УК-2.4).
<b>Раздел 3 «Регуляторы роста в биотехнологии и растениеводстве»</b>		
8	Тема 3-1. Понятие о фитогормонах и фиторегуляторах, их классификация, структура и функции	История открытия основных классов фитогормонов. Синтетические регуляторы роста на основе вторичных метаболитов растений. Последние достижения в изучении рецепторов фитогормонов (УК-1.2, УК-2.4).
9	Тема 3-2. Роль фиторегуляции в растениеводстве и биотехнологии. Понятие о стрессах	Стрессовые фитогормоны – элиситоры защитных реакций растений. Спектр биологического действия и механизм действия brassinosteroidов. Применение аналогов ауксина в растениеводстве. Стрессовые фитогормоны – элиситоры защитных реакций растений (УК-1.2, УК-2.4).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Цели и задачи клеточной инженерии растений. Основные методы и объекты исследований	Л Анализ методов биотехнологии
2.	Практическое применение клеточной инженерии в селекции растений	Л Тематическая дискуссия (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др)
3.	Генетическая инженерия растений. Сущность и задачи	Л Тематическая дискуссия (работа с программами Google, Gmail, Yandex.mail, Zoom, Skype и др)
4.	Роль фиторегуляции в растениеводстве и биотехноло-	ПЗ Анализ методов биотехнологии

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
	гии. Понятие о стрессах	

## **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 для контрольной работы**

1. Клеточная биотехнология в получении веществ вторичного синтеза
2. Клональное микроразмножение растений, занесенных в Красную книгу РФ
3. Особенности клонального микроразмножения лесных древесных растений.
4. Применение методов биотехнологии в цветоводстве.
5. Клеточная селекция растений, на устойчивость к абиотическим факторам окружающей среды.
6. Клеточная селекция растений, на устойчивость к биотическим факторам окружающей среды.
7. Механизмы устойчивости дедифференцированных клеток к действию селективного фактора.
8. Применение мутагенеза в клеточных биотехнологиях.
9. Отдаленная гибридизация растений путем слияния изолированных протопластов.
10. Проблемы гаплоидной селекции растений *in vitro*.
11. Создание трансгенных растений, устойчивых к гербицидам.
12. Создание трансгенных растений, устойчивых к насекомым.
13. Создание трансгенных растений, устойчивых к фитопатогенам.
14. Создание трансгенных животных.
15. Создание растений, с повышенным синтезом белка.
16. Практическое применение ДНК-технологий в АПК.
17. Сравнительный анализ эффективности молекулярно-генетических маркеров в генетике и селекции растений.
18. Молекулярно-генетическое маркирование признаков и свойств биологических объектов.
19. Проблема идентификации трансспецифических генов.
20. Развитие генетической инженерии и трансгенетики в России и за рубежом.
21. Практическое применение фиторегуляторов в растениеводстве.
22. Новые биологически активные вещества в сельском хозяйстве.
23. Практическое использование регуляторов роста и БАВ в культуре изолированных клеток, тканей и органов растений.

24. Гормональный статус растений.
25. Повышение продуктивности растений за счет применения регуляторов роста.
26. Связь устойчивости растений к действию стрессовых факторов и гормональным статусом.
27. Оздоровление посадочного материала методами биобезопасности.
28. Усовершенствованные технологии клонального микроразмножения плодово-ягодных культур.
29. Гормональная регуляция цветения и образования завязей у плодовых растений.
30. Биобезопасность и биоинженерия.

## **2) Примерный перечень вопросов к устному опросу по теме «Цели и задачи клеточной инженерии растений. Основные методы и объекты исследований»**

1. Отличие современной биотехнологии от классической.
2. Связь биотехнологии с биологическими дисциплинами.
3. Цели и задачи клеточной инженерии растений.
4. Основные методы исследований в клеточной биотехнологии.
5. Объекты исследований в клеточной биотехнологии.
6. Основные направления исследований клеточной инженерии растений.
7. Методы культивирования изолированных тканей и клеток растений.
8. Питательные среды для культивирования изолированных эксплантов растений.
9. Основные условия выращивания изолированных клеток и тканей растений *in vitro*.
10. Исторические вехи в развитии клеточной биотехнологии растений.

## **3) Примерный перечень вопросов для коллоквиума**

### **Раздел 1 «Клеточная инженерия растений»**

1. Понятие биотехнология. Сходство и различия классической и современной биотехнологии.
2. Растения, животные, микроорганизмы и человек – объекты биотехнологических исследований.
3. Связь биотехнологии с генетикой, селекцией, физиологией растений и животных
4. Основные этапы развития клеточной биотехнологии.
5. История развития клеточной биотехнологии в России и за рубежом.

### **Раздел 2 «Генетическая инженерия растений»**

6. Создание трансгенных растений, устойчивых к засолению,

7. Создание трансгенных растений, устойчивых тяжелым металлам»
8. Создание трансгенных растений, устойчивых к фитопатогенам
9. Создание трансгенных растений, устойчивых к насекомым
10. Молекулярно-генетическое маркирование признаков и свойств биологических объектов.

### **Раздел 3 «Регуляторы роста в биотехнологии и растениеводстве»**

11. История открытия основных классов фитогормонов. Синтетические регуляторы роста на основе вторичных метаболитов растений.
12. Последние достижения в изучении рецепторов фитогормонов
13. Восприятие и передача гормонального сигнала у растений
14. Роль гормональной системы в устойчивости растений к стрессам в условиях *in vivo* и *in vitro*
15. Стрессовые фитогормоны – элиситоры защитных реакций растений.
16. Спектр биологического действия и механизм действия brassinosteroidов.
17. Применение аналогов ауксина в растениеводстве.
18. Стрессовые фитогормоны – элиситоры защитных реакций растений

#### **4) Примеры тестовых заданий:**

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 клонального микроразмножения получают 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?

1. получение трансгенных растений;
2. синтез вторичных соединений растений;

3. изучение азотфиксации;
4. получение кормовых белков;
5. 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?

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

Сколько существует этапов клонального микроразмножения?

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.

## **6.2. Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине**

1. Задачи и методы исследований биотехнологии.
2. Дайте определение термину «современная биотехнология» и «классическая биотехнология».
3. Назовите продукты, полученные при использовании биотехнологических процессов.
4. В каких областях народного хозяйства применяется биотехнология?
5. Перечислите преимущества биотехнологических процессов, над другими технологиями.
6. Что является основным отличием биотехнологических процессов от других?
7. Назовите основные направления исследований по биотехнологии.
8. Какое явление лежит в основе получения целого растения из одной соматической клетки?
9. Что такое вещества вторичного синтеза? Приведите примеры.
10. Что такое клональное микроразмножение растений?
11. Какие Вы знаете методы, ускоряющие и облегчающие селекционный процесс.
12. Создание трансгенных растений.
13. Создание трансгенных животных.
14. Вектора для трансформации биологических объектов.
15. Дайте определение «фитогормоны», «стимуляторы роста», «регуляторы роста».
16. Назовите основные классы фитогормонов.
17. Практическое применение регуляторов роста в биотехнологии и растениеводстве.
18. Применение методов биотехнологии в экологии.
19. Применение методов биотехнологии в пищевой промышленности.
20. Биотехнология и биобезопасность.
21. Какие методы позволяют преодолеть прогамную и постгамную несовместимость растений?
22. Что Вы знаете о получении гаплоидных растений в условиях *in vitro*?
23. Что такое криосохранение?
24. На чем основывается метод соматической гибридизации?
25. Что такое клеточная селекция?.

## **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 оценки решения кейс-задач:

- «зачтено» выставляется студенту, если были даны компетентные ответы на поставленный вопрос и предлагаемую ситуацию. Ответ базируется на дополнительных материалах, не приведенных на лекциях;
- «не зачтено» выставляется студенту, если не были даны компетентные ответы на поставленный вопрос и предлагаемую ситуацию. Студент не ознакомился с дополнительной литературой.

### Критерии оценивания тестирования

Таблица 8

Шкала Оценивания, % верных ответов на вопросы	оценка
85-100	Отлично
70-84	Хорошо
60-69	Удовлетворительно
0-59	Неудовлетворительно

### Критерии оценивания результатов обучения

Таблица 9

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уро-	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с

вень «3» (удовлетворительно)	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 «неудовлетворительно» 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 /Е.А. Калашникова, М.Ю. Черденченко. Изд-во РГАУ-МСХА, 2016, - 186 с.
2. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений./ Учебное пособие, РГАУ-МСХА, 2012, 318 с.
3. Шевелуха В.С., Калашникова Е.А., Воронин Е.С. и др. Сельскохозяйственная биотехнология. - Учебник. М.:Высшая школа, 2008. - 710 с.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Бирюков В.В. Основы промышленной биотехнологии. Уч.пос. - М.: КолосС, 2004.-296 с.
2. Будаговский А.В. Дистанционное межклеточное взаимодействие. М.:НПЦ «Техника», 2004, 104 с.
3. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнологии на их основе: Учебное пособие. М.:ФБК-ПРЕСС, 1999, - 160 с.
4. Век генетики и век биотехнологии на пути к редактированию генома человека. Монография. / В.И.Глазко и др. – М.: Курс, 2017 – 560 с.
5. Жимулев И.Ф.Общая и молекулярная генетика.- Новосибирск.:Сиб.универ.изд-во,2002.- 479 с.
6. Калашникова Е.А. Основы экобиотехнологии.Учебное пос. – М.: Росинформагротех, 2017 –(ЭБС РГАУ МСХА (сайт ЦНБ))
7. Калашникова Е.А. Современные аспекты биотехнологии:Учебно-методическое пособие / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. -125 с.
8. Коростелева Н.И. Биотехнология. Уч.пос. - Барнаул, АГАУ, 2006- 127 с.
9. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Уч.пос. - Новосиб.-ск.: Сиб.унив.изд. , 2004- 496 с.

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

- 1.Калашникова, Е.А. Практикум по сельскохозяйственной биотехнологии / Е.А. Калашникова, Е.З. Кочиева, О.Ю. Миронова. — М.:КолосС, 2006. —149 с.
- 2.Лабораторный практикум по сельскохозяйственной биотехнологии. /Изд. — 2-е. М.:Изд-во 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 10

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы <sup>3</sup>	Тип программы <sup>4</sup>	Автор	Год разработки
1	Раздел 1 Общая биотехнология Раздел 2 Частная биотехнология	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)

<sup>3</sup> Например: Adobe Photoshop, MathCAD, Автокад, Компас, VBasic 6, Visual FoxPro7.0; Delphi 6 и др.

<sup>4</sup> Указывается тип программы: расчётная, или обучающая, или контролирующая.

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Учебная лаборатория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебный корпус № 3, аудитория № 109)	Аквадистиллятор № 559576 Бокс ламинарный №№ 559911, 559911/1, 559911/2, 559911/3, 31924/6 Весы Ohaus № 34426 Весы аналитические ACCULAB № 559572 Весы электронные KERN EW № 35571 Доска передвижная поворотная № 557950/1 Камера климатическая № 410124000559553 Мойка лабораторная №№ 559920/1, 559920/2, 559920/3 Стеллаж для выращивания растений №№ 559937, 559937/1, 559937/2, 559937/3, 559937/4, 559937/5, 559937/6, 559937/7 Стерилизатор паровой (автоклав) №№ 410124000559575, 410124000559575/1 Стол лабораторный №№ 560198/10, 560198/11, 560198/12, 560198/13, 560198/14, 560198/15, 560198/16, 560198/17, 560198/18, 560198/2, 560198/3, 560198/4, 560198/5, 560198/6, 560198/7, 560198/8, 560198/9, 591056, 591056/1, 591056/10, 591056/11, 591056/12, 591056/13, 591056/14 Сушка лиофильная № 31922 Термостат №№ 559578/1, 559578, 559577 Шейкер-инкубатор орбитальный № 410124000559945 Шкаф вытяжной № 559925
учебная аудитория для проведения: -занятий лекционного типа, - семинарского типа, -групповых и индивидуальных консультаций, - текущего контроля и промежуточной аттестации, -самостоятельной работы (Учебный корпус 3, аудитория №102)	1. Парты 40 шт. 2. Скамьи 40 шт. 3. Комплект мультимедийного оборудования (интер-доска, проектор) 1 шт. 4. Монитор 1 шт. 5. Системный блок 2 шт.
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 семинарского 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 «Биотехнология в растениеводстве» - сформировать у студентов целостное представление о применении методов биотехнологии для производства для производства для производства продукции животноводства, лекарственного сырья, препаратов, биологически активных добавок и биологически активных веществ для лечебно-профилактической деятельности, а также осуществления контроля качества и соблюдение правил производства, реализации кормов, кормовых добавок и иных препаратов. Качество знаний по биотехнологии позволяет теоретически осмыслить проблемы, связанные с производством диагностических, лечебных и профилактических препаратов.

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 разработал (и):**

Калашникова Е.А., доктор биологических наук,  
профессор

  
(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.07 «Биотехнология в растениеводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 - Агрономия, направленность: «Фитотехнологии и биопродукционные системы» (квалификация выпускника – магистр)

Шитиковой Александрой Васильевной, д.с-х.н., доцентом, заведующей кафедрой растениеводства и луговых экосистем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Биотехнология в растениеводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – Агрономия, направленность: «Фитотехнологии и биопродукционные системы» (магистратура) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре биотехнологии (разработчик – Калашникова Елена Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, зав. кафедрой биотехнологии).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Биотехнология в растениеводстве» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.04.04 – Агрономия. 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 вариативной части учебного цикла – Б1.В.07.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 – Агрономия.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Биотехнология в растениеводстве» закреплено 6 компетенций. Дисциплина «Биотехнология в растениеводстве» 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 «Биотехнология в растениеводстве» составляет 3 зачётных единицы (108 часов/из них практическая подготовка 4).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Биотехнология в растениеводстве» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 – Агрономия 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 «Биотехнология в растениеводстве» 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 35.04.04 – Агрономия.

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, круглых столах, мозговых штурмах и ролевых играх, участие в тестировании), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета с оценкой, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления 35.04.04 – Агрономия.

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 – 9 наименований, периодическими изданиями – 4 источников со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 8 источника и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 – Агрономия.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Биотехнология в растениеводстве» 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 «Биотехнология в растениеводстве».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Биотехнология в растениеводстве» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – Агрономия, направленность «Фитотехнологии и биопродукционные системы» (квалификация выпускника – магистр), разработанная зав. кафедрой биотехнологии, доктором биологических наук, Калашниковой Е.А., соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Шитикова Александра Васильевна, д.с.-х.н., профессор, заведующая кафедрой растениеводства и луговых систем ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева

  
(подпись)

« 28 » августа 2023 г.