

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.7.1 «Современные методы расчета химико-технологических систем»**

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

Профиль подготовки **«Оборудование нефтегазопереработки»**

Квалификация выпускника **БАКАЛАВР**

Форма обучения **заочная**

Кафедра-разработчик рабочей программы **ТМО**

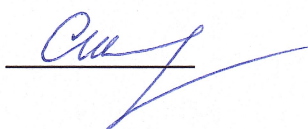
Курс, семестр **4 и 5 курс, 7, 8 и 9 семестры**

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	8	0,2
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	30	0,8
Самостоятельная работа	197	5,5
Форма аттестации	зачет – 7 сем (4) экзамен – 8 сем (9) зачет – 9 сем (4)	0,5
Всего	252	7

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:

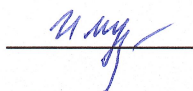
Доцент кафедры ТМО



С.В. Шафиева

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

Зав. кафедрой ТМО

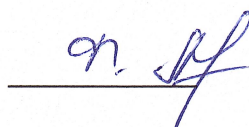


И.А. Мутугуллина

### УТВЕРЖДЕНО

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

Председатель комиссии, доцент



Ф.К. Ахмедзянова



### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Современные методы расчета химико-технологических систем» являются:

а) формирование знаний о современных методах расчёта машин и аппаратов отрасли, принципах и методах подбора оборудования при проектировании;

б) обучение способам применения методов расчёта технологического оборудования при проектировании;

в) обучение основным принципам математического моделирования для расчёта основных процессов и аппаратов химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей технологии.

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Современные методы расчета химико-технологических систем» 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 «Современные методы расчета химико-технологических систем» бакалавр по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

а) Б1.Б.5 «Математика»,

б) Б1.Б.6 «Физика»,

в) Б1.Б.7 «Химия»,

г) Б1.В.ОД.11 «Процессы и аппараты химической технологии»,

д) Б1.В.ОД.9 «Управление техническими системами».

Знания, полученные при изучении дисциплины «Современные методы расчета химико-технологических систем» могут быть использованы при прохождении *Преддипломной практики и защите выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.*

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

1. (ПК-1) способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки;

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;

2. (ПК-6) способностью разрабатывать рабочую проектную и техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

#### **1) Знать:**

а) общие принципы и методологию расчёта и конструирования деталей и узлов химического оборудования;



- б) методы расчета и конструирования теплообменного оборудования;
- в) методы расчета и конструирования насосного оборудования;
- г) методы построения расчётной схемы процесса в универсальной моделирующей программе (УМП).

**2) Уметь:**

- а) подбирать стандартное оборудование для проведения химико-технологического процесса в соответствии с техническим заданием;
- б) проводить технические расчеты существующего типового оборудования;
- в) по заданным рабочим параметрам подбирать стандартное оборудование и его элементы;
- г) выполнять поверочные расчеты подбираемого оборудования.
- д) синтезировать расчётную схему процесса в УМП.

**3) Владеть:**

- а) методами расчёта и конструирования деталей и узлов химического оборудования;
- б) методами поверочного расчета подбираемого оборудования с использованием ЭВМ;
- в) методами расчета типового теплообменного и насосного оборудования;
- д) методикой построения расчётной схемы процесса в УМП.

**4. Структура и содержание дисциплины «Современные методы расчета химико-технологических систем».**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

№ 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	Понятие сложной химико-технологической системы (СХТС).	7	1			5	Собеседование
2	Итерационные методы для решения уравнений.	7	1		3	6	Выполнение и защита лабораторных работ
3	Автоматизация расчёта физико-химических свойств смесей и их интеграция в расчётные схемы процесса.	7	2		3	6	Выполнение и защита лабораторных работ, собеседование
<i>Форма аттестации</i>							<i>Зачет (4 часа)</i>
4	Руководящие технические материалы (РТМ). Руководящие	8	2		6	57	Выполнение и защита



	документы (РД). Применения РТМ и РД при проектировании химического оборудования.						лабораторных работ
5	Подбор насосного оборудования. Пересчет стандартных характеристик насосного оборудования на рабочие условия.	8	2		6	58	Выполнение и защита лабораторных работ, тестирование
<i>Форма аттестации</i>							Экзамен (9 часов)
6	Основы моделирования СХТС в универсальных моделирующих программных пакетах (УМП).	9			6	32	Выполнение и защита лабораторных работ
7	Синтез элементов СХТС с использованием стандартных блоков, входящих в базу данных УМП.	9			6	33	Выполнение и защита лабораторных работ, собеседование
<b>ИТОГО</b>			<b>8</b>		<b>30</b>	<b>197</b>	
<i>Форма аттестации</i>							Зачет (4 часа)

### 5. Содержание лекционных занятий по темам

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Понятие сложной химико-технологической системы (СХТС).	1	Основные понятия теории системного анализа	Понятие сложной химико-технологической системы (СХТС). Анализ и синтез СХТС. Элементы иерархии СХТС. Декомпозиция СХТС на элементы различного уровня. Интегральная и интегративные характеристики СХТС	ПК-1, ПК-2, ПК-6
2	Итерационные методы для решения уравнений.	1	Итерационные методы для решения уравнений.	Метод простой итерации и его модификации. Метод Вегстейна. Метод Ньютона-Рафсона Расчёт сходимости рециклового потока СХТС. Применение итерационных методов при составлении материальных балансов ХТС. Решение систем уравнений с использованием средств компьютерной техники	ПК-1, ПК-2, ПК-6
3	Автоматизация расчёта физико-химических свойств смесей и их интеграция в расчётные схемы процесса.	2	Основные физико-химические свойства веществ.	Свойство аддитивности. Методы расчета состава бинарных смесей. Методы расчета состава многокомпонентных смесей.	ПК-1, ПК-2, ПК-6
4	Руководящие технические материалы (РТМ). Руководящие документы (РД). Применения РТМ	2	Применения РТМ и РД при проектировании химического оборудования.	Руководящие технические материалы (РТМ). Руководящие документы (РД). Применения РТМ и РД при проектировании химического оборудования.	ПК-1, ПК-2, ПК-6



	и РД при проектировании химического оборудования.				
5	Подбор насосного оборудования. Пересчет стандартных характеристик насосного оборудования на рабочие условия.	2	Подбор насосного оборудования.	Подбор насосного оборудования. Пересчет стандартных характеристик насосного оборудования на рабочие условия.	ПК-1, ПК-2, ПК-6

### 6. Содержание практических занятий

Не предусмотрены учебным планом.

### 7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – обучение основным принципам математического моделирования для расчёта основных процессов и аппаратов химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей технологии.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
2.	Итерационные методы для решения уравнений	3	Лабораторная работа № 1 Составление программы по автоматическому расчету систем уравнений по методу итерации, Вегстейна и Ньютона-Рафсона	Составить программы по автоматическому расчету систем уравнений по методу итерации, Вегстейна и Ньютона-Рафсона по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
3.	Автоматизация расчёта физико-химических свойств смесей и их интеграция в расчётные схемы процесса.	3	Лабораторная работа № 2 Составление подпрограммы по автоматизированному расчету физико-химических свойств.	Составление подпрограммы по автоматизированному расчету физико-химических свойств по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
4	Руководящие технические материалы (РТМ). Руководящие документы (РД). Применения РТМ и РД при проектировании химического оборудования.	6	Лабораторная работа № 3 Разработка программы по определению геометрических размеров паровых эжекторов	Разработка программы по определению геометрических размеров паровых эжекторов по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
5.	Подбор насосного	2	Лабораторная работа	Поверочный расчет рекуперативного	ПК-1, ПК-2,



	оборудования. Пересчет стандартных характеристик насосного оборудования на рабочие условия.		№ 4 Подбор и поверочный расчет рекуперативного кожухотрубчатого теплообменника установки стабилизации бензиновой фракции.	кожухотрубчатого теплообменника установки стабилизации бензиновой фракции по индивидуальному заданию	ПК-6
		2	Лабораторная работа № 5 Определить предельную высоту всасывания	Определить предельную высоту всасывания при температуре воды Т, если известны диаметр всасывающей трубы и расчетная длина с учетом местных сопротивлений	ПК-1, ПК-2, ПК-6
		2	Лабораторная работа № 6 Основы проектирования в HYSYS	Ознакомиться с программой HYSYS	ПК-1, ПК-2, ПК-6
6	Основы моделирования СХТС в универсальных моделирующих программных пакетах (УМП).	2	Лабораторная работа № 7 Моделирование основного оборудования процесса получения изопентановой фракции и анализ влияющих факторов на проведение процесса.	Моделирование основного оборудования процесса получения изопентановой фракции и анализ влияющих факторов на проведение процесса по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
		2	Лабораторная работа № 8 Моделирование процесса стабилизации газового конденсата и определение оптимальных режимов работы установки. Составление расчетной схемы установки первичной переработки нефти. Расчет характеристик основных технологических потоков.	Моделирование процесса стабилизации газового конденсата и определение оптимальных режимов работы установки. Составление расчетной схемы установки первичной переработки нефти. Расчет характеристик основных технологических потоков по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
		2	Лабораторная работа № 9 Моделирование процесса ректификации бинарной смеси в	Моделирование процесса ректификации бинарной смеси в тарельчатой колонне по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6



			тарельчатой колонне		
7	Синтез элементов СХТС с использованием стандартных блоков, входящих в базу данных УМП.	2	Лабораторная работа № 10 Моделирование процесса ректификации многокомпонентной смеси под вакуумом. Анализ влияющих факторов на проведение процесса	Моделирование процесса ректификации многокомпонентной смеси под вакуумом. Анализ влияющих факторов на проведение процесса по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
2		Лабораторная работа № 11 Составление расчетной схемы парожетторной вакуум создающей системы и разработка на её основе пакета технического предложения	Составление расчетной схемы парожетторной вакуум создающей системы и разработка на её основе пакета технического предложения по индивидуальному заданию	ПК-1, ПК-2, ПК-6	
2		Лабораторная работа № 12 Построение химико-технологической схемы получения спирта	С помощью пакета ChemCad построить химико-технологическую схему получения спирта	ПК-1, ПК-2, ПК-6	

*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	Понятие сложной химико-технологической системы (СХТС).	5	Проработка материала, подготовка к лабораторным работам	ПК-1, ПК-2, ПК-6
2	Итерационные методы для решения уравнений.	6	Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета	ПК-1, ПК-2, ПК-6
3	Автоматизация расчёта физико-химических свойств смесей и их интеграция в расчётные схемы процесса.	6	Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета, подготовка к собеседованию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
4	Руководящие технические материалы (РТМ). Руководящие документы (РД). Применения РТМ и РД при проектировании химического оборудования.	56	Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета	ПК-1, ПК-2, ПК-6
5	Подбор насосного оборудования. Пересчет стандартных характеристик насосного оборудования на рабочие условия.	58	Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета, подготовка к тестированию	ПК-1, ПК-2, ПК-6
6	Основы моделирования СХТС в универсальных моделирующих	32	Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета	ПК-1, ПК-2, ПК-6



	программных пакетах (УМП).			
7	Синтез элементов СХТС с использованием стандартных блоков, входящих в базу данных УМП.	33	Подготовка к лабораторным работам, выполнение отчета, подготовка к собеседованию	ПК-1, ПК-2, ПК-6

### 9. Использование рейтинговой системы оценки знаний

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Современные методы расчета химико-технологических систем» 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. 7-ой и 9-ой семестры завершаются проставлением зачета и соответствующего ему числа баллов (60÷100); 8-ой семестр завершается проставлением оценки и соответствующего ей числа баллов до экзамена (36÷60), на экзамене (24÷40), общее число баллов (60÷73-удовл., 74÷86- хор., 87÷100-отл).

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

Оценочные средства	Кол-во	Min, баллов	Max, баллов
<b>7-й семестр</b>			
Лабораторная работа	2	48	84
Собеседование	1	12	16
Зачет			
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>8-й семестр</b>			
Лабораторная работа	4	28	44
Тестирование	1	8	16
Экзамен	1	24	40
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>
<b>8-й семестр</b>			
Лабораторная работа	6	48	78
Собеседование	1	12	22
Зачет			
<b>Итого</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### 10. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

#### 10.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Современные методы расчета химико-технологических систем» 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 <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=">http://znanium.com/bookread2.php?book=</a>



	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. – М.: Логос, 2012. - 304 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=84988">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=84988</a> 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.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=259070">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=259070</a> 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. - Казань: КГТУ, 2011. - 99 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=258853">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=258853</a> 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. - Казань: Казанский государственный технологический университет, 2009. - 144 с.	ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=270540">http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&amp;book_id=270540</a> Доступ из любой точки Интернет после регистрации с компьютеров БФ ФГБОУ ВО «КНИТУ»

### 10.3 Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Современные методы расчета химико-технологических систем» использование электронных источников информации:

1. Российская государственная библиотека – Режим доступа: [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)
2. Научная библиотека МГУ им. М.В. Ломоносова – Режим доступа: [www.nbmgu.ru](http://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*

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)**

Для реализации учебного процесса по дисциплине Современные методы расчета химико-технологических систем требуется следующее материально-техническое обеспечение:

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения
1-7	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, 214)	- персональный компьютер (); - ЖК монитор 19" (); - 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 «Современные методы расчета химико-технологических систем»

пересмотрена на заседании кафедры

(наименование кафедры)

№ 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/есть*			