

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.О.директора Инженерной
школы природных ресурсов

 Н.В. Гусева

«25» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2020 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Математическое моделирование химических и массообменных процессов

Направление подготовки/ специальность	18.03.01 Химическая технология		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Химическая технология переработки нефти и газа		
Специализация	Технология подготовки и переработки нефти и газа		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	4	семестр	8
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		12
	Практические занятия		5
	Лабораторные занятия		27
	ВСЕГО		44
Самостоятельная работа, ч			64
ИТОГО, ч			108

Вид промежуточной
аттестации

Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОХИ ИШПР
---------	---------------------------------	----------

Заведующий кафедрой -
руководитель Отделения
химической инженерии на
правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Короткова Е.И.
	Мойзес О.Е.
	Долганов И.М.

2020г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
		Код	Наименование
ПК-2	Готовность применять аналитические и численные методы решения поставленных задач, использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программных средств сферы профессиональной деятельности, использовать сетевые компьютерные технологии и базы данных в своей профессиональной области, пакеты прикладных программ для расчета технологических параметров оборудования	ПК-2. В8	Владение опытом разработки компьютерных программ для моделирования технологических процессов переработки природных энергоносителей
		ПК-2. У8	Умение выполнять расчеты по решению систем уравнений материальных и тепловых балансов химико-технологических процессов
		ПК-2. З8	Знания основ теории тепло- и массопереноса в аппаратах
ПК-4	Способность принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	ПК-4. В5	Владение опытом использования литературы для создания систем уравнений для моделирования технологических процессов переработки природных энергоносителей
		ПК-4. У5	Умение выбирать тип гидродинамических математических моделей систем
		ПК-4. З5	Знание теоретических основ разработки технологических процессов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Развить навыки построения математических моделей процессов химической технологии	ПК-2
РД-2	Применять численные методы и компьютерные технологии при решении инженерных задач	ПК-2
РД-3	Освоить методологию анализа результатов моделирования химико-технологических процессов	ПК-4

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ¹	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 2. Моделирование тепловых и массообменных процессов	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	0
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел (модуль) 3. Моделирование гетерогенных каталитических процессов	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	3
		Лабораторные занятия	11
		Самостоятельная работа	24

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Методологические основы построения математических моделей процессов химической технологии
--

Математическое моделирование как современный метод анализа и синтеза химико-технологических процессов (ХТП). Математическое моделирование – перспективное направление совершенствования химико-технологических процессов

Системы и процессы. Сравнение методов физического и математического моделирования, области применения. Математическое моделирование. Сущность и цели математического моделирования объектов химической технологии.

Стехиометрический анализ, механизмы реакций. Экспериментальные методы исследования кинетики химических реакций в проточных реакторах идеального вытеснения и идеального перемешивания. Теоретические методы оценки кинетических параметров. Методы идентификации кинетических параметров с использованием экспериментальных данных.

Темы лекций:

1. Математическое моделирование химико-технологических процессов
2. Методы исследования кинетики химических реакций. Идентификация кинетических параметров

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование кинетики химических реакций (исследование температурной зависимости, сравнение численных методов Рунге-Кутты и Эйлера).

Раздел 2. Моделирование тепловых и массообменных процессов

Модели массообменных процессов. Гидродинамические основы процессов массопередачи. Моделирование и расчет диффузионных аппаратов. Расчет процессов разделения в газовых сепараторах на основе методики однократного испарения. Физико-химические основы, принципы расчета и модели процессов ректификации,

сушки, экстракции, абсорбции.

Темы лекций:

3. Моделирование тепловых процессов
4. Моделирование массообменных процессов
5. Моделирование процессов ректификации, экстракции

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование процессов сепарации
2. Моделирование процессов ректификации

Раздел 3. Моделирование гетерогенных каталитических процессов
--

Основные понятия химической кинетики в гетерогенном катализе. Теория абсолютных скоростей реакций и ее место в катализе. Элементы теории сложных реакций. Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций: метод Лэнгмюра, метод стационарных концентраций, метод графов.

Конструкции химических реакторов с неподвижным слоем катализатора. Квазигомогенные модели каталитических химических процессов, модели идеального вытеснения, модели с учётом явлений переноса по радиусу контактной трубки, двухфазные гетерогенные модели. Моделирование промышленных каталитических процессов (на примере синтеза метанола).

Физико-химические основы процессов, протекающих в аппаратах с кипящим слоем катализатора. Аппаратурное оформление реакторов с кипящим слоем катализатора. Математические модели.

Темы лекций:

6. Методы построения кинетических моделей гетерогенных химических реакций
7. Моделирование химических реакторов с неподвижным слоем катализатора
8. Моделирование химических реакторов с кипящим слоем катализатора

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование кинетики гетерогенных химических реакций;
2. Моделирование химических реакторов

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Ушева Н.В., Мойзес О.Е., Митянина О.Е., Кузьменко Е.А. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие.-2014.-158 с.
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m366.pdf>
2. Кравцов А.В., Ушева Н.В., Кузьменко Е.А., Фёдоров А.Ф. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Лабораторный практикум. Часть 1. Томск. 2013. – 136 с.
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m266.pdf>
3. Гумеров А.Н., Валеев А.Н и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов. Учебное пособие.– Лань, 2014 .– 176 с.
Схема доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=41014

Дополнительная литература:

4. Мойзес О.Е., Е. А. Кузьменко. Углубленный курс информатики: учебное пособие [Электронный ресурс]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — 157 с
Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m365.pdf>
5. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов: Учебное пособие для вузов.-М.:ИКЦ «Академкнига», 2008.-416 с.
Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/126905>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система <http://library.ru>, www.chemnet.ru, <http://www.lib.tpu.ru>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань», e.lanbook.com
3. Журнал «Кинетика и катализ», <http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=kinkat&page-main>.
4. Журнал «Катализ в промышленности», <http://catalysis.kalvis.ru>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. PascalABC.NET
2. Delphi-7
3. Aspen One (Hysys) (Aspen Tech Inc.)
4. PetroSim (KBC Advanced Technology Plc.)

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины (заполняется при наличии)

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№ п/п	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и	Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 43 посадочных мест;

	промежуточной аттестации 634034 г. Томская область, Томск, Тимакова улица, д.12, учебный корпус №16 б, аудитория 228	Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. – Экран с приводом
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034 г. Томская область, Томск, Тимакова улица, д.12, учебный корпус №16 б, аудитория 223	Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Шкаф для одежды - 3 шт.;Тумба стационарная - 12 шт.;Полка - 12 шт.; Компьютер - 16 шт.; Принтер - 2 шт.; Проектор - 1 шт. Экран с приводом;
2	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 г. Томская область, Томск, Тимакова улица, д.12, учебный корпус №16 б, аудитория 224	Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест;Шкаф для одежды - 2 шт.;Шкаф для документов - 3 шт.; Компьютер - 11 шт.; Принтер - 3 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 г. Томская область, Томск, пр. Ленина, 39, учебный корпус №2, аудитория 133	Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест;Тумба стационарная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология, профиль «Технология подготовки и переработки нефти и газа» (приема 2020 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
доцент		Долганов И.М.

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения химической инженерии (протокол от «19» июня 2020 г. №15).

Заведующий кафедрой - руководитель
Отделения химической инженерии на правах кафедры
д.х.н, профессор

 /Короткова Е.И./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании (протокол)