

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

*«Б.1.Б.24 Моделирование энерго- и ресурсосберегающих процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

(код и наименование направления подготовки)

Машины и аппараты химических производств  
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2016

1370407

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств  
наименование кафедры

протокол № 4 от "18" 02 2016г.

Заведующий кафедрой

Кафедра машин и аппаратов химических и пищевых производств

наименование кафедры

подпись

В.Ю. Полищук  
расшифровка подписи

Исполнители:

должность

подпись

В.Ю. Полищук  
расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

код наименование

личная подпись

В.Ю. Полищук  
расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грицай

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

Т.М. Крахмалева

расшифровка подписи

№ регистрации 55009

© Полищук В.Ю., 2016  
© ОГУ, 2016

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование знаний, умений и практических навыков в области физического и математического моделирования отраслевых технологических процессов; приобретение способности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования; способности моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности.

### Задачи:

Знать:

- способы постановки типовых задач осуществления энерго-и ресурсосберегающих технологических процессов химических производств в условиях защиты окружающей среды от техногенных воздействий;

- особенности сбора научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта для разработки проектов и реконструкции промышленных агрегатов и оборудования;

- способы реализации физических и математических моделей химико-технологических процессов;

- методы математического анализа и моделирования;

- методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач.

Уметь:

- применять методологии физического и математического моделирования и оптимизации процессов в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии;

- применять методы реализации физических и математических моделей химико-технологических процессов на компьютере;

- применять методы теоретического и экспериментального исследования;

- решать уравнения и системы дифференциальных уравнений с использованием компьютерных математических пакетов.

Владеть:

- методами моделирования в теоретических и экспериментальных исследованиях;

- параметрическим синтезом аппаратов химической промышленности;

- методами определения оптимальных и рациональных технологических режимов работы оборудования

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;

- методами оптимизации химико-технологических процессов.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б.1.Б.12 Физика, Б.1.Б.13 Общая и неорганическая химия, Б.1.В.ОД.4 Термодинамика и теплопередача, Б.1.В.ОД.15 Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения в химической технологии, Б.1.В.ОД.18 Технология переработки нефти и газа*

Постреквизиты дисциплины: *Б.2.В.П.3 Преддипломная практика*

### 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b>Знать:</b> методы математического анализа и моделирования.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы теоретического и экспериментального исследования.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.</p>	<p>ОПК-2 способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>
<p><b>Знать:</b> методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач.</p> <p><b>Уметь:</b> решать уравнения и системы дифференциальных уравнений с использованием компьютерных математических пакетов.</p> <p><b>Владеть:</b> методами оптимизации химико-технологических процессов.</p>	<p>ПК-16 способностью моделировать энерго- и ресурсосберегающие процессы в промышленности</p>

### 4 Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	8 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>35,25</b>	<b>35,25</b>
Лекции (Л)	14	14
Практические занятия (ПЗ)	20	20
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)	<b>108,75</b>	<b>108,75</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	<b>-</b>

## Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение.	12	1	-	-	11
2	Общие принципы и этапы построения модели. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей.	14	1	2	-	11
3	Применение численных методов для анализа и расчета процессов химической технологии.	14	1	2	-	11
4	Методы изучения статических и динамических характеристик процесса.	15	2	2	-	11
5	Методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач.	15	1	3	-	11
6	Оптимизация химико-технологических процессов.	15	2	2	-	11
7	Методы многокритериальной оптимизации.	16	2	3	-	11
8	Интеллектуальные компьютерные системы.	14	1	2	-	11
9	Системный подход. Способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	13	2	-	-	11
10	Моделирование технологической системы.	16	1	4	-	11
	Итого:	144	14	20	-	110
	Всего:	144	14	20	-	110

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### Раздел 1 Введение.

Основные понятия и определения. Предмет дисциплины. Значение моделирования в научных исследованиях и промышленной практике. Содержание дисциплины.

#### Раздел 2 Общие принципы и этапы построения модели. Вычислительный эксперимент и адекватность моделей.

Основы классификация методов исследований. Натурные и модельные исследования. Стадии натурных исследований. Пассивный и активный эксперимент. Физическое и математическое моделирование. Адекватность моделей. Общие принципы анализа типовых технологических процессов. Общие принципы построения модели процесса. Системный анализ процессов химической технологии Блочный принцип описания объекта исследований. Применение типовых операторов для описания объекта исследований. Типы моделей. Методы проверки адекватности модели и объекта и ее коррекция.

#### Раздел 3 Применение численных методов для анализа и расчета процессов химической технологии.

Модели материальных и тепловых балансов химических процессов. Принципы составления материальных и тепловых балансов химических процессов. Анализ материальных балансов.

#### Раздел 4 Методы изучения статических и динамических характеристик процесса.

Экспериментальные исследования с применением трассеров или индикаторов. Диагностика неполадок и отклонений в режимах работы исследуемых установок.

#### Раздел 5 Методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач.

Физическое моделирование. Аналоговое моделирование. Математическое моделирование. Структурные модели. Эмпирические модели.

#### **Раздел 6 Оптимизация химико-технологических процессов.**

Формулирование задачи оптимизации. Математические модели как основа оптимизации технологических процессов. Оптимизация методом дифференциального исчисления. Поиск оптимума численными методами. Экспериментальный поиск оптимума.

#### **Раздел 7 Методы многокритериальной оптимизации. Методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач.**

Освоение методов многокритериальной Парето-оптимизации и искусственного интеллекта энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических процессов. Применение компьютерных моделирующих систем для оптимизации работы промышленных установок.

#### **Раздел 8 Интеллектуальные компьютерные системы.**

Принципы построения интеллектуальных систем для расчета, оптимизации и прогнозирования нестационарных каталитических процессов.

#### **Раздел 9 Системный подход. Методы моделирования химико-технологических процессов и решения сопряженных задач.**

Системный анализ. Комплексный подход к решению практических задач. Вычисление термодинамических величин методами статистической термодинамики. Примеры практического применения. Описание кинетических закономерностей гомогенных и гетерогенных химических процессов.

#### **Раздел 10 Моделирование технологической системы.**

Анализ технологической системы. Постановка задачи оптимизации. Методы решения задач многокритериального анализа.

### **4.3 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	2	Моделирование теплообменных аппаратов в стационарном режиме	2
2	3	Исследование гидродинамики насадочного абсорбера	2
3	4	Моделирование кинетики гомогенных химических реакций	2
4	5	Моделирование гомогенных химических реакторов	3
5	6	Обработка экспериментальных данных в EXCEL	2
6	7	Метод рабочих характеристик для оптимизации аппарата	3
7	8	Распознавание состояния гетерогенной системы	2
8	10	Оптимизация системы процессов	4
		Итого:	20

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Основная литература**

1. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Ю. Закгейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2012. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84988>

2. Афанасьева Н.Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента [Текст] : учеб. пособие для вузов / Н.Ю. Афанасьева. - М. : КноРус, 2013. - 330 с.

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Джонсон К. Численные методы в химии. М.: Мир, 1983. - 504 с.

2. Закгейм А.Ю. Введение в моделирование химико-технологических процессов. - М.: Химия, 1982. – 288 с.
3. Фрэнкс Р. Математическое моделирование в химической технологии. М : Химия. 1971. - 271 с.
4. Тепло-и массообмен. Теплотехнический эксперимент [Текст] : справочник / под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. - М. : Энергоиздат, 1982. - 512 с.
5. Теория и техника теплофизического эксперимента [Текст] : учеб. пособие для вузов / под ред. В. К. Щукина . - М. : Энергоатомиздат, 1985. - 360 с.
6. Рогов, В. А. Методика и практика технических экспериментов [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. А. Рогов, Г. Г. Позняк . - М. : Академия, 2005. - 288 с.
7. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / С. Л. Ахназарова, В. В. Кафарова.- 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. школа, 1985. - 328 с.
8. Фаддеев, М. А. Элементарная обработка результатов эксперимента [Текст] : учеб. пособие / М. А. Фаддеев . - СПб. : Лань, 2008. - 118 с.

### 5.3 Периодические издания

- 1 Теоретические основы химической технологии : журнал. - М. : Академиздатцентр " Наука" РАН , 2016.
- 2 Химическое и нефтегазовое машиностроение : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
- 3 Химическая промышленность сегодня : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

### 5.4 Интернет-ресурсы

<http://artlib.osu.ru>  
<http://www.xumuk.ru/>  
<http://www.xenoid.ru/>  
<http://xumuktutor.ru/programms.php>

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Операционные системы для рабочих станций Microsoft Windows.

Офисные приложения для рабочих станций Microsoft Office Professional Plus (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access).

MathCAD 14.0.

Консультант Плюс [электронный ресурс] : справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. Дан. – Москва. [1992-2016]. Режим лоступа: в локальной сети ОГУ <\\fileserv1\!CONSULT\cons.exe>

Гарант [Электронный ресурс] : справочно-правовая система / НПП Гарант-Сервис. Электрон. дан. – Москва, [1990-2016]. – Режим доступа: <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe> в локальной сети ОГУ.

Springer [Электронный ресурс] : база данных научных книг, журналов, справочных материалов / компания Springer Customer Service Center GmbH. – Режим доступа : <https://link.springer.com> в локальной сети ОГУ.

## 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в аудитории 3113.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ в аудиториях 3113 и 3122.

## Дополнения и изменения к рабочей программе дисциплины

«Б.1.Б.24 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

*код и наименование*

Направленность: Машины и аппараты химических производств

Год набора 2016

Дополнения и изменения к рабочей программе на 2019/2020 учебный год рассмотрены и утверждены на заседании кафедры машин и аппаратов химических и пищевых производств

*наименование кафедры*

протокол № 12 от "16" 05 2019.

Заведующий кафедрой

машин и аппаратов химических и пищевых производств

*наименование кафедры*

  
А.В. Колотвина  
*подпись* *рабочая программа подписана*

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий отделом комплектования Научной библиотеки ОГУ



Н.Н. Гринцай

*подпись*

*рабочая программа подписана*

*дата*

Уполномоченный по качеству факультета (института)



Т.М. Крахмалева

*подпись*

*рабочая программа подписана*

*дата*

В рабочую программу вносятся следующие дополнения и изменения:

### 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

#### 5.3 Периодические издания

- 1 Теоретические основы химической технологии : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2019.
- 2 Химическое и нефтегазовое машиностроение : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2019.
- 3 Химическая промышленность сегодня : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2019.