

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНИСТЕРСТВО НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 01.07.2026 12:50:35 Уникальный программный ключ: 04c19ed8b0b981506cb77a48609a878886522523	Рабочая программа дисциплины "Процессы и аппараты в биотехнологии" по специальности 06.05.01 "Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

Процессы и аппараты в биотехнологии

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

Специализация

Биоинженерия и биоинформатика

Присваиваемая квалификация (степень)

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2026

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: формирование у студентов запаса знаний относительно физических, химических и биологических законов основных биотехнологических процессов и практических навыков обоснования выбора и расчетам аппаратов, используемых для реализации конкретных биотехнологических процессов в условиях промышленного производства.

Задачи:

1. освоение правил безопасной работы с биологическим материалом и химическими веществами, правил санитарно-эпидемиологического режима, правил безопасной эксплуатации технологического оборудования;
2. освоение методологических и технологических аспектов реализации биотехнологических процессов в промышленных масштабах;
3. выработка умений и навыков обоснования выбора и расчета аппаратов, используемых для реализации конкретных биотехнологических процессов в условиях промышленного производства.

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

- ПК-1.1 Использует базовые принципы планирования научных исследований и правила техники безопасности при работе с исследовательской аппаратурой в области биоинженерии и биоинформатики
- ПК-1.2 Анализирует нормативные документы, регламентирующие организацию и методику проведения научно-исследовательских и производственно-технологических работ в области биоинженерии биоинформатики
- ПК-1.3 Планирует организацию и проведение научных исследований по актуальным биомедицинским проблемам
- ПК-3.1. Применяет методы бактериологического, молекулярно-генетического, биотехнологического исследования, биоинформатического анализа полученных результатов
- ПК-3.2. Использует базовые представления о применении клеток микроорганизмов, растений и животных в современной биотехнологии и биоинженерии
- ПК-3.3. Разрабатывает и применяет биологические технологии в промышленности и научно-исследовательской деятельности в соответствии с правилами GMP и требованиями экологической безопасности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.В.ДВ.04.01.01

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Курс базируется на полученных студентами знаниях по таким фундаментальным дисциплинам:

"Экспериментальная биология"

"Основы биометрического анализа"

"Введение в биотехнологию"

Введение в биотехнологию

Основы биометрического анализа и планирования эксперимента

Экспериментальная биология

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-1: Способен применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов в области биоинженерии и биоинформатики;

Знать:

Для достижения ПК-1.1 знать: принципы расчетов аппаратов, используемых в биотехнологических процессах, способы оптимизации условий протекания конкретных биотехнологических процессов.

Уметь:

Для достижения ПК-1.3 уметь: адаптировать полученные в рамках данного курса знания и умения к целям и задачам



конкретного предприятия; обосновывать выбор аппаратов для реализации конкретных технологий.

Для достижения ПК-1.4 уметь: готовить отчеты о выполненных технологических операциях.

Владеть:

Для достижения ПК-1.2 владеть: информацией об аналитических возможностях методов тестирования аппаратов и контроля процессов; навыками разработки технологической документации.

Для достижения ПК-1.3 владеть: навыками организации самостоятельной практической деятельности.

ПК-3: Способен к научно-исследовательской деятельности и анализу современного состояния и перспектив использования различных методов биоинформатики и биоинженерии в селекции микроорганизмов.

Знать:

Для достижения ПК-3.1 знать: требования санитарно-эпидемиологического режима предприятия / лаборатории, технические аспекты реализации биотехнологических процессов; физические, химические и биологические законы, обеспечивающие протекание биотехнологических процессов, аппаратное обеспечение биотехнологических процессов.

Уметь:

Для достижения ПК-3.2 уметь: обосновывать выбор аппаратов для реализации конкретных технологий; применять на практике теоретические знания конкретных биотехнологических процессов и методов разработки технологий; планировать реализацию стадий технологического процесса.

Владеть:

Для достижения ПК-3.3 владеть: междисциплинарным подходом как методологической основой разработки технологий; навыками выполнения технологических операций.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	Для достижения ПК-1.1 знать: принципы расчетов аппаратов, используемых в биотехнологических процессах, способы оптимизации условий протекания конкретных биотехнологических процессов.
3.1.2	Для достижения ПК-3.1 знать: требования санитарно-эпидемиологического режима предприятия / лаборатории, технические аспекты реализации биотехнологических процессов; физические, химические и биологические законы, обеспечивающие протекание биотехнологических процессов, аппаратное обеспечение биотехнологических процессов.
3.2	Уметь:
3.2.1	Для достижения ПК-1.3 уметь: адаптировать полученные в рамках данного курса знания и умения к целям и задачам конкретного предприятия; обосновывать выбор аппаратов для реализации конкретных технологий.
3.2.2	Для достижения ПК-1.4 уметь: готовить отчеты о выполненных технологических операциях.
3.2.3	Для достижения ПК-3.2 уметь: обосновывать выбор аппаратов для реализации конкретных технологий; применять на практике теоретические знания конкретных биотехнологических процессов и методов разработки технологий; планировать реализацию стадий технологического процесса.
3.2.4	
3.3	Владеть:
3.3.1	Для достижения ПК-1.2 владеть: информацией об аналитических возможностях методов тестирования аппаратов и контроля процессов; навыками разработки технологической документации.
3.3.2	Для достижения ПК-1.3 владеть: навыками организации самостоятельной практической деятельности.
3.3.3	Для достижения ПК-3.3 владеть: междисциплинарным подходом как методологической основой разработки технологий; навыками выполнения технологических операций.



4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану : 72 в том числе : аудиторные занятия : 32 самостоятельная работа : 36,7 : контактная работа: 35,3 ИКР: 3,3	Виды контроля в семестрах: зачеты 6

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. 1. Краткая история биотехнологии. Возможности биотехнологии			
1.1	Краткая история биотехнологии. Возможности биотехнологии /Лек/	6	1	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
1.2	Краткая история биотехнологии. Возможности биотехнологии /Пр/	6	1	Л1.1
1.3	Краткая история биотехнологии. Возможности биотехнологии /Ср/	6	5,5	Л1.1
	Раздел 2. 2. Системы обеспечения биотехнологического производства: водоподготовка, воздухоподготовка, стерилизация			
2.1	Системы обеспечения биотехнологического производства: водоподготовка, воздухоподготовка, стерилизация /Лек/	6	1	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
2.2	Системы обеспечения биотехнологического производства: водоподготовка, воздухоподготовка, стерилизация /Пр/	6	1	Л1.1
2.3	Системы обеспечения биотехнологического производства: водоподготовка, воздухоподготовка, стерилизация /Ср/	6	5,7	Л1.1
	Раздел 3. 3. Основные понятия и законы процессов в биотехнологическом производстве			
3.1	Основные понятия и законы процессов в биотехнологическом производстве /Лек/	6	2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
3.2	Основные понятия и законы процессов в биотехнологическом производстве /Пр/	6	2	Л1.1
3.3	Основные понятия и законы процессов в биотехнологическом производстве /Ср/	6	3,5	Л1.1
	Раздел 4. 4. Механические и гидромеханические процессы в биотехнологическом производстве			
4.1	Механические и гидромеханические процессы в биотехнологическом производстве /Лек/	6	2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
4.2	Механические и гидромеханические процессы в биотехнологическом производстве /Пр/	6	2	Л1.1
4.3	Механические и гидромеханические процессы в биотехнологическом производстве /Ср/	6	3,5	Л1.1
	Раздел 5. 5. Мембранные разделительные процессы в биотехнологическом производстве			
5.1	Мембранные разделительные процессы в биотехнологическом производстве /Лек/	6	2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
5.2	Мембранные разделительные процессы в биотехнологическом производстве /Пр/	6	2	Л1.1
5.3	Мембранные разделительные процессы в биотехнологическом производстве /Ср/	6	3,5	Л1.1
	Раздел 6. 6. Сверхкритические флюидные технологии в биотехнологическом производстве			



6.1	Сверхкритические флюидные технологии в биотехнологическом производстве /Лек/	6	2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
6.2	Сверхкритические флюидные технологии в биотехнологическом производстве /Пр/	6	2	Л1.1
6.3	Сверхкритические флюидные технологии в биотехнологическом производстве /Ср/	6	3,5	Л1.1
	Раздел 7. 7. Теплообменные процессы в биотехнологическом производстве			
7.1	Теплообменные процессы в биотехнологическом производстве /Лек/	6	2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
7.2	Теплообменные процессы в биотехнологическом производстве /Пр/	6	2	Л1.1
7.3	Теплообменные процессы в биотехнологическом производстве /Ср/	6	3,5	Л1.1
	Раздел 8. 8. Массообменные процессы в биотехнологическом производстве: сушка, ректификация, перегонка, экстракция, кристаллизация			
8.1	Массообменные процессы в биотехнологическом производстве: сушка, ректификация, перегонка, экстракция, кристаллизация /Лек/	6	2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
8.2	Массообменные процессы в биотехнологическом производстве: сушка, ректификация, перегонка, экстракция, кристаллизация /Пр/	6	2	Л1.1
8.3	Массообменные процессы в биотехнологическом производстве: сушка, ректификация, перегонка, экстракция, кристаллизация /Ср/	6	4	Л1.1
	Раздел 9. 9. Сорбционные массообменные процессы в биотехнологическом производстве			
9.1	Сорбционные массообменные процессы в биотехнологическом производстве /Лек/	6	2	Л1.1 Э1 Э2 Э3 Э4
9.2	Сорбционные массообменные процессы в биотехнологическом производстве /Пр/	6	2	Л1.1
9.3	Сорбционные массообменные процессы в биотехнологическом производстве /Ср/	6	4	Л1.1
	Раздел 10. Иная контактная работа			
10.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль, курсовая работа /ИКР/	6	3,3	

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Тест
Доклад

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Образцы тем докладов:

1. Процессы сушки в биотехнологии
2. Процессы концентрирования в биотехнологии
3. Процессы перемешивания в биотехнологии
4. Процессы осаждения в биотехнологии
5. Процессы ректификации в биотехнологии
6. Процессы охлаждения в биотехнологии

Образец тестовых заданий текущего контроля:

1. К какому классу относятся процессы, скорость которых определяется законами механики и гидродинамики?
А. Механические процессы,
В. Массообменные процессы,
С. Гидромеханические процессы.
D. Нет правильного ответа



2. Одним и тем же дифференциальным уравнением или системой дифференциальных уравнений при подобных условиях однозначности описываются:

- A. Сходные процессы,
- B. Однотипные процессы,
- C. Подобные процессы,
- D. Одноименные процессы,
- E. Иное:

3. Методом разделения неоднородных систем не является:

- A. Фильтрация,
- B. Перегонка,
- C. Отстаивание,
- D. Фильтрация и отстаивание.

4. Основной принцип действия простой полупроницаемой мембраны:

- A. Разность температур,
- B. Диффузия,
- C. Давление / вакуум,
- D. Разность потенциалов,
- E. Выше перечисленное верно,
- F. Нет правильного ответа.

5. Процесс теплопередачи можно интенсифицировать следующими способом / способами:

- A. Увеличить площадь поверхности теплообмена,
- B. Увеличить среднюю разность температур,
- C. Изменить организацию процесса теплообмена с противотока на прямоток,
- D. Нет правильного ответа.

6. Конденсация паров и газов происходит при следующих условиях:

- A. При повышении давления,
- B. При уменьшении давления,
- C. При уменьшении температуры,
- D. При уменьшении температуры и давления,
- E. Нет правильного ответа.

7. Температурная депрессия зависит:

- A. От температуры кипения раствора при атмосферном давлении,
- B. От температуры кипения растворителя при атмосферном давлении,
- C. От температур кипения раствора и растворителя при одном и том же давлении,
- D. Нет правильного ответа.

8. Массообменные процессы протекают в следующем направлении:

- A. В направлении от твердой фазы в жидкую,
- B. В направлении от жидкой фазы в твердую,
- C. В направлении достижения равновесия фаз,
- D. Нет правильного ответа.

9. Расчет насадочных и тарельчатых абсорберов заключается:

- A. В определении расхода абсорбента, гидравлического сопротивления, диаметра и высоты,
- B. В определении площади массопередачи,
- C. В определении количества тарелок и насадок,
- D. Нет правильного ответа.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАЧЕТУ

1. Особенности малотоннажных и многотоннажных производств.
2. Биореакторы: классификация, конструктивные особенности.
3. Общие принципы контроля и масштабирования биотехнологических процессов.
4. Водоподготовка: примеси, типы используемой в производстве воды, предподготовка, системы получения, распределения и хранения воды очищенной.
5. Воздухоподготовка: требования нормативной документации к чистоте воздуха производственных помещений, принципы работы систем распределения воздуха в чистых помещениях.
6. Стерилизация: методы, оборудование, режимы, виды контроля процесса стерилизации, регистрационные формы.
7. Классификация биотехнологических процессов.



8. Законы сохранения массы и энергии: материальный и тепловой балансы биотехнологического процесса.
9. Законы фазового равновесия, масштабного перехода и моделирования, теория подобия.
10. Общие принципы расчетов биотехнологических процессов и аппаратов, предъявляемые к аппаратам требования, оценка технико-экономической эффективности аппаратов, общие принципы оценки эффективности биотехнологических процессов.
11. Основные составляющие биотехнологического процесса, особенности математического моделирования биотехнологических процессов.
12. Виды механических процессов: измельчение, классификация, прессование, аппараты.
13. Разделение неоднородных систем: отстаивание, осаждение, фильтрование, аппараты, принципы расчета фильтровального оборудования.
14. Разделение неоднородных систем: мокрая очистка газов, аппараты, осаждение под действием электрического поля, псевдооживление, аппараты.
15. Перемешивание: жидких сред, сыпучих материалов, аппараты.
16. Классификации мембран, характеристика, состав, структура мембран, особенности полимерных мембран.
17. Мембранные разделительные процессы: классификация, применение, фильтрация с задержкой потока и с отсечением потока.
18. Первапорация, диализ, микрофильтрация.
19. Обратный осмос и ультрафильтрация, аппараты для баромембранных процессов, принципы расчета аппаратов проточного типа.
20. Сверхкритические флюидные технологии в биотехнологическом производстве: физико-химические особенности, варианты реализации сверхкритических флюидных технологий, сферы применения.
21. Основное уравнение теплопередачи, коэффициент теплопередачи и площадь поверхности теплообмена, способы передачи теплоты. Основные законы теплообмена (законы Фурье и Ньютона), закон Стефана – Больцмана, закон Кирхгофа, закон Ламберта. Движущая сила теплообменных процессов.
22. Нагревание и охлаждение, выпаривание: варианты реализации в технологическом процессе. Теплообменная аппаратура, классификация теплообменников. Интенсификация тепловых процессов.
23. Массообменные процессы: стадии, виды. Скорость массопередачи, коэффициенты массообменных процессов. Закон молекулярной диффузии (первый закон Фика) и закон конвективной диффузии (основной закон массоотдачи). Движущая сила массообменных процессов. Общие принципы расчета массообменных аппаратов. Интенсификация массообменных процессов.
24. Перегонка и ректификация, молекулярная перегонка, ректификационные колонны.
25. Экстракция в системе жидкость – жидкость: стадии, требования к промышленным экстрагентам, органическим растворителям для экстракции, к конструкциям аппаратов для экстракции, аппараты.
26. Экстракция жидкость-твердое тело: стадии, эффективность и продолжительность процесса, требования к конструкциям аппаратов для экстракции, аппараты. Выщелачивание.
27. Сушка: способы подвода теплоты, особенности процесса, виды сушки.
28. Кристаллизация: стадии, статика и кинетика процесса кристаллизации, аппараты для кристаллизации, конструктивные требования к выпарным аппаратам.
29. Абсорбция: физические основы, конструктивные особенности абсорберов и классификация.
30. Адсорбция: применение, адсорбенты пищевых производств, статика и кинетика процесса адсорбции, конструктивные особенности адсорберов и классификация.
31. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза и их модификации (ионный обмен, адсорбция микропористыми сорбентами, хроматография, биосорбция).
32. Ионообменная хроматография: варианты практического использования, принцип, особенности, контроль качества работы колонки.
33. Пенообразование и пеногашение в биотехнологии.
34. Физические, химические, электрофизические методы обработки биотехнологических продуктов.
35. Процессы с использованием электротока высокой и сверхвысокой частоты.
36. Кинетика и массообмен в процессах ферментации. Принципы расчета аппаратов для проведения процессов ферментации.

Образец билета для зачета:

ФГБОУ ВО «ЧелГУ»
Биологический факультет
Билет № 1

1. Водоподготовка: примеси, типы используемой в производстве воды, предподготовка, системы получения, распределения и хранения воды очищенной.
2. Экстракция в системе жидкость – жидкость: стадии, требования к промышленным экстрагентам, органическим растворителям для экстракции, к конструкциям аппаратов для экстракции, аппараты.



Зав. каф. микробиологии, иммунологии и общей биологии _____/Бурмистрова А.Л./
Доцент каф. микробиологии, иммунологии и общей биологии _____/Кодинцева Е.А./

6.4. Критерии оценивания

Доклад - продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Критерии оценки докладов

Показатель	Параметры	Баллы
Качество доклада	- соответствует теме, логично выстроен	5
	- соответствует теме, не логично выстроен;	4
	- частично соответствует теме	3
	- не соответствует теме	2
Демонстрационный материал	- представлен, точный, продемонстрирован	5
	- представлен, неточный, продемонстрирован	4
	- представлен, не точный, не продемонстрирован	3
	- не представлен или не соответствует сути материала	2
Выводы	- четкие, соответствуют материалу	5
	- не четкие, соответствуют материалу	4
	- не соответствуют материалу	3
	- нет	2
Ответы на вопросы	- точные, обоснованные	5
	- точные, не обоснованные	4
	- неточные	3
	- нет	2

Оценка за доклад выставляется в соответствии с накопленными баллами:

- «отлично» – 18-20 баллов;
- «хорошо» – 15-17 баллов;
- «удовлетворительно» – 12-14 баллов;
- «неудовлетворительно» – 8-11 баллов.

Тест - система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Оценка за тест выставляется в соответствии с накопленными процентами (максимальное количество 100 %):

- «отлично» – 91-100 %;
- «хорошо» – 76-90 %;
- «удовлетворительно» – 61-75 %;
- «неудовлетворительно» – 0-60 %.

Требования (критериальные показатели) к уровням освоения программы:

Промежуточная аттестация за 1 семестр по дисциплине проводится по системе зачет/незачет на основании экспертной оценки преподавателя в виде собеседования по двум вопросам, сгруппированным в экзаменационный билет, с учетом результатов текущего контроля знаний: ответов при устном опросе, результатов тестирования по пройденным темам, качества устного доклада по выбранной теме, качества выполнения дополнительных текущих заданий.

Студент получает зачет по дисциплине, если глубоко и полно владеет содержанием учебного материала; умеет связывать теорию с практикой, решает задачи, теоретические выводы подтверждает примерами, фактами, данными научных исследований; осуществляет межпредметные связи, предложения. Делает выводы логично, четко. Ясно и кратко излагает ответы на поставленные вопросы; умеет обосновывать свои суждения и профессионально- личностную позицию по излагаемому вопросу. Ответ носит самостоятельный характер, но содержание ответа имеет



отдельные неточности (несущественные ошибки) в изложении теоретического и практического материала, отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой; допущенные ошибки исправляются студентом после дополнительных вопросов преподавателя.

Студент не получает зачет по дисциплине, если имеет разрозненные, бессистемные знания: не умеет выделять главное и второстепенное; допускает ошибки в определении понятий, формулировке теоретических положений, искажает их смысл; не ориентируется в программно-методических материалах, беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет соединять теоретические положения с практикой; не умеет применять знания для обоснования и объяснения фактов, не устанавливает межпредметные связи.

К сдаче зачета допускаются студенты:

- имеющие не менее 80 % посещенных лекционных занятий и не менее 100 % практических занятий,
 - со сданными не менее чем на «удовлетворительно» заданиями по темам, пройденным в течение семестра (устный опрос, тестирование, дополнительные задания),
 - отработавшие пропущенные занятия (удовлетворительный устный ответ на дополнительный вопрос по пропущенной теме и наличие личного конспекта лекции);
 - имеющие не менее одного доклада, презентации и удовлетворительного выступления на практических занятиях.
- Студент имеет право погасить свою задолженность во время текущих консультаций или в ходе промежуточной аттестации.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1	Остриков А. Н., Смирных А. А., Наумченко И. С., Болгова И. Н., Копылов М. В.	Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа): практикум: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=488017)	Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2018	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» - раздел "Журналы открытого доступа" (https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free.asp) на 01.10.2018 г. содержит более 6000 научных журналов http://www.elibrary.ru
Э2	КиберЛенинка - научная электронная библиотека (журналы) http://cyberleninka.ru
Э3	Научная библиотека Челябинского государственного университета [Электронный ресурс]: [сайт] / Челяб. гос. ун-т. – Челябинск, 2001. – Режим доступа: http://www.lib.csu.ru/
Э4	Библиографические базы данных ИНИОН РАН [Электронный ресурс]: сайт. – URL: http://inion.ru/resources/bazy-dannykh-inion-ran/ .

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Reader

LMS Moodle

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.
2. Справочник «Информо» (<http://www.informio.ru/>) ИНФОРМИО : электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научнопрактическими материалами]. – URL: <http://www.informio.ru/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.
3. Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст : электронный.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)

Рабочая программа дисциплины "Процессы и аппараты в биотехнологии" по специальности 06.05.01
"Биоинженерия и биоинформатика" специализации Биоинженерия и биоинформатика ФГБОУ ВО «ЧелГУ»

стр. 11

4. Президентская библиотека (<https://www.prilib.ru/>) Президентская библиотека : электронная национальная библиотека : сайт / ФГБУ Президентская библиотека имени Б. Н. Ельцина. – Санкт-Петербург, 2009 – . – URL: <https://www.prilib.ru/>. – Текст : электронный.

5. Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) Web of Science : мультидисциплинарная реферативная база данных / компания Thomson Reuters. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

6. Scopus (<https://www.scopus.com>) Scopus : реферативная база данных / Elsevier BV. – URL: <http://www.scopus.com/>. – Яз. англ. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей ЧелГУ. – Текст : электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Учебная аудитория № 201

Основное оборудование:

учебные столы, совмещенные со скамейками, стол преподавателя, стул преподавателя, доска.

Технические средства обучения для проведения занятий:

проектор, экран, акустическая система, трибуна с ПК.

Программное обеспечение:

Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно).

Помещения для организации самостоятельной работы (для всех дисциплин (модулей))

Учебная аудитория (компьютерный класс) № 337.

Основное оборудование:

учебная и специализированная мебель, учебная доска, автоматизированные рабочие места для обучающихся с доступом к Интернет ресурсам, рабочее место преподавателя, оборудованное с выходом в сеть Интернет.

Технические средства обучения для проведения занятий: мультимедийный комплекс портативный (ноутбук, демонстрационный экран, проектор).

Учебно-методическая документация: пособия, плакаты, наглядный и раздаточный материал.

Программное обеспечение: Windows 10 (срок действия лицензии: бессрочно), система ДО «Moodle» - свободно распространяемое ПО, Acrobat Reader - свободно распространяемое ПО.

Неограниченный доступ в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации; к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Предусматриваются следующие виды учебной деятельности:

- изучение определенного минимума литературы по теме и фиксирование нужной информации.
- Изложение состояния изучаемого вопроса в современной литературе на основе ее анализа.
- Самоконтроль – усвоение материала, объективная оценка приобретенных знаний, корректировка уровня освоения знаний.
- Предоставление отчетности в форме, определяемой преподавателем.

Освоение учебного материала осуществляется по 3-м взаимосвязанным направлениям:

1. Аудиторные (практические занятия).
 2. Самостоятельная работа (составление таблиц, презентаций, поиск видеоматериалов, схематических рисунков индивидуальная работа, рефераты, доклады).
 3. Контроль усвоения знаний (опрос, тестирование, сдача зачета).
- Руководствуясь заданиями, придерживайтесь определенного плана в самостоятельной работе:
1. Из названия задания четко уясните, какие основные вопросы необходимо знать и чему должны научиться.
 2. Определите главные положения, для этого прочитайте учебник и подумайте, как выполнить задание, имея предварительную базу. Осмыслить задание в целом.
 3. Обязательно рассматривайте рисунки по ходу изучения материала.
 4. Сделайте краткую запись в виде плана, или таблицы, схемы, которая должна отражать анализ вашей работы с текстом учебника или литературного источника.
 5. Выпишите в словарь новые термины и понятия, вспомните изученные и определите их связь.
 6. Приступайте к выполнению задания.
 7. При посещении аудиторных занятий, разберите вопросы с преподавателем, которые возникли во время работы над заданием.



8. Во введении к теме, дается ее теоретическое обоснование, главы раскрывают содержание последовательно, кратко, но и в тоже время исчерпывающе. Надо раскрыть сущность проблемы, а также описать ее проявление на нескольких частных примерах.

Работа над докладом, контрольной работой:

1. Реферат – краткое изложение содержания статьи, книги или иных источников, научной информации. Рефератом также называют доклад на определенную тему, который подготовлен на основе анализа нескольких литературных источников.
2. Выбрать тему для самостоятельной работы и подобрать книги, используя список литературы.
3. Разработать способы решения выделенной проблемы (работа в библиотеке, компьютерном классе, в аудитории с лаборантом и т. д.).
4. Составить план реферата, подобрать эпиграф не увлекаться цитированием, большую часть материала излагать в свободном пересказе.
5. Продумать и можно систематизировать материал для составления схем, таблиц, графиков. В реферате по возможности сделать записи основных процессов работы в виде схем и таблиц, он приобретает особую ценность, если отражает результаты исследований автора.
6. Если тематические вопросы вызывают затруднение, следует обратиться за консультацией на кафедру, сделать литературную обработку материала, написать конспект.
7. Оформить реферат согласно требованиям ГОСТа. Отвечать на вопросы следует четко, излагая материал ясно, кратко, конкретно тщательно отобрать информацию из источников и определить свое отношение.
8. Детально ознакомиться с замечаниями и внести исправления. Прорецензированная и исправленная работа должна быть представлена преподавателю при сдаче темы и прокомментирована студентом.
9. Отличие реферата от тематического конспекта состоит в том, что в реферате не только делается обобщения изученной литературы, но и проявляется умение автора реферата оценить разные точки зрения по избранной проблеме, а главное, выказать свое отношение к проблеме.
10. Использовать следующие группы источников: 1 гр. – монографии, сборники, справочные издания; 2 гр. – периодическая печать.

Работа при подготовке к зачету:

1. Усвоение учебного материала зависит не только от того, как вы посещали и занимались, но и в значительной степени от развития личности: общих умений необходимых для наличия у личности самообразования (конспектирование, составление тезисов, написание рефератов, докладов, выделение главного и существенного из большого объема материала, умение слушать и выступать).
2. Умение творческого подхода к предмету (открытие новых деталей, которые не воспринимались ранее, перенос знаний в новую ситуацию, аргументированное отстаивание своих убеждений).
3. Осуществление самоконтроля и умения сконцентрировать внимание, самоотдача и систематическая подготовка к предмету.
4. Начинайте готовиться с тем, которые вы лучше усвоили, делайте записи на полях конспекта или специально отведенной для подготовки к зачету тетради (выпишите трудные для усвоения термины, понятия).
5. Для закрепления изученного объясните схематические рисунки учебника, воспроизведите схемы из конспектов, заполните таблицы, предложенные в методических пособиях.

Освоение дисциплины «Процессы и аппараты в биотехнологии» требует внимательного изучения всех предложенных тем. Для качественного усвоения данной дисциплины необходимо посещать лекционные занятия, готовиться к лабораторным занятиям.

Запись лекции – одна из форм активной самостоятельной работы студентов, требующая навыков и умения кратко, схематично, последовательно и логично фиксировать основные положения, выводы, обобщения, формулировки.

Лабораторные занятия имеют цель закрепить пройденный материал, расширить знания по изучаемым разделам и позволяют привить студентам навыки к самостоятельной научно-исследовательской работе.

Самостоятельная работа студентов (СРС) наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. СРС предназначена не только для овладения каждой дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации.

При изучении данного курса вам предлагаются следующие виды самостоятельной работы: подготовка к лекциям, практическим занятиям, докладам, подготовка к контрольным работам (7 тестирований, 1 доклад), подготовка к зачету.

При возникновении вопросов, возникающих в процессе освоения нового материала, студент обязательно должен обращаться за их разъяснением к преподавателю.

В случае применения при обучении дисциплины электронного обучения, дистанционных образовательных технологий общение обучающихся и преподавателя осуществляется в режиме реального времени (онлайн-лекции, вебинары, чаты, видео-конференции и др.) или отложенного времени (система дистанционного обучения Moodle, MSOffice365, форумы, электронная почта и др.). Большую часть времени обучающиеся самостоятельно работают с



учебно-методическими материалами. Студенты имеют возможность консультироваться с преподавателем по всем вопросам, возникающим в ходе самостоятельной работы посредством электронной почты, социальных сетей и т.п. Доступ обучающегося к учебным ресурсам в режиме отложенного времени, самостоятельной работы осуществляется через сеть Интернет в удобном для него месте, времени и темпе.

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья электронное обучение, дистанционные образовательные технологии предусматривают возможность приема-передачи информации в доступных для них формах.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий (далее – ЭО, ДОТ) осуществляется на основании следующих документов:

- Положение о реализации основных и дополнительных образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет»;

- Положение о порядке зачета обучающимися по основным профессиональным образовательным программам высшего образования в ФГБОУ ВО «ЧелГУ» результатов освоения в организациях, осуществляющих образовательную деятельность, учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практик, дополнительных образовательных программ» посредством электронной информационно-образовательной среды ФГБОУ ВО «ЧелГУ»;

- в исключительных случаях (форс-мажор и т.п.) при реализации образовательной деятельности с применением ЭО, ДОТ могут применять компоненты, не входящие в перечень электронной информационно-образовательной среды.

Самостоятельная работа студентов (СРС) является одним из основных разделов обучения. При этом студент обязан работать с научно-методической литературой, изучать научно-правовые акты. СРС предназначена не только для овладения дисциплиной, но и для формирования навыков самостоятельной работы вообще, в учебной, научной, профессиональной деятельности, способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решить проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации. Постоянная активность на занятиях – залог успешной работы и положительной оценки.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика специализация Биоинженерия и биоинформатика, Рабочая программа дисциплины «Процессы и аппараты в биотехнологии», год набора 2026, очная форма обучения, принята:

Проректор по учебной работе утверждено 03.03.2026 А.А. Саламатов

Ученым советом биологического факультета

Протокол заседания № 8 от 27.02.2026

Председатель Ученого совета
биологического факультета согласовано Д.С. Сташкевич

Заседанием кафедры микробиологии, иммунологии и общей биологии

Протокол заседания № 9 от 27.02.2026

Заведующий кафедрой согласовано А.Л. Бурмистрова

Автор (составитель) Ю.Ю. Филиппова

Структура рабочей программы дисциплины соответствует приказу ректора ФГБОУ ВО от 27.04.2022 № 291-1.