

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(БО ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Р.Ф. Хамидуллин  
22 апреля 2023г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине МОДЕЛИРОВАНИЕ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Направление подготовки ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Профиль/специализация ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ И УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО

Курс, семестр заочная форма 3 КУРС; 6 СЕМЕСТР

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	4	0,11
Лабораторные занятия	8	0,22
Контроль самостоятельной работы	4	0,11
Самостоятельная работа	88	2,44
Форма аттестации: Зачет	4	0,11
Всего	108	3

Бугульма, 2023 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования №922 от 07.08.2020 г. по направлению 18.03.01 «Химическая технология» на основании учебного плана набора обучающихся 2023 года.

Разработчик программы:

доцент кафедры ТМО

Хакимова

Хакимова А.А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО, протокол от 22 апреля 2023 г. № 8

Зав. кафедрой ТМО , доцент

И.А.

Мутугуллина И.А.

**СОГЛАСОВАНО**

Протокол заседания кафедры ХТОМ, реализующей подготовку основной образовательной программы от 21.04.2023 г. № 9

**УТВЕРЖДЕНО**

Начальник УМО, доцент

Ф.К.

Ахмедзянова Ф. К.



### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» являются:

- а) применение математического моделирования при исследованиях, анализе и оценке эффективности химико-технологических процессов;
- б) формирование способности выполнять расчеты химико-технологических процессов с использованием математических моделей, моделирующих систем и современных прикладных программ;
- в) объединение знаний физико-химической сущности процессов и методологии построения математических моделей, и методов обработки экспериментальных данных при проведении научных исследований, с последующим анализом результатов;
- г) формирование навыков самостоятельного проведения теоретических и экспериментальных исследований с использованием современных компьютерных технологий.

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы**

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» относится к обязательной части ООП и формирует у обучающихся по профилю «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» обучающийся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

1. Информационные технологии
2. Техническая термодинамика и теплотехника
3. Физика
4. Физическая химия

Дисциплина «Моделирование химико-технологических процессов» является предшествующей и необходима для успешного освоения последующих дисциплин:

1. Общая химическая технология
2. Производственная практика (технологическая (проектно-технологическая) практика)
3. Системы управления химико-технологическими процессами

Знания, полученные при изучении дисциплины «Информационные технологии» могут быть использованы при прохождении учебной, производственной, преддипломной практик, выполнении выпускных квалификационных работ, в проектно-конструкторской, проектно-технологической и научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

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

ОПК-2 Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-2.1. Знает основы дифференциального и интегрального исчисления, дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, технические и программные средства реализации информационных технологий, физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма,



электродинамики, статистической физики и термодинамики, основы химии, принципы строения вещества, основы классификации соединений, основные механизмы протекания химических реакций, основные законы термодинамики

ОПК-2.2. Умеет проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений, работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования, использовать физические законы, химические законы, термодинамические справочные данные, результаты физико-химического эксперимента

ОПК-2.3. Владеет навыками использования математического аппарата, навыками поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации, проведения физических измерений, корректной оценки погрешностей, проведения дисперсного анализа и синтеза, экспериментальными навыками определения физических и химических свойств соединений, установления структуры соединений, навыками решения типовых задач в области химической термодинамики

ОПК-6 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-6.1. Знает прикладное современное программное обеспечение, применяемое в отрасли

ОПК-6.2. Умеет выбрать и применить оптимальную прикладную программу для решения конкретной задачи

ОПК-6.3. Владеет навыками применения цифровых технологий для решения задач профессиональной деятельности

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

**1) Знать:**

- а) аналитические и численные методы решения поставленных задач;
- б) основные методы для решения оптимизационных задач;
- в) технические и специализированные программные средства для реализации решений задач по оптимизации;
- г) основные методы, применяемые при анализе химико-технологических процессов, возможности и ограничения математических методов при анализе химико-технологических процессов;
- д) методы решения задач с использованием современных информационных технологий, алгоритмы их реализации;
- е) информационные технологии, применяемые при решении поставленных задач в химической технологии

**2) Уметь:**

- а) использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием специализированных прикладных программных средств;
- б) исследовать данные с использованием цифровых генераторов и на примере цифровых двойников;
- в) применять аналитические и численные методы решения задач для расчета технологических параметров;
- г) работать с научной информацией с применением цифровых технологий
- д) исследовать математические модели, с использованием цифровых технологий, с целью оптимизации технологических процессов;
- е) решать задачи оптимизации на цифровых двойниках процессов в химической технологии.

**3) Владеть:**



- а) математическими методами обработки экспериментальных данных, математическими методами решения обратных задач химической технологии;
- б) навыками использования современных цифровых технологий для проведения анализа и исследований данных технологических процессов;
- в) пакетами современных прикладных программ для расчета технологических параметров
- г) методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных параметров технологических процессов;
- д) современными программными средствами, позволяющими применять математические методы для решения оптимизационных инженерных задач в химической технологии.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет для заочной формы обучения 3 зачетных единицы, 108 часов.

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)					Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	КСР	СР	
1.	Общие принципы и этапы построения моделей	6	0,5		0	1	16	Тест
2.	Методы изучения статистических характеристик процессов	6	2		4	1	24	Лабораторная работа, Контрольная работа
3.	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	6	0,5		2	1	24	Лабораторная работа, Контрольная работа
4.	Оптимизация химико-технологических процессов	6	1		2	1	24	Лабораторная работа, Контрольная работа
	<b>Итого по семестру</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>88</b>	<b>Зачет (4ч.)</b>

#### 5. Содержание лекционных занятий по темам

Таблица 2

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1.	Общие принципы и этапы построения моделей	0,5	Введение в дисциплину и основные понятия. Общие принципы и этапы построения моделей	Введение в дисциплину и основные понятия. Общие принципы и этапы построения моделей	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
2.	Методы изучения статистических характеристик процессов	2	Статистические характеристики процессов. Методы анализа и исследований	Статистические характеристики процессов. Методы анализа и исследований	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3



3.	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	0,5	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
4.	Оптимизация химико-технологических процессов	1	Оптимизация химико-технологических процессов	Оптимизация химико-технологических процессов	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
<b>ВСЕГО</b>		<b>4</b>			

### 6. Содержание практических занятий

Проведение практических занятий не предусмотрено учебным планом

Таблица 3

### 7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема занятия	Индикаторы достижения компетенции
1.	Методы изучения статистических характеристик процессов	4	Исследование случайных величин. Статистический анализ данных.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
2.	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	2	Восстановление неизвестных зависимостей на основании экспериментальных данных.	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
3.	Оптимизация химико-технологических процессов	2	Аппроксимация экспериментальных данных	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
<b>ВСЕГО</b>		<b>8</b>		

### 8. Самостоятельная работа

Таблица 4

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1.	Общие принципы и этапы построения моделей	16	подготовка к тестированию	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
2.	Методы изучения статистических характеристик процессов	24	подготовка к лабораторной работе, подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
3.	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	24	подготовка к лабораторной работе, подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3



				ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
4.	Оптимизация химико-технологических процессов	24	подготовка к лабораторной работе, подготовка к контрольной работе	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>88</b>		

### 8.1 Контроль самостоятельной работы

Таблица 5

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма КСР	Индикаторы достижения компетенции
1.	Общие принципы и этапы построения моделей	1	проверка тестирования	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
2.	Методы изучения статистических характеристик процессов	1	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
3.	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	1	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
4.	Оптимизация химико-технологических процессов	1	прием лабораторной работы, проверка контрольной работы	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ОПК-6.1 ОПК-6.2 ОПК-6.3
	<b>ВСЕГО</b>	<b>4</b>		

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» 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 балльно-рейтинговой системе оценки знаний студентов и обеспечения качества учебного процесса» ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. За контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу 6).

Таблица 6

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
<b>6-й семестр</b>			
Тест	3	36	60
Лабораторная работа	1	12	20



Контрольная работа	1	12	20
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### 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 химико-технологических процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Кафаров, В. В. Математическое моделирование основных процессов химических производств : учебное пособие для вузов / В. В. Кафаров, М. Б. Глебов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 403 с.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/516052">https://urait.ru/bcode/516052</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Основы теории эксперимента : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. А. Горленко, Н. М. Борбаць, Т. П. Можаяева, А. С. Проскурин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 180 с.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/530313">https://urait.ru/bcode/530313</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

#### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Егоров, А. Ф. Интегрированные автоматизированные системы управления химическими производствами и предприятиями : учебное пособие для вузов / А. Ф. Егоров. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 248 с.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/519621">https://urait.ru/bcode/519621</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Химико-технологические процессы : учебник и практикум для вузов / Ю. А. Комиссаров, М. Б. Глебов, Л. С. Гордеев, Д. П. Вент. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 340 с.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/515192">https://urait.ru/bcode/515192</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

В том числе учебники, учебные пособия, учебно-методические пособия, учебно-методические указания, монографии, практикумы, тексты лекций, сборники конференций.

#### 11.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»



в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <https://elibrary.ru/defaultx.asp>

ЭБС «Лань» – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/books/>

ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <https://urait.ru/>

ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <https://znanium.com/>

ЦБ «IPR SMART» - Режим доступа: <https://www.iprbookshop.ru/>

**Согласовано:**

Библиотека БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»



А.С. Боговик

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

- Общероссийский математический портал (информационная система) - <http://www.mathnet.ru/>
- Mathcad-справочник по высшей математике - <http://www.exponenta.ru/soft/Mathcad/learn/learn.asp>
- Справочно-правовая система «ГАРАНТ» Доступ свободный: [www.garant.ru](http://www.garant.ru)
- Справочно-правовая система «КонсультантПлюс» Доступ свободный: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)

#### **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины.**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Учебные столы, стулья;
2. Доска;
3. Стол преподавателя;
4. Компьютерные столы, стулья;

Техническими средствами обучения:

1. Персональные компьютеры (с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ);
2. Сеть Интернет;
3. Мультимедиа-проектор.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональный компьютер;
2. Столы компьютерные;
3. Учебные столы, стулья.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»:

1. MOODLE – Виртуальная среда обучения КНИТУ;
2. MS Teams: <https://products.office.com/ru-ru/microsoft-teams/download-app>;

#### **13. Образовательные технологии**

Количество занятий в часах, проводимых в интерактивных формах.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- творческие задания;
- работа в малых группах;
- дискуссия;
- обучающие игры (ролевые игры, имитации, деловые игры и образовательные игры);



- изучение и закрепление нового материала на интерактивной лекции (лекция-беседа, лекция – дискуссия, лекция с разбором конкретных ситуаций, лекция с заранее запланированными ошибками, лекция- пресс-конференция, мини-лекция);

- эвристическая беседа;

- разработка проекта (метод проектов);

- системы дистанционного обучения.



## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»

По направлению 18.03.01 Химическая технология

для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

для набора обучающихся 2023 года

пересмотрена на заседании кафедры Технологические машины и оборудование

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № ___ от __. __. 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО