

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИИЦНПТ

Яковлев А.Н.  
2020 г.

«26» 08

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

**Химические реакторы**

|                                                |                                                   |         |            |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------|------------|
| Направление подготовки                         | <b>18.03.01 Химическая технология</b>             |         |            |
| Образовательная программа                      | <b>Химический инжиниринг</b>                      |         |            |
| Специализация                                  | <b>«Машины и аппараты химических производств»</b> |         |            |
| Уровень образования                            | <b>высшее образование - бакалавриат</b>           |         |            |
| Курс                                           | <b>3</b>                                          | семестр | <b>7</b>   |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах) | <b>3</b>                                          |         |            |
| Виды учебной деятельности                      | Временной ресурс                                  |         |            |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч           | Лекции                                            |         | <b>8</b>   |
|                                                | Практические занятия                              |         | <b>6</b>   |
|                                                | Лабораторные занятия                              |         | <b>-</b>   |
|                                                | ВСЕГО                                             |         | <b>14</b>  |
| Самостоятельная работа, ч                      |                                                   |         | <b>94</b>  |
| ИТОГО, ч                                       |                                                   |         | <b>108</b> |

Вид промежуточной  
аттестации

|              |                                 |                                                                                    |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>зачет</b> | Обеспечивающее<br>подразделение | <b>Научно-образовательный<br/>центр на правах<br/>кафедры. НОЦ Н.М<br/>Кижнера</b> |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Заведующий кафедрой -  
руководитель научно-образовательного центра на  
правах кафедры  
Руководители ООП  
Преподаватель

|                                                                                      |                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|   | Краснокутская<br>Е.А. |
|  | Горлушко Д.А.         |
|  | Швалев Ю.Б.           |

2020г.

## 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         | Способен и готов осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции | ПК(У)-1<br>3 1                    | Способы регулирования технологических параметров работы химического реактора, влияние их изменения на технологический режим химического процесса                                          |
|                 |                                                                                                                                                                                                               | ПК(У)-1<br>У 1                    | Определять оптимальный технологический режим работы химического реактора, рассчитывать оптимальные параметры работы химического реактора и всего химико-технологического процесса в целом |
|                 |                                                                                                                                                                                                               | ПК(У)-1<br>В 1                    | Опытом создания оптимального технологического режима работы химического реактора и всего процесса в целом                                                                                 |
| ПК(У)-11        | Способность выявлять и устранять отклонения от режимов работы технологического оборудования и параметров технологического процесса                                                                            | ПК(У)-11<br>3 1                   | Методы оценки эффективности работы химического реактора и всего химико-технологического процесса в целом                                                                                  |
|                 |                                                                                                                                                                                                               | ПК(У)-11<br>У 1                   | Рассчитывать и анализировать процессы в химических реакторах                                                                                                                              |
|                 |                                                                                                                                                                                                               | ПК(У)-11<br>В 1                   | Навыками расчета и определения оптимальных технологических параметров 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;<br>ПК(У)-11 |
| РД-3                                          | Самостоятельно выполнять анализ и расчет процессов в химических реакторах; производить выбор реактора | ПК(У)-1;<br>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><br>Общие сведения о химических реакторах                                                    | РД 2<br>РД 3                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                              |                                              | Практические занятия      | -                 |
|                                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 8                 |
| <b>Раздел 2.</b><br>Химические реакторы с идеальной и неидеальной структурой потоков в изотермическом режиме | РД 2<br>РД 3                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                              |                                              | Практические занятия      | 4                 |
|                                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 36                |
| <b>Раздел 3.</b><br>Теплоперенос в химических реакторах                                                      | РД 2<br>РД 3                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                              |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                              |                                              | Лабораторные занятия      | -                 |
|                                                                                                              |                                              | Самостоятельная работа    | 36                |
| <b>Раздел 4.</b><br>Промышленные химические реакторы                                                         | РД 2<br>РД 3                                 | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                              |                                              | 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.

|                                                      |
|------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 3. Теплоперенос в химических реакторах</b> |
|------------------------------------------------------|

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.

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| <b>Раздел 4. Промышленные химические реакторы</b> |
|---------------------------------------------------|

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. Харлампиди.– 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://bobysh.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)

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

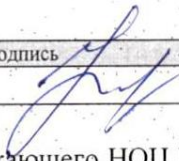
В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                             | Наименование оборудования                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634050, Томская область, г. | Доска аудиторная поворотная - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 28 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.;<br>Проектор - 1 шт<br>Вибрационная конусная мельница-дробилка ВКМД 6;<br>Комбинированная установка для исследования гидродинамических явлений;<br>Машина флотационная МЕХАНОБР 189ФЛ; |

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Томск, Ленина проспект, д.43, учебный корпус №2, аудитория 003-А                                                                                                                                                                                                | Насос дозирующий;<br>Электромагнитный валковый сепаратор Механобр ЭВС-10/5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43, учебный корпус №2, аудитория 103-А | Комплект учебной мебели на 12 посадочных мест;<br>Шкаф общелабораторный - 1 шт.;<br>Стол-мойка - 1 шт.;<br>Стол лабораторный - 2 шт.<br>Комплект оборудования для проведения лабораторных работ:<br>Шкаф сушильно-стерилизационный - 1 шт.;<br>Весы лабораторные ВЛТЭ-150г с гирей калибровочной 100 F1 - 2 шт.;<br>ЛАТР 2,5х10А - 1 шт.;<br>Мешалка магнитная ММ-5 - 1 шт.;<br>РН-метр - 1 шт.;РН-метр Н-5123 - 1 шт.;<br>Баня песочно-масляная ППО - 1 шт.;<br>Вольтметр |
| 3. | Компьютерный класс<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д.43а, учебный корпус №2, аудитория 127                                                                                                                                               | Доска аудиторная поворотная - 1 шт.;<br>Компьютер - 16 шт.;<br>Принтер - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 17 посадочных мест                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

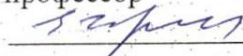
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 18.03.01 Химическая технология (приема 2018 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

| Должность | Подпись                                                                             | ФИО         |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Доцент    |  | Швалев Ю.Б. |

Программа одобрена на заседании выпускающего НОЦ Н.М. Кижнера (протокол № № 8/1 от 18.06.2018 г.).

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

 /Краснокутская Е.А./

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год              | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                               | Обсуждено на заседании<br>НОЦ Н.М Кижнера<br>(протокол) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 2018/2019<br>учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | № 4 от 26.06.2019                                       |
| 2019/2020<br>учебный год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | № 5/1 от 01.09.2020                                     |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |
|                          |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |