

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

Факультет промышленной технологии лекарств

Кафедра процессов и аппаратов химической технологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

## **Б1.О.28 МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки: 18.03.01 Химическая технология

Профиль подготовки: Химическая технология лекарственных средств

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2021

Срок получения образования: очная форма обучения – 4 года

Объем: в зачетных единицах: 3 з.е.  
в академических часах: 108 ак.ч.

**Разработчики:**

Кандидат технических наук, доцент Мошинский А. И.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 № 922

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Кафедра процессов и аппаратов химической технологии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Сорокин Владислав Валерьевич	Рассмотрено	21.06.2021, № 13
2	Методическая комиссия факультета	Председатель методической комиссии	Алексеева Галина Михайловна	Согласовано	29.06.2021, № 9
3	Кафедра химической технологии лекарственных веществ	Ответственный за образовательную программу	Дударев Владимир Геннадьевич	Согласовано	30.06.2021

**Согласование и утверждение образовательной программы**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет промышленной технологии лекарств	Декан, руководитель подразделения	Марченко Алексей Леонидович	Согласовано	30.06.2021, № 11

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

*Компетенция(и), индикатор(ы) 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/Зн1 Знать параметры технологического процесса, характеризующие его эффективность при моделировании химико-технологических процессов

*Уметь:*

ОПК-4.1/Ум7 Уметь выбирать оптимальные способы решения задач и условия протекания процессов

*Владеть:*

ОПК-4.1/Нв7 Владеть навыками решения технологических задач с использованием имеющихся ресурсов и ограничений

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/Зн7 Знать основные подходы контроля и мониторинга параметров технологического процесса

*Уметь:*

ОПК-4.2/Ум8 Уметь рассчитывать и определять оптимальные параметры проведения технологических процессов

*Владеть:*

ОПК-4.2/Нв4 Владеть навыками воздействия на параметры технологического процесса при необходимости их изменения при моделировании процесса

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/Зн12 Знать теоретические основы моделирования химико-технологических процессов

*Уметь:*

ОПК-5.1/Ум12 Уметь выполнять экспериментальные исследования по заданной методике

*Владеть:*

ОПК-5.1/Нв6 Владеть методами программирования для обработки экспериментальных данных

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.28 «Моделирование химико-технологических процессов» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б1.О.11 Аналитическая химия;
- Б1.О.17 Коллоидная химия;
- Б1.О.23 Массообменные процессы и аппараты химической технологии;
- Б1.О.06 Общая и неорганическая химия;
- Б1.О.16 Органическая химия;
- Б2.О.02(П) производственная практика, технологическая (проектно-технологическая)

практика;

- Б1.О.18 Процессы и аппараты химической технологии;
- Б1.О.25 Технология готовых лекарственных средств;
- Б2.О.01(У) учебная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика;
- Б1.О.05 Физика;
- Б1.О.22 Физико-химические методы анализа;
- Б1.О.14 Физическая химия;
- Б1.О.12 Электротехника и промышленная электроника;

Последующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

- Б3.О.01(Д) Подготовка к защите и защита выпускной квалификационной работы;
- Б2.В.01(П) производственная практика, научно-исследовательская работа;
- Б1.О.32 Системы управления химико-технологическими процессами;
- Б1.О.25 Технология готовых лекарственных средств;
- Б1.О.27 Химическая технология лекарственных субстанций и витаминов;

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

## 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

*Очная форма обучения*

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Практические занятия (часы)	Лекции (часы)	Консультации в период теоретического обучения (часы)	Самостоятельная работа студента (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Седьмой семестр	108	3	46	28	12	6	60	Зачет (2)
Всего	108	3	46	28	12	6	60	2

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

## Очная форма обучения

Наименование раздела, темы	Всего	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Консультации в период теоретического обучения	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
<b>Раздел 1. Моделирование технологических процессов</b>	<b>106</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	
Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических систем в пакетах прикладных программ	106	12	28	60	6	ОПК-4.1 ОПК-4.2 ОПК-5.1
<b>Итого</b>	<b>106</b>	<b>12</b>	<b>28</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	

### 4.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

#### *Раздел 1. Моделирование технологических процессов*

##### *Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических систем в пакетах прикладных программ*

Понятие математического моделирования. Этапы моделирования и типы математических моделей. Структура потоков в аппаратах химической технологии. Особенности моделирование химических реакторов и химических процессов.

Исследование химической кинетики. Понятие диффузионной модели.

Постановка задачи оптимизации (оптимизация работы химического реактора). Моделирование процессов переноса. Принципы построения технологических систем. Примеры синтеза простейших химико-технологических систем.

#### Текущий контроль (очная форма обучения)

Вид (форма) контроля, оценочное средство	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Собеседование		
Тест	100	200
Индивидуальные задания	50	100
Контроль самостоятельной работы	5	10
Защита отчёта по практической работе	245	490

### 4.3. Содержание занятий лекционного типа.

#### **Очная форма обучения. Лекции (12 ч.)**

#### **Раздел 1. Моделирование технологических процессов (12 ч.)**

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических систем в пакетах прикладных программ (12 ч.)

1. Понятие математического моделирования. Этапы моделирования. Типы математических моделей

2. Моделирование химических реакций
3. Моделирование химических процессов, протекающих в реакторах
4. Диффузионная модель
5. Постановка задачи оптимизации
6. Процессы переноса

#### **4.4. Содержание занятий семинарского типа.**

##### **Очная форма обучения. Практические занятия (28 ч.)**

##### **Раздел 1. Моделирование технологических процессов (28 ч.)**

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических систем в пакетах прикладных программ (28 ч.)

1. Математическое описание переходных химико-технологических и биотехнологических процессов
2. Исследование химической кинетики при использовании методов математического моделирования.
3. Математическое описание химико-биотехнологических процессов, протекающих в каскаде реакторов полного смешения и непрерывного действия.
4. Исследование стационарной работы проточного реактора на основе диффузионной модели про-дольного перемешивания.
5. Анализ влияния температуры на работу химического реактора в периодическом режиме. Обзор возможностей Mathcad.
6. Моделирование капиллярной пропитки пористых материалов.
7. Исследование модели Лотка-Вольтерра.

#### **4.5. Содержание занятий семинарского типа.**

##### **Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (6 ч.)**

##### **Раздел 1. Моделирование технологических процессов (6 ч.)**

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических систем в пакетах прикладных программ (6 ч.)

1. Консультация по порядку оформления отчетов по работам
3. Консультация по подготовке к тестированию по темам дисциплины
4. Консультации по решению индивидуальной задачи в рамках самостоятельной работы
4. Консультация по выполнению самостоятельной работы в форме контрольных вопросов по темам дисциплины
5. Консультация по подготовке и оформлению портфолио
6. Консультация по подготовке к собеседованию в рамках зачета по дисциплине

#### **4.6. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

##### **Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (60 ч.)**

##### **Раздел 1. Моделирование технологических процессов (60 ч.)**

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических систем в пакетах прикладных программ (60 ч.)

1. Подготовка к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации по дисциплине .
2. Решение индивидуальной задачи согласно варианта.
3. Подготовка к практическим занятиям по теме
4. Подготовка к тестированию по теоретическому материалу курса
5. Оформление выполненных работ, формирование отчетов, оформление портфолио.
6. Подготовка ответов на контрольные вопросы
7. Углубленное самостоятельное изучение теоретического раздела "Реакторы"

#### **5. Порядок проведения промежуточной аттестации**

*Промежуточная аттестация: Зачет, Седьмой семестр.*

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета. Зачет проводится в форме последовательной оценки портфолио студента и собеседования по теоретическим вопросам по дисциплине с учетом балльно-рейтинговой системы.

Порядок проведения зачета:

1. Зачет проводится в период теоретического обучения. Не допускается проведение зачета на последних аудиторных занятиях.
2. Преподаватель принимает зачет только при наличии ведомости и надлежащим образом оформленной зачетной книжки.
3. Результат зачета объявляется студенту непосредственно после его сдачи, затем выставляется в ведомость и зачетную книжку студента. Положительная оценка заносится в ведомость и зачетную книжку, неудовлетворительная оценка проставляется только в ведомости. В случае неявки студента для сдачи зачета в ведомости вместо оценки делается запись «не явился».

Результаты сдачи студентом зачета оцениваются в категории «зачтено - не зачтено». Оценка «зачтено» выставляется студенту, если:

1. Предоставлено полное портфолио.
2. Студент ответил на теоретические вопросы и ответ соответствует следующим минимальным требованиям: ответ на вопрос полный, допускаются незначительные ошибки в основных терминах и понятиях дисциплины, допускается недостаточно последовательное и полное изложение материала дисциплины.

Согласно балльно-рейтинговой система, критерии оценки:

- «не зачтено» (ниже 600 баллов);
- «зачтено» (601 и более баллов)

Оценка «зачтено» означает успешное освоение дисциплины.

Если по итогам проведенной промежуточной аттестации компетенции не сформирована на уровне требований к дисциплине (результаты обучающегося не соответствуют критерию сформированности компетенции), обучающемуся выставляется оценка «не зачтено».

## **6. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **6.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Мошинский А. И. Введение в математическое моделирование химико-технологических и биотехнологических процессов [Электронный ресурс]: - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2018. - 176 с.

2. Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: - Издание 2-е изд., перераб - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 176 с.

3. Клинов А. В., Мухаметзянова А. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2009. - 144 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62483.html>

4. Закгейм А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс]: - Москва: Логос, 2014. - 304 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66419.html>

5. Дуев С. И. Решение задач математического моделирования в системе MathCAD [Электронный ресурс]: - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 128 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79498.html>

#### *Дополнительная литература*

1. Воскобойников Ю. Е. Математическое моделирование в пакете MathCAD [Электронный ресурс]: - Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2018. - 222 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/85879.html>

2. Разинов А. И., Клинов А. В., Дьяконов Г. С. Процессы и аппараты химической технологии [Электронный ресурс]: - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 860 - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/75637.html>

## **6.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

### *Профессиональные базы данных*

1. eLibrary.ru - Портал научных публикаций
2. <http://docs.cntd.ru> - База нормативных и нормативно-технических документов «Техэксперт»

### *Ресурсы «Интернет»*

1. <http://www.iprbookshop.ru> - ЭБС IPR BOOKS : электронная библиотечная система / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа»., гл.ред. Е. А. Богатырева. — [Саратов]
2. [youtube.com](http://youtube.com) - YouTube видеохостинг

## **6.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое свободно распространяемое и лицензионное ПО, в т.ч. MS Office.

Программное обеспечение для адаптации образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья:

Программа экранного доступа Nvda - программа экранного доступа к системным и офисным приложениям, включая web-браузеры, почтовые клиенты, Интернет-мессенджеры и офисные пакеты. Встроенная поддержка речевого вывода на более чем 80 языках. Поддержка большого числа брайлевских дисплеев, включая возможность автоматического обнаружения многих из них, а также поддержка брайлевского ввода для дисплеев с брайлевской клавиатурой. Чтение элементов управления и текста при использовании жестов сенсорного экрана.

### *Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

1. DWSim
2. Mathcad Prime
3. Minitab (бесплатная демо версия)

### *Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

## **6.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Для обеспечения реализации дисциплины используется оборудование общего назначения, специализированное оборудование, оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий по списку.

Оборудование общего назначения:

Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления) - для проведения лекционных и семинарских занятий.

Компьютерный класс (с выходом в Internet) - для организации самостоятельной работы обучающихся.

Оборудование, обеспечивающее адаптацию электронных и печатных образовательных ресурсов для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (место размещения - учебно-методический отдел, устанавливается по месту проведения занятий (при необходимости)):

Устройство портативное для увеличения DION OPTIC VISION - предназначено для обучающихся с нарушением зрения с целью увеличения текста и подбора контрастных схем изображения;

Электронный ручной видеоувеличитель Bigger D2.5-43 TV - предназначено для обучающихся с нарушением зрения для увеличения и чтения плоскочечатного текста;

Радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-6-1 (заушный индиктор) - портативная звуковая FM-система для обучающихся с нарушением слуха, улучшающая восприятие голосовой информации.

учебные помещения

"Телевизор LG 32CS460.HD.USB. ЖК32"" - 1 шт.

Ноутбук Lenovo Idea Pad L 340 - 1 шт.

Проектор Acer X122 - 1 шт.

"Компьютер ""Некс Оптима 2013"" - 4 шт.

Системный блок НЕКС тип 3 - 10 шт.

"Телевизор LG 32CS460.HD.USB. ЖК32"" - 1 шт.

Ноутбук Lenovo Idea Pad L 340 - 1 шт.

Проектор Acer X122 - 1 шт.

"Компьютер ""Некс Оптима 2013"" - 4 шт.

Системный блок НЕКС тип 3 - 10 шт.

## **7. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)**

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся учебные занятия и выполняется самостоятельная работа. По вопросам, возникающим в процессе выполнения самостоятельной работы, проводятся консультации.

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии:

Информирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1432>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1432>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1432>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1432>

Учебно-методическое обеспечение:

Мошинский А.И. Моделирование химико-технологических процессов : электронный учебно-методический комплекс / А.И. Мошинский; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2019. – Текст электронный. – URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1432>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

## ***Методические указания по формам работы***

### *Консультации в период теоретического обучения*

Консультации в период теоретического обучения предназначены для разъяснения порядка выполнения самостоятельной работы и ответа на сложные вопросы в изучении дисциплины. В рамках консультаций проводится контроль выполнения обучающимся самостоятельной работы. Контроль осуществляется в следующей форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

### *Лекции*

Лекции предназначены для сообщения обучающимся необходимого для изучения дисциплины объема теоретического материала. В рамках лекций преподавателем могут реализовываться следующие интерактивные образовательные технологии: дискуссия, лекция с ошибками, видеоконференция, вебинар.

### *Практические занятия*

Практические занятия предусматривают применение преподавателем различных интерактивных образовательных технологий и активных форм обучения: дискуссия, деловая игра, круглый стол, мини-конференция. Текущий контроль знаний осуществляется на практических занятиях и проводится в форме:

Задач и заданий реконструктивного уровня

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство, позволяющее оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: комплект задач и заданий

Защита отчета о практической работе

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с содержанием отчета о выполненной практической работе, позволяющее установить самостоятельность выполнения работы, сформированность умений и правильность применения теоретических знаний в рамках темы.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по теме практической работы.

Собеседование

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: вопросы по темам/разделам дисциплины

Тест

Краткая характеристика оценочного средства: представляет собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Представление оценочного средства в оценочных материалах: спецификация банка тестовых заданий