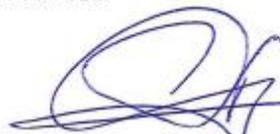


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
 УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
 УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШНПТ  
 Яковлев А.Н.

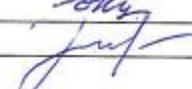
«29» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2018 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ЗАОЧНАЯ**

**Химические реакторы**

Направление подготовки	18.03.01 Химическая технология		
Профили подготовки	Химическая технология переработки нефти и газа		
Специализация	Технология нефтегазохимии и полимерных материалов		
Уровень образования	<b>высшее образование - бакалавриат</b>		
Курс	3	семестр	7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		8
	Практические занятия		6
	Лабораторные занятия		-
	<b>ВСЕГО</b>		<b>14</b>
	Самостоятельная работа, ч		<b>94</b>
	<b>ИТОГО, ч</b>		<b>108</b>

Вид промежуточной аттестации	<b>зачет</b>	Обеспечивающее подразделение	НОЦ Н.М.Кижнера ИШНПТ
------------------------------	--------------	------------------------------	-----------------------

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ Н.М.Кижнера на правах кафедры Руководители ООП Преподаватель		Краснокутская Е.А.
		Кузьменко Е.А.
		Швалев Ю.Б.

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Составляющие результатов обучения	
		Код	Наименование
ПК(У)-1	Способность и готовность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	ПК(У)-1.В5	Владеет опытом создания оптимального технологического режима работы химического реактора и всего процесса в целом
		ПК(У)-1.У5	Умеет определять оптимальный технологический режим работы химического реактора, рассчитывать оптимальные параметры работы химического реактора и всего химико-технологического процесса в целом
		ПК(У)-1.35	Знает способы регулирования технологических параметров работы химического реактора, влияние их изменения на технологический режим химического процесса
ПК(У)-11	Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса	ПК(У)-11.В4	Владеет навыкам расчета и определения оптимальных технологических параметров работы химического реактора и всего химико-технологического процесса в целом
		ПК(У)-11.У4	Умеет рассчитывать и анализировать процессы в химических реакторах
		ПК(У)-11.34	Знает методы оценки эффективности работы химического реактора и всего химико-технологического процесса в целом

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Химические реакторы» относится к блоку 1 учебного плана ООП: Б1.ВМ2 Вариативная часть. Междисциплинарный профессиональный уровень.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-2	Производить выбор типа реактора и расчет технологических параметров для заданного процесса	ПК(У)-1; ПК(У)-11
РД-3	Самостоятельно выполнять анализ и расчет процессов в химических реакторах; производить выбор реактора	ПК(У)-1; ПК(У)-11

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.
<b>Раздел 1.</b> Общие сведения о химических реакторах	РД 2 РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	8
<b>Раздел 2.</b> Химические реакторы с идеальной и неидеальной структурой потоков в изотермическом режиме	РД 2 РД 3	Лекции	2
		Практические занятия	4
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	36
<b>Раздел 3.</b>	РД 2	Лекции	2

Теплоперенос в химических реакторах	РД 3	Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	-
		Самостоятельная работа	36
Раздел 4. Промышленные химические реакторы	РД 2	Лекции	2
		РД 3	Практические занятия
	Лабораторные занятия		-
	Самостоятельная работа		14

### Раздел 1. Общие сведения о химических реакторах

Моделирование химических реакторов и протекающих в них химических процессов. Структура математической модели химического реактора. Уравнение материального баланса для элементарного объема проточного химического реактора. Классификация химических реакторов и режимов их работы.

#### Темы лекций:

1. Структура математической модели химического реактора. Классификация химических реакторов и режимов их работы.

### Раздел 2. Химические реакторы с идеальной и неидеальной структурой потоков в изотермическом режиме

Реактор идеального смешения. Реактор идеального вытеснения. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения. Каскад реакторов идеального смешения. Причины отклонений от идеальности в проточных реакторах. Модели реакторов с неидеальной структурой потоков.

#### Темы лекций:

2. Реактор идеального смешения. Реактор идеального вытеснения. Сравнение эффективности проточных реакторов идеального смешения и идеального вытеснения. Каскад реакторов идеального смешения. Модели реакторов с неидеальной структурой потоков.

#### Темы практических занятий:

1. Расчеты изотермических процессов в химических реакторах.

### Раздел 3. Теплоперенос в химических реакторах

Уравнение теплового баланса. Тепловые режимы химических реакторов. Проточный реактор идеального смешения в изотермическом режиме. Периодический реактор идеального смешения в неизотермическом режиме. Реактор идеального вытеснения в неизотермическом режиме. Тепловая устойчивость химических реакторов. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленных реакторах.

#### Темы лекций:

3. Уравнение теплового баланса. Тепловые режимы химических реакторов. Проточный реактор идеального смешения в изотермическом режиме. Периодический реактор идеального смешения в неизотермическом режиме. Реактор идеального вытеснения в неизотермическом режиме. Тепловая устойчивость химических реакторов. Оптимальный температурный режим и способы его осуществления в промышленных реакторах.

#### Темы практических занятий:

1. Расчеты неизотермических процессов в химических реакторах.

### Раздел 4. Промышленные химические реакторы

Реакторы для гомогенных процессов. Реакторы для гетерогенных процессов с твердой фазой. Реакторы для газожидкостных процессов. Реакторы для гетерогенных

каталитических процессов.

#### **Темы лекций:**

4. Промышленные химические реакторы.

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

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

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной теме курса;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- подготовка к лабораторным, практическим и семинарским занятиям.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1 Учебно-методическое обеспечение**

##### **Основная литература:**

1. Общая химическая технология: учебное пособие / под ред. А. Г. Амелина. – Екатеринбург: АТП, 2015. – 400 с. – ISBN 5-6307-0462-4.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C326752>
2. Расчеты химико-технологических процессов / Под ред. И.П. Мухленова – М.: Альянс, 2015.– 248с. – ISBN 978-5-91872-079-0.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C293958>
3. Общая химическая технология. Основные концепции проектирования химико-технологических систем: учебник / И.М. Кузнецова [и др.]; под ред. Х.Э. Харлампида.– Санкт-Петербург: Лань, 2014.– 381 с. – ISBN 978-5-8114-1479-6.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C270750>  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C293958>
4. Швалев Юрий Борисович. Общая химическая технология. Промышленные химико-технологические процессы: учебное пособие / Ю.Б. Швалев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 192 с.  
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2011/m228.pdf>

##### **Дополнительная литература:**

1. Лабораторный практикум по общей химической технологии: учебное пособие / В.А. Аверьянов [и др.]; под ред. В. С. Бескова.– Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014.– 279 с. – ISBN 978-5-9963-1377-8  
[http://www.lib.tpu.ru/res\\_col.html](http://www.lib.tpu.ru/res_col.html)
2. В.С. Бесков. Общая химическая технология. – М.: Академкнига, 2006.– 452с. – ISBN 5-94628-149-6. [http://www.lib.tpu.ru/res\\_col.html](http://www.lib.tpu.ru/res_col.html)
3. Общая химическая технология в 2 т.: / под ред. И. П. Мухленова . – 5-е изд., стер. – М.: Альянс, 2009/ – Т. 1: Теоретические основы химической технологии.– 2009.– 256 с. – ISBN 978-5903034-78-9.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C185132>
4. Общая химическая технология в 2 т.: / под ред. И. П. Мухленова.– М.: Альянс, 2009 / – Т. 2: Важнейшие химические производства.– 2009.– 263 с. – ISBN 978-5-903034-79-6/  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C185146>

5. Кутепов, Алексей Митрофанович. Общая химическая технология: учебник для вузов / А.М. Кутепов, Т.И. Бондарева, М.Г. Беренгартен.– Москва: Академкнига, 2004. – 528 с. – ISBN 5-94628-079-1.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C98779>
6. Смирнов Николай Николаевич. Химические реакторы в примерах и задачах : учебное пособие / Н.Н. Смирнов, А.И. Волжинский, В.А. Плесовских.– СПб.: Химия, 1994.– 276 с.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C36620>
7. Игнатенков Владимир Иванович. Примеры и задачи по общей химической технологии: учебное пособие для вузов / В.И. Игнатенков, В.С. Бесков. – Москва: Академкнига, 2006. – 198 с. – ISBN 5-94628-148-8.  
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C105067>

## 6.2 Информационное и программное обеспечение

1. Электронный курс «Химические реакторы»: <https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1901>
2. Электронный курс «Катализ и технология катализаторов»: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=158>
3. Сайт электронных учебников и пособий по химии: <http://www.rushim.ru/books/books.htm>
4. Основные учебники, практикумы и справочники по химии: <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>
5. Электронная библиотека по химии <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/>
6. Химия в московском университете: <http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html>
7. Образовательный сервер ХимХелп - полный курс химии: [www.himhelp.ru/](http://www.himhelp.ru/)
8. Образовательные ресурсы Интернета по химии: [http://sc.adm-edu.spb.ru/vmk/Fiz\\_Mat/Him.pdf](http://sc.adm-edu.spb.ru/vmk/Fiz_Mat/Him.pdf)
9. Основы теоретической химии. Неорганическая химия: <http://bobyh.ru/lecture/himiya/>
11. Сайты ведущих российских компаний:  
[www.rosneft.ru](http://www.rosneft.ru)  
[www.lukoil.ru](http://www.lukoil.ru)  
[www.surgutneftegas.ru](http://www.surgutneftegas.ru)  
[www.slavneft.ru](http://www.slavneft.ru)  
[www.gazprom-neft.ru](http://www.gazprom-neft.ru)  
[www.russneft.ru](http://www.russneft.ru)
12. Сайты крупнейших зарубежных компаний:  
[www.uop.com](http://www.uop.com)  
[www.exxonmobil.com](http://www.exxonmobil.com)  
[www.axens.net](http://www.axens.net)  
[www.shell.com](http://www.shell.com)

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**): 7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkeIpad; Amazon Corretto JRE 8; Autodesk AutoCAD Mechanical 2015 Education; Autodesk Inventor Professional 2015 Education; Cisco Webex Meetings; Design Science MathType 6.9 Lite; Document Foundation LibreOffice; Far Manager; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; Oracle VirtualBox; PTC Mathcad 15 Academic Floating; PTC Mathcad Prime 6 Academic Floating; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Wolfram Mathematica 12 Academic Network; XnView Classic; Zoom Zoom

## 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 учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 43а, 211	Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, 003А	Вибрационная конусная мельница-дробилка ВКМД 6 - 1 шт.; Электромагнитный валковый сепаратор Механобр ЭВС-10/5 - 1 шт.; Калориметр К-77 - 1 шт.; Машина флотационная МЕХАНОБР 189ФЛ - 1 шт.; Насос дозирующий - 1 шт.; Комбинированная установка для исследования гидродинамических явлений - 1 шт.; Латр 2,5х10А - 1 шт.; Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, 103А	Вольтметр цифровой - 1 шт.; pH-метр Н-5123 - 1 шт.; Шкаф сушильно-стерилизационный - 1 шт.; Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 2 шт.; pH-метр - 1 шт.; Латр 2,5х10А - 1 шт.; Баня песочно-масляная ППО - 1 шт.; Мешалка магнитная ММ-5 - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест; Шкаф общелабораторный - 1 шт.; Стол-мойка - 1 шт.; Стол лабораторный - 2 шт.; Компьютер - 1 шт.; Принтер - 1 шт.
4.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс) 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43а, 127	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.; Шкаф для документов - 2 шт.; Тумба стационарная - 1 шт.; Тумба подкатная - 1 шт.; Стеллаж - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест; Компьютер - 16 шт.; Принтер - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 «Химическая технология»/ специализация «Технология нефтегазохимии и полимерных материалов» (приема 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

Должность		ФИО
Доцент		Швалев Ю.Б.

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М Кижнера (протокол от «27» июня 2018 г. № 9).

Заведующий кафедрой - руководитель  
научно-образовательного центра на правах кафедры,  
д.х.н., профессор

 Краснокутская Е.А./