

МИНОБРНАУКИ Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО КНИТУ)

 **УТВЕРЖДАЮ**
Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 20 » 06 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.Б.21 – «Моделирование химико-технологических процессов»

Направление подготовки: 18.03.01 «Химическая технология»

Профилям подготовки: «Технология и переработка полимеров», «Химическая технология органических веществ», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Технология неорганических веществ», Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ЗАОЧНАЯ

Институт, факультет Институт нефти, химии и нанотехнологии: ФННХ, ФХТ.
Институт полимеров: ФХТПМК, ФТПСПК

Кафедра-разработчик рабочей программы Общая химическая технология

Курс 4, 5, семестр 8, 9

	Часы	
	8 семестр	9 семестр
Лекции	2	4
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия		7
Самостоятельная работа	7	115
Форма аттестации		Экзамен, 9
Всего	9	135

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (приказ Минобрнауки РФ от 11.08.2016 № 1005)

для направления 18.03.01 «Химическая технология»

по профилям «Технология и переработка полимеров», «Химическая технология органических веществ», «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов», «Технология неорганических веществ», «Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств»

Типовая программа по дисциплине отсутствует, рабочая программа составлена для студентов приёма 2019 г.

Разработчик программы:

Доцент

(должность)

(подпись)

Нуруллина Н.М.

(Ф.И.О)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОХТ протокол от 17.05.19 № 12

Зав. кафедрой

(подпись)

Харлампиди Х.Э.

(Ф.И.О)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИНХН, реализующего подготовку по ООП от 23.05 2019 г. № 3

Председатель комиссии, профессор

(подпись)

Н.Ю. Башкирцева

(Ф.И.О)

Протокол заседания методической комиссии ИП, реализующего подготовку по ООП от 17.06 2019 г. № 11

Председатель комиссии, профессор

(подпись)

Х.М. Ярошевская

(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ФННХ, реализующего рабочую программу дисциплины от 20.06 2019 г. № _____

Председатель комиссии, профессор

(подпись)

Н.Ю. Башкирцева
(Ф.И.О)

Начальник УМЦ

(подпись)

Л.А. Кутаева

(Ф.И.О)

1. Цели освоения дисциплины

При организации учебного процесса по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов» устанавливаются следующие **цели ее преподавания**:

- 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 ООП ВО

Дисциплина *Моделирование химико-технологических процессов* относится к базовой части профессионального цикла ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор специальных знаний и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической, проектно-конструкторской и проектно-технологической профессиональной деятельности.

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

- а). Математика;
- б). Информатика;
- в). Физика;
- г). Вычислительная математика;
- д). Общая химическая технология

Знания, полученные при изучении дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов», могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

По направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология»

ПК-2 готовностью применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования;

ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;

ПК-8 готовностью к освоению эксплуатации вновь вводимого оборудования;

ПК-11 способностью выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса;

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.
- в). 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 4 зачетных единиц, 144 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекция	Семинар (Практ) занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение. Общие принципы и этапы построения модели	8	2	-	-	7	<i>Презентации</i>	
2	Методы изучения стохастических характеристик процесса	9	1	-	4	30	<i>Презентации и примеры решений на лекциях, индивидуальные именные рабочие файлы и индивидуальными заданиями по лабораторным работам. Примеры решений для демонстрации решений на лабораторных занятиях. Отчеты по результатам работы.</i>	<i>Отчет по результатам работы с его защитой. Отчет по СРС. Контрольная работа (реферат).</i>
3	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных для ХТП.	9	1	-	3	30		
4	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	9	1	-	-	26		
5	Введение в оптимизацию ХТП	9	1	-	-	20		
6	Подготовка к экзамену	9				9	<i>Учебники, пособия и электронные ресурсы</i>	<i>Экзамен</i>
Итого:			6		7	122		

5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение. Общие принципы и этапы построения модели	2	Введение в дисциплину и основные понятия	<i>Основные понятия и определения. Системный анализ процессов химической технологии. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Классификация моделей.</i>	<i>ПК-2, ПК-8</i>
2	Методы изучения стохастических характеристик процесса	1	1. Основы статистического анализа. 2. Статистические анализы при реализации пассивного эксперимента.	<i>Статистические исследования при проведении параллельных испытаний. Точечные и интервальные характеристики для оценки случайных величин. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математиче-</i>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>

				<i>ское моделирование. Общие принципы построения модели процесса. Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы.</i>	
3	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	1	1. Однопараметрические модели. 2. Многопараметрические модели.	<i>Модели потоков, их экспериментальные исследования с применением трассеров или индикаторов. Диагностика неполадок и отклонений в режимах работы исследуемых установок.</i>	ПК-2, ПК-4, ПК-11
4	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	1	1. Оптимальное планирование эксперимента. 2. Планы первого и второго порядков.	<i>Этапы оптимального планирования эксперимента. Реализация методов ранжирования параметров и случайного баланса. Полный и дробный факторные эксперименты, их построение, реализация и обработка. Центральные композиционные планы. Планы «состав-свойство», их реализация и обработка результатов.</i>	ПК-2, ПК-4, ПК-11
5	Введение в оптимизацию ХТП	1	Введение в оптимизацию ХТП	<i>Знакомство с задачами оптимизации. Приемы построения критерия оптимальности и ограничений. Решения оптимизационных задач.</i>	ПК-2, ПК-4, ПК-11

6. Содержание практических занятий
(учебным планом не предусмотрены)

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Методы изучения стохастических характеристик процесса	4	1. Исследование случайных величин. 2. Создание рабочего листа Excel для расчета основных характеристик случайных величин.	<i>Исследование выборок разного объема с использованием стандартных функций Excel и средствами надстройки «Анализ данных». Создание рабочего листа для расчета основных характеристик случайных величин с заранее заданными условиями (вероятность, точность и тип интервала).</i>	ПК-2, ПК-4, ПК-11
2	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных для	3	1. Восстановление математических зависимостей для однопараметрических	<i>Создание рабочего листа для подготовки плана эксперимента по исследованию однопараметрической и проведение расчетов на модельных функциях.</i>	ПК-2, ПК-4, ПК-11

	ХТП.		моделей. 2. Восстановление математических зависимостей для многопараметрических моделей.	<i>Построение графиков и их настройка Преобразование листа для многопараметрических функций и выполнение расчетов по модельной функции. Построение диаграмм «Поверхность» и «Контурная», их настройка.</i>	
--	------	--	---	--	--

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС*	Формируемые компетенции
1	Системный анализ	7	<i>Подготовка реферата по теме</i>	<i>ПК-8, ПК-11</i>
2	Статистические расчеты по оценке случайных величин	30	<i>Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам</i>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>
3	Восстановление математических зависимостей для различных зависимостей. СРС по аппроксимации данных с использованием статистики.	30	<i>Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам Выполнение расчетно-графического индивидуального задания и представление результатов расчетов.</i>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>
4	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	26	<i>Подготовка реферата по теме</i>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>
5	Введение в оптимизацию ХТП	20	<i>Подготовка реферата по теме</i>	<i>ПК-2, ПК-8, ПК-11</i>
6	Подготовка к экзамену	9		<i>Экзамен</i>

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 рейтинговой системе.

При изучении дисциплины предусматривается выполнение двух лабораторных и одной самостоятельной работ, за три контрольные точки студент может получить минимальное количество баллов – 36 (до 12 баллов за самостоятельную работу, до 12 баллов – за выполнение и защиту лабораторной работы), максимальное кол-во баллов – 60 (до 20 баллов за самостоятельную работу, до 20 баллов – за выполнение и защиту лабораторной работы.). Максимальный текущий рейтинг составляет – 60 баллов, минимальное – 36 баллов, что обеспечивает студенту автоматический допуск к экзамену. За экзамен студент может получить максимальное кол-во баллов – 40, минимальное – 24. Снижение баллов на экзамене может быть связано с ошибками во время ответа.

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 аттестации находятся, согласно положению о Фондах оценочных средств, в отдельном документе.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

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. Морозов В. К. Моделирование процессов и систем : Учебник / В. К. Морозов, Г. Н. Рогачев. - 2-е изд., перераб. - Москва : Академия, 2015. - 263	УНИЦ КНИТУ 50 шт. [Электронный ресурс] \\Server-oxt\материалы для студентов\Электронные книги по предметам\Моделирование\Моделирование Морозов , доступ с компьютеров ОХТ под соответствующей учётной записью.
2. Статистика : введение в регрессионный анализ : временные ряды : учеб. пособие / И.А. Ларионова. - М. : Изд. Дом МИСус, 2016. - 75 с.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785876239365.html , доступ с любой точки Internet, после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Сафин, Р.Г. Основы научных исследований. Организация и планирование эксперимента : учеб. пособие / Р.Г. Сафин, А.И. Иванов, Н.Ф. Тимербаев ; Казан. нац. исслед. технол. ун-т .— Казань, 2013 .— 156 с.	УНИЦ КНИТУ 129 шт.

11.2 Дополнительная литература

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
4. Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии. Учеб. пособ. – М. Высшая школа. 1985 г. – 327 с.	УНИЦ КНИТУ 35 шт. [Электронный ресурс] \\Server-oht\материалы для студентов\Электронные книги по предметам\Моделирование\Методы оптимизации в ХТ Ахназарова , доступ с компьютеров ОХТ под соответствующей учётной записью.
5. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с.	ЭБС «Консультант студента» http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987044971.html , доступ с любой точки Internet, после регистрации с IP-адресов КНИТУ

11.3 Электронные источники информации

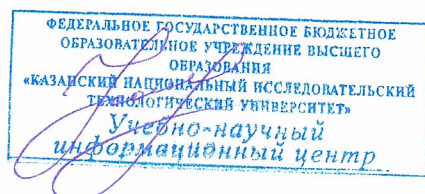
При изучении дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов» используется дополнительная литература на сервере кафедры по адресу: [\\Server-OHT/материалы для студентов](http://Server-OHT/материалы для студентов).

При изучении дисциплины рекомендуется использование электронных источников информации:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
3. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
4. ЭБС «РУКОНТ» – Режим доступа: <http://rucont.ru>
5. ЭБС Библиокомплектатор – Режим доступа: <http://www.bibliocomplectator.ru/>
6. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
7. ЭБС «КнигаФонд» – Режим доступа: <http://www.knigafund.ru>
8. ЭБС «Консультант студента»- Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>
9. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>
10. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – режим доступа: <https://biblioclub.ru>

11. Информационно-аналитические материалы Министерства энергетики РФ. Сайт Министерства энергетики РФ. – <https://minenergo.gov.ru/>
12. Информационно-аналитические материалы Министерства финансов РФ. Сайт Министерства финансов РФ. – <http://info.minfin.ru/>
13. Информационно-аналитические материалы Центрального банка РФ. Сайт Центрального банка РФ. – <http://www.cbr.ru/>
14. Информационно-аналитические материалы Министерства экономики РТ. Сайт Министерства экономики РТ. – <http://mert.tatarstan.ru/rus/develop.htm>
15. Материалы сайта Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Татарстан. Режим доступа: <http://www.tatstat.ru>
16. Официальный сайт компании «Альт-Инвест» <http://www.alt-invest.ru>
17. Официальный сайт компании Эксперт Системс <https://www.expert-systems.com>
18. Справочная правовая система «Гарант» – <http://www.garant.ru/>
19. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru>
20. КОДЕКС. Законодательство. Комментарии. Консультации. Судебная практика – www.kodeks.ru
21. Экономическая теория для предпринимателей. Сайт «Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова». – <http://www.rea.ru/>

Согласовано:



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Лекционные занятия:

- а). Все лекционные занятия обеспечены комплектами электронных презентаций и компьютерными моделями для демонстрации процессов и событий;
- б). аудитория оснащена проектором, экраном, ноутбуком.

2. Лабораторные работы

- а) Занятия проводятся в компьютерных классах А-220, А-212, оснащенных компьютерной техникой (10 и 13 рабочих мест соответственно), с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационную среду КНИТУ. Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.
- б) Оба класса оборудованы презентационной техникой – проектором, экраном и ноутбуком;

ком;

3. Прочее

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

- 1. MS Office 2010-2016 Standard (правообладатель - Microsoft Corporation, США).
- 2. ZOOM Cloud Meetings

б) лицензионный доступ к ЭБС, БД и отдельным электронным версиям изданий из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров ФГБОУ ВО «КНИТУ».

13. Образовательные технологии

Все лекционные занятия обеспечены презентациями и моделями для визуального представления результатов изменения различных параметров объекта. Во время лабораторных занятий каждый студент имеет свою личную книгу с индивидуальным номером задания. Лаборатории обеспечены модельными функциями, которые позволяют каждому студенту решать свое индивидуальное задание, электронными и печатными методическими пособиями.

Все занятия проводятся в аудиториях, оборудованных видеопроекторами, что позволяет демонстрировать приемы выполнения работ непосредственно на экран.