

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шитикова Александра Владимировна

Должность: И.о. директора института биотехнологий

Дата подписания: 11.02.2025 11:00

Уникальный идентификатор ключа:

fcd01ecb1fd16890cc51f245ad12c3f716ce658



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Технологический институт

Кафедра «Процессы и аппараты перерабатывающих производств»

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
агробиотехнологии

А.В. Шитикова

“28” августа 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора технологического  
института

И.А. Бакин

“28” августа 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.11 Приборно-аппаратные комплексы**  
**биотехнологических производств**

для подготовки магистров

ФГОС ВО 3++

Направление: 19.04.01 – Биотехнология

Направленности: Биоинженерия и клеточные биотехнологии

Курс 2

Семестр 3

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025

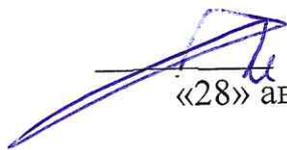
Москва, 2025

Разработчик: Бакин И.А., д.т.н., профессор   
«28» августа 2025 г.

Рецензент: Янковская В.С., д.т.н., доцент   
«28» августа 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессиональных стандартов (специалист в области экологических биотехнологий, специалист в области биотехнологии биологически активных веществ) по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры «Процессы и аппараты перерабатывающих производств», протокол № 1 от «28» августа 2025 г.

Зав. кафедрой Бакин И.А., д.т.н., профессор   
«28» августа 2025 г.

**Согласовано:**  
Председатель учебно-методической комиссии  
Института Агробиотехнологии Шитикова А.В., д-р с.-х.наук, профессор

\_\_\_\_\_   
«28» августа 2025 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой биотехнологии

Вертикова Е.А., д.с.-х.н., профессор   
«28» августа 2025 г.

Зав. отдела комплектования ЦНБ / 

## СОДЕРЖАНИЕ

Аннотация .....	4
1 Цель освоения дисциплины.....	4
2 Место дисциплины в учебном процессе.....	4
3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	5
4 Структура и содержание дисциплины .....	8
4.1 Распределение трудоемкости по видам работ по семестрам.....	8
4.2 Содержание дисциплины .....	8
4.3 Лекции /лабораторные / практические занятия.....	10
5 Образовательные технологии .....	12
6 Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины .....	13
6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	13
6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	13
7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины ....	14
7.1 Основная литература .....	14
7.2 Дополнительная литература.....	14
8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	15
9 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	15
10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....	15
11 Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины .....	16
12 Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине.....	16

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины  
Б1.О.01 «Приборно-аппаратные комплексы биотехнологических  
производств»

для подготовки магистров по направлению 19.04.01 – Биотехнология  
направленности Биоинженерия и клеточные биотехнологии

**Цель освоения дисциплины:** заключаются в приобретении и усвоении студентами знаний о процессах биотехнологии и аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также в практической подготовке их решению конкретных производственных задач и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов биотехнологических производств.

**Место дисциплины в учебном плане:** обязательная часть учебного плана, дисциплина осваивается в 3 семестре.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.

**Краткое содержание дисциплины:** Общие сведения о приборно-аппаратных комплексах биотехнологических производств. Процессы и аппараты биотехнологии. Процессы и аппараты активации и инактивации микроорганизмов. Конструкция и оснащение биореакторов (ферментеров). Типы биореакторов (периодического, непрерывного, полунепрерывного действия). Механическое, пневматическое и гидродинамическое перемешивание. Системы аэрации, термостатирования, контроля и регулирования параметров.

**Общая трудоемкость дисциплины:** трудоёмкость дисциплины составляет 108 часов, 3 зачетные единицы. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе практических занятий. Часть теоретического материала вынесена на самостоятельную работу студентов.

**Промежуточный контроль:** зачет.

### 1 ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины заключаются в приобретении и усвоении студентами знаний о процессах биотехнологии и аппаратов для их осуществления с учетом технических и экологических аспектов, а также в практической подготовке их решению конкретных производственных задач и перспективных вопросов, связанных с рационализацией процессов и совершенствованием аппаратов биотехнологических производств.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Дисциплина «Приборно-аппаратные комплексы биотехнологических производств» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 и реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.04.01 – Биотехнология.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Приборно-аппаратные комплексы биотехнологических производств» являются: Методы моделирования биотехнологических процессов, цифровое проектирование и искусственный интеллект в биотехнологии; Информационные технологии в биотехнологии.

Дисциплина «Приборно-аппаратные комплексы биотехнологических производств» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Стандарты GMP в технологиях биологических производств; выпускная квалификационная работа.

Особенностью дисциплины является подготовка магистрантов к решению таких профессиональных задач как знание основных процессов, протекающих в современных биотехнологических аппаратах, методов их расчета, путей рационализации процессов, выбора оптимальных конструкций аппаратов в конкретных производствах, а также навыки использования результатов научных достижений.

Рабочая программа дисциплины «Приборно-аппаратные комплексы биотехнологических производств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## **3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:						
№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	знать	уметь	владеть
1.	УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.2 Прогнозирует результаты проектной деятельности. Формирует план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения	специфику того, как прогнозировать результаты проектной деятельности, формировать план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения	применять навыки для того, чтобы прогнозировать результаты проектной деятельности, формировать план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения	приемами, методами того, как прогнозировать результаты проектной деятельности, формировать план-график реализации проекта в целом и план контроля его выполнения
2.	ОПК-4	Способен выбирать и использовать современные инструментальные методы и технологии, осваивать новые методы и технику исследований для решения конкретных задач профессиональной деятельности	ОПК-4.1 Знает современные методы, технологии и оборудование для лабораторных исследований в области профессиональной деятельности  ОПК-4.2 Умеет использовать современные методы, технологии и оборудование для исследований в области профессиональной деятельности	современные методы, технологии и оборудование лабораторных исследований в области профессиональной деятельности  специфику того, как использовать современные методы, технологии и оборудование для исследований в области профессиональной деятельности	применять навыки для того, чтобы использовать современные методы, технологии и оборудование для лабораторных исследований в области профессиональной деятельности  применять навыки для того, чтобы использовать современные методы, технологии и оборудование для исследований в области профессиональной деятельности	приемами, методами того, как применять современные методы, технологии и оборудование для лабораторных исследований в области профессиональной деятельности  приемами, методами того, как использовать современные методы, технологии и оборудование для исследований в области профессиональной деятельности



## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Распределение трудоемкости по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов), их распределение по видам работ по семестрам представлено в табл. 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>64,25</b>	<b>64,25</b>
Аудиторная работа:	64,25	64,25
лекции (Л)	32	32
практические занятия (ПЗ)	32	32
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>43,75</b>	<b>43,75</b>
самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям).	43,75	43,75
Вид промежуточного контроля:	Зачет	Зачет

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

В соответствии с целями и задачами в структуре курса выделяются следующие разделы (темы), приведенные в табл. 3, 4.

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛР	ПЗ всего/*	ПКР	
<b>Тематический план учебной дисциплины на 7 семестр</b>						
Раздел 1. Введение. Общие сведения о приборно-аппаратных	17,75	4	–	–	–	13,75

Наименование разделов и тем дисциплин	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ЛР	ПЗ всего/*	ПКР	
комплексах биотехнологических производств						
<b>Раздел 2.</b> Высокотехнологичное оборудование для upstream-процессов	45	14	–	16	–	15
<b>Раздел 3.</b> Оборудование для downstream- процессов	45	14	–	16	–	15
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25	–	–	–	0,25	–
<b>Всего за 3 семестр</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>–</b>	<b>32</b>	<b>0,25</b>	<b>43,75</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Введение. Общие сведения о приборно-аппаратных комплексах биотехнологических производств**

**Тема 1.** Общие сведения и понятия о процессах и аппаратах биотехнологии  
Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии. Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. Типовые технологические линии в биотехнологии.

## **Раздел 2 Высокотехнологичное оборудование для upstream-процессов**

**Тема 1.** Биореакторы (ферментеры): конструкция и оснащение.

Классификация ферментеров по конструкции и оснащению. Оборудование для подготовки сред и стерилизации.

**Тема 2.** Оборудование для разделения, концентрирования и очистки целевых продуктов.

Оборудование для концентрирования культуральной жидкости. Сепарация. Флотация. Оборудование для сушки.

**Тема 3.** Системы приготовления, дозирования и стерилизации жидкостей и газов.

Стерилизация, назначение и физическая сущность процесса. Балансы массы и тепловой энергии процессов стерилизации. Автоклавы, фильтры-стерилизаторы.

## **Раздел 3. Оборудование для downstream-процессов**

**Тема 1** Общие сведения и понятия о процессах разделения компонентов смеси и микроорганизмов в аппаратах. Аппараты для микробиологических downstream-процессов.

**Тема 2** Процессы ультраfiltrации и гель-filtrации

Сущность и назначение процесса ультрафильтрации. Теоретические основы процесса разделения на полупроницаемых перегородках. Устройство и принцип работы ультрафильтрационных установок.

**Тема 3.** Автоматизация и контроль параметров биотехнологических процессов

Оборудование для учета количества поступающего сырья. SCADA- и PLC-системы в биотехнологии. Управление качеством целевого продукта.

#### 4.3 Лекции /лабораторные / практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций, лабораторного практикума/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела	№ и название лекций / лабораторных занятий / практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
<b>7 семестр</b>					
1.	<b>Раздел 1. Введение. Общие сведения о приборно-аппаратных комплексах биотехнологических производств</b>		УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.		<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии.	Лекция 1. Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии. Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. Типовые технологические линии в биотехнологии.	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	зачет	4
2.	<b>Раздел 2. Высокотехнологичное оборудование для upstream-процессов</b>				<b>30</b>
	<b>Тема 1.</b> Биореакторы (ферментеры): конструкция и оснащение	Лекция 2. Классификация ферментеров по конструкции и оснащению. Оборудование для подготовки сред и стерилизации.	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	зачет	4
		Практическое занятие №1 Испытание различных конструкций ферментеров в среде <i>Math Lab</i>	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	Контрольный опрос	8
	<b>Тема 2</b> Оборудование для разделения, концентрирования	Лекция №3. Оборудование для концентрирования культуральной жидкости.	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	зачет	6

	и очистки целевых продуктов	Сепарация. Флотация. Оборудование для сушки			
	Тема 3. Системы приготовления, дозирования и стерилизации жидкостей и газов	Лекция №4. Стерилизация, назначение и физическая сущность процесса. Балансы массы и тепловой энергии процессов стерилизации. Автоклавы, фильтры-стерилизаторы	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	зачет	4
		Практическое занятие № 2. Исследование параметров контроля и регулирования процессов стерилизации в среде <i>Math Lab</i>	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	Контрольный опрос	8
<b>Раздел 3. Оборудование для downstream-процессов</b>					<b>30</b>
3.	Тема 1. Общие сведения и понятия о процессах разделения компонентов смеси и микроорганизмов в аппаратах. Аппараты для микробиологических downstream-процессов.	Лекция 5. Общие сведения и понятия о процессах разделения компонентов смеси и микроорганизмов в аппаратах. Аппараты для микробиологических downstream-процессов.	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	зачет	4
		Практическое занятие № 3. Исследование работы сепаратора в среде <i>Macromedia Flash</i>	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	Контрольный опрос	4
	Тема 2 Процессы ультрафильтрации и гель-фильтрации	Лекция 6. Сущность и назначение процесса ультрафильтрации. Теоретические основы процесса разделения на полупроницаемых перегородках. Устройство и принцип работы ультрафильтрационных установок.	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	зачет	4
		Практическое занятие № 4. Исследование работы установки обратного осмоса в среде <i>Macromedia Flash</i>	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	Контрольный опрос	6

	Тема 3. Автоматизация и контроль параметров биотехнологических процессов	Оборудование для учета количества поступающего сырья. SCADA- и PLC-системы в биотехнологии. Управление качеством целевого продукта.	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	зачет	6
		Практическое занятие № 5. SCADA- и PLC-системы в биотехнологии	УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3.	Контрольный опрос	6

Таблица 5

### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Введение. Общие сведения о приборно-аппаратных комплексах биотехнологических производств</b>		
1.	Тема 1. Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии	Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии. Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов. Типовые технологические линии в биотехнологии (УК-2.2; ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3).
<b>Раздел 2. Высокотехнологичное оборудование для upstream-процессов</b>		
2.	Тема 1. Биореакторы (ферментеры): конструкция и оснащение	Классификация ферментеров по конструкции и оснащению. Оборудование для подготовки сред и стерилизации. (ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3).
<b>Раздел 3. Процессы и аппараты активации и инактивации микроорганизмов</b>		
3.	Тема 3. Общие сведения и понятия о микробиологических процессах. Тема 4. Процесс ферментации Тема 5. Процессы инактивации микроорганизмов	Сущность и назначение микробиологических процессов пищевой биотехнологии. Классификация и теоретические основы микробиологических процессов. Аппараты для микробиологических процессов. Сущность и назначение процесса ферментации. Теоретические основы процесса ферментации. Ферментёры, устройство и принцип работы. Классификация процессов тепловой инактивации микроорганизмов. Сущность и назначение процессов инактивации микроорганизмов. Теоретические основы процессов тепловой инактивации микроорганизмов. (ОПК-4.1; ОПК-4.2; ОПК-4.3).

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Общие сведения и понятия о процессах разделения компонентов смеси и микроорганизмов в аппаратах.	Л	Интерактивная лекция и презентация
2.	Аппараты для микробиологических downstream-процессов	Л	Интерактивная лекция и презентация.
3.	Испытание различных конструкций ферментеров в среде <i>Math Lab</i>	ПЗ	Компьютерная симуляция
4.	Исследование работы установки обратного осмоса в среде <i>Macromedia Flash</i>	ПЗ	Компьютерная симуляция

## 6 ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

**Формы текущего контроля** - устный опрос / собеседование (шкала: значение от 0 до 10, количество:

- 1) раздел дисциплины: 1. Общие представления о процессах и аппаратах биотехнологии. Основные понятия и определения.

**Примерное задание:**

1. Основные понятия и определения. Классификация изучаемых процессов и аппаратов.

**Примерное задание:**

2. Типовые технологические линии в биотехнологии. Биореакторы, основные классы и назначение, конструктивные особенности. Приведите классификацию технологическому оборудованию по реализуемым технологическим операциям.

**Примерное задание:**

3. Практическая работа № 2.

Расчёт и подбор оборудования для разделения жидких и твёрдых фаз.

### 6.2 Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Полученные текущие знания и умения студентов проводятся в форме промежуточной аттестации во время индивидуального собеседования со студентами, а также при зачете. Оценка работы производится на основании

балльной шкалы и учитывается при проведении зачета. Примерное распределение баллов по оцениваемым элементам приведено в таблице 7.

Таблица 7

### Система рейтинговой оценки текущей успеваемости.

Шкала оценивания	Зачет
85-100	зачет
70-84	
60-69	
0-59	незачет

К итоговой аттестации (зачету) допускаются студенты, набравшие за период обучения не менее 60% от максимальной суммы баллов. Студенты, набравшие за период обучения менее 60% от максимальной суммы баллов, к зачету допускаются после написания реферата по соответствующей теме. Студенты, набравшие за период обучения 90% и более от максимальной суммы баллов, могут быть освобождены от дополнительного опроса по материалу дисциплины. Зачет выставляется автоматически

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

1. Основы биотехнологии : учебное пособие / И. С. Милентьева, Н. С. Величкович, В. К. Семипятный, Н. С. Пряничникова. — 2-е изд., дополненное и переработанное. — Кемерово : КеМГУ, 2023. — 225 с. — ISBN 978-5-8353-3029-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/403208>.

2. Прищепов Ф. А. Проектирование предприятий биотехнологии : учебное пособие / Ф. А. Прищепов. — Уфа : УГНТУ, 2018 — 174 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166903>. — ISBN 978-5-7831-1722-0. — Текст : электронный.

3. Сапронова, Ж. А. Биотехнологические процессы в промышленности и АПК : учебное пособие / Ж. А. Сапронова. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2020. — 79 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177589>.

### 7.2 Дополнительная литература

4. Основы биотехнологии: практикум : учебное пособие / А. С. Сироткин, Р. К. Закиров, Е. В. Перушкина [и др.]. — Казань : КНИТУ, 2023. — 100 с. — ISBN 978-5-7882-3397-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/477980>.

5. Методология проектирования биотехнологических производств : учебное пособие / Д. С. Дворецкий, С. И. Дворецкий, Е. И. Акулинин, М. С. Темнов. — Тамбов : ТГТУ, 2020 — 125 с. — URL: <https://e.lanbook.com/book/320279>. — ISBN 978-5-8265-2191-5. — Текст : электронный.

6. Конструирование биореакторов будущего пищевых технологий (научно-прикладные аспекты) : Учебник для вузов / С. Т. Антипов, С. А. Бредихин, А. И. Ключников [и др.] ; Под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 524 с. — ISBN 978-5-8114-9350-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/221213>. Текст : электронный.

## **8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Электронно-библиотечные системы (ЭБС), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

<http://elibrary.ru/> – научная электронная библиотека. В библиотеке представлены полнотекстовые источники по всем разделам дисциплины.

<http://www.biblioclub.ru/> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн. ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система (ЭБС) на платформе издательства «Лань». ОТКРЫТЫЙ ДОСТУП

## **9 ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

Таблица 8

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы
1.	Разделы 1	Microsoft Word	Обучающая (работа с текстовыми документами)
2.	Разделы 2 – 3	Microsoft Excel, Math Lab	Расчетная

## **10 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2

Учебный корпус №1, ауд.326	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.327	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Учебный корпус №1, ауд.328	Мультимедийный проектор, экран, ноутбуки
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова, читальный зал	Компьютеры

## **11 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для освоения дисциплины «Приборно-аппаратные комплексы биотехнологических производств» студентам необходима систематическая самостоятельная работа с учебной литературой, конспектами лекций, Интернет-ресурсами и консультации преподавателя. Для успешного выполнения практических занятий, входящих в практикум, студент должен самостоятельно готовиться к каждому занятию, а также строго выполнять правила техники безопасности работы в лаборатории кафедры.

Подготовка к практическому занятию включает в себя полное и детальное ознакомление с теоретическим материалом по изучаемой теме. Теоретический материал следует изучать по конспекту лекций и методическим указаниям.

Студент должен иметь тетрадь, в которой при самостоятельной подготовке к занятиям составляет краткий конспект (1 - 1,5 с.) проработанного теоретического материала, чертит схемы, таблицы и проводит предварительные расчеты.

Качество выполнения каждого занятия оценивает и фиксирует преподаватель. На первом занятии все студенты знакомятся с правилами техники безопасности и обязаны строго выполнять их при нахождении в лаборатории кафедры. Пропуск занятий без уважительной причины не допускается. Задолженности (пропущенные занятия, невыполненные задания) должны быть ликвидированы.

Студент, пропустивший занятия обязан их отработать. Отработка практических занятий осуществляется в присутствии преподавателя.

Студент, не посещавший или пропустивший большое число лекций, для допуска к зачету должен предоставить рукописный конспект лекций или написать реферат по пропущенным темам.

## **12 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии путем использования технологий бально-

рейтинговой оценки результатов, группового способа обучения на практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов выполнения контрольных работ. Реализация компетентного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий, профориентацией в процессе обучения. Посещение профильных научно-исследовательских институтов и предприятий должно повысить интерес к изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов и промежуточную аттестацию следует проводить путем защиты практических работ. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение основополагающих разделов дисциплины, а также изучение разделов, в недостаточной мере рассматриваемых на лекционных и практических занятиях.

Программу разработал:

Бакин И.А., д.т.н., профессор

