

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

Кафедра технологических процессов и техносферной безопасности

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)**  
**«ИНЖЕНЕРНЫЕ ОСНОВЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ»**

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

Мичуринск, 2025 г.

### 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины являются формирование теоретических и практических знаний об аппаратном обеспечении биотехнологических процессов и управлении качеством биотехнологических производств, с соблюдением требований национальных и международных нормативных актов.

В задачи входит:

- изучить порядок проектирования и расчета отдельных стадий биотехнологического процесса с использованием стандартных средств автоматизации проектирования,
- изучить средства микробиологической защиты окружающей среды от влияния промышленного производства.

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

Дисциплина «Инженерные основы в биотехнологии» относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)», Часть, формируемая участниками образовательных отношений Б1.В.11.

Для освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными понятиями следующих дисциплин: «Математика», «Информатика», «Физика», «Биофизика», «Электротехника и электроника», «Прикладная механика». Знания и навыки, приобретённые при изучении курса «Инженерные основы в биотехнологии» необходимы при освоении следующих дисциплин: «Основы проектирования и оборудование предприятий биотехнологической промышленности», Биотехнология утилизации и очистки отходов с.-х. производства», «Промышленная биотехнология», а также при прохождении производственной технологической и производственной практики научно-исследовательская работа, выполнения ВКР.

### 2. 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 21 декабря 2015 года № 1046 н)

Обобщенные трудовые функции (ОТФ)	Трудовые функции (ТФ)	Выбранные трудовые действия (ТД)
Ведение технологического процесса производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности	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
		Учет сырья и готовой продукции на базе стандартных и сертификационных испытаний производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности в целях обеспечения нормативов выхода готовой продукции в соответствии с технологическими инструкциями
		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
		Разработка мероприятий по предупреждению и устранению причин брака продукции на основе данных технологического контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции в процессе производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности
		Контроль над соблюдением технологической дисциплины в цехах и правильной эксплуатацией технологического оборудования по производству биотехнологической продукции для пищевой промышленности
		Разработка методов технического контроля и испытания готовой продукции в процессе производства биотехнологической продукции для пищевой промышленности

Освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование следующих компетенций:

УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений

ПК-1 Способен владеть основными методами, приемами планирования и проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных результатов в своей профессиональной области

ПК-4 Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать современные технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции

ПК-5 Способен к реализации и управлению биотехнологическими процессами

ПК-7 Способен обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и охраны труда

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 - Разработка и реализация проектов					
УК-2. Способен	ИД-1 <sub>УК-2</sub> – Формулирует	Не умеет формулировать	Плох формулирует	Хорошо формулирует	На высоком уровне

определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	ь в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	т в рамках проекта совокупность взаимосвязанных задач, слабо определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих достижение поставленной цели; определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение, определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач
	ИД-2 <sub>ук-2</sub> – Планирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Не планирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Недостаточно планирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Достаточно хорошо решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Успешно находит решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
	ИД-3 <sub>ук-2</sub> – Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время и недостатки	Не решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время и недостатки	Плохо решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время и недостатки	Хорошо решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время и недостатки	Отлично решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время и недостатки
	ИД-4 <sub>ук-2</sub> – Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта Публично представляет результаты	Не умеет публично представлять результаты решения конкретной задачи проекта	Неуверенно представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Достаточно четко представляет результаты решения конкретной задачи проекта	Свободно представляет результаты решения конкретной задачи проекта

	решения конкретной задачи проекта				
ПК-1 Способен владеть основными методами, приемами планирования и проведения экспериментальных исследований, обработки и представления полученных результатов в своей профессиональной области	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> – Владеет основными методами и приемами планирования экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Не владеет основными методами и приемами планирования экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Слабо владеет основными методами и приемами планирования экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Владеет хорошо основными методами и приемами планирования экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	Свободно владеет основными методами и приемами планирования экспериментальных исследований в профессиональной деятельности
	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> – Проводит закладку опытов и первичный анализ экспериментальных данных	Не проводит закладку опытов и первичный анализ экспериментальных данных	Не достаточно проводит закладку опытов и первичный анализ экспериментальных данных	Хорошо проводит закладку опытов и первичный анализ экспериментальных данных	Отлично проводит закладку опытов и первичный анализ экспериментальных данных
	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> – Применяет методы математической обработки и представления результатов эксперимента	Не применяет методы математической обработки и представления результатов эксперимента	Не достаточно применяет методы математической обработки и представления результатов эксперимента	Хорошо применяет методы математической обработки и представления результатов эксперимента	Свободно применяет методы математической обработки и представления результатов эксперимента
ПК-4. Способен осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать современные технические средства для измерения основных параметров биотехнологич	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> – Применяет методы подбора и эксплуатации технологического оборудования при производстве биотехнологической продукции	Не может формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Не может определять ожидаемые результаты	Не достаточно четко может формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение.	В достаточной степени может формулировать в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Достаточно	Отлично формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Четко может определять

еских процессов, свойств сырья и продукции		решения выделенных задач.	Не достаточно четко может определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.	четко может определять ожидаемые результаты решения выделенных задач.	ожидаемые результаты решения выделенных задач.
	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> – Проводит оптимизацию технологических процессов производства биотехнологической продукции на базе стандартных пакетов прикладных программ	Не может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Недостаточно четко может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Достаточно хорошо может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.	Успешно может проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.
ПК-5 Способен к реализации и управлению биотехнологическими процессами	ИД-1 <sub>ПК-5</sub> – Применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса	Не применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса	Не достаточно применяет способы организации производства и эффективно работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса	В достаточной степени применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса	Свободно применяет способы организации производства и эффективной работы трудового коллектива на основе современных методов управления биотехнологического процесса
К-7. Способен обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии,	ИД-1 <sub>ПК-7</sub> – Владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной	Не владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной	Не всегда владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной	Достаточно часто владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной	свободно владеет правилами техники безопасности и охраны труда в профессиональной

пожарной безопасности и охраны труда	ьной деятельности	деятельности	льной деятельности и	ьной деятельности	льной деятельности
	ИД-2 <sub>ПК-7</sub> — Применяет правила производстве нной	Не применяет правила производстве нной санитарии	Не всегда приме няет правила производств енной	Достаточно часто применяет правила производстве	Всегда применяет правила производств енной

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

*знать:*

- основные принципы организации биотехнологического производства, его иерархическую структуру;
  - методы оценки эффективности производства;
  - принципиальную схему биотехнологического производства;
  - экономические критерии оптимизации производства; особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
  - биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
  - закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов;
  - методы расчета основных параметров биотехнологических процессов и оборудования;
  - методы очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
  - технологический процесс в соответствии с регламентом, с техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;
  - управление биотехнологическими процессами.
- уметь:*
- осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий;
  - работать с научно-технической информацией, использовать российский и международный опыт в профессиональной деятельности
  - использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
  - выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства;
  - выбирать ферментационное и вспомогательное оборудование, производить его расчет, выбрать режим его стерилизации.

*владеть:*

- способностью определять способы и методы инженерных технологий для осуществления биотехнологических процессов;
- средствами инженерного обеспечения биотехнологических процессов.

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

Темы, разделы дисциплины	Компетенции					Общее количество компетенций
	УК-2	ПК-1	ПК-4	ПК-5	ПК-7	
Основы биоинженерии. Общие сведения о биотехнологических процессах. Стадии биотехнологических производств	+	+	+	+	+	5
Биореакторы. Контроль и управление процессами ферментации	+	+	+	+	+	5
Биотехнология защиты окружающей среды. Очистка сточных вод и воздуха биотехнологическими методами	+	+	+	+	+	5
Основы биоэнергетики. Нормативные документы биотехнологических производств	+	+	+	+	+	5

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часа.

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

Виды занятий	Всего акад. часов	
	По очной форме обучения 6 семестр	По заочной форме обучения 4 курс
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем	36	12
Аудиторные занятия, в т.ч.	36	12
лекции	18	4
практические занятия	18	8
Самостоятельная работа:	72	123
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	28	54
подготовка к контрольным работам, семинарам, коллоквиуму	14	49
выполнение индивидуальных заданий	10	10
подготовка к сдаче модуля	10	-
курсовая работа	10	10
Контроль	36	9
Вид итогового контроля	Экзамен	

##### 4.2. Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная	заочная	



		форма обучения	форма обучения	
1	Основы биоинженерии. Общие сведения о биотехнологических процессах. Основные стадии биотехнологических производств	6	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
2	Биореакторы. Классификация и принцип работы	4	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
3	Основные характеристики процесса ферментации	2		УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
4	Основные технологические параметры, контроль и управление биотехнологическим процессом	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
5	Биологические методы очистки сточных вод. Биологические методы очистки газов	2		УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
6	Аппаратурное оформление биоэнергетических процессов. Нормативные документы биотехнологических производств	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
	Итого	18	4	

#### 4.3. Практические занятия

№	Наименование занятия	Объем в акад. часах		Формируемы е компетенции
		очная форма обучения	заочная форма обучения	
1	Исследование тепловыделения и потребления кислорода при росте бактерий	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
2	Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов.	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
3	Расчет стехиометрических коэффициентов. Определение межфазной поверхности в газожидкостном биореакторе	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
4	Определение материального баланса по кислороду	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
5	Расчет производительности ферментатора по объему и определение его конструктивных размеров	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
6	Расчет барботажного биореактора	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
7	Значение и принципы стерилизации биотехнологических производств	2	-	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
8	Изучение основных характеристик и принципов	1	-	УК-2; ПК-1;

	работы устройств биологической очистки сточных вод			ПК-4; ПК-5; ПК-7
9	Основы расчета биореакторов периодического действия	2	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
10	Расчет геометрических размеров установки для биологической фильтрации газов	1	1	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7
Итого		18	8	

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел дисциплины	№	Вид СР	Объем в акад. час	
			очная форма обучения	заочная форма обучения
Основы биоинженерии. Общие сведения о биотехнологических процессах. Стадии биотехнологических производств	1	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	14	30
	2	подготовка к контрольным работам, коллоквиуму	7	29
	3	выполнение индивидуальных заданий	4	4
	4	подготовка к сдаче модуля	2	-
Биореакторы. Контроль и управление процессами ферментации	5	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	14	24
	6	подготовка к сдаче модуля	4	-
	7	выполнение индивидуальных заданий	4	4
Биотехнология защиты окружающей среды. Очистка сточных вод и воздуха биотехнологическими методами	8	подготовка к контрольным работам, коллоквиуму	7	20
	9	подготовка к сдаче модуля	2	-
Основы биоэнергетики. Нормативные документы биотехнологических производств	10	выполнение индивидуальных заданий	2	2
	11	подготовка к сдаче модуля	2	-
Курсовая работа			10	10
Итого:			72	123

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине:

1. Криволапов И.П. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Инженерные основы в биотехнологии» для обучающихся по направлению 19.03.01 Биотехнология. - Мичуринск, 2025.

2. Криволапов И.П. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Инженерные основы в биотехнологии» для обучающихся по направлению 19.03.01 Биотехнология. - Мичуринск, 2025

#### **4.6 Курсовое проектирование**

Курсовое проектирование предполагает изучение информационных и нормативных источников, фундаментальной научной и методической литературы, монографий, статей в периодических изданиях, требует анализа исследований отечественных и зарубежных ученых в области выбранной тематики.

Необходимость достаточно полного раскрытия выбранной темы курсовой работы, изучения и выявления проблем требуют от обучающихся углубленного исследования отдельных вопросов проведения биотехнологических процессов, их аппаратного обеспечения, соблюдение необходимых режимов и параметров производства, а также комплексного подхода направленного на достижение целей и решение поставленных задач.

Задачами при выполнении курсовой работы являются:

1. обоснование актуальности темы и ее значения для развития биоинженерных процессов;

2. расширение и углубление теоретических знаний о протекании различных процессов биотехнологического производства;

3. получение практических знаний о проведении расчета отдельных элементов биотехнологического процесса;

4. обоснование рекомендаций, направленных на совершенствование анализируемых процессов;

5. получение навыков творческой работы, подготовке к проведению самостоятельных научных исследований, овладению методикой научного исследования;

6. анализ информации о протекании процессов и формулирование общих выводов.

Курсовой проект выполняется под руководством назначенного руководителя. По специальным вопросам для консультирования могут привлекаться преподаватели по смежным дисциплинам. Руководитель курсовой работы осуществляет ее текущее руководство, которое заключается в систематических консультациях с целью оказания организационной и научно-методической помощи обучающемуся, контроля за выполнением работы в соответствии с графиком, проверки содержания и оформления завершенной работы.

Курсовой проект выполняется в соответствии с заданием, в котором приводятся тема проекта, дополнительные исходные данные, уточняющие или ограничивающие тему, специальный вопрос, перечень вопросов, подлежащих разработке и отражению в пояснительной записке и графической части проекта, срок сдачи законченного проекта. Задание оформляется на специальном бланке.

Разработка специального вопроса должна показать умение глубоко разбираться в одном узком вопросе, например: аппаратное обеспечение процессов стерилизации, технологическое обеспечение биоэнергетических процессов и т.д. Темой специального вопроса может быть приборное оснащение биолaborатории по оценке и контролю качества выпускаемой продукции, разработка и расчет отдельных видов оборудования для конкретных технологических операций или биотехнологических стадий.

Примерная тематика курсовых работ:

1. Проектирование линии производства биоэтанола «мокрым» способом.
2. Проектирование линии производства белково-витаминных концентратов с разработкой винтовой мешалки.
3. Проектирование линии производства витамина В<sub>12</sub> с разработкой лопастной мешалки
4. Проектирование линии производства лекарственных препаратов с разработкой открытой турбинной мешалки
5. Проектирование линии производства биогаза с разработкой метанотенка.
6. Проектирование линии производства биодизеля с разработкой топливного модуля.
7. Проектирование линии производства кормового лизина с разработкой рамной мешалки.
8. Проектирование линии производства кормовых дрожжей с разработкой якорной мешалки.
9. Производство бактериальных препаратов с обоснованием шнековой мешалки.
10. Разработка линии производства продуктов микробного синтеза с разработкой ферментатора с механическим перемешиванием и вращающимися аэраторами.
11. Разработка биотехнологического процесса производства ацетона
12. Разработка биотехнологического процесса производства вина барботажным способом
13. Разработка биотехнологического процесса производства молочной кислоты
14. Разработка биотехнологического процесса производства пищевого этанола
15. Разработка линии производства ферментных препаратов с разработкой мешалки ленточного типа.
16. Разработка технологической схемы стерилизации питательной среды с обоснованием выдерживателя.
17. Разработка технологической схемы получения стерильного сжатого воздуха
18. Проектирование технологической схемы производства кефирных грибков с разработкой мешалки ленточного типа со скребками.
19. Разработка технологии биологической очистки сточных вод
20. Разработка технологии биологической очистки газовоздушных выбросов
21. Проектирование линии производства биобутанола
22. Разработка технологической линии производства кваса с обоснованием параметров закрытой турбинной мешалки.
23. Проектирование линии производства аминокислот
24. Проектирование линии производства пива
25. Проектирование линии производства хлебопекарных дрожжей с обоснованием лопастной мешалки

#### **4.7. Содержание разделов дисциплины**

##### **Раздел 1. Основы биоинженерии. Общие сведения о биотехнологических процессах. Стадии биотехнологических производств.**

- Значение и роль биоинженерных систем в развитии пищевой промышленности, медицины, экологии, сельского хозяйства. Взаимосвязь биотехнологии и энергетики. Основные принципы и эксплуатация биотехнологического оборудования. Аппаратурное оформление технологических процессов производства продуктов биотехнологии и микробиологического синтеза.

Основные стадии биотехнологических производств. Биотехнологическая стадия. Подготовительные стадии. Ферментация. Биотрансформация. Биокатализ. Биоокисление. Метановое брожение. Биокомпостирование. Бактериальное выщелачивание. Приготовление и стерилизация среды. Подготовка и стерилизация газов. Подготовка посевного материала и биокатализатора, предварительная обработка сырья. Отстаивание. Фильтрация. Сепарация и центрифугирование. Микро- и ультрафильтрация. Коагуляция и

флотация. Выделение продуктов биосинтеза. Очистка продуктов. Концентрирование и получение готовой формы продукта.

## **Раздел 2. Биореакторы. Контроль и управление процессами ферментации.**

Классификация биохимических реакторов. Основные требования к конструированию биореакторов. Биореакторы с механическим перемешиванием, барботажные колонны, эрлифтные реакторы с внутренней или внешней циркуляцией; газо-вихревые биореакторы, реакторы периодического, непрерывного действия и полунепрерывного действия, реакторы полного вытеснения и полного перемешивания, реакторы с промежуточным гидродинамическим режимом. Биореакторы с подводом энергии к газовой фазе, с вводом энергии жидкой фазой, аппараты с подводом энергии газовой и жидкой фазами. Принцип работы биореактора. Устройство лабораторного биореактора. Классификация процессов ферментации по признаку целевого продукта по основной фазе, по отношению к кислороду, по отношению к свету, по степени защищенности от посторонней микрофлоры, по числу видов микроорганизмов, по способу организации. Основные параметры периодической ферментации. Лаг-фаза, фаза ускорения роста, фаза экспоненциального роста, фаза замедления роста, стационарная фаза, фаза отмирания. Факторы, влияющие на протекание биотехнологических процессов. Автоматическая система управления биотехнологическим процессом.

## **Раздел 3. Биотехнология защиты окружающей среды. Очистка сточных вод и воздуха биотехнологическими методами.**

Характеристика веществ, загрязняющих сточные воды. Характеристика сооружений для очистки сточных вод. Локальные, общие и районные очистные сооружения. Аэробные системы очистки стоков. Активный ил. Биопленка. Классификация биофильтров для очистки сточных вод по степени очистки, по способу подачи воздуха, по режиму работы, по технологической схеме. Капельный биофильтр, аэротенк, анаэробные системы очистки сточных вод. Основные принципы микробиологической очистки газов. Анализ существующих установок биологической очистки воздуха. Биофильтры, биоскрубберы, биореакторы с омываемым слоем.

## **Раздел 4. Основы биоэнергетики. Нормативные документы биотехнологических производств**

Управление биотехнологическими процессами. Аппаратурное оформление биоэнергетических процессов. Анализ источников биоэнергетического сырья. Производство биогаза. Производство биоэтанола. Помол и подготовка сырья. Этапы производства биоэтанола: сжижение, осахаривание и сбраживание, дистилляция и ректификация, обезвоживание и очистка этанола. Технология молекулярных сит. Диффузионное испарение. Азеотропная перегонка. Производство биодизеля. Плюсы и минусы развития биоэнергетики. Технические условия на продукт. Технологический процесс в соответствии с регламентом, с техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции. Этапы разработки технологии.

## **5. Образовательные технологии**

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлениям подготовки реализация компетентного 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.

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

### **6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Инженерные основы в биотехнологии»**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемо й компетенции	Оценочное средство	
			наименование	кол-во
1	Основы биоинженерии. Общие сведения о биотехнологических процессах. Стадии биотехнологических производств	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7	Тест Реферат Вопросы для экзамена	31 4 10
2	Биореакторы. Контроль и управление процессами ферментации	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7	Тест Реферат Вопросы для экзамена	21 4 10
3	Биотехнология защиты окружающей среды. Очистка сточных вод и воздуха биотехнологическими методами	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7	Тест Реферат Вопросы для экзамена	30 4 10
4	Основы биоэнергетики. Нормативные документы биотехнологических производств	УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7	Тест Реферат Вопросы для экзамена	18 4 16

Форма контроля – текущий контроль, рейтинговое тестирование, модуль №1 (максимальная рейтинговая оценка – 20 баллов), модуль №2 (максимальная рейтинговая оценка – 20 баллов), экзамен (максимальная рейтинговая оценка – 50 баллов), творческий балл – 10 баллов

## 6.2. Перечень вопросов для экзамена

1. Значение биотехнологии для современного общества и промышленности (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
2. Слагающие биотехнологического процесса (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
3. Принципы конструирования и технического оснащения биопроизводств ((УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
4. Подготовительная стадия биотехнологического производства (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
5. Биотехнологическая стадия производства (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
6. Разделение жидкости и биомассы. Выделение продуктов биосинтеза (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
7. Очистка продукта (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
8. Концентрирование продукта (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
9. Получение готовой формы продукта (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
10. Очистка стоков и выбросов (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
11. Значение асептики в биотехнологических процессах (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
12. Классификация биореакторов (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
13. Реакторы идеального (полного) перемешивания и вытеснения, реакторы с промежуточным гидродинамическим режимом (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
14. Ферментеры с вводом энергии жидкой фазой (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7)

- 15.** Ферментеры с подводом энергии к газовой фазе (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 16.** Аппараты с подводом энергии газовой и жидкой фазами (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 17.** Принцип работы биореактора (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 18.** Классификация процессов ферментации (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 19.** Основные параметры периодической ферментации (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 20.** Турбидостатический и хемостатический режим непрерывного культивирования (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 21.** Факторы, влияющие на протекание биотехнологических процессов (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 22.** Автоматическая система управления биотехнологическим процессом (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 23.** Принципы обеспечения асептических условий на производстве (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 24.** Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 25.** Аппаратура и способы стерилизации воздуха (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 26.** Основы расчета биореакторов периодического действия (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 27.** Принцип работы SBR биореактора (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 28.** Особенности расчета барботажного биореактора (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 29.** Тепловыделение при росте бактерий (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 30.** Потребление кислорода при росте бактерий (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 31.** Характеристика веществ, загрязняющих сточные воды (ПК-1; ПК-2).
- 32.** Аэробные системы очистки стоков (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 33.** Анаэробные системы очистки сточных вод (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 34.** Принцип работы устройств биологической очистки сточных вод (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 35.** Параметры необходимые для расчета устройств биологической очистки воздуха (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 36.** Технологические особенности биологической очистки в периодическом режиме (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 37.** Основные принципы микробиологической очистки газов (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 38.** Анализ существующих установок биологической очистки воздуха (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 39.** Анализ источников биоэнергетического сырья (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 40.** Технология производства биогаза (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 41.** Технология производства биодизеля (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 42.** Плюсы и минусы развития биоэнергетики. Управление биотехнологическими процессами. (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 43.** Технические условия на продукт (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).
- 44.** Технологический процесс в соответствии с регламентом, с техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции.
- 45.** Технологический регламент производства (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).

**46.** Этапы разработки биотехнологического производства продукции (УК-2; ПК-1; ПК-4; ПК-5; ПК-7).

### 6.3. Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания	Оценочные средства (кол-во баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) «отлично»	<b>знает</b> химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта; Технологический процесс в соответствии с регламентом, с техническими средствами для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции. <b>умеет</b> определять схему производства и получения различных биотехнологических продуктов; <b>владеет</b> методикой расчета различных составляющих биотехнологического процесса;	Тестовые задания (36-40 баллов) Реферат (8-10 баллов) Экзаменационные вопросы (31-50 баллов)
Базовый (50 -74 балла) – «хорошо»	<b>знает</b> основы расчета и параметры для обеспечения эффективного ведения биотехнологического процесса; <b>умеет</b> определять оптимальные параметры работы оборудования для проведения биотехнологического процесса; <b>владеет</b> средствами инженерного обеспечения биотехнологических процессов.	Тестовые задания (24-35) Реферат (5- 9 баллов) Экзаменационные вопросы (21-30)
Пороговый (35 - 49 баллов) – «удовлетворительно»	<b>знает</b> технологии получения различных продуктов, этапы технологического процесса; <b>умеет</b> использовать нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции; <b>владеет</b> методами формирования асептических условий в биотехнологическом производстве	Тестовые задания (15-24 балла) Реферат (5 баллов) Экзаменационные вопросы (15-20)
Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «неудовлетворительно»	<b>знает</b> существующие принципы работы биотехнологических производств; <b>умеет</b> работать с расчетно-графической информацией, технической документацией; <b>владеет</b> методикой определения типа и количества технических устройств при проведении биотехнологических процессов.	Тестовые задания (менее 15 баллов) Экзаменационные вопросы (менее 15 баллов)

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Основная учебная литература:

1. Криволапов И.П. УМКД «Инженерные основы в биотехнологии» - Мичуринск, 2025.

2. Биотехнология. В 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / под общей редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 219 с. — (Бакалавр. Академический



курс). — ISBN 978-5-534-07409-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/423049>

3. Основы биотехнологии. В 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Л. В. Назаренко [и др.]. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 219 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-07843-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/423832>

## **7.2 Дополнительная учебная литература:**

1. Антипова, Л. В. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие для вузов / Л. В. Антипова, О. П. Дворянинова; под научной редакцией Л. В. Антиповой. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 204 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12435-4. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473735>
2. Бочкарев, В. В. Оптимизация химико-технологических процессов : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. В. Бочкарев. — Москва : Издательство Юрайт, 2018. — 263 с. — (Университеты России). — ISBN 978-5-534-00378-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://biblio-online.ru/bcode/414065>
3. Плаксин Ю.М Процессы и аппараты пищевых производств / Ю.М.Плаксин, Н.Н Малахов, В.А.Ларин. — М.: КолосС, 2005. — 760 с.

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

1. Криволапов И.П. Методические указания для выполнения курсовой работы по дисциплине «Инженерные основы в биотехнологии» для бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология - Мичуринск, 2025.
2. Криволапов И.П. Методические указания для лабораторных занятий по дисциплине «Инженерные основы в биотехнологии» для бакалавров по направлению 19.03.01 Биотехнология - Мичуринск, 2025.
3. Криволапов И.П. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Инженерные основы в биотехнологии» для бакалавров по направлению 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

№ 6/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 плоскочечного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № 6/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 распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно

	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165</a>	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 09.12.2024 № 6/н, срок действия: с 09.12.2024 по 09.12.2025
	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/?sphrase_id=2698444">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444</a>	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
	Офисный пакет «Р7-Офис» (десктопная версия)	АО «Р7»	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041</a>	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015</a>	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
	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/?sphrase_id=2698186">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186</a>	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 23.05.2024 № 8151, срок действия: с 23.05.2024 по 22.05.2025
	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

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

- 22 CDTOWiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>  
23 Режим доступа: [.garant.ru](https://garant.ru) - справочно-правовая система «ГАРАНТ»

- 24 Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - справочно-правовая система «Консультант Плюс»
- 25 Национальный цифровой ресурс «Руконт» - межотраслевая электронная библиотека на базе технологии Контекстум <http://www.rucont>
- 26 Электронная библиотечная система Российского государственного аграрного заочного университета <http://ebs.rgazu.ru>
- 27 Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук <http://isir.ras.ru/win/db/help.asp>
- 28 Открытая Русская электронная библиотека [www.orel.rsl.ru](http://www.orel.rsl.ru)
- 29 Российская государственная библиотека (РГБ) [www.rsl.ru/ru/s1](http://www.rsl.ru/ru/s1)
- 30 Сельскохозяйственной электронной библиотеке знаний (СЭБиЗ) [www.cnshb.ru/akdil](http://www.cnshb.ru/akdil)
- 31 Российская сельская информационная сеть [www.fadr.msu.ru](http://www.fadr.msu.ru)
- 32 Виртуальная библиотека по сельскому хозяйству [www.fadr.msu.ru/rin/library/index.html](http://www.fadr.msu.ru/rin/library/index.html)
- 33 ISHS - Международное общество садоводческих наук [www.ishs.org](http://www.ishs.org)
- 34 Floridata - электронная энциклопедия растений <http://www.streetside.com/plants/floridata>
- 35 Agricultural Research Service <http://www.ars.usda.gov>
- 36 базы данных, информационно-справочные и поисковые системы Rambler, Yandex, Google, научная электронная библиотека.
- 37 [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)
- 38 [www.nature.ru](http://www.nature.ru)
- 39 [www.biotechnolog.ru](http://www.biotechnolog.ru)

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

47. LMS-платформа Moodle
48. Виртуальная доска Миро: [miro.com](http://miro.com)
49. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
50. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
51. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
52. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
53. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
54. 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-2	ИД1 УК-2
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	УК-2	ИД1 УК-2

#### **7.5 Информационные технологии (программное обеспечение и информационные**

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 10.03.2020 № ЭБ СУ 437/20/25 (Сетевая электронная библиотека)

2. ООО «Издательство Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 11.03.2022 № б/н)

3. 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 21.02.2022 № б/н)

4. Электронно-библиотечная система «AgriLib» ФГБОУ ВО РГАЗУ (<http://ebs.rgazu.ru/>) (дополнительное соглашение на предоставление доступа от 12.04.2022 № б/н к Лицензионному договору от 04.07.2013 № 27)

5. Электронные базы данных «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 05.03.2022 № 1502/бп22)

6. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 18.03.2022 № б/н)

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

8. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

9. Библиотечно-информационные и социокультурные услуги 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» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

10. Программы АСТ-тестирования для рубежного контроля и промежуточной аттестации обучающихся (договор от 25.09.2019 № Л-103/19)

11. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (<https://docs.antiplagius.ru>) (лицензионный договор от 07.04.2022 № 4919)

12. Программные комплексы НИИ мониторинга качества образования: «Федеральный интернет-экзамен в сфере профессионального образования (ФЭПО)» (лицензионный договор от 13.04.2022 № ФЭПО -2022/1/09)

13. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 14.01.2022 № 10001 /13900/ЭС)

14. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 16.02.2022 № 194-01/2022)

15. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 19.07.2021 № 462)

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

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, д 101, 2/32)	1. Жалюзи горизонтальные на три окна (инв. № 2101065486)	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).
	2. Интерактивная доска (инв. № 2101040205)	2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).
	3. Системный комплект: процессор Intel Original LGA 1150, вентилятор Deercool 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	

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебная лаборатория микробиологии) (г. Мичуринск, учхоз «Роша», 9/29)	1. Сушильный шкаф CM 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) Uitecian-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 (HI 2215-2 микропроцессорный pH/ С - метр с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией) (инв.№ 41013401712) 11. Проектор NEC M361 X (инв.№ 41013401705) 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) 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) 14. Шейкер-инкубатор ES- 20/60 с платформой P-16/250, BioSan, с держателем для 16 штук 250 мл колб/стак. BS-010135-СК (инв.№ 21013400713) 15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой. (инв.№ 41013401711) 16. Ультротермостат (инв.№ 1101040311) 17. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800x450x1950) полки пластик/ каркас ал. профиль с замком (инв. № 41013602357)	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 самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239б)	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. № 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.	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 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 (модуля) «Инженерные основы в биотехнологии» 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: И.П. Криволапов доцент кафедры технологических процессов и техносферной безопасности, канд. техн.. наук

Рецензент: М.В. Романов, ст. преподаватель кафедры биотехнологий, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур

*Программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры технологических процессов и техносферной безопасности (протокол № 8 от «11» 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 переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры технологических процессов и техносферной безопасности (протокол № 11 от 13 июня 2023г.).

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

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

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

Программа рассмотрена на заседании кафедры технологических процессов и техносферной безопасности (протокол № 10 от 13 мая 2024г.).

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агrobiотехнологий 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 переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры технологических процессов и техносферной безопасности (протокол № 12 от 7 апреля2025г.).

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

Программа утверждена на заседании учебно-методического совета университета (протокол №8от 23 апреля2025 г.).

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