

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Р.Ф. Хамидуллин  
2021 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»  
Направление подготовки 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль/специализация Химическая технология природных  
энергоносителей и углеродных материалов  
Квалификация выпускника БАКАЛАВР  
Форма обучения очная/заочная  
Институт, факультет БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Кафедра-разработчик рабочей программы ТМО  
Курс, семестр очная форма 3 курс, 5 семестр  
Курс, семестр заочная форма 3 курс, 6 семестр

	Часы (очная форма обучения)	Зачетные единицы	Часы (заочная форма обучения)	Зачетные единицы
Лекции	9	0,25	4	0,11
Лабораторные занятия	27	0,75	8	0,22
Контроль самостоятельной работы	18	0,5	4	0,11
Самостоятельная работа	54	1,5	88	2,45
Форма аттестации	Зачет	-	зачет	0,11
Всего	108	3	108	3

Бугульма, 2021

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 2021 года.

Разработчик программы:

Доцент кафедры ТМО



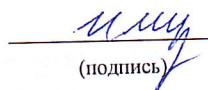
(подпись)

Хакимова А.А.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО, протокол от 01.09.2021 г. № 1

Зав. кафедрой ТМО, доцент



(подпись)

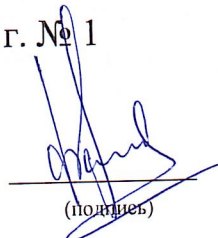
Мутугуллина И.А.

(Ф.И.О.)

## СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ХТОМ, реализующей подготовку основной образовательной программы от 01.09.2021 г. № 1

Зав. кафедрой ХТОМ, профессор



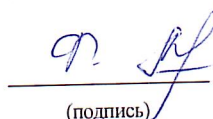
(подпись)

Хамидуллин Р.Ф.

(Ф.И.О.)

## УТВЕРЖДЕНО

Начальник УМО, доцент



(подпись)

Ахмедзянова Ф. К.

(Ф.И.О.)

### **1. Цели освоения дисциплины**

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

- а) Применение математического моделирования при исследованиях, анализе и оценке эффективности ХТП;
- 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 бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний и компетенций.

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

- а) *Высшая математика;*
- б) *Информационные технологии;*
- в) *Процессы и аппараты химической технологии;*
- г) *Общая химическая технология.*

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

- а) *Технологическое моделирование и расчеты процессов нефтепереработки.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов», могут быть использованы при прохождении практик, выполнении выпускной квалификационной работы.

### **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) основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;
- б) технические и программные средства реализации решений, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации;
- в) принципы физического моделирования химико-технологических процессов, типовые процессы и аппараты химической технологии;
- г) основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к химическим процессам, агрегатам и оборудованию;
- д) основные методы для решения оптимизационных задач.

**2) Уметь:**

- а) решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;
- б) строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;
- в) составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.

**3) Владеть:**

- а) методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;
- б) приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования.

#### 4. Структура и содержание дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет для очной формы обучения 3 зачетные единицы, 108 часов; для заочной формы обучения 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной 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	СРС	
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	5	3	-		2	12	<i>Реферат</i>
2.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.	5	2	-		2	12	<i>Реферат</i>
3.	Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция. Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.	5	2	-	13	7	15	<i>Лабораторная работа</i>

4.	Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.	5	2	-	14	7	15	Лабораторная работа
			9	-	27	18	54	
Форма аттестации						Зачет		

Таблица 16

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	СРС	
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	6	1	-	-	0,5	15	Реферат
2.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.	6	1	-	-	0,5	15	Реферат
3.	Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция. Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки.	6	1	-	4	1,5	29	Лабораторная работа

	Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.							
4.	Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.	6	1	-	4	1,5	29	Лабораторная работа
			4	-	8	4	88	
Форма аттестации						Зачет (4ч.)		

**5. Содержание лекционных занятий (таблица 2а – очная форма, таблица 2б – заочная форма)**

Таблица 2 а

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	3	Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1 Знать: основные понятия и определения предмета
2.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент.	2	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей.	В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1 Знать: принципы физического моделирования химико-технологических процессов, типовые процессы и аппараты химической технологии; основные закономерности химических и

	Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.			Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.	физико-химических процессов,
3.	Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция. Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.	2	Экспериментально-статистические методы построения математических моделей Дисперсионный и корреляционный анализ данных	Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция. Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.	В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1 Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; технические и программные средства реализации решений, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации; основные методы для решения оптимизационных задач.
4.	Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных.	2	Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов.	Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.	В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1 Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; технические и программные



	Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.				<i>средства реализации решений, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации; основные методы для решения оптимизационных задач.</i>
--	--	--	--	--	---

Таблица 2 б

№	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Индикаторы достижения компетенции
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	1	Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	<i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1 Знать: основные понятия и определения предмета</i>
2.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых	1	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.	<i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1 Знать:</i>

	технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.				
3.	<p>Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.</p> <p>Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований.</p> <p>Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	1	<p>Экспериментально-статистические методы построения математических моделей</p> <p>Дисперсионный и корреляционный анализ данных</p>	<p>Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.</p> <p>Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований.</p> <p>Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i> ОПК-2.1, ОПК-6.1</p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; технические и программные средства реализации решений, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации; основные методы для решения оптимизационных задач.</p>
4.	<p>Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов.</p> <p>Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов.</p> <p>Пассивный и активный эксперимент, приемы их реализации и обработки полученных данных.</p> <p>Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.</p>	1	<p>Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов.</p>	<p>Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов.</p> <p>Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимент, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i> ОПК-2.1, ОПК-6.1</p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; технические и программные средства реализации решений, типовые численные методы решения математических</p>

					<i>x</i> задачи и алгоритмы их реализации; основные методы для решения оптимизационных задач.
--	--	--	--	--	---

### 6. Содержание семинарских, практических занятий

Учебным планом по направлению 18.03.01 проведение практических занятий по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» не предусмотрено.

### 7. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории.

Выполнение лабораторных работ проводится с целью систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений по учебной дисциплине; углубления теоретических знаний в соответствии с заданной темой; формирования умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов; формированию компетенций.

Таблица 3а

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1.	<p>Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.</p> <p>Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований.</p> <p>Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	13	<p>Лабораторная работа</p> <p>Статистические методы изучения характеристик процесса.</p> <p>Лабораторная работа</p> <p>Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i></p> <p>ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p><i>Знать:</i></p> <p><i>основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</i></p> <p><i>Уметь:</i></p> <p><i>решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных; строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</i></p> <p><i>Владеть:</i></p> <p><i>методами построения математической модели типовых профессиональных</i></p>

				<p><i>задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</i></p>
2.	<p>Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.</p>	14	<p>Лабораторная работа Метод наименьших квадратов Лабораторная работа Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных.</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3 Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; Уметь: решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных; строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента. Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</i></p>

Таблица 3б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1.	<p>Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция. Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	4	<p>Лабораторная работа Статистические методы изучения характеристик процесса. Лабораторная работа Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i> ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3 <i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; <i>Уметь:</i> решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных; строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента. <i>Владеть:</i> методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
2.	<p>Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.</p>	4	<p>Лабораторная работа Метод наименьших квадратов Лабораторная работа Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных.</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i> ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3 <i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; <i>Уметь:</i> решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;</p>

				<p>строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть:</p> <p>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
--	--	--	--	--

**8. Самостоятельная работа (таблица 4а – очная форма, таблица 4б – заочная форма)**

Таблица 4а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	12	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать: основные понятия и определения предмета</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</p>
2.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое	12	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать: принципы физического моделирования химико-технологических процессов, типовые процессы и аппараты химической технологии; основные закономерности химических и физико-химических процессов,</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых</p>

	<p>моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.</p>			<p>профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</p>
3.	<p>Экспериментально-статистические методы построения математических моделей методы оптимизации в химической технологии</p>	15	<p>Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка к лабораторной работе</p>	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3 Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; Уметь: решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных; строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента. Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
4.	<p>Методы оптимизации в химической технологии</p>	15	<p>Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка к лабораторной работе</p>	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3 Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; Уметь: решать основные задачи математической статистики, определять основной набор</p>

				<p>статистических характеристик при обработке экспериментальных данных; строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть:</p> <p>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
--	--	--	--	---

Таблица 4б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	15	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать: основные понятия и определения предмета</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</p>
2.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы	15	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать: принципы физического моделирования химико-технологических процессов, типовые процессы и аппараты химической технологии; основные закономерности химических и физико-химических процессов,</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и</p>



	анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.			<i>интерпретации полученных результатов;</i>
3.	<p>Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция. Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	29	<p>Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка к лабораторной работе</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i> ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3 <i>Знать:</i> <i>основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</i> <i>Уметь:</i> <i>решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;</i> <i>строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;</i> <i>составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</i> <i>Владеть:</i> <i>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</i> <i>приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</i></p>
4.	<p>Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.</p>	29	<p>Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка к лабораторной работе</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i> ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3 <i>Знать:</i> <i>основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</i> <i>Уметь:</i> <i>решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;</i> <i>строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов</i></p>

				<p>химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;</p> <p>составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть:</p> <p>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</p> <p>приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
--	--	--	--	--

**8.1 Контроль самостоятельной работы** (таблица 5а – очная форма, таблица 5б – заочная форма)

Таблица 5а

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	2	Выполнение реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p>Уметь: решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных; строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и</p>

				интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования
2.	<p>Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей. Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.</p>	2	Выполнение реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p>Уметь: решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных; строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных; составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть: методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
3.	<p>Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция. Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении</p>	7	Выполнение лабораторной работы	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p>Уметь:</p>

	<p>статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>			<p><i>решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;</i>  <i>строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;</i>  <i>составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</i>  <i>Владеть:</i>  <i>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</i>  <i>приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</i></p>
4.	<p>Методы и приемы построения математических моделей химико-технологических процессов и аппаратов. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.</p>	7	<p>Выполнение лабораторной работы</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i>  ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3  <i>Знать:</i>  <i>основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</i>  <i>Уметь:</i>  <i>решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;</i>  <i>строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;</i>  <i>составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</i>  <i>Владеть:</i>  <i>методами построения математической модели типовых</i></p>

				профессиональных задач и интерпретации полученных результатов; приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования
--	--	--	--	--

Таблица 5б

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Индикаторы достижения компетенции
1.	Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.	0,5	Выполнение реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:            ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать:            основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p>Уметь:            решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;            строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;            составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть:            методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;            приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
2.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической	1	Выполнение реферата	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:            ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p>

	<p>технологии.  Вычислительный эксперимент и адекватность моделей.  Основы классификация методов исследований.  Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований.  Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование.  Адекватность моделей.  Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.</p>			<p><i>Знать:</i>  основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;  <i>Уметь:</i>  решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;  строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;  составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.  <i>Владеть:</i>  методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;  приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
3.	<p>Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.  Статистические методы изучения характеристик процесса. Основные характеристики при выполнении статистического анализа экспериментальных данных, точечные и интервальные оценки.  Порядок и основные приемы выполнения данных исследований.  Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.</p>	1	<p>Выполнение лабораторной работы</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</i>  ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3  <i>Знать:</i>  основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;  <i>Уметь:</i>  решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;  строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;  составлять и реализовывать основные планы при проведении</p>

				<p>исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть:</p> <p>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</p> <p>приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>
4.	Методы оптимизации в химической технологии	1	Выполнение лабораторной работы	<p>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции:</p> <p>ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p>Знать:</p> <p>основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p>Уметь:</p> <p>решать основные задачи математической статистики, определять основной набор статистических характеристик при обработке экспериментальных данных;</p> <p>строить решения для типовых моделей процессов и аппаратов химической технологии с использованием методов нахождения неизвестных параметров на основании экспериментальных данных;</p> <p>составлять и реализовывать основные планы при проведении исследований с применением приемов планирования эксперимента.</p> <p>Владеть:</p> <p>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</p> <p>приемами планирования и обработки экспериментальных данных, методами решения оптимизационных задач для нахождения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования</p>

### 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.

При изучении указанной дисциплины предусматривается выполнение лабораторных работ и рефератов. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу). В итоге максимальный рейтинг за изучение дисциплины составляет 100 баллов (таблица 7).

Таблица 7

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Реферат	2	10	20
Лабораторная работа	4	50	80
Зачет	-	-	-
Итого		60	100

### 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, 2021.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/493798">https://urait.ru/bcode/493798</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

#### 10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
2. Кольцова, Э. М. Численные методы решения уравнений математической физики и химии : учебное пособие для вузов / Э. М. Кольцова, А. С. Скичко, А. В. Женса. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/493026">https://urait.ru/bcode/493026</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
3. Мойзес, О. Е. Информатика. Углубленный курс : учебное пособие для вузов / О. Е. Мойзес, Е. А. Кузьменко. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 157 с.	ЭБС «Юрайт» <a href="https://urait.ru/bcode/490342">https://urait.ru/bcode/490342</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

#### 10.3 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 «БиблиоТех» – Режим доступа: <https://kstu.bibliotech.ru> по номеру читательского билета

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

ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» – Режим доступа: <https://biblioclub.ru>

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

**Согласовано:**

Библиотекарь

*Латыпова*

А.Г. Латыпова

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

1. Виртуальная среда обучения КНИТУ - [https://moodle.kstu.ru/?id\\_e=68073](https://moodle.kstu.ru/?id_e=68073). Доступ по логину-паролю регистрации в КНИТУ.

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (раздел Инфокоммуникационные системы и сети и информационные технологии) [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.6](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.6). Доступ свободный.

3. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://minobrnauki.gov.ru/>. Доступ свободный.

4. Справочная правовая система Консультант Плюс. Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила - <http://www.consultant.ru>

5. Электронные версии периодических изданий, размещенные на сайте информационных ресурсов [www.polpred.com](http://www.polpred.com).

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий оснащены оборудованием:

1. Учебные столы, стулья;

2. Учебная доска;

3. Компьютерные столы, стулья.

техническими средствами обучения:

1. Персональные компьютеры;

2. Мультимедийное оборудование.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой:

1. Персональный компьютер с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Элективные курсы по физической культуре и спорту»:

1. MOODLE – Виртуальная среда обучения КНИТУ;

2. MS Teams: <https://products.office.com/ru-ru/microsoft-teams/download-app>;

3. Управленческое ПО «Ваш финансовый аналитик 2: Сетевой»;

4. Управленческое ПО, 1С: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях;

5. MS Office 2007 Russian (от 16.10.2008г. лицензия № 44684779);

6. MS Office 2007 Professional Russian (от 16.10.2008г. лицензия № 44684779),  
MS Win Home 10 64 Bin Russian (от 15.02. 2018);
7. MS Office Home and Student 2016 Bin Russian (от 15.02. 2018).

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

Количество занятий (30), 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»  
(наименование дисциплины)

по направлению 18.03.01 «Химическая технология»  
(шифр) (название)

для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

для набора обучающихся 2021 года

пересмотрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО