

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
СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ/
SYSTEM MODELING
СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ/ CHEMICAL
PROCESS MODELING

Дисциплина Б1.О.01.02 СИСТЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ/ SYSTEM
MODELING

Системное моделирование химико-технологических
процессов/ Chemical process modeling

Направление подготовки /
специальность _____

Направленность
(профиль) _____

Форма обучения

очная

Год набора

2021

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 04.04.01.10 Petroleum chemistry and refining

Программу
составили

старший преподаватель БК ХТПЭ и УМ, Дерягина
Нина Владимировна

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

УК-1 :Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	
УК-1 .1:Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	
Уровень 1	направления применения методов математического моделирования при решении проблемных ситуаций в нефтепереработке и нефтехимии
Уровень 1	применять методы анализа к выявлению и решению проблемной ситуации
УК-1 .2:Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению	
Уровень 1	использует методы математического моделирования для проектирования технологических процессов, в том числе для

	решения проблемных ситуаций и процессов
УК-1.3:Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников	
Уровень 1	источники достоверной научно-технической информации
Уровень 1	использовать базы данных научной периодики
Уровень 1	навыками поиска достоверной научно-технической информации в сети Интернет
УК-2:Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	
УК-2.1:Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления	
УК-2.2:Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения	
УК-2.3:Планируетнеобходимые ресурсы, в том числе, с учетом их заменяемости	
ОПК-2:Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	
ОПК-2.1:Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их	
Уровень 1	фундаментальные законы в математическом моделировании направления их применения для решения прикладных задач
Уровень 2	критерии оценки достоверности результатов математического моделирования, адекватности разработанных математических моделей
Уровень 1	осуществляет выбор входных данных и критериев оптимизации
Уровень 1	осуществляет выбор типов моделирования ХТП с учетом имеющихся временных и материальных ресурсов и задач моделирования
ОПК-2.2:Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	
Уровень 1	направления применения математического моделирования в химической промышленности, нефтепереработке, нефтехимии
Уровень 2	критерии оценки применимости методов физического и математического моделирование в реальных ХТП, принципы масштабирования
ОПК-3:Способен использовать вычислительные методы и адаптировать существующие программные продукты для решения задач профессиональной деятельности	
ОПК-3.1:Использует современные IT-технологии при сборе, анализе и представлении информации химического профиля	
Уровень 1	источники информации для математического моделирования и оптимизации в реальном химико-итехнологическом процессе
ОПК-3.2:Использует стандартные и оригинальные программные продукты, при необходимости адаптируя их для решения задач профессиональной деятельности	
Уровень 1	программы для моделирования процессов химической технологии
Уровень 1	использует различное ПО, в том числе свободное, для моделирования

	физических и химических процессов в химической технологии
Уровень 1	разрабатывает математические модели теплообменного оборудования, массообменных и сепарационных процессов, химических реакторов
ОПК-3.3:Использует современные вычислительные методы для обработки данных химического эксперимента, моделирования свойств веществ (материалов) и процессов с их участием	
Уровень 1	выполняет расчеты физических свойств веществ и материалов
Уровень 2	выполняет расчеты массообменных процессов
Уровень 3	выполняет расчеты химических превращений, проходящих в реакторах идеального смешения и идеального вытеснения

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в базовую часть учебного плана и реализуется в первом семестре, одновременно с сопутствующей дисциплиной «Математическое моделирование/ Mathematical modeling».

Научно-исследовательская работа/ Research work
 Научно-исследовательский семинар/ Research seminar
 Процессы глубокой переработки нефти/ Deep oil refining processes
 Основные процессы нефтехимии/ Petrochemicals production processes

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины .

Дисциплина (модуль) реализуется с применением ЭО и ДОТ

<https://e.sfu-kras.ru/course/view.php?id=8586>

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		1
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	1,22 (44)	1,22 (44)
занятия лекционного типа	0,44 (16)	0,44 (16)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,78 (28)	0,78 (28)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:	0,02 (0,8)	0,02 (0,8)
групповые занятия		
индивидуальные занятия	0,02 (0,8)	0,02 (0,8)
Самостоятельная работа обучающихся:	2,76 (99,2)	2,76 (99,2)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Зачёт)		

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	Введение/Introduction	1	0	0	10	
2	Основы моделирования химико-технологических процессов/ Basics of modeling and simulation of chemical engineering processes.	3	2	0	16	
3	Фундаментальные законы для моделирования химико-технологических процессов/ Fundamental laws for modeling of chemical engineering processes.	3	4	0	18	
4	Моделирование сепарационных процессов/ Modeling of separation processes	3	8	0	18	

5	Моделирование процессов теплопереноса/ Modeling of heat transfer processes	3	4	0	18	
6	Моделирование химических реакторов/ Modeling of chemical reactors	3	10	0	19,200000 7629395	
Всего		16	28	0	99,2	

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	Цели курса, особенности. Основные понятия и определения/ Course aims. Special features basic concepts and definitions.	1	0	0

2	2	<p>Моделирование химико-технологических процессов. Методы моделирования: физическое и математическое моделирование. Аналитическое и эмпирическое моделирование. Основные типы математических моделей технологических процессов. Этапы построения моделей. Программное обеспечение для моделирования химико-технологических процессов/ Modeling and simulation chemical engineering processes. Simulation methods of physical and mathematical modeling. Analytic and Empirical Methods for modeling process. The main types of mathematical models of chemical processes. Steps in model building. Softwares to model chemical engineering processes.</p>	3	0	0
3	3	<p>Уравнения Непрерывности. Уравнения Энергии Уравнения движения. Уравнения Переноса. Уравнения состояния. Равновесие. Вопросы химической кинетики/ Continuity Equations. Energy Equation. Equations of Motion. Transport Equations. Equations of State Equilibrium. Chemical Kinetics Problems.</p>	3	0	0

4	4	<p>Модели массопереноса: такие как жидкостная экстракция, дистилляция, мультикомпонентное разделение, абсорбция, испаритель. Основные этапы построения модели сепарационного оборудования/Mass transfer models: such as liquid-liquid extraction, distillation, multicomponent separation, multicomponent steam distillation, absorption, steady state gas absorption with heat effects, evaporator. The main steps in model building of separation equipment</p>	3	0	0
5	5	<p>Основные типы теплообменного оборудования. Кипятильники и конденсаторы. Кожухотрубчатые теплообменники. Необходимые тепловые нагрузки. Коэффициент теплопередачи. Основные этапы построения модели теплообменного оборудования/ Major types of available heat-exchange equipment. Boilers and Condensers. Shell-and-tube heat exchangers. Required Heat Duty. Heat Transfer Coefficients. The main steps in model building of heat-exchange equipment.</p>	3	0	0

6	6	<p>Химические реакции. Стехиометрия и направление реакции. Термодинамические функции реакционных систем. Химическое равновесие. Константа равновесия. Фугитивность. Законы сохранения массы. Уравнение Вант-Гоффа. Общий молярный баланс реактора. Типы реакторов: реактор периодического действия, реактор идеального смешения, реактор идеального вытеснения. Принципы моделирования реакторов/ Chemical reactions. Reaction stoichiometry. Direction of a reaction. Entropy, Enthalpy and Gibbs free energy of reaction system. Chemical reactions and equilibrium. Equilibrium constant (K). Activities. Laws of Mass Action. The Temperature Dependence of K (van't Hoff Eq.). Reaction Rate. Basic Molar Balance. Type of Reactors: Batch Reactor, Continuous Stirred-Tank Reactor (CSTR), Plug Flow Reactor (PFR). Basic Mole Balance for different chemical reactors. Principles of reactor modelling.</p>	3	0	0
7	6		0	0	0
Итого			16	0	0

3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--

			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Обзор программ для моделирования процессов химической технологии /Introduction to Softwares to model chemical engineering processes.	2	0	0
2	3	Решение уравнений состояния с помощью компьютерных программ/ Solving equations of state using computer programs	2	0	0
3	3	Расчет физических свойств вещества/ Calculation of physical properties of matter	2	0	0
4	4	Моделирование технологических схем компрессорных и газотурбинных аппаратов/Simulation of technological schemes of compressor and gas turbine	2	0	0
5	4	Модель испарителя/ The model of the evaporator	2	0	0
6	4	Построение модели колонны регенерации/ Building a model of the regeneration column	2	0	0
7	4	Расчет многокомпонентной дистилляции методом от тарелки к тарелке/ Multicomponent distillation with shortcut methods	2	0	0
8	5	Построение модели кипяильника/Building a model of the Boiler	2	0	0
9	5	Построение модели конденсатора/ Building a model of the Condenser	2	0	0
10	6	Моделирование и оптимизация реактора Гиббса / Modelling and optimization of the Gibbs reactor	2	0	0

11	6	Моделирование и оптимизация реактора идеального вытеснения/ Modelling and optimization of the plug-flow reactor	4	0	0
12	6	Моделирование и оптимизация реактора идеального смешения непрерывного действия/ Modelling and optimization of the continuous-stirred tank reactor	4	0	0
Всего			28	0	0

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					

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	Jones D. S. J., Pujado P. R.	Handbook of Petroleum Processing	New York: Springer-Verlag, 2008
Л1.2	Ancheyta J.	Modeling and simulation of catalytic reactors for petroleum refining	S. 1: John Wiley & Sons, 2011
Л1.3	Xu, Shi	Structure and Modeling of Complex Petroleum Mixtures	Switzerland: Springer International Publishing, 2016
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л2.1		Modeling of chemical kinetics and reactor design	Boston: Butterworth-Heinemann, 2001
------	--	--	--

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

Э1	Электронная библиотека СФУ	http://bik.sfu-kras.ru
----	----------------------------	---

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 99,2 часа.

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

Контроль самостоятельной работы осуществляется во время практических занятий, проводимых в интерактивной форме.

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): http://elibrary.ru
-------	----	---

9.2.2	2.	Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина: http://www.prlib.ru
9.2.3	3.	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ): http://uisrussia.msu.ru
9.2.4	4.	Электронная библиотека «ЛитРес: Библиотека»: http://biblio.litres.ru
9.2.5	5.	Электронная библиотека РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина: http://elib.gubkin.ru
9.2.6	6.	Электронно-библиотечная система «ИНФРА-М»: http://www.znaniium.com
9.2.7	7.	Электронно-библиотечная система «Лань»: http://e.lanbook.com
9.2.8	8.	Электронно-библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: http://rucont.ru
9.2.9	9.	Электронно-библиотечная система «Перспект»: http://ebs.prospekt.org
9.2.1 0	10.	Электронно-библиотечная система «Электронная библиотека технического вуза»: http://www.studentlibrary.ru Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»: http://ibooks.ru
9.2.1 1	11.	Электронно-библиотечная система «IPRbooks» http://www.iprbookshop.ru
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.