

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации**

**Аннотация рабочей программы дисциплины  
Б1.О.24 Массообменные процессы и аппараты химической технологии**

<b>Направление подготовки:</b>	18.03.01 Химическая технология
<b>Профиль подготовки:</b>	Производство фармацевтических препаратов
<b>Форма обучения:</b>	очная

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

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

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

ОПК-4.1 Осуществляет расчет и измерения параметров ведения технологических процессов

*Знать:*

ОПК-4.1/Зн2 Знать параметры технологического процесса, характеризующие его эффективность в массообменных процессах и аппаратах химической технологии

*Уметь:*

ОПК-4.1/Ум1 Уметь рассчитывать параметры массообменные процессы технологического процесса, и определять те, которые необходимо измерять при ведении технологического процесса

*Владеть:*

ОПК-4.1/Нв3 Владеть методиками проведения требуемых расчетов на основе проведенных измерений в массообменных процессах

ОПК-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

*Знать:*

ОПК-4.2/Зн3 Знать точки контроля и мониторинга основных параметров технологического процесса химической технологии

*Уметь:*

ОПК-4.2/Ум4 Уметь делать практические выводы на основе контроля и мониторинга основных параметров технологического процесса

*Владеть:*

ОПК-4.2/Нв1 Владеть навыками воздействия на параметры массообменных процессов технологического процесса при необходимости их изменения

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

ОПК-5.1 Осуществляет экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, обрабатывает и интерпретирует полученные экспериментальные данные

*Знать:*

ОПК-5.1/Зн1 Знать методики проведения экспериментальных исследований и испытаний массообменных процессов химической технологии

*Уметь:*

ОПК-5.1/Ум15 Уметь выполнять экспериментальные исследования по заданной методике при расчетах массообменных процессов

*Владеть:*

ОПК-5.1/Нв1 Владеть навыками проведения экспериментальных исследований

ОПК-5.1/Нв2 Владеть навыками контроля основных параметров процесса, методиками расчета основных параметров при расчетах массообменных процессов

ОПК-5.2 Проводит наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, в том числе при работе с оборудованием и химическими веществами

*Знать:*

ОПК-5.2/Зн5 Знать правила безопасной эксплуатации оборудования при проведении массообменного технологического процесса

*Уметь:*

ОПК-5.2/Ум9 Уметь осуществлять наблюдения и измерения параметров массообменного технологических процессов с учетом требований техники безопасности

*Владеть:*

ОПК-5.2/Нв2 Владеть методиками контроля и мониторинга параметров массообменного технологического процесса

ПК-1 Способен проводить работы по контролю качества фармацевтического производства

ПК-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

*Знать:*

ПК-1.1/Зн2 Знать принципы расчета и выбора промышленного оборудования для производства лекарственных средств

*Уметь:*

ПК-1.1/Ум6 Уметь эксплуатировать промышленное оборудование

*Владеть:*

ПК-1.1/Нв2 Владеть практическими навыками работы на технологическом оборудовании

ПК-5 Способен разрабатывать технологическую документацию при промышленном производстве лекарственных средств

ПК-5.1 Разрабатывает промышленный регламент и документацию по работе с технологическим оборудованием, в том числе чертежи на оборудование, его элементы

*Знать:*

ПК-5.1/Зн3 Знать принципы разработки документации по массообменным процессам и аппаратам химической технологии

*Уметь:*

ПК-5.1/Ум5 Уметь читать и создавать техническую документацию по массообменным процессам и аппаратам химической технологии

*Владеть:*

ПК-5.1/Нв2 Владеть методиками работы в САПР для массообменных процессов и аппаратов химической технологии

### **Место дисциплины в структуре ОП**

Дисциплина (модуль) Б1.О.24 «Массообменные процессы и аппараты химической технологии» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 6.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.О.11 Аналитическая химия;
- Б1.В.03 Инженерная графика;
- Б1.О.18 Коллоидная химия;
- Б1.В.10 Оборудование и основы проектирования производств фармацевтических препаратов;
- Б1.О.06 Общая и неорганическая химия;
- Б1.О.17 Органическая химия;
- Б1.В.04 Основы автоматизированного проектирования элементов технологического оборудования;
- Б1.В.09 Основы микробиологии;
- Б1.В.ДВ.04.02 Основы расчета теплообменного оборудования;
- Б1.О.21 Основы экономики и управления фармацевтическим производством;
- Б1.В.ДВ.04.01 Практические решения в химической инженерии;
- Б1.В.08 Прикладная механика;
- Б1.О.19 Процессы и аппараты химической технологии;
- Б2.О.01(У) учебная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика);
- Б1.О.05 Физика;
- Б1.О.14 Физическая химия;
- Б1.О.12 Электротехника и промышленная электроника;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.О.33 Метрологическое обеспечение фармацевтических производств;
- Б1.О.30 Моделирование химико-технологических процессов;
- Б1.В.10 Оборудование и основы проектирования производств фармацевтических препаратов;
- Б1.О.34 Организация производства по GMP;
- Б1.В.12 Основы промышленной асептики;
- Б3.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;
- Б2.В.01(П) производственная практика (научно-исследовательская работа);
- Б2.О.02(П) производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика);
- Б1.О.31 Системы управления химико-технологическими процессами;
- Б1.О.27 Технология готовых лекарственных средств;
- Б1.В.ДВ.06.02 Технология лекарственных субстанций растительного происхождения;
- Б1.В.ДВ.06.03 Технология лечебно-косметических средств;

Б1.О.23 Физико-химические методы анализа;

Б1.О.29 Химическая технология лекарственных субстанций и витаминов;

Б1.О.26 Химия и технология фитопрепаратов;

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

## **2. Содержание разделов, тем дисциплин**

### ***Раздел 1. Выпаривание***

#### *Тема 1.1. Выпаривание*

Работа выпарных аппаратов под вакуумом, атмосферным и избыточным давлением. Однокорпусная выпарная установка. Материальный и тепловой баланс однокорпусной выпарной установки. Полная и полезная разность температур. Температурные потери. Многокорпусные выпарные установки: прямоточная, противоточная, с параллельным питанием. Общие принципы расчета многокорпусных выпарных установок. Выпарка с термокомпрессией вторичного пара. Основы расчета выпарного аппарата периодического действия. Аквадистиллятор. Получение воды для инъекций. Конструкции выпарных аппаратов.

### ***Раздел 2. Массообменные процессы***

#### *Тема 2.1. Сушка*

Классификация материалов как объектов сушки. Способы сушки. Статика и кинетика сушки. Основные свойства влажного воздуха. Диаграмма состояния влажного воздуха. Схема конвективной сушильной установки. Материальный и тепловой баланс сушки. Изображение на диаграмме Рамзина. Потенциал сушки. Варианты сушки. Изображение на диаграмме Рамзина. Сушка с замкнутым контуром теплоносителя. Сублимационная сушка. Конструкции сушилок.

#### *Тема 2.2. Основы массопередачи*

Законы диффузии. Дифференциальное уравнение массообмена в движущейся среде. Равновесие при массопередаче. Методы построения кривых равновесия. Направление перехода масс. Уравнение массоотдачи и массопередачи. Массообменные критерии подобия. Материальный баланс и уравнение рабочей линии массообменного аппарата. Расчет насадочных диффузионных аппаратов. Число единиц и высота единицы переноса. Методы определения числа единиц переноса. Расчет тарельчатых диффузионных аппаратов. Определение диаметра и высоты колонн.

#### *Тема 2.3. Массообмен в системах жидкость пар (газ) и жидкость-жидкость*

Абсорбция. Равновесие при абсорбции. Материальный и тепловой баланс процесса абсорбции. Определение величины минимального орошения колонны. Кинетика абсорбции. Конструкции абсорберов.

Простая перегонка. Уравнение простой перегонки. Перегонка с водяным паром. Перегонка под вакуумом. Ректификация. Схема установки непрерывного действия. Материальный баланс ректификационной колонны. Уравнение рабочей линии ректификации. Определение величины флегмы. Тепловой баланс ректификационных колонн. Ректификация многокомпонентных смесей. Экстрактивная и азеотропная ректификация. Молекулярная дистилляция. Схемы установок и колонные аппараты.

Жидкостная экстракция. Равновесие в системе жидкость-жидкость. Выбор экстрагента. Материальный баланс. Кинетика жидкостной экстракции. Одноступенчатая и многоступенчатая экстракция. Материальный баланс. Конструкции экстракторов.

#### *Тема 2.4. Массообмен в системах с твердой фазой*

Адсорбция. Промышленные адсорбенты. Статика и кинетика адсорбции, материальный баланс. Десорбция. Ионообменные процессы. Ионообменные смолы. Обменная емкость. Кинетика ионообменного процесса. Конструкции адсорберов.

Растворение. Характеристика процесса и области применения. Физические модели процесса. Методы растворения. Конструкции растворителей.

Кристаллизация. Статика и кинетика кристаллизации. Изотермическая и изогидрическая кристаллизация. Основы расчета кристаллизаторов: материальный и тепловой баланс. Конструкции кристаллизаторов.

Экстрагирование из твердой фазы и аппараты для его осуществления. Характеристика процесса и области применения. Физические модели процесса. Внешняя и внутренняя диффузия. Методы экстрагирования.

### **Раздел 3. Холодильные процессы**

#### *Тема 3.1. Холодильные процессы*

Термодинамические основы получения холода. Циклы. Парокомпрессионная холодильная машина.

#### **Объем дисциплины и виды учебной работы**

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Консультации в период сессии (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Контактные часы на аттестацию в период обучения (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекции (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
-----------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------------	-------------------------------------	--	--	-----------------------------	---------------	-----------------------------	--	---------------------------------

Шестой семестр	180	5	88	2	4	4	28	22	28	67	Курсовой проект Экзамен (25)
Всего	180	5	88	2	4	4	28	22	28	67	25

**Разработчик(и)**

Кафедра процессов и аппаратов химической технологии, кандидат технических наук, доцент  
Маркова А. В.