

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

« 19 » мая 2022 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, 2022 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 2022 года.

Разработчик программы:

Доцент кафедры ТМО



(подпись)

Хакимова А.А.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО, протокол от 18.05.22 г. № 9

Зав. кафедрой ТМО, доцент



(подпись)

Мутугуллина И.А.

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ХТОМ, реализующей подготовку основной образовательной программы от 18.05.22 г. № 9

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	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.	5	2	-		2	12	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. Порядок и основные приемы выполнения данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.	5	2	-	13	7	15	Лабораторная работа

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. 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>Экспериментально-статистические методы построения математических моделей 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. 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>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1</i> <i>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.</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>	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. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных. Проверка достоверности полученных результатов, критерии Пирсона.</p>	<p><i>В результате освоения раздела формируются следующие компетенции: ОПК-2.1, ОПК-6.1</i> <i>Знать: основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики; технические и программные средства реализации решений, типовые численные методы решения математически</i></p>

					х задач 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. 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> ОПК-2.1; ОПК-2.2; ОПК-2.3; ОПК-6.1; ОПК-6.2; ОПК-6.3</p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p><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.</p> <p><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</p>

				<i>рациональных технологических режимов работы оборудования</i>
2.	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.	14	Лабораторная работа Метод наименьших квадратов Лабораторная работа Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных.	<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>

Таблица 3б

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Индикаторы достижения компетенции
1.	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	4	Лабораторная работа Статистические методы изучения характеристик процесса. Лабораторная работа Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.	<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;</i>

	корреляционный анализ дачных, назначение и анализ получаемых результатов.			<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>
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</p> <p>Метод наименьших квадратов</p> <p>Лабораторная работа</p> <p>Пассивный и активный эксперимента, приемы их реализации и обработки полученных данных.</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</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; 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;</p> <p>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.	<p>Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.</p>	12	<p>Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы;</p> <p>выполнение заданий;</p> <p>подготовка реферата</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</p> <p>Знать:</p> <p>основные понятия и определения предмета</p>

				<p><i>Владеть:</i> методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</p>
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>	12	<p>Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка реферата</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</p> <p><i>Знать:</i> принципы физического моделирования химико-технологических процессов, типовые процессы и аппараты химической технологии; основные закономерности химических и физико-химических процессов,</p> <p><i>Владеть:</i> методами построения математической модели типовых 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><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</p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p><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.</p> <p><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>

4.	Методы оптимизации в химической технологии	15	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка к лабораторной работе	<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</i></p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p><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.</p> <p><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>
----	--	----	---	---

Таблица 46

№ 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><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</i></p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и определения предмета</p> <p><i>Владеть:</i> 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	15	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка реферата	<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</i></p> <p><i>Знать:</i> принципы физического моделирования химико-технологических процессов, типовые процессы и аппараты химической технологии;</p> <p><i>основные закономерности химических и физико-химических процессов,</i></p> <p><i>Владеть:</i></p>

	активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса.			<i>методами построения математической модели типовых профессиональных задач и интерпретации полученных результатов;</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.	29	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка к лабораторной работе	<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>
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.	29	Изучение лекционного материала и рекомендуемой литературы; выполнение заданий; подготовка к лабораторной работе	<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</i>

				<p>применением приемов планирования эксперимента.</p> <p><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>
--	--	--	--	--

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><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p><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.</p> <p><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.	Системный анализ и общие принципы и этапы построения моделей. Системный анализ процессов химической технологии. Вычислительный	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><i>Знать:</i></p>

	<p>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>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; 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> <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>
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>	7	<p>Выполнение лабораторной работы</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</i> <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; 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> <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.	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.	7	Выполнение лабораторной работы	<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</i></p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p><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.</p> <p><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>
----	---	---	--------------------------------	---

Таблица 56

№ 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><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</i></p> <p><i>Знать:</i> основные понятия и методы системного анализа, теории вероятностей и математической статистики;</p> <p><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.</p>

				<p><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>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>	1	Выполнение реферата	<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>
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</p>	1	Выполнение лабораторной работы	<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</p>

	данных исследований. Дисперсионный и корреляционный анализ данных, назначение и анализ получаемых результатов.			<p>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;</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: 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; 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;</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 6).

Таблица 6

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» https://urait.ru/bcode/493798 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.
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» https://urait.ru/bcode/493026 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» https://urait.ru/bcode/490342 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

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 «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



А.В. Хуснутдинова

11.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Виртуальная среда обучения КНИТУ - https://moodle.kstu.ru/?id_e=68073. Доступ по логину-пароллю 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. 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.

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 «Моделирование химико-технологических процессов»:

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»

(цифр)

(название)

для профиля «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

для набора обучающихся 2022 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
				<i>Вашинова</i>		