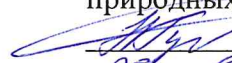


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

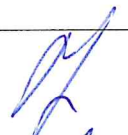
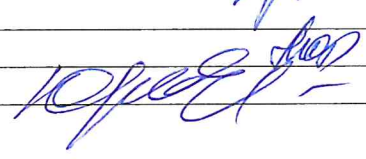
УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора Инженерной школы
природных ресурсов

 Гусева Н.В.
« 23 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2018 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Макрокинетика химических 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	11	
	Практические занятия	11	
	Лабораторные занятия	22	
	ВСЕГО	44	
Самостоятельная работа, ч		64	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОХИ ИШПР
Заведующий кафедрой - руководитель ОХИ на правах кафедры			Короткова Е.И.
Руководитель ООП			Мойзес О.Е.
Преподаватель			Юрьев Е.М.

2020 г.

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(У)-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(У)-2.B5	Владеет навыками расчетов основных макрокинетических показателей промышленного каталитического процесса
		ПК(У)-2.Y5	Умеет разрабатывать математические модели зерна катализатора и слоя катализатора
		ПК(У)-2.35	Знает макрокинетические области проведения химического процесса в лабораторных и промышленных условиях
ДПК(У)-3	Готовность использовать знания фундаментальных физико-химических закономерностей для решения возникающих научно-исследовательских задач, самостоятельного приобретения физических знаний, для понимания принципов работы приборов и устройств, в том числе, химических реакторов	ДПК(У)-3.B1	Владеет опытом практических расчетов при моделировании промышленных химических процессов и реакторов
		ДПК(У)-3.Y1	Умеет составлять математические модели при разработке и исследовании промышленных химических реакторов
		ДПК(У)-3.31	Знает физико-химические основы расчета промышленных химических реакторов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

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

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Код	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Компетенция
	Наименование	
РД1	Знать теоретические основы внутри- и внешнEDIффузионных явлений, имеющих место при протекании гетерогенных каталитических процессов.	ПК(У)-2
РД2	Владеть навыками составления математических моделей процессов внутри зерна катализатора и материального баланса внешнEDIффузионных процессов для одно- и многореакционных схем превращения.	ДПК(У)-3
РД3	Владеть навыками моделирования гетерогенных химических реакторов и оценки оптимальных пористой структуры, формы и размера зерна катализатора.	ДПК(У)-3

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	Объем времени, ч.
Раздел 1. Макрокинетические области протекания химических реакций	РД1	Лекции	4
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	5
		Самостоятельная работа	16
Раздел 2. Внутридиффузионная область химического процесса	РД1 РД2 РД3	Лекции	3
		Практические занятия	5
		Лабораторные занятия	9
		Самостоятельная работа	24
Раздел 3. Гетерогенные катализаторы и их оптимальные характеристики	РД3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	24

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Макрокинетические области протекания химических реакций

Введение в макрокинетику. Основы диффузионной кинетики. Цели и задачи макрокинетики, ее роль в совершенствовании современных химических производств. Основные методы решения макрокинетических задач. Основные разделы макрокинетики. Основы диффузионной кинетики. Понятия о макрокинетических областях протекания реакции. Внешнедиффузионное торможение и разогрев внешней поверхности катализатора. Влияние различных факторов на протекание химической реакции во внешнедиффузионной области.

Темы лекций:

1. Введение в макрокинетику. Основные разделы макрокинетики.
2. Основы диффузионной кинетики. Внешнедиффузионная область.
3. Теория теплового режима химической реакции.
4. Влияние различных факторов на протекание химической реакции во внешнедиффузионной области.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет эффективных коэффициентов диффузии при протекании гетерогенных химических реакций.

Раздел 2. Внутридиффузионная область химического процесса

Внутридиффузионная область. Скорость реакций в пористых катализаторах. Модели пористой структуры катализатора. Параметр Тиле и фактор эффективности. Внутридиффузионное торможение и внутренний разогрев поверхности катализатора. Критерии влияния диффузии веществ в порах катализатора. Переходные макрокинетические области. Селективность при протекании химических реакций. Селективность сложных реакций при диффузионном торможении процесса. Селективность последовательных и параллельных реакций во внешне- и внутридиффузионных областях.

Темы лекций:

1. Модели пористой структуры катализатора
2. Протекание химической реакции во внутридиффузионной области.
3. Параметр Тиле и фактор эффективности

4. Анализ селективности протекания химических реакций в различных макрокинетических областях

Названия лабораторных работ:

1. Моделирование процессов в пористом зерне катализатора
2. Моделирование химической реакции в зерне катализатора полидисперсной структуры.

Раздел 3. Гетерогенные катализаторы и их оптимальные характеристики
--

Характеристики пористой структуры катализатора. Размеры пор, модели пор катализатора. Моно-, би- и полидисперсная структуры катализатора. Оптимальная пористая структура катализатора. Основные факторы, влияющие на гидравлическое сопротивление и размер слоя катализатора. Фактор формы частицы катализатора. Оценка фактора эффективности для частиц различной формы.

Темы лекций:

1. Оптимальная пористая структура катализаторов.
2. Оптимальные форма и размеры зерна катализатора.
3. Гетерогенные каталитические реактора

Названия лабораторных работ:

1. Расчет гидравлического сопротивления слоя катализатора.
2. Расчет каталитических химических реакторов.
3. Расчет жидкофазного реактора алкилирования.

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 контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Рудобашта, Станислав Павлович. Диффузия в химико-технологических процессах : учебное пособие для вузов / С. П. Рудобашта, Э. М. Карташов. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: КолосС, 2010. — 478 с.: ил.. — Для высшей школы. — Библиогр.: с. 467-478.. — ISBN 978-5-9532-0714-0.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C174255>

2. Ушева, Наталья Викторовна. Макрокинетика химических процессов и расчет реакторов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Ушева, А. В. Кравцов; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра химической технологии топлива и химической кибернетики (ХТТ). — 2-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.3 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия

печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m267.pdf> (контент)
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C266113>

3. Математическое моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие [Электронный ресурс] / Н. В. Ушева [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.8 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m366.pdf> (контент)
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C297780>

Дополнительная литература:

4. Франк-Каменецкий, Давид Альбертович. Основы макрокинетики. Диффузия и теплопередача в химической кинетике / Д. А. Франк-Каменецкий. — 4-е изд. — Долгопрудный: Интеллект, 2008. — 408 с. — Библиография в конце глав. — ISBN 978-5-91559-004-4.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C152589>

5. Бесков, Владимир Сергеевич. Моделирование каталитических процессов и реакторов / В. С. Бесков, В. Флокк. — Москва: Химия, 1991. — 256 с. — Библиогр.: с. 246-253. — ISBN 5-7245-0426-X.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C36452>

6. Бесков, Владимир Сергеевич. Общая химическая технология : учебник для вузов / В. С. Бесков. — Москва: Академкнига, 2006. — 452 с.: ил. — Учебник для вузов. — Рекомендуемая литература: с. 446. — ISBN 5-94628-149-6.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C112994>

7. Крайденко, Роман Иванович. Тепловые процессы в химической технологии : учебное пособие / Р. И. Крайденко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2010. — 96 с.: ил. — Библиогр.: с. 94-95. — ISBN 978-5-98298-768-6.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C208566>

8. Беляев, Василий Михайлович. Расчет и конструирование основного оборудования отрасли : учебное пособие / В. М. Беляев, В. М. Миронов; Томский политехнический университет (ТПУ), Институт дистанционного образования. — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 288 с.: ил. — Библиогр.: с. 280-282.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C199901>

6.2 Информационное обеспечение (Internet-ресурсы, в т.ч. в среде LMS Moodle и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронный курс по дисциплине Макрокинетика химических процессов / ДО 2015» — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1755>

2. ЭБС «Лань». — Политематический ресурс (в основном, коллекции книг ведущих издательств учебной и научной литературы). — Режим доступа: из аудитории с компьютерами, подключенными к сети ТПУ (<http://e.lanbook.com/books>).

3. Журнал «Кинетика и катализ» — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: https://elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7848.

4. Журнал «Катализ в промышленности» — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7328>.

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

1. Unisim Design R460 (UniSim Design Academic Network)
2. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; UniSim Design Academic Network; PascalABC.NET; Mozilla Public License 2.0; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2; GNU Affero General Public License 3; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

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

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения практических, лекционных занятий, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная аудитория, оборудованная демонстрационным материалом и мультимедийной техникой) 634034 г. Томская область, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 43а, учебный корпус № 2, аудитория 131	Комплект учебной мебели на 24 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634034 г. Томская область, 634034, г. Томск, пр. Ленина, 43а, учебный корпус № 2, аудитория 133	Комплект учебной мебели на 13 посадочных мест; Тумба стационарная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Проектор - 1 шт. Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement; Visual C++ Redistributable Package; UniSim Design Academic Network; PascalABC.NET; Mozilla Public License 2.0; K-Lite Codec Pack; GNU Lesser General Public License 3; GNU General Public License 2; GNU Affero General Public License 3; Chrome; Berkeley Software Distribution License 2-Clause

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 «Химическая технология», профилю «Химическая технология переработки нефти и газа», специализации «Технология подготовки и переработки нефти и газа» (приема 2018 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОХИ ИШПР	Е.М. Юрьев

Программа одобрена на заседании выпускающего Отделения химической инженерии (протокол от 31.05.2018 г. № 12).

Заведующий кафедрой - руководитель ОХИ
на правах кафедры, д.х.н., профессор

 / Короткова Е.И./
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании отделения химической инженерии (протокол)
2019 _ / _2020 учебный год	Изменена форма рабочей программы в соответствии с приказом ТПУ от 06.05.2020 г. № 127-7/об «Об утверждении форм документов ООП»	протокол от 19.06.2020 г. № 15