

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра химии и  
технологии природных  
энергоносителей и углеродных  
материалов (ХТЦОУМ ИНП)

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Базовая кафедра химии и  
технологии природных  
энергоносителей и углеродных  
материалов (ХТЦОУМ ИНП)

наименование кафедры

Ф.А. Бурюкин

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И  
ОПТИМИЗАЦИЯ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

Дисциплина Б1.В.05 Системы моделирования и оптимизация  
технологических процессов

Направление подготовки /  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.04.01 Химия. Магистерская программа 04.04.01.08

---

Нефтепереработка и нефтехимия

---

Программу  
составили

ст. преподаватель БК ХТПЭ и УМ, Дерягина Н.В.

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование у магистрантов знания основ современных методов функционального, имитационного и математического моделирования производственных процессов и систем нефтепереработки, методов построения моделей различных видов и их реализации на компьютерной технике посредством современных прикладных программных средств.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение современных методов моделирования процессов и систем, этапов математического моделирования;
- понимание принципов построения и основных требований к математическим моделям, схемы их разработки и методов исследования, формализации процессов функционирования системы;
- освоение основ имитационного моделирования, методов упрощения математических моделей, технических и программных средств моделирования;
- формирование умения реализовывать математические модели нефтехимических процессов на ЭВМ посредством современных моделирующих комплексов;
- формирование навыков проведения инженерных расчетов моделируемых объектов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>УК-1:Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий</b>	
Уровень 1	современных методов моделирования процессов и систем, этапов математического моделирования
Уровень 2	принципы построения и основных требований к математическим моделям, схемы их разработки и методов исследования, формализации процессов функционирования системы
Уровень 1	реализовывать математические модели нефтехимических процессов на ЭВМ посредством современных моделирующих комплексов
Уровень 1	навыками моделирования химико-технологических процессов с использованием современных программных средств
<b>ПК-3:Способен осуществлять контроль за соблюдением технологических</b>	

<b>параметров процессов нефтепереработки и нефтехимии, утвержденных технологическим регламентом, принимать меры по устранению причин, вызвавших отклонения от норм технологических регламентов, брать на себя ответственность за результат деятельности</b>	
Уровень 1	нормируемые технологических параметры основных процессов нефтепереработки и нефтехимии
Уровень 1	выполнять инженерные расчеты для моделируемых объектов
Уровень 1	навыками оптимизации химико-технологических процессов с использованием методов математического моделирования

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Математические методы обработки информации

Преддипломная практика

Проектирование и строительство объектов нефтяной промышленности

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/enrol/index.php?id=10375>

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		3
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,94 (34)</b>	<b>0,94 (34)</b>
занятия лекционного типа	0,28 (10)	0,28 (10)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,67 (24)	0,67 (24)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,06 (74)</b>	<b>2,06 (74)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</b>		

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Методология моделирования технологических объектов	2	6	0	18	ПК-3 УК-1
2	Системный подход и системные модели	2	4	0	18	ПК-3 УК-1
3	Аналитическое моделирование технологических процессов	3	8	0	18	ПК-3 УК-1
4	Экспериментальное направление в моделировании	3	6	0	20	ПК-3 УК-1
Всего		10	24	0	74	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Моделирование как метод познания объектов, процессов, явлений. Понятие системы. Понятие модели и ее преимущества. Классификация моделей: по свойствам объектов и режимам их функционирования. Физическое и математическое моделирование. Роль компьютеров в математическом моделировании. Основные технологии вычислительных экспериментов.</p>	2	0	3
2	2	<p>Модели систем. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем.</p>	2	0	3

3	3	<p>Познавательные модели. Аналитическое моделирование. Типовые модели технологических аппаратов: двухполюсные, смесительные, разделительные, сложные. Виды моделей двухполюсных аппаратов: модели идеального смешения и вытеснения; диффузионные модели; ячеечные модели. Смесительные, разделительные и сложные модели. Моделирование теплообменников. Моделирование процессов конденсации и испарения. (моделирование процессов абсорбции, экстракции и ректификации).</p>	3	0	3
---	---	--	---	---	---

4	4	<p>Прагматические модели– экспериментальное направление в моделировании. Общий подход к построению моделей экспериментальным методом.</p> <p>Моделирующие программы, пакеты прикладных программ, базы данных, библиотеки моделей.</p> <p>Регрессионный и корреляционный анализ. Идентификация параметров уравнений методом наименьших квадратов, установление адекватности. Полный факторный эксперимент. Типовые модели структуры потоков в аппаратах.</p> <p>Понятие системы допущений. Модели насадочного абсорбера и ректификационных колонн. Модели изотермического, адиабатического и политропического реакторов с различными гидродинамическими структурами потоков в реакторах.</p>	3	0	3
Всего			10	0	12

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Модели систем. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем.</p>	6	0	6
2	2	<p>Модели систем. Модели черного ящика, состава и структуры. Структурная схема как соединение моделей. Статические и динамические модели систем. Принцип причинности в моделях динамических систем.</p>	4	0	4
3	3	<p>Познавательные модели. Аналитическое моделирование. Типовые модели технологических аппаратов: двухполюсные, смесительные, разделительные, сложные. Виды моделей двухполюсных аппаратов: модели идеального смешения и вытеснения; диффузионные модели; ячеечные модели. Смесительные, разделительные и сложные модели. Моделирование теплообменников. Моделирование процессов конденсации и испарения. (моделирование процессов абсорбции, экстракции и ректификации).</p>	8	0	8

4	4	Прагматические модели–экспериментальное направление в моделировании. Общий подход к построению моделей экспериментальным методом. Моделирующие программы, пакеты прикладных программ, базы данных, библиотеки моделей. Регрессионный и корреляционный анализ. Идентификация параметров уравнений методом наименьших квадратов, установление адекватности. Полный факторный эксперимент. Типовые модели структуры потоков в аппаратах. Понятие системы допущений. Модели насадочного абсорбера и ректификационных колонн. Модели изотермического, адиабатического и политропического реакторов с различными гидродинамическими структурами потоков в реакторах.	6	0	6
Всего			24	0	24

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
---------------------	----------	-------------------

Л1.1	Добронек Б. С., Молокова Н. В., Рябов О. А.	Моделирование процессов и систем: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: СФУ, 2008
Л1.2	Ступина А. А., Ежеманская С. Н., Корпачева Л. Н., Федорова А. В.	Моделирование управляемых процессов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: СФУ, 2008

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Колесников И. М., Виноградов В. М., Винокуров В. А., Колесников С. И.	Математическое моделирование в химии и химической технологии: учебное пособие	Москва: [Нефть и газ], 2008
Л1.2	Виноградов В. М., Колесников И. М., Винокуров В. А., Любименко В. А.	Моделирование в химии: учебное пособие	Москва: Нефть и газ, 2003
Л1.3	Сидняев Н. И., Вилисова Н. Т.	Введение в теорию планирования эксперимента: учебное пособие для вузов по направлению "Машиностроительные технологии и оборудование" специальности "Реновация средств и объектов материального производства в машиностроении"	Москва: МГТУ имени Н.Э.Баумана, 2011
Л1.4	Быстров А. И., Деменков В. Н., Хайрудинов И. Р.	Подготовка и проведение расчетов процессов переработки нефтяного сырья	Уфа: ГУП ИНХП РБ, 2014
Л1.5	Анчита Х., Глаголева О. Ф., Винокуров В. А.	Переработка тяжелой нефти. Реакторы и моделирование процессов: перевод с английского	Санкт- Петербург: Профессия, 2015
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Sheng J.J.	Modern Chemical Enhanced Oil Recovery: theory and practice	Amsterdam: Elsevier, 2011

Л2.2	Ancheyta J.	Modeling and simulation of catalytic reactors for petroleum refining	S. I: John Wiley & Sons, 2011
Л2.3	Умергалин Т. Г., Галиаскаров Ф. М.	Методы расчетов основного оборудования нефтепереработки и нефтехимии: учебное пособие по специальности 130603 "Оборудование нефтегазопереработки" направления 130600 "Оборудование и агрегаты нефтегазового производства"	Уфа: Нефтегазовое дело, 2007
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Добронец Б. С., Молокова Н. В., Рябов О. А.	Моделирование процессов и систем: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: СФУ, 2008
Л3.2	Ступина А. А., Ежеманская С. Н., Корпачева Л. Н., Федорова А. В.	Моделирование управляемых процессов: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: СФУ, 2008

**7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Научная библиотека СФУ	<a href="http://bik.sfu-kras.ru">http://bik.sfu-kras.ru</a>
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Лекционные и практические занятия реализуются в ЭИОС с применением электронного обучающего курса: <https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=24197>.

Самостоятельное изучение теоретического курса предполагает проработку лекционного материала, самостоятельную работу по вопросам теоретического курса, а также подготовку к практическим занятиям и выполнение индивидуальных заданий.

Контроль самостоятельной работы осуществляется во время практических занятий, проводимых в интерактивной форме с использованием сервисов видеоконференц-связи Zoom и Discord.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. При подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подготовить ответы на контрольные вопросы.

2. В течение недели выбрать время для работы с рекомендованной литературой и изучить дополнительные материалы, по темам, которые упоминались в лекции.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1. Microsoft® Windows Professional 7
9.1.2	2. Microsoft® Office Professional Plus 2010
9.1.3	3. ESET NOD32 Antivirus Business Edition for 2750 users
9.1.4	4. Adobe Acrobat Pro Extended 9.0 WIN AOO License IE Acrobat Pro Extended, Лицензионный сертификат Softline от 10.12.2008, бессрочно
9.1.5	5. Аскон Компас-3D: Лицензионный сертификат №Е-08-000123 от 11.09.2008, №Ец-17-00107 от 12.12.2017, бессрочно.
9.1.6	6. AutoCAD: свободное ПО.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	1. Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU): <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
9.2.2	2. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина: <a href="http://www.prlib.ru">http://www.prlib.ru</a>
9.2.3	3. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): <a href="http://uisrussia.msu.ru">http://uisrussia.msu.ru</a>
9.2.4	4. Электронная библиотека «ЛитРес: Библиотека»: <a href="http://biblio.litres.ru">http://biblio.litres.ru</a>
9.2.5	5. Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина: <a href="http://elib.gubkin.ru">http://elib.gubkin.ru</a>

9.2.6	6.Электронно-библиотечная система «ИНФРА-М»: <a href="http://www.znaniium.com">http://www.znaniium.com</a>
9.2.7	7.Электронно-библиотечная система «Лань»: <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
9.2.8	8.Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: <a href="http://rucont.ru">http://rucont.ru</a>
9.2.9	9.Электронно-библиотечная система «Перспект»: <a href="http://ebs.prospekt.org">http://ebs.prospekt.org</a>
9.2.1 0	10.Электронно-библиотечная система «Электронная библиотека технического вуза»: <a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a> Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: <a href="http://ibooks.ru">http://ibooks.ru</a>
9.2.1 1	11.Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
9.2.1 2	12.Справочно-правовая система: КонсультантПлюс, доступ: в читальных залах Научной библиотеки;
9.2.1 3	13.База данных: NormaCS, доступ: в читальных залах Научной библиотеки.

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для организации образовательного процесса необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных и семинарских занятий, оборудованная: специализированной мебелью: аудиторные столы и стулья, аудиторная доска; техническими средствами обучения: проектор, экран для проектора, ноутбук с подключением к сети Интернет (неограниченный доступ) и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

- учебно-методическая литература.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой подключённой к сети "Интернет" и обеспеченной доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.