

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 «Методы моделирования и технологии синтеза
химико-технологических процессов и систем»

Направление подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление»
(шифр) (наименование)

Профиль подготовки «Системный анализ и управление в химических технологиях»

Квалификация выпускника Бакалавр

Форма обучения Очная

Институт, факультет Институт управления, автоматизации и информационных
технологий, Факультет информационных технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы Системотехника

Курс, семестр 3-4 курсы, 6-7 семестры

	Часы			Зачетные единицы
	6 семестр	7 семестр	Итого	
Лекции	36	18	54	1,5
Практические занятия				
Лабораторные занятия	36	36	72	2
Самостоятельная работа	81	99	180	5
Форма аттестации	экзамен (27)	курсовая работа, экзамен (27)	54	1,5
Всего	180	180	360	10

Казань, 2019 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 195 от 11 марта 2015 г.) по направлению 27.03.03 «Системный анализ и управление» для профиля «Системный анализ и управление в химических технологиях» на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчики программы:

зав. кафедрой

(должность)



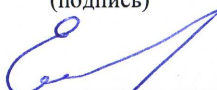
(подпись)

Н.Н. Зиятдинов

(Ф.И.О)

доцент

(должность)



(подпись)

И.И. Емельянов

(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Системотехники,
протокол от 31.05 2019 г. № 16

Зав. кафедрой



(подпись)

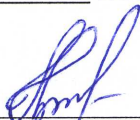
Н.Н. Зиятдинов

(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

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

Председатель комиссии, доцент



(подпись)

Р.К. Нургалиев

(Ф.И.О.)

Нач. УМЦ, доцент



(подпись)

Л.А. Китаева

(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем являются:

- а) формирование знаний о методах моделирования и технологиях синтеза химико-технологических процессов и систем;*
- б) обучение технологии работы в современных универсальных моделирующих программах;*
- в) обучение методикам проведения моделирования и синтеза технологических процессов и систем средствами универсальных моделирующих программ;*
- г) обучение решению производственных задач, связанных с автоматизированным поиском энерго- и ресурсосберегающих режимов работы действующих и проектированием новых энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических процессов и систем.*

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем относится к части ОП по выбору и формирует у бакалавров по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем бакалавр по направлению подготовки 27.03.03 «Системный анализ и управление» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Физика
- б) Химия
- в) Высшая математика
- г) Дополнительные главы математики
- д) Общая химическая технология
- е) Процессы и аппараты химической технологии
- ж) Системный анализ и принятие решений
- з) Органическая химия
- и) Физическая химия

- к) Термодинамика и теплопередача
- л) Дополнительные главы процессов химической технологии
- м) Инновационные технологии нефтепереработки и нефтехимии
- н) Вычислительная математика
- о) Методы оптимизации
- п) Математическое моделирование объектов химической технологии.

Дисциплина Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Технологии построения компьютерных тренажеров (часть 2)
- б) Интегрированные системы управления химико-технологическими процессами (часть 2).

Знания, полученные при изучении дисциплины Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем могут быть использованы при прохождении производственной и преддипломной практик и выполнении выпускных квалификационных работ.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. 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. +
2. 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) методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем;
- б) методы интенсификации химико-технологических и физико-химических систем на различных уровнях иерархии;

в) принципы автоматизированного исследования химико-технологических процессов и систем средствами современных программных средств.

2) Уметь: а) корректно ставить задачи моделирования, синтеза, оптимизации, проектирования химико-технологических систем;

б) строить математическую модель исследуемого или проектируемого химико-технологического процесса средствами универсальных моделирующих программ;

в) анализировать полученные результаты с точки зрения адекватности рассматриваемому химико-технологическому процессу, давать рекомендации при принятии решений по совершенствованию химико-технологических процессов и систем.

3) Владеть: а) навыками применения методов и технологии моделирования и синтеза химико-технологических процессов и систем на практике;

б) навыками применения современных программных средств для решения задач моделирования, синтеза, оптимизации и проектирования химико-технологических систем.

4. Структура и содержание дисциплины Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Основные положения методов моделирования химико-технологических процессов и систем	6	32			60	Тест Контрольная работа
2	Моделирующие программные комплексы как инструментальные средства моделирования химико-технологических процессов и систем	6	4		36	21	Защита лабораторной работы
Итого в 6 семестре:			36		36	81	
Форма аттестации							Экзамен (27)
3	Основные положения технологии синтеза химико-технологических процессов и систем	7	16			70	Контрольная работа
4	Моделирующие программные комплексы как инструментальные средства технологии синтеза химико-технологических процессов и систем	7	2		36	20	Защита лабораторной работы
5	Курсовая работа					36	
Итого в 7 семестре:			18		36	99	
Форма аттестации							Курсовая работа, Экзамен (27)

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
----------	-------------------	------	--------------------------	--------------------	-------------------------

1	Основные положения методов моделирования химико-технологических процессов и систем	4	Тема 1. Системный подход и общесистемные свойства и закономерности	Цель и содержание дисциплины. История теории систем. Содержание и основные положения системного анализа. Принципы системного анализа. Математическое моделирование как инструмент реализации системного подхода.	ОПК-2, ПК-1
2		4	Тема 2. Математическое моделирование – основной инструмент решения задач исследования и синтеза химико-технологических систем	Подходы к исследованию объектов химической технологии. Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Этапы математического моделирования (ММ).	ОПК-2, ПК-1
3		6	Тема 3. Физико-химическая система. Химико-технологическая система	Понятие физико-химической системы. Особенности структуры физико-химической системы. Понятие химико-технологической системы (ХТС). Структура химико-технологической системы. Построение моделируемой схемы ХТС. Критерии эффективности ХТС. Свойства ХТС.	ОПК-2, ПК-1
4		18	Тема 4. Моделирование ХТС	Понятия анализа, оптимизации и синтеза ХТС. Математическая модель ХТС. Постановка задачи расчета ХТС. Задачи анализа ХТС. Структурный анализ разомкнутых ХТС. Структурный анализ и расчет замкнутых ХТС. Исследование системных связей и законов функционирования. Исследование чувствительности ХТС.	ОПК-2, ПК-1

5	Моделирующие программные комплексы как инструментальные средства моделирования химико-технологических процессов и систем	4	Тема 5. Моделирование химико-технологических процессов и систем средствами моделирующей программы	Универсальные моделирующие программы. Возможности. Интерфейсы. Технология проведения моделирования химико-технологических процессов и систем средствами моделирующей программы.	ОПК-2, ПК-1
6	Основные положения технологии синтеза химико-технологических процессов и систем	16	Тема 6. Технологии синтеза ХТС	Введение в синтез ХТС. Эвристические методы синтеза ХТС. Термодинамические методы синтеза систем теплообмена на основе Пинч-анализа. Алгоритмические методы синтеза оптимальных ХТС. Принципы алгоритмических методов синтеза ХТС. Интегрально-гипотетический метод синтеза ХТС (использование гиперструктур, метод ветвей и границ). Многоуровневая процедура решения задачи синтеза. Синтез оптимальных систем теплообмена на основе задачи о назначениях. Декомпозиционные методы синтеза оптимальных ХТС.	ОПК-2, ПК-1
7	Моделирующие программные комплексы как инструментальные средства технологии синтеза химико-технологических процессов и систем	2	Тема 7. Технологии синтеза химико-технологических процессов и систем средствами моделирующей программы	Универсальные моделирующие программы. Возможности. Интерфейсы. Технология проведения синтеза химико-технологических процессов и систем средствами моделирующей программы.	ОПК-2, ПК-1
	Итого	54			

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

В учебном плане не предусмотрены.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося методологии методов моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем, средствами универсальных моделирующих программ, а также выработка студентами определенных умений, связанных с принятием инженерных решений на основе полученных результатов моделирования, навыков работы в универсальных моделирующих программах.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
1	Раздел 2. Моделирующие программные комплексы как инструментальные средства моделирования химико-технологических процессов и систем	6	Тема 1. Системный анализ технологической установки переработки природного газа	ОПК-2, ПК-1
2		6	Тема 2. Компьютерное моделирование и анализ технологической установки первичной переработки нефти	ОПК-2, ПК-1
3		12	Тема 3. Компьютерное моделирование, анализ и оптимизация пропан-пропиленовой ректификационной колонны	ОПК-2, ПК-1
4		12	Тема 4. Анализ функционирования и оптимизация установки производства товарных ксилолов	ОПК-2, ПК-1
5	Раздел 4. Моделирующие программные комплексы как инструментальные средства технологии синтеза химико-технологических процессов и систем	14	Тема 5 Системная инженерия установки синтеза аммиака (командная работа, проект)	ОПК-2, ПК-1
		6	Тема 6 Пинч-анализ ХТС	ОПК-2, ПК-1
6		16	Тема 7. Синтез оптимальной системы теплообмена установки выделения этилового спирта (командная работа, проект)	ОПК-2, ПК-1
7				
	Итого	72		

Лабораторные работы проводятся в помещении компьютерного класса кафедры с использованием компьютеров с доступом в Интернет.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СР	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Системный подход и общесистемные свойства и закономерности	15	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию.	ОПК-2, ПК-1
2	Тема 2. Математическое моделирование – основной инструмент решения задач исследования и синтеза химико-технологических систем	15	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию.	ОПК-2, ПК-1
3	Тема 3. Физико-химическая система. Химико-технологическая система	15	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию.	ОПК-2, ПК-1
4	Тема 4. Моделирование ХТС	15	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию.	ОПК-2, ПК-1
6	Тема 5. Моделирование химико-технологических процессов и систем средствами моделирующей программы	21	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к контрольным работам.	ОПК-2, ПК-1
5	Тема 6. Технологии синтеза ХТС	40	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к тестированию.	ОПК-2, ПК-1
6	Тема 7. Технологии синтеза химико-технологических процессов и систем средствами моделирующей программы	23	Проработка теоретического материала. Написание конспекта по темам. Подготовка к лабораторным работам. Подготовка к контрольным работам.	ОПК-2, ПК-1
7	Курсовая работа	36	Выполнение курсовой работы	ОПК-2, ПК-1
	Итого	180		

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем» 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.

Текущий контроль степени усвоения теоретического материала по дисциплине «Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем» осуществляется после изложения теоретического материала каждой темы и организован как тестирование. Предусмотрены 2 контрольные работы. Лабораторные занятия направлены на решение задач и обсуждение теоретического материала.

Промежуточная аттестация осуществляется в конце 6 и 7 семестров, форма аттестации – экзамен. Изучение дисциплины предусматривает также выполнение курсовой работы в 7 семестре, за которую студент может получить минимум 60 баллов, максимум 100 баллов. При итоговой оценке используется рейтинговая система оценки знаний. Максимальный рейтинг студента – 100 баллов, минимальный – 60 баллов.

6 семестр

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Тест	3	15	24
Контрольная работа	1	5	8
Защита лабораторной работы	4	16	28
Экзамен		24	40
Итого:		60	100

7 семестр

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Контрольная работа	1	9	15
Защита лабораторной работы	3	27	45
Экзамен		24	40
Итого:		60	100
Курсовая работа	1	60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов : учебник / Г.И. Ефремов. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 255 с.	ЭБС «Znanium.com» https://znanium.com/catalog/product/989 195 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Гартман, Т. Н. Моделирование химико-технологических процессов. Принципы применения пакетов компьютерной математики : учебное пособие / Т. Н. Гартман, Д. В. Клушин. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 404 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/126905 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Системный анализ процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие / Э. Д. Иванчина, Е. С. Чернякова, Н. С. Белинская, Е. Н. Ивашкина. — Томск : ТПУ, 2017. — 115 с.	ЭБС «Лань» https://e.lanbook.com/book/106767 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
4. Островский Г.М. Оптимизация технических систем: учебное пособие / Островский Г.М., Зиятдинов Н.Н., Лаптева Т.В. – М.: Кнорус, 2012. – 421 с.	200 экз в УНИЦ КНИТУ

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1. Дорохов, И.Н. Системный анализ процессов химической технологии. Интеллектуальные системы и инженерное творчество в задачах интенсификации химико-технологических процессов и производств / И.Н. Дорохов, В.В. Меньшиков; РАН, ин-т общ. и неорг. химии им Н.С. Курнакова. – М.: Наука, 2005. – 582 с.	31 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. 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, 2020. — 403 с.	ЭБС «Юрайт» https://urait.ru/bcode/455050 Доступ из любой точки интернета после регистрации с IP-адресов КНИТУ
3. Островский Г.М. Методы оптимизации химико-технологических процессов: учебное пособие / Островский Г.М., Волин Ю.М., Зиятдинов Н.Н. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.	2 экз на кафедре СТ
4. Зиятдинов, Н.Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad. Учебно-методическое пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов. – Казань, КГТУ, 2008. – 160 с.	113 экз. в УНИЦ КНИТУ 30 экз. на кафедре СТ

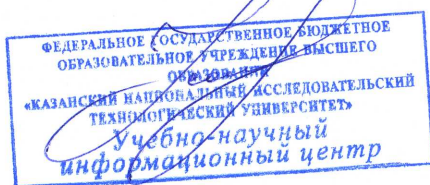
10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем» рекомендовано 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. ЭБС «Znanium.com» – Режим доступа: <http://znanium.com>
4. ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/books/>
5. ЭБС «Юрайт» – Режим доступа: <https://urait.ru/>
- 6.

Согласовано:

Зав. сектором ОКУФ



10.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины «Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем» рекомендовано использование профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. <http://elibrary.ru> – Научная электронная библиотека, система РИНЦ.
2. <http://ellib.gpntb.ru/> – Электронная библиотека ГПНТБ России.
3. <http://cyberleninka.ru/about> – Научная библиотека открытого доступа «КиберЛенинка».
4. <http://www.consultant.ru> – Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс.

11. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, 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:

- a. комплект электронных презентаций/слайдов,
- b. аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Лабораторные занятия:

- a. компьютерный класс, оснащенный презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук),
- b. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде,
- c. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Лицензированное программное обеспечение и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины «Анализ и синтез химико-технологических процессов и систем»:

- MS Office 2010-2016 Standard (Договор № 16/2189/Б от 08 ноября 2016 года, заключенный с ЗАО «Софткей»);
- UniSim Design Suite - Academic 100 User Network (ежегодно получаемый 'Order Key' от компании Honeywell).

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий по дисциплине «Методы моделирования и технологии синтеза химико-технологических процессов и систем », проводимых в интерактивных формах, для очной формы обучения составляет 54 часа лабораторных занятий, что составляет 42,8 % от аудиторной нагрузки.

Основные интерактивные формы проведения учебных занятий:

- компьютерные симуляции,
- методы проблемного обучения,
- работа в команде.