

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 29.04.2026 № 9

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОИЗВОДСТВ»

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 19.04.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки: Прикладная биотехнология

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Формы обучения: очная, заочная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: Очная форма обучения – 2 года
Заочная форма обучения – 2 года 6 месяца(-ев)

Объем: в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Разработчики:

Заведующий кафедрой, кафедра биотехнологии, биохимии и биофизики Гнеуш А.Н.

Доцент, кафедра биотехнологии, биохимии и биофизики
Мачнева Н.Л.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки от 10.08.2021 № 731

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	Биотехнологии, биохимии и биофизики	Руководитель образовательной программы	Гнеуш А.Н.	Согласовано	20.04.2026, № 33
3	Институт ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии	Председатель методической комиссии/совета	Мачнева Н.Л.	Согласовано	24.04.2026, № 8

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - «Высокотехнологичное оборудование биотехнологических производств» является формирование комплекса фундаментальных знаний у обучающихся о передовых методах и технологиях, применяемых для разработки экологически устойчивых и эффективных процессов биотехнологического производства. Раскрываются принципы и методы использования различных технологий, аппаратов, систем автоматизации и контроля, применяемых в биотехнологической промышленности.

Задачи изучения дисциплины:

- развитие навыков расчета и проектирования различных типов биореакторов, включая реакторы с различными типами смешивания и контроля параметров;
- подробное изучение принципов и методов расчета теплообменного оборудования, необходимого для эффективного управления тепловыми процессами в биореакторах;
- расширение знаний о расчете и применении адсорбционного оборудования для удаления загрязнений или извлечения ценных компонентов из биотехнологических процессов;
- углубление вопросов, связанных с расчетом и применением сушильного оборудования, включая методы оптимального удаления влаги из биологических продуктов и сохранение их качества.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-П5 Способен к разработке технологий и внедрению современных технологических решений, средств автоматизации и механизации биотехнологического производства

ПК-П5.1 Осуществляет разработку и оптимизацию технологических линий, участков производства продукции животноводства, а также переработки зерновых и других сельскохозяйственных культур.

Знать:

ПК-П5.1/Зн1 Особенности разработки и оптимизации технологических линий, участков производства продукции животноводства, а также переработки зерновых и других сельскохозяйственных культур.

Уметь:

ПК-П5.1/Ум1 Осуществлять разработку и оптимизацию технологических линий, участков производства продукции животноводства, а также переработки зерновых и других сельскохозяйственных культур.

Владеть:

ПК-П5.1/Нв1 Навыками разработки и оптимизации технологических линий, участков производства продукции животноводства, а также переработки зерновых и других сельскохозяйственных культур.

ПК-П5.2 Осуществляет внедрение в производство биотехнологической продукции современных технологических решений

Знать:

ПК-П5.2/Зн1 Механизмы внедрения в производство биотехнологической продукции современных технологических решений ¶

Уметь:

ПК-П5.2/Ум1 Осуществлять внедрение в производство биотехнологической продукции современных технологических решений ¶

Владеть:

ПК-П5.2/Нв1 Навыками внедрения в производство биотехнологической продукции¶ современных технологических решений ¶

ПК-П5.3 Осуществляет контроль автоматизации процесса управления и проводит оценку критериев эффективности работы высокотехнологичного оборудования биотехнологических производств при выпуске про- и пребиотических препаратов

Знать:

ПК-П5.3/Зн1 Особенности проведения контроля автоматизации процесса управления и проводит оценку критериев эффективности работы высокотехнологичного оборудования биотехнологических производств при выпуске про- и пребиотических препаратов

Уметь:

ПК-П5.3/Ум1 Осуществлять контроль автоматизации процесса управления и проводит оценку критериев эффективности работы высокотехнологичного оборудования биотехнологических производств при выпуске про- и пребиотических препаратов

Владеть:

ПК-П5.3/Нв1 Навыки контроля автоматизации процесса управления и проводит оценку критериев эффективности работы высокотехнологичного оборудования биотехнологических производств при выпуске про- и пребиотических препаратов

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Высокотехнологичное оборудование биотехнологических производств» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): Очная форма обучения - 3, Заочная форма обучения - 3.

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

Очная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	180	5	107	3	44	60	19	Экзамен (54)
Всего	180	5	107	3	44	60	19	54

Заочная форма обучения

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Третий семестр	180	5	21	3	8	10	159	Экзамен
Всего	180	5	21	3	8	10	159	

5. Содержание дисциплины (модуля)

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

Очная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Высокотехнологичное оборудование в биотехнологических производствах, его характеристика и классификация.	10		6	4		ПК-П5.3
Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами, с курсовым и дипломным проектированием.	10		6	4		
Раздел 2. Общая схема биотехнологического производства.	45		12	14	19	ПК-П5.3
Тема 2.1. Аппаратура типовых процессов биотехнологии.	23		6	6	11	
Тема 2.2. Основное ферментационное оборудование, его выбор и расчет	22		6	8	8	
Раздел 3. Автоматизированный контроль и управление процессом ферментации	10		6	4		ПК-П5.1 ПК-П5.2

Тема 3.1. Автоматизированный контроль и управление биореакторами.	10		6	4		
Раздел 4. Технологии разделения и очистки в биотехнологических производствах.	61	3	20	38		ПК-П5.2
Тема 4.1. Технологии разделения и очистки в биотехнологических производствах	10		6	4		
Тема 4.2. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования материалов	6		2	4		
Тема 4.3. Оборудование для сушки.	12		2	10		
Тема 4.4. Оборудование для измельчения, стандартизации, гранулирования и микрокапсулирования.	12		2	10		
Тема 4.5. Оборудование для культивирования микроорганизмов	21	3	8	10		
Итого	126	3	44	60	19	

Заочная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Высокотехнологичное оборудование в биотехнологических производствах, его характеристика и классификация.	24		2	2	20	ПК-П5.3
Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами, с курсовым и дипломным проектированием.	24		2	2	20	
Раздел 2. Общая схема биотехнологического производства.	45	1	2	2	40	ПК-П5.3

Тема 2.1. Аппаратура типовых процессов биотехнологии.	15	1	2	2	10	
Тема 2.2. Основное ферментационное оборудование, его выбор и расчет	30				30	
Раздел 3. Автоматизированный контроль и управление процессом ферментации	15	1	2	2	10	ПК-П5.1 ПК-П5.2
Тема 3.1. Автоматизированный контроль и управление биореакторами.	15	1	2	2	10	
Раздел 4. Технологии разделения и очистки в биотехнологических производствах.	96	1	2	4	89	ПК-П5.2
Тема 4.1. Технологии разделения и очистки в биотехнологических производствах	13	1		2	10	
Тема 4.2. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования материалов	12			2	10	
Тема 4.3. Оборудование для сушки.	22		2		20	
Тема 4.4. Оборудование для измельчения, стандартизации, гранулирования и микрокапсулирования.	20				20	
Тема 4.5. Оборудование для культивирования микроорганизмов	29				29	
Итого	180	3	8	10	159	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин

Раздел 1. Высокотехнологичное оборудование в биотехнологических производствах, его характеристика и классификация.

(Заочная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 20ч.; Очная: Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 4ч.)

Тема 1.1. Предмет и задачи курса. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами, с курсовым и дипломным проектированием.

(Заочная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 20ч.; Очная: Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 4ч.)

Предмет и задачи курса. Связь с общетехническими и специальными дисциплинами, с курсовым и дипломным проектированием. Факторы, определяющие конструкцию реакционных аппаратов: агрегатное состояние реагирующих веществ, консистенция реакционной массы, температура реакции, давление, тепловой эффект реакции, теплоносители и хладагенты, химический характер реагирующих веществ.

Раздел 2. Общая схема биотехнологического производства.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 40ч.; Очная: Лекционные занятия - 12ч.; Практические занятия - 14ч.; Самостоятельная работа - 19ч.)

Тема 2.1. Аппаратура типовых процессов биотехнологии.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 11ч.)

Аппаратура типовых процессов биотехнологии. Основы промышленной асептики. Способы стерилизации жидкостей. Разработка технологических схем стерилизации жидкостей. Особенности стерилизующей фильтрации воздуха. Технологические схемы сжатия и очистки воздуха. Стерилизация оборудования, деконтаминация воздуха в производственных помещениях.

Тема 2.2. Основное ферментационное оборудование, его выбор и расчет

(Очная: Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 8ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 30ч.)

Аппаратурное оформление процессов разделения и очистки продуктов биотехнологических производств.

Конструкции ферментеров. Критерии выбора и оценка эффективности работы биореактора. Методы расчета биореакторов.

Раздел 3. Автоматизированный контроль и управление процессом ферментации

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 4ч.)

Тема 3.1. Автоматизированный контроль и управление биореакторами.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 4ч.)

Отделение биомассы: флотация, флокуляция, фильтрация, центрифугирование, мембранное разделение. Выделение целевого продукта: осаждение, экстракция, адсорбция, абсорбция, ионный обмен, кристаллизация, выпаривание, сушка. Методы расчета теплообменного оборудования биореакторов.

Раздел 4. Технологии разделения и очистки в биотехнологических производствах.

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 89ч.; Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Лекционные занятия - 20ч.; Практические занятия - 38ч.)

Тема 4.1. Технологии разделения и очистки в биотехнологических производствах

(Заочная: Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.; Очная: Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 4ч.)

Обзор основных методов разделения и очистки, таких как фильтрация, сепарация, экстракция, дистилляция и хроматография. Фильтрация и ультрафильтрация. Сепарация методами осаждения и центрифугирования. Хроматография. Дистилляция и экстракция. Интеграция методов разделения и очистки. Методы расчета адсорбционного оборудования

Тема 4.2. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования материалов
(Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 4ч.; Заочная: Практические занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)

Аппаратура для хранения, транспортировки и дозирования жидкого сырья. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования твердых материалов. Вспомогательное оборудование для газов.

Тема 4.3. Оборудование для сушки.

(Заочная: Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 20ч.; Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 10ч.)

Классификация сушилок

и объекты сушки. Барабанные сушильные установки. Паровые конвейерные сушилки типа КСК. Сублимационные сушилки. Распылительные сушилки для термолабильных растворов. Методы расчета сушильного оборудования.

Тема 4.4. Оборудование для измельчения, стандартизации, гранулирования и микрокапсулирования.

(Очная: Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 10ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 20ч.)

Оборудование для измельчения и стандартизации сыпучих и пастообразных материалов. Оборудование для гранулирования.

Тема 4.5. Оборудование для культивирования микроорганизмов

(Очная: Внеаудиторная контактная работа - 3ч.; Лекционные занятия - 8ч.; Практические занятия - 10ч.; Заочная: Самостоятельная работа - 29ч.)

Оборудование для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах. Камерные растительные установки. Установки колонного типа. Растительные установки барабанного типа.

Стратегия системного анализа биотехнологических систем (БТС). Критерии эффективности и оптимальности БТС. Классификация и требования, предъявляемые к аппаратам. Факторы, определяющие конструкцию реакционных аппаратов: агрегатное состояние реагирующих веществ, консистенция реакционной массы, температура реакции, давление, тепловой эффект реакции, теплоносители и хладагенты, химический характер реагирующих веществ.

6. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Высокотехнологичное оборудование в биотехнологических производствах, его характеристика и классификация.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. По направленности биологических процессов различают биореакторы для:
 1. Биосинтетических процессов
 2. Биокаталитических процессов
 3. Микробиологических процессов
 4. Биодеструкционных процессов
 5. Физикохимических процессов
2. Как называются процессы происходящие в биореакторе, когда культивирование осуществляется в условиях максимального количества твердого субстрата:
 1. Твердофазные
 2. Жидкофазные
 3. Газовые
 4. Комплексные

1. Ферментёр
2. Автоклав
3. Дистиллятор
4. Центрифуга

4. Выберите формулу, необходимую для определения константы просеива-ния:

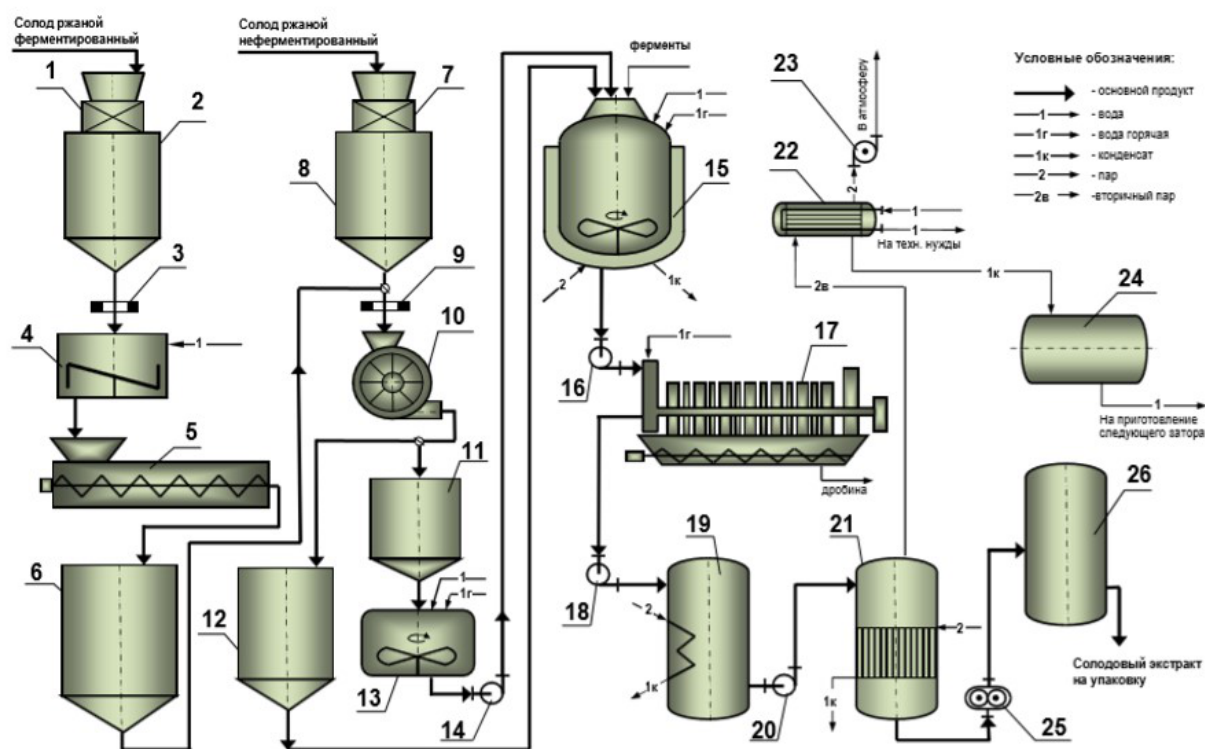
1. $\Phi = C_f / C_s$
2. $\Phi = C_s / C_f$
3. $\Phi = C_f \times C_s$
4. $\Phi = C_f + C_s$

5. Какой диаметр обычно имеют пузырьки воздуха в барботажных ферментёрах:

1. От 1, 5 до 10 мм
2. От 11 до 15 мм
3. От 0, 1 до 1 мм
4. От 20 до 30 мм.

6. Технологическая схема производства какого продукта представлена на слайде?

1. пшеничного солодового амилалитического препарата
2. молочной кислоты
3. серной кислоты
4. протосубтилина



Раздел 2. Общая схема биотехнологического производства.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. Какие микроорганизмы чаще всего используют для твердофазного культивирования в биореакторах?

1. Мицелиальные грибы
2. Дрожжи
3. Лактобактерии
4. Бифидобактерий

2. На какие классы подразделяют оборудование биотехнологических производств:

1. Все перечисленные
2. Аппараты
3. Машины
4. Транспортные средства

3. Аппараты и машины, в которых осуществляется различные технологические процессы, в результате которых получают целевые продукты называют:

1. Основное оборудование
2. Вспомогательное оборудование
3. Дополнительное оборудование
4. Все перечисленное

4. Класс «Оборудование для проведения массообменных процессов» входит в состав раздела техоборудования для:

1. Тепло- и массообменна
2. Подготовки
3. Разделения
4. Формования

5. Требования, предъявляемые к оборудованию:

1. Все перечисленные
2. Технологические
3. Конструктивные
4. Эксплуатационные

6. Какой метод стерилизации наиболее распространенный в ферментацион-ном оборудовании:

1. Водяным паром
2. Инфракрасными лучами
3. Ионизирующим излучением
4. Ультразвуковым воздействием

7. Биотехнологический процесс включает стадии:

- А) дополнительную;
- В) стационарную;
- С) предверментационную;
- д) ферментационную;
- е) постферментационную.

8. Перемешивание суспензионной среды в лабораторных условиях достигается путем использования:

- А) качалок;
- В) барботеров;
- С) роллерных установок
- д) шейкеров;
- е) аэротенка;
- ф) блендеров;
- g) миксеров.

9. Основные типы биореакторов для культивирования растительных клеток:

- А) гидравлический;
- В) эрлифтный;
- С) с вынесенной циркуляторной петлей;
- д) аэротенк;
- е) с D-петлей;

10. Схема какого процесса представлена на рисуне ?

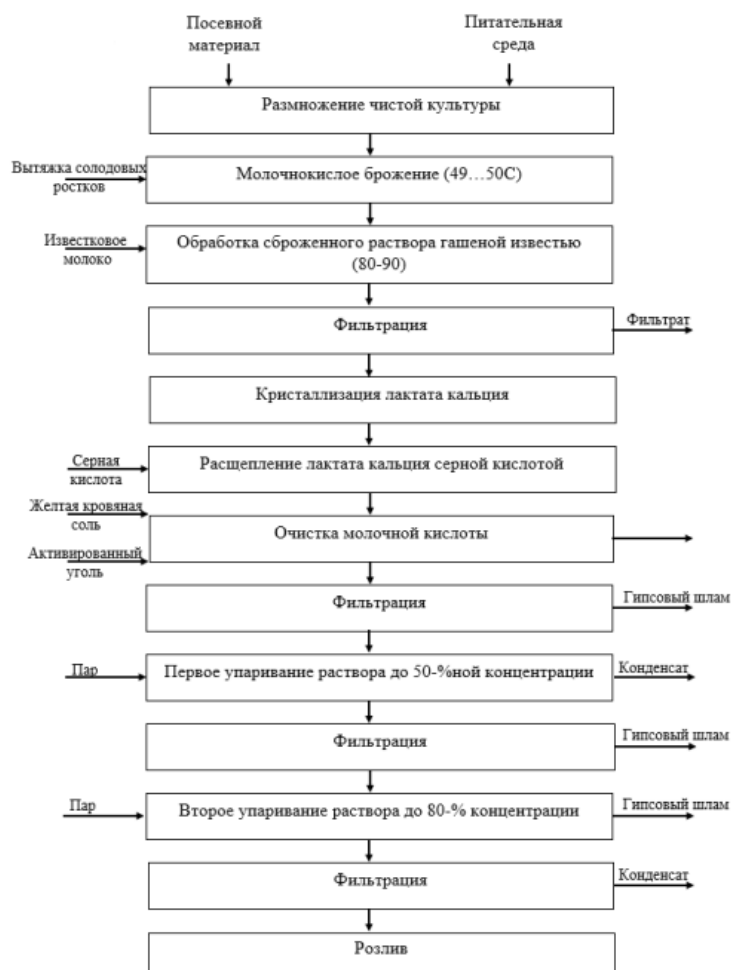
1. промышленного производства соевого жмыха со сниженным содержанием олигосахаридов
2. промышленного производства лимонной кислоты
3. промышленного производства пробиотика

4. промышленного производства полисахарида



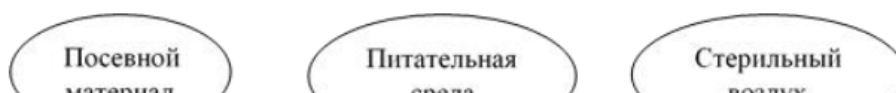
11. Общая блок-схема получения какой органической кислоты представлена на рисунке?

1. Молочной кислоты
2. Винной кислоты
3. Лимонной кислоты
4. Серной кислоты



12. Блок-схема производства какой органической кислоты представлена на рисунке ?

1. лимонной кислоты
2. серной кислоты
3. винной кислоты
4. молочной кислоты





Раздел 3. Автоматизированный контроль и управление процессом ферментации

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. К какому оборудованию относятся компрессоры, вентиляторы, калори-метры:
 1. Универсальному
 2. Специальному
 3. Специализированному
 4. Все перечисленные
2. К специальному оборудованию относят:
 1. Вулканизационные прессы, сублиматоры, грануляторы
 2. Насосы, сушилки, экстракторы
 3. Адсорберы, теплообменники
 4. Газоочистительное оборудование
3. Комплекс мероприятий, направленных на предотвращение попадания в среду посторонних микроорганизмов называется:
 1. Асептикой
 2. Стерилизацией
 3. Пастеризацией
 4. Фильтрацией
4. Какое оборудование обеспечивает работу с культурами микроорганизмов в изолированном пространстве с обеспечением стерильных условий:
 1. Ламинар-бокс
 2. Центрифуга
 3. Бактофуга
 4. Сепаратор
5. Назовите метод фильтрации, обеспечивающий пропускание только моле-кул воды и ионов:
 1. Обратимый осмос
 2. Макрофильтрация
 3. Микрофильтрация
 4. Ультрафильтрация
6. Фильтрующие центрифуги, используются для:
 1. Глубокого обезвоживания и высокой степени промывки осадка
 2. Разделения как для хорошо, так и для плохо фильтрующихся суспензий

3. Средне- и малоконцентрированных суспензий при умеренных требованиях к чистоте фильтрата и влажности осадка

4. Выделения высокодисперсной твёрдой фазы из малоконцентрированных суспензий

7. Чему способствует осевое течение в ферментёре:

1. Жидкость движется параллельно оси вращения мешалки
2. Жидкость в аппарате движется преимущественно по концентрическим окружностям параллельным плоскости вращения мешалки
3. Жидкость движется от мешалки к стенкам аппарата
4. Все перечисленные

8. Чем оценивается качество очистки газовых потоков:

1. Коэффициентом проскока
2. Критерием стерилизации
3. Критерием пастеризации
4. Критерием дробной пастеризации

9. К системам с механическим перемешиванием относится:

- А) лучевой барботер;
- В) кольцевой барботер;
- С) самовсасывающие мешалки;
- д) прямоугольный барботер;
- е) газгольдер;
- ф) вихревая аэрация;
- г) лопастной барботер.

Раздел 4. Технологии разделения и очистки в биотехнологических производствах.

Форма контроля/оценочное средство: Задача

Вопросы/Задания:

1. По условиям асептики различают биопрепараты:

1. Асептические и без стерильных условий
2. Только асептические
3. Только без стерильных условий
4. Отсутствуют такие биореакторы

2. По какому принципу разделяют биореакторы на асептические и без стерильных условий:

1. По условиям асептики
2. По структуре рабочего цикла
3. По условиям аэрации
4. Все перечисленные

3. Как называется процесс разделения твердой и жидкой фаз культуральной жидкости при пропускании ее через пористую перегородку:

1. Фильтрация
2. Центрифугирование
3. Сепарация
4. Флотация

4. Назовите метод фильтрации, обеспечивающий пропускание частиц размером от 1 до 103 мкм:

1. Макрофильтрация
2. Микрофильтрация
3. Обратимый осмос
4. Ультрафильтрация

5. Назовите метод фильтрации, обеспечивающий пропускание частиц размером от 10-3 мкм до 1 нм:

1. Диализ
2. Микрофильтрация

3. Обратимый осмос

4. Макрофильтрация

6. Факторы, влияющие на выбор метода концентрирования и выделения продукта микробиологического синтеза:

- А) коэффициент температуропроводности;
- В) удельную теплоемкость;
- С) поверхностное натяжение;
- д) мощность, затрачиваемую на перемешивание;
- е) свойства выделяемого продукта.
- ф) коэффициент теплопроводности.

7. Сохранение необходимых полезных свойств целевых продуктов является основной задачей следующих стадий производства:

- А) культивирования;
- В) выращивания посевного материала;
- С) ферментации
- д) выделения;
- е) масштабирования;
- ф) помола.

8. Наиболее распространенные типы фильтров, работающих под вакуумом:

- А) листовые фильтры;
- В) рамный фильтр-пресс периодического действия;
- С) рамный фильтр-пресс;
- д) барабанный фильтр со сходящим полотном в виде непрерывной ленты;
- е) ячеиковый барабанный фильтр непрерывного действия с наружной поверхностью фильтрации;
- ф) барабанный фильтр с намытым слоем и постоянно обновляемой поверхностью.

7. Оценочные материалы промежуточной аттестации

Очная форма обучения, Третий семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-П5.1 ПК-П5.2 ПК-П5.3

Вопросы/Задания:

1. Основные термины и особенности промышленного проектирования.
2. Классификация предприятий биотехнологии.
3. Понятие "высокотехнологичное оборудование" в контексте биотехнологических производств.
4. Что такое санитарно-защитная зона предприятия? Какой размер она имеет для предприятий биотехнологии.
5. Роль высокотехнологичного оборудования в развитии и эффективности биотехнологической отрасли.
6. Виды проектов.
7. Классификация высокотехнологичного оборудования в биотехнологических производствах на основе его функциональности и применения.

8. Возможные направления развития высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.

9. Экономическая оценка проектных решений.

10. Особенности проектирования генерального плана промышленных объектов.

11. Основные требования и характеристики, которыми должно обладать высокотехнологичное оборудование для биотехнологических производств.

12. Применение высокотехнологичного оборудования в фармацевтической промышленности, его роль в процессах производства лекарственных препаратов и контроле качества.

13. Безопасность при использовании высокотехнологичного оборудования в биотехнологических производствах. Основные меры безопасности и регулятивные стандарты.

14. Использование высокотехнологичного оборудования в пищевой промышленности и повышение производительности и качества продукции в данной отрасли.

15. Виды систем водоснабжения.

16. Технологические инновации и будущее высокотехнологичного оборудования.

17. Данные при проектировании систем водоснабжения.

18. Процесс сертификации и лицензирования высокотехнологичного оборудования в биотехнологических производствах и его роль в обеспечении качества и соответствия нормативным требованиям.

19. Использование высокотехнологичного оборудования в производстве био-топлива, повышение производительности и качества продукции в данной отрасли.

20. Назначение технологических схем. На основании каких документов они разрабатываются? Что изображают на технологических схемах?

21. Материальный и тепловой балансы.

22. Подбор массообменных характеристик ферментера. Оценочный расчет затрат на аэрацию

23. Техника безопасности и промышленная санитария.

24. Выбор необходимого технологического оборудования при составлении проекта.

25. Аппараты для анаэробных процессов.

26. Аппараты для аэробной поверхностной ферментации (жидкофазные и твердофазные).

27. Аппараты для аэробной глубинной ферментации. Их классификация по подводу энергии.

28. Аппаратурное оформление процессов получения аминокислот (лизин, глутаминовая кислота).

29. Аппаратурное оформление процессов получения органических кислот (уксусная, молочная кислоты).

30. Аппаратурное оформление процессов получения полусинтетических антибиотиков.

31. Аппаратурное оформление процессов получения ферментов.

32. Какие основные результаты должны быть обеспечены проектными организациями при создании новых предприятий биотехнологии?

33. Принципиальная технологическая схема биотехнологического производства.

34. Назовите методы обеззараживания воды.

35. Приоритетные направления медицинских биотехнологий в мире и в России.

36. Криобиотехнология.

37. Типовые биотехнологические схемы.

38. Порядок составления материального баланса биосинтеза.

39. Расчет потребности в сырье и материалах.

40. Компьютеризация биотехнологического производства.

41. Определение количества ферментационных аппаратов. Совокупный расчет ферментационного процесса, ферментационного оборудования и затрат на ферментацию.

42. Порядок расчета стадии фильтрации и мембранного разделения. Подбор оборудования

43. Порядок расчета стадии сепарирования. Подбор оборудования.

44. Порядок расчета стадии сгущения вакуум-выпариванием. Подбор оборудования.

45. Принципы автоматизированного контроля и регулирования технологических процессов. Условные обозначения контрольно-измерительных приборов (КИП) на технологических схемах.

46. Приборы автоматизации стадии ферментации.

47. Порядок расчета площадей основных производственных помещений.

48. Порядок расчета площадей вспомогательных производственных помещений.
49. Взаимосвязь участков производства. Принципы компоновки.
50. Принципы и этапы анализа данных биотехнологических систем.
51. Расчет производственного оборудования в биотехнологической промышленности
52. Расчет и конструирование аппаратов, работающих под давлением.
53. Распылительные сушилки для термолабильных растворов.
54. Мембранные методы разделения. Преимущества и недостатки.
55. Оценочный расчет коэффициентов теплопередачи, поверхности теплообмена. Межоперационная связь между машинами и аппаратами.
56. Классификация оборудования для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах.
57. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов.
58. Основные элементы, составляющие биотехнологические процессы.
59. Виды мембранных аппаратов.
60. Установки для микрокапсулирования.
61. Высокотехнологичное оборудование для производства биологически активных добавок и диетических продуктов.
62. Методы и технологии, применяемые для синтеза, модификации и формирования биополимеров и биоматериалов.
63. Оборудование, используемое в процессе производства биополимеров и биоматериалов, таких как биоразлагаемые полимеры, тканевые инженерные материалы и др.
64. Исследование оборудования, применяемого в производстве биотехнологических лекарственных препаратов, таких как моноклональные антитела, рекомбинантные белки и генные терапии.
65. Объяснение принципов работы биореакторов, систем очистки и разделения, а также другого специализированного оборудования, используемого в процессе производства лекарственных препаратов.
66. Рассмотрение оборудования, используемого в процессе производства биотоплива, включая биореакторы, системы ферментации и переработки биомассы.

67. Обсуждение технологических процессов, применяемых для производства биотоплива из различных источников, таких как сельскохозяйственные отходы, водоросли и микроорганизмы.

68. Исследование оборудования, используемого в генетической инженерии и синтетической биологии, таких как генераторы ДНК, системы секвенирования и редактирования генома.

69. Объяснение методов и техник, используемых для изменения генетического материала и создания новых организмов.

70. Примеры применения высокотехнологичного оборудования в различных областях, включая медицину, сельское хозяйство и промышленность.

71. Виды проектов и проектных работ.

72. Применение высокотехнологичного оборудования в процессах биоремедиации и окружающей среды.

73. Оборудование для автоматизации и оптимизации биотехнологических процессов.

74. Особенности и требования к оборудованию в фармацевтической промышленности, связанные с GMP (хорошей производственной практикой) и регуляторными стандартами.

75. Характеристика и классификация высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.

76. Характеристика биореакторов.

77. Характеристика сепараторов, аппараты для фильтрации.

78. Характеристика аппаратов для фильтрации.

79. Изучение последних технологических разработок и инноваций в области высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.

80. Представление новых материалов, сенсоров, систем автоматизации и других технологических решений, которые повышают эффективность, точность и безопасность оборудования.

81. Применение высокотехнологичного оборудования в различных отраслях биотехнологического производства, таких как фармацевтика, пищевая промышленность, энергетика и экология.

82. Использование высокотехнологичного оборудования для повышения качества продукции, улучшения производительности и снижения воздействия на окружающую среду.

83. Изучение современных трендов и перспектив развития высокотехнологичного оборудования в биотехнологической отрасли.

84. Системный анализ биотехнологических процессов и систем, практическое использование в промышленности.

85. Материалы и защитные покрытия оборудования биотехнологических производств.

86. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования материалов.

87. Возможные направления развития высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.

88. Строительный генеральный план. Виды и основы его проектирования.

89. Роль материального, теплового и энергетических балансов в проектировании.

90. Характеристики и роль поточно-механизированной линией?

91. Классификация высокотехнологичного оборудования.

92. Высокотехнологичное оборудование для биотехнологического производства фармацевтических препаратов.

Заочная форма обучения, Третий семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-П5.1 ПК-П5.2 ПК-П5.3

Вопросы/Задания:

1. Основные термины и особенности промышленного проектирования.
2. Классификация предприятий биотехнологии.
3. Понятие "высокотехнологичное оборудование" в контексте биотехнологических производств.
4. Что такое санитарно-защитная зона предприятия? Какой размер она имеет для предприятий биотехнологии.
5. Роль высокотехнологичного оборудования в развитии и эффективности биотехнологической отрасли.
6. Виды проектов.
7. Классификация высокотехнологичного оборудования в биотехнологических производствах на основе его функциональности и применения.
8. Возможные направления развития высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.
9. Экономическая оценка проектных решений.
10. Особенности проектирования генерального плана промышленных объектов.

11. Основные требования и характеристики, которыми должно обладать высокотехнологичное оборудование для биотехнологических производств.

12. Применение высокотехнологичного оборудования в фармацевтической промышленности, его роль в процессах производства лекарственных препаратов и контроле качества.

13. Безопасность при использовании высокотехнологичного оборудования в биотехнологических производствах. Основные меры безопасности и регулятивные стандарты.

14. Использование высокотехнологичного оборудования в пищевой промышленности и повышение производительности и качества продукции в данной отрасли.

15. Виды систем водоснабжения.

16. Технологические инновации и будущее высокотехнологичного оборудования.

17. Данные при проектировании систем водоснабжения.

18. Процесс сертификации и лицензирования высокотехнологичного оборудования в биотехнологических производствах и его роль в обеспечении качества и соответствия нормативным требованиям.

19. Использование высокотехнологичного оборудования в производстве био-топлива, повышение производительности и качества продукции в данной отрасли.

20. Назначение технологических схем. На основании каких документов они разрабатываются? Что изображают на технологических схемах?

21. Материальный и тепловой балансы.

22. Подбор массообменных характеристик ферментера. Оценочный расчет затрат на аэрацию

23. Техника безопасности и промышленная санитария.

24. Выбор необходимого технологического оборудования при составлении проекта.

25. Аппараты для анаэробных процессов.

26. Аппараты для аэробной поверхностной ферментации (жидкофазные и твердофазные).

27. Аппараты для аэробной глубинной ферментации. Их классификация по подводу энергии.

28. Аппаратурное оформление процессов получения аминокислот (лизин, глутаминовая кислота).

29. Аппаратурное оформление процессов получения органических кислот (уксусная, молочная кислоты).

30. Аппаратурное оформление процессов получения полусинтетических антибиотиков.

31. Аппаратурное оформление процессов получения ферментов.

32. Какие основные результаты должны быть обеспечены проектными организациями при создании новых предприятий биотехнологии?

33. Принципиальная технологическая схема биотехнологического производства.

34. Назовите методы обеззараживания воды.

35. Приоритетные направления медицинских биотехнологий в мире и в России.

36. Криобиотехнология.

37. Типовые биотехнологические схемы.

38. Порядок составления материального баланса биосинтеза.

39. Расчет потребности в сырье и материалах.

40. Компьютеризация биотехнологического производства.

41. Определение количества ферментационных аппаратов. Совокупный расчет ферментационного процесса, ферментационного оборудования и затрат на ферментацию.

42. Порядок расчета стадии фильтрации и мембранного разделения. Подбор оборудования

43. Порядок расчета стадии сепарирования. Подбор оборудования.

44. Порядок расчета стадии сгущения вакуум-выпариванием. Подбор оборудования.

45. Принципы автоматизированного контроля и регулирования технологических процессов. Условные обозначения контрольно-измерительных приборов (КИП) на технологических схемах.

46. Приборы автоматизации стадии ферментации.

47. Порядок расчета площадей основных производственных помещений.

48. Порядок расчета площадей вспомогательных производственных помещений.

49. Взаимосвязь участков производства. Принципы компоновки.

50. Принципы и этапы анализа данных биотехнологических систем.

51. Расчет производственного оборудования в биотехнологической промышленности
52. Расчет и конструирование аппаратов, работающих под давлением.
53. Распылительные сушилки для термолабильных растворов.
54. Мембранные методы разделения. Преимущества и недостатки.
55. Оценочный расчет коэффициентов теплопередачи, поверхности теплообмена. Межоперационная связь между машинами и аппаратами.
56. Классификация оборудования для культивирования микроорганизмов на твердых питательных средах.
57. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов.
58. Основные элементы, составляющие биотехнологические процессы.
59. Виды мембранных аппаратов.
60. Установки для микрокапсулирования.
61. Высокотехнологичное оборудование для производства биологически активных добавок и диетических продуктов.
62. Методы и технологии, применяемые для синтеза, модификации и формирования биополимеров и биоматериалов.
63. Оборудование, используемое в процессе производства биополимеров и биоматериалов, таких как биоразлагаемые полимеры, тканевые инженерные материалы и др.
64. Исследование оборудования, применяемого в производстве биотехнологических лекарственных препаратов, таких как моноклональные антитела, рекомбинантные белки и генные терапии.
65. Объяснение принципов работы биореакторов, систем очистки и разделения, а также другого специализированного оборудования, используемого в процессе производства лекарственных препаратов.
66. Рассмотрение оборудования, используемого в процессе производства биотоплива, включая биореакторы, системы ферментации и переработки биомассы.
67. Обсуждение технологических процессов, применяемых для производства биотоплива из различных источников, таких как сельскохозяйственные отходы, водоросли и микроорганизмы.
68. Исследование оборудования, используемого в генетической инженерии и синтетической биологии, таких как генераторы ДНК, системы секвенирования и редактирования генома.

69. Объяснение методов и техник, используемых для изменения генетического материала и создания новых организмов.

70. Примеры применения высокотехнологичного оборудования в различных областях, включая медицину, сельское хозяйство и промышленность.

71. Виды проектов и проектных работ.

72. Применение высокотехнологичного оборудования в процессах биоремедиации и окружающей среды.

73. Оборудование для автоматизации и оптимизации биотехнологических процессов.

74. Особенности и требования к оборудованию в фармацевтической промышленности, связанные с GMP (хорошей производственной практикой) и регуляторными стандартами.

75. Характеристика и классификация высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.

76. Характеристика биореакторов.

77. Характеристика сепараторов, аппараты для фильтрации.

78. Характеристика аппаратов для фильтрации.

79. Изучение последних технологических разработок и инноваций в области высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.

80. Представление новых материалов, сенсоров, систем автоматизации и других технологических решений, которые повышают эффективность, точность и безопасность оборудования.

81. Применение высокотехнологичного оборудования в различных отраслях биотехнологического производства, таких как фармацевтика, пищевая промышленность, энергетика и экология.

82. Использование высокотехнологичного оборудования для повышения качества продукции, улучшения производительности и снижения воздействия на окружающую среду.

83. Изучение современных трендов и перспектив развития высокотехнологичного оборудования в биотехнологической отрасли.

84. Системный анализ биотехнологических процессов и систем, практическое использование в промышленности.

85. Материалы и защитные покрытия оборудования биотехнологических производств.

86. Оборудование для хранения, транспортировки и дозирования материалов.

87. Возможные направления развития высокотехнологичного оборудования для биотехнологических производств.

88. Строительный генеральный план. Виды и основы его проектирования.

89. Роль материального, теплового и энергетических балансов в проектировании.

90. Характеристики и роль поточно-механизированной линией?

91. Классификация высокотехнологичного оборудования.

92. Высокотехнологичное оборудование для биотехнологического производства фармацевтических препаратов.

8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Луканин, А. В. Инженерная биотехнология: основы технологии микробиологических производств : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2026. — 304 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-016928-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2223171> (дата обращения: 21.06.2026). — Режим доступа: по подписке.

2. Фундаментальные и прикладные исследования по приоритетным направлениям биоэкологии и биотехнологии : сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции (Ульяновск, 22 мая 2025 г.) / гл. ред.Е. И. Антонова ; Ульяновский государственный педагогический университет им. И.Н. Ульянова. - Чебоксары : Среда, 2025. - 188 с. - ISBN 978-5-907965-64-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2218978> (дата обращения: 21.06.2026)

3. Смолихина П.М., Хабарова Е.В., Апаршева В.В. Биотехнологические основы производства напитков брожения / Смолихина П.М., Хабарова Е.В., Апаршева В.В. — Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2025. — ISBN 978-5-8265-2962-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/160479.html> (дата обращения: 16.06.2026). — Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Исмаилов, Н. М. Биотехнология нефтедобычи. Принципы и применение : учебное пособие / Н. М. Исмаилов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. - 172 с. - ISBN 978-5-9729-0531-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1836002> (дата обращения: 21.06.2026). — Режим доступа: по подписке.

2. ГНЕУШ А. Н. Опыт и перспективы использования биотехнологий в переработке побочного сырья АПК: монография / ГНЕУШ А. Н., Мачнева Н. Л.. - Краснодар: КубГАУ, 2019. - 121 с. - 978-5-00097-888-7. - Текст: непосредственный.

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.ncbi.nlm.nih.gov/> - Национальный центр биотехнологической информации

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)

Не используется.

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.

Лаборатория

01300

рН-метр/иономер ИТАН, электрод ЭСК-10603 в комплекте - 1 шт.

анализатор сырой клетчатки авт. - 1 шт.

Бокс абактериальной воздушной среды БАВнп-01 Ламинар -С "-1,5 Ламинар С-1,5

LORICA - 0 шт.

Вортекс 2 800 об/мин амплитуда 4,5 мм 1 пробирка Hula Dancer basic IKA - 1 шт.

Интерактивная панель Samsung - 1 шт.

Колбонагреватель ES-4120, для круглодонных колб на 250 мл., до 450 С°, Россия - 1 шт.

Мельница лабораторная ЛМТ-1М для размолва при определении клейковины - 1 шт.

Персональный компьютер iRU I5/16GB/512GbSSD - 1 шт.

плитка нагрев. лаб. Schott SLK-2 - 1 шт.

Плитка нагревательная C-Mag HP 10 IKAtherm, 50-500C, платформа 260x260 мм, керамика, IKA - 1 шт.

Спектрофотометр ЮНИКО 2802S, UNITED PRODUCTS & INSTRUMENTS, INC. (США) - 1 шт.

Холодильник комбинированный лабораторный ХЛ-340-1 "POZIS" с металлическими дверями - 1 шт.

Шейкер-инкубатор ES-20/60 с принадлежностями BioSan - 1 шт.

шкаф сушильный SNOL 58/350 - 1 шт.

экстрактор SER/148(VELP) - 1 шт.

Компьютерный класс

010300

Интерактивная панель Samsung - 1 шт.

Персональный компьютер iRU I5/16GB/512GbSSD - 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 АООП 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 плоскпечатную 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», «проектор» 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, отчётливо, 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)

Дисциплина "Высокотехнологичное оборудование биотехнологических производств" преподается в соответствии с разработанной рабочей программой. Содержит занятия как лекционного так и практического типа