

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 31.10.2024 15:39:47  
Уникальный программный ключ:  
d56ba45a9b6e5c64a319e2c5ae3bb2cddb840af0

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Пермская государственная фармацевтическая академия»**

**Министерства здравоохранения Российской Федерации**

Кафедра общей и органической химии

*(наименование кафедры)*

УТВЕРЖДЕНА

решением кафедры

Протокол от «13» июня 2024 г.

№ 9

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.22 Процессы и аппараты химической технологии

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

Б1.О.22 ПиАХТ

*(индекс, краткое наименование дисциплины)*

18.03.01 Химическая технология

*(код, наименование направления подготовки (специальности))*

Химическая технология лекарственных средств

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

Бакалавр

*(квалификация)*

Очная

*(форма(ы) обучения)*

Год набора – 2025

Пермь, 2024 г.

**Автор(ы)–составитель(и):**

доц. каф. общей и органической химии к.фарм.н. Юсов А.С.

заведующий кафедрой общей и органической химии д-р. хим. наук., профессор Гейн В.Л.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине , соотнесенных с планируемыми результатами освоения программы.....	4
2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП ВО.....	5
3. Содержание и структура дисциплины.....	5
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	9
5. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины.....	15
6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине.....	15
7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы.....	16

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

<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 обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.	ИДОПК-4.1	Интерпретирует строение вещества на основании физико-химических принципов и закономерностей	<b>На уровне умений:</b> - Умеет определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи;
		ИДОПК-4.2	Использует технические средства для контроля и мониторинга параметров технологического процесса, свойств сырья, материалов и готовой продукции, основываясь на знании принципов устройства применяемых электротехнических средств.	<b>На уровне знаний:</b> - Знает основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и неподвижной границей раздела фаз;
ОПК-5	Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.	ИДОПК-5.1	Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные	<b>На уровне умений:</b> - Умеет проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывать и интерпретировать полученные данные. Умеет проводить наблюдения и измерения с учетом техники безопасности.
		ИДОПК-5.2	Проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, в том числе при работе с оборудованием и химическими	<b>На уровне знаний:</b> - Знает технику безопасности проведения наблюдений и измерений. - Знает методы проведения экспериментальных исследований, знает принципы обработки

			веществами	экспериментальных данных.
ПК-1	Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ИДПК-1.1	Проводит работы по отбору и учёту образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе, и по микробиологической чистоте.	<b>На уровне умений:</b> - Умеет проводить работы по отбору и учёту образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды. - Умеет проводить испытания образцов лекарственных средств.
		ИДПК-1.2	Проводит испытания образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе, и по микробиологической чистоте	<b>На уровне знаний:</b> - Знает правила отбора и учёта образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды. - Знает методики проведения испытаний образцов лекарственных средств.
ПК-4	Способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест	ИДПК-4.1	Разрабатывает промышленный регламент и документацию по работе с технологическим оборудованием в том числе чертежи на оборудование, его элементы	<b>На уровне умений:</b> - Умеет рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химико-технологического процесса, выбирать рациональную схему
		ИДПК-4.2	Разрабатывает стандартные операционные процедуры по подготовке производственного оборудования, проведению	<b>На уровне знаний:</b> - Знает принципы расчета параметров и выбора аппаратуры для конкретного технологического процесса; расчета основных характеристик химико-технологического процесса,

			технологических операций и заполнению технологической документации	выбора рациональной схемы и схемы производства.
--	--	--	--------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------

## 2. Объем и место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.О.22 «Процессы и аппараты химической технологии» к базовой части ОПОП и изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах. Общая трудоемкость составляет 8 зачетных единиц и 288 ч. /8 з. е.

## 3. Содержание и структура дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.					СР	Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛЗ	ПЗ			
Очная форма обучения								
Семестр № 5								
Раздел 1	Введение в дисциплину «Процессы и аппараты химической технологии».	10	2		4	4	С	
Тема 1.1	Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии.	10	2		4	4	С	
Раздел 2	Гидромеханические процессы	60	12	-	24	24	С, КР	
Тема 2.1	Неоднородные системы.	12	2	-	4	4	С	
Тема 2.2	Отстаивание и осаждение.	12	2	-	4	4	С	
Тема 2.3	Фильтрация.	12	2	-	4	4	С	
Тема 2.4	Псевдоожижение.	12	2	-	4	4	С	
Тема 2.5	Перемешивание.	12	2	-	4	4	С	
Тема 2.6	Ультрафильтрация и обратный осмос.	12	2	-	4	4	С, КР	
Раздел 3	Процессы теплообмена.	60	12	-	28	20	С, КР	
Тема 3.1	Теплопередача. Теплопроводность.	17	4	-	8	5	С	
Тема 3.2	Конвективный теплообмен (теплоотдача). Тепловое излучение(радиация).	15	4	-	8	5	С	

№ п/п	Наименование разделов, тем	Объем дисциплины, час.					СР	Форма текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
		Всего часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий					
			Л	ЛЗ	ПЗ			
Очная форма обучения								
Тема 3.3	Нагревание, испарение, охлаждение и конденсация.	15	2	-	8	5	С	
Тема 3.4	Выпаривание.	11	2	-	4	5	С, КР	
Семестр № 6								
Раздел 4	Процессы массообмена.	<b>91</b>	<b>20</b>	-	<b>36</b>	<b>35</b>	С, КР	
Тема 4.1	Массопередача.	11	2	-	4	5	С	
Тема 4.2	Движущая сила массообменных процессов.	11	2	-	4	5	С	
Тема 4.3	Абсорбция.	11	2	-	4	5	С	
Тема 4.4	Перегонка и ректификация.	11	4	-	8	5	С	
Тема 4.5	Экстракция.	11	4	-	4	5	С	
Тема 4.6	Сушка. Цель, методы и физические основы сушки.	11	4	-	8	5	С	
Тема 4.7	Кристаллизация, аппараты кристаллизации.	11	2	-	4	5	С, КР	
Раздел 5	Механические процессы.	<b>31</b>	<b>6</b>	-	<b>16</b>	<b>9</b>	С, КР	
Тема 5.1	Измельчение и классификация твердых материалов.	15	2	-	8	5	С	
Тема 5.2	Прессование. Общие сведения. Обезвоживание и брикетирование. Гранулирование и формование.	16	4		8	4	С, КР	
Промежуточная аттестация		<b>36</b>					Экзамен	
<b>Всего:</b>		<b>288</b>	<b>52</b>		<b>108</b>	<b>92</b>		

*Примечание: формы текущего контроля успеваемости: собеседование (С), контрольная работа (КР).*

### 3.2. Содержание дисциплины.

Раздел 1 Введение в дисциплину «Процессы и аппараты химической технологии». Тема 1.1 Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии. Классификация процессов. Непрерывные и периодические, стационарные и нестационарные процессы. Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии. Молекулярный и конвективный перенос. Общие закономерности гидродинамики, тепло- передачи и массопередачи. Взаимосвязь этих процессов в промышленной аппаратуре. Роль явлений переноса при химических превращениях. Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение

направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

Раздел 2 Гидромеханические процессы. Тема 2.1 Неоднородные системы. Разделение неоднородных систем. Классификация неоднородных систем. Методы разделения неоднородных систем. Материальный баланс процессов разделения. Кинетика разделения неоднородных систем. Тема 2.2 Отстаивание и осаждение. Отстаивание под действием гравитационного поля. Осаждение под действием центробежной силы. Оборудование для отстаивания и осаждения. Тема 2.3 Фильтрация. Виды фильтрации. Движущая сила и скорость процесса. Оборудование для фильтрации. Расчет фильтровального оборудования. Разделение газовых неоднородных систем. Общие сведения. Мокрая очистка газов. Осаждение под действием электрического поля. Тема 2.4 Псевдооживление. Общие сведения. Физические основы псевдооживления расчетные формулы. Аппараты с псевдооживленным слоем. Тема 2.5 Перемешивание. Общие сведения. Перемешивание жидких сред. Перемешивание пластичных масс. Перемешивание сыпучих материалов.

Тема 2.6 Ультрафильтрация и обратный осмос. Общие сведения. Теоретические основы разделения обратным осмосом и ультрафильтрацией. Устройство мембранных аппаратов. Расчет аппаратов проточного типа.

Раздел 3 Процессы теплообмена. Тема 3.1 Теплопередача. Теплопроводность. Теплопередача. Общие сведения. Теплопроводность. Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Основные понятия и определения: температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача. Тема 3.2 Конвективный теплообмен (теплоотдача). Тепловое излучение (радиация). Конвективный теплообмен (теплоотдача). Тепловое излучение (радиация). Основные критерии теплового подобия и их применение в расчетной практике. Связь коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи. Движущая сила теплообменных процессов. Тема 3.3 Нагревание, испарение, охлаждение и конденсация. Нагревание. Испарение. Конденсация. Охлаждение. Охлаждение до обыкновенных температур. Охлаждение до температур ниже окружающей среды. Устройство теплообменной аппаратуры. Тема 3.4 Выпаривание. Общие сведения. Способы выпаривания. Устройство выпарных аппаратов. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией. Пленочные выпарные аппараты.

Раздел 4 Процессы массообмена. Тема 4.1 Массопередача. Общие сведения. Кинетика массопередачи. Основные уравнения массопередачи. Материальный баланс массообменных процессов. Основные законы массопередачи. Критериальные уравнения конвективной диффузии. Массопередача с твердой фазой. Закон массопроводности. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию. Тема 4.2 Движущая сила массообменных процессов. Движущая сила массообменных процессов. Расчет основных размеров массообменных аппаратов. Моделирование и расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом. Тема 4.3 Абсорбция. Общие сведения. Физические основы абсорбции. Материальный баланс и кинетические закономерности абсорбции. Принципиальные схемы абсорбции. Конструкции абсорберов. Влияние условий (температуры, давления, концентраций) на направление массопереноса на примерах абсорбции; принципы выбора абсорбентов. Тема 4.4 Перегонка и ректификация. Общие сведения. Теоретические основы процессов. Простая перегонка. Ректификация. Ректификационные колонны. Схемы ректификационных установок. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров. Тема 4.5 Экстракция. Общие сведения. Равновесие в системе жидкость – жидкость. Массопередача при экстракции. Экстракторы для жидкостей. Экстракция в системе твердое тело – жидкость. Общие сведения. Статика и кинетика выщелачивания. Устройство экстракционных аппаратов для выщелачивания. Адсорбция. Общие сведения. Характеристика адсорбентов. Равновесие в процессах адсорбции. Статика и кинетика адсорбции. Адсорберы. Ионообменная адсорбция. Тема 4.6 Сушка. Цель, методы и физические основы сушки. Общие сведения. Цель, методы и физические основы сушки. Формы связи влаги с материалом. Кинетика сушки. Материальный и тепловой балансы сушки. Типовые конструкции сушилок и области их применения. Тема 4.7 Кристаллизация, аппараты кристаллизации. Общие сведения. Статика процесса. Кинетика процесса и условия кристаллизации. Аппараты для кристаллизации.

Раздел 5 Механические процессы. Тема 5.1 Измельчение и классификация твердых материалов. Измельчение и классификация твердых материалов. Общие сведения. Физические основы измельчения. Конструкции основных типов измельчающих машин. Классификация зернистых материа-

лов. Тема 5.2 Прессование. Общие сведения. Обезвоживание и брикетировании. Гранулирование и формование. Машины для обработки фармацевтических и химических масс давлением.

#### 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 химической технологии» используются следующие формы текущего контроля успеваемости обучающихся: собеседование, контрольная работа.

4.1.2. Материалы текущего контроля успеваемости.

Пример собеседования по теме 2.1

1. Методом разделения неоднородных систем является что?
2. Какая среда состоит из жидкой дисперсионной и твердой дисперсной фаз.
3. Тонкими суспензиями называются суспензии с какими размерами твердых частиц.
4. Приведите пример среды состоящей из двух жидких фаз, не растворяющихся одна в другой.
5. Тонкими считаются эмульсии с каким размером капель дисперсной фазы.
6. Как называется среда, состоящая из жидкой дисперсионной и газовой дисперсной фаз.
7. Как называется среда, состоящая из газовой дисперсионной и твердой дисперсной фаз.
8. Размер твердых частиц в дымах сколько составляет.
9. Размер твердых частиц пылей сколько составляет.
10. Как называется среда, состоящая из газовой дисперсионной и жидкой дисперсной фаз.
11. Размер жидких капель в тумане составляет.
12. Процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем под действием гравитационных сил определяется понятием, каким?
13. Процесс разделения жидких и газовых неоднородных систем с использованием пористой перегородки определяется понятием, каким?

Пример варианта контрольной работы по разделу 2

1. Какие неоднородные системы разделяют методом.
2. Каким выражением определяется средняя продолжительность отстаивания.

4.1.3. Шкала оценивания для текущего контроля.

Собеседование:

- зачтено – написание протокола без ошибок или с допущенными неточностями, уверенно исправленными после дополнительных вопросов, правильно написаны реакции и отдельные формулы; правильные в целом действия по применению знаний для решения профессиональных задач;
- не зачтено – несоблюдение техники выполнения лабораторной работы, либо наличие грубых ошибок при оформлении протокола исследования, непонимание сущности излагаемого вопроса, реакции написаны с ошибками, либо в формулах написаны ошибки, неумение применять знания для решения профессиональных задач, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

Контрольная работа:

- оценка «отлично»: изложенный материал фактически верен, наличие необходимых схем и реакций с пояснениями к ним, что показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме утвержденных

ной программы дисциплины в соответствии с поставленными программой курса целями и задачами обучения; грамотное и логически стройное изложение материала при письменном ответе на вопросы;

- оценка «хорошо»: наличие твердых и достаточно полных знаний в объеме утвержденной программы дисциплины в соответствии с целями обучения, правильные действия по применению полученных знаний, умений для решения поставленных задач, четкое изложение материала, наличие всех необходимых схем и реакции в письменном ответе; допускаются отдельные логические и стилистические погрешности;

- оценка «удовлетворительно» - наличие твердых знаний в объеме утвержденной программы в соответствии с целями изучения, изложение ответов с отдельными ошибками, наличие необходимых схем и реакций в неполном объеме с сохранением логики; правильные в целом действия по применению знаний для решения профессиональных задач;

- оценка «неудовлетворительно» - ответы не связаны с вопросами, наличие грубых ошибок в ответе, отсутствие необходимых схем и реакций, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания для решения профессиональных задач.

#### 4.2. Формы и материалы промежуточной аттестации.

##### 4.2.1. Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена

##### 4.2.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации: тест

###### Вариант № 1

1. сублимационная сушка это

- a) сушка в глубоком вакууме в замороженном состоянии
- b) сушка конвекцией
- c) сушка радиацией
- d) сушка при прямом контакте с теплоагентом

2. процесс концентрирования растворов твердых нелетучих веществ путем удаления летучего растворителя в виде паров это \_\_\_\_\_

3. в тепловых процессах тепло передаётся самопроизвольно:

- a) от горячего потока к холодному потоку;
- b) от холодного потока к горячему потоку;
- c) от холодной воды к водяному пару.
- d) от токов высокой частоты к токам низкой частоты

4. к теплообменным относятся следующие технические процессы скорость которых определяется скоростью подвода или отвода теплоты:

- a) нагревание, перемешивание, охлаждение, испарение
- b) нагревание, испарение, охлаждение, фильтрование
- c) нагревание, испарение, охлаждение, экстракция
- d) нагревание, испарение, охлаждение, конденсация

5. самопроизвольный необратимый процесс переноса теплоты от более нагретых тел (или участков тел) к менее нагретым – это \_\_\_\_\_

б. основное уравнение теплопередачи показывает:

- a) связь между количеством передаваемой теплоты и площадью поверхности теплообмена
- b) какое количество теплоты (в кДж) передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую стенку площадью  $1\text{ м}^2$  в течение 1 ч при разности температур между теплоносителями  $1\text{ К}$

- с) какое количество теплоты (в ккал) передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую стенку площадью  $1\text{ м}^2$  в течение 1 ч при разности температур между теплоносителями  $1\text{ К}$
- д) какое количество теплоты (в н) передается от одного теплоносителя к другому через разделяющую стенку площадью  $1\text{ м}^2$  в течение 1 ч при разности температур между теплоносителями  $1\text{ К}$
7. передача теплоты может осуществляться (выберите неверный ответ):
- а) теплопроводностью
  - б) тепловым излучением (радиацией)
  - с) конвекцией
  - д) конденсацией
8. методом нагревания, применяемым в химфармтехнологических производствах, является:
- а) огнем
  - б) водой
  - с) электричеством
  - д) топочными газами
9. переход вещества из паро- или газообразного состояния в жидкое путем отвода от него теплоты это \_\_\_\_\_
10. жидкое или газообразное вещество, применяемое для передачи тепловой энергии это \_\_\_\_\_
11. теплоноситель, отдающий тепловую энергию в теплообменном аппарате это \_\_\_\_\_
12. движущей силой процесса теплопередачи является:
- а) разность температур;
  - б) разность давлений
  - с) разность скоростей движения теплоносителей
  - д) разность значений коэффициентов теплоотдачи
  - е) разность значений коэффициентов теплопроводности
13. в тепловых процессах тепло передаётся самопроизвольно:
- а) от холодного потока к горячему потоку;
  - б) от горячего потока к холодному потоку;
  - с) от воздушной среды к дымовым газам;
  - д) от токов высокой частоты к токам низкой частоты;
  - е) от холодной воды к водяному пару.
14. коэффициент теплопроводности есть величина обратная:
- а) температуре;
  - б) толщине стенки;
  - с) давлению;
  - д) расходу пара;
  - е) уровню.
15. конвекция бывает:
- а) вынужденной и естественной;
  - б) за счёт разности давлений;
  - с) за счёт разности температур
  - д) за счёт разности уровней;
  - е) только естественной.

16. способы распространения тепловой энергии

- a) теплопроводностью, теплопередачей, теплоотдачей;
- b) теплопередачей, вихревыми потоками;
- c) массообменном;
- d) циркуляцией потоков;
- e) лучеиспусканием, движением среды.

17. гидромеханические процессы

- a) отстаивание, перемешивание, фильтрация.
- b) конденсация, выпаривание, охлаждение.
- c) испарение, ректификация, центрифугирование.
- d) адсорбция, кристаллизация, перемешивание.

18. тепловые процессы

- a) конденсация, выпаривание, охлаждение.
- b) испарение, ректификация, центрифугирование.
- c) адсорбция, кристаллизация, перемешивание.
- d) экстракция, перегонка, сушка

19. массообменные процессы

- a) экстракция, перегонка, сушка
- b) перемешивание, фильтрация, измельчение.
- c) сортировка, классификация, дробление.
- d) нагревание, сушка, экстракция.

20. механические процессы

- a) сортировка, классификация, дробление.
- b) нагревание, сушка, экстракция.
- c) отстаивание, перемешивание, фильтрация.
- d) конденсация, выпаривание, охлаждение.

21. если процесс характеризуется единством места протекания отдельных его стадий и неустановившимся состоянием во времени (температура, давление, концентрация и другие параметры в ходе процесса изменяются) это \_\_\_\_\_ процесс

22. (целое, составленное из частей) – множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство, это \_\_\_\_\_

23. В широком смысле это называют процессами извлечения одного или нескольких компонентов из растворов или твердых тел с помощью избирательных растворителей, это \_\_\_\_\_

24. Устройство для сжатия газов это \_\_\_\_\_

25. неоднородная система, состоящая из жидкости и взвешенных в ней твердых частиц это \_\_\_\_\_

26. система, состоящая из жидкости и распределенных в ней капель другой жидкости, не растворимой в первой это \_\_\_\_\_

27. система, состоящая из жидкости и распределенных в ней пузырьков газа это \_\_\_\_\_

28. При образовании дисперсной фазы из частиц жидкости размером (0,3-0,5 мкм) возникает система, это \_\_\_\_\_

29. представляет собой процесс разделения, при котором взвешенные в жидкости или газе твердые или жидкие частицы отделяются от нее под действием сил тяжести, инерции (в том числе центробежных) или электростатических это \_\_\_\_\_

30. процесс разделения с помощью пористой перегородки, способной пропускать жидкость или газ,

но задерживать взвешенные в них твердые частицы. Он осуществляется под действием сил давления или центробежных и применяется для более тонкого разделения суспензий и пылей. Это

#### 4.2.3. Шкала оценивания.

90 -100 % баллов – оценка «отлично»,

75 - 89 % баллов – оценка «хорошо»,

51- 74 % баллов – оценка «удовлетворительно»,

0 – 50 % баллов – 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	ИДОПК-4.1	+	
	ИДОПК-4.2	+	
ОПК-5	ИДОПК-5.1	+	
	ИДОПК-5.2	+	
ПК-1	ИДПК-1.1	+	
	ИДПК-1.2	+	
ПК-4	ИДПК-4.1	+	
	ИДПК-4.2	+	

#### 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	- <b>Не умеет</b> определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи.	- <b>Умеет</b> определять характер движения жидкостей и газов; основные характеристики процессов тепло- и массопередачи.
	ИДОПК-4.2	Тест	- <b>Не знает</b> основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и	- <b>Знает</b> основы теории переноса импульса, тепла и массы; принципы физического моделирования процессов; основные уравнения движения жидкостей; основы теории теплопередачи; основы теории массопередачи в системах со свободной и

			неподвижной границей раздела фаз.	неподвижной границей раздела фаз.
ОПК-5	ИДОПК-5.1	Тест	<b>Не умеет</b> проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывать и интерпретировать полученные данные. <b>Умеет</b> проводить наблюдения и измерения с учетом техники безопасности.	<b>Умеет</b> проводить экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывать и интерпретировать полученные данные. <b>Умеет</b> проводить наблюдения и измерения с учетом техники безопасности.
	ИДОПК-5.2		<b>Не знает</b> технику безопасности проведения наблюдений и измерений. <b>-Знает</b> методы проведения экспериментальных исследований, знает принципы обработки экспериментальных данных.	<b>Знает</b> технику безопасности проведения наблюдений и измерений. <b>-Знает</b> методы проведения экспериментальных исследований, знает принципы обработки экспериментальных данных.
ПК-1	ИДПК-1.1	Тест	<b>Не умеет</b> проводить работы по отбору и учёту образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды. <b>-Умеет</b> проводить испытания образцов лекарственных средств.	<b>Умеет</b> проводить работы по отбору и учёту образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды. <b>-Умеет</b> проводить испытания образцов лекарственных средств.
	ИДПК-1.2		<b>Не знает</b> правила отбора и учёта образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды. <b>-Знает</b> методики проведения испытаний образцов лекарственных средств.	<b>Знает</b> правила отбора и учёта образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды. <b>-Знает</b> методики проведения испытаний образцов лекарственных средств.

ПК-4	ИДПК-4.1	Тест	<b>Не умеет</b> рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химико- технологического процесса, выбирать рациональную схему	<b>Умеет</b> рассчитывать параметры и выбирать аппаратуру для конкретного технологического процесса; рассчитывать основные характеристики химико- технологического процесса, выбирать рациональную схему
	ИДПК-4.2	Тест	<b>Не знает</b> принципы расчета параметров и выбора аппаратуры для конкретного технологического процесса; расчета основных характеристик химико- технологического процесса, выбора рациональной схемы производства.	<b>Знает</b> принципы расчета параметров и выбора аппаратуры для конкретного технологического процесса; расчета основных характеристик химико- технологического процесса, выбора рациональной схемы производства.

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.

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

## 5. Методические материалы по освоению дисциплины

Методические материалы для обучающихся по дисциплине по выбору Б1.О.22 «Процессы и аппараты химической технологии» (полный комплект находится на кафедре общей и органической химии).

## 6. Учебная литература для обучающихся по дисциплине

### 6.1. Основная литература

1. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для вузов: В 2 ч. / Ю.И. Дытнерский. - 3-е изд. - М.: Химия, 2002 с.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: пособие по проектированию / ред. Ю. И. Дытнерский. - 4-е изд. М.: Альянс, 2008. - 493 с.

### 6.2 Дополнительная литература

1. Касаткин А.Г. - Основные процессы и аппараты химической технологии. 9-е изд. М.: Химия, 1973. 750 с.
2. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. - Явления переноса. М.: Химия, 1974. 688 с.

3. Шервуд Т., Пигфорд Р., Уилки Ч. Массопередача. Пер с англ.-М.:Химия,1982.-696 с.
4. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. - Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. 10-е изд. Л.: Химия, 1987. 560с.
5. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для вузов: в 2-х книгах. под ред В.Г. Айнштейна. М.:Химия, 1999.
6. Дмитриев Е.А. Явления переноса массы в примерах и задачах: Учебное пособие. – М.: РХТУ им Д.И.Менделеева, 2005.-120 с.
7. Моргунова Е.П., Дмитриев Е.А.Процессы и аппараты химической технологии. Экстракция в системе жидкость – жидкость: Учебн. пособие. - М.:РХТУ им Д.И.Менделеева, 2005.-192 с.
8. Комиссаров Ю.А. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / Ю. А. Комиссаров, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент; ред. Ю. А. Комиссаров. - М.: Химия, 2011. - 1229 с.

#### **7. Материально-техническая база, информационные технологии, программное обеспечение и информационные справочные системы**

Материально-техническое обеспечение: учебная аудитория № 70, общей площадью 84 м<sup>2</sup>, укомплектована специализированной мебелью, вытяжным шкафом, проточным водоснабжением, техническими средствами обучения, а также лабораторным оборудованием: титровальные установки, фотоэлектроколориметр КФК-3, центрифуга, баня водяная с электронагревателем ЛПБ-ТБ-4, определитель температуры плавления ПТП (М), шкаф сушильный ШСС-80. Лаборатория оборудована мультимедийным комплексом и экраном для демонстрации слайдовых презентаций учебного материала дисциплины, наборы таблиц для учебного процесса, выполненные на бумажном носителе (ватмане).

Компьютерная техника и мультимедийные средства: ноутбук HP, проектор Epson EMP-X3, экран, ПК (Системный блок USN Intel BOX Core 2 Duo E6850), мониторы (19" TFT Acer 1916Cs silver-black, ASUS 17" VB172D).

## АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.22 «Процессы и аппараты химической технологии»

**Код и наименование направления подготовки, профиля:** 18.03.01 Химическая технология. Химическая технология лекарственных средств.

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр.

**Форма обучения:** очная.

**Формируемая компетенция:** Дисциплина Б1.О.22 «Процессы и аппараты химической технологии» обеспечивает овладение следующими компетенциями:

ОПК-4 – способен обеспечивать проведение технологического процесса, использовать технические средства для контроля параметров технологического процесса, свойств сырья и готовой продукции, осуществлять изменение параметров технологического процесса при изменении свойств сырья.

ИДОПК-4.1 – интерпретирует строение вещества на основании физико-химических принципов и закономерностей.

ИДОПК-4.2 – использует технические средства для контроля и мониторинга параметров технологического процесса, свойств сырья, материалов и готовой продукции, основываясь на знании принципов устройства применяемых электротехнических средств.

ОПК-5 – способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.

ИДОПК-5.1 – осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные.

ИДОПК-5.2 – проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, в том числе при работе с оборудованием и химическими веществами.

ПК-1 – способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции.

ИДПК-1.1 – проводит работы по отбору и учёту образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе, и по микробиологической чистоте.

ИДПК-1.2 – проводит испытания образцов лекарственных средств, исходного сырья и упаковочных материалов, промежуточной продукции и объектов производственной среды в том числе, и по микробиологической чистоте.

ПК-4 – способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда, измерять и оценивать параметры производственного микроклимата, уровня запыленности и загазованности, шума, и вибрации, освещенности рабочих мест.

ИДПК-4.1 – разрабатывает промышленный регламент и документацию по работе с технологическим оборудованием в том числе чертежи на оборудование, его элементы

ИДПК-4.2 – разрабатывает стандартные операционные процедуры по подготовке производственного оборудования, проведению технологических операций и заполнению технологической документации

**Объем и место дисциплины в структуре ОПОП:**

Дисциплина Б1.О.22 «Процессы и аппараты химической технологии» к базовой части ОПОП и изучается на 3 курсе в 5 и 6 семестрах. Общая трудоемкость составляет 8 зачетных единиц и 288

часов / 8 з. е.

**Содержание дисциплины:**

Раздел 1 Введение в дисциплину «Процессы и аппараты химической технологии». Тема 1.1 Основные закономерности процессов и общие принципы расчета аппаратов химической технологии. Раздел 2 Гидромеханические процессы. Тема 2.1 Неоднородные системы. Тема 2.2 Отстаивание и осаждение. Тема 2.3 Фильтрование. Тема 2.4 Псевдооживление. Тема 2.5 Перемешивание. Тема 2.6 Ультрафильтрация и обратный осмос. Раздел 3 Процессы теплообмена. Тема 3.1 Теплопередача. Теплопроводность. Тема 3.2 Конвективный теплообмен (теплоотдача). Тепловое излучение (радиация). Тема 3.3 Нагревание, испарение, охлаждение и конденсация. Тема 3.4 Выпаривание. Раздел 4 Процессы массообмена. Тема 4.1 Массопередача. Тема 4.2 Движущая сила массообменных процессов. Тема 4.3 Абсорбция. Тема 4.4 Перегонка и ректификация. Тема 4.5 Экстракция. Тема 4.6 Сушка. Цель, методы и физические основы сушки. Тема 4.7 Кристаллизация, аппараты кристаллизации. Раздел 5 Механические процессы. Тема 5.1 Измельчение и классификация твердых материалов. Тема 5.2 Прессование.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.