

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

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 1. » 07. 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине «Математическое моделирование объектов химической
технологии»

Направление подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление»

Профиль подготовки Системный анализ и управление в химических технологиях

Квалификация выпускника Бакалавр

Форма обучения Очная

Институт, факультет ИУАИТ, ФИТ

Кафедра-разработчик рабочей программы Системотехники

Курс, семестр 3,5

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	-	-
Лабораторные занятия	45	1,25
Самостоятельная работа	198	5,5
Форма аттестации	Зачет, Экзамен (27)	0,75
Всего	288	8

Казань, 2019г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 195 от 11.03.2015г. по направлению 27.03.03 «Системный анализ и управление» на основании учебного плана для набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

Старший преподаватель
(должность)


(подпись)

Караванов А.А.
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Системотехники, протокол от 31.05 2019 г. № 6.

Зав. кафедрой СТ
(должность)


(подпись)

Зиятдинов Н.Н.
(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии института управления, автоматизации и информационных технологий от 25.06 2019 г. № 13а

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

Нургалиев Р.К.
(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент


(подпись)

Китаева Л.А.
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Математическое моделирование объектов химической технологии являются:

- а) формирование представления о иерархии уровней математических моделей химико-технологических процессов;*
- б) обучение подходам к разработке составляющих математического описания протекания процессов в аппаратах химической технологии;*
- в) освоение принципов математического моделирования химико-технологических процессов.*

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Математическое моделирование объектов химической технологии относится к обязательным дисциплинам *вариативной* части ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Математическое моделирование объектов химической технологии бакалавр по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Дополнительные главы математики;
- б) Физическая химия;
- в) Техническая термодинамика и теплопередача;
- г) Процессы и аппараты химических технологий;
- д) Общая химическая технология;
- е) Вычислительная математика.

Дисциплина Математическое моделирование объектов химической технологии является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Компьютерное моделирование объектов химической технологии или Применение моделирующих программ для анализа и синтеза химико-технологических процессов и систем;

б) Технологии построения компьютерных тренажеров или Обучающие программы в управлении технологическими процессами.

Знания, полученные при изучении дисциплины Математическое моделирование объектов химической технологии могут быть использованы при практик и выполнении выпускных квалификационных работ, могут быть использованы в научно-исследовательской деятельности по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОПК-2 - способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами, работать с традиционными носителями информации, базами знаний.

ОПК-3 - способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

ПК-1 - способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности.

В результате освоения дисциплины бакалавр должен:

1) Знать:

а) роль и место математического моделирования на этапах жизненного цикла объектов химической технологии;

б) основные понятия о математической модели и математическом моделировании;

в) основные этапы математического моделирования;

г) принципы и методы разработки математических моделей процессов, протекающих в различных аппаратах химической технологии;

д) методы идентификации моделей и проверки их на адекватность;

е) методы реализации математических моделей различных аппаратов.

2) Уметь:

а) разрабатывать математические модели отдельных аппаратов;

б) реализовывать математические модели в среде математических пакетов прикладных программ;

в) производить проверку математических моделей на адекватность.

3) Владеть:

а) методами определения физико-химических и термодинамических свойств веществ, необходимых для математического моделирования;

б) методами расчета математических моделей аппаратов;

в) математическими пакетами прикладных программ как инструментальными средствами построения математических моделей объектов и математического моделирования.

4. Структура и содержание дисциплины Математическое моделирование объектов химической технологии

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единицы, 288 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточно й аттестации по разделам
			Лекции	Практические занятия	Лабораторн ые работы	СРС	
1	Введение в основы математического моделирования.	5	2	-	2	25	-
2	Принципы математического моделирования химико-технологических процессов.	5	2		2	25	-
3	Основы построения эмпирических моделей.	5	2		11	50	контрольная работа
4	Построение математических моделей химико-технологических процессов.	5	12		30	96	контрольная работа
	Итого		18	-	45	198	
	Форма аттестации						Зачет, экзамен (27)

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Введение в основы математического моделирования.	2	1. Основные понятия математического моделирования химико-технологических процессов.	Представление модели химико-технологических процессов. Типы моделей. Основные элементарные химико-технологические процессы. Этапы построения математической модели. Задача идентификации математического описания объекта моделирования.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
2	Принципы математического моделирования химико-технологических процессов.	2	2. Математическое описание процессов с помощью физико-химических моделей.	Математическое описание гидродинамических моделей идеального смешения и идеального вытеснения, и диффузионной модели. Основные принципы моделирования с использованием физико-химических моделей.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
3	Основы построения эмпирических моделей.	2	3. Основные принципы моделирования с использованием эмпирических моделей.	Построение эмпирических моделей по результатам пассивных экспериментов. Корреляционный и регрессионный анализ в задаче построения эмпирической модели. Проверка адекватности уравнений регрессии.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
4	Построение математических моделей химико-технологических процессов.	2	4. Математические модели физического состояния потоков текучих сред.	Построение модели состояния потока фаз: газ, жидкость и газ-жидкость, газ-жидкость-жидкость. Основные теплофизические параметры потока и их расчёт.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
		2	5. Математические модели процессов теплопередачи.	Построение модели стационарного режима процесса теплопередачи.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1

		4	6. Математические модели химических превращений.	Основы моделирования химической кинетики. Математические модели основных типов химических реакторов с различными тепловыми режимами работы.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
		2	7. Математические модели процесса сепарации.	Построение модели стационарного режима работы сепаратора; материально-тепловой баланс адиабатического испарения.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
		2	8. Математические модели процессов разделения.	Математические модели процессов ректификации и абсорбции. Моделирование равновесных процессов на массообменных устройствах.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Практические, семинарские занятия учебным планом не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лабораторного занятия	Формируемые компетенции
1	Введение в основы математического моделирования.	2	1. Статические математические модели.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
2	Принципы математического моделирования химико-технологических процессов.	2	2. Динамические математические модели.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
3	Основы построения эмпирических моделей.	5	3. Идентификация параметров экспериментальной зависимости	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
		6	4. Точечное оценивание параметров при анализе экспериментальных данных. Контрольная работа 1	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
4	Построение математических моделей химико-технологических процессов.	4	5. Математические модели гидродинамических структур потоков. Контрольная работа 2	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
		4	6. Моделирование процесса теплопередачи.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
		4	7. Моделирование химических реакторов.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1

		9	8. Математические модели процесса сепарации. Контрольная работа 3.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
		9	9. Математические модели процессов разделения.	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1

Лабораторные работы проводятся в компьютерном классе кафедры системотехники, оборудованном 12 персональными компьютерами с выходом в Интернет, а также мультимедийными средствами отображения презентаций.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Введение в основы математического моделирования.	25	<i>Изучение лекционного материала, подготовка к лабораторным работам</i>	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
2	Принципы математического моделирования химико-технологических процессов.	25	<i>Выполнение задания</i>	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
3	Основы построения эмпирических моделей.	50	<i>Выполнение задания</i>	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1
4	Построение математических моделей химико-технологических процессов.	96	<i>Выполнение задания</i>	ОПК-2, ОПК-3, ПК-1

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Математическое моделирование объектов химической технологии» используется балльно-рейтинговая система. Балльно-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».

По дисциплине «Математическое моделирование объектов химической технологии» промежуточным видом контроля является зачет. При изучении дисциплины предусматривается выполнение 3 контрольных работ. За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

В результате максимальный текущий рейтинг составит 100 баллов.

Оценочные средства	Количество контрольных точек	Min, баллов	Max, баллов
Контрольная работа	3	36	60
Экзамен		24	40
Итого		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Математическое моделирование объектов химической технологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Гумеров, А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. М. Гумеров. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 176 с.	ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com/book/41014 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Оптимизация технических систем : учебное пособие / Островский Г.М., Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В. — Москва : КноРус, 2020. — 422 с.	ЭБС «BOOK.RU»: https://book.ru/book/934202 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Рено Н.Н. Численные методы: учебное пособие/ Н.Н. Рено. – М: КДУ, 2017. –112 с.	УНИЦ КНИТУ http://ft.kstu.ru/ft/Reno-Chislennye_metody_UP.pdf Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Натареев С.В. Системный анализ и математическое моделирование процессов химической технологии: учебное пособие. – Изд-во: ИГХТУ, 2007. –80 с.	ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com/book/4496 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
5. Павлов Ю.Л., Зиятдинов Н.Н., Рыжов Д.А. Системный анализ химико-технологических процессов и методы настройки регуляторов: учебное пособие – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 88 с.	80 экз в УНИЦ КНИТУ 30 экз. на кафедре СТ
6. Заварухин, С. Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов и аппаратов : учебное пособие / С. Г. Заварухин. — 2-е изд. — Новосибирск : НГТУ, 2017.	ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com/book/118478 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Загкейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Загкейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2020. - 304 с	ЭБС «Znanium»: https://znanium.com/catalog/product/1212487 Доступ из любой точки интернета после регистрации с

	IP-адресов КНИТУ
Лисицын Н.В., Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение [Учебники] : учеб. пособие для студ. вузов / Н.В. Лисицын, В.К. Викторов, Н.В. Кузичкин .— СПб. : Менделеев, 2007 .— 312 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ
Оптимизация в химической технологии / Г.М. Островский, Ю.М. Волин, Н.Н. Зиятдинов ; АН РТ .— Казань : Фэн, 2005 .— 394 с.	57 экз. в УНИЦ КНИТУ
Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad [Учебники] [Методические пособия] : учебно-методич. пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов ; Казан. гос. технол. ун-т .— Казань, 2008 .— 160 с.	112 экз. в УНИЦ КНИТУ http://fi.kstu.ru/fi/978-5-7882-XXX-Zijatdinow_matmod.pdf доступ с ip-адресов КНИТУ 30 экз. на кафедре СТ
Натареев С.В. Системный анализ и математическое моделирование процессов химической технологии: учебное пособие. – Изд-во: ИГХТУ, 2007. –80 с.	ЭБС «Лань»: https://e.lanbook.com/book/4496 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ

10.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Математическое моделирование объектов химической технологии» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

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

ЭБС «BOOK.RU» Режим доступа: <https://www.book.ru/>

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

Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>

Согласовано:

УНИЦ КНИТУ



10.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины «Математическое моделирование объектов химической технологии» используются профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU – Режим доступа:
<https://www.elibrary.ru/>

11. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

1. Лекционные занятия:

- а. комплект электронных слайдов-фильмов по каждой теме лекционных занятий,
- б. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ ноутбук).

2. Лабораторные работы:

- а. компьютерный класс,
- б. презентационная техника (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
- с. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- д. база данных лабораторных протоколов Springer Protocols – режим доступа
<http://www.springerprotocols.com/>, доступ с IP-адресов КНИТУ
- е. место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- ф. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе, при освоении дисциплины «Математическое моделирование объектов химической технологии»:

MicrosoftOffice, AdobeReader, MatCad, Octave.

13.Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, для очной формы обучения составляет 27 часов лабораторных занятий.

Интерактивные часы реализуются с помощью следующих образовательных технологий:

- решение практических проблемных задач;
- методы проблемного обучения;
- работа в команде.