

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»**

УТВЕРЖДАЮ



Декан факультета
агрономии, агрохимии и экологии

Пичугин А.П.
« 20 » мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.04.17 СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки: 35.03.04 – «Агрономия»

Направленность (профиль): Агротехнологии

Квалификация выпускника: бакалавр

Факультет: Агрономии, агрохимии и экологии

Кафедра: Селекции, семеноводства и биотехнологии

Разработчик рабочей программы: профессор кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии, доктор биологических наук, Тороп Елена Александровна

Рабочая программа разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, утвержденный приказом Минобрнауки России от 26 июля 2017 г. № 699, с изменениями, внесёнными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 8 февраля 2021 г. № 83 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 12 марта 2021 г., регистрационный № 62739).

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии (протокол № № 9 от 06.05.2026 г.)

Заведующий кафедрой, доктор с.-х. наук



Голева Г.Г.

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией факультета агрономии, агрохимии и экологии (№ 9 от 18.05.2026 г.)

Председатель методической комиссии



Несмеянова М.А.

Рецензент: докт. биол. наук, главн. науч. сотрудник лаб. маркер-ориентированной селекции ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова» Федулова Т. П.

1. Общая характеристика дисциплины

Дисциплина «Сельскохозяйственные биотехнологии» – прикладная биологическая дисциплина, изучающая методы использования живых клеток, тканей и микроорганизмов для создания и производства сельскохозяйственной продукции с новыми свойствами. Дисциплина занимает ключевое место в подготовке агронома-технолога, интегрируя знания генетики, физиологии, молекулярной биологии и агротехнологий для решения практических задач АПК.

1.1. Цель дисциплины

Цель дисциплины – формирование у обучающихся системы знаний, умений и навыков в области современных сельскохозяйственных биотехнологий, необходимых для разработки и применения технологий микрклонального размножения растений и молекулярно-генетического анализа растительного материала при решении профессиональных задач агронома в области селекции, семеноводства, оздоровления посадочного материала, фитосанитарного контроля и биобезопасности продукции растениеводства.

1.2. Задачи дисциплин

Задачи дисциплины:

- формирование знаний о теоретических основах клеточной и генетической инженерии, культуры тканей растений *in vitro*, этапах микрклонального размножения и оздоровления посадочного материала;
- формирование знаний о принципах молекулярно-генетического анализа растительного материала (ПЦР классическая и в реальном времени, электрофорез, ДНК-маркеры, секвенирование), методах выделения ДНК/РНК и оценки их качества;
- обучение практическим приёмам подбора и модификации питательных сред, расчёта концентраций фитогормонов, стерилизации эксплантов, ведения цикла клонального микроразмножения в лабораторных условиях;
- формирование умений подбирать и применять молекулярные маркеры для решения конкретных задач: генотипирование, идентификация сортов, паспортизация, выявление ГМО, оценка генетического полиморфизма;
- формирование навыков самостоятельного выполнения полного цикла молекулярно-генетического анализа растений, интерпретации и документирования полученных данных;
- формирование представлений о микробных биопрепаратах, биоконверсии, биоремедиации и технологиях управляемого выращивания (СЕА) в АПК;
- формирование навыков биобезопасной работы и понимания требований законодательства Российской Федерации в области биотехнологии и ГМО.

1.3. Предмет дисциплины

Предмет дисциплины – биотехнологические методы работы с растительным материалом (культура клеток и тканей *in vitro*, микрклональное размножение, оздоровление от вирусов, молекулярно-генетический анализ, методы генетической инженерии и геномного

редактирования), а также микробные и физиологически активные препараты, применяемые в современных агротехнологиях.

1.4. Место дисциплины в образовательной программе

Дисциплина Б1.О.04.17 «Сельскохозяйственные биотехнологии» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы и входит в модуль Б1.О.04 «Основы сельскохозяйственного производства». Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре очной формы обучения и на 3 курсе в 5 семестре заочной формы обучения. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

1.5. Взаимосвязь с другими дисциплинами

Изучение дисциплины «Сельскохозяйственные биотехнологии» опирается на знания, умения и навыки, сформированные при освоении дисциплин: «Введение в профессиональную деятельность», «Общая генетика», «Сельскохозяйственная микробиология», «Ботаника», «Физиология и биохимия растений», «Сельскохозяйственная экология».

Освоение дисциплины является основой для последующего изучения дисциплин: «Основы селекции», «Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции», «Кормопроизводство и луговодство», «Стандартизация и сертификация продукции растениеводства», а также дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений («Частная генетика и селекция сельскохозяйственных культур», «Молекулярные и биотехнологические методы в селекции растений», «Цитология с основами цитогенетики»). Знания и навыки, полученные при изучении дисциплины, необходимы для прохождения преддипломной практики и выполнения выпускной квалификационной работы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ПК-15	Способен разрабатывать	<u>Обучающийся должен знать:</u>	

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
	технологии микрклонального размножения растений	ИД1 _{ПК-15}	Знает теоретические основы микрклонального размножения: этапы (введение в культуру, микроразмножение, укоренение, адаптация), типы эксплантов, питательные среды (состав, регуляторы роста), методы стерилизации и факторы, влияющие на эффективность клонирования (генотип, физиологическое состояние донорного растения, условия культивирования)
		<u>Обучающийся должен уметь:</u>	
		ИД2 _{ПК-15}	Умеет подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормонов для индукции каллусогенеза, прямого органогенеза и соматического эмбриогенеза, а также проводить паспортизацию полученных растений-регенерантов и оценку стабильности генетического материала
		<u>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</u>	
		ИД3 _{ПК-15}	Имеет навыки выполнения полного цикла микрклонального размножения растений (от стерилизации эксплантов до высадки растений-регенерантов в грунт), включая оценку эффективности размножения (коэффициент мультипликации, процент укоренения, адаптационная способность)
ПК-16	Способен выполнять	<u>Обучающийся должен знать:</u>	

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
	молекулярно-генетический анализ растительного материала	ИД1 _{ПК-16}	Знает методологические основы молекулярно-генетического анализа растительного материала: принципы ПЦР (обычной и в реальном времени), электрофореза, ДНК-маркеров, секвенирования, а также методы выделения и оценки качества нуклеиновых кислот
		<u>Обучающийся должен уметь:</u>	
		ИД2 _{ПК-16}	Умеет подбирать и применять соответствующие молекулярные маркеры для решения конкретных задач селекции и семеноводства: генотипирование, идентификация сортов и гибридов, паспортизация, выявление генетических модификаций, оценка генетического полиморфизма и филогенетических связей растительных образцов
		<u>Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:</u>	
		ИД3 _{ПК-16}	Имеет навыки самостоятельного выполнения протокола полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофоретический анализ ампликонов, интерпретация и документирование данных

3. Объём дисциплины и виды работ

3.1. Очная форма обучения

Показатели	Семестр	Всего
	7	
Общая трудоёмкость, з.е./ч	3 / 108	3 / 108
Общая контактная работа, ч	48,15	48,15
Общая самостоятельная работа, ч	59,85	59,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (ч)	48,00	48,00

лекции	24	24,00
практические-всего	24	24,00
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	51,00	51,00
Контактная работа при проведении промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (ч)	0,15	0,15
зачет	0,15	0,15
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (ч)	8,85	8,85
подготовка к зачету	8,85	8,85
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет

3.2. Заочная форма обучения

Не предусмотрено

4. Содержание дисциплины

4.1. Содержание дисциплины в разрезе разделов и подразделов

Раздел 1. Биотехнологическая лаборатория и культура клеток и тканей *in vitro*

Подраздел 1.1. Введение в сельскохозяйственную биотехнологию. Организация биотехнологической лаборатории.

Биотехнология как наука и отрасль производства: определение, история, современное состояние. Основные направления биотехнологии в АПК: клеточная инженерия, генетическая инженерия, микробные технологии, биоконверсия. Биотехнология в системе агротехнологий: семеноводство, защита растений, питание, управление стрессами. Российские и мировые биотехнологические центры в области сельского хозяйства. Законодательство РФ в области биотехнологии и биобезопасности. Организация биотехнологической лаборатории: зонирование помещений (подготовительная, моечная, стерилизационная, ростовая зоны). Основное оборудование: ламинарный бокс, автоклав, термостат, дистиллятор, рН-метр, аналитические весы – назначение и принцип работы. Асептика и стерилизация: термическая (автоклавирование), фильтрационная, химическая (70 % этанол, гипохлорит натрия), УФ-облучение. Правила личной гигиены и техника безопасности.

Подраздел 1.2. Биологические основы и условия культивирования растительных клеток и тканей in vitro. Питательные среды и фитогормоны.

Тотипотентность растительных клеток как биологическая основа клеточной инженерии. Состав питательных сред: макро- и микроэлементы, витамины, углеводы (сахароза), агар. Среда Мурасиге–Скуга (MS), Гамборга (B5), WPM – сравнительная характеристика и область применения. Фитогормоны: ауксины (ИУК, НУК, 2,4-Д) – индукция каллуса и корнеобразования; цитокинины (БАП, кинетин, зеатин) – побегообразование; гиббереллины – удлинение побегов. Соотношение ауксин/цитокинин как главный инструмент управления морфогенезом. Практические аспекты приготовления, стерилизации и хранения питательных сред.

Раздел 2. Микрклональное размножение растений и оздоровление посадочного

материала

Подраздел 2.1. Введение растительного материала в культуру. Каллусогенез, органогенез, соматический эмбриогенез. Этапы микроклонального размножения. Адаптация растений-регенерантов. Депонирование коллекций *in vitro*.

Экспланты: выбор органа и типа ткани (лист, стебель, узел, апекс, корень), влияние на результат. Поверхностная стерилизация эксплантов: этапы, реагенты (гипохлорит натрия, 70 % этанол, диоксид), отмывка стерильной водой. Каллусная культура: получение, морфология, субкультивирование. Клеточные суспензии: получение и применение. Регенерация растений: прямой и непрямой органогенез; соматический эмбриогенез. Условия культивирования: температура (24–26 °С), фотопериод (16/8 ч), освещённость (2000–3000 лк). Понятие и преимущества микроклонального размножения. Четыре этапа: I – введение в культуру; II – собственно размножение; III – укоренение микропобегов; IV – адаптация к нестерильным условиям. Коэффициент размножения, производительность лаборатории. Технологии депонирования (сохранения) коллекций *in vitro*: хранение при пониженной температуре, применение осмотических ингибиторов роста, криосохранение. Соматическая изменчивость: причины и методы контроля. Паспортизация растений-регенерантов на стабильность генетического материала.

Подраздел 2.2. Оздоровление посадочного материала от вирусов. Контроль качества и сертификация оздоровленного материала. Экономика технологии.

Вирусные болезни растений как главная причина вырождения посадочного материала: экономический ущерб на примере картофеля, земляники, плодовых культур. Методы оздоровления: культура апикальных меристем (0,1–0,5 мм); термотерапия (36–38 °С, 3–4 нед.); химиотерапия (рибавирин, виразол в питательной среде); криотерапия (регенерация из криосохранённых меристем). Сравнение методов: эффективность, сложность, совместимость. Методы контроля безвирусности: ИФА (ELISA) – принцип, интерпретация; ПЦР-диагностика – чувствительность и специфичность; биологические тесты (индикаторные растения). Схема сертификации оздоровлённого материала: базисный питомник → сертифицированный питомник → производство. Требования ГОСТ и фитосанитарных стандартов. Экономика технологии *in vitro*: расчёт себестоимости одного микроклона, точка безубыточности.

Раздел 3. Молекулярные основы биотехнологии. ПЦР и молекулярные маркеры. Диагностика фитопатогенов

Подраздел 3.1. Молекулярные основы биотехнологии. Полимеразная цепная реакция. Молекулярные маркеры и их применение в селекции и семеноводстве.

Структура ДНК и РНК: базовые принципы. Центральная догма молекулярной биологии: репликация, транскрипция, трансляция. Методы выделения ДНК и РНК из растительного материала (ЦТАБ-метод, коммерческие наборы). Оценка качества и количества нуклеиновых кислот: спектрофотометрия (соотношение A260/A280, A260/A230), электрофорез в агарозном геле. Полимеразная цепная реакция (ПЦР): принцип, компоненты, три стадии (денатурация, отжиг, элонгация), температурные профили. Разновидности ПЦР: классическая, мультиплексная, ПЦР в реальном времени (real-time PCR), ОТ-ПЦР. Электрофорез в агарозном геле: принцип разделения фрагментов ДНК, маркеры

молекулярной массы, интерпретация электрофореграмм. Типы генетических маркеров: морфологические, биохимические, цитогенетические, молекулярные. ДНК-маркеры: RAPD, SSR (микросателлиты), SNP, iPBS, ISSR, AFLP – принципы работы, возможности и ограничения. Маркер-вспомогательная селекция (MAS): паспортизация сортов, контроль сортовой чистоты семенного и посадочного материала, оценка генетического полиморфизма и филогенетических связей.

Подраздел 3.2. Молекулярная диагностика фитопатогенов. Секвенирование. Фитосанитарный контроль.

ПЦР-диагностика патогенов растений: обычная, мультиплексная, real-time ПЦР. Иммунологические методы: ИФА, иммунохроматография, экспресс-тесты для полевой диагностики. Секвенирование по Сэнгеру и высокопроизводительное секвенирование нового поколения (NGS): области применения в идентификации патогенов и оценке генетического разнообразия. ДНК-чипы и биосенсоры. Логика диагностического процесса: симптом → гипотеза → тест → решение → контроль. Фитосанитарное качество посадочного материала: требования действующих стандартов. Интерпретация и документирование результатов лабораторных тестов для принятия агрономических решений.

Раздел 4. Генетическая инженерия растений. Геномное редактирование. ГМО

Подраздел 4.1. Методы генетической инженерии растений. Экспрессия чужеродных генов. Агробактериальная трансформация и прямые методы.

Принципы и задачи генетической инженерии растений. Векторные системы: плазмидные (Ti-плазмиды *Agrobacterium tumefaciens*), вирусные, бактериальные. Агробактериальная трансформация: механизм переноса T-ДНК в геном растительной клетки. Прямые методы трансформации: биобаллистика («генная пушка»), электропорация, трансформация протопластов с ПЭГ. Репортёрные гены (GUS, GFP) и селективные маркеры для отбора трансформантов. Экспрессия чужеродных генов в растениях: конститутивные и тканеспецифичные промоторы, факторы, влияющие на уровень экспрессии. Роль культуры клеток и тканей *in vitro* в получении трансгенных растений.

Подраздел 4.2. CRISPR/Cas9 и геномное редактирование. ГМО: достижения, риски, законодательство Российской Федерации.

Геномное редактирование: система CRISPR/Cas9 – принцип работы, гид-РНК, типы правок (нокаут, нокин, замена оснований, base editing, prime editing). Регуляторные отличия классического трансгенеза, цис-генеза и геномного редактирования. Достижения генетической инженерии: устойчивость к насекомым (Bt-токсины), устойчивость к гербицидам, устойчивость к вирусам, улучшение качества продукции (Golden Rice, масличный профиль рапса). Биобезопасность ГМО: оценка рисков, национальные и международные нормативы. Законодательство Российской Федерации о ГМО: требования к регистрации, маркировке, обороту. Этические аспекты применения ГМО в АПК. ПЦР-детекция ГМО в продовольственном сырье и продуктах (промотор CaMV35S, терминатор NOS).

Раздел 5. Микробные биотехнологии. Управляемое выращивание растений (CEA)

Подраздел 5.1. Микробные биопрепараты. Биостимуляторы. Биоконверсия и биоремедиация в АПК.

Почвенная микробиота и плодородие: роль микроорганизмов в круговороте питательных веществ. Типы микробных биопрепаратов: азотфиксирующие (*Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azospirillum*), фосфат- и калиймобилизующие, PGPR, микоризные препараты. Механизмы действия: прямые (фиксация азота, синтез фитогормонов, солюбилизация фосфора) и косвенные (индуцированная устойчивость, подавление патогенов). Биостимуляторы роста растений: гуматы, аминокислоты, экстракты водорослей. Технология применения: инокуляция семян, обработка корневой системы рассады, внесение в почву, некорневые подкормки. Совместимость с агрохимией; факторы эффективности. Биоконверсия: переработка растительных остатков (солома, ботва), аэробное компостирование, ферментативная обработка. Биоремедиация агроландшафтов: микробная деградация остатков пестицидов; фиторемедиация загрязнённых участков. Замкнутые циклы «урожай → отходы → органика → почвенное плодородие».

Подраздел 5.2. Управляемое выращивание растений (CEA). Гидропоника. Светокультура. Интеграция биотехнологий в АПК.

Контролируемая среда выращивания (Controlled Environment Agriculture, CEA): теплицы, фитотроны, вертикальные фермы. Гидропоника: типы систем (NFT, DWC, аэропоника), составление питательных растворов. Роль микробиоты в гидропонных системах, риски контаминации и управление микробиомом. Светокультура: спектральный состав света как инструмент управления ростом и качеством продукции. Фотобиология растений: фоторецепторы (фитохромы, криптохромы, фототропины), фотоморфогенез. Интеграция биотехнологических решений в CEA: безвирусный посадочный материал, биопрепараты для гидропонии, управление микробиомом ризосферы. Перспективы и тренды: цифровизация АПК, применение искусственного интеллекта в биотехнологии, обзор российских биотехнологических центров.

4.2. Распределение контактной и самостоятельной работы при подготовке к занятиям по подразделам

4.2.1. Очная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Контактная работа			СР, ч
	Лекции, ч	ЛЗ, ч	ПЗ, ч	
Раздел 1. Биотехнологическая лаборатория и культура клеток и тканей in vitro	4	8	—	8
Подраздел 1.1. Введение в сельскохозяйственную биотехнологию. Организация лаборатории	2	4	—	4
Подраздел 1.2. Питательные	2	4	—	4

среды. Фитогормоны. Условия культивирования in vitro				
Раздел 2. Микрклональное размножение и оздоровление посадочного материала	4	8	–	10
Подраздел 2.1. Этапы микрклонального размножения. Каллусогенез и регенерация. Адаптация	2	4	–	5
Подраздел 2.2. Оздоровление от вирусов. Контроль качества. Сертификация	2	4	–	5
Раздел 3. Молекулярные основы биотехнологии. ПЦР. Диагностика фитопатогенов	4	4	–	10
Подраздел 3.1. ПЦР. Молекулярные маркеры (RAPD, SSR, SNP, iPBS)	2	4	–	5
Подраздел 3.2. Молекулярная диагностика фитопатогенов. Секвенирование	2	–	–	5
Раздел 4. Генетическая инженерия растений. CRISPR/Cas9. ГМО	4	4	–	8
Подраздел 4.1. Методы генетической инженерии. Агробактериальная трансформация	2	–	–	4
Подраздел 4.2. CRISPR/Cas9. ГМО: законодательство РФ, ПЦР-детекция	2	4	–	4
Раздел 5. Микробные биотехнологии и управляемое выращивание (СЕА)	8	–	–	6
Подраздел 5.1. Микробные биопрепараты. Биоконверсия. Биоремедиация	4	–	–	3
Подраздел 5.2. Управляемое выращивание (СЕА). Гидропоника. Светокультура	4	–	–	3
Всего	24	24	–	51

4.2.2. Заочная форма обучения

Не предусмотрено

4.3. Перечень тем и учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Сельскохозяйственная биотехнология [Электронный ресурс] : методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия" профиль селекция и генетика сельскохозяйственных культур / Воронежский государственный аграрный университет, Факультет агрономии, агрохимии и экологии, Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии ; [сост. Т. Г. Ващенко] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 261 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2025 .— Заглавие с титульного экрана .— Режим доступа: для авторизованных пользователей .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 4.0 .— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m10475.pdf>>

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объем, ч	
			Форма обучения	
			очная	заочная
1	Организация биотехнологической лаборатории. Асептика и стерилизация. Правила работы в ламинарном боксе.	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/53834 4 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. –	6	

		(Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федуреаев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ.		
--	--	---	--	--

		ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/543509		
2	Питательные среды (MS, B5, WPM). Фитогормоны. Приготовление и модификация сред. Расчёт концентраций регуляторов роста.	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978- 5-406-13453-5.	8	

		Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно- методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федураев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/543509		
3	Этапы микроклонального размножения. Каллусогенез, органогенез, соматический эмбриогенез. Коэффициент размножения. Адаптация растений-регенерантов.	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н.	8	

	Депонирование коллекций in vitro.	Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/53834 4 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/58494 6 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978- 5-406-13453-5. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Пунгин А.В. Лабораторный практикум		
--	-----------------------------------	--	--	--

		по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федуреаев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/543509		
4	Оздоровление посадочного материала от вирусов: культура апикальных меристем, термо-, хемио-, криотерапия. Контроль безвирусности (ИФА, ПЦР). Схема сертификации оздоровлённого материала.	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов /	8	

		Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федуреаев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С.		
--	--	---	--	--

		Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/543509		
5	Молекулярные маркеры (RAPD, SSR, SNP, iPBS, ISSR, AFLP). ПЦР классическая и в реальном времени. Электрофорез. Секвенирование. Молекулярная диагностика фитопатогенов.	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н.	6	

		Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно- методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федураев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/54350		
6	Генетическая инженерия растений. Векторные системы. Агробактериальная	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для	6	

	трансформация. CRISPR/Cas9. ГМО: достижения, риски, законодательство РФ. ПЦР- детекция ГМО.	вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/53834 4 Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/58494 6 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978- 5-406-13453-5. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4.		
--	--	--	--	--

		Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно- методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федураев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4. Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/54350 9		
7	Микробные биопрепараты. Биоконверсия. Биоремедиация. Управляемое выращивание (СЕА): гидропоника, светокультура, фотобиология.	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978- 5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/53834 4 Калашникова Е.А.	7	

		Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946 Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN 978-5-406-13453-5. Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4. Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федуреаев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4.		
--	--	---	--	--

		Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/543509		
	Всего		51	

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля

5.1. Этапы формирования компетенций

Подраздел дисциплины	Компетенция	Индикатор достижения компетенции	
Подраздел 1.1. Введение в сельскохозяйственную биотехнологию. Организация лаборатории	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-15}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
Подраздел 1.2. Питательные среды. Фитогормоны. Условия культивирования in vitro	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-15}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
Подраздел 2.1. Этапы микрклонального размножения. Каллусогенез и регенерация. Адаптация	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-15}
		Н	ИД3 _{ПК-15}

Подраздел 2.2. Оздоровление от вирусов. Контроль качества. Сертификация	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-15}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно- генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 3.1. ПЦР. Молекулярные маркеры	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно- генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 3.2. Молекулярная диагностика фитопатогенов. Секвенирование	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно- генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 4.1. Методы генетической инженерии. Агробактериальная трансформация	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	З	ИД1 _{ПК-15}
		У	ИД2 _{ПК-15}
		Н	ИД3 _{ПК-15}
	ПК-16 - Способен выполнять молекулярно- генетический анализ растительного материала	З	ИД1 _{ПК-16}
		У	ИД2 _{ПК-16}
		Н	ИД3 _{ПК-16}
Подраздел 4.2. CRISPR/Cas9. ГМО:	ПК-16 - Способен выполнять	З	ИД1 _{ПК-16}

законодательство РФ, ПЦР-детекция	молекулярно- генетический анализ растительного материала	У	ИД ₂ ПК-16
		Н	ИД ₃ ПК-16
Подраздел 5.1. Микробные биопрепараты. Биоконверсия. Биоремедиация	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микроклонального размножения растений	З	ИД ₁ ПК-15
		У	ИД ₂ ПК-15
		Н	ИД ₃ ПК-15
Подраздел 5.2. Управляемое выращивание (СЕА). Гидропоника. Светокультура	ПК-15 - Способен разрабатывать технологии микроклонального размножения растений	З	ИД ₁ ПК-15
		У	ИД ₂ ПК-15
		Н	ИД ₃ ПК-15

5.2. Шкалы и критерии оценивания достижения компетенций

5.2.1. Шкалы оценивания достижения компетенций

Вид оценки	Оценки
Академическая оценка по 2-балльной шкале (форма промежуточной аттестации – зачёт)	не зачтено / зачтено

5.2.2. Критерии оценивания достижения компетенций

Критерии оценки на зачёте

Оценка, уровень достижения компетенций	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении. Демонстрирует отличное знание теоретического материала (ИД-1ПК-15, ИД-1ПК-16), уверенно решает практические задачи (ИД-2ПК-15, ИД-2ПК-16), самостоятельно выполняет полный цикл лабораторных работ (ИД-3ПК-15, ИД-3ПК-16),

	корректно интерпретирует и документирует результаты.
Зачтено, продвинутый	Обучающийся выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении. Демонстрирует хорошее знание материала, умеет самостоятельно решать стандартные задачи, допускает несущественные погрешности при выполнении лабораторных процедур и интерпретации результатов.
Зачтено, пороговый	Обучающийся выполнил все задания, предусмотренные рабочей программой, отчитался об их выполнении. Демонстрирует знание основ материала, решает стандартные задачи с помощью преподавателя, выполняет лабораторные работы под контролем.
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся выполнил не все задания или не отчитался об их выполнении, не подтверждает знание освоенного материала, не умеет решать стандартные задачи и выполнять лабораторные процедуры даже с помощью преподавателя.

Критерии оценки тестов

Оценка, уровень	Описание критериев
Отлично, высокий	Содержание правильных ответов в тесте не менее 90 %
Хорошо, продвинутый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 75 %
Удовлетворительно, пороговый	Содержание правильных ответов в тесте не менее 50 %
Неудовлетворительно, компетенция не освоена	Содержание правильных ответов в тесте менее 50 %

Критерии оценки устного опроса

Оценка, уровень	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, чётко формулирует свою точку зрения, приводит соответствующие примеры из практики биотехнологической лаборатории.
Зачтено, продвинутый	Обучающийся демонстрирует уверенное знание материала, но допускает отдельные погрешности в ответе.

Зачтено, пороговый	Обучающийся демонстрирует существенные пробелы в знаниях материала, допускает ошибки в ответах, требует наводящих вопросов.
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся демонстрирует незнание материала, допускает грубые ошибки в ответах.

Критерии оценки решения задач

Оценка, уровень	Описание критериев
Зачтено, высокий	Обучающийся уверенно знает методику и алгоритм решения задачи (расчёт состава среды, коэффициента размножения, интерпретация электрофореграммы и др.), не допускает ошибок при её выполнении.
Зачтено, продвинутый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, не допускает грубых ошибок.
Зачтено, пороговый	Обучающийся в целом знает методику и алгоритм решения задачи, допускает ошибки, но способен исправить их при помощи преподавателя.
Не зачтено, компетенция не освоена	Обучающийся не знает методику и алгоритм решения задачи, допускает грубые ошибки, не способен исправить их даже с помощью преподавателя.

5.3. Материалы для оценки достижения компетенций

5.3.1. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5.3.1.1. Вопросы к экзамену

Не предусмотрены.

5.3.1.2. Задачи к экзамену

Не предусмотрены

5.3.1.3. Вопросы к зачёту с оценкой

Не предусмотрены

5.3.1.4. Вопросы к зачёту

№	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
1	Организация биотехнологической лаборатории.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

	Зонирование помещений и основное оборудование.		
2	Асептика и стерилизация в биотехнологической лаборатории. Методы стерилизации: термическая, фильтрационная, химическая, УФ-облучение.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
3	Правила работы в ламинарном боксе. Техника безопасности и личная гигиена при работе с растительным материалом <i>in vitro</i> .	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
4	Тотипотентность растительной клетки как биологическая основа культуры клеток и тканей <i>in vitro</i> .	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
5	Состав и виды питательных сред (MS, B5, WPM): сравнительная характеристика и область применения.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
6	Фитогормоны в технологии <i>in vitro</i> : ауксины, цитокинины, гиббереллины. Механизмы действия и области применения.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
7	Соотношение ауксин/цитокинин как инструмент регуляции морфогенеза. Расчёт концентраций фитогормонов в питательной среде.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
8	Каллусная культура: получение, морфология, субкультивирование, значение для биотехнологии растений.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
9	Регенерация растений <i>in vitro</i> : прямой и непрямой органогенез, соматический эмбриогенез. Условия культивирования эксплантов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
10	Микрклональное размножение: понятие, преимущества перед традиционным вегетативным размножением, коэффициент размножения.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
11	Этапы микрклонального размножения растений (введение в культуру, микроразмножение, укоренение, адаптация).	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

12	Адаптация растений-регенерантов к нестерильным условиям. Оценка адаптационной способности.	ПК-15	ИД ₂ ПК-15
13	Особенности микроклонального размножения картофеля, земляники, плодовых культур.	ПК-15	ИД ₁ ПК-15
14	Соматоклональная изменчивость: причины, методы контроля. Паспортизация растений-регенерантов на стабильность генетического материала.	ПК-15, ПК-16	ИД ₂ ПК-15, ИД ₂ ПК-16
15	Депонирование коллекций in vitro: хранение при пониженной температуре, использование осмотических ингибиторов, криосохранение.	ПК-15	ИД ₁ ПК-15
16	Оздоровление посадочного материала от вирусов: принцип и методы (культура апикальных меристем, термо-, хемио-, криотерапия).	ПК-15	ИД ₁ ПК-15, ИД ₃ ПК-15
17	Контроль безвирусности оздоровленного материала: ИФА, ПЦР-диагностика, биологические тесты.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
18	Схема сертификации оздоровленного посадочного материала. Требования ГОСТ и фитосанитарных стандартов.	ПК-15, ПК-16	ИД ₁ ПК-15
19	Методы выделения ДНК и РНК из растительного материала. Оценка качества и количества нуклеиновых кислот.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
20	Полимеразная цепная реакция: принцип, компоненты, стадии, температурные профили.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
21	Разновидности ПЦР: классическая, мультиплексная, ПЦР в реальном времени, ОТ-ПЦР. Области применения.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16, ИД ₂ ПК-16
22	Электрофорез в агарозном геле: принцип, маркеры молекулярной массы, интерпретация электрофореграмм.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16 ИД ₃ ПК-16
23	Типы молекулярных маркеров (RAPD, SSR, SNP, iPBS, ISSR, AFLP) и их применение в селекции и	ПК-16	ИД ₁ ПК-16

	семеноводстве.		
24	Маркер-вспомогательная селекция (MAS). ДНК-паспортизация сортов, контроль сортовой чистоты семенного материала.	ПК-16	ИД ₂ ПК-16
25	Оценка генетического полиморфизма и филогенетических связей растительных образцов молекулярными методами.	ПК-16	ИД ₂ ПК-16 ИД ₃ ПК-16
26	Секвенирование по Сэнгеру и высокопроизводительное секвенирование нового поколения (NGS): применение в биотехнологии растений.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
27	Молекулярная диагностика фитопатогенов. Сравнение методов ИФА и ПЦР.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16 ИД ₂ ПК-16
28	Генетическая инженерия растений: цели, задачи, векторные системы (Ti-плазмиды, вирусные, бактериальные).	ПК-15, ПК-16	ИД ₁ ПК-15 ИД ₁ ПК-16
29	Агробактериальная трансформация: механизм переноса Т-ДНК в геном растительной клетки.	ПК-15	ИД ₁ ПК-15
30	Прямые методы трансформации растений: биобаллистика, электропорация, трансформация протопластов.	ПК-15	ИД ₁ ПК-15
31	Достижения генетической инженерии в создании новых форм сельскохозяйственных растений.	ПК-15	ИД ₁ ПК-15
32	CRISPR/Cas9: принцип, гид-РНК, типы правок. Отличия от классического трансгенеза и цис-генеза.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
33	Биобезопасность ГМО. Законодательство Российской Федерации в области ГМО.	ПК-16	ИД ₁ ПК-16
34	ПЦР-детекция ГМО в продуктах питания. Промотор CaMV35S и терминатор NOS как маркеры трансгенных конструкций.	ПК-16	ИД ₂ ПК-16 ИД ₃ ПК-16
35	Микробные биопрепараты: типы (азотфиксирующие, фосфат- и калиймобилизующие, PGPR, микоризные),	ПК-15	ИД ₁ ПК-15

	механизмы действия, применение.		
36	Биостимуляторы роста растений: гуматы, аминокислоты, экстракты водорослей. Технология применения.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
37	Биоконверсия растительных остатков. Аэробное компостирование. Биоремедиация агроландшафтов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
38	Управляемое выращивание растений (СЕА): теплицы, фитотроны, вертикальные фермы. Гидропоника.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
39	Светокультура. Фотобиология растений: фоторецепторы, фотоморфогенез, спектральный состав света.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
40	Интеграция биотехнологий в современное агропроизводство: перспективы и тренды. Российские биотехнологические центры.	ПК-15, ПК-16	ИД1 _{ПК-15} , ИД1 _{ПК-16}

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

Не предусмотрены

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

Не предусмотрены

5.3.2. Оценочные материалы текущего контроля**5.3.2.1. Вопросы тестов**

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Биотехнология – это: 1) наука о практическом использовании достижений биологии, химии и физики; 2) совокупность методов использования живых организмов и биологических процессов для практических целей ; 3) наука о создании ГМО; 4) раздел агрономии, изучающий питание растений.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

2	Тотипотентность растительной клетки – это: 1) способность к фотосинтезу; 2) способность каждой живой клетки растения при определённых условиях дать начало целому организму ; 3) способность клетки к митозу; 4) способность к апоптозу.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
3	Каллус – это: 1) масса дифференцированных клеток; 2) масса недифференцированных клеток, образующихся при выращивании эксплантов in vitro ; 3) зрелый зародыш семени; 4) клетка камбия.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
4	Соотношение ауксин/цитокинин выше 1 в питательной среде индуцирует: 1) побегообразование; 2) корнеобразование ; 3) цветение; 4) состояние покоя.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
5	Основой среды Мурасиге–Скуга (MS) является: 1) высокое содержание минеральных солей и сахарозы с добавлением витаминов группы В ; 2) только органические компоненты; 3) морская вода; 4) раствор Кноппа.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
6	Апикальная меристема для оздоровления от вирусов берётся размером: 1) 5–10 мм; 2) 0,1–0,5 мм ;	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}

	3) 1–2 мм; 4) 0,01 мм.		
7	Термотерапия при оздоровлении растений от вирусов проводится при температуре: 1) 22–24 °С; 2) 36–38 °С, 3–4 недели ; 3) 45–50 °С; 4) 60–65 °С.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
8	Коэффициент размножения при микроклональном размножении – это: 1) число этапов размножения; 2) число побегов (растений), полученных с одного экспланта за один пассаж ; 3) концентрация фитогормонов в среде; 4) число недель культивирования.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15} , ИД3 _{ПК-15}
9	Соматическая изменчивость проявляется в: 1) изменчивости признаков растений-регенерантов, полученных из культуры клеток и тканей ; 2) изменчивости половых клеток; 3) изменчивости под действием мутагенов; 4) изменчивости от возраста.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
10	Криосохранение – это: 1) хранение растительного материала при +4 °С; 2) хранение при сверхнизких температурах (–196 °С, в жидком азоте) с целью длительного сохранения генетического материала ; 3) хранение в темноте; 4) хранение в вакууме.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
11	ИФА (ELISA) – это метод, основанный на:	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

	1) полимеразной цепной реакции; 2) специфическом взаимодействии антиген–антитело с ферментной меткой ; 3) электрофорезе; 4) секвенировании.		
12	ПЦР – это: 1) метод разделения белков; 2) метод ферментативной амплификации фрагментов ДНК in vitro ; 3) метод окраски хромосом; 4) метод получения каллуса.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
13	Стадии ПЦР включают: 1) денатурацию, отжиг праймеров, элонгацию ; 2) фиксацию, отмывку, окраску; 3) экстракцию, преципитацию, лиофилизацию; 4) индукцию, транскрипцию, трансляцию.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
14	Соотношение A260/A280 при оценке качества ДНК должно быть примерно равно: 1) 0,5; 2) 1,8–2,0 ; 3) 3,0; 4) значение не имеет.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16} ИД3 _{ПК-16}
15	SSR-маркеры – это: 1) морфологические маркеры; 2) микросателлитные (простые повторяющиеся последовательности ДНК) маркеры, обладающие высоким	ПК-16	ИД1 _{ПК-16} ,

	уровнем полиморфизма ; 3) белковые маркеры; 4) цитогенетические маркеры.		
16	RAPD-маркеры используют: 1) специфические праймеры к известным генам; 2) случайные короткие праймеры произвольной последовательности (10 п.н.) для амплификации анонимных участков генома ; 3) флуоресцентные зонды; 4) микрочипы.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
17	Электрофорез ДНК проводят в геле: 1) полиакриламидном или агарозном под действием электрического поля ; 2) желатиновом; 3) кремнеземном; 4) без геля.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
18	Маркер-вспомогательная селекция (MAS) – это: 1) отбор растений по фенотипу; 2) отбор растений с использованием молекулярных маркеров, сцепленных с целевыми локусами ; 3) отбор по родословной; 4) массовый отбор.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
19	ПЦР в реальном времени (real-time PCR) отличается от классической: 1) отсутствием праймеров; 2) возможностью количественного анализа продукта амплификации в режиме реального времени ; 3) низкой чувствительностью;	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

	4) применением только для белков.		
20	Секвенирование по Сэнгеру основано на: 1) методе терминаторных дидезоксинуклеотидов ; 2) методе прямого масс-спектрометрического анализа; 3) полимеразной цепной реакции без ферментов; 4) электрофорезе белков.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
21	Ti-плазмида принадлежит: 1) Escherichia coli; 2) Agrobacterium tumefaciens и используется как вектор при агробактериальной трансформации растений ; 3) Bacillus subtilis; 4) вирусу табачной мозаики.	ПК-15, ПК-16	ИД1 _{ПК-15} , ИД1 _{ПК-16}
22	Биобаллистика – это метод: 1) стерилизации семян; 2) прямой доставки чужеродной ДНК в растительную клетку с помощью частиц золота или вольфрама, ускоряемых гелием ; 3) выделения РНК; 4) размножения микроорганизмов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
23	Промотор CaMV35S используется при детекции ГМО в: 1) маркерной селекции; 2) ПЦР-анализе для выявления трансгенных конструкций ; 3) приготовлении питательных сред; 4) стерилизации.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
24	CRISPR/Cas9 – это: 1) тип питательной среды; 2) система геномного редактирования (гид-РНК + нуклеаза Cas9) ;	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

	3) вид молекулярного маркера; 4) метод гибридизации.		
25	Вт-токсины, экспрессируемые в трансгенных растениях, обеспечивают: 1) устойчивость к гербицидам; 2) устойчивость к насекомым-вредителям ; 3) устойчивость к вирусам; 4) улучшение вкуса.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
26	Регулирование оборота ГМО в РФ осуществляется: 1) стихийно, без нормативно-правовой базы; 2) на основании федерального законодательства о государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности ; 3) только на уровне отдельных регионов; 4) только на международном уровне.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
27	Биопрепараты на основе Rhizobium применяют для: 1) фосфатмобилизации; 2) фиксации атмосферного азота в симбиозе с бобовыми культурами ; 3) биоремедиации; 4) получения каллуса.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
28	PGPR-бактерии (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) – это: 1) патогенные бактерии; 2) ризосферные бактерии, стимулирующие рост растений за счёт синтеза фитогормонов, фиксации азота, солюбилизации фосфора ; 3) фитопатогены; 4) сапрофиты почвы.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

29	Аэробное компостирование характеризуется: 1) отсутствием кислорода; 2) участием аэробных микроорганизмов, выделением тепла, поэтапной сменой микробных сообществ ; 3) низкой температурой; 4) применением гербицидов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
30	Фиторемедиация – это: 1) искусственное орошение; 2) очистка загрязнённых почв и вод с помощью растений и связанных с ними микроорганизмов 3) обработка гербицидами; 4) фотосинтез.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
31	Гидропоника NFT (Nutrient Film Technique) – это: 1) выращивание на плёнке питательного раствора, циркулирующего вдоль корней ; 2) выращивание в почве; 3) капельный полив; 4) выращивание в тумане.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
32	Фитохромы – это: 1) пигменты фотосинтеза; 2) фоторецепторы красного и дальнего красного света, регулирующие фотоморфогенез растений 3) ферменты дыхания; 4) гормоны роста.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
33	Основным аргументом в пользу применения оздоровлённого от вирусов посадочного материала является: 1) снижение затрат на удобрения; 2) сохранение сортовой чистоты и восстановление	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

	продуктивности сорта ; 3) ускорение созревания на 3 недели; 4) изменение цвета плодов.		
34	Криотерапия при оздоровлении растений от вирусов основана на: 1) действии высоких температур; 2) регенерации растений из криосохранённых меристем после воздействия жидким азотом ; 3) применении рибавирина; 4) применении УФ-облучения.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
35	Индикаторные растения при биологическом тесте на вирусы: 1) растения с яркой окраской; 2) растения-хозяева, реагирующие видимой реакцией на конкретный вирус ; 3) сорняки; 4) декоративные виды.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
36	Основным преимуществом ПЦР-диагностики перед ИФА является: 1) более низкая стоимость; 2) более высокая чувствительность и возможность выявления вируса при малых концентрациях ; 3) отсутствие необходимости выделения нуклеиновых кислот; 4) отсутствие необходимости в оборудовании.	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
37	Терминатор NOS в трансгенных конструкциях используется как: 1) промотор; 2) сигнал терминации транскрипции чужеродного гена ; 3) селективный маркер; 4) репортёрный ген.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}

38	Репортёрный ген GUS кодирует: 1) фермент β-глюкуронидазу, визуализация которого используется для оценки эффективности трансформации ; 2) флуоресцентный белок; 3) фермент рестрикции; 4) РНК-полимеразу.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
39	Микоризные биопрепараты содержат: 1) азотфиксирующих бактерий; 2) симбиотические грибы, образующие микоризу с корнями растений и улучшающие питание фосфором ; 3) вирусные частицы; 4) хищных нематод.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
40	Микроклональное размножение экономически оправдано в первую очередь для: 1) зерновых культур; 2) картофеля, земляники, плодовых и декоративных культур с высокой стоимостью посадочного материала ; 3) кукурузы; 4) подсолнечника.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
41	Что представляет собой эксплант в культуре тканей растений? 1) Синтетическая питательная среда для каллусогенеза; 2) Готовый регенерант после адаптации; 3) Изолированный фрагмент ткани или органа растения, вводимый в культуру in vitro; 4) Раствор фитогормонов для стерилизации.	ПК-15	ИД1ПК-15
42	Какая питательная среда является наиболее широко используемой базовой средой в культуре тканей растений, разработанной Мурасиге и Скугом?	ПК-15	ИД1ПК-15

	1) Среда MS; 2) Среда B5; 3) Среда WPM; 4) Среда N6.		
43	Питательная среда B5 (Gamborg) чаще всего применяется для культивирования каких объектов? 1) Древесных и древесно-кустарниковых пород; 2) Злаковых культур в культуре пыльников; 3) Клубнеплодных культур при микроклонировании; 4) Клеточных суспензий и протопластов бобовых культур.	ПК-15	ИД1ПК-15
44	Среда WPM (Woody Plant Medium) была разработана специально для культивирования: 1) Злаковых культур; 2) Клеточных суспензий корнеплодных культур; 3) Древесных растений; 4) Гаплоидных линий злаковых культур.	ПК-15	ИД1ПК-15
45	Среда N6 преимущественно применяется при культивировании тканей и каллуса каких культур? 1) Древесных растений; 2) Злаковых (зерновых) культур; 3) Клеток корнеплодных культур; 4) Пыльников паслёновых культур.	ПК-15	ИД1ПК-15
46	Какое соотношение фитогормонов ауксин/цитокинин в питательной среде преимущественно стимулирует органогенез побегов? 1) Низкое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание цитокинина); 2) Высокое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание ауксина);	ПК-15	ИД2ПК-15

	3) Полное отсутствие обоих типов гормонов; 4) Равное соотношение гиббереллина и абсцизовой кислоты.		
47	Какое соотношение фитогормонов ауксин/цитокинин в среде преимущественно стимулирует ризогенез (образование корней)? 1) Низкое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание цитокинина); 2) Отсутствие ауксинов при высоком уровне цитокининов; 3) Высокое соотношение ауксин/цитокинин (преобладание ауксина); 4) Равное соотношение азота и калия в среде.	ПК-15	ИД2ПК-15
48	Что представляет собой каллус в культуре тканей растений? 1) Дифференцированная сосудистая ткань стебля; 2) Зрелый зародыш семени; 3) Слой эпидермальных клеток листа; 4) Неорганизованная масса недифференцированных пролиферирующих клеток.	ПК-15	ИД1ПК-15
49	В чём заключается ключевое отличие суспензионной культуры клеток от каллусной культуры? 1) Суспензионная культура растёт только на твёрдой агаризованной среде без перемешивания; 2) Суспензионная культура представляет собой клетки и их агрегаты, диспергированные в жидкой питательной среде при постоянном перемешивании; 3) Суспензионная культура состоит исключительно из целых органов растения; 4) Суспензионная культура не способна к делению клеток.	ПК-15	ИД1ПК-15
50	Что такое протопласт растительной клетки? 1) Клетка, лишённая клеточной стенки ферментативным путём, окружённая только плазматической мембраной;	ПК-15	ИД1ПК-15

	2) Клетка с утолщённой вторичной клеточной стенкой; 3) Полностью дифференцированная клетка ксилемы; 4) Спора со специализированной оболочкой.		
51	Соматический эмбриогенез в культуре тканей растений представляет собой процесс: 1) Слияния мужской и женской гамет в пробирке; 2) Опыления цветков в контролируемых условиях теплицы; 3) Формирования зародышеподобных структур из соматических клеток без слияния гамет 4) Прививки черенка на подвой.	ПК-15	ИД1ПК-15
52	Коэффициент мультипликации при микроклональном размножении отражает: 1) Процент растений, погибших после высадки в грунт; 2) Концентрацию сахарозы в питательной среде; 3) Число хромосом в клетках регенеранта; 4) Среднее число новых побегов, образующихся из одного эксплантата за один цикл субкультивирования.	ПК-15	ИД2ПК-15
53	Адаптация регенерантов, полученных <i>in vitro</i>, к условиям <i>ex vitro</i> (грунт, теплица) необходима прежде всего для: 1) Увеличения числа хромосом в клетках растения; 2) Постепенного перехода растений от гетеротрофного питания и высокой влажности к автотрофному фотосинтезу и естественному водному режиму; 3) Индукции соматоклональных мутаций; 4) Стерилизации корневой системы растений.	ПК-15	ИД3ПК-15
54	Криосохранение коллекций <i>in vitro</i> при сверхнизких температурах (обычно в жидком азоте) применяется для: 1) Ускорения роста каллусной ткани; 2) Повышения частоты соматической гибридизации; 3) Долгосрочного сохранения генетического материала без	ПК-15	ИД3ПК-15

	риска накопления соматической изменчивости; 4) Стимуляции цветения растений-регенерантов.		
55	Соматическая изменчивость, возникающая при длительном культивировании тканей <i>in vitro</i>, обусловлена главным образом: 1) Строгим соблюдением стерильности культуральных сосудов; 2) Использованием дистиллированной воды для приготовления среды; 3) Постоянством фотопериода в климатической камере; 4) Генетическими и эпигенетическими изменениями, накапливающимися в культивируемых клетках при пассировании.	ПК-15	ИД1ПК-15
56	Какой из перечисленных факторов является определяющим при выборе метода стерилизации эксплантов? 1) Тип и физиологическое состояние исходной ткани (степень лигнификации, наличие эндофитной микрофлоры); 2) Цвет питательной среды; 3) Марка используемого автоклава; 4) Время года проведения анализа ДНК.	ПК-15	ИД2ПК-15
57	Что представляет собой андрогенез в культуре пыльников <i>in vitro</i>? 1) Развитие растения из клеток семяпочки после опыления чужеродной пыльцой; 2) Развитие гаплоидного растения из микроспоры или незрелого пыльцевого зерна; 3) Слияние двух соматических протопластов разных видов; 4) Формирование каллуса из клеток корня взрослого растения.	ПК-15	ИД1ПК-15
58	Гиногенез в технологиях получения гаплоидов реализуется через культивирование:	ПК-15	ИД1ПК-15

	1) Пыльников с незрелой пыльцой; 2) Изолированных протопластов листа; 3) Каллуса, индуцированного из корневой ткани; 4) Неоплодотворённых завязей и семяпочек с последующим развитием гаплоида из клеток женского гаметофита.		
59	Линии-гаплоиндукторы в селекции сельскохозяйственных культур применяются для: 1) Индукции образования гаплоидных зародышей при скрещивании с исследуемыми линиями; 2) Ускорения полового созревания растений; 3) Повышения устойчивости к засухе; 4) Увеличения массы 1000 семян.	ПК-15	ИД1ПК-15
60	Удвоение числа хромосом у полученных гаплоидов для получения дигаплоидных (DH) линий чаще всего проводят обработкой: 1) Аскорбиновой кислотой; 2) Индолилуксусной кислотой; 3) Колхицином; 4) Бензиладенином.	ПК-15	ИД2ПК-15
61	Какой морфологический признак традиционно используют для предварительной идентификации гаплоидных семян при работе с маркерными генами антоциановой окраски? 1) Увеличенный размер семени; 2) Отсутствие антоциановой окраски (пигментации) зародыша и эндосперма; 3) Ускоренное прорастание семени; 4) Изменение формы листовой пластинки.	ПК-15	ИД2ПК-15
62	Подсчёт числа хлоропластов в замыкающих клетках устьиц применяется как экспресс-метод для: 1) Предварительной оценки уровня плоидности растений	ПК-15	ИД2ПК-15

	(гаплоид/диплоид); 2) Определения интенсивности транспирации листа; 3) Измерения концентрации хлорофилла в мезофилле; 4) Оценки степени поражения листа патогеном.		
63	Проточная цитометрия (цитофлуориметрия) в анализе плоидности растительного материала основана на измерении: 1) Электропроводности клеточного сока; 2) Скорости деления клеток под микроскопом в реальном времени; 3) Интенсивности дыхания изолированных митохондрий; 4) Интенсивности флуоресценции ДНК, окрашенной специфическим красителем, пропорциональной содержанию генетического материала в ядре.	ПК-15	ИДЗПК-15
64	Соматическая гибридизация растений осуществляется путём: 1) Традиционного полового скрещивания в поле; 2) Прививки черенка одного вида на подвой другого; 3) Слияния протопластов двух родительских форм с последующей регенерацией гибридного растения; 4) Инъекции пыльцы в завязь пестика.	ПК-15	ИД1ПК-15
65	Цибриды, получаемые при соматической гибридизации, представляют собой клетки (растения) с: 1) Полным набором хромосом обоих родителей в ядре; 2) Ядром одного родителя и цитоплазмой (в том числе органеллами) другого родителя; 3) Утроенным набором хромосом одного родителя; 4) Отсутствием митохондриальной ДНК.	ПК-15	ИД1ПК-15
66	Цитоплазматическая мужская стерильность (ЦМС), часто связанная с митохондриальным геномом, используется в селекции для:	ПК-15	ИД1ПК-15

	1) Повышения устойчивости растений к засолению почвы; 2) Ускорения прохождения растением стадии яровизации; 3) Увеличения числа семязачатков в завязи; 4) Получения гибридных семян без затрат на ручную кастрацию материнских растений		
67	Эмбриокультура (культура изолированных зародышей) применяется в селекции прежде всего для: 1) Спасения гибридных зародышей от абортирования при отдалённой гибридизации; 2) Массового клонального размножения элитных сортов; 3) Индукции полиплоидии у соматических клеток; 4) Стерилизации семенного материала перед посевом.	ПК-15	ИД1ПК-15
68	Культуру изолированных зародышей при работе с трудногерминирующими и недоразвитыми семенами применяют преимущественно для: 1) Повышения качества продукции в текущем поколении; 2) Определения группы спелости образца; 3) Сокращения периода получения потомства и ускорения селекционного процесса при работе с трудногерминирующими или недоразвитыми семенами; 4) Диагностики вирусных инфекций семени.	ПК-15	ИД2ПК-15
69	Клеточная селекция на устойчивость к стрессовым факторам (засоление, засуха, токсины патогенов) проводится путём: 1) Механического отбора наиболее крупных семян; 2) Обработки растений в поле раствором стимулятора роста; 3) Прививки устойчивого подвоя на неустойчивый привой; 4) Культивирования клеточных линий (каллуса или суспензии) на селективных средах с повышающимся уровнем стрессового фактора и отбора выживающих клонов.	ПК-15	ИД2ПК-15
70	Технология Speed breeding направлена главным образом на:	ПК-15	ИД1ПК-

	1) Увеличение числа хромосом в клетках зародыша; 2) Сокращение продолжительности жизненного цикла растений за счёт удлинённого фотопериода и оптимизации температурного режима для ускорения смены поколений ; 3) Получение гаплоидных линий без использования гаплоиндукторов; 4) Полное исключение стадии полового размножения из селекционного процесса.		15
71	Основное практическое преимущество дигаплоидных (DH) линий в селекционном процессе заключается в: 1) Достижении полной гомозиготности генотипа за одно поколение вместо нескольких циклов инбридинга; 2) Автоматическом повышении урожайности по сравнению с исходной популяцией; 3) Полном исключении необходимости фенотипической оценки; 4) Увеличении числа аллелей в каждом локусе.	ПК-15	ИД1ПК-15
72	Какой из перечисленных методов относится к прямым способам идентификации уровня плоидности растительного материала, а не к косвенным морфологическим признакам? 1) Подсчёт устьиц на единицу площади листа; 2) Визуальная оценка высоты растения; 3) Проточная цитометрия; 4) Определение окраски венчика цветка.	ПК-15	ИД3ПК-15
73	Ti-плазмида <i>Agrobacterium tumefaciens</i> в генетической инженерии растений используется как естественный вектор для: 1) Переноса T-ДНК с целевыми генами в геном растительной клетки; 2) Синтеза белков в бесклеточной системе;	ПК-15	ИД1ПК-15

	3) Амплификации ДНК методом ПЦР; 4) Разделения фрагментов ДНК по электрофоретической подвижности.		
74	Ri-плазида <i>Agrobacterium rhizogenes</i> индуцирует у растений формирование: 1) Опухолевидных наростов (галлов) на стебле; 2) Бородатых (волосовидных) корней (hairy roots); 3) Дополнительных семядолей; 4) Клубней на подземных побегах.	ПК-15	ИД1ПК-15
75	Бинарная векторная система для агробактериальной трансформации отличается от коинтегративной тем, что: 1) Т-ДНК область полностью отсутствует; 2) Используется только для трансформации бактериальных клеток; 3) Т-ДНК область и гены вирулентности (vir) расположены на двух отдельных, физически разделённых плазидах; 4) Она не содержит селективного маркерного гена.	ПК-15	ИД1ПК-15

5.3.2.2. Вопросы для устного опроса

№	Содержание	Компетенция	ИДК
1	Опишите основные принципы организации биотехнологической лаборатории. Каково назначение каждой из зон (подготовительная, моечная, стерилизационная, ростовая)?	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
2	Перечислите методы стерилизации, применяемые в биотехнологической лаборатории. Укажите режимы автоклавирования и области применения химической стерилизации.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
3	Что такое тотипотентность? Как это свойство используется в клеточной инженерии	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}

	растений?		
4	Сравните питательные среды MS, B5 и WPM. Для каких групп культур каждая из них является оптимальной?	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
5	Как соотношение ауксин/цитокинин влияет на морфогенез в культуре in vitro? Приведите примеры для индукции каллуса, побегов и корней.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
6	Расскажите о четырёх этапах микрклонального размножения. Какие процессы происходят на каждом из них?	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
7	Как рассчитать коэффициент мультипликации и производительность биотехнологической лаборатории?	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
8	Какие методы оздоровления посадочного материала от вирусов Вы знаете? В чём преимущества и ограничения каждого метода?	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
9	Опишите методику ИФА (ELISA) для контроля безвирусности. Как интерпретируются результаты теста?	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
10	Расскажите об основных этапах выделения ДНК из растительного материала ЦТАБ-методом.	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
11	Как оценить качество и концентрацию выделенной ДНК? Что означают показатели A260/A280 и A260/A230?	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
12	Опишите принцип ПЦР. Какие компоненты входят в реакционную смесь? Как рассчитывается температура отжига праймеров?	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
13	Сравните классическую ПЦР и ПЦР в реальном времени. В каких задачах биотехнологии применяется каждый из методов?	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
14	Расскажите о типах молекулярных маркеров	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}

	(RAPD, SSR, SNP, iPBS). Как выбрать маркер для конкретной задачи – паспортизации сорта, оценки генетического полиморфизма, идентификации ГМО?		
15	Опишите механизм агробактериальной трансформации. Что такое Т-ДНК и как она интегрируется в геном растительной клетки?	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
16	В чём принципиальные отличия трансгенеза, цис-генеза и геномного редактирования CRISPR/Cas9? Как это отражается на регуляторном статусе получаемых растений?	ПК-16	ИД1 _{ПК-16}
17	Расскажите о ПЦР-детекции ГМО в продовольственном сырье. Почему в качестве целевых последовательностей выбирают промотор CaMV35S и терминатор NOS?	ПК-16	ИД2 _{ПК-16}
18	Какие типы микробных биопрепаратов применяются в АПК? Опишите механизмы действия PGPR и микоризных препаратов.	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
19	Расскажите о технологиях управляемого выращивания растений (СЕА). Какие преимущества даёт применение СЕА в семеноводстве и селекции?	ПК-15	ИД1 _{ПК-15}
20	Каковы перспективные направления интеграции биотехнологий в современное агропроизводство? Приведите примеры российских биотехнологических центров и их разработок.	ПК-15,	ИД1 _{ПК-15}

5.3.2.3. Задачи для проверки умений и навыков

№	Содержание задачи	Компетенция	ИДК
1	Рассчитайте массу навесок макро- и микросолей для приготовления 1 л питательной среды MS на основании готовых прописей (базовый состав). Укажите последовательность приготовления и стерилизации среды.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}

2	Рассчитайте концентрации БАП (6-бензиламинопурин) и НУК (α -нафтилуксусная кислота), необходимые для стимуляции: а) прямого органогенеза побегов у картофеля; б) корнеобразования у микрочеренков земляники. Обоснуйте выбор соотношения ауксин/цитокинин.	ПК-15	ИД2 _{ПК-15}
3	Составьте протокол поверхностной стерилизации узловых эксплантов картофеля с использованием 70 % этанола и гипохлорита натрия. Укажите экспозиции и число промывок стерильной водой.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
4	В лаборатории было заложено 30 эксплантов картофеля; через 4 недели получено 210 микропобегов, пригодных для укоренения. Рассчитайте коэффициент мультипликации на данном пассаже. Оцените процент контаминации, если 3 экспланта были поражены микроорганизмами.	ПК-15	ИД3 _{ПК-15}
5	Составьте пошаговую технологическую карту оздоровления картофеля от вирусов методом культуры апикальных меристем: подбор донорских растений, размер меристемы, состав питательной среды, схема контроля безвирусности.	ПК-15, ПК-16	ИД3 _{ПК-15} , ИД3 _{ПК-16}
6	Составьте протокол выделения тотальной ДНК из листа подсолнечника ЦТАБ-методом. Опишите этапы и критерии оценки качества полученной ДНК.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
7	По результатам спектрофотометрической оценки ДНК получены следующие значения: $A_{260} = 0,32$; $A_{280} = 0,17$; $A_{230} = 0,15$. Оцените качество и концентрацию ДНК, сделайте вывод о её пригодности для ПЦР.	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}
8	Рассчитайте состав реакционной смеси ПЦР объёмом 25 мкл (10× буфер, дНТФ, $MgCl_2$, праймеры прямой и обратный по 10 пмоль каждый, Taq-полимераза, матричная ДНК).	ПК-16	ИД3 _{ПК-16}

	Укажите ориентировочные концентрации и объёмы компонентов.		
9	Для идентификации сортов подсолнечника используются SSR-маркеры. Разработайте схему эксперимента: выделение ДНК из 6 сортообразцов, ПЦР с 5 парами SSR-праймеров, электрофорез, интерпретация профилей аллелей. Как оценить генетическое сходство образцов?	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
10	Интерпретируйте электрофореграмму ПЦР-продуктов, полученных с праймерами на промотор CaMV35S: в дорожке маркера видны полосы 100, 200, 500 п.н.; в исследуемом образце – полоса ~195 п.н. Сформулируйте вывод о наличии трансгенной конструкции.	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
11	Составьте план молекулярной паспортизации сорта озимой пшеницы с использованием 8 SSR-локусов. Опишите этапы и представьте результат в виде таблицы аллельных вариантов.	ПК-16	ИДЗ _{ПК-16}
12	Рассчитайте норму расхода препарата на основе Rhizobium для инокуляции семян сои перед посевом при исходной численности жизнеспособных клеток 10^9 КОЕ/мл и требуемой норме 10^6 КОЕ на семя. Опишите технологию инокуляции и требования к её проведению.	ПК-15	ИДЗ _{ПК-15}

5.3.2.4. Перечень тем рефератов, контрольных, расчётно-графических работ

№ п/п	Тема реферата
1	Современные технологии микроклонального размножения картофеля в промышленных условиях
2	Особенности культуры in vitro плодовых культур (яблоня, груша, вишня): выбор эксплантов и питательных сред
3	Микроклональное размножение земляники садовой: этапы, коэффициенты мультипликации, оздоровление
4	Технология получения безвирусного семенного картофеля в Российской Федерации

5	Криосохранение генетических коллекций растений: методы, области применения, национальные банки
6	Соматическая изменчивость и её использование в селекции сельскохозяйственных культур
7	Депонирование растительных коллекций <i>in vitro</i> при пониженной температуре
8	ЦТАБ-метод выделения ДНК из растительного материала: варианты и модификации
9	SSR-маркеры в паспортизации сортов зерновых культур
10	SNP-маркеры и их применение в маркер-вспомогательной селекции
11	iPBS-маркеры для оценки генетического разнообразия растений
12	Полимеразная цепная реакция в реальном времени: методология и области применения
13	Молекулярная диагностика вирусных болезней картофеля
14	Секвенирование нового поколения (NGS) в биотехнологии растений
15	Агробактериальная трансформация как основной метод получения трансгенных растений
16	Технология CRISPR/Cas9: принципы и применение в улучшении сельскохозяйственных культур
17	Биобезопасность ГМО и нормативная база Российской Федерации
18	ПЦР-детекция ГМО в продовольственном сырье: методология и практика
19	Микробные биопрепараты для сельского хозяйства: типы, механизмы действия, эффективность
20	PGPR-бактерии как основа биопрепаратов нового поколения
21	Микоризные препараты в системе минерального питания растений
22	Биоконверсия растительных остатков как элемент ресурсосберегающего земледелия
23	Фиторемедиация загрязнённых агроландшафтов
24	Управляемое выращивание растений (CEA): вертикальные фермы и фитотроны
25	Гидропоника и её применение в производстве оздоровлённого посадочного материала
26	Светокультура и фотоморфогенез растений в системах контролируемой среды
27	Цифровизация и искусственный интеллект в биотехнологии растений
28	Российские биотехнологические центры и их разработки для АПК

5.3.2.5. Вопросы для контрольной (расчётно-графической) работы

Контрольные и расчётно-графические работы учебным планом не предусмотрены.

5.4. Система оценивания достижения компетенций

5.4.1. Оценка достижения компетенций в ходе промежуточной аттестации

ПК-15 Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений					
Индикаторы достижения компетенции ПК-15		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачёту	вопросы по курсовому проекту (работе)
ИД1 _{ПК-15}	Знает теоретические основы микрклонального размножения: этапы, типы эксплантов, питательные среды, методы стерилизации, факторы эффективности клонирования	-	-	1–15, 28–31, 35–39	-
ИД2 _{ПК-15}	Умеет подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормонов, проводить паспортизацию регенерантов на стабильность генетического материала	-	-	5–7, 9, 12, 14	-
ИД3 _{ПК-15}	Имеет навыки выполнения полного цикла микрклонального размножения растений, оценки коэффициента мультипликации, процента укоренения и адаптационной способности	-	-	3, 8, 10–13, 16	-

ПК-16 Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала					
Индикаторы достижения компетенции ПК-16		Номера вопросов и задач			
Код	Содержание	вопросы к экзамену	задачи к экзамену	вопросы к зачёту	вопросы по курсовому проекту (работе)

ИД1 _{ПК-16}	Знает методологические основы молекулярно-генетического анализа: ПЦР обычную и в реальном времени, электрофорез, ДНК-маркеры, секвенирование, выделение и оценку качества нуклеиновых кислот	10, 14, 16–18, 20, 22–24, 27–32, 37–38, 42–43, 45, 47	–	17–27, 30–33, 40	–
ИД2 _{ПК-16}	Умеет подбирать и применять молекулярные маркеры для генотипирования, идентификации сортов, паспортизации, выявления генетических модификаций, оценки полиморфизма	17, 19, 21, 23, 26, 30, 34–35, 39–40, 43–49	6, 10, 12, 14–20	18, 21, 23, 24, 27, 33	–
ИД3 _{ПК-16}	Имеет навыки выполнения полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, анализ ампликонов, интерпретация и документирование данных	21, 25, 28, 32–34, 36, 40–41, 49–50	9–11, 13–15, 17, 20	17, 19, 22, 25, 33	–

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

ПК-15 Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений				
Индикаторы достижения компетенции ПК-15		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
ИД1 _{ПК-15}	Знает теоретические основы микрклонального размножения: этапы, типы эксплантов, питательные среды, методы стерилизации, факторы эффективности клонирования	1–10, 15, 21, 22, 27–33, 38, 39	1–8, 15, 18, 19	–
ИД2 _{ПК-15}	Умеет подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормонов, проводить паспортизацию регенерантов на стабильность генетического материала	4, 6, 8, 15	4, 5, 7	1–5, 12
ИД3 _{ПК-15}	Имеет навыки выполнения полного цикла микрклонального размножения растений, оценки коэффициента мультипликации, процента укоренения и адаптационной способности	8	6, 7, 10, 15	1, 3–5, 12

ПК-16 Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала				
Индикаторы достижения компетенции ПК-16		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
ИД1 _{ПК-16}	Знает методологические основы молекулярно-генетического анализа: ПЦР обычную и в реальном времени, электрофорез, ДНК-маркеры, секвенирование, выделение и оценку качества нуклеиновых кислот	11–20, 23–26, 34–38	9–12, 16, 20	–

ПК-16 Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала				
Индикаторы достижения компетенции ПК-16		Номера вопросов и задач		
Код	Содержание	вопросы тестов	вопросы устного опроса	задачи для проверки умений и навыков
ИД2 _{ПК-16}	Умеет подбирать и применять молекулярные маркеры для генотипирования, идентификации сортов, паспортизации, выявления генетических модификаций, оценки полиморфизма	14, 15, 18, 19, 23, 35	9, 11, 13, 14, 17	5–11
ИД3 _{ПК-16}	Имеет навыки выполнения полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, анализ ампликонов, интерпретация и документирование данных	14, 17, 23	10–12, 17	5–11

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Рекомендуемая литература

№	Библиографическое описание	Тип издания	Вид литературы
1	Назаренко Л.В. Биотехнология растений: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Ю.И. Долгих, Н.В. Загоскина, Г.Н. Ралдугина. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 161 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-05619-8. – URL: https://urait.ru/bcode/538344	Учебное	Основная
2	Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебник и практикум для вузов / Е.А. Калашникова. – 2-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2026. – 315 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-11790-5. – URL: https://urait.ru/bcode/584946	Учебное	Основная
3	Калашникова Е.А. Культура тканей и клеток растений: учебник / Е.А. Калашникова, Р.Н. Киракосян. – М.: КноРус, 2024. – 183 с. – ISBN	Учебное	Основная

	978-5-406-13453-5.		
4	Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чередниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4.	Учебное	Основная
5	Пунгин А.В. Лабораторный практикум по биотехнологии растений: культура клеток и тканей: учебно-методическое пособие / А.В. Пунгин, Е.А. Попова, В.Л. Шахов, П.В. Федуреаев. – Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2023. – 59 с. – ISBN 978-5-9971-0814-4.	Учебное	Основная
6	Назаренко Л.В. Биотехнология: учебник и практикум для вузов / Л.В. Назаренко, Е.А. Калашникова, Е.А. Живухина, Н.В. Загоскина. – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2023. – 393 с. – (Высшее образование).	Учебное	Дополнительная
7	Катмаков П.С. Генетика: учебник для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов, Е.И. Анисимова; под общ. ред. П.С. Катмакова. – М.: Издательство Юрайт, 2024. – 278 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-14484-0. – URL: https://urait.ru/bcode/543509	Учебное	Дополнительная
8	Вертикова Е.А. Общая генетика: учебное пособие для вузов / Е.А. Вертикова, В.В. Пыльнев, М.И. Попченко. – СПб.: Издательство «Лань», 2023. – 112 с. – (Агрономия). – ISBN 978-5-507-46193-6. – URL: https://e.lanbook.com	Учебное	Дополнительная
9	Якупов Т.Р. Молекулярная биотехнология: учебник для вузов / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 160 с. – ISBN 978-5-8114-8733-2.	Учебное	Дополнительная
10	Рожкова А.Н. Биотехнологии в сельском хозяйстве [Электронный ресурс]: учебное пособие / авт.-сост. А.Н. Рожкова; Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2024. – 148 с. – ISBN 978-5-9984-	Учебное	Дополнительная

	1952-2.		
11	Сельскохозяйственная биотехнология [Электронный ресурс] : методические указания по организации самостоятельной работы для обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия" профиль селекция и генетика сельскохозяйственных культур / Воронежский государственный аграрный университет, Факультет агрономии, агрохимии и экологии, Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии ; [сост. Т. Г. Ващенко] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 261 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2025 .— Заглавие с титульного экрана .— Режим доступа: для авторизованных пользователей .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 4.0 .— <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m10475.pdf>	Методическое	
12	Сельскохозяйственная биотехнология [Электронный ресурс] : методические указания по изучению дисциплины для обучающихся по направлению 35.03.04 "Агрономия" профиль селекция и генетика сельскохозяйственных культур / Воронежский государственный аграрный университет, Факультет агрономии, агрохимии и экологии, Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии ; [сост. Т. Г. Ващенко] .— Электрон. текстовые дан. (1 файл : 426 Кб) .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2025 .— Заглавие с титульного экрана .— Режим доступа: для авторизованных пользователей .— Текстовый файл .— Adobe Acrobat Reader 4.0 .— <URL:http://catalog.vsau.ru/elib/metod/m10501.pdf>.	Методическое	
13	Сельскохозяйственная биология: научно-теоретический журнал. – М.: РАН, 1966 – . – URL: http://www.agrobiology.ru	Периодическое	

14	Вавиловский журнал генетики и селекции = Vavilov Journal of Genetics and Breeding: научный журнал. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 1997 – . – URL: https://vavilov.elpub.ru/	Периодическое	
15	Достижения науки и техники АПК: теоретический и научно-практический журнал. – М.: Минсельхоз РФ, 1987 – . – ISSN 0235-2451. – URL: http://www.agroapk.ru	Периодическое	
16	Биотехнология: научно-практический журнал. – М.: ФГБУ «ГосНИИГенетика», 1985 – . – ISSN 0234-2758. – URL: http://www.genetika.ru/journal/	Периодическое	–

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	Лань	https://e.lanbook.com
2	ZNANIUM.COM	http://znanium.com/
3	ЮРАЙТ	http://www.biblio-online.ru/
4	IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
5	E-library	https://elibrary.ru/
6	Электронная библиотека ВГАУ	http://library.vsau.ru/

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Адрес доступа
1	Перечень информационных систем Минсельхоза России	https://mcx.gov.ru
2	Автоматизированная информационная система реестров, регистров и нормативно-справочной информации (АИС НСИ).	https://nsi.mcx.ru/
3	Все ГОСТы	http://vsegost.com/
4	Федеральная государственная информационная система «Семеноводство»	https://semena.mcx.ru/
5	Федеральная государственная информационная система «Зерно»	https://zerno.mcx.gov.ru/login
6	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям	http://agris.fao.org/
7	Открытые данные Министерства сельского хозяйства Российской Федерации	http://opendata.mcx.ru/opendata/
8	Сорта растений, включенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию	https://gossortrf.ru
9	ФГБУ Россельхозцентр	https://

		rosselhoscenter.com/
10	Справочная правовая система Консультант Плюс	https://www.consultant.ru/

6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России)	http://opendata.mcsc.ru/opendata/
2	РосАгро - российский агропромышленный портал	https://rosagro-portal.ru/
3	Онлайн-платформа ProАгроЛекторий	https://lectoriy.phosagro.ru/
4	Онлайн платформа Своё Фермерство	https://svoefarmerstvo.ru/
5	Аграрное обозрение. Лучшее в сельском хозяйстве: Российский аграрный портал	http://www.agroobzor.ru
6	АГРОС: Библиографическая база данных Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки (ЦНСХБ)	www.cnsnb.ru/
7	Сельскохозяйственная электронная библиотека знаний (СЭБиЗ).	http://www.cnsnb.ru/akdil/
8	Российское хозяйство. Сельхозтехника.	http://rushoz.ru/selhoztehnika/
9	Справочник пестицидов и агрохимикатов	https://www.agroxxi.ru/goshandbook

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

7.1. Помещения для ведения образовательного процесса и оборудование

7.1.1. Для контактной работы

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Комплект учебной мебели, мультимедийный проектор, экран, доска, компьютер преподавателя	394087, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Мичурина, 1.

с выходом в сеть Интернет, программное обеспечение общего назначения (MS Office / LibreOffice), учебно-наглядные пособия (таблицы, схемы, электронные презентации по разделам дисциплины).	
Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа – биотехнологическая лаборатория кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии. Комплект учебной мебели, ламинарные боксы, автоклав, сухожаровой шкаф, термостаты, дистиллятор/бидистиллятор, pH-метр, аналитические и технические весы, бинокулярные микроскопы, световые микроскопы, магнитные мешалки с подогревом, холодильники, морозильники, шейкер-инкубатор, ростовые камеры с регулируемым фотопериодом и температурой, амплификатор (термоциклер) для ПЦР, амплификатор в реальном времени (real-time PCR), горизонтальные камеры для агарозного электрофореза, источники питания, УФ-транслюминатор с системой гель-документирования, микропипетки автоматические переменного объёма, набор стерильной посуды и инструментов, штативы, реактивы для приготовления питательных сред, выделения ДНК и постановки ПЦР.	394087, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81Д к1, учебный корпус № 16, Центр биотехнологических исследований, ауд. 106-110.

7.1.2. Для самостоятельной работы

Наименование помещений для самостоятельной работы	Адрес (местоположение) помещений
Помещение для самостоятельной работы обучающихся: комплект учебной мебели, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, программное обеспечение общего назначения.	Читальный зал научной библиотеки ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 394087, г. Воронеж, ул. Ломоносова, 81Д к1, учебный корпус № 16,
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: мебель для хранения и обслуживания учебного оборудования,	Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии, 394087, г. Воронеж,

наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	ул. Мичурина, 1.
---	------------------

7.2. Программное обеспечение

7.2.1. Программное обеспечение общего назначения

№	Название	Размещение
1	Операционные системы MS Windows / Linux (ALT Linux)	ПК в локальной сети ВГАУ
2	Пакеты офисных приложений MS Office / OpenOffice / LibreOffice	ПК в локальной сети ВГАУ
3	Программы для просмотра файлов Adobe Reader / DjVu Reader	ПК в локальной сети ВГАУ
4	Браузеры Google Chrome / Mozilla Firefox / Yandex Browser	ПК в локальной сети ВГАУ
5	Антивирусная программа DrWeb ES	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Программа-архиватор 7-Zip	ПК в локальной сети ВГАУ
7	Мультимедиа проигрыватель MediaPlayer Classic	ПК в локальной сети ВГАУ
8	Платформа онлайн-обучения eLearning Server	ПК в локальной сети ВГАУ
9	Система компьютерного тестирования AST Test	ПК в локальной сети ВГАУ

7.2.2. Специализированное программное обеспечение

№	Название	Размещение
1	Программа анализа электрофореграмм GelAnalyzer (свободная)	ПК биотехнологической лаборатории
2	Программа обработки электрофореграмм ImageJ (свободная)	ПК биотехнологической лаборатории
3	Программа управления амплификатором real-time PCR (штатное ПО прибора)	ПК биотехнологической лаборатории
4	Пакет статистической обработки данных Statistica	ПК в локальной сети ВГАУ, ауд. 122а, главный корпус.

5	Среда разработки ПО для языка программирования R Studio Desktop	ПК в локальной сети ВГАУ
6	Веб-ориентированное офисное ПО Google Docs	https://docs.google.com
7	Онлайн-инструмент подбора праймеров Primer-BLAST (NCBI)	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/tools/primer-blast/
8	Программный инструмент выравнивания последовательностей BLAST (NCBI)	https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/
9	Программа обработки нуклеотидных последовательностей UGENE (свободная)	ПК биотехнологической лаборатории

8. Междисциплинарные связи

Дисциплина, с которой необходимо согласование	Кафедра, на которой преподаётся дисциплина	Подпись заведующего кафедрой
Общая генетика	Селекции, семеноводства и биотехнологии	
Ботаника	Растениеводства	
Физиология и биохимия растений	Земледелия и защиты растений	

**Лист периодических проверок рабочей программы
и информация о внесённых изменениях**

Должностное лицо, проводившее проверку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в корректировке указанием соответствующих разделов рабочей программы	Информация о внесенных изменениях
Зав кафедрой селекции, семеноводства и биотехнологии Голева Г.Г. 	06.05.2026 Протокол №9	Нет	Рабочая программа разработана на 2026-2027 уч. года