

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

УТВЕРЖДАЮ

 Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 22 » 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине: Б1.Б21 – «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», «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», «Технология защиты от коррозии», «Технология электрохимических производств», «Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств», «Фотографические технологии и материалы», «Инновационные технологии международных нефтегазовых корпораций», «Химическая технология переработки древесины».

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

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

Кафедра-разработчик рабочей программы Общая химическая технология

Курс 4 , семестр 7(осенний)

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия		
Семинарские занятия		
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	63	1,75
Форма аттестации	экзамен	1
Всего	144	4

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (приказ Минобрнауки РФ от 11.05.2016 № 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», «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», «Технология защиты от коррозии», «Технология электрохимических производств», «Химическая технология синтетических биологически активных веществ, химико-фармацевтических препаратов и косметических средств», «Фотографические технологии и материалы», «Инновационные технологии международных нефтегазовых корпораций», «Химическая технология переработки древесины».

Типовая программа по дисциплине отсутствует, рабочая программа составлена для студентов приёма 2015, 2016, 2017 и 2018 годов.

Разработчик программы:

Доцент

(должность)

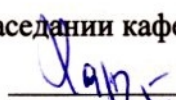

(подпись)

Воробьев Е.С.

(Ф.И.О)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ОХТ протокол от 06.09 № 1.

Зав. кафедрой


(подпись)

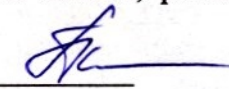
Харлампиди Х.Э.

(Ф.И.О)

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии ИНХН, реализующего подготовку по ООП от 07.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор

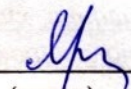

(подпись)

Н.Ю. Башкирцева

(Ф.И.О)

Протокол заседания методической комиссии ИП, реализующего подготовку по ООП от 14.09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

Х.М. Ярошевская

(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии ФННХ, реализующего рабочую программу дисциплины от 20.09 2018 г. № 12

Председатель комиссии, профессор


(подпись)

Н.Ю. Башкирцева
(Ф.И.О)

Начальник УМЦ


(подпись)

Л.А. Китаева

(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 ВПО

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). Б2.Б.1 | Математика; |
| б). Б2.Б.2 | Информатика; |
| в). Б2.Б.3 | Физика; |
| г). Б2.В.ОД.1 | Вычислительная математика; |

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»

1. 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;
2. ПК-4 способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения;
3. ПК-8 готовностью к освоению эксплуатации вновь вводимого оборудования;
4. 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 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ 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	7	2	0		4	Презентации и примеры решений на лекциях.	Реферат-презентация
2	Методы изучения стохастических характеристик процесса	7	4	0	8	14	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.	Отчет по результатам работы с его защитой. Отчет по СРС.
3	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных для ХТП.	7	4	0	6	15		
4	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	7	4		13	24		
5	Введение в оптимизацию ХТП	7	4	0		6		Реферат-презентация
6	Подготовка к экзамену	7				36	Учебники, пособия и электронные ресурсы	Экзамен
Итого:			18		27	99		

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	Основные понятия и определения. Системный анализ процессов химической технологии. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Классификация моделей.	ПК-2, ПК-8
2	Методы изучения стохастических характеристик процесса	4	1. Основы статистического анализа. 2. Статистические анализы при реализации пассивного эксперимента.	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 математическое моделирование. Общие принципы построения модели процесса.	ПК-2, ПК-4, ПК-11

				<i>Дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализы.</i>	
3	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных	4	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>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>
4	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	6	1. Оптимальное планирование эксперимента. 2. Планы первого и второго порядков. 3. Планы «состав-свойство».	<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>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>
5	Введение в оптимизацию ХТП	2	Введение в оптимизацию ХТП	<i>Знакомство с задачами оптимизации. Приемы построения критерия оптимальности и ограничений. Решения оптимизационных задач.</i>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>

6. Содержание практических занятий
(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	8	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 заданными условиями (вероятность, точность и тип интервала).</i>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>
2	Методы и приемы построения моделей на основании экспериментальных данных для ХТП.	6	1. Восстановление математических зависимостей для однопараметрических моделей. 2. Восстановление математических зависимостей	<i>Создание рабочего листа для подготовки плана эксперимента по исследованию однопараметрической и проведение расчетов на модельных функциях. Построение графиков и их настройка Преобразование листа для многопараметрических функций и</i>	<i>ПК-2, ПК-4, ПК-11</i>

			стей для много-параметрических моделей.	выполнение расчетов по модельной функции. Построение диаграмм «Поверхность» и «Контурная», их настройка.	
3	Методы планирования экспериментов для исследования процессов	13	1. Метод случайного баланса. 2. Полный факторный эксперимент. 3. Центральный композиционный план.	Создание рабочих листов для МСБ, ПФЭ и ЦКП, их реализация с использованием индивидуальной модельной функции. Проведение исследования от выбора значимых параметров (3 из 5), построения линейной модели с последующим крутым восхождением в область экстремума и построением ЦКП для получения модели второго порядка с нахождением максимального значения.	ПК-2, ПК-4, ПК-11

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС*	Формируемые компетенции
1	Реферат-сообщение по вопросам системного анализа	4	Подготовка реферата (презентация) и выступление перед группой по своей теме	ПК-8, ПК-11
2	Статистические расчеты по оценке случайных величин	14	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам	ПК-2, ПК-4, ПК-11
3	Восстановление математических зависимостей для различных зависимостей. СРС по аппроксимации данных с использованием статистики.	15	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам Выполнение расчетно-графического индивидуального задания и представление результатов расчетов.	ПК-2, ПК-4, ПК-11
4	Проведение исследования модельной функции методами оптимального планирования. СРС ранжирование входных параметров исследуемой модельной функции.	24	Подготовка к лабораторной работе и оформление отчета по её итогам Выполнение расчетно-графического индивидуального задания и представление результатов расчетов.	ПК-2, ПК-4, ПК-11
5	Введение в оптимизацию ХТП	6	Подготовка реферата (презентация) и выступление перед группой по своей теме	ПК-2, ПК-8, ПК-11
6	Подготовка к экзамену	36		Экзамен

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 трех лабораторных и одной самостоятельной работ, за эти четыре контрольные точки студент может получить макси-

мальное кол-во баллов – 60 (до 18б. за самостоятельную работу, до 14б – за выполнение и защита лабораторной работы.). При выполнении лабораторных работ студент может потерять баллы из-за пропуска занятий, которые должны быть отработаны самостоятельно и результаты представлены преподавателю, который ведет занятия, небрежного выполнения работы и отчета по ней, низкой активности во время лабораторной работы при ответах на вопросы преподавателя. При защите самостоятельной работы баллы могут быть срезаны из-за неполного выполнения задания, ошибочно выбранной функции для аппроксимации, плохого оформления отчета и графического материала. В результате максимальный текущий рейтинг может составить – 60 б, что обеспечивает студенту автоматический допуск к экзамену. За экзамен студент может получить максимальное кол-во баллов – 40. 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.

10 Информационно-методическое обеспечение дисциплины «Моделирование химико-технологических процессов»

10.1 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 МИСиС, 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. техн. ун-т. — Казань, 2013. — 156 с.	УНИЦ КНИТУ 129 шт.

10.2 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-oxt\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

10.3 Электронные источники информации

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

Согласовано:

Зав.сектором ОКУФ



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 и презентатором,
2. Лабораторные работы
 - а). Занятия проводятся в компьютерных классах А-220, А-212, оснащенных компьютерной техникой (10 и 13 рабочих мест соответственно),
 - б). Оба класса оборудованы презентационной техникой – проектором, экраном и ноутбуком;
 - в). Все рабочие места обеспечены лицензионным ПО общего назначения:
 - i. Системная оболочка Windows 7, Windows 10;
 - ii. Офисный пакет MS Excel, версии 2010 и 2013;
3. Прочее
 - а). Все рабочие места студентов и преподавателя обеспечены с доступом в Интернет и предназначенные для работы в электронной образовательной среде;
 - б). Все работы, выполненные студентами, хранятся на сервере кафедры в течение всего срока их обучения.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах в учебном процессе, составляет 27 часов аудиторных занятий. Занятия лекционного типа составляют 18 часов аудиторных занятий.

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.

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Моделирование химико-технологических процессов»
(наименование дисциплины)

пересмотрена на заседании кафедры
«Общей химической технологии»
(наименование кафедры)

№п /п	Дата пере- утвержде- ния РП № протокола	Наличие из- менений в программе	Наличие из- менений в списке лите- ратуры	Подпись раз- работчика РП	Подпись заве- дующего ка- федрой	Подпись начальника УМЦ

**Если в списке литературы есть изменения, обновлённый список необходимо утвердить у за-
ведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в ОМг.*