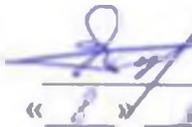


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

  
Проректор по УР  
А.В. Бурмистров  
« 8 » сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

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

(Шифр) (Название)  
Направление подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование»

Профили подготовки: «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств»; «Оборудование нефтегазопереработки»

Степень выпускника бакалавр

Форма обучения очная

Институт, факультет ИХИМ, МФ

Кафедра-разработчик рабочей программы Машии и аппаратов химических производств

Курс, семестр: курс 4, семестр 7

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	18	0.5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	18	0.5
Самостоятельная работа	45	1.25
Форма аттестации	экзамен – 7 сем. 27	0.75
Всего	108	3

Казань, 2017 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1170 от 20.10.2015 года, по направлению 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» для профилей «Технологическое оборудование химических и нефтехимических производств» и «Оборудование нефтегазопереработки»

Для начала подготовки 2015, 2016, 2017 г.

Разработчик программы:

доцент  
(должность)

  
(подпись)

Осипов Э. В.  
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры МАХП,  
протокол от 09.11.2017 г. № 9

Зав. кафедрой

  
(подпись)

Поникаров С.И.  
(Ф.И.О.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии механического факультета, от  
07.12.2017 г. № 9

Председатель комиссии, доцент



А.В. Гаврилов

Начальник УМЦ, доцент

  
(подпись)

Л.А. Китаева

## **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 набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно-исследовательской; проектно-конструкторской и производственно-технологической видов деятельности.

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) математика (Б1.Б.5);*
- б) физика (Б1.Б.6);*
- в) теоретическая механика (Б1.Б.10)*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» могут быть использованы при прохождении преддипломной практики и выполнении выпускных квалификационных работ.

### ***3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины***

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

(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;

(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:***

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.

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.

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	Семинар (Практические занятия, лабораторные практикумы)	Лабораторные работы	СРС	
1	Тема 1. Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний	7	2	-	-	2	Защита лабораторных работ Тестирование
2	Тема 2. Моделирование химико-технологических процессов.	7	2	-	-	2	Защита лабораторных работ Тестирование
3	Тема 3. Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами	7	2	-	2	2	Защита лабораторных работ Тестирование
4	Тема 4. Методы оптимизации в инженерных расчетах.	7	2	-	2	4	Защита лабораторных работ Тестирование
5	Тема 5. Математические модели основных процессов и устройств.	7	2	-	4	7	Защита лабораторных работ Тестирование
6	Тема 6. Типовые математические модели основных процессов, протекающих в оборудовании	7	6	-	10	18	Защита лабораторных работ Тестирование
7	Тема 7. Методы оценки адекватности построенной математической модели аппарата	7	2	-	-	10	Защита лабораторных работ Тестирование
Итого			18		18	45	
Форма аттестации							экзамен

## 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 1. Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний	2	<u>Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний.</u> <u>Основные сведения об информатике. Классификация систем и процессов в химической технологии..</u>	<u>Методы математического и физического моделирования и их место в системе знаний.</u> <u>Основные сведения об информатике.</u> <u>Классификация систем и процессов в химической технологии..</u>	ОПК-2
2	Тема 2. Моделирование химико-технологических процессов.	2	<u>Моделирование химико-технологических процессов.</u> <u>Физическое, математическое моделирование. Классификация математических моделей.</u> <u>Методы построения математических моделей.</u>	<u>Физическое моделирование.</u> <u>Математическое моделирование.</u> <u>Использование программных продуктов, при моделировании химико-технологических процессов.</u>	ПК-2
3	Тема 3. Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами	2	<u>Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами.</u> <u>Методы планирования эксперимента</u>	<u>Методы планирования эксперимента.</u> <u>Полный факторный эксперимент.</u> <u>Дробные реплики.</u> <u>Эффекты взаимодействия.</u>	ПК-2 ПК-5
4	Тема 4. Методы оптимизации в инженерных расчетах.	2	<u>Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.</u>	<u>Основные понятия. Целевая функция. Область определения. Алгоритм оптимизации.</u> <u>Использование моделирующих программ в задачах оптимизации.</u>	ПК-2 ПК-5
5	Тема 5. Математические модели основных процессов и устройств.	2	<u>Математическое моделирование химических процессов.</u> <u>Математическое моделирование массообменных процессов</u> <u>Математическое моделирование гидромеханических процессов.</u>	<u>Методы построения математических моделей реакторных блоков химических производств.</u> <u>Математическая модель процесса однократного испарения.</u>	ПК-2 ПК-5
6	Тема 6. Типовые математические модели основных процессов, протекающих в оборудовании	2	<u>Математическая модель химических реакций.</u>	<u>Математическая модель непрерывных химических реакций.</u> <u>Математическая модель периодических химических реакций.</u>	ПК-2 ПК-5
7		<u>Математическая модель ректификационной колонны.</u>	<u>Материальный баланс ректификационной колонны.</u> <u>Тепловой баланс ректификационной колонны.</u> <u>Эффективность контактных устройств.</u>	ПК-2 ПК-5	
8		<u>Математическая модель теплообменного аппарата.</u>	<u>Материальный баланс теплообменного аппарата.</u> <u>Тепловой баланс теплообменного аппарата.</u> <u>Учет конструктивных особенностей теплообменника при его моделировании.</u>	ПК-2 ПК-5	
9	Тема 7. Методы оценки адекватности построенной математической модели аппарата	2	<u>Оценка адекватности построенной математической модели аппарата</u>	<u>Сравнение расчетных и экспериментальных данных.</u> <u>Настройка расчетной математической модели экспериментальными данными.</u>	ПК-2 ПК-5

## 6. Содержание практических занятий

*Проведение практических работ по дисциплине не предусмотрено.*

## 7. Содержание лабораторных занятий

№, п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Тема 3. Построение математических моделей экспериментально-статистическими методами	2	Лабораторная работа №1.	Создания массива экспериментальных данных. Построение графической зависимости. Подбор функции.	ОПК-2 ПК-2
			Обобщение результатов эксперимента.		
2	Тема 4. Методы оптимизации в инженерных расчетах.	2	Лабораторная работа № 2	Создание расчетной модели процесса. Настройка модели. Определение оптимальных технологических параметров.	ПК-2
			Моделирование узла стабилизации газового конденсата.		
3	Тема 5. Математические модели основных процессов и устройств.	4	Лабораторная работа №3.	Создание расчетной модели процесса. Настройка модели. Верификация модели.	ПК-2
			Моделирование процесса разделения пропан-пропиленовой фракции.		
4		2	Лабораторная работа №4	Создание расчетной модели реакторного блока. Создание расчетной блока разделения.	ПК-2
			Моделирование процесса гидратации окиси пропилена.		
5	Тема 6. Типовые математические модели основных процессов, протекающих в оборудовании	4	Лабораторная работа №5	Ввод кривой разгонки и характеристика состава исходной нефти.. Создание расчетной блока разделения. Специфицирование основных узлов блока.	ПК-2 ПК-5
			Моделирование атмосферной колонны разделения нефти		
6		4	Лабораторная работа №6	Создание расчетной блока разделения. Специфицирование основных узлов блока.	ПК-2 ПК-5
			Моделирование процесса десорбции кислых газов.		

*Лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории с использованием специального оборудования.*

## 8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1	Математическая модель ректификационной колонны	4	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5
2	Математическая модель теплообменного аппарата	4	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5
3	Моделирование непрерывных химических реакций.	4	Подготовка к лабораторным работам	ПК-2; ПК-5
4	Моделирование	7	Подготовка к	ПК-2; ПК-5

	периодических химических реакций.		лабораторным работам	
5	Системы автоматизированного проектирования химико-технологических процессов.	8	Подготовка к лабораторным работам	<i>ПК-2; ПК-5</i>
6	Основные приемы моделирования ХТС.	18	Подготовка к лабораторным работам	<i>ПК-2; ПК-5</i>

### **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 описано в положении о рейтинговой системе.

При изучении дисциплины в 7 семестре предусматривается выполнение 6 лабораторных работ и одной тестовой работы. За эти контрольные точки студент может получить максимальное кол-во баллов – 60 (7 баллов за каждую лабораторную, 18 баллов за тестовую работы). За экзамен студент может получить максимальное кол-во баллов – 40. В результате максимальный рейтинг составит 100 баллов, минимальный 60.

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Лабораторная работа</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>42</b>
<b>Тестирование</b>	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### **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 (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

## 11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1 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.
Зиятдинов, Н.Н. Системный анализ химико-технологических процессов с использованием программы ChemCad [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Н. Зиятдинов, Т.В. Лаптева, Д.А. Рыжов [и др.]. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), 2009. — 212 с.	160 экз. в УНИЦ КНИТУ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Ziyatdinov_Sistemny-analiz.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-XXX-Ziyatdinov_Sistemny-analiz.pdf</a> Доступ с IP-адресов КНИТУ
Поникаров И.И., Поникаров С.И., Рачковский С.В. Расчет машин и аппаратов химических производств и нефтегазопереработки ( примеры и задачи) Учеб.пос. М.: Альфа-М, 2008. 720с.	705 экз. в УНИЦ КНИТУ
Клинов, А.В. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Клинов, А.Г. Мухаметзянова. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ (Казанский национальный исследовательский технологический университет), 2009. — 144 с.	70 экз. в УНИЦ КНИТУ ЭБ УНИЦ <a href="http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0774-2-Klinov_Mat-modelirovanie.pdf">http://ft.kstu.ru/ft/978-5-7882-0774-2-Klinov_Mat-modelirovanie.pdf</a> Доступ с IP-адресов КНИТУ

### 11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1 Власов, А.П. Исследование типовых проектных решений автоматизированных информационных систем предприятий химического машиностроения [Электронный ресурс]: монография. — Электрон. дан. — Иваново : ИГХТУ (Ивановский государственный химико-технологический университет), 2012. — 107 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/4536">https://e.lanbook.com/book/4536</a> Доступ из любой точки Интернета, после регистрации с IP-адресов КНИТУ
2. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 176 с.	ЭБС «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/book/41014">https://e.lanbook.com/book/41014</a> Доступ из любой точки Интернета, после регистрации с IP-адресов КНИТУ
Осипов Э.В. Конструктивное оформление процессов первичной переработки нефти	66 экз. в УНИЦ КНИТУ

[Учебники] : учеб. пособие / Э.В. Осипов, Э.Ш. Теляков, М.А. Закиров ; Казанский нац. исслед. технол. ун-т .— Казань : Изд-во КНИТУ, 2017 .— 129, [3] с

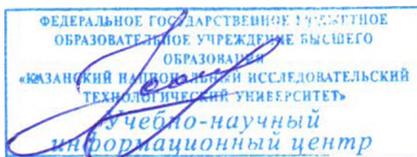
### ***11.3 Электронные источники информации***

При изучении дисциплины Б1.В.ДВ.5.2 «Математическое моделирование химико-технологических процессов» используются следующие источники электронной информации:

1. ЭК УНИЦ КНИТУ – <http://ruslan.kstu.ru>
2. ЭБ УНИЦ КНИТУ - <http://ft.kstu.ru/ft>
3. ЭБС Znanium.com - <http://znanium.com>
4. ЭБС «Лань» - <http://e.lanbook.com/books/>

**Согласовано:**

Зав.сектором ОКУФ



## ***12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).***

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» на лекциях и лабораторных занятиях используются персональные компьютеры с выходом в Интернет, проектор, экран, пакеты ПО общего назначения Word, Excel и специального назначения UniSim.

## ***13. Образовательные технологии***

Количество часов в интерактивной форме составляет 12 часов от общего количества аудиторных часов.

В рамках изучения дисциплины «Математическое моделирование химико-технологических процессов» применяются следующие современные образовательные технологии:

1. технология дифференцированного и проблемного обучения;
2. информационные технологии (работа в среде программы “Workbench”, “Excel”, “Microsoft Power Point” при выполнении практических работ, подготовки докладов, презентаций);
3. проводятся выступления/доклады по изучаемым темам с последующей дискуссией.

## Лист переутверждения рабочей программы

Рабочая программа по дисциплине «Б1.В.ДВ.5.2. Математическое моделирование химико-технологических процессов», Институт химического и нефтяного машиностроения, факультет механический, направление подготовки (специальности) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профиль подготовки Технологические оборудование химических и нефтехимических производств, Оборудование нефтегазопереработки пересмотрена на заседании кафедры Машины и аппараты химических производств

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № от 20 )	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП Осипов Эдуард Владисла ВОВИЧ	Подпись заведующего кафедрой Поникаров Сергей Иванович	Подпись начальника УМЦ Китаева Людмила Апатовлевна
	№8 от 07.09.2018г.	нет	нет			