

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Бугульминский филиал федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Директор БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
Г.М. Рахимова
2019 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине **Б1.В.ДВ.5.2 «Математическое моделирование химико-технологических процессов»**

Направление подготовки **15.03.02 «Технологические машины и оборудование»**

Профиль подготовки **«Оборудование нефтегазопереработки»**

Квалификация выпускника **БАКАЛАВР**

Форма обучения **заочная**

Кафедра-разработчик рабочей программы **ТМО**

Курс, семестр **5 курс, 9 семестр**

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	4	0,1
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	12	0,3
Самостоятельная работа	83	2,35
Форма аттестации	экзамен (9)	0,25
Всего	108	3

Бугульма, 2019 г.

Рабочая программа составлена на основе требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации №1170 от 20 октября 2015г.) по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профиля «Оборудование нефтегазопереработки», на основании учебного плана набора обучающихся 2019 года.

Разработчик программы:

Зав. кафедрой ТМО

И.А. Мутугуллина

И.А. Мутугуллина

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМО протокол от 31.05 2019г. № 10

Зав. кафедрой ТМО

И.А. Мутугуллина

И.А. Мутугуллина

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии филиала, реализующего подготовку образовательной программы от 31.05. 2019г. № 8
от 31.05.2019 г. № 8

Председатель комиссии, доцент

Ф.К. Ахмедзянова

Ф.К. Ахмедзянова

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» являются:

- а) формирование знаний о современных методах разработки математического описания химико-технологических процессов;*
- б) обучение технологии построения математических моделей основных типов оборудования химико-технологических процессов;*
- в) обучение способам применения математических моделей для расчета технологического оборудования для проведения химических, тепловых и массообменных процессов с использованием вычислительной техники.*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математическое моделирование химико-технологических процессов» относится к дисциплинам по выбору ООП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» набор знаний, умений, навыков и компетенций.

Для успешного освоения дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Б1.Б.6 «Физика»,*
- б) Б1.Б.7 «Химия»,*
- в) Б1.Б.9 «Информационные технологии»,*
- г) Б1.Б.18 «Механика жидкости и газа».*

Дисциплина «Математическое моделирование химико-технологических процессов» по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) Б1.В.ДВ.7.1 «Современные методы расчёта химико-технологических систем».*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» могут быть использованы при прохождении *Учебной практики (практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности), Производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) и защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.*

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. (ОПК-2) владением достаточными для профессиональной деятельности навыками работы с персональным компьютером.

2. (ПК-2) умением моделировать технические объекты и технологические процессы с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, готовностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов;

3. (ПК-5) способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

1) Знать:

- а) теоретические основы построения математических моделей;*
- б) математические модели типовых процессов химической технологии и элементов конструкций;*
- в) математические модели типового оборудования химико-технологических процессов;*

г) программное обеспечение персонального компьютера (ПК);

д) технологию решения задач на ПК.

2) Уметь:

а) формулировать математическую постановку задачи;

б) применять математические модели и методы в решении общеинженерных и узкопрофильных задач;

в) разрабатывать вычислительные алгоритмы и программы;

г) пользоваться программными средствами универсального и специального назначения.

3) Владеть:

а) навыками работы на ПЭВМ;

б) методами программирования с использованием наиболее распространенных «языков».

в) методами построения математического описания исследуемого химико-технологического процесса.

4. Структура и содержание дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов»

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	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	
1	Введение. Цель, объем и содержание курса. Литература по курсу. Задачи курса и его связь с общеобразовательными дисциплинами.	9	0,5			10	Опрос на лекции
2	Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний. Основные сведения об информатике	9	0,5			10	Опрос на лекции
3	Классификация систем и процессов в химической технологии.	9	0,5			10	Опрос на лекции
4	Моделирование химико-технологических процессов. Физическое, математическое моделирование.	9	0,5			10	Опрос на лекции
5	Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Теоретические основы построения математических моделей.	9	0,5			10	Опрос на лекции
6	Методы оценки адекватности построенной математической модели аппарата. Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами. Методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия.	9	0,5		4	11	Выполнение и защита лабораторной работы
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах. Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.	9	0,5		4	11	Выполнение и защита лабораторной работы
8	Математические модели основных процессов и устройств. Типовые математические модели основных	9	0,5		4	11	Выполнение и защита лабораторной

	процессов, протекающих в оборудовании					работы
ИТОГО		4	12	83		
Форма аттестации					Экзамен (9 часов)	

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. Цель, объем и содержание курса. Литература по курсу. Задачи курса и его связь с общеобразовательными дисциплинами.	0,5	Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП).	Цель, объем и содержание курса. Задачи курса и его связь с общеобразовательными дисциплинами. Роль отечественных учёных в развитии методологии системного анализа. Математическое моделирование – перспективное направление совершенствования химико-технологических процессов Основные понятия и определения	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
2	Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний. Основные сведения об информатике	0,5	Методы математического и физического моделирования	Современное состояние проблемы моделирования систем. Принципы системного подхода в моделировании Основные сведения об информатике	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
3	Классификация систем и процессов в химической технологии.	0,5	Классификация основных процессов химической технологии	Механические процессы. Гидромеханические процессы. Тепловые процессы. Массообменные процессы. Химические процессы.	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
4	Моделирование химико-технологических процессов. Физическое, математическое моделирование	0,5	Методы математического и физического моделирования	Метод физического моделирования, области применения. Математическое моделирование. Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
5	Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Теоретические основы построения математических моделей. Методы оценки адекватности построенной математической модели аппарата.	0,5	Понятие о математической модели процесса	Классификация моделей. Входные и выходные переменные процесса. Конструктивные и технологические параметры (управления). Понятие о возмущениях Оценка адекватности Оценка устойчивости Оценка чувствительности.	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
6	Построение математических моделей экспериментально-статистическими	0,5	Составление математических моделей экспериментально-статистическими методами	Методы регрессионного и корреляционного анализа. Представление функции степенным полиномом. Линейная регрессия Корреляция Постановка	ОПК-2, ПК-2, ПК-5

	методами. Методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия.			задачи оптимизационного эксперимента. Полный факторный эксперимент Дробный факторный эксперимент	
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах. Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.	0,5	Основные понятия оптимизации	Общая постановка задачи оптимизации. Требование к критерию оптимальности. Целевая функция. Одномерная оптимизация. Алгоритм оптимизации	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
8	Математические модели основных процессов и устройств. Типовые математические модели основных процессов, протекающих в оборудовании	0,5	Типовые математические модели структуры потоков в аппаратах	Уравнения баланса вещества, энергии, импульса. Структура потоков - гидродинамическая основа математических моделей. Процессы переноса вещества и тепла, основные законы диффузии и массопередачи. Диффузионные модели, комбинированные гидродинамические модели. Адекватность моделей структуры потоков. Экспериментально-аналитические методы определения кривых отклика, кривые отклика типовых процессов. Методы решения уравнений.	ОПК-2, ПК-2, ПК-5

6. Содержание практических занятий

Не предусмотрены учебным планом.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – приобретение опыта использования программных средств универсального и специального назначения.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Формируемые компетенции
6	Построение математических моделей экспериментально- статистическими методами. Методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия.	4	Построение эмпирических математических моделей. Планирование эксперимента и обработка данных	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах. Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.	4	Однопараметрическая оптимизация химико-технологических процессов	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
8	Математические модели основных процессов и устройств. Типовые математические модели основных процессов, протекающих в оборудовании	4	Математическое моделирование массообменных процессов	ОПК-2, ПК-2, ПК-5

Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры ТМО с использованием специального лабораторного оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Введение. Цель, объем и содержание курса. Литература по курсу. Задачи курса и его связь с общеобразовательными дисциплинами.	10	Проработка материала, работа с литературой	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
2	Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний. Основные сведения об информатике	10	Проработка материала, работа с литературой	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
3	Классификация систем и процессов в химической технологии.	10	Проработка материала, работа с литературой	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
4	Моделирование химико-технологических процессов. Физическое, математическое моделирование.	10	Проработка материала, работа с литературой	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
5	Классификация математических моделей. Методы построения математических моделей. Теоретические основы построения математических моделей.	10	Проработка материала, работа с литературой	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
6	Методы оценки адекватности построенной математической модели аппарата. Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами. Методы планирования эксперимента. Полный факторный эксперимент. Дробные реплики. Эффекты взаимодействия.	11	Проработка материала, работа с литературой. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
7	Методы оптимизации в инженерных расчетах. Основные понятия. Целевая функция. Область определения Алгоритм оптимизации.	11	Проработка материала, работа с литературой. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2, ПК-5
8	Математические модели основных процессов и устройств. Типовые математические модели основных процессов, протекающих в оборудовании	11	Проработка материала, работа с литературой. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	ОПК-2, ПК-2, ПК-5

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Математическое 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 определяются их сложностью. 9-й семестр завершается проставлением оценки и соответствующего ей числа баллов до экзамена (36÷60), на экзамене (24÷40), общее число баллов (61÷73-удовл., 74÷86- хор., 87÷100-отл). Оценка каждого вида работы приведена в таблице.

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

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
Лабораторная работа	3	18	30
Опрос на лекции	5	18	30
Экзамен	1	24	40
Итого		60	100

10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Ефремов, Г.И. Моделирование химико-технологических процессов: учебник/ Г.И. Ефремов - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с.	ЭБС ZNANIUM.COM http://znanium.com/bookread2.php?book=510221 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Закгейм, А.Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-98704-471-1; То же [Электронный ресурс].	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=849 88 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
3. Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Казанский государственный технологический университет". - Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009. - 144 с.: ил., табл., схем. - Библ. в кн. - ISBN 978-5-7882-0774-2; То же [Электронный ресурс].	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270 540 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

10.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1. Зиятдинов, Н.Н. Математическое моделирование химико-технологических систем с использованием программы ChemCad: учебно-методическое пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет; сост. Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева и др. - Казань: Издательство КНИТУ, 2008. - 161 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс].	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259070 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»
2. Клинов, А.В. Лабораторный практикум по математическому моделированию химико-технологических процессов: учебное пособие / А.В. Клинов, А.В. Малыгин; Министерство образования и науки Российской Федерации, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань: КГТУ, 2011. - 99 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 97; То же [Электронный ресурс].	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258853 Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» использование электронных источников информации:

1. Российская государственная библиотека – Режим доступа: www.rsl.ru
2. Научная библиотека МГУ им. М.В. Ломоносова – Режим доступа: www.nbmgu.ru
3. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
4. Электронная библиотека УНИЦ КНИТУ – Режим доступа: <http://ft.kstu.ru/ft/>
5. Электронная библиотека «Юрайт» - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>
6. Электронная библиотека Znanium.com - Режим доступа: <https://znanium.com/>

Согласовано:

Библиотекарь БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

А.Г. Латыпова

11. Оценочные средства для определения результатов 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 использованы мультимедийные средства; компьютеры с выходом в интернет, демонстрационные материалы.

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения
1-8	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (К, 104)	- мультимедийный проектор; - ноутбук; - настенный экран; - акустические колонки; - учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - учебно – наглядные пособия.
	Компьютерная аудитория (Лаборатория моделирования химико-технологических процессов) (К, 325)	- учебные столы, стулья; - доска; - стол преподавателя; - компьютерные столы, стулья; - персональные компьютеры (10 шт.); - локальная вычислительная сеть; - мультимедиа-проектор BenQ Projector (1шт); - экран настенный Optimal-C PSOC-1101 (240см.* 240см.).
	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (К, 215)	- персональный компьютер (1); - учебные столы, стулья.
	Помещение для самостоятельной работы обучающегося (К, 213)	- персональный компьютер (2); - столы компьютерные; - учебные столы, стулья.

13. Образовательные технологии

1. Лекции. Наряду с традиционными видами лекционных занятий, также используются лекция-визуализация (с использованием различных форм наглядности: презентации по дисциплине, мультимедиа, рисунки, фото, схемы и таблицы); лекция-консультация (осуществляемая в формате «вопросы – ответы»).

2. Лабораторные занятия.

3. При организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: самообучение (индивидуальная и групповая самостоятельная работа – изучение базовой и дополнительной литературы, подготовка к практическим занятиям).

Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Математическое моделирование химико-технологических процессов» пересмотрена на заседании кафедры ТМО

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры №__ от __. __. 20__)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМО
		нет	нет			