

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.В.ДВ.05.01 МОДЕЛИРОВАНИЕ BIOTEХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки: 19.03.01 Биотехнология

Профиль подготовки: Производство биофармацевтических препаратов

Формы обучения: очная

Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр

Год набора: 2023

Срок получения образования: 4 года

Объем: в зачетных единицах: 2 з.е.  
в академических часах: 72 ак.ч.

**Разработчики:**

Доцент кафедры процессов и аппаратов химической технологии, кандидат технических наук Сауц А. В.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 № 736, с учетом трудовых функций профессиональных стандартов: "Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств", утвержден приказом Минтруда России от 22.05.2017 № 432н; "Специалист в области биотехнологии биологически активных веществ", утвержден приказом Минтруда России от 22.07.2020 № 441н.

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Методическая комиссия УГСН 19.00.00	Председатель методической комиссии/совета	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023
2	Кафедра биотехнологии	Ответственный за образовательную программу	Топкова О. В.	Согласовано	04.05.2023
3	Кафедра процессов и аппаратов химической технологии	Заведующий кафедрой, руководитель подразделения, реализующего ОП	Сорокин В. В.	Рассмотрено	24.05.2023, № 11

**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	Куваева Е. В.	Согласовано	04.05.2023

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

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

УК-1.5 Рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки

*Знать:*

УК-1.5/Зн2 Знать параметры технологического процесса, характеризующие его эффективность при моделировании биотехнологических процессов

*Уметь:*

УК-1.5/Ум2 Уметь выбирать оптимальные способы решения задач и условия протекания биотехнологических процессов

ПК-П4 Способен проводить работы по фармацевтической разработке лекарственных средств

ПК-П4.1 Проводит исследования, испытания и экспериментальные работы по фармацевтической разработке в соответствии с утвержденными планами

*Знать:*

ПК-П4.1/Зн6 Знать научные подходы в совершенствовании биотехнологических процессов

*Уметь:*

ПК-П4.1/Ум9 Умеет проводить исследования по фармацевтической разработке с использованием методов математического моделирования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.05.01 «Моделирование биотехнологических процессов» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

Предшествующие дисциплины (практики) по связям компетенций:

Б1.В.ДВ.02.01 3-D графика в системе "КОМПАС-ГРАФИКА";

Б1.В.ДВ.04.02 Биотрансформация лекарственных веществ;

Б1.В.ДВ.03.01 Биохимические основы иммунитета;

Б1.О.08 Инженерная графика;

Б1.О.03 Информационные технологии в профессиональной деятельности;

Б1.О.28 Оборудование и основы проектирования биотехнологических производств;

Б1.О.13 Органическая химия;

Б1.О.18 Основы биохимии и молекулярной биологии;

Б1.В.ДВ.03.02 Основы генетической инженерии;

Б1.В.08 Основы клеточной инженерии;

ФТД.В.02 Основы начертательной геометрии;

Б1.О.04 Прикладная математика;

Б1.В.10 Технология выделения и очистки биологически активных веществ;

Б1.О.12 Философия;

Б1.В.ДВ.04.01 Химия биологически активных веществ;

Б1.В.ДВ.02.02 Численные методы;



Наименование раздела, темы	Всего	Консультации в период теоретического обучения	Контактные часы на аттестацию в период	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа студента	Планируемые результаты обучения, соотнесенные результатами освоения программы
<b>Раздел 1. Моделирование технологических процессов</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	УК-1.5 ПК-П4.1
Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических процессов	72	12	2	14	16	28	
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	

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

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

##### *Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических процессов*

"Понятие математического моделирования. Этапы моделирования и типы математических моделей. Структура потоков в аппаратах биотехнологии. Особенности моделирование реакторов и биотехнологических процессов.

Исследование кинетики. Понятие диффузионной модели.

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

##### Текущий контроль

Вид (форма) контроля, оценочные материалы	Минимальный успешный балл	Максимальный балл
Тест	100	200
Индивидуальные задания	50	100
Контроль самостоятельной работы	5	10
Отчет по практической работе	245	490
Собеседование		

#### 4.3. Содержание занятий семинарского типа.

##### **Очная форма обучения. Консультации в период теоретического обучения (12 ч.)**

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

##### **Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических процессов (12 ч.)**

1. Консультация по порядку оформления отчетов по работам
2. Консультация по подготовке к тестированию по темам дисциплины
3. 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 с собеседованием в рамках зачета по дисциплине"

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

**Очная форма обучения. Контактные часы на аттестацию в период обучения (2 ч.)**

##### **Раздел 1. Моделирование технологических процессов (2 ч.)**

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических процессов (2 ч.)

#### **4.5. Содержание занятий лекционного типа.**

**Очная форма обучения. Лекции (14 ч.)**

##### **Раздел 1. Моделирование технологических процессов (14 ч.)**

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических процессов (14 ч.)

1. Понятие математического моделирования. Этапы моделирования. Типы математических моделей
2. Моделирование реакций
3. Моделирование процессов
4. Диффузионная модель
5. Постановка задачи оптимизации
6. Процессы переноса
7. Модели кинетики роста микроорганизмов

#### **4.6. Содержание занятий семинарского типа.**

**Очная форма обучения. Практические занятия (16 ч.)**

##### **Раздел 1. Моделирование технологических процессов (16 ч.)**

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических процессов (16 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 модели Лотка-Вольтерра."

#### **4.7. Содержание самостоятельной работы обучающихся**

**Очная форма обучения. Самостоятельная работа студента (28 ч.)**

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

Тема 1.1. Компьютерное моделирование технологических процессов (28 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. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А. М. Гумеров. - 2-е изд., перераб - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 176 с. - 978-5-8114-1533-5. - Текст: непосредственный.

2. Заварухин, С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов: учебное пособие / С. Г. Заварухин. - Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. - 86 с. - 978-5-7782-3284-6. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/91236.html> (дата обращения: 21.06.2022). - Режим доступа: по подписке

3. Закгейм, А. Ю. Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А. Ю. Закгейм. - Общая химическая технология. Введение в моделирование химико-технологических процессов - Москва: Логос, 2014. - 304 с. - 978-5-98704-497-1. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/66419.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

4. Дуев,, С. И. Решение задач прикладной математики в системе MathCAD: учебное пособие / С. И. Дуев,; под редакцией Л. Г. Шевчук. - Решение задач прикладной математики в системе MathCAD - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. - 100 с. - 978-5-7882-1243-2. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/63986.html> (дата обращения: 21.06.2022). - Режим доступа: по подписке

5. Учебно-методическое пособие по дисциплинам "Моделирование химико-технологических и биотехнологических процессов": учебное пособие / [сост. А. И. Мошинский, П. Г. Ганин, А. В. Маркова].; ФГБОУ ВО СПХФА Минздрава России. - Санкт-Петербург: Изд-во СПХФА, 2016. - 68 с. - 978-5-8085-0448-6. - Текст: непосредственный.

#### *Дополнительная литература*

1. Воскобойников,, Ю. Е. Математическое моделирование в пакете MathCAD: учебное пособие / Ю. Е. Воскобойников,. - Математическое моделирование в пакете MathCAD - Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2018. - 222 с. - 978-5-7795-0843-8. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/85879.html> (дата обращения: 21.06.2022). - Режим доступа: по подписке

2. Разинов,, А. И. Процессы и аппараты химической технологии: учебное пособие / А. И. Разинов,, А. В. Клинов,, Г. С. Дьяконов,. - Процессы и аппараты химической технологии - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. - 860 с. - 978-5-7882-2154-0. - Текст: электронный. // ЭБС IPR BOOKS: [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/75637.html> (дата обращения: 15.09.2022). - Режим доступа: по подписке

### **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](https://www.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;

#### *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.

### **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=1028>

Консультирование: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1028>

Контроль: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1028>

Размещение учебных материалов: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1028>

Учебно-методическое обеспечение:

Мошинский А.И. Моделирование химико-технологических процессов : электронный учебно-методический комплекс / А.И. Мошинский; ФГБОУ ВО СПХФУ Минздрава России. – Санкт-Петербург, 2022. – Текст электронный. - URL: <http://edu.spcpu.ru/course/view.php?id=1028>. – 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