

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Институт ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии
Биотехнологии, биохимии и биофизики



УТВЕРЖДЕНО

Директор

Гнеуш А.Н.

Протокол от 27.04.2026 № 9

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ БИОПРЕДПРИЯТИЙ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки: Прикладная биотехнология

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 7 з.е.
в академических часах: 252 ак.ч.

Разработчики:

Доцент, кафедра биотехнологии, биохимии и биофизики
Николаенко С.Н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 736, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по сертификации и подтверждению соответствия", утвержден приказом Минтруда России от 16.09.2022 № 575н; "Специалист по качеству", утвержден приказом Минтруда России от 22.04.2021 № 276н; "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержден приказом Минтруда России от 04.03.2014 № 121н.

Согласование и утверждение

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Биотехнологии, биохимии и биофизики	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Гнеуш А.Н.	Согласовано	20.04.2026, № 33
2		Руководитель образовательной программы	Мачнева Н.Л.	Согласовано	20.04.2026, № 33
3		Председатель методической комиссии/совета	Мачнева Н.Л.	Согласовано	24.04.2026, № 9

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование системных знаний о конструкции, принципах работы и эксплуатации технологического оборудования биотехнологических производств

Задачи изучения дисциплины:

- Освоение методов расчета и подбора основного и вспомогательного оборудования;
- Развитие навыков проектирования технологических линий и обеспечения эффективной работы оборудования.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-П2 Способен осуществлять проведение технологического процесса при производстве биотехнологических продуктов

ПК-П2.1 Осуществляет выполнение технологических операций при производстве биотехнологических продуктов, используя навыки работы с технологическим, измерительным оборудованием, средствами измерений

Знать:

ПК-П2.1/Зн1 Основы выполнения технологических операций при производстве биотехнологических продуктов, используя навыки работы с технологическим, измерительным оборудованием, средствами измерений.

Уметь:

ПК-П2.1/Ум1 Осуществлять выполнение технологических операций при производстве биотехнологических продуктов, используя навыки работы с технологическим, измерительным оборудованием, средствами измерений.

Владеть:

ПК-П2.1/Нв1 Навыком выполнения технологических операций при производстве биотехнологических продуктов, используя навыки работы с технологическим, измерительным оборудованием, средствами измерений

ПК-П2.2 Осуществляет контроль технологического процесса при промышленном производстве биотехнологических продуктов, в том числе и за соблюдением правил техники безопасности и охраны труда при осуществлении технологического процесса.

Знать:

ПК-П2.2/Зн1 Процесс осуществления контроля технологического процесса при промышленном производстве биотехнологических продуктов, в том числе и за соблюдением правил техники безопасности и охраны труда при осуществлении технологического процесса

Уметь:

ПК-П2.2/Ум1 Осуществлять контроль за технологическим процессом при промышленном производстве биотехнологических продуктов, в том числе и за соблюдением правил техники безопасности и охраны труда при осуществлении технологического процесса

Владеть:

ПК-П2.2/Нв1 Способностью осуществлять контроль за технологическим процессом при промышленном производстве биотехнологических продуктов, в том числе и за соблюдением правил техники безопасности и охраны труда при осуществлении технологического процесса

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Технологическое оборудование биопредприятий» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5, 6.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Зачет (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Пятый семестр	108	3	63	1		32	30	45	Зачет
Шестой семестр	144	4	73	3		26	44	35	Экзамен (36)
Всего	252	7	136	4		58	74	80	36

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Основы проектирования оборудования	22		10	6	6	ПК-П2.1
Тема 1.1. Классификация оборудования биопредприятий	8		4	2	2	
Тема 1.2. Нормативно-техническая документация	8		4	2	2	
Тема 1.3. Материалы для изготовления оборудования	6		2	2	2	
Раздел 2. Оборудование для подготовки сырья	46		12	14	20	ПК-П2.1
Тема 2.1. Оборудование для приемки и хранения сырья	16		4	4	8	

Тема 2.2. Дробильное и измельчительное оборудование	6		2	2	2	
Тема 2.3. Смесители и дозаторы	16		4	4	8	
Тема 2.4. Оборудование для гидролиза и экстракции	8		2	4	2	
Раздел 3. Биореакторы и ферментационное оборудование	39		10	10	19	ПК-П2.1
Тема 3.1. Классификация биореакторов	15		4	4	7	
Тема 3.2. Аэробные и анаэробные ферментеры	6		2	2	2	
Тема 3.3. Системы аэрации и перемешивания	6		2	2	2	
Тема 3.4. Оборудование для глубинного и поверхностного культивирования	12		2	2	8	
Раздел 4. Оборудование для разделения и очистки	41		10	16	15	ПК-П2.2
Тема 4.1. Центрифуги и сепараторы	13		4	4	5	
Тема 4.2. Фильтровальное оборудование	10		2	4	4	
Тема 4.3. Мембранные установки	8		2	4	2	
Тема 4.4. Хроматографические колонны	10		2	4	4	
Раздел 5. Тепловое и массообменное оборудование	39		10	16	13	ПК-П2.2
Тема 5.1. Теплообменные аппараты	12		4	4	4	
Тема 5.2. Выпарные установки	11		2	4	5	
Тема 5.3. Сушильное оборудование	8		2	4	2	
Тема 5.4. Кристаллизаторы и испарители	8		2	4	2	
Раздел 6. Вспомогательное оборудование	25		6	12	7	ПК-П2.2
Тема 6.1. Насосы и компрессоры	8		2	4	2	
Тема 6.2. Системы CIP/SIP	11		2	4	5	
Тема 6.3. Трубопроводная арматура	6		2	4		
Раздел 7. Зачет	1	1				ПК-П2.1
Тема 7.1. Зачет	1	1				ПК-П2.2
Раздел 8. Экзамен	3	3				ПК-П2.1
Тема 8.1. Экзамен	3	3				ПК-П2.2
Итого	216	4	58	74	80	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Основы проектирования оборудования

(Лекционные занятия - 10ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)

Тема 1.1. Классификация оборудования биопредприятий

(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Классификация оборудования биопредприятий

Тема 1.2. Нормативно-техническая документация

(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Нормативно-техническая документация

Тема 1.3. Материалы для изготовления оборудования

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Материалы для изготовления оборудования

Раздел 2. Оборудование для подготовки сырья

(Лекционные занятия - 12ч.; Практические занятия - 14ч.; Самостоятельная работа - 20ч.)

Тема 2.1. Оборудование для приемки и хранения сырья

(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Оборудование для приемки и хранения сырья

Тема 2.2. Дробильное и измельчительное оборудование

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Дробильное и измельчительное оборудование

Тема 2.3. Смесители и дозаторы

(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)

Смесители и дозаторы

Тема 2.4. Оборудование для гидролиза и экстракции

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Оборудование для гидролиза и экстракции

Раздел 3. Биореакторы и ферментационное оборудование

(Лекционные занятия - 10ч.; Практические занятия - 10ч.; Самостоятельная работа - 19ч.)

Тема 3.1. Классификация биореакторов

(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 7ч.)

Классификация биореакторов

Тема 3.2. Аэробные и анаэробные ферментеры

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Аэробные и анаэробные ферментеры

Тема 3.3. Системы аэрации и перемешивания

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)

Системы аэрации и перемешивания

Тема 3.4. Оборудование для глубинного и поверхностного культивирования
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)
Оборудование для глубинного и поверхностного культивирования

Раздел 4. Оборудование для разделения и очистки
(Лекционные занятия - 10ч.; Практические занятия - 16ч.; Самостоятельная работа - 15ч.)

Тема 4.1. Центрифуги и сепараторы
(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Центрифуги и сепараторы

Тема 4.2. Фильтровальное оборудование
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)
Фильтровальное оборудование

Тема 4.3. Мембранные установки
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)
Мембранные установки

Тема 4.4. Хроматографические колонны
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)
Хроматографические колонны

Раздел 5. Тепловое и массообменное оборудование
(Лекционные занятия - 10ч.; Практические занятия - 16ч.; Самостоятельная работа - 13ч.)

Тема 5.1. Теплообменные аппараты
(Лекционные занятия - 4ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 4ч.)
Теплообменные аппараты

Тема 5.2. Выпарные установки
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)
Выпарные установки

Тема 5.3. Сушильное оборудование
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)
Сушильное оборудование

Тема 5.4. Кристаллизаторы и испарители
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)
Кристаллизаторы и испарители

Раздел 6. Вспомогательное оборудование
(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 12ч.; Самостоятельная работа - 7ч.)

Тема 6.1. Насосы и компрессоры
(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 2ч.)
Насосы и компрессоры

Тема 6.2. Системы CIP/SIP

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 5ч.)

Системы CIP/SIP

Тема 6.3. Трубопроводная арматура

(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.)

Трубопроводная арматура

Раздел 7. Зачет

(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.)

Тема 7.1. Зачет

(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.)

Проведение зачета

Раздел 8. Экзамен

(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

Тема 8.1. Экзамен

(Внеаудиторная контактная работа - 3ч.)

Экзамен

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Основы проектирования оборудования

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Последовательность проектирования технологической линии:

Разработка технического задания - А

Выбор и расчет оборудования - Б

Составление спецификации - В

Разработка чертежей общей компоновки - Г

2. Укажите последовательность организации нового производства:

Технико-экономическое обоснование - А

Подбор оборудования - Б

Монтаж и пуско-наладка - В

Ввод в эксплуатацию - Г

3. Разработайте последовательность проектирования технологической линии производства ферментных препаратов. Включите все этапы от ТЗ до запуска.

Разработайте последовательность проектирования технологической линии производства ферментных препаратов. Включите все этапы от ТЗ до запуска.

4. Какой материал является оптимальным для изготовления ферментеров в фармацевтическом производстве?

А. Углеродистая сталь

Б. Нержавеющая сталь AISI 304

В. Нержавеющая сталь AISI 316L

Г. Алюминий

Раздел 2. Оборудование для подготовки сырья

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Этапы подготовки сырья:

Приемка и взвешивание - А
Предварительная очистка - Б
Дробление и измельчение - В
Дозирование в производство - Г

2. Этапы технического обслуживания оборудования:

Ежедневный осмотр - А
Планово-предупредительный ремонт - Б
Замена изношенных деталей - В
Контроль качества работы - Г

3. Обоснуйте выбор оборудования для подготовки растительного сырья при производстве кормовых добавок. Рассчитайте производительность линии для переработки 5 т/час.

Обоснуйте выбор оборудования для подготовки растительного сырья при производстве кормовых добавок. Рассчитайте производительность линии для переработки 5 т/час.

4. Обоснуйте выбор материалов для оборудования, контактирующего с кислыми средами. Приведите примеры для разных рабочих условий.

Обоснуйте выбор материалов для оборудования, контактирующего с кислыми средами. Приведите примеры для разных рабочих условий.

5. Рассчитайте и подберите дозаторы для линии приготовления питательных сред. Производительность линии 10 м³/ч.

Рассчитайте и подберите дозаторы для линии приготовления питательных сред. Производительность линии 10 м³/ч.

6. Рассчитайте площадь мембран для ультрафильтрации белка. Исходные данные: объем 5 м³, время 4 часа, поток 50 л/м²·ч.

Рассчитайте площадь мембран для ультрафильтрации белка. Исходные данные: объем 5 м³, время 4 часа, поток 50 л/м²·ч.

7. Для тонкого измельчения термочувствительного сырья наиболее подходит:

А. Щековая дробилка
Б. Молотковая дробилка
В. Шаровая мельница
Г. Дезинтегратор

Раздел 3. Биореакторы и ферментационное оборудование

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Последовательность подготовки биореактора к работе:

Мойка и стерилизация - А
Загрузка питательной среды - Б
Внесение посевного материала - В
Запуск процесса ферментации - Г

2. Этапы работы ферментационной установки:

Стерилизация оборудования - А
Подготовка инокулята - Б
Культивирование микроорганизмов - В
Выгрузка продукта - Г

3. Спроектируйте систему аэрации для биореактора объемом 50 м³ для производства антибиотиков. Рассчитайте параметры аэрации и подберите оборудование.

Проект схемы

4. Оптимальный тип мешалки для высоковязких сред в биореакторе:

А. Пропеллерная
Б. Якорная
В. Турбинная
Г. Имеллерная

Раздел 4. Оборудование для разделения и очистки

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Стадии очистки продукта ферментации:

Сепарация биомассы - А

Ультрафильтрация - Б

Ионообменная хроматография - В

Кристаллизация - Г

2. Этапы работы сепаратора:

Подача суспензии - А

Разделение фаз - Б

Сброс осадка - В

Выгрузка фугата - Г

3. Разработайте схему очистки культуральной жидкости после ферментации. Обоснуйте выбор оборудования на каждой стадии.

Схема очистки.

4. Разработайте план технического обслуживания центрифуги. Включите график ТО и перечень работ.

Разработайте план технического обслуживания центрифуги. Включите график ТО и перечень работ.

5. Для разделения эмульсии «масло-вода» наиболее эффективен:

А. Нутч-фильтр

Б. Сепаратор

В. Фильтр-пресс

Г. Центрифуга периодического действия

Раздел 5. Тепловое и массообменное оборудование

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Стадии работы выпарной установки:

Подогрев исходного раствора - А

Упаривание в первом корпусе - Б

Последовательное упаривание - В

Конденсация вторичного пара - Г

2. Этапы сушки в распылительной сушилке:

Подача раствора на распыление - А

Контакт с горячим воздухом - Б

Испарение влаги - В

Отделение готового продукта - Г

3. Рассчитайте поверхность теплообмена пастеризатора для молочной сыворотки производительностью 2 т/ч. Исходные данные: нагрев от 4°C до 72°C.

Рассчитайте поверхность теплообмена пастеризатора для молочной сыворотки производительностью 2 т/ч. Исходные данные: нагрев от 4°C до 72°C.

4. Предложите мероприятия по энергосбережению на линии сушки. Рассчитайте экономический эффект.

Предложите мероприятия по энергосбережению на линии сушки. Рассчитайте экономический эффект.

5. Для сушки термолабильных биопрепаратов оптимально использовать:

А. Барабанную сушилку

Б. Распылительную сушилку

В. Сублимационную сушилку

Г. Ленточную сушилку

Раздел 6. Вспомогательное оборудование

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Последовательность работы системы СІР:

Предварительная промывка - А

Щелочная мойка - Б

Кислотная мойка - В

Окончательная опресненной водой - Г

2. Этапы монтажа насосного оборудования:

Подготовка фундамента - А

Установка насоса - Б

Обвязка трубопроводами - В

Пуско-наладка - Г

3. Составьте регламент мойки системы розлива ферментных препаратов. Укажите последовательность, параметры и контроль качества.

Составьте регламент мойки системы розлива ферментных препаратов. Укажите последовательность, параметры и контроль качества.

4. Разработайте систему автоматизации биореактора. Укажите контролируемые параметры и средства измерения.

Разработайте систему автоматизации биореактора. Укажите контролируемые параметры и средства измерения.

5. Для дозирования высоковязких паст применяют:

А. Центробежный насос

Б. Шестеренный насос

В. Мембранный насос

Г. Винтовой насос

Раздел 7. Зачет

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Ответить на вопрос зачета.

Ответить на вопрос зачета.

Раздел 8. Экзамен

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Ответить на вопрос экзаменационного билета

Ответить на вопрос экзаменационного билета

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Пятый семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П2.2

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение технологическому оборудованию биопредприятий.

2. Назовите основные этапы проектирования технологической линии.

3. Какие нормативные документы регулируют проектирование оборудования?

4. Перечислите требования к материалам, контактирующим с пищевыми и биологическими средами.

5. Объясните понятие «материальный баланс» и его роль в проектировании.
6. Классифицируйте оборудование для приема и хранения сырья.
7. Опишите устройство и принцип работы молотковой дробилки.
8. Какие типы смесителей используются для сыпучих материалов?
9. Назовите критерии выбора оборудования для мойки и очистки сырья.
10. Назовите критерии выбора оборудования для мойки и очистки сырья.
11. Дайте классификацию биореакторов по способу ведения процесса.
12. Опишите конструкцию аэробного биореактора с мешалкой.
13. Какие системы аэрации применяются в биореакторах?
14. Объясните принцип работы биореактора с псевдоожиженным слоем.
15. Как осуществляется контроль параметров в ферментерах?
16. Перечислите типы сепараторов и их применение.
17. Опишите устройство и работу фильтр-пресса.
18. Какие мембранные технологии используются для разделения продуктов?
19. Объясните принцип работы хроматографических колонн.
20. Назовите способы очистки жидкостей и газов на биопредприятиях.
21. Классифицируйте теплообменные аппараты.
22. Опишите устройство выпарного аппарата.
23. Какие типы сушилок используются для биопродуктов?
24. Объясните принцип работы кристаллизаторов.
25. Как рассчитать поверхность теплообмена?
26. Назовите виды насосов, применяемых на биопредприятиях.
27. Опишите систему CIP (многопозиционной мойки).
28. Какие приборы входят в систему КИПиА?
29. Перечислите правила эксплуатации трубопроводной арматуры.

30. Как организовать техническое обслуживание оборудования?

Шестой семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-П2.1 ПК-П2.2

Вопросы/Задания:

1. Дайте определение технологическому оборудованию биопредприятий.
2. Назовите этапы проектирования технологической линии.
3. Какие нормативные документы регулируют проектирование оборудования?
4. Перечислите требования к материалам для оборудования.
5. Объясните понятие «материальный баланс».
6. Что включает в себя техническое задание на проектирование?
7. Как проводится расчет производительности оборудования?
8. Назовите принципы компоновки оборудования в цехе.
9. Что такое «экспликация помещений»?
10. Как выбирается мощность электродвигателей для оборудования?
11. Какие факторы влияют на выбор конструкционных материалов?
12. Что такое «коэффициент использования оборудования»?
13. Как рассчитывается запас производительности?
14. Назовите виды коррозии и методы защиты.
15. Что включает в себя рабочая документация?
16. Классифицируйте оборудование для приема сырья.
17. Опишите устройство приемного бункера.
18. Какие типы весового оборудования применяются?
19. Назовите виды дробильного оборудования.
20. Опишите работу молотковой дробилки.
21. Чем отличаются дробилки и измельчители?
22. Какие типы смесителей используются для сырья?

23. Опишите устройство ленточного смесителя.
24. Как работает шнековый дозатор?
25. Назовите оборудование для мойки сырья.
26. Опишите устройство барабанной мойки.
27. Какое оборудование используется для гидравротранспорта?
28. Как рассчитывается производительность дробилки?
29. Что такое «гранулометрический состав»?
30. Как подбирается мощность привода дробилки?
31. Классифицируйте биореакторы по типу процесса.
32. Опишите конструкцию ферментера.
33. Какие системы аэрации используются в биореакторах?
34. Назовите типы мешалок и их применение.
35. Как рассчитывается мощность перемешивания?
36. Опишите систему теплообмена в биореакторе.
37. Что такое «KLa» и как он определяется?
38. Какие датчики используются в биореакторах?
39. Опишите работу мембранного биореактора.
40. Чем отличается периодический процесс от непрерывного?
41. Как стерилизуется оборудование?
42. Назовите особенности анаэробных биореакторов.
43. Как масштабируется процесс ферментации?
44. Опишите систему отбора проб.
45. Какие требования к материалам ферментеров?
46. Классифицируйте оборудование для разделения.
47. Опишите устройство сепаратора.

48. Как работает фильтр-пресс?
49. Назовите типы мембранных фильтров.
50. Опишите систему ультрафильтрации.
51. Какие хроматографические колонны применяются?
52. Как работает ионообменная колонна?
53. Чем отличается осаждение от центрифугирования?
54. Как рассчитывается производительность сепаратора?
55. Опишите работу выпарного аппарата.
56. Назовите методы кристаллизации.
57. Как работает экстрактор?
58. Какие сорбенты используются для очистки?
59. Опишите систему газоочистки.
60. Как подбирается фильтрующий материал?
61. Классифицируйте теплообменные аппараты.
62. Опишите устройство кожухотрубного теплообменника.
63. Как работает пластинчатый теплообменник?
64. Назовите типы выпарных аппаратов.
65. Опишите многокорпусную выпарную установку.
66. Какие сушилки используются для биопродуктов?
67. Опишите работу распылительной сушилки.
68. Чем отличается сублимационная сушка?
69. Как рассчитывается поверхность теплообмена?
70. Что такое «тепловой баланс»?
71. Опишите работу кристаллизатора.
72. Назовите методы охлаждения оборудования.

73. Как работает пастеризатор?
74. Какие требования к тепловой изоляции?
75. Как подбирается теплоноситель?
76. Классифицируйте насосное оборудование.
77. Опишите устройство центробежного насоса.
78. Какие компрессоры используются на производстве?
79. Назовите типы трубопроводной арматуры.
80. Опишите систему СІР.
81. Как работает система SIP?
82. Какие контрольно-измерительные приборы применяются?
83. Опишите систему автоматизации.
84. Как организуется техническое обслуживание?
85. Назовите правила безопасной эксплуатации.
86. Что включает в себя ремонтная документация?
87. Как проводится валидация оборудования?
88. Опишите систему вентиляции и кондиционирования.
89. Какие требования к освещению производственных помещений?
90. Как организуется складское хозяйство?

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Долгунин,, В. Н. Ферментаторы и аппараты для обработки продуктов ферментации: учебное пособие / В. Н. Долгунин,, В. А. Пронин,. - Ферментаторы и аппараты для обработки продуктов ферментации - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. - 81 с. - 978-5-8265-2497-8. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/133334.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Миронов,, М. А. Методы расчета оборудования биотехнологических производств: учебно-методическое пособие / М. А. Миронов,, М. И. Токарева,; под редакцией М. Н. Иванцовой. - Методы расчета оборудования биотехнологических производств - Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2017. - 48 с. - 978-5-7996-2025-7. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/107059.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Системный анализ и оптимизация биотехнологических производств: учебное пособие / Д. С. Дворецкий,, С. И. Дворецкий,, Е. И. Акулинин,, О. О. Голубятников,, М. С. Темнов,. - Системный анализ и оптимизация биотехнологических производств - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. - 160 с. - 978-5-8265-2097-0. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/99812.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

2. Оборудование, аппараты и приборы микробиологических производств: учебное пособие / В. А. Кожухов,, Е. В. Алаудинова,, Р. А. Марченко,, И. А. Воронин,. - Оборудование, аппараты и приборы микробиологических производств - Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2017. - 82 с. - 2227-8397. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/94892.html> (дата обращения: 08.10.2025). - Режим доступа: по подписке

8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary
2. <https://www.iprbookshop.ru/> - IPR Books
3. <https://znanium.ru/> - znanium

8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1 Microsoft Windows - операционная система.
- 2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- 1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>
- 2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>
- 3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

1. Microsoft Windows 7 Professional 64 bit;

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

Компьютерный класс

224гл

Интерактивная панель Samsung - 1 шт.

Компьютер персональный DELL 3050 i3/4Gb/500Gb/21.5" - 1 шт.

Компьютер персональный iRU Corp 312 MT - 1 шт.

Сплит-система LS-H12KPA2/LU-H12KPA2 - 1 шт.

Лекционный зал

747гл

Интерактивная панель Samsung - 1 шт.

Компьютер персональный - 1 шт.

стеллаж Гранд - 2 шт.

стол письменный однотумбовый (ольха) - 1 шт.

Стол ученический двухместный 1300x550x750 мм ЛДСП ольха - 17 шт.

Стул 530x570x815 мм каркас металлический черный обивка ткань черного цвета - 34 шт.

СТУЛ П/М - 1 шт.

9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

Методические указания по формам работы

Лекционные занятия

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

Практические занятия

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения) разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

- устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;
- при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

- письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;
- при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;
- устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;
- с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы

предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

- предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;
- возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;
- увеличение продолжительности проведения аттестации;
- возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АОПОП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскостную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчетливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;

- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания в них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскпечатную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимообратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);
- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);
- минимизация внешних шумов;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)

"Технологическое оборудование биопредприятий" ведется в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.

Технологическое оборудование биопредприятий : метод. рекомендации по выполнению практических работ / сост. Д. В. Ночевкин. – Краснодар : КубГАУ, 2025. – 44 с.
<https://elibr.kubsau.ru/MegaPro/Download/MObject/23731>