

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 20.08.2026 13:52:54
Уникальный программный ключ:
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cdd840af0

МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пермская государственная фармацевтическая академия»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии

(индекс, наименование дисциплины, в соответствии с учебным планом)

Б1.О.22 ПиАБТ

(индекс, краткое наименование дисциплины)

19.03.01 Биотехнология

(код, наименование направления подготовки (специальности))

Фармацевтическая биотехнология

(направленность(и) (профиль (и)/специализация(и))

Бакалавр

(квалификация)

Очная

(форма(ы) обучения)

Год набора - 2026

Пермь, 2025 г.

Авторы–составители:

д-р. фармацевт. наук, заведующий кафедрой промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии, профессор Орлова Е.В.

канд. фармацевт. наук, доцент кафедры промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии Мальгина Д.Ю.

Рассмотрено на заседании кафедры протокол № 4 от «19» октября 2025 г.

Заведующий кафедрой промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии, д-р. фармацевт. наук, профессор Орлова Е.В.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2.	Объем и место дисциплины в структуре ОПОП.....	5
3.	Содержание и структура дисциплины	5
4.	Фонд оценочных средств по дисциплине.....	7
5.	Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
6.	Учебная литература для обучающихся по дисциплине	10
7.	Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	10

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы

1.1. Дисциплина Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
ОПК-4	Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний	ИДОПК-4.1	Владеет базовыми инженерными навыками для решения задач в области профессиональной деятельности	– сформированы знания: об общих теоретических закономерностях гидромеханических, тепло- массообменных процессов, о принципах действия и устройстве основных аппаратов в фармацевтической технологии;
ОПК-5	Способен эксплуатировать технологическое оборудование, выполнять технологические операции, управлять биотехнологическими процессами, контролировать количественные и качественные показатели получаемой продукции	ИДОПК-5.1	Применяет знания теоретических основ ведения биотехнологических процессов при эксплуатации технологического оборудования, выполнении технологических операций	– сформированы умения: определять по справочным данным основные характеристики механических, гидромеханических, тепловых, массообменных процессов;

2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии, относится к обязательной части ОПОП, 3 курс, 5 и 6 семестр ее освоения в соответствии с учебным планом, общая трудоемкость дисциплины 252 ч /7 зачётных единиц (з. е.).

Количество академических часов, выделенных на контактную работу с преподавателем: 160 ч, из них лекций - 52 ч, лабораторных занятий – 108 ч, самостоятельной работы – 56 ч.

Форма промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом - экзамен – 36 ч.

3. Содержание и структура дисциплины

3.1. Структура дисциплины.

№ п/п	Наименование тем	Объем дисциплины, час.						Форма текущего контроля успевае- мости, промежу- точной аттеста- ции
		Все- го	Контактная работа обу- чающихся с преподавате- лем по видам учебных заня- тий			СР	к о н т р о л ь	
			Л	ЛЗ	ПЗ			
Очная форма обучения								
Семестр №5								
1.	Введение в процессы и аппараты биотех- нологии. Классификация процессов.	5	2	2		1		Опрос
2.	Гидромеханические процессы. Перемешивание в жидких средах.	5	2	2		1		Опрос
3.	Процесс диспергирования	7	2	4		1		Опрос
4.	Псевдооживление	7	2	4		1		Опрос
5.	Отстаивание под действием гравитацион- ного поля	7	2	4		1		Опрос
6.	Осаждение под действием центробежной силы	7	2	4		1		Опрос
7.	Фильтравание. Оборудование для филь- трования	7	2	4		1		Опрос
8.	Центрифугирование. Оборудование для центрифугирования	7	2	4		1		Опрос
9.	Газовые дисперсные системы. Разделение неоднородных газовых систем	7	2	4		1		Опрос
10.	Система вентиляции, фильтрация воздуха	6,5	2	4		0,5		Опрос
11.	Вентиляция производственных объектов	6,5	2	4		0,5		Опрос
	Итого за семестр №5:	72	22	40		10		
Семестр №6								
12.	Основы мембранных процессов	10	2	4		4		Опрос
13.	Баромембранные процессы	10	2	4		4		Опрос
14.	Механические процессы	10	2	4		4		Опрос
15.	Тепловые процессы. Нагрев, охлаждение. Организация процессов стерилиза- ции/депирогенизации в биотехнологии.	10	2	4		4		Опрос

№ п/п	Наименование тем	Объем дисциплины, час.					Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Все- го	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР	к о н т р о л ь
			Л	ЛЗ	ПЗ		
	Валидация стерилизации						
16.	Процесс замораживания-оттаивания. Процесс плавления- отверждение	16	4	8		4	Опрос
17.	Массообменные процессы. Сорбционные процессы (абсорбция, адсорбция)	14	2	8		4	Опрос
18.	Процесс перегонки (ректификации)	14	2	8		4	Опрос
19.	Процесс экстракции	10	2	4		4	Опрос
20.	Процесс растворения, кристаллизации	10	2	4		4	Опрос
21.	Процесс сушки	10	2	4		4	Опрос
22.	Сублимационная сушка	16	4	8		4	Опрос
23.	Частные процессы и аппараты биотехнологии. Культивирование микроорганизмов. Приготовление питательных сред	14	4	8		2	-
24.	Промежуточная аттестация	36				36	Экзамен -
Итого за семестр №6		180	30	68		82	
Всего:		252	52	108		56	

3.2 Содержание дисциплины

5 семестр.

Введение в процессы и аппараты биотехнологии. Классификация процессов.

Гидромеханические процессы. Перемешивание в жидких средах.

Процесс диспергирования

Образование дисперсных систем. Дисперсионные среды. Дисперсные фазы.

Псевдооживление

Псевдооживление зернистого слоя

Отстаивание под действием гравитационного поля

Методы разделения неоднородных систем. Оборудование для отстаивания.

Осаждение под действием центробежной силы

Методы разделения неоднородных систем. Оборудование для осаждения.

Фильтрация. Оборудование для фильтрации

Разделение неоднородных жидкостных систем. Фильтры, методы испытаний

Центрифугирование. Оборудование для центрифугирования

Центрифуги промышленные. Методы испытаний.

Газовые дисперсные системы. Разделение неоднородных газовых систем

Разделение неоднородных газовых систем. Фильтры очистки воздуха общего назначения

Система вентиляции, фильтрация воздуха

Фильтры тонкой очистки воздуха

Вентиляция производственных объектов

Изучение воздушных потоков в помещениях.

6 семестр

Основы мембранных процессов

Классификация мембран. Движущие силы мембранных процессов.

Баромембранные процессы

Ультрафильтрация, обратный осмос

Механические процессы

Измельчение, классификация, прессование.

Тепловые процессы. Нагрев, охлаждение. Процесс конденсации, парообразования (кипение, выпаривание, сгущение)

Организация процессов стерилизации/депирогенизации в биотехнологии

Оборудование для стерилизации и депирогенизации. Валидация стерилизации

Процесс замораживания-оттаивания. Процесс плавления-отверждение

Применение холодильного и морозильного оборудования в биотехнологическом производстве

Массообменные процессы. Сорбционные процессы (абсорбция, адсорбция)

Сорбенты в биотехнологическом производстве.

Процесс перегонки (ректификации)

Оборудование для ректификации. Ректификационные колонны

Процесс экстракции

Оборудование для экстракции. Экстракторы. Экстрагенты.

Процесс растворения, кристаллизации

Процесс сушки (ч.1)

Сушка термостабильных веществ

Процесс сушки (ч.2)

Сублимационная сушка термолабильных биотехнологических продуктов.

Частные процессы и аппараты биотехнологии. Культивирование микроорганизмов. Приготовление питательных сред

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Формы и оценочные средства для текущего контроля.

4.1.1 В ходе реализации дисциплины Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: опрос. Форма промежуточной аттестации – экзамен, оценочное средство - тест. Материалы приведены в ФОС.

4.1.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости.

Оценка результатов выполнения заданий оценочных средств осуществляется на основе их соотнесения с планируемыми результатами обучения по дисциплине и установленными критериями оценивания сформированности закрепленных компетенций.

Примеры вопросов

1. Что такое питательная среда? Какие основные компоненты она содержит?
2. Чем отличаются синтетические среды от натуральных? Приведите примеры.
3. Какие источники углерода и азота используют в питательных средах для микроорганизмов?
4. Зачем добавляют микроэлементы и витамины в питательные среды?
5. Как стерилизуют питательные среды перед засевом? Укажите режимы для жидких и твердых сред.
6. Почему важно контролировать pH среды? Как его регулируют?
7. Приведите пример состава питательной среды для выращивания бактерий-продуцентов (например, *E. coli*) и объясните выбор компонентов.

4.1.3. Шкала оценивания для текущего контроля.

Критерии и шкала оценивания результатов опроса:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся при правильном ответе на вопрос и связанные вопросы.

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся при правильном ответе на вопрос, но не уверенном ответе на связанные вопросы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся при правильном ответе на вопрос, но не правильном ответе на связанные вопросы;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся при неправильном ответе на вопрос.

4.2. Формы и оценочные средства для промежуточной аттестации.

4.2.1. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по учебному предмету, дисциплине (модулю)

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Структурные элементы оценочных средств	Критерии оценки сформированности компетенции	
			Не сформирована	Сформирована
ОПК-4	ИДОПК-4.1	Тест	На уровне знаний: Не знает общие теоретические закономерности гидромеханических, тепло- массообменных процессов, о принципах действия и устройстве основных аппаратов в фармацевтической технологии.	На уровне знаний: Знает общие теоретические закономерности гидромеханических, тепло- массообменных процессов, о принципах действия и устройстве основных аппаратов в фармацевтической технологии.
ОПК-5	ИДОПК-5.1	Тест	На уровне умений: Не умеет определять по справочным данным основные характеристики механических, гидромеханических, тепловых, массообменных процессов	На уровне умений: Умеет определять по справочным данным основные характеристики механических, гидромеханических, тепловых, массообменных процессов.

Компетенция считается сформированной на уровне требований к дисциплине (модулю) в соответствии с образовательной программой, если по итогам применения оценочных средств промежуточной аттестации или их отдельных элементов результаты, демонстрируемые обучающимся, отвечают критерию сформированности компетенции.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации хотя бы одна из компетенций не сформирована на уровне требований к дисциплине (модулю) в соответствии с образовательной программой, результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции.

4.2.2. Промежуточная аттестация проводится в форме: экзамена.

4.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации.

1.	Выберите правильный ответ: Гидромеханический процесс взаимодействия твёрдых частиц дисперсной фазы с восходящим потоком дисперсионной среды (газа, жидкости), при котором твёрдые частицы приобретают подвижность друг относительно друга за счёт восприятия энергии потока – это: А. растворение. Б. фильтрование. В. псевдоожижение. Г. кипение.
2.	Выберите правильный ответ: Движущей силой процесса отстаивания является: А. Избыточное давление. Б. Кавитация. В. Гравитация. Г. Температура.
3.	Выберите правильный ответ: Бактофуга- это: А. разновидность бактерий. Б. аппарат для инактивации микроорганизмов. В. высокоскоростной сопловый сепаратор. Г. устройство Parasер.

4.2.4. Шкала оценивания.

91 -100 % правильных ответов – оценка «отлично»,
76 - 89 % правильных ответов – оценка «хорошо»,
51- 75 % правильных ответов – оценка «удовлетворительно»,
0 – 50 % правильных ответов – оценка «неудовлетворительно».

4.3. Соответствие оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине формируемым компетенциям

Код компетенции	Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства промежуточной аттестации
		Тест
ОПК-4	ОПК-4.1	+
ОПК-5	ОПК-5.1	+

5. Методические материалы по освоению дисциплины

Методические материалы по дисциплине (Приложение 1).

6. Учебная литература и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" для обучающихся по дисциплине

1. Власова, Г. В. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник / Г. В. Власова, Д. А. Чудиевич, Н. А. Пивоварова. - Москва : Инфра-Инженерия, 2022. - 188 с. - ISBN 978-5-9729-0863-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972908639.html>

7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения лекционных и практических занятий используются учебные аудитории, оснащенные специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Аудитория оснащена ноутбуком, проектором. Кроме этого у студента есть возможность доступа в интернет, к базам данных электронных библиотек в компьютерном классе. Аудитория (№24) и компьютерный класс (№1) расположены в корпусе по адресу г. Пермь, ул. Крупской, 46, ауд.24.

Инвентарные номера оборудования в аудитории 24: ноутбук: 0130006446, проектор: 013006782.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии

Код и наименование направления подготовки, профили: 19.03.01 Биотехнология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Формируемые компетенции:

Дисциплина Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии обеспечивает овладение следующими компетенциями:

Объем и место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии, относится к базовой части ОПОП, 3 курс, 5 и 6 семестр ее освоения в соответствии с учебным планом, общая трудоемкость дисциплины 252 ч /7 зачётные единицы (з. е.).

Форма промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом - экзамен – 36 ч.

План дисциплины:

Введение в процессы и аппараты биотехнологии. Классификация процессов.

Гидромеханические процессы. Перемешивание в жидких средах.

Процесс диспергирования

Образование дисперсных систем. Дисперсионные среды. Дисперсные фазы.

Псевдооживление

Псевдооживление зернистого слоя

Отстаивание под действием гравитационного поля

Методы разделения неоднородных систем. Оборудование для отстаивания.

Осаждение под действием центробежной силы

Методы разделения неоднородных систем. Оборудование для осаждения.

Фильтрация. Оборудование для фильтрации

Разделение неоднородных жидкостных систем. Фильтры, методы испытаний

Центрифугирование. Оборудование для центрифугирования

Центрифуги промышленные. Методы испытаний.

Газовые дисперсные системы. Разделение неоднородных газовых систем

Разделение неоднородных газовых систем. Фильтры очистки воздуха общего назначения

Система вентиляции, фильтрация воздуха

Фильтры тонкой очистки воздуха

Вентиляция производственных объектов

Изучение воздушных потоков в помещениях.

Основы мембранных процессов

Классификация мембран. Движущие силы мембранных процессов.

Баромембранные процессы

Ультрафильтрация, обратный осмос

Механические процессы

Измельчение, классификация, прессование.

Тепловые процессы. Нагрев, охлаждение. Процесс конденсации, парообразования (кипение, выпаривание, сгущение)

Организация процессов стерилизации/депирогенизации в биотехнологии

Оборудование для стерилизации и депирогенизации. Валидация стерилизации

Процесс замораживания-оттаивания. Процесс плавления- отверждение

Применение холодильного и морозильного оборудования в биотехнологическом производстве

Массообменные процессы. Сорбционные процессы (абсорбция, адсорбция)

Сорбенты в биотехнологическом производстве.

Процесс перегонки (ректификации)

Оборудование для ректификации. Ректификационные колонны

Процесс экстракции

Оборудование для экстракции. Экстракторы. Экстрагенты.

Процесс растворения, кристаллизации

Процесс сушки (ч.1)

Сушка термостабильных веществ

Процесс сушки (ч.2)

Сублимационная сушка термолабильных биотехнологических продуктов.

Частные процессы и аппараты биотехнологии. Культивирование микроорганизмов. Приготовление питательных сред

Формы текущего контроля: опрос, промежуточной аттестации: экзамен