

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных
культур

УТВЕРЖДЕНА
решением учебно-методического
совета университета
(протокол № 7 от 22 апреля 2026 г.)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель учебно-методического
совета университета
Р.А. Чмир
«22» апреля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«КЛЕТОЧНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»

Направление подготовки - 19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль) Биотехнология
Квалификация выпускника - бакалавр

Мичуринск, 2026 г.

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями дисциплины «Клеточная биотехнология» формирование у обучающихся теоретических представлений об основных методах клеточной биотехнологии; молекулярных и генетических механизмах функционирования систем жизнедеятельности клетки; элементарных навыков постановки биологического эксперимента в ходе лабораторных занятий.

Задачи:- формирование представлений об основных молекулярных и генетических механизмах функционирования систем жизнедеятельности клетки ;

- дать представление об основных методах, применяемых для культивирования изолированных клеток микроорганизмов, растений и животных;

- научить обучающихся анализировать современные данные об использовании методов клеточной биотехнологии для создания организмов с полезными свойствами.

- формировать умение самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической информации для решения научных и практических задач в области клеточной биотехнологии, необходимых для эффективной и целенаправленной профессиональной деятельности.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина согласно учебному плану по данному направлению подготовки относится к Блоку 1«Дисциплины (модули)», Элективные дисциплины Б1.В.ДВ.07.01.

Для успешного освоения данного курса необходимы базовые знания дисциплин: «Общая и неорганическая химия», «Общая биология и микробиология», «Основы биохимии». Знания и навыки, приобретённые при изучении дисциплины «Биотехнология биологически активных веществ», потребуются при прохождении производственной практики научно-исследовательская работа, при подготовке и защите ВКР.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины обучающийся должен усвоить трудовые функции в соответствии с профессиональным стандартом 22.004 Специалист в области биотехнологий продуктов питания утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 сентября 2019 года № 633 н

Обобщенные трудовые функции (ОТФ)	Трудовые функции (ТФ)	Выбранные трудовые действия (ТД)
<i>Оперативное управление производством биотехнологической продукции для пищевой промышленности /D6</i>	Управление качеством, безопасностью и прослеживаемостью производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности D/02.6	Входной и технологический контроль качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции для организации рационального ведения технологического процесса производства в целях разработки мероприятий по повышению эффективности производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности
		Контроль технологических параметров и

		режимов производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности на соответствие требованиям технологической и эксплуатационной документации
		Внедрение систем управления качеством, безопасностью и прослеживаемостью производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в целях обеспечения требований технических регламентов к видам пищевой продукции

Освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование профессиональных компетенций:

ПК-2 Способен проводить входной и технологический контроль качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и биотехнологических процессов;

ПК-3 Способен осуществлять биотехнологический процесс в соответствии с регламентом и использовать современные технологии для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции

ПК-4 Способен проводить бактериологические, токсикологические исследования природных образцов, оценку технических средств и технологических процессов с учетом экологических последствий их применения.

Код и наименование универсальной компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				
	Код и наименование индикатора достижения универсальных компетенций	низкий (допороговый, компетенция не сформирована)	пороговый	базовый	продвинутый
ПК-2 Способен проводить входной и технологический контроль качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и биотехнологических процессов;	ИД-1ПК-2 – Пользуется приемами практической работы с нормативной документацией, навыками стандартных и сертификационных испытаний сырья, готовой продукции и технологических процессов	Не пользуется приемами практической работы с нормативной документацией, навыками стандартных и сертификационных испытаний сырья, готовой продукции и технологических процессов	Не достаточно пользуется приемами практической работы с нормативной документацией, навыками стандартных и сертификационных испытаний сырья, готовой	Хорошо пользуется приемами практической работы с нормативной документацией, навыками стандартных и сертификационных испытаний сырья, готовой продукции и технологических процессов	Свободно пользуется приемами практической работы с нормативной документацией, навыками стандартных и сертификационных испытаний сырья, готовой продукции и

			продукции и технологических процессов		технологических процессов
	ИД-2 _{ПК-2} – Реализует мероприятия по повышению качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции в соответствии требованиями стандартов качества	Не реализует мероприятия по повышению качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции в соответствии требованиями стандартов качества	Не достаточно реализует мероприятия по повышению качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции в соответствии и требованиям и стандартов качества	Хорошо реализует мероприятия по повышению качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции в соответствии требованиями стандартов качества	Отлично реализует мероприятия по повышению качества сырья, полуфабрикатов, готовой продукции в соответствии и требованиям и стандартов качества
	ИД-3 _{ПК-3} – Осуществляет контроль соблюдения экологической и биологической безопасности продукции биотехнологического производства	Не осуществляет контроль соблюдения экологической и биологической безопасности продукции биотехнологического производства	Не достаточно осуществляет контроль соблюдения экологической и биологической безопасности продукции биотехнологического производства	Хорошо осуществляет контроль соблюдения экологической и биологической безопасности продукции биотехнологического производства	Отлично осуществляет контроль соблюдения экологической и биологической безопасности продукции биотехнологического производства
ПК-3 Способен осуществлять биотехнологический процесс в соответствии с регламентом и использовать современные технологии для измерения основных параметров биотехнологических	ИД-1 _{ПК-3} – Применяет методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве биотехнологической продукции	Не применяет методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве биотехнологической продукции	Не достаточно применяет методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве биотехнологической	В достаточной степени применяет методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве биотехнологической продукции	Свободно применяет методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве биотехнологической продукции.

процессов, свойств сырья и продукции			продукции		
	ИД-2 _{ПК-3} – Проводит оптимизацию биотехнологических процессов производства с использованием современных технологий.	Не может проводить оптимизацию биотехнологических процессов производства с использованием современных технологий	Недостаточно четко может проводить оптимизацию биотехнологических процессов производства с использованием современных технологий	Достаточно хорошо проводит оптимизацию биотехнологических процессов производства с использованием современных технологий	Успешно проводит оптимизацию биотехнологических процессов производства с использованием современных технологий.
	ИД-3 _{ПК-3} Осуществляет измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Не может осуществлять измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Недостаточно четко осуществляют измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Достаточно хорошо проводит измерение основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	Успешно осуществляет измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции

ПК-4. Способен проводить бактериологические, токсикологические исследования природных образцов, оценку технических средств и технологических процессов с учетом экологических последствий их применения	ИД-1ПК-4 Проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии	Не проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии	Не всегда проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии	Достаточно часто проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии	Всегда проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территорий, применяя природоохранные биотехнологии
	ИД-2ПК-4 Осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала	Не осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала	Не всегда осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала	Достаточно часто осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала	Всегда осуществляет лабораторные исследования и экспертизу биологического материала
	ИД-3ПК-4 Применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов	Не применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов	Не всегда применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов	Обычно применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов	Всегда применяет биотехнологические приемы против появления очагов вредных организмов

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные законы естественнонаучных дисциплин;
- современные представления физической картины мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
- биотехнологические процессы;
- современную научно-техническую информацию;
- цели и методы клеточной биотехнологии;
- биологию клетки, особенности, принципы и методы культивирования изолированных клеток микроорганизмов, растений и животных, возможности применения культуры клеток в биотехнологических процессах

уметь:

- применять полученные знания, умения и навыки для реализации и управления биотехнологическими процессами;
- оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
- применять полученные знания, умения и навыки для реализации и управления биотехнологическими процессами;
- использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности;
- обосновывать необходимость использования того или иного исследовательского метода, для решения практических задач в области клеточной биотехнологии;
- самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической информации для решения научных и практических задач в области клеточной биотехнологии;
- приобретать новые знания в клеточной биотехнологии, используя современные информационные технологии;

владеть:

- методикой математического анализа результатов полевых и лабораторных исследований;
- методами оценки технических средств и технологий с учетом экологических последствий их применения;
- методами управления биотехнологическими процессами;
- способностью работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности;
- теоретической базой профессионально-профилированных методов молекулярной биологии
- приемами работы и техникой культивирования изолированных клеток микроорганизмов, растений и животных для осуществления биотехнологических процессов.

.1. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины и формируемых в них профессиональных компетенций

Темы, разделы дисциплины	Компетенции			общее количество компетенций
	ПК-2	ПК-3	ПК-4	
Раздел 1. Введение в дисциплину. Задачи, объекты и методы клеточной биотехнологии	+	+	+	3
Раздел 2. Культивирование клеток, тканей и протопластов растений. Суспензионные культуры. Культура одиночных клеток. Тотипотентность	+	+	+	3
Раздел 3. Основы культивирования животных клеток и тканей. Особенности культивирования клеток животных в условиях <i>in vitro</i>	+	+	+	3
Раздел 4. Основы культивирования клеток микроорганизмов. Основные способы культивирования клеток микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов	+	+	+	3

Раздел 5. Применение методов клеточной биотехнологии в областях науки и отраслях производства	+	+	+	3
Итого:				3

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 ак. часа.

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Всего академических часов	
	Очная форма 6 семестр	Заочная форма 4 курс
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Контактная работа обучающихся с преподавателем	72	20
Аудиторные занятия	72	20
Лекции	36	4
Практические работы	36	16
Самостоятельная работа	72	151
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	32	71
подготовка к практическим занятиям, контрольным работам	20	40
выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	10	20
подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	10	20
Контроль	36	9
Вид итогового контроля	экзамен	экзамен

4.2. Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Раздел 1. Введение в дисциплину. Задачи, объекты и методы клеточной биотехнологии			
	1.1 Введение в дисциплину. Задачи, объекты и методы клеточной биотехнологии	8	1	ПК-2; ПК-3; ПК-4
2	Раздел 2. Культивирование клеток, тканей и протопластов растений. Суспензионные культуры. Культура одиночных клеток. Тотипотентность		0,5	
	2.1. Культивирование клеток, тканей и протопластов растений. Суспензионные культуры. Культура одиночных клеток. Тотипотентность	6	0,5	ПК-2; ПК-3; ПК-4
3	Раздел 3. Основы культивирования			

	животных клеток и тканей. Особенности культивирования клеток животных в условиях in vitro			
	3.1. Основы культивирования животных клеток и тканей. Особенности культивирования клеток животных в условиях in vitro	6	1	ПК-2; ПК-3; ПК-4
4	Раздел 4. Основы культивирования клеток микроорганизмов. Основные способы культивирования клеток микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов			
	4.1. Основы культивирования клеток микроорганизмов. Основные способы культивирования клеток микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов	8	0,5	ПК-2; ПК-3; ПК-4
5	Раздел 5. Применение методов клеточной биотехнологии в областях науки и отраслях производства			
	5.1. Применение методов клеточной биотехнологии в областях науки и отраслях производства	8	0,5	ПК-2; ПК-3; ПК-4
	Итого	36	4	

4.3. Лабораторные работы не предусмотрены

4.4. Практические занятия

№ раздел а (темы)	Наименование занятия	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучени я	заочная форма обучения	
1	Коллоквиум по теме «Задачи, объекты и методы клеточной биотехнологии»	6	3	ПК-2; ПК-3; ПК-4
2	Коллоквиум по теме «Культивирование клеток, тканей и протопластов растений. Суспензионные культуры. Культура одиночных клеток. Тотипотентность»	6	4	ПК-2; ПК-3; ПК-4
3	Коллоквиум по теме «Основы культивирования животных клеток и тканей. Особенности культивирования клеток животных в условиях in vitro»	8	3	ПК-2; ПК-3; ПК-4
4	Коллоквиум по теме «Основы культивирования клеток микроорганизмов. Основные способы культивирования клеток микроорганизмов для осуществления	8	3	ПК-2; ПК-3; ПК-4

	биотехнологических процессов»			
5	Коллоквиум по теме «Применение методов клеточной биотехнологии в областях науки и отраслях производства»	8	3	ПК-2; ПК-3; ПК-4
	Всего	36	16	4

4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины (тема)	Вид самостоятельной работы	Объем в акад. часах	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
Раздел 1. Введение в дисциплину. Задачи, объекты и методы клеточной биотехнологии	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	7	15
	Подготовка к практическим занятиям	4	8
	Выполнение индивидуальных заданий	2	4
	Подготовка к сдаче модуля	2	4
Раздел 2. Культивирование клеток, тканей и протопластов растений. Суспензионные культуры. Культура одиночных клеток. Тотипотентность	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	7	14
	Подготовка к практическим занятиям	4	8
	Выполнение индивидуальных заданий	2	4
	Подготовка к сдаче модуля	2	4
Раздел 3. Основы культивирования животных клеток и тканей. Особенности культивирования клеток животных в условиях in vitro	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	7	14
	Подготовка к практическим занятиям	4	8
	Выполнение индивидуальных заданий	2	4
	Подготовка к сдаче модуля	2	4
Раздел 4. Основы культивирования клеток микроорганизмов. Основные способы культивирования клеток микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	6	14
	Подготовка к практическим занятиям	4	8
	Выполнение индивидуальных заданий	2	4
	Подготовка к сдаче модуля	2	4
Раздел 5. Применение методов клеточной	Проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций,	5	14

биотехнологии в областях науки и отраслях производства	учебников, материалов сетевых ресурсов)		
	Подготовка к практическим занятиям	4	8
	Выполнение индивидуальных заданий	2	4
	Подготовка к сдаче модуля	2	4
Итого:		72	151

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. Хованова Е.В. Методические указания для выполнения контрольной работы по дисциплине «Клеточная биотехнология» для обучающихся по направлению 19.03.01 Биотехнология. - Мичуринск 2026.

4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы

Выполнение контрольной работы способствует углубленному усвоению положений дисциплины, показывает возможности обучающегося к самостоятельной работе над литературой.

Контрольная работа представляет собой форму самостоятельной работы обучающегося, позволяющую овладеть знаниями и навыками аналитической и исследовательской работы в рамках программы изучаемой учебной дисциплины.

Контрольная работа выполняется в виде письменных ответов на теоретические и практические вопросы, решения практических задач по вариантам, выполнения творческих заданий.

Письменные работы должны быть подготовлены самостоятельно, содержать совокупность аргументированных положений и выводов.

4.7. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение в дисциплину. Задачи, объекты и методы клеточной биотехнологии.

Основные законы естественнонаучных дисциплин, современные представления физической картины мира, пространственно-временных закономерности, строение вещества для понимания окружающего мира и явлений природы, биотехнологические процессы. Клеточная биотехнология (инженерия) – составная часть современной биотехнологии. Клеточная биотехнология как наука и отрасль производства. Предмет и объекты клеточной инженерии. Сущность и задачи клеточной биотехнологии.

Раздел 2. Культивирование клеток, тканей и протопластов растений. Суспензионные культуры. Культура одиночных клеток. Тотипотентность

История развития метода. Культивирование изолированных клеток, тканей и протопластов *in vitro* - основной метод клеточной биотехнологии. Роль культуры изолированных клеток и тканей в биотехнологии. Условия культивирования клеток, тканей и протопластов. Источники получения эксплантов. Питательные среды и основные принципы их составления.

Каллусная клетка как основной объект исследований клеточной биотехнологии. Физиологические и структурные особенности каллусных клеток. Морфологические типы культивируемых клеток. Цитодифференциация каллусных культур. Клеточный цикл. Понятия митотического и клеточного цикла. Особенности покоящихся и стареющих клеток. Старение клеток в связи со старением культур *in vitro*. Клеточный цикл и кривые роста клеточных культур. Особенности клеточного цикла каллусных клеток.

Каллусная ткань. Специфика каллусной ткани. Дедифференцировка как обязательное условие перехода специализированной клетки к делению и образованию ткани. Гормоны, индуцирующие дедифференцировку и переход клеток к делению. Генетическая неоднородность каллусных клеток, культивируемых *in vitro* Спонтанные мутации, соматональные вариации клеток каллусной ткани.

Способы культивирования каллусных тканей. Пересадка каллусной ткани на свежую питательную среду. Явление «привыкания», наблюдаемое при длительном культивировании каллусной ткани. Снижение или утрата способности к регенерации «у привыкших» тканей. Сходство и различия каллусных, опухолевых и нормальных клеток.

Суспензионные культуры, их получение, выращивание и основные характеристики. Использование суспензионных культур для получения веществ вторичного синтеза.

Культура одиночных клеток. Способы, облегчающие получения колоний из одиночных клеток: метод плейтинга, кондиционированные среды, кормящий слой, культура – няньки, микрокапли.

Тотипотентность растительных клеток, ее природа. Вторичная дифференцировка и морфогенез в культуре клеток. Типы вторичной дифференцировки: гистогенез, эмбриогенез, органогенез. Типы морфогенеза: органогенез (корневой, стеблевой, флоральный) и соматический эмбриогенез. Индукция морфогенеза с помощью фитогормонов и физических факторов.

Раздел 3. Основы культивирования животных клеток и тканей. Особенности культивирования клеток животных в условиях *in vitro*

Особенности культивирования клеток животных в условиях *in vitro*. Приживаемость клеток в культуре. Культивирование свежeweделенных клеток – первичные культуры. Субкультивирование. Иммобилизация клеток. Криоконсервирование культуры животных клеток. Гибридомы. Моноклональные антитела.

Раздел 4. Основы культивирования клеток микроорганизмов. Основные способы культивирования клеток микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов

Особенности культивирования клеток микроорганизмов *in vitro*. Основные способы культивирования микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов. Питательные среды для культивирования. Фазы роста и размножения клеток микроорганизмов при биотехнологическом производстве целевого продукта.

Раздел 5. Применение методов клеточной биотехнологии в областях науки и отраслях производства

Методы *in vitro* в селекции, растениеводстве, животноводстве, ветеринарии, микробиологии, биоконверсии, переработке и хранении сельскохозяйственной продукции. Биобезопасность при проведении работ по клеточной биотехнологии.

5. Образовательные технологии

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Слайдовые презентации. Электронные материалы.
Практические занятия	Обсуждение и анализ предложенных вопросов на аудиторных занятиях, индивидуальные доклады, сообщения, тестирование, собеседования.
Самостоятельная работа	Защита и презентация результатов самостоятельного исследования на занятиях

6. Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол- во
1	Введение в дисциплину. Задачи, объекты и методы клеточной биотехнологии	ПК-2; ПК-3; ПК-4	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы экзамена	20 2 3
2	Культивирование клеток, тканей и протопластов растений. Суспензионные культуры. Культура одиночных клеток. Тотипотентность	ПК-2; ПК-3; ПК-4	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы экзамена	20 8 16
3	Основы культивирования животных клеток и тканей. Особенности культивирования клеток животных в условиях in vitro	ПК-2; ПК-3; ПК-4	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы экзамена	20 5 4
4	Основы культивирования клеток микроорганизмов. Основные способы культивирования клеток микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов	ПК-2; ПК-3; ПК-4	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы экзамена	20 6 3
5	Применение методов клеточной биотехнологии в областях науки и отраслях производства	ПК-2; ПК-3; ПК-4	Тестовые задания Темы рефератов Вопросы экзамена	20 5 4

6.2. Перечень вопросов для экзамена

1. Физическая картина мира, пространственно-временные закономерности. Современные представления строения вещества для понимания окружающего мира и явлений природы (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
2. Биотехнологические процессы. Клеточная биотехнология (инженерия) – составная часть современной биотехнологии. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
3. Клеточная биотехнология как наука и отрасль производства. Предмет и объекты клеточной инженерии. Сущность и задачи клеточной биотехнологии. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
4. Культивирование изолированных клеток, тканей и протопластов in vitro - основной метод клеточной биотехнологии. Роль культуры изолированных клеток и тканей в биотехнологии. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
5. Условия культивирования клеток, тканей и протопластов. Источники получения эксплантов. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
6. Питательные среды и основные принципы их составления. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
7. Каллусная клетка как основной объект исследований клеточной биотехнологии. Физиологические и структурные особенности каллусных клеток. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
8. Морфологические типы культивируемых клеток. Цитодифференциация каллусных культур. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
9. Клеточный цикл. Понятия митотического и клеточного цикла. Особенности покоящихся и стареющих клеток. Старение клеток в связи со старением культур in vitro. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)

10. Клеточный цикл и кривые роста клеточных культур. Особенности клеточного цикла каллусных клеток. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
11. Каллусная ткань. Специфика каллусной ткани. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
12. Дедифференцировка как обязательное условие перехода специализированной клетки к делению и образованию ткани. Гормоны, индуцирующие дедифференцировку и переход клеток к делению. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
13. Генетическая неоднородность каллусных клеток, культивируемых *in vitro*. Спонтанные мутации, соматоклональные вариации клеток каллусной ткани. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
14. Способы культивирования каллусных тканей. Пересадка каллусной ткани на свежую питательную среду. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
15. Явление «привыкания», наблюдаемое при длительном культивировании каллусной ткани. Снижение или утрата способности к регенерации «у привыкших» тканей. Сходство и различия каллусных, опухолевых и нормальных клеток. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
16. Суспензионные культуры, их получение, выращивание и основные характеристики. Использование суспензионных культур для получения веществ вторичного синтеза. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
17. Культура одиночных клеток. Способы, облегчающие получения колоний из одиночных клеток: метод плейтинга, кондиционированные среды, кормящий слой, культура – няньки, микрокапли. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
18. Тотипотентность растительных клеток, ее природа. Вторичная дифференцировка и морфогенез в культуре клеток. Типы вторичной дифференцировки: гистогенез, эмбриогенез, органогенез. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
19. Типы морфогенеза: органогенез (корневой, стеблевой, флоральный) и соматический эмбриогенез. Индукция морфогенеза с помощью фитогормонов и физических факторов. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
20. Особенности культивирования клеток животных в условиях *in vitro*. Приживаемость клеток в культуре. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
21. Культивирование свежевыделенных клеток – первичные культуры. Субкультивирование. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
22. Иммобилизация клеток. Криоконсервирование культуры животных клеток. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
23. Гибридомы. Моноклональные антитела. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
24. Особенности культивирования клеток микроорганизмов *in vitro*. Основные способы культивирования микроорганизмов для осуществления биотехнологических процессов. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
25. Питательные среды для культивирования микроорганизмов *in vitro*. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
26. Фазы роста и размножения клеток микроорганизмов при биотехнологическом производстве целевого продукта. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
27. Методы клеточной биотехнологии в селекции, растениеводстве. (ПК-2; ПК-3; ПК-4)
28. Методы клеточной биотехнологии в животноводстве, ветеринарии.
29. Методы клеточной биотехнологии в микробиологии, биоконверсии, переработке и хранении сельскохозяйственной продукции.
30. Биобезопасность при проведении работ по клеточной биотехнологии.

6.3. Шкала оценочных средств

Оценка знаний, умений, навыков	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол. баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) «отлично»	Знает: - программный материал и новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; -основную литературу и знаком с дополнительно рекомендованной литературой; -основные термины и понятия дисциплины; Умеет: - выполнять предусмотренные программой задания; Владеет: - концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией.	Тестовые задания (31-40) Реферат (9-10) Вопросы для экзамена (35-50) баллов
Базовый (50 -74 балла) – «хорошо»	Знает: - Хорошо знает программный материал и новации лекционного курса по сравнению с учебной литературой; основную литературу и знаком с дополнительно рекомендованной литературой; основные термины и понятия дисциплины; Умеет: -хорошо умеет выполнять предусмотренные программой задания; Владеет: - концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией.	Тестовые задания (21-30) Реферат (7-10) Вопросы для экзамена (22-34)
Пороговый (35 - 49 баллов) – «удовлетворительно»	Знает: - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса физиологии растений, плохо знает основную литературу и плохо знаком с дополнительно рекомендованной литературой; затруднения с основными основными терминами и понятиями дисциплины; Умеет: -слабо умеет выполнять предусмотренные программой задания; Владеет: - затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины.	Тестовые задания (11-20) Реферат (5-8) Вопросы для экзамена (19-21)
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «неудовлетворительно»	Знает: - незнание, либо отрывочное представление об учебно-программном материале; Умеет: - не умеет выполнять предусмотренные программой задания; Владеет: - не владеет концептуально-понятийным	Тестовые задания (0-10) Реферат(0-6) Вопросы для экзамена (0-18)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) «Клеточная биотехнология»

7.1. Основная учебная литература:

1. Хованова Е.В. УМК по дисциплине «Клеточная биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки: 19.03.01- Биотехнология. Мичуринск, 2026.
2. Слюняев, В.П. Основы биотехнологии. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие. [Электронный ресурс] / В.П. Слюняев, Е.А. Плошко. — Электрон. дан. — СПб. : СПбГЛТУ, 2012. — 56 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/45316>

7.2 Дополнительная учебная литература:

1. Биотехнология Учебник / Грязнева Т.Н., Рубан Е.А., Тихонов И.В. под ред. Е.С.Воронина.- СПб.: ГИОРД, 2008.- 704 с.
2. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 333 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11790-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471541>

7.3. Методические указания по освоению дисциплины

1. Хованова Е.В. Методические указания по дисциплине «Клеточная биотехнология» для обучающихся по программе бакалавриата очной, заочной и дистанционной формы обучения по направлению: 19.03.01- Биотехнология. Мичуринск, 2026.
2. Хованова Е.В. УМКД по дисциплине «Клеточная биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки: 19.03.01- Биотехнология. Мичуринск, 2026.

7.4. Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

7.4.1. Электронно-библиотечная системы и базы данных

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.com/>) (договор на оказание услуг от 01.09.2025 № б/н (Сетевая электронная библиотека).

2. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 01.12.2025 № 04-УТ/2025).

3. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 01.09.2025 № 7326).

4. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25).

5. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 02.09.2024 № 101/НЭБ/4712-п).

6. Договор о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» Филиал «Специальная библиотека для слепых им. Н.А. Островского» (<https://www.tambovlib.ru>) (договор о сотрудничестве от 10.10.2024 № 0001).

7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 24.02.2026 № 12760 /13900/ЭС).

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 11.02.2026 № 194-01/2026).

7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 06.11.2025 № 505/2025)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
2	Антивирусное программное обеспечение	АО «Лаборатория Касперского»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165	Сублицензионный договор с ООО «Софтекс» от

	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	(Россия)			17.12.2025 № 6/н, срок действия: с 18.12.2025 по 17.12.2026
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 03641000008190000 12 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 03641000008230000 07 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 03641000008230000 07 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagius.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионн ый договор с АО «Антиплагиат» от 16.05.2025 № 10567, срок действия: с 16.06.2025 по 15.06.2026
7	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяем ое	-	-
8	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяем ое	-	-

7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOWiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>
2. Режим доступа: garant.ru - справочно-правовая система «ГАРАНТ»
3. Режим доступа: www.consultant.ru - справочно-правовая система «Консультант Плюс»

7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: miro.com
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello <http://www.trello.com>

7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии	Формируемые компетенции	ИДК
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	ПК-2	ИДК1 ПК-2
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	ПК-2	ИДК1 ПК-2

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д. 101, 2/32)	1. Жалюзи горизонтальные на три окна (инв. № 2101065486) 2. Интерактивная доска (инв. № 2101040205) 3. Системный комплект: процессор Intel Original LGA 1150, вентилятор Deepcool THETA 21, материнская плата ASUS H81M-K<S-1150 iH, память DDR3 4 Gd, жесткий диск 500 Gb, корпус MAXcase H4403, блок питания Aerocool 350W (инв. № 21013400740) 4. Проектор Viewsonic PJD6243 DLP 3200 lumens XGA 3000:1 HDMI 3D 5. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной	1. Платформа UP-12 BioSan для шейкера, универсальная для колб, бытолок и стаканов, 265'185мм для шейкеров OS-12, PSU-10i, ES-20 (инв. № 21013600789) 2. Фотометр КФК-3-01-"ЗОМЗ" фотоэлектрический (инв. № 21013600788) 3. Шейкер PSU-10i BioSan, орбитальный (50-450 об/мин, орбитальный, до 3кг) без платформы (инв. № 21013600790)	

аттестации (Учебная лаборатория физиологии растений) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/27)	4. Шейкер S-3 цифровой (платф. 168'168 об/мин, амплитуда 20мм, орбитальный, 10-250 об/мин) (инв.№21013600783) 5. Доска классная (инв.№41013602281) 6. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань (инв.№41013602311) 7. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№41013401728, 41013401727, 41013401726, 41013401725, 41013401724, 41013401723, 41013401722, 41013401721, 41013401720, 41013401719, 41013401718, 41013401717, 41013401716, 41013401715, 41013401714) 8. Настенный экран Lumien Master Picture 220-220 см (инв.№41013401710) 9. Проектор NEC M361X (инв.№41013401707) 10. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№41013401700) 11. Стол лабораторный химический (1200'600'750) столешн.пластик/каркас ал.профиль (инв.№41013602349, 41013602348, 41013602347, 41013602346, 41013602345, 41013602344, 41013602343, 41013602342, 41013602341, 41013602340, 41013602339, 41013602338, 41013602337) 12. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800'450'1950) полки пластик/каркас ал.профиль с замком (инв.№41013602358) 13. Испаритель ИР-1М3 ротационный (инв.№21013600785)	
Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональна я, дом № 101, 3/2396)	1. Доска классная (инв. № 2101063508) 2. Жалюзи (инв. № 2101062717) 3. Жалюзи (инв. № 2101062716) 4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Mb, монитор 19"АОС (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285) 5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569) 6. Моноблок iRU308 21.5 HD i3 3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web / клавиатура, мышь (инв. №	1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно). 3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282); 4. nanoCAD (версия 5.1

	21013400521, 21013400520) 7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186) 8. Компьютер торнадо Core-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117) 9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.	локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная). 5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16). 6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у)
--	---	---

Рабочая программа дисциплины «Клеточная биотехнология» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 736 от 10.08.2021.

Автор доцент, кандидат с.-х. наук _____ Хованова Е.В.

Рецензент: кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, землеустройства и кадастров Губин А.С.

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол № 9 от «18» апреля 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 8 от «18» апреля 2022 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от «21» апреля 2022 г.

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции семеноводства сельскохозяйственных культур, протокол №10 от 13 июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 11 от 19 июня 2023 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 22 июня 2023 г.).

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от «20» апреля 2023 г

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологии и селекции сельскохозяйственных культур (протокол № 11 от 3 мая 2024 г.).

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 10 от 20 мая 2024 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 23 мая 2024 г.).

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур, протокол № 10 от 08 апреля 2025 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 8 от 21 апреля 2025 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 8 от 23 апреля 2025 г.).

Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур, протокол № 10 от 10 апреля 2026 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 8 от 20 апреля 2026 г.).

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол № 7 от 22 апреля 2026 г.).

Оригинал документа хранится на кафедре садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур