

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

Воронеж 2026

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.

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 микро-размножения 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 ре-

дактирования), 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 луговое хозяйство», «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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций и индикаторов их достижения, определённых образовательной программой по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия, направленность «Агротехнологии»:

Компетенция		Индикатор достижения компетенции	
Код	Содержание	Код	Содержание
ПК-15	Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений	Обучающийся должен знать:	
		ИД-1ПК-15	Знать 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 донора, условия культивирования)
		Обучающийся должен уметь:	
		ИД-2ПК-15	Уметь подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормо-
		Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:	
		ИД-3ПК-15	Владеть навыками выполнения полного цикла микрклонального размножения растений (от стерилизации эксплантов до высадки растений-регенерантов в грунт) в лабораторных условиях, включая оценку эффективности размножения (коэффициент мультипликации, процент укоренения, адаптационная способность)
ПК-16	Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала	Обучающийся должен знать:	
		ИД-1ПК-16	Знать 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
		Обучающийся должен уметь:	
		ИД-2ПК-16	Уметь подбирать и применять соответствующие

			молекулярные маркеры для решения конкретных задач: генотипирование, идентификация сортов, паспортизация, выявление генетических модификаций, оценка генетического полиморфизма и филогенетических связей растительных образцов
		Обучающийся должен иметь навыки и (или) опыт деятельности:	
		ИД-ЗПК-16	Владеть навыками самостоятельного выполнения лабораторного протокола полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, анализ ампликонов методом электрофореза или капиллярного секвенирования, интерпретация и документирование полученных данных

3. Объём дисциплины и виды работ**3.1. Очная форма обучения**

Показатели	7 семестр	Всего
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	3 / 108	3 / 108
Общая контактная работа, ч	48,15	48,15
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	59,85	59,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы):	48,00	48,00
лекции	24	24
лабораторные работы	24	24
практические занятия	—	—
в т.ч. в форме практической подготовки	—	—
групповые консультации	—	—
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	42,00	42,00
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы):	0,15	0,15
групповые консультации	0,15	0,15
зачёт	—	—
курсовая работа/проект	—	—
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы):	17,85	17,85
подготовка к зачёту	17,85	17,85
выполнение курсовой работы/проекта	—	—
Форма промежуточной аттестации	зачёт	зачёт

3.2. Заочная форма обучения

Показатели	3 курс	Всего
Общая трудоёмкость дисциплины, з.е./ч	3 / 108	3 / 108
Общая контактная работа, ч	16,15	16,15
Общая самостоятельная работа (по учебному плану), ч	91,85	91,85
Контактная работа при проведении учебных занятий, в т.ч. (часы):	16,00	16,00
лекции	6	6
лабораторные работы	10	10
практические занятия	—	—
в т.ч. в форме практической подготовки	—	—

групповые консультации	–	–
Самостоятельная работа при проведении учебных занятий, ч	74,00	74,00
Контактная работа промежуточной аттестации обучающихся, в т.ч. (часы):	0,15	0,15
групповые консультации	0,15	0,15
зачёт	–	–
курсовая работа/проект	–	–
Самостоятельная работа при промежуточной аттестации, в т.ч. (часы):	17,85	17,85
подготовка к зачёту	17,85	17,85
выполнение курсовой работы/проекта	–	–
Форма промежуточной аттестации	зачёт	зачёт

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 микрклонального 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 °C), фотопериод (16/8 ч), освещённость (2000–3000 лк). Понятие и преимущества микрклонального размножения. Четыре этапа: I – введение в культуру; II – собственно размножение; III – укоренение микропобегов; IV – адаптация к нестерильным условиям. Коэффициент размножения, производительность лаборатории. Технологии депониро-

вания (сохранения) коллекций *in vitro*: хранение при пониженной температуре, применение осмотических ингибиторов роста, криосохранение. Соматональная 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 оздоровленного 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: требова-

ния 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 Т-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 (СЕА)

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, солубилизация 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 (СЕА). Гидропоника. Светокультура. Интеграция биотехнологий в АПК.

Контролируемая среда выращивания (Controlled Environment Agriculture, СЕА): 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 СЕА: безвирусный посадочный материал, биопрепараты для гидропоники, 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	Лекции, ч	ЛЗ, ч	ПЗ, ч	СР, 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 среды. Фитогормоны. Условия культивирования in vitro	2	4	—	4
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. Молекуляр-	2	4	—	5

ные маркеры (RAPD, SSR, SNP, iPBS)				
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	—	42

4.2.2. Заочная форма обучения

Разделы, подразделы дисциплины	Лекции, ч	ЛЗ, ч	ПЗ, ч	СР, ч
Раздел 1. Биотехнологическая лаборатория и культура клеток и тканей in vitro	1	2	—	14
Подраздел 1.1. Организация лаборатории. Асептика. Стерилизация	0,5	1	—	7
Подраздел 1.2. Питательные среды. Фитогормоны	0,5	1	—	7
Раздел 2. Микроклональное размножение и оздоровление посадочного материала	1	2	—	16
Подраздел 2.1. Этапы микроклонального размножения. Регенерация. Адаптация	0,5	1	—	8

Подраздел 2.2. Оздоровление от вирусов. Сертификация	0,5	1	—	8
Раздел 3. Молекулярные основы биотехнологии. ПЦР. Диагностика фитопатогенов	2	4	—	16
Подраздел 3.1. ПЦР. Молекулярные маркеры	1	2	—	8
Подраздел 3.2. Молекулярная диагностика фитопатогенов	1	2	—	8
Раздел 4. Генетическая инженерия растений. CRISPR/Cas9. ГМО	1	2	—	14
Подраздел 4.1. Методы генетической инженерии. Агробактериальная трансформация	0,5	1	—	7
Подраздел 4.2. CRISPR/Cas9. ГМО: законодательство РФ	0,5	1	—	7
Раздел 5. Микробные биотехнологии и управляемое выращивание (СЕА)	1	—	—	14
Подраздел 5.1. Микробные биопрепараты. Биоконверсия	0,5	—	—	7
Подраздел 5.2. Управляемое выращивание (СЕА). Гидропоника	0,5	—	—	7
Всего	6	10	—	74

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

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Учебно-методическое обеспечение	Объём, ч (очная)	Объём, ч (заочная)
1	Организация биотехнологической лаборатории. Асептика и стерилизация. Правила работы в ламинарном боксе.	[1, 2, 3, 4, 6, 7]	8	14
2	Питательные среды (MS, B5, WPM). Фитогормоны. Приготовление и модификация сред. Расчёт концентраций регуляторов роста.	[1, 2, 3, 4, 6, 7]	8	14
3	Этапы микроклонального раз-	[1, 2, 3, 4, 6, 7]	5	8

	множения. Каллусогенез, органо-генез, соматический эмбриогенез. Коэффициент размножения. Адаптация растений-регенерантов. Депонирование коллекций in vitro.			
4	Оздоровление посадочного материала от вирусов: культура апикальных меристем, термо-, хемио-, криотерапия. Контроль безвирусности (ИФА, ПЦР). Схема сертификации оздоровлённого материала.	[1, 2, 3, 4, 6, 7]	5	8
5	Молекулярные маркеры (RAPD, SSR, SNP, iPBS, ISSR, AFLP). ПЦР классическая и в реальном времени. Электрофорез. Секвенирование. Молекулярная диагностика фитопатогенов.	[1, 2, 3, 4, 6, 7]	10	16
6	Генетическая инженерия растений. Векторные системы. Агробактериальная трансформация. CRISPR/Cas9. ГМО: достижения, риски, законодательство РФ. ПЦР-детекция ГМО.	[1, 2, 3, 4, 6, 7]	3	8
7	Микробные биопрепараты. Биоконверсия. Биоремедиация. Управляемое выращивание (СЕА): гидропоника, светокультура, фотобиология.	[1, 2, 3, 4, 6, 7]	3	6
	Всего		42	74

Организация самостоятельной работы по дисциплине осуществляется в соответствии с методическими указаниями кафедры селекции, семеноводства и биотехнологии ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

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	ПК-15: 3 (ИД-1ПК-15); У (ИД-2ПК-15); Н (ИД-3ПК-15)
Подраздел 1.2. Питательные среды. Фитогормоны. Условия культивирования in vitro	ПК-15	ПК-15: 3 (ИД-1ПК-15); У (ИД-2ПК-15); Н (ИД-3ПК-15)
Подраздел 2.1. Этапы микроклонального размножения. Каллусогенез и регенерация. Адаптация	ПК-15	ПК-15: 3 (ИД-1ПК-15); У (ИД-2ПК-15); Н (ИД-3ПК-15)
Подраздел 2.2. Оздоровление от вирусов. Контроль качества. Сертификация	ПК-15, ПК-16	ПК-15: 3 (ИД-1ПК-15); У (ИД-2ПК-15); Н (ИД-3ПК-15); ПК-16: 3 (ИД-1ПК-16); У (ИД-2ПК-16); Н (ИД-3ПК-16)
Подраздел 3.1. ПЦР. Молекулярные маркеры	ПК-16	ПК-16: 3 (ИД-1ПК-16); У (ИД-2ПК-16); Н (ИД-3ПК-16)
Подраздел 3.2. Молекулярная диагностика фитопатогенов. Секвенирование	ПК-16	ПК-16: 3 (ИД-1ПК-16); У (ИД-2ПК-16); Н (ИД-3ПК-16)
Подраздел 4.1. Методы генетической инженерии. Агробактериальная трансформация	ПК-15, ПК-16	ПК-15: 3 (ИД-1ПК-15); У (ИД-2ПК-15); Н (ИД-3ПК-15); ПК-16: 3 (ИД-1ПК-16); У (ИД-2ПК-16); Н (ИД-3ПК-16)
Подраздел 4.2. CRISPR/Cas9. ГМО: законодательство РФ, ПЦР-детекция	ПК-16	ПК-16: 3 (ИД-1ПК-16); У (ИД-2ПК-16); Н (ИД-3ПК-16)
Подраздел 5.1. Микробные биопрепараты. Биоконверсия. Биоремедиация	ПК-15	ПК-15: 3 (ИД-1ПК-15); У (ИД-2ПК-15); Н (ИД-3ПК-15)
Подраздел 5.2. Управляемое выращивание (СЕА). Гидропоника. Светокультура	ПК-15	ПК-15: 3 (ИД-1ПК-15); У (ИД-2ПК-15); Н (ИД-3ПК-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 ис-

	править 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 (форма промежуточной аттестации – зачёт).

5.3.1.2. Задачи к экзамену

Не предусмотрены (форма промежуточной аттестации – зачёт).

5.3.1.3. Вопросы к зачёту с оценкой

Не предусмотрены (форма промежуточной аттестации – зачёт).

5.3.1.4. Вопросы к зачёту

№	Содержание вопроса	Компетенция	ИДК
1	Организация биотехнологической лаборатории. Зонирование помещений и основное оборудование.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15)
2	Асептика и стерилизация в биотехнологической лаборатории. Методы стерилизации: термическая, фильтрационная, химическая, УФ-облучение.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15)
3	Правила работы в ламинарном боксе. Техника безопасности и личная гигиена при работе с растительным материалом in vitro.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
4	Тотипотентность растительной клетки как биологическая основа культуры клеток и тканей in vitro.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15)
5	Состав и виды питательных сред (MS, B5, WPM): сравнительная характеристика и область применения.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), У (ИД-2ПК-15)
6	Фитогормоны в технологии in vitro: ауксины, ци-	ПК-15	З (ИД-1ПК-15),

	токинины, гиббереллины. Механизмы действия и области применения.		У (ИД-2ПК-15)
7	Соотношение ауксин/цитокинин как инструмент регуляции морфогенеза. Расчёт концентраций фитогормонов в питательной среде.	ПК-15	У (ИД-2ПК-15)
8	Каллусная культура: получение, морфология, суб-культивирование, значение для биотехнологии растений.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
9	Регенерация растений <i>in vitro</i> : прямой и не прямой органогенез, соматический эмбриогенез. Условия культивирования эксплантов.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), У (ИД-2ПК-15)
10	Микроклональное размножение: понятие, преимущества перед традиционным вегетативным размножением, коэффициент размножения.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
11	Этапы микроклонального размножения растений (введение в культуру, микроразмножение, укоренение, адаптация).	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
12	Адаптация растений-регенерантов к нестерильным условиям. Оценка адаптационной способности.	ПК-15	У (ИД-2ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
13	Особенности микроклонального размножения картофеля, земляники, плодовых культур.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
14	Соматическая изменчивость: причины, методы контроля. Паспортизация растений-регенерантов на стабильность генетического материала.	ПК-15, ПК-16	У (ИД-2ПК-15), У (ИД-2ПК-16)
15	Депонирование коллекций <i>in vitro</i> : хранение при пониженной температуре, использование осмотических ингибиторов, криосохранение.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15)
16	Оздоровление посадочного материала от вирусов: принцип и методы (культура апикальных меристем, термо-, хемио-, криотерапия).	ПК-15	З (ИД-1ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
17	Контроль безвирусности оздоровленного материала: ИФА, ПЦР-диагностика, биологические тесты.	ПК-16	З (ИД-1ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)

18	Схема сертификации оздоровлённого посадочного материала. Требования ГОСТ и фитосанитарных стандартов.	ПК-15, ПК-16	3 (ИД-1ПК-15), 3 (ИД-1ПК-16)
19	Методы выделения ДНК и РНК из растительного материала. Оценка качества и количества нуклеиновых кислот.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
20	Полимеразная цепная реакция: принцип, компоненты, стадии, температурные профили.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
21	Разновидности ПЦР: классическая, мультиплексная, ПЦР в реальном времени, ОТ-ПЦР. Области применения.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16), У (ИД-2ПК-16)
22	Электрофорез в агарозном геле: принцип, маркеры молекулярной массы, интерпретация электрофореграмм.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
23	Типы молекулярных маркеров (RAPD, SSR, SNP, iPBS, ISSR, AFLP) и их применение в селекции и семеноводстве.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16), У (ИД-2ПК-16)
24	Маркер-вспомогательная селекция (MAS). ДНК-паспортизация сортов, контроль сортовой чистоты семенного материала.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16)
25	Оценка генетического полиморфизма и филогенетических связей растительных образцов молекулярными методами.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
26	Секвенирование по Сэнгеру и высокопроизводительное секвенирование нового поколения (NGS): применение в биотехнологии растений.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
27	Молекулярная диагностика фитопатогенов. Сравнение методов ИФА и ПЦР.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16), У (ИД-2ПК-16)
28	Генетическая инженерия растений: цели, задачи, векторные системы (Ti-плазмиды, вирусные, бактериальные).	ПК-15, ПК-16	3 (ИД-1ПК-15), 3 (ИД-1ПК-16)
29	Агробактериальная трансформация: механизм переноса Т-ДНК в геном растительной клетки.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)

30	Прямые методы трансформации растений: био-баллистика, электропорация, трансформация протопластов.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
31	Достижения генетической инженерии в создании новых форм сельскохозяйственных растений.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
32	CRISPR/Cas9: принцип, гид-РНК, типы правок. Отличия от классического трансгенеза и цис-генеза.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
33	Биобезопасность ГМО. Законодательство Российской Федерации в области ГМО.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
34	ПЦР-детекция ГМО в продуктах питания. Промотор CaMV35S и терминатор NOS как маркеры трансгенных конструкций.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
35	Микробные биопрепараты: типы (азотфиксирующие, фосфат- и калиймобилизующие, PGPR, микоризные), механизмы действия, применение.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
36	Биостимуляторы роста растений: гуматы, аминокислоты, экстракты водорослей. Технология применения.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
37	Биоконверсия растительных остатков. Аэробное компостирование. Биоремедиация агроландшафтов.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
38	Управляемое выращивание растений (СЕА): теплицы, фитотроны, вертикальные фермы. Гидропоника.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
39	Светокультура. Фотобиология растений: фоторецепторы, фотоморфогенез, спектральный состав света.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
40	Интеграция биотехнологий в современное агропроизводство: перспективы и тренды. Российские биотехнологические центры.	ПК-15, ПК-16	3 (ИД-1ПК-15), 3 (ИД-1ПК-16)

5.3.1.5. Перечень тем курсовых проектов (работ)

Не предусмотрены учебным планом.

5.3.1.6. Вопросы к защите курсового проекта (работы)

Не предусмотрены учебным планом.

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 (правильный); 3) наука о создании ГМО; 4) раздел агрономии, изучающий питание растений.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
2	Тотипотентность растительной клетки – это: 1) способность к фотосинтезу; 2) способность каждой живой клетки растения при определённых условиях дать начало целому организму (правильный); 3) способность клетки к митозу; 4) способность к апоптозу.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
3	Каллус – это: 1) масса дифференцированных клеток; 2) масса недифференцированных клеток, образующихся при выращивании эксплантов <i>in vitro</i> (правильный); 3) зрелый зародыш семени; 4) клетка камбия.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
4	Соотношение ауксин/цитокинин выше 1 в питательной среде индуцирует: 1) побегообразование; 2) корнеобразование (правильный); 3) цветение; 4) состояние покоя.	ПК-15	У (ИД-2ПК-15)
5	Основой среды Мурасиге–Скуга (MS) является: 1) высокое содержание минеральных солей и сахарозы с добавлением витаминов группы В (правильный); 2) только органические компоненты; 3) морская вода; 4) раствор Кноппа.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
6	Апикальная меристема для оздоровления от вирусов берётся размером: 1) 5–10 мм; 2) 0,1–0,5 мм (правильный); 3) 1–2 мм; 4) 0,01 мм.	ПК-15	У (ИД-2ПК-15)

7	Термотерапия при оздоровлении растений от вирусов проводится при температуре: 1) 22–24 °С; 2) 36–38 °С, 3–4 недели (правильный); 3) 45–50 °С; 4) 60–65 °С.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
8	Коэффициент размножения при микроклональном размножении – это: 1) число этапов размножения; 2) число побегов (растений), полученных с одного экспланта за один пассаж (правильный); 3) концентрация фитогормонов в среде; 4) число недель культивирования.	ПК-15	У (ИД-2ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
9	Соматоклональная изменчивость проявляется в: 1) изменчивости признаков растений-регенерантов, полученных из культуры клеток и тканей (правильный); 2) изменчивости половых клеток; 3) изменчивости под действием мутагенов; 4) изменчивости от возраста.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-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 (правильный); 3) хранение в темноте; 4) хранение в вакууме.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
11	ИФА (ELISA) – это метод, основанный на: 1) полимеразной цепной реакции; 2) специфическом взаимодействии антиген–антитело с ферментной меткой (правильный); 3) электрофорезе; 4) секвенировании.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
12	ПЦР – это: 1) метод разделения белков; 2) метод ферментативной амплификации фрагментов ДНК in vitro (правильный); 3) метод окраски хромосом; 4) метод получения каллуса.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
13	Стадии ПЦР включают: 1) денатурацию, отжиг праймеров, элонгацию (правильный); 2) фиксацию, отмывку, окраску; 3) экстракцию, преципитацию, лиофилизацию; 4) индукцию, транскрипцию, трансляцию.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)

14	Соотношение A260/A280 при оценке качества ДНК должно быть примерно равно: 1) 0,5; 2) 1,8–2,0 (правильный); 3) 3,0; 4) значение не имеет.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
15	SSR-маркеры – это: 1) морфологические маркеры; 2) микросателлитные (простые повторяющиеся последовательности ДНК) маркеры, обладающие высоким уровнем полиморфизма (правильный); 3) белковые маркеры; 4) цитогенетические маркеры.	ПК-16	З (ИД-1ПК-16), У (ИД-2ПК-16)
16	RAPD-маркеры используют: 1) специфические праймеры к известным генам; 2) случайные короткие праймеры произвольной последовательности (10 п.н.) для амплификации анонимных участков генома (правильный); 3) флуоресцентные зонды; 4) микрочипы.	ПК-16	З (ИД-1ПК-16)
17	Электрофорез ДНК проводят в геле: 1) полиакриламидном или агарозном под действием электрического поля (правильный); 2) желатиновом; 3) кремнеземном; 4) без геля.	ПК-16	Н (ИД-3ПК-16)
18	Маркер-вспомогательная селекция (MAS) – это: 1) отбор растений по фенотипу; 2) отбор растений с использованием молекулярных маркеров, сцепленных с целевыми локусами (правильный); 3) отбор по родословной; 4) массовый отбор.	ПК-16	У (ИД-2ПК-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 (правильный); 3) низкой чувствительностью; 4) применением только для белков.	ПК-16	З (ИД-1ПК-16)
20	Секвенирование по Сэнгеру основано на: 1) методе терминаторных дидезоксинуклеотидов (правильный); 2) методе прямого масс-спектрометрического анализа; 3) полимеразной цепной реакции без ферментов; 4) электрофоре-	ПК-16	З (ИД-1ПК-16)

	зе белков.		
21	Ti-плазмида принадлежит: 1) <i>Escherichia coli</i> ; 2) <i>Agrobacterium tumefaciens</i> и используется как вектор при агробактериальной трансформации растений (правильный); 3) <i>Bacillus subtilis</i> ; 4) вирусу табачной мозаики.	ПК-15, ПК-16	3 (ИД-1ПК-15), 3 (ИД-1ПК-16)
22	Биобаллистика – это метод: 1) стерилизации семян; 2) прямой доставки чужеродной ДНК в растительную клетку с помощью частиц золота или вольфрама, ускоряемых гелием (правильный); 3) выделения РНК; 4) размножения микроорганизмов.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
23	Промотор CaMV35S используется при детекции ГМО в: 1) маркерной селекции; 2) ПЦР-анализе для выявления трансгенных конструкций (правильный); 3) приготовлении питательных сред; 4) стерилизации.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16)
24	CRISPR/Cas9 – это: 1) тип питательной среды; 2) система геномного редактирования (гид-РНК + нуклеаза Cas9) (правильный); 3) вид молекулярного маркера; 4) метод гибридизации.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
25	Vt-токсины, экспрессируемые в трансгенных растениях, обеспечивают: 1) устойчивость к гербицидам; 2) устойчивость к насекомым-вредителям (правильный); 3) устойчивость к вирусам; 4) улучшение вкуса.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-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 (правильный); 3) только на уровне отдельных регионов; 4) только на международном уровне.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
27	Биопрепараты на основе <i>Rhizobium</i> применяют для: 1) фосфатмобилизации; 2) фиксации атмосферного азота в симбиозе с бобовыми культурами (правильный); 3) биоремедиации; 4) полу-	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)

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

34	Криотерапия при оздоровлении растений от вирусов основана на: 1) действии высоких температур; 2) регенерации растений из криосохранённых меристем после воздействия жидким азотом (правильный); 3) применении рибавирина; 4) применении УФ-облучения.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
35	Индикаторные растения при биологическом тесте на вирусы: 1) растения с яркой окраской; 2) растения-хозяева, реагирующие видимой реакцией на конкретный вирус (правильный); 3) сорняки; 4) декоративные виды.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
36	Основным преимуществом ПЦР-диагностики перед ИФА является: 1) более низкая стоимость; 2) более высокая чувствительность и возможность выявления вируса при малых концентрациях (правильный); 3) отсутствие необходимости выделения нуклеиновых кислот; 4) отсутствие необходимости в оборудовании.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16)
37	Терминатор NOS в трансгенных конструкциях используется как: 1) промотор; 2) сигнал терминирования транскрипции чужеродного гена (правильный); 3) селективный маркер; 4) репортёрный ген.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
38	Репортёрный ген GUS кодирует: 1) фермент β-глюкуронидазу, визуализация которого используется для оценки эффективности трансформации (правильный); 2) флуоресцентный белок; 3) фермент рестрикции; 4) РНК-полимеразу.	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16)
39	Микоризные биопрепараты содержат: 1) азотфиксирующих бактерий; 2) симбиотические грибы, образующие микоризу с корнями растений и улучшающие питание фосфором (правильный); 3) вирусные частицы; 4) хищных нематод.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
40	Микроклональное размножение экономически оправдано в первую очередь для: 1) зерновых культур; 2) картофеля, земляники, плодовых и декоративных культур с высокой стоимостью	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)

	посадочного материала (правильный); 3) кукурузы; 4) подсолнечника.		
--	--	--	--

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	3 (ИД-1ПК-15)
2	Перечислите методы стерилизации, применяемые в биотехнологической лаборатории. Укажите режимы автоклавирования и области применения химической стерилизации.	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
3	Что такое тотипотентность? Как это свойство используется в клеточной инженерии растений?	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
4	Сравните питательные среды MS, B5 и WPM. Для каких групп культур каждая из них является оптимальной?	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15), У (ИД-2ПК-15)
5	Как соотношение ауксин/цитокинин влияет на морфогенез в культуре <i>in vitro</i> ? Приведите примеры для индукции каллуса, побегов и корней.	ПК-15	У (ИД-2ПК-15)
6	Расскажите о четырёх этапах микроклонального размножения. Какие процессы происходят на каждом из них?	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
7	Как рассчитать коэффициент мультипликации и производительность биотехнологической лаборатории?	ПК-15	У (ИД-2ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
8	Какие методы оздоровления посадочного материала от вирусов Вы знаете? В чём преимущества и ограничения каждого метода?	ПК-15	3 (ИД-1ПК-15)
9	Опишите методику ИФА (ELISA) для контроля безвирусности. Как интерпретируются результаты теста?	ПК-16	3 (ИД-1ПК-16), У (ИД-2ПК-16)

10	Расскажите об основных этапах выделения ДНК из растительного материала ЦТАБ-методом.	ПК-16	З (ИД-1ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
11	Как оценить качество и концентрацию выделенной ДНК? Что означают показатели A260/A280 и A260/A230?	ПК-16	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
12	Опишите принцип ПЦР. Какие компоненты входят в реакционную смесь? Как рассчитывается температура отжига праймеров?	ПК-16	З (ИД-1ПК-16)
13	Сравните классическую ПЦР и ПЦР в реальном времени. В каких задачах биотехнологии применяется каждый из методов?	ПК-16	У (ИД-2ПК-16)
14	Расскажите о типах молекулярных маркеров (RAPD, SSR, SNP, iPBS). Как выбрать маркер для конкретной задачи – паспортизации сорта, оценки генетического полиморфизма, идентификации ГМО?	ПК-16	У (ИД-2ПК-16)
15	Опишите механизм агробактериальной трансформации. Что такое Т-ДНК и как она интегрируется в геном растительной клетки?	ПК-15	З (ИД-1ПК-15)
16	В чём принципиальные отличия трансгеноза, цис-геноза и геномного редактирования CRISPR/Cas9? Как это отражается на регуляторном статусе получаемых растений?	ПК-16	З (ИД-1ПК-16)
17	Расскажите о ПЦР-детекции ГМО в продовольственном сырье. Почему в качестве целевых последовательностей выбирают промотор CaMV35S и терминатор NOS?	ПК-16	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
18	Какие типы микробных биопрепаратов применяются в АПК? Опишите механизмы действия PGPR и микоризных препаратов.	ПК-15	З (ИД-1ПК-15)
19	Расскажите о технологиях управляемого выращивания растений (СЕА). Какие преимущества даёт применение СЕА в семеноводстве и	ПК-15	З (ИД-1ПК-15)

	селекции?		
20	Каковы перспективные направления интеграции биотехнологий в современное агропроизводство? Приведите примеры российских биотехнологических центров и их разработок.	ПК-15, ПК-16	3 (ИД-1ПК-15), 3 (ИД-1ПК-16)

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	У (ИД-2ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
2	Рассчитайте концентрации БАП (6-бензиламинопури́н) 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	У (ИД-2ПК-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	У (ИД-2ПК-15), Н (ИД-3ПК-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	У (ИД-2ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)
5	Составьте пошаговую технологическую карту оздоровления картофеля от вирусов методом культуры апикальных меристем: подбор донорских растений, размер меристемы, состав пита-	ПК-15, ПК-16	У (ИД-2ПК-15), У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-15),

	тельной среды, схема контроля безвирусности.		Н (ИД-3ПК-16)
6	Составьте протокол выделения тотальной ДНК из листа подсолнечника ЦТАБ-методом. Опишите этапы и критерии оценки качества полученной ДНК.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-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	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
8	Рассчитайте состав реакционной смеси ПЦР объёмом 25 мкл ($10\times$ буфер, дНТФ, $MgCl_2$, праймеры прямой и обратный по 10 пмоль каждый, Taq-полимераза, матричная ДНК). Укажите ориентировочные концентрации и объёмы компонентов.	ПК-16	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
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	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-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	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-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	У (ИД-2ПК-16), Н (ИД-3ПК-16)
12	Рассчитайте норму расхода препарата на основе <i>Rhizobium</i> 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	ПК-15	У (ИД-2ПК-15), Н (ИД-3ПК-15)

	и требования к её проведению.		
--	-------------------------------	--	--

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 <i>in vitro</i> 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	Соматоклональная 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 матери-

	ала
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

Код индикатора	Содержание индикатора	Номера вопросов к зачёту
ИД-1ПК-15 (З)	Знать теоретические основы микрклонального размножения, типы эксплантов, питательные среды, методы стерилизации, факторы эффективности клонирования	1–15, 28–31, 35–39
ИД-2ПК-15 (У)	Уметь подбирать и модифицировать питательные среды, рассчитывать концентрации фитогормонов, проводить паспортизацию растений-регенерантов	5–7, 9, 12, 14
ИД-3ПК-15 (Н)	Владеть навыками 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

Код индикатора	Содержание индикатора	Номера вопросов к зачёту
ИД-1ПК-16 (З)	Знать принципы ПЦР (обычной и в реальном времени), электрофореза, ДНК-маркеров, секвенирования, методы выделения и оценки качества нуклеиновых кислот	17–27, 30–33, 40
ИД-2ПК-16 (У)	Уметь подбирать и применять молекулярные маркеры для генотипирования, идентификации сортов, паспортизации,	18, 21, 23, 24, 27, 33

	выявления ГМО, оценки полиморфизма	
ИД-3ПК-16 (Н)	Владеть навыками полного цикла молекулярно-генетического анализа: выделение ДНК, постановка ПЦР, электрофорез, интерпретация и документирование данных	17, 19, 22, 25, 33

5.4.2. Оценка достижения компетенций в ходе текущего контроля

ПК-15 – Способен разрабатывать технологии микрклонального размножения растений

Код индикатора	Содержание индикатора	Вопросы тестов	Вопросы устного опроса	Задачи для проверки умений и навыков
ИД-1ПК-15 (З)	Знать теоретические основы микрклонального размножения	1–10, 15, 21, 22, 27–33, 38, 39	1–8, 15, 18, 19	–
ИД-2ПК-15 (У)	Уметь подбирать питательные среды и рассчитывать концентрации фитогормонов	4, 6, 8, 15	4, 5, 7	1–5, 12
ИД-3ПК-15 (Н)	Владеть навыками полного цикла микрклонального размножения	8	6, 7, 10, 15	1, 3–5, 12

ПК-16 – Способен выполнять молекулярно-генетический анализ растительного материала

Код индикатора	Содержание индикатора	Вопросы тестов	Вопросы устного опроса	Задачи для проверки умений и навыков
ИД-1ПК-16 (З)	Знать принципы ПЦР, электрофореза, ДНК-маркеров, секвенирования	11–20, 23–26, 34–38	9–12, 16, 20	–
ИД-2ПК-16 (У)	Уметь подбирать и применять молекулярные маркеры	14, 15, 18, 19, 23, 35	9, 11, 13, 14, 17	5–11
ИД-3ПК-16	Владеть навыками полного	14, 17, 23	10–12, 17	5–11

(Н)	цикла молекулярно-генетического анализа			
-----	---	--	--	--

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	Учебник и практикум	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	Учебник и практикум	Основная
3	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.	Учебник	Основная
4	Калашникова Е.А. Основы биотехнологии: учебное пособие / Е.А. Калашникова, М.Ю. Чердниченко, Р.Н. Киракосян, О.Б. Поливанова. – М.: КноРус, 2023. – 278 с. – ISBN 978-5-406-08485-4.	Учебное пособие	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.	Учебно-методическое пособие	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).	Учебник и практикум	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	Учебник	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 пособие	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.	Учебник	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 978-5-9984-1952-2.	Учебное пособие	Дополнительная
11	Сельскохозяйственная биология: научно-теоретический журнал. – М.: РАН, 1966 – . – URL: http://www.agrobiology.ru	Периодическое издание	
12	Вавиловский журнал генетики и селекции = Vavilov Journal of Genetics and Breeding: научный журнал. – Новосибирск: ИЦиГ СО РАН, 1997 – . – URL: https://vavilov.elpub.ru/	Периодическое издание	
13	Достижения науки и техники АПК: теоретический и научно-практический журнал. – М.: Минсельхоз РФ, 1987 – . – ISSN 0235-2451. – URL: http://www.agroapk.ru	Периодическое издание	
14	Биотехнология: научно-практический журнал. – М.: ФГБУ «ГосНИИГенетика», 1985 – . – ISSN 0234-2758. – URL: http://www.genetika.ru/journal/	Периодическое издание	–

6.2. Ресурсы сети Интернет

6.2.1. Электронные библиотечные системы

№	Название	Размещение
1	ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com
2	ЭБС «ZNANIUM.COM»	http://znanium.com/
3	ЭБС «ЮРАЙТ»	http://www.biblio-online.ru/
4	ЭБС «IPRbooks»	http://www.iprbookshop.ru/
5	ЭБС «РУКОНТ»	http://rucont.ru/
6	Научная электронная библиотека E-library	https://elibrary.ru/
7	Электронная библиотека ВГАУ	http://library.vsau.ru/
8	Электронные ресурсы ФГБНУ ЦНСХБ	http://www.cnsnb.ru/terminal/
9	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	http://нэб.рф/
10	Web of Science	В Интрасети ВГАУ
11	Scopus (Elsevier)	В Интрасети ВГАУ

6.2.2. Профессиональные базы данных и информационные системы

№	Название	Размещение
1	Международная база данных нуклеотидных последовательностей GenBank (NCBI)	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/
2	База данных биологических баркодов BOLD Systems	https://boldsystems.org/
3	Универсальная база микросателлитных маркеров растений	https://ssr-marker.org/
4	База данных ФАО по сельскому хозяйству FAOSTAT	http://www.fao.org/faostat/ru/
5	Единая межведомственная информационно-статистическая система (ЕМИСС)	https://fedstat.ru/
6	Портал открытых данных Российской Федерации	https://data.gov.ru/
7	Информационная система по сельскохозяйственным наукам и технологиям AGRIS	http://agris.fao.org/
8	Аграрная российская информационная система	http://www.aris.ru/
9	Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию	https://reestr.gossortrf.ru/
10	Официальный сайт Россельхознадзора (фитосанитарный контроль)	https://fsvps.gov.ru/
11	Справочная правовая система «КонсультантПлюс»	http://www.consultant.ru/
12	Справочная правовая система «Гарант»	http://ivo.garant.ru/

6.2.3. Сайты и информационные порталы

№	Название	Размещение
1	Официальный сайт ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ	https://vsau.ru/
2	Официальный сайт Министерства сельского хозяйства РФ	https://mcx.gov.ru/
3	Национальный центр биотехнологической информации (NCBI)	https://www.ncbi.nlm.nih.gov/
4	Всероссийский НИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха	https://www.vniikh.ru/
5	Всероссийский НИИ сельскохозяйственной биотехнологии	http://vniisb.ru/
6	Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР)	http://www.vir.nw.ru/
7	Курчатовский геномный центр	https://kurchatov-genomics.ru/
8	Национальный портал «Все ГОСТы»	http://vsegost.com/
9	Официальный сайт Международной организации по стандартизации ISO	https://www.iso.org/

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 с выходом в сеть Интернет, программное обеспечение общего назначения (MS Office / LibreOffice), учебно-наглядные пособия (таблицы, схемы, электронные презентации по разделам дисциплины).	394087, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Мичурина, 1.
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, рН-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-трансиллюминатор с системой геледокументирования, микропипетки автоматические переменного объема, 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, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	Кафедра селекции, семеноводства и биотехнологии, 394087, г. Воронеж, 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	Земледелия и защиты растений	
Физиология и биохимия растений	Земледелия и защиты растений	

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

Должностное лицо, проводившее про- верку: Ф.И.О., должность	Дата	Потребность в коррек- ровке с указанием соот- ветствующих разделов рабочей программы	Информация о внесённых изменениях
Зав. кафедрой селек- ции, семеноводства и биотехнологии Голева Г.Г. 	Протокол № 9 от 06.05.2026 г.	Нет Рабочая программа актуа- лизирована на 2026-2027 уч. год	нет