

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 №8 от 23 апреля 2025 г.)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель учебно-методического  
совета университета  
Р.А. Чмир  
«23» апреля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ»**

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

Мичуринск, 2025 г.

## **1. Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями основания дисциплины являются получение знаний по основам экологической биотехнологии и их практического применения. Рассмотрение фундаментальных и прикладных аспектов экологической биотехнологии, включая традиционные и новые отрасли, основанные на применении объектов живой природы; микробных, растительных, животных клеток, клеточных структур и их метаболитов.

В задачи входит:

ознакомиться с биоиндикаторами экологического состояния окружающей среды; изучить основы биотехнологических производств;

рассмотреть биотехнологические разработки, связанные с решением экологических проблем.

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Согласно учебному плану дисциплина (модуль) «Экологическая биотехнология» относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» Часть, формируемая участниками образовательного процесса (Б1.В.13).

Для успешного освоения данного курса необходимы базовые знания в области органической химии, общей биологии и микробиологии, экологии физиологии человека и животных, вирусологии, основам токсикологии. Знания и навыки, приобретённые при изучении курса «Экологическая биотехнология», необходимы для прохождения Производственной практики научно-исследовательской работы, выполнения 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 26.008 Специалист- технолог в области природоохранных (Экологических) биотехнологий утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 21 декабря 2015 года № 1046 н)

Обобщенные трудовые функции (ОТФ)	Трудовые функции (ТФ)	Выбранные трудовые действия (ТД)
Мониторинг состояния окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий А	Осуществление экологической оценки состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий А/01.6	Планирование работ, определение границ территорий и объектов мониторинга поднадзорных территорий
		Сбор с поднадзорных территорий природных образцов и обеспечение их хранения до окончания исследования
		Проведение бактериологических исследований природных образцов
		Проведение токсикологических исследований природных образцов
		Анализ результатов исследований природных образцов
		Формирование заключения об экологическом состоянии поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий

	Оценка риска и осуществление мер профилактики возникновения очагов вредных организмов на поднадзорных территориях с применением природоохранных биотехнологий А/02.6	Разработка реестра антропогенных и природных факторов экологической опасности, проявляющихся на поднадзорных территориях
		Районирование оцениваемой территории по допустимой антропогенной нагрузке на компоненты окружающей среды
		Проведение лабораторных исследований и экспертиз биологического материала
		Определение структуры антропогенной нагрузки на компоненты окружающей среды
		Определение зон повышенной экологической опасности
		Применение биотехнологических приемов против появления очагов вредных организмов

Освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование следующих компетенций:

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов;

ПК-6- Способен проводить бактериологические, токсикологические исследования природных образцов, 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
Категория универсальных компетенций - Безопасность жизнедеятельности					

УК-8. Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов	ИД-1 <sub>УК-8</sub> – Анализирует факторы вредного и опасного влияния чрезвычайных ситуаций на природную среду и причины возникновения военных конфликтов	Не анализирует факторы вредного и опасного влияния чрезвычайных ситуаций на природную среду и причины возникновения военных конфликтов	Не всегда анализирует факторы вредного и опасного влияния чрезвычайных ситуаций на природную среду и причины возникновения военных конфликтов	Достаточно часто анализирует факторы вредного и опасного влияния чрезвычайных ситуаций на природную среду и причины возникновения военных конфликтов	Всегда анализирует факторы вредного и опасного влияния чрезвычайных ситуаций на природную среду и причины возникновения военных конфликтов
	ИД-2 <sub>УК-8</sub> – Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения	Не осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения	Не всегда осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения	Хорошо осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения	Отлично осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного происхождения
	ИД-3 <sub>УК-8</sub> – Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	Не выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	Плохо выявляет и устраивает проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	Достаточно хорошо выявляет и устраивает проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте	Свободно выявляет и устраивает проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте
	ИД-4 <sub>УК-8</sub> – Принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов,	Не принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов,	Плохо принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов,	Хорошо принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов,	Свободно принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов,

	конфликтов, оказывает первую помощь пострадавшим	оказывает первую помощь пострадавшим	и военных конфликтов, оказывает первую помощь пострадавшим	конфликтов, оказывает первую помощь пострадавшим	оказывает первую помощь пострадавшим
ПК-6- Способен проводить бактериологические, токсикологические исследования природных образцов, технических средств и технологических процессов с учетом экологических последствий их применения.	ИД-1 <sub>ПК-6</sub> Проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территории, применяя природоохранные биотехнологии	Не проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территории, применяя природоохранные биотехнологии	Не всегда проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территории, применяя природоохранные биотехнологии	Достаточно часто проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территории, применяя природоохранные биотехнологии	Всегда проводит экологическую оценку природных образцов, состояния территории, применяя природоохранные биотехнологии
	ИД-2 <sub>ПК-6</sub> 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-3 <sub>ПК-6</sub> 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 освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- биологические объекты, используемые в качестве биоиндикаторов экологического состояния окружающей среды;

- современные методы производства биологических препаратов;
  - области применения биопрепаратов и их экологическую значимость;
  - круг экологических проблем, решаемых в рамках биотехнологии и пути их решения;
- уметь:**
- использовать основные методы защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий;
  - оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
  - применять теоретические знания для решения практических вопросов рационального природопользования и охраны природы;
- владеть:**
- методами биологического обеспечения производства.

### **3.1. Матрица соотнесения тем/разделов учебной дисциплины (модуля) и формируемых в них профессиональных и общекультурных компетенций**

Темы, разделы дисциплины	Компетенции		
	УК-8	ПК-6	общее количество компетенций
Раздел 1. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды.	+	+	2
Раздел 2. Биотехнологии в сельском хозяйстве.	+	+	2
Раздел 3. Биоконверсия и биодеградация отходов с.-х. и промышленного производства	+	+	2
Раздел 4. Биоэнергетика.	+	+	2
Раздел 5. Биогидрометаллургия.	+	+	2
Раздел 6. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде.	+	+	2

### **4. Структура и содержание дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единицы, 216 академ. часа.

#### **4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы**

Виды занятий	Всего ак. часов	
	По очной форме обучения (7 семестр)	По заочной форме обучения (5 курс)
Общая трудоемкость дисциплины	216	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем	64	24
Аудиторные занятия, в т.ч.	64	24
лекции	32	9
практические занятия, всего	32	16
в том числе в форме практической подготовки	14	8
Самостоятельная работа:	116	183
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	56	103
подготовка к практическим занятиям	30	50

подготовка к сдаче модуля, экзамена	20	20
курсовая работа	10	10
Контроль	36	9
Вид итогового контроля	Экзамен, Курсовая работа	

#### 4.2. Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Раздел 1. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды.	4	2	УК-8; ПК-6
2	Раздел 2. Биотехнологии в сельском хозяйстве Природные среды. Почва. Биологические факторы и процессы в почве. Экосистемы и физико-химические показатели почвы..	6	2	УК-8; ПК-6
3	Раздел 3. Биоконверсия и биодеградация отходов с.-х. и промышленного производства Микробная трансформация. Микроорганизмы – деструкторы. Аэробные процессы при очистке сточных вод. Анаэробные процессы при очистке сточных вод.	6	2	УК-8; ПК-6
4	Раздел 4. Биоэнергетика. Система биокатализитического производства водорода. Биотрансформация растительных субстратов с целью получения этанола и органических кислот. Биоконверсия биомассы и отходов в метан.	6	1	УК-8; ПК-6
5	Раздел 5. Биогидрометаллургия. Бактериальное выщелачивание минерального сырья. Микроорганизмы, участвующие в выщелачивании сульфидных металлов. Выщелачивание куч и отвалов. Выщелачивание минеральных концентратов	4	1	УК-8; ПК-6
6	Раздел 6. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде. Загрязнение окружающей среды соединениями серы. Загрязнение водоемов биогенными элементами. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами. Загрязнение супертоксичными ксенобиотиками. Загрязнение ПАВ и СМС	6	1	УК-8; ПК-6
	Итого	32	9	

#### 4.3. Практические занятия

№ раздела	Наименование занятия	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Лихеноиндикация экологического состояния атмосферного воздуха (в форме	3	1	УК-8; ПК-6

	практической подготовки)			
1	Оценка экологического состояния водных ресурсов (в форме практической подготовки)	3	1	УК-8; ПК-6
1	Фитоиндикация почв в разных природных зонах	3	1	УК-8; ПК-6
2	Аллелопатические эффекты	3	1	УК-8; ПК-6
2	Фитопатогенные вирусы	3	1	УК-8; ПК-6
2	Производство биопрепаратов (инсектицидов, фунгицидов, гербицидов)	3	1	УК-8; ПК-6
3	Выявление ризосферных микроорганизмов (в форме практической подготовки)	3	1	УК-8; ПК-6
3	Определение запасов калия и фосфора в почве	3	1	УК-8; ПК-6
4	Биометаногенез	3	1	УК-8; ПК-6
4	Получение биогаза из органических остатков.	3	6	УК-8; ПК-6
6	Биотестирование летучих токсических веществ	2	1	УК-8; ПК-6
	Итого	32	16	

#### 4.4. Лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины	№	Вид СР	Объем акад. часов	
			очная форма обучения	заочная форма обучения
Раздел 1	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	18
	2	подготовка к практическим занятиям	5	9
	3	подготовка к сдаче модуля, экзамена	4	4
Раздел 2	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	18
	2	подготовка к практическим занятиям	5	9
	3	подготовка к сдаче модуля, экзамена	4	4
Раздел 3	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	17
	2	подготовка к контрольным работам, практическим занятиям	5	8
	3	подготовка к сдаче модуля, экзамена	3	3
Раздел 4	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	17
	2	подготовка к практическим занятиям	5	8
	3	подготовка к сдаче модуля, экзамена	3	3

Раздел 5	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	17
	2	подготовка к практическим занятиям	5	8
	3	подготовка к сдаче модуля, экзамена	3	3
Раздел 6	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	6	16
	2	подготовка к практическим занятиям	5	8
	3	подготовка к сдаче модуля, экзамена	3	3
Курсовая работа			10	10
Итого:			116	183

Перечень методических указаний по освоению дисциплины:

1. Дубровский М.Л., Белосохов Ф.Г. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Экологическая биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология. - Мичуринск, 2025.

#### 4.6 Курсовое проектирование

Важной формой самостоятельной работы обучающегося является выполнение курсовых работ, в том числе контрольной работы по данной дисциплине.

Цели выполнения работы:

- систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний и умений применять их для решения конкретных практических задач;
- развитие навыков самостоятельной научной работы (планирование и проведение исследования, работа с научной и справочной литературой, нормативными правовыми актами, интерпретация полученных результатов, их правильное изложение и оформление).

Задания курсовой работы направлены на закрепление теоретических знаний обучающегося и овладения методами экологического исследования.

Перечень тем для выполнения курсовой работы представлены в методических указаниях для выполнения курсовой работы.

#### 4.8. Содержание разделов дисциплины

##### Раздел 1. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды.

Биологические индикаторы царства растений, царства животных, прокариоты. Растительная индикация почв, месторождений полезных ископаемых. Биоиндикация экологического состояния почвы, воды, воздуха (лихеноиндикаци, методы Майера, Вудивиса, метод оценки содержания тяжелых металлов по тест-объекту – ряска). Биосфера. Экосистема. Перенос энергии и вещества пищевым цепям. Эволюция и изменчивость экосистем. Сукцессия

##### Раздел 2. Биотехнологии в сельском хозяйстве.

Использование биотехнологии в сельском хозяйстве с целью улучшения экологической обстановки. Биологические средства защиты человека, сельскохозяйственных растений и животных от вредителей и болезней. Роль энтомофагов. Растительные, грибные, бактериальные и вирусные инсектициды. Повышение плодородия почв путем использования органических удобрений, седиратов, бактериальных препаратов. Создание ассоциаций с клубеньковыми, азотфиксирующими свободно живущими бактериями, цианобактериями и грибами. Взаимодействие живых организмов в природе (аттрактантами, аллелопатия и т.п.). Основные принципы органического земледелия и методы их реализации.

##### Раздел 3. Биоконверсия и биодеградация отходов с.-х. и промышленного производства.

Биоконверсия растительных материалов и отходов. Механизмы микробной деградации растительных субстратов. Ферментативное превращение целлюлозы в сахара. Получение

белковых препаратов пищевого и кормового назначения на основе растительного сырья. Способы промышленного культивирования микроводорослей. Биологическая переработка промышленных отходов. Биологическая очистка сточных вод с применением микроводорослей и других объектов. Состав активного ила сточных вод. Аэробная очистка. Гетеротрофные и автотрофные микроорганизмы. Анаэробная очистка. Метантенки и метанобразующие бактерии. Способы очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

#### **Раздел 4. Биоэнергетика.**

Иммобилизированные клетки. Методы клеточной иммобилизации. Типы реакторов с иммобилизованными клетками. Производительность реакторов с иммобилизованными клетками. Преобразование энергии. Система биокаталитического производства водорода. Биотрансформация растительных субстратов с целью получения этанола и органических кислот. Биоконверсия биомассы и отходов в метан.

#### **Раздел 5. Биогидрометаллургия.**

Микробное выщелачивание металлов. Превращение, накопление и иммобилизация металлов микроорганизмами. Анаэробные процессы при очистке сточных вод. микробиологические аспекты процесса. Токсичность и ингибирирование. Промышленные аппараты для сбраживания. Реакторы с неподвижной биопленкой

#### **Раздел 6. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде.**

Биологическая очистка газов. Биотехнологии ликвидации нефтяных загрязнений в почве и воде. Использование биотехнологий в ликвидации радиоактивного загрязнения.

### **5. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлениям подготовки реализация компетентностного подхода с необходимостью предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и других инновационных технологий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития личностных и профессиональных навыков обучающихся.

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Электронные материалы, использование мультимедийных средств, раздаточный материал
Практические занятия	Обсуждение и анализ предложенных вопросов их аудиторных занятиях, индивидуальные доклады, тестирование
Самостоятельные работы	Защита и презентация результатов самостоятельного исследования на занятиях

### **6. Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)**

#### **6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Экологическая биотехнология»**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемо й компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол-во
1	Раздел 1. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды.	УК-8; ПК-6	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	10 2 8
2	Раздел 2. Биотехнологии в сельском хозяйстве.	УК-8; ПК-6	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	10 2 10
3	Раздел 3. Биоконверсия и биодеградация отходов с.-х. и промышленного	УК-8; ПК-6	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	10 2 10

	производства			
4	Раздел 4. Биоэнергетика.	УК-8; ПК-6	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	10 2 10
5	Раздел 5. Биогидрометаллургия.	УК-8; ПК-6	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	10 2 3
6	Раздел 6. Биодеградация ксенобиотиков в окружающей среде.	УК-8; ПК-6	Тестовые задания Реферат Вопросы для экзамена	10 2 9

## 6.2. Перечень вопросов для экзамена

1. Цель и задачи биомониторинга. (УК-8; ПК-6)
2. Методы биомониторинга. (УК-8; ПК-6)
3. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды. (УК-8; ПК-6)
4. Биологические индикаторы царства растений (УК-8; ПК-6)
5. Биологические индикаторы царства животных (УК-8; ПК-6)
6. Специфические и неспецифические индикаторные реакции водных животных и растений. (УК-8; ПК-6)
7. «Активный» и «пассивный» биомониторинг.(УК-8; ПК-6)
8. Особенность биоиндикации на клеточном, организменном, популяционном и ценотическом уровнях.(УК-8; ПК-6)
9. Формальная кинетика процессов очистки сточных вод (УК-8; ПК-6)
10. Биохимия и микробиология.(УК-8; ПК-6)
11. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. (УК-8; ПК-6)
12. Типы и устройство метанотенков.(УК-8; ПК-6)
13. Ликвидация и переработка твердых бытовых отходов. (УК-8; ПК-6)
14. Биометаногенез и компостирование – микробиология, биохимия и параметры процесса. (УК-8; ПК-6)
15. Обезвреживание токсических продуктов. (УК-8; ПК-6)
16. Деградация ксенобиотиков. (УК-8; ПК-6)
17. Основные принципы микробной трансформации ксенобиотиков.(УК-8; ПК-6)
18. Трансгенные микроорганизмы – эффективные биодеструкторы ксенобиотиков и нефтепродуктов.(УК-8; ПК-6)
19. Преимущества и недостатки фитобиоремедиации.(УК-8; ПК-6)
20. Технологии фитобиоремедиации: ризофильтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение.(УК-8; ПК-6)
21. Микроборемедиация. (УК-8; ПК-6)
22. Агенты микроборемедиации. (УК-8; ПК-6)
23. Преимущества микроборемедиации.(УК-8; ПК-6)
24. Микробная и микробно-ферментативная биотехнология.(УК-8; ПК-6)
25. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов: биоремедиация *insitu*, биоремедиация *exsitu*.(УК-8; ПК-6)
26. Количество и качество отходов. (УК-8; ПК-6)
27. Утилизация и конверсия. (УК-8; ПК-6)
28. Сырой активный ил. Переработка ила.(УК-8; ПК-6)
29. Переработка растительных отходов.(УК-8; ПК-6)
30. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. (УК-8; ПК-6)
31. Типы и устройство метанотенков.(УК-8; ПК-6)

32. Биометаногенез – микробиология, биохимия и параметры процесса. Ликвидация и переработка отходов свалок. (УК-8; ПК-6)
33. Компостирование. (УК-8; ПК-6)
34. Обезвреживание токсических продуктов. (УК-8; ПК-6)
35. Новейшие методы деградации ксенобиотиков. (УК-8; ПК-6)
36. Иммобилизованные клетки и ферменты. Принципы и методы иммобилизации. Свойства иммобилизованных биосистем. (УК-8; ПК-6)
37. Типы реакторов с иммобилизованными клетками. (УК-8; ПК-6)
38. Реакторы полного смешения. (УК-8; ПК-6)
39. Реакторы с псевдоожиженным слоем. (УК-8; ПК-6)
40. Реакторы с неподвижным слоем. (УК-8; ПК-6)
41. Эрлифтные аппараты и анаэробные биореакторы (УК-8; ПК-6)
42. Характеристика процессов, относящихся к «зеленой» биотехнологии. (УК-8; ПК-6)
43. Молекулярно-генетические методы, разрабатываемые для получения препаратов сельскохозяйственного назначения. (УК-8; ПК-6)
44. Пролонгированные препараты нового поколения для доставки средств защиты культурных растений и удобрений. (УК-8; ПК-6)
45. Полигидроксиалканоаты – характеристика, субстраты и способы получения, штаммы-продуценты. (УК-8; ПК-6)
46. Принципы биоразрушения ПГА. Факторы, влияющие на скорости биораспада ПГА в природе. (УК-8; ПК-6)
47. Основные стадии реализации проекта и инструменты экологического менеджмента, применяемые на каждой из стадий. (УК-8; ПК-6)
48. Основные группы стандартов серии ИСО 14000. (УК-8; ПК-6)
49. Основные этапы внедрения системы экологического менеджмента в соответствии с требованиями стандарта ИСО 14001 и их характеристика. (УК-8; ПК-6)
50. Принципы ранжирования воздействий предприятия на окружающую среду. (УК-8; ПК-6)

### 6.3. Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол. баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) соответствует оценке «отлично»	<p>Отличное знание основных терминов и понятий экологической биотехнологии; научных основ современных методов аналитики состояния объектов окружающей среды; биоиндикации и биомониторинга; методологии биоинженерии.</p> <p>Отлично уметь оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p> <p>Отличное владение навыком проводить экологический анализ биотехнологическими методами, применять методы анализа при изучении экологической обстановки.</p>	<p>Тестовые задания (36-40 баллов)</p> <p>Реферат (8-10 баллов)</p> <p>Вопросы для экзамена (31-50 баллов)</p>
Базовый (50 -74 балла) – соответствует оценке «хорошо»	<p>Хорошее знание основных терминов и понятий экологической биотехнологии; научных основ современных методов аналитики состояния объектов окружающей среды; биоиндикации и биомониторинга; методологии биоинженерии.</p>	<p>Тестовые задания (24-35)</p> <p>Реферат (5- 9 баллов)</p> <p>Вопросы для экзамена (21-30)</p>

	<p>Хорошо уметь оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p> <p>Хорошее владение навыком проводить экологический анализ биотехнологическими методами, применять методы анализа при изучении экологической обстановки.</p>	
Пороговый (35 - 49 баллов) – соответствует оценке «удовлетворительно»	<p>Удовлетворительное знание основных терминов и понятий экологической биотехнологии;</p> <p>научных основ современных методов аналистики состояния объектов окружающей среды; биоиндикации и биомониторинга; методологии биоинженерии.</p> <p>Удовлетворительно уметь оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p> <p>Удовлетворительное владение навыком проводить экологический анализ биотехнологическими методами, применять методы анализа при изучении экологической обстановки.</p>	Тестовые задания (15-24 балла) Реферат (5 баллов) Вопросы для экзамена (15-20)
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – соответствует оценке «неудовлетворительно»	<p>Неудовлетворительное знание основных терминов и понятий экологической биотехнологии;</p> <p>научных основ современных методов аналистики состояния объектов окружающей среды; биоиндикации и биомониторинга; методологии биоинженерии.</p> <p>Неудовлетворительно уметь оценивать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения</p> <p>Неудовлетворительное владение навыком проводить экологический анализ биотехнологическими методами, применять методы анализа при изучении экологической обстановки.</p>	Тестовые задания (менее 15 баллов) Реферат (0-4 балла) Вопросы для экзамена (менее 15 баллов)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная учебная литература:

1. Белосохов Ф.Г. УМКД «Экологическая биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология.- Мичуринск, 2025.
2. Экологическая биотехнология [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.А. Сazonova .— Саратов : ФГБОУ ВПО "Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова", 2012 .— 106 с. : ил. — Режим доступа: <https://rucont.ru/efd/208923>
3. Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник/В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, Е.З. Кочива и др.; М.: Высш.шк., 2003.
4. Введение в биотехнологию. Версия 1.0 [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. комплекс / Т. Г. Волова, Н. А. Войнов, Е. И. Шишацкая, Г. С. Калачева. – Электрон. дан. (91 Мб). – Красноярск : ИПК СФУ, 2008. (Номер гос. регистрации в ФГУП НТЦ «Информрегистр» 0320802394 от 21.11.2008 г.).

## **7.2. Дополнительная учебная литература:**

1. Основы биотехнологии. В 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для СПО / Л. В. Назаренко [и др.]. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 219 с. — (Серия : Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07843-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/441964> (дата обращения: 07.05.2019).
2. Каплин, В. Г. Основы экотоксикологии / В. Г. Каплин. — М.: Колос, 2006. — 231 с.

## **7.3. Методические указания по освоению дисциплины**

1. Дубровский М.Л., Белосохов Ф.Г. Методические указания по проведению практических занятий по дисциплине «Экологическая биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология. - Мичуринск, 2025.
2. Дубровский М.Л., Белосохов Ф.Г. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Экологическая биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология. - Мичуринск, 2025.

## **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.ru/>) (договор на оказание услуг от 03.04.2024 № 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 09.04.2024 № 05-УТ/2024)
3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 26.04.2024 № 1901/БП22)
4. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 07.05.2024 № 6555)
5. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru/>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)
6. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 02.02.2024 № 101/НЭБ/4712-п)

7. Соглашение 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 плоскопечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

#### **7.4.2. Информационные справочные системы**

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 28.02.2025 № 12413 /13900/ЭС).
2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 28.02.2025 № 194-01/2025).

#### **7.4.3. Современные профессиональные базы данных**

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 05.09.2024 № 512/2024)
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 распространяющееся)	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 Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?spnphrase_id=415165">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?spnphrase_id=415165</a>	Сублицензионный договор с ООО «Софтекс» от 09.12.2024 № б/н, срок действия: с 09.12.2024 по 09.12.2025
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?spnphrase_id=2698444">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?spnphrase_id=2698444</a>	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?spnphrase_id=4435041">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?spnphrase_id=4435041</a>	Контракт с ООО «Софтекс» от 24.10.2023 № 036410000082300000

					7 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?phrase_id=4435015">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?phrase_id=4435015</a>	Контракт с ООО «Софтекс» от 24.10.2023 № 036410000082300000 7 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» ( <a href="https://docs.antiplagiat.us.ru">https://docs.antiplagiat.us.ru</a> )	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?phrase_id=2698186">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?phrase_id=2698186</a>	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 23.05.2024 № 8151, срок действия: с 23.05.2024 по 22.05.2025
7	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVu	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
8	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVu	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

#### 7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOWiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>
2. Государственный доклад состоянии окружающей среды <http://www.ecocom.ru/arhiv/ecocom/officinf.html>
3. «Россия в окружающем мире» (ежегодник) <http://eco-mnepu.narod.ru/book/>
4. Сайты:
5. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации <http://www.mnr.gov.ru>
6. Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору <http://www.gosnadzor.ru>
7. Гильдии экологов <http://www.ecoguild.ru>
8. Гринпис Российское представительство <http://www.greenpeace.org/russia/ru/>
9. WWF (Всемирный фонд дикой природы) <http://www.wwf.ru/>
10. Центр экологической политики России и др. сайты государственных и общественных экологических организаций <http://www.ecopolICY.ru>

#### 7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: [miro.com](https://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	УК-8	ИД-2 <sub>ПК-6</sub>
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	УК-8	ИД-2 <sub>ПК-6</sub>

#### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 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 Gb, 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 аттестации (Учебная лаборатория микробиологии) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/29)	1. Сушильный шкаф СМ 50/250-500-ШС (инв.№ 41013401713) 2. Весы электронные (инв.№2101040151) 3. Камера КБУ-1 СПУ мод 9001 бактерицидная ультрафиолетовая для хранения стерильных инструментов (инв. № 21013600786) 4. Колбонагреватель UT- 4100 ULAB (500мл+450 град) (инв.№ 21013600787) 5. Ультразвуковая мойка (ванна) UitcLEAN-3 DT (3 л) (инв.№ 21013600791) 6. Доска классная (инв.№ 41013602279) 7. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань (инв.№ 41013602313) 8. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№ 41013401743, 41013401742, 41013401741, 41013401740, 41013401739, 41013401738, 41013401737, 41013401736, 41013401735, 41013401734, 41013401733, 41013401732, 41013401731, 41013401730, 41013401729, 41013401745, 41013401744) 9. Настенный экран Lumien Master Picture 220-220 см (инв.№ 41013401708) 10. Прибор для измерения (НІ 2215-2	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).

	<p>микропроцессорный рН/ С - метр с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией) (инв.№ 41013401712)</p> <p>11. Проектор NEC M361 X (инв.№ 41013401705)</p> <p>12. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство для чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№ 41013401698)</p> <p>13. Стол лабораторный химический (1200x600x750) столешн. пластик/каркас ал. профиль (инв.№ 41013602351, 41013602350, 41013602336, 41013602335, 41013602334, 41013602333, 41013602332, 41013602331, 4103602330, 41013602329, 41013602328, 41013602327, 41013602326, 41013602325, 41013602324, 41013602323, 41013602322)</p> <p>14. Шейкер-инкубатор ES- 20/60 с платформой Р-16/250, BioSan, с держателем для 16 штук 250 мл колб/стак. BS-010135-СК (инв.№ 21013400713)</p> <p>15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой. (инв.№ 41013401711)</p> <p>16. Ультротермостат (инв.№ 1101040311)</p> <p>17. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800x450x1950) полки пластик/каркас ал. профиль с замком (инв. № 41013602357)</p>	
Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239б)	<p>1. Доска классная (инв. № 2101063508)</p> <p>2. Жалюзи (инв. № 2101062717)</p> <p>3. Жалюзи (инв. № 2101062716)</p> <p>4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Mb, монитор 19"AOC (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285)</p> <p>5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569)</p> <p>6. Моноблок iRU308 21.5 HD i3 3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520)</p> <p>7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186)</p> <p>8. Компьютер торнадо Сope-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117)</p> <p>9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС</p>	<p>1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).</p> <p>2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).</p> <p>3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282);</p> <p>4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная).</p> <p>5. Программный комплекс «ACT-Тест Plus» (лицензионный договор от</p>

	университета.	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 (модуля) «Экологическая биотехнология» составлена согласно ФГОС ВО по направлению 19.03.01 – Биотехнология, (уровень бакалавриата) утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 736 от 10.08.2021.

Автор: Белосохов Ф.Г. доцент кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур, канд. с.х. наук

Рецензент: Л.В. Бобрович, профессор кафедры агрохимии, почвоведения и агроэкологии

*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 Плодовоощного 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 переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологии и селекции сельскохозяйственных культур (протокол № 11 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 переработана и дополнена 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 агробиотехнологий 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 агробиотехнологий 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.).

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