

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования

«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«30» 05 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ДВ.01.02 Моделирование процессов химической технологии

Направление подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль/программа Автоматизированные системы обработки информации и управления

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения очная, очно-заочная

Факультет Информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Информационных систем и технологий

Курс 4, семестр 7

	Часы		Зачетные единицы
	очная ф.	очно-заочная ф.	
Лекции	18	9	0.5 (очная), 0.25(очно-заочная)
Лабораторные занятия	18	18	0.5
Контроль самостоятельной работы	54	54	1.5
Самостоятельная работа	54	63	1.5 (очная), 1.75(очно-заочная)
Форма аттестации	Диф. зачет		
Всего	144		4

Нижекамск, 2022 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 929 от 19.09.2017 г. по направлению 09.03.04 «Информатика и вычислительная техника» по профилю «Автоматизированные системы обработки информации и управления» на основании учебного плана набора обучающихся 2022 г.

Разработчик программы:  
доцент

\_\_\_\_\_ 

Н.В. Лежнева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ИСТ,  
протокол от 20.04.2022 г. № 8

Зав. кафедрой

\_\_\_\_\_   
(подпись)

О.В. Матухина

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины моделирование процессов химической технологии являются:

- а) формирование знаний по математическому описанию процессов химической технологии, освоение методов моделирования сложных динамических систем;
- б) научить студентов использовать знания и умения, полученные в результате изучения дисциплины, в курсовом и дипломном проектировании;
- в) научить студента творчески мыслить и подготовить студента к самостоятельному решению теоретических и прикладных задач построения информационных систем химико-технологических процессов; научить работать в коллективе.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина моделирование процессов химической технологии относится к дисциплинам по выбору ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения *производственно-технологической и проектной деятельности*.

Для успешного освоения дисциплины моделирование процессов химической технологии бакалавр по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.О.12 Математика;
- б) Б1.О.26 Программирование на языке высокого уровня;
- в) Б1.В.ДВ.03.01 Прикладная математика.

Дисциплина моделирование процессов химической технологии является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.08 Проектирование АСОИУ;
- б) Б1.В.16 Надежность, эргономика и качество АСОИУ.

Знания, полученные при изучении дисциплины моделирование процессов химической технологии, могут быть использованы при прохождении *преддипломной практики* и выполнении *выпускных квалификационных работ* по направлению подготовки 09.03.01 Информатика и вычислительная техника.

## 3. Компетенции и индикаторы достижения компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ПК-3 Способен осуществлять оптимизацию функционирования базы данных

ПК-3.1 Знает методы оптимизации функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем;

ПК-3.2 Умеет осуществлять оптимизацию функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем;

ПК-3.3 Владеет навыками оптимизации функционирования баз данных, являющихся частью различных информационных систем

### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

- 1) Знать: а) классификацию моделей систем и процессов, их виды и виды моделирования;
- б) принципы и методологию функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов;
- в) методы построения математических моделей, их упрощения, технические и

программные средства моделирования;

г) технологию планирования эксперимента;

д) методы статистического моделирования на персональном компьютере.

2) Уметь: а) реализовывать простые алгоритмы имитационного моделирования;

б) использовать основные методы построения математических моделей процессов, систем, их элементов и систем управления;

в) планировать модельный эксперимент и обрабатывать его результаты на персональном компьютере;

г) оценивать точность и достоверность результатов моделирования.

3) Владеть: а) навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования.

#### **4. Структура и содержание дисциплины** моделирование процессов химической технологии

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

а) очная форма

№ п /п	аздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения про- межуточной ат- тестации по раз- делам
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные работы	КСР	СРС	
1	Основные понятия теории моделирования сложных систем	7	2			2	4	Тестирование.
2	Экспериментально-статистические методы моделирования	7	6		6	20	17	Тестирование. Лабораторная работа №1-2
3	Моделирование процессов химической технологии	7	8		12	20	19	Лабораторная работа №3-5. Тестирование.
4	Пакеты моделирующих программ	7	2			12	14	Тестирование.
<b>ИТОГО</b>			<b>18</b>		<b>18</b>	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>144</b>
Форма аттестации						Диф. зачет		

б) очно-заочная форма

№ п /п	аздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения про- межуточной ат- тестации по раз- делам
			Лек- ции	Практи- ческие занятия	Лабо- ратор- ные работы	КСР	СРС	
1	Основные понятия теории моделирования сложных систем	7	1			2	8	Тестирование.
2	Экспериментально-статистические методы моделирования	7	2		6	20	18	Тестирование. Лабораторная работа №1-2
3	Моделирование процессов химической технологии	7	5		12	20	22	Лабораторная работа №3-5. Тестирование.

4	Пакеты моделирующих программ	7	1			12	15	Тестирование.
<b>ИТОГО</b>			9		18	54	63	144
Форма аттестации						Диф. зачет		

**5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций**

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории моделирования сложных систем	2, 1(очно-заоч. ф.)	Тема 1. Математическое моделирование как основной метод решения задач проектирования и управления процессами Тема 2. Классификация видов моделирования	Этапы математического моделирования. Основные виды математических моделей. Блочный принцип построения математических моделей  Физическое моделирование. Математическое моделирование. Имитационное моделирование. Аналитическое моделирование. Основные этапы моделирования систем	ПК-3.1
2	Экспериментально-статистические методы моделирования	6, 2(очно-заоч. ф.)	Тема 3. Основные характеристики случайной величины. Метод моментов. Тема 4. Основные определения экспериментально-статистических методов. Тема 5. Метод множественной корреляции.  Тема 6. Планирование экспериментов	Основные характеристики случайной величины. Метод моментов. Начальные, центральные моменты  Пассивный, активный эксперимент. Этапы построения эмпирических моделей. Регрессионный и корреляционный анализ. Метод множественной корреляции. Множественная регрессия. Определение коэффициентов уравнения регрессии методом Брандона Понятие полного и дробного факторного экспериментов. Оптимальный двухуровневый план ( $2^k$ ). Дробные реплики. Оптимизация методом крутого восхождения по поверхности отклика. Ортогональные планы второго порядка. Регрессионный и корреляционный анализ. Методы регрессионного и корреляционного анализа.	ПК-3.1
3	Моделирование процессов химической технологии и систем управ-	8, 5(очно-заоч. ф.)	Тема 7. Типовые модели структуры потоков.  Тема 8 Моделирование тепло- и мас-	Методы исследования структуры потоков. Типовые модели структуры потоков. Комбинированные модели Полное математическое описание теплообменных, массо-	ПК-3.1

	ления		сообменных, реак- ционных процессов	обменных и реакционных процессов.	
4	Пакеты моде- лирующих программ	2, 1(очно -заоч. ф.)	Тема 9. Пакеты мо- делирующих про- грамм.	Принципы функционирования моделирующей программы. Режимы работы моделирую- щей программы	ПК-3.1

### **6. Содержание практических занятий**

Практические занятия по дисциплине «оделирование процессов химической технологии» учебным планом не предусмотрены.

### **7. Содержание лабораторных занятий**

Целью проведения лабораторных работ является развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления и творческой активности студентов; углубление, расширение, детализирование знаний, полученных на лекции в обобщенной форме, и содействие выработке навыков профессиональной деятельности.

№ п/п	аздел дисциплины	Ча сы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
2	Экспериментально- статистические методы моделирования	6	Лабораторная работа №1. Обработка результатов активных экспериментов. Метод множественной корреляции. Лабораторная работа №2. Метод множественной регрессии Брандона.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-33
3	Моделирование процессов химической технологии	12	Лабораторная работа №3. Моделирование структуры потоков Лабораторная работа №4. Математическое моделирование процесса ректификации. Лабораторная работа №5. Моделирование кинетики химических реакций	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-33

Лабораторная работа проводится в помещении учебной лаборатории №209а(В) без использования специального оборудования.

### **8. Самостоятельная работа**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории моделирования сложных систем	4, 8(очно- заоч. ф.)	Подготовка к тестированию. Подготовка к защите лабораторной работы, оформление отчета.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-33
2	Экспериментально- статистические методы мо- делирования	17, 18(очно- заоч. ф.)		
3	Моделирование процессов химической технологии	19, 22(очно- заоч. ф.)		
4	Пакеты моделирующих про- грамм	14, 15(очно- заоч. ф.)		

#### **8.1 Контроль самостоятельной работы**

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Формируемые компетенции
1	Основные понятия теории моделирования сложных систем	2	Прием лабораторных работ и проверка отчетов, результатов тестирования	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
2	Экспериментально-статистические методы моделирования	20		
3	Моделирование процессов химической технологии	20		
4	Пакеты моделирующих программ	12		

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «моделирование процессов химической технологии» используется рейтинговая система. Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

Рейтинг студента по дисциплине «моделирование процессов химической технологии» определяется по формуле:  $R^{\text{дис}} = R^{\text{тек}}$ ,

где  $R^{\text{тек}}$  – балл за текущую работу студента в течение семестра (выполнение лабораторных работ, посещение занятий и т.д.) Максимальное значение текущего рейтинга  $R^{\text{тек}}$  равно 100 баллам, а минимальное значение – 60 баллов.

В качестве критериев выбраны следующие виды работ:

- практическое выполнение лабораторных занятий;
- оформление отчетов к лабораторным работам;
- своевременная защита выполненных лабораторных работ и подготовка ответов на контрольные вопросы;
- качество тестирования.

Распределение рейтинга по видам деятельности представлено в табл.

Текущий рейтинг	
Лаб. работа	Балл
№1	12-18
№2	12-18
№3	12-18
№4	12-18
№5	12-18
Тестирование	0-10
ИТОГО	60-100

Суммарный рейтинг пересчитывается в 4-х бальную шкалу оценки:

- $0 \leq R^{\text{дис}} < 60$  «неудовлетворительно»,  
 $60 \leq R^{\text{дис}} < 73$  «удовлетворительно»,  
 $73 \leq R^{\text{дис}} < 87$  «хорошо»,  
 $87 \leq R^{\text{дис}} \leq 100$  «отлично».

### 10. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.



## **11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины**

### **11.1. Основная литература**

При изучении дисциплины «моделирование процессов химической технологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

<b>Основные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с. - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=392652">http://znanium.com/bookread2.php?book=392652</a>	ЭБС «Znanium» <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=392652">http://znanium.com/bookread2.php?book=392652</a> , Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Кафаров, В.В. Математическое моделирование основных процессов: учебное пособие для академического бакалавриата / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 403 с. -Режим доступа:: <a href="https://newprod.biblio-online.ru/bcode/441786">https://newprod.biblio-online.ru/bcode/441786</a> .	ЭБС «Юрайт» <a href="http://newprod.biblio-online.ru/bcode/441786">http://newprod.biblio-online.ru/bcode/441786</a> 6 Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

### **11.2 Дополнительная литература**

<b>Дополнительные источники информации</b>	<b>Кол-во экз.</b>
1. Ефремов, Г.И. Моделирование химико-технологических процессов: Учебник / Г.И. Ефремов - .: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog/product/510221">http://znanium.com/catalog/product/510221</a>	ЭБС «Znanium» <a href="http://znanium.com/catalog/product/510221">http://znanium.com/catalog/product/510221</a> Доступ с любой точки Интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ
2. Елизаров, В.В. Моделирование систем : учебное пособие. – Нижнекамск : Изд-во Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ГОУ ВПО КГТУ, 2011. – 128 с.	44 экз. в библиот. отд. УНИИ НХТИ
3. . Савенкова, Н.П. Численные методы в математическом моделировании : учеб. пособие / Н.П. Савенкова, О.Г. Проворова, А.Ю. Мокин. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 176 с. - Режим доступа: <a href="http://znanium.com/catalog/product/774278">http://znanium.com/catalog/product/774278</a>	ЭБС «Znanium» <a href="http://znanium.com/catalog/product/774278">http://znanium.com/catalog/product/774278</a> Доступ с любой точки интернет после регистрации с IP-адресов НХТИ

### **11.3 Электронные источники информации**

1. ЭБС «Znanium» – Режим доступа: <http://znanium.com>
2. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <https://urait.ru>

### **11.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.**

1. Журнал «Математика и математическое моделирование». Сайт журнала «Математика и математическое моделирование». – Доступ свободный: <https://www.mathmelpub.ru>.

2. Журнал «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами». Сайт журнала «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами». – Доступ свободный: <https://ismm.irgups.ru>.

3. Журнал «Моделирование систем и процессов». Сайт журнала «Моделирова-



**Согласовано:**

Зав. отделом по библиотечному обслуживанию



Тарасова В.Я.

**12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).**

«Лаборатория моделирования систем 209aB».

Учебная аудитория для проведения учебных занятий оснащена оборудованием:

1. Доступ к электронной информационно-образовательной среде вуза.
2. Схемы и стенды для проведения лабораторных практикумов.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой в количестве 12 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду НХТИ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Математическое моделирование процессов»:

1. MatLab,
2. MathCad,
3. Microsoft Office,
4. Nysys.

**13. Образовательные технологии**

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах).

*Презентации с использованием различных вспомогательных средств* с обсуждением проводятся с использованием различных вспомогательных средств: доски, книг, слайдов, компьютеров с последующим обсуждением материалов.

Цель: развитие коммуникативных навыков; актуализация и визуализация изучаемого содержания на лекции.

Методика проведения.

- 1) Обозначение ключевых вопросов.
- 2) Презентация с помощью интерактивной трибуны с элементами дискуссии.
- 3) Подведение итогов и выводов.

*Работа в малых группах.*

Цель: развитие навыков общения и взаимодействия в группе, Формирование ценностно-ориентационного единства группы, Поощрение к гибкой смене социальных ролей в зависимости от ситуации.

Методика проведения

- 1) Организационный этап. Подбор практического задания.
- 2) Подготовительный этап. Каждая малая группа обсуждает задание в течение отведенного времени.
- 3) Основной этап – выполнение задания.
- 4) Подведения итогов.

В процессе проведения аудиторных занятий применяются следующие образовательные технологии обучения (в интерактивных формах):

Тема	Вид занятия	Интерактивная форма	часы
Экспериментально-	Лекция	Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	2

статистические методы моделирования	Лабораторное занятие	Использование программных комплексов. Работа в малых группах	2
Моделирование процессов химической технологии	Лекция	Презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	2
	Лабораторное занятие	Использование программных комплексов. Работа в малых группах	2