

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



« 17 » 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.Б.20 «Моделирование энерго - и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Направление подготовки 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль подготовки Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Квалификация выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения очная

Институт Инженерный химико-технологический институт

Факультет Экологической, технологической и информационной безопасности

Кафедра-разработчик рабочей программы кафедра химической кибернетики

Курс 4, семестр 8

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0,5
Практические занятия	—	—
Семинарские занятия	—	—
Лабораторные занятия	27	0,75
Самостоятельная работа	36	1
Форма аттестации	Экзамен	
	27	0,75
Всего	108	3

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (№ 227 от 12.03.2015г.) по направлению 18.03.02 «Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по профилю «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов», на основании учебного плана (2015г.), год начала подготовки: 2016 г., 2017г, 2018 г.

Разработчик программы:
профессор



Гумеров А.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХК,
протокол от 29 08 2018 г. № 1

Зав. кафедрой



Кутузов А.Г.

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания методической комиссии факультета пищевых технологий,
реализующего подготовку образовательной программы
от 12 09 2018 г. № 8

Председатель комиссии, профессор



Базотов А.Я.

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета пищевых технологий, к
которому относится кафедра-разработчик РП
от 17 09 2018 г. № 1

Председатель комиссии, профессор




Сироткин А.С.

Начальник УМЦ

Китаева Л.А.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины Б1.Б.20 «Моделирование энерго - и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» являются:

- а) формирование компетенций, позволяющих моделировать энерго – и ресурсосберегающие процессы в промышленности;
- б) выработка и закрепление практических навыков в освоении методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- в) формирование компетенций, позволяющих применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе;
- г) освоение специальных приемов программирования, связанных с математическим моделированием химико-технологических процессов и систем;
- д) формирование компетенций, позволяющих планировать экспериментальные исследования, обрабатывать и анализировать полученные результаты.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.20 «Моделирование энерго - и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» относится к базовой части ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.02 «Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» набор знаний, умений, навыков и компетенций для выполнения научно-исследовательской, производственно-технологической, организационно-управленческой и проектной деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и по указанному выше направлению подготовки должен освоить материал следующих предшествующих дисциплин ООП:

- а) Б1.Б.7 «Информатика»;
- б) Б1.В.ОД.7 «Вычислительная математика»
- в) Б1.Б.17 «Процессы и аппараты химической технологии»
- г) Б1.В.ОД.22 «Моделирующие комплексы и программы»
- д) Б1.В.ДВ.7.1 «Методы статистического анализа и планирования эксперимента в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Знания, полученные при изучении дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» могут быть использованы при прохождении практик (учебной, производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ по направлению подготовки 18.03.02 Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Коды	Название компетенции
ОПК-2	способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-3	способность использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред
ПК-14	способность применять современные методы исследования технологических процессов и природных сред, использовать компьютерные средства в научно-исследовательской работе
ПК-15	способность планировать экспериментальные исследования, получать, обрабатывать и анализировать полученные результаты
ПК-16	способность моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) статистические методы планирования экспериментальных исследований и обработки их результатов;
- б) построение и анализ эмпирических моделей;
- в) стратегию организации оптимального эксперимента;
- г) основные методы оптимизации химико-технологических процессов;
- д) методы математического моделирования в оптимизации и проектировании процессов химической технологии и биотехнологии;
- е) основные модели структуры потоков, теплообменных и массообменных процессов, методы идентификации параметров модели и методы установления адекватности модели.

2) Уметь:

- а) осуществлять идентификацию параметров - математической модели, моделирование, оптимизацию и проектирование процессов химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;
- б) производить выбор аппарата и рассчитывать технологические параметры процесса с учетом реализации задач энерго- и ресурсосбережения.

3) Владеть:

- а) методами математической статистики для обработки результатов активных и пассивных экспериментов, пакетами прикладных программ для моделирования химико - технологических процессов;
- б) методами анализа и расчёта процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических и экономических показателей работы аппаратов;
- в) методами анализа эффективности функционирования химических, нефтехимических и биохимических производств.

4. Структура и содержание дисциплины «Моделирование энерго - и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

№ п/ п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)			Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Лабо- ра- торные работы	СРС	
1	Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП).	8	4	3	6	расчетная работа, отчет
2	Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков.	8	4	6	8	расчетная работа, отчет
3	Математическое моделирование кинетики химических реакций.	8	4	4	8	расчетная работа, отчет
4	Математическое моделирование процессов тепло- массопередачи.	8	4	6	6	расчетная работа, отчет
5	Математическое моделирование химических реакторов.	8	2	8	8	расчетная работа, отчет
Форма аттестации						Экзамен

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций

№ п/ п	Раздел дисциплины	Тема лекционного занятия	Часы	Краткое содержание	Форм ируе мые компе тени и
1	Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП).	Тема 1. Сущность и цели математического моделирования объектов ХТ.	2	Цели и задачи моделирования ХТП. Виды моделирования. Понятие модели. Классификация моделей. Детерминированный и стохастический подходы к составлению математических моделей. Общие принципы построения математического описания ХТП. Системный подход к решению задач математического моделирования.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16

		Тема 2. Стохастический подход к составлению математической модели процесса.	2	Общий вид статистических моделей, уравнение регрессии. Обработка экспериментальных данных методами корреляционного и регрессионного анализа. Этапы идентификации параметров модели. Определение параметров модели по методу наименьших квадратов.	
2	Математическое моделирование гидродинамичес кой структуры однофазных потоков.	Тема 3. Структура потоков - гидродинамическая основа математических моделей. Типовые модели структуры потоков.	2	Время пребывания элементов потока в аппарате как случайная величина. Типовые модели структуры потоков. Модель идеального перемешивания. Модель идеального вытеснения. Однопараметрическая диффузионная модель. Ячеечная модель. Кривые отклика типовых процессов. Моделирование структуры потока в насадочном аппарате.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
		Тема 4. Комбинированные модели.	2	Зона идеального перемешивания - зона идеального вытеснения. Зона идеального перемешивания - байпасный поток. Зона идеального перемешивания - застойная зона. Примеры комбинированных моделей.	
3	Математическое моделирование кинетики химических реакций.	Тема 5. Основные понятия химической кинетики. Прямая задача кинетики.	2	Основные понятия химической кинетики: скорость химической реакции, степень превращения, степень полноты реакции. Закон действующих масс. Кинетические модели гомогенных химических реакций. Методы решения прямой задачи кинетики.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
		Тема 6. Идентификация параметров математической модели кинетики.	2	Этапы идентификации математической модели кинетики. Экспериментальные методы изучения кинетики. Выдвижение гипотез о механизме реакции. Разработка математической модели кинетики. Формулирование критериев адекватности. Параметрическая идентификация.	

4	Математическое моделирование процессов тепло-массопередачи.	Тема 7. Математическое моделирование процессов массопередачи.	2	Равновесные и балансовые соотношения в процессах массопередачи. Гидродинамические основы процессов массопередачи. Механизм переноса вещества и законы диффузии, основы кинетики процесса массопередачи.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
		Тема 8. Математическое моделирование процессов теплопередачи.	2	Основные уравнения тепловых процессов. Модели теплообменных аппаратов. Исследование стационарного режима работы теплообменного аппарата при постоянной температуре греющего пара. Моделирование процесса нагрева в трубчатой печи.	
5	Математическое моделирование химических реакторов.	Тема 9. Классификация химических реакторов. Построение математического описания химических реакторов.	2	Уравнение материального баланса для реактора идеального перемешивания и реактора идеального вытеснения. Алгоритм моделирования процесса в реакторе перемешивания. Алгоритм моделирования процесса в реакторе вытеснения. Алгоритм моделирования каскада реакторов идеального перемешивания. Сравнительный анализ химических реакторов.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16

6. Содержание семинарских, практических занятий (лабораторного практикума)

Учебным планом программы проведение практических занятий по дисциплине «Моделирование энерго - и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных работ – закрепление теоретических знаний и освоение практических навыков решения задач моделирования с использованием компьютерных технологий.

№ п / п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Форми руемые компе- тенции
1	Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП).	3	Л.р.1. Освоение работы в среде Mathcad. Выбор вида и определение параметров эмпирической зависимости. Решение в таблице Excel, средствами Visual Basic for Applications (VBA), Mathcad.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
2	Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков.	6	Л.р.2. Определение основных характеристик процесса конвективной диффузии на основании решения однопараметрической диффузионной модели. Л.р.3. Исследование гидродинамики насадочного абсорбера.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
3	Математическое моделирование кинетики химических реакций.	4	Л.р.4. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций. Построение математической модели и решение уравнений модели. Л.р.5. Решение задачи идентификации параметров кинетической модели	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
4	Математическое моделирование процессов тепло-массопередачи.	6	Л.р.6,7. Моделирование прямоточных и противоточных трубчатых теплообменных аппаратов в стационарном режим.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
5	Математическое моделирование химических реакторов.	8	Л.р.8. Моделирование химического реактора на основе модели идеального смешения, вытеснения и модели неполного продольного перемешивания. Л.р.9. Расчёт каскада реакторов идеального смешения.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16

Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах кафедры без использования специального оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Раздел	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП).	6	Изучение конспекта лекций. Программирование задачи определения параметров эмпирической зависимости на Excel Basic Visual. Оформление отчета по лабораторной работе.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
2	Математическое моделирование гидродинамической структуры однофазных потоков.	8	Изучение конспекта лекций по теме. Оформление отчетов по лабораторным работам.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
3	Математическое моделирование кинетики химических реакций.	8	Изучение конспекта лекций. Разработка математических моделей кинетики гомогенных химических реакций. Оформление отчета по лабораторным работам.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
4	Математическое моделирование процессов тепло-массопередачи.	6	Изучение конспекта лекций. Разработка и анализ структуры моделей прямоточных и противоточных трубчатых теплообменных аппаратов. Оформление отчетов по лабораторным работам.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16
5	Математическое моделирование химических реакторов.	8	Изучение конспекта лекций. Разработка математических моделей реакторных процессов. Оформление отчета по лабораторным работам.	ОПК-2 ПК-3 ПК-14 ПК-15 ПК-16

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности бакалавров в рамках дисциплины «Моделирование энерго - и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» используется рейтинговая система на основании «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся и обеспечения качества учебного процесса» (Утверждено решением УМК Ученого совета ФГБОУ ВПО «КНИТУ», протокол №12 от 24.10.2011).

При изучении дисциплины предусматривается экзамен, выполнение пяти расчетных работ. За эти контрольные точки студент может получить минимальное и максимальное количество баллов (см. таблицу).

За экзамен студент может получить минимум 24 балла и максимум – 40 баллов.

Общая сумма баллов -100.

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Расчетные работы	5	27	45
Отчеты по лабораторным работам	9	9	15
Экзамен		24	40
Итого:		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1. Основная литература

При изучении дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Количество экземпляров
1. Гумеров А.М., Валеев Н.Н., и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие. - М.: Колосс, 2008.-159 с.	490 экз. в УНИЦ КНИТУ
2. Пакет MathCad: теория и практика . Ч.1: Интегрированная математическая система MathCad : учеб. пособие / Казанский нац. исслед. технол. ун-т.— Казань : Изд-во КНИТУ, 2013.— 112 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/gumerov-MathCad-1.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
3. Пакет MathCad: теория и практика : учеб. пособие. Часть 2. MathCad в исследовании математических моделей химико-технологических процессов . / Казанский нац. исслед. технол. ун-т. - Казань : Изд-во КНИТУ, 2013 .— 84 с. : ил.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/gumerov-MathCad-2.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
4. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов.-М.:ИКЦ «Академкнига», 2006.-416 с.	200 экз. в УНИЦ КНИТУ
4. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова ; Казан. гос. технол. ун-т .— Казань, 2009 .— 136 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ В ЭБ УНИЦ КНИТУ: http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0774-2-Klinov_Mat-modelirovanie.pdf Доступ с IP адресов КНИТУ
5. Гумеров А.М., Н.Н.Валеев А.М., Чайковский В.Г. Математическое моделирование химико-технологических процессов в среде MathCad. Казань: учеб. пособие. — Казань: Изд-во Казан. гос. Технол. Ун-та, 2006.-52 с	363 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.2. Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

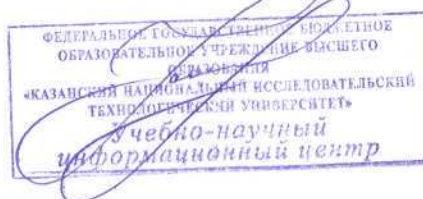
Дополнительные источники информации	Количество экземпляров
1.Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. М.: Высшая школа, 1991.- 400с.	583 экз. в УНИЦ КНИТУ
2.Бесков В.С. Общая химическая технология: Учебное пособие для вузов.- М.: ИКЦ «Академкнига», 2006.-446 с.	25 экз. в УНИЦ КНИТУ
3.Холоднов В.А. Системный анализ и принятие решений. Математическое моделирование и оптимизация объектов химической технологии. учебное пособие. / Холоднов В.А., Гумеров А.М., Валеев Н.Н. и др./ СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2007. – 340 с.	3 экз. в УНИЦ КНИТУ
4.Лисицын, Н.В. Химико-технологические системы: оптимизация и ресурсосбережение: учеб. пособие для студ. вузов / Н.В. Лисицын, В.К. Викторов, Н.В. Кузичкин .— СПб. : Менделеев, 2007 .— 312 с	3 экз. в УНИЦ КНИТУ
5.Холоднов В.А., В.П.Дьяконов В.А., Е.Н.Иванова Е.Н., Л.С.Кириянова Е.Н.. Математическое моделирование и оптимизация химико-технологических процессов: Практическое руководство.-СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2003.- 480 с.	46 экз. в УНИЦ КНИТУ
6.Закгейм А.Ю. Введение и моделирование химико-технологических процессов.- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1982. - 288 с.	1052 экз. в УНИЦ КНИТУ
7.Кафаров В.В., Мешалкин В.П., Гурьева Л.В. Оптимизация теплообменных процессов и систем. - М.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.	2 экз. в УНИЦ КНИТУ

10.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» в качестве электронных источников информации, рекомендуется использовать следующие источники:

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. Научная Электронная Библиотека (НЭБ) – Режим доступа: <http://elibrary.ru>
3. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ - Режим доступа: <http://ruslan.KSTU.ru>
4. ЭБС «Znanium.com» - Режим доступа: <http://znanium.com/>

Заведующий сектором
комплектования



Усольцева И.И.

11. 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.

12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- для проведения лекционных занятий – аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием (проектор, экран, колонки) для чтения лекций-презентаций;
- для проведения практических/лабораторных занятий – компьютерные классы кафедры ХК, оснащенные современным оборудованием;
- для самостоятельной работы – компьютерные классы, подключенные к сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ФГБОУ ВО «КНИТУ», представленную ресурсами сайта университета <http://www.kstu.ru>;
- методические пособия/указания для выполнения практических и лабораторных заданий;
- лицензионный доступ к ЭБС, БД и отдельным электронным версиям изданий из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров ФГБОУ ВО «КНИТУ».

Мультимедийный компьютерный класс, выход в локальную и глобальную сеть Internet.

Лицензионное программное обеспечение курса: MS Office (MS Word, MS Excel, MS Power Point, MS Access), Mathcad.

Онлайн-ресурсы.

13. Образовательные технологии

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах по дисциплине Б1.Б.20 «Моделирование энерго - и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по направлению 18.03.02 «Энерго - и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» по профилю «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов» профилю подготовки «Рациональное использование материальных и энергетических ресурсов» составляет 18 аудиторных часов. ✓

Занятия, проводимые в интерактивных формах обучения, включают:

- демонстрацию дидактического материала, охватывающего лабораторные методики расчета с использованием персональных компьютеров и анализа объектов изучения, компьютерные презентации;
- междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте конкретной решаемой задачи;

- опережающая самостоятельная работа – изучение студентами нового материала до его изложения преподавателем на лекции и других аудиторных занятиях.