

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Лужанин Владимир Геннадьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.10.2024 13:19:12  
Уникальный программный ключ:  
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cddh840af0

**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

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры

Протокол № 10 от «26» июня 2024 г.

**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 - 2025

Пермь, 2024 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.

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 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:

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</b>
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 базовой 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 - 50 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 успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий			СР	
			Л	ЛЗ	ПЗ		
Очная форма обучения							
Семестр №5							
1.	Введение в процессы и аппараты биотехнологии. Классификация процессов.	7	2	2		2	Опрос
2.	Гидромеханические процессы. Перемешивание в жидких средах.	7	2	2		2	Опрос
3.	Процесс диспергирования	7	2	4		2	Опрос
4.	Псевдооживление	7	2	4		2	Опрос
5.	Отстаивание под действием гравитационного поля	8	2	4		2	Опрос
6.	Осаждение под действием центробежной силы	8	2	4		2	Опрос
7.	Фильтрация. Оборудование для фильтрации	8	2	4		2	Опрос
8.	Центрифугирование. Оборудование для центрифугирования	8	2	4		2	Опрос
9.	Газовые дисперсные системы. Разделение неоднородных газовых систем	8	2	4		2	Опрос
10.	Система вентиляции, фильтрация воздуха	8	2	4		2	Опрос
11.	Вентиляция производственных объектов	8	2	4		2	Опрос
12.	Основы мембранных процессов	8	2	4		2	Опрос
13.	Баромембранные процессы	8	2	4		2	Опрос
14.	Механические процессы	8	2	4		2	Опрос
	<b>Итого за семестр №5:</b>	<b>108</b>	<b>28</b>	<b>52</b>		<b>28</b>	
<b>Семестр №6</b>							
15.	Тепловые процессы. Нагрев, охлаждение. Организация процессов	12	4	4		3	Опрос

№ п/п	Наименование тем	Объем дисциплины, час.				Форма текущего контроля успеваемости, промежуто чной аттестации	
		Всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий				
			Л	ЛЗ	ПЗ		
	стерилизации/депирогенизации в биотехнологии. Валидация стерилизации						
16.	Процесс замораживания-оттаивания. Процесс плавления- отверждение	12	2	4		3	Опрос
17.	Массообменные процессы. Сорбционные процессы (абсорбция, адсорбция)	12	2	4		3	Опрос
18.	Процесс перегонки (ректификации)	12	4	4		3	Опрос
19.	Процесс экстракции	12	2	8		3	Опрос
20.	Процесс растворения, кристаллизации	12	4	8		3	Опрос
21.	Процесс сушки	12	2	8		3	Опрос
22.	Сублимационная сушка	12	2	8		3	Опрос
23.	Частные процессы и аппараты биотехнологии. Культивирование микроорганизмов. Приготовление питательных сред	12	2	8		4	-
24.	Промежуточная аттестация	36					Экзамен - Тест
<b>Итого за семестр №6</b>		<b>108</b>	<b>24</b>	<b>56</b>		<b>28</b>	
Всего:		<b>252</b>	<b>52</b>	<b>108</b>		<b>56</b>	

### 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.  
 Основы мембранных процессов

Классификация мембран. Движущие силы мембранных процессов.

Баромембранные процессы

Ультрафильтрация, обратный осмос

Механические процессы

Измельчение, классификация, прессование.

### **6 семестр**

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 материалы 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.

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

### **Опрос:**

Пример вопросов опроса:

Вопрос для опроса	Ответ
Псевдооживление зернистого слоя. Изобразите схематично псевдооживление зернистого слоя. Охарактеризуйте истинное псевдооживление	Если через неподвижный слой материала, лежащего на решетке (рис.), пропустить снизу вверх поток оживающего агента (жидкость или газ), то состояние слоя будет определяться скоростью оживающего агента, отнесенного к полному поперечному сечению пустого аппарата:

и процесс уноса частиц из аппарата.	
Отстаивание под действием гравитационного поля. Охарактеризуйте процесс отстаивания под действием гравитации.	<p>Отстаивание — это частный случай разделения неоднородных жидких или газообразных систем в результате выделения твердых или жидких частиц под действием гравитационной силы. Применяют отстаивание при грубом разделении суспензий, эмульсий и пылей. Этот способ разделения характеризуется низкой скоростью процесса. Отстаиванием не удастся полностью разделить неоднородную смесь на дисперсную и дисперсионную фазы. Однако простое аппаратное оформление процесса и низкие энергетические затраты определили широкое применение его в пищевой и в смежных отраслях промышленности.</p> <p>Отстаивание проводят в аппаратах различных конструкций, называемых отстойниками.</p> <p>При отстаивании должны соблюдаться следующие условия:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) продолжительность пребывания разделяемого потока в аппарате должна быть равна или больше времени осаждения частиц;</li> <li>2) линейная скорость потока должна быть меньше скорости осаждения.</li> </ol>

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. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации: тест

1.	<p><b>Выберите правильный ответ:</b></p> <p><b>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:</b></p> <p>А. растворение.          Б. фильтрование.          В. псевдооживление.          Г. кипение.</p>
----	---



2.	<b>Выберите правильный ответ:</b> <b>Движущей силой процесса оттаивания является:</b> А. Избыточное давление. Б. Кавитация. В. Гравитация. Г. Температура.
3.	<b>Выберите правильный ответ:</b> <b>Бактофуга- это:</b> А. разновидность бактерий. Б. аппарат для инактивации микроорганизмов. В. высокоскоростной сопловый сепаратор. Г. устройство Parasep.

#### 4.2.3. Шкала оценивания

85% правильных ответов – оценка «отлично»;  
 75% правильных ответов – оценка «хорошо»;  
 65% правильных ответов – оценка «удовлетворительно»;  
 50 и менее 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	+

#### 4.4. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

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 в соответствии с образовательной программой, если по итогам применения оценочных средств промежуточной аттестации или их отдельных элементов результаты, демонстрируемые обучающимся, отвечают критерию сформированности компетенции.

## **5. Методические материалы по освоению дисциплины**

Методические материалы для обучающихся на дисциплине Б1.О.22 Процессы и аппараты биотехнологии (полный комплект методических материалов находится на кафедре промышленной технологии лекарств с курсом биотехнологии).

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

### 6.1. Основная литература.

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии ч.1: учебник для ВУЗов - М.:Химия, 1995.- 400 с.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии ч.2: учебник для ВУЗов - М.:Химия, 1995.- 368 с.

### 6.2. Дополнительная литература.

1. Федосеев, К.Г. Процессы и аппараты биотехнологии и химико-фармацевтической промышленности [Текст] : учебное пособие / К. Г. Федосеев. - Москва : Медицина, 1969. - 200 с.
2. Фролов, В.Ф. Методы расчёта процессов и аппаратов химической технологии: (примеры и задачи) / В.Ф. Фролов, П.Г. Романков, О.М. Флисюк. – Санкт-Петербург : Химиздат, 2010. – 544 с.

## **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение 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, профилю: 19.03.01 Биотехнология

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Формируемые компетенции:

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	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;

	получаемой продукции			
--	-------------------------	--	--	--

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:

#### **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.

Фильтрование. Оборудование для фильтрования

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.

#### **6 семестр**

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