

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
Кафедра металлургии цветных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ И.В. Зоря  
подпись  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

«Химические реакторы»  
наименование учебной дисциплины

18.03.01 Химическая технология  
код и наименование направления подготовки (специальности)

Химическая технология неорганических веществ  
наименование направленности (профиля)

Квалификация выпускника  
бакалавр  
наименование

Форма обучения  
очная  
очная, очно-заочная, заочная

Срок обучения 4 года

Год начала подготовки 2019

Новокузнецк  
2019

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является:

– изучение основных реакционных процессов и реакторов химической технологии.

Задачами учебной дисциплины являются:

- ознакомить обучающихся с расчетом технологических параметров для заданного процесса и выбором типа химического реактора.

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам базовой части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- «Физическая химия»,
- «Коллоидная химия»,
- «Материаловедение»,
- «Техническая термодинамика и теплотехника».

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- «Химическая технология неорганических веществ»,
- «Процессы и аппараты химической технологии»,
- «Теоретические основы электротермических производств»,
- «Организация научных исследований»,
- «Общая химическая технология».

## 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **общепрофессиональные компетенции:**

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ОПК-5. Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией	Знать: основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; Уметь: использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; Владеть: навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

– **профессиональные компетенции:**

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-9. Способностью анализировать техническую документацию	Знать: технологические критерии эффективности химико-технологического процесса: степень превращения (конверсия), выход

ментацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	продукта, селективность, производительность, интенсивность; и его технико-экономические показатели; Уметь: анализировать техническую документацию, произвести выбор типа реактора и расчет технологических параметров для заданного процесса, определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе; Владеть: Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования.
---	---

#### 4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с преподавателем включает в себя лабораторные работы групповые консультации и индивидуальную работу обучающихся с преподавателем, промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем. Контактная работа обучающихся с преподавателем может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Рабочей программой дисциплины предусмотрено проведение лекций, практических занятий (семинаров), руководство курсовым проектированием. Особое место в овладении учебной дисциплины отводится самостоятельной работе, позволяющей получить максимальное представление о данной учебной дисциплине.

#### Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>5 сем.</b>
Форма промежуточной аттестации			<i>Экз КП</i>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>252</b>	<b>252</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>7</b>	<b>7</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>54</b>	54
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>72</b>	72
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>54</b>	54

#### Содержание учебной дисциплины

**Раздел 1.** Общие закономерности химических процессов, протекающих в химических реакторах.

Тема 1.1 Понятие о химическом реакторе.

Нахождение уровня химического процесса и химического реактора в иерархической структуре химического производства. Качественные и

количественные критерии оценки эффективности химического процесса, протекающего в аппарате.

Тема 1.2 Гомогенные химические процессы.

Кинетические и термодинамические закономерности химических процессов. Влияние условий проведения процесса на степень превращения сырья, выход продукта. Пути и способы интенсификации гомогенных процессов. Понятие оптимальных температур для обратимых и необратимых химических процессов. Оборудование для проведения гомогенных процессов.

Тема 1.3 Гетерогенные химические процессы.

Понятие, основные особенности и стадии гетерогенного процесса. Наблюдаемая скорость химического превращения. Влияние внешних условий протекания процесса на наблюдаемую скорость превращения. Лимитирующая стадия и способы ее определения. Области протекания гетерогенных процессов.

Тема 1.4 Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-твердое тело».

Кинетические модели. Математическое описание. Уравнения для определения наблюдаемой скорости превращения. Пути интенсификации процесса. Типы реакторов для проведения процессов в системе «газ-твердое тело».

Тема 1.5 Гетерогенный некаталитический процесс в системе «газ-жидкость».

Кинетические модели. Математическое описание. Уравнения для определения наблюдаемой скорости превращения. Пути интенсификации процесса. Типы реакторов для проведения процессов в системе «газ-жидкость».

Тема 1.6 Каталитические процессы.

Сущность, назначение катализа. Виды катализа. Гомогенный катализ и его особенности.

Тема 1.7 Гетерогенный катализ на твердом катализаторе.

Механизм, стадии и области протекания гетерогенного каталитического процесса. Пути интенсификации гетерогенно-каталитических процессов. Основные технологические показатели и требования, предъявляемые к промышленным катализаторам. Состав и способы изготовления контактных масс. Типы реакторов для проведения гетерогенно-каталитических процессов.

**Раздел 2.** Химические реакторы.

Тема 2.1 Классификация реакторов.

Требования, предъявляемые к химическому реактору. Математическое моделирование химических реакторов.

Тема 2.2 Построение математических моделей химических реакторов с идеальной гидродинамикой потоков, работающих в изотермическом режиме.

Тема 2.3 Материальный баланс реакторов в зависимости от стационарности процесса и гидродинамики потока: реактора идеального смешения непрерывного действия, реактора идеального смешения периодического действия и реактора идеального вытеснения.

Тема 2.4 Каскад реакторов идеального смешения непрерывного действия: характеристика, назначение, уравнение материального баланса.

Методики расчета объема реакторов непрерывного и периодического действия. Учет изменения объема реакционной массы при расчете реакторов. Сравнение эффективности работы реакторов, описываемых различными моделями.

Тема 2.5 Неизотермические процессы в химических реакторах.

Классификация процессов в реакторах по тепловому режиму. Математическое описание процессов в реакторах смешения и вытеснения с различными тепловыми режимами работы.

Тема 2.6 Понятие тепловой устойчивости работы химического реактора.

Способы повышения степени превращения реагентов в случае проведения реакции в адиабатическом РИС-н. Способы поддержания оптимального температурного режима в случае протекания обратимой экзотермической реакции.

Тема 2.7 Реальные химические реакторы.

Причины отклонения от идеальности. Модели реальных реакторов. Функции распределения времени пребывания в проточных реакторах.

## 5 Перечень тем лекций

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лекций	Трудо- емкость, <i>академ. час.</i>
1	Общие закономерности химических процессов, протекающих в химических реакторах.	18
2	Химические реакторы.	18
<b>ИТОГО</b>		<b>36</b>

## 6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела дисциплины	Наименование тем практических занятий (семинаров)	Трудо- емкость (час.)
-------------------------	---	-----------------------------

№ раздела дисциплины	Наименование тем практических занятий (семинаров)	Трудоёмкость (час.)
1	Расчет равновесных и кинетических параметров процессов	2
1	Стехиометрические расчеты состава сырья	2
1	Расчет основных показателей ХТС	4
1	Расчёт химических реакторов, работающих в изотермических условиях	4
1	Расчёт химических реакторов, работающих в различных тепловых режимах	4
1	Расчёт химических реакторов с учётом влияния температуры при различных тепловых режимах	4
2	Расчет материальных балансов	2
2	Энергетические (тепловые) балансы	2
2	Теплообмен в химических реакторах. Тепловой баланс химических реакторов. Расчёт реакторов для адиабатического, изотермического и политропического режима	4
2	Проведение сложных (параллельных и последовательных) реакций в реакторах разного типа. Расчёт их основных технологических критериев	4
2	Сравнение и выбор типа реактора	4
<b>Итого</b>		<b>36</b>

### 7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела/ темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоёмкость, <i>академ. час.</i>
<b>ИТОГО</b>		<b>0</b>

### 8 Перечень тем курсовых проектов

№ раздела дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоёмкость, <i>академ. час.</i>
<b>ИТОГО</b>		

№ раздела дисциплины	Наименование курсового проекта	Трудоёмкость (час.)
2	Расчет характеристик плазмохимического реактора	54
<b>Итого</b>		<b>54</b>

### 9 Виды самостоятельной работы

№ раздела/ темы дисциплины	Вид самостоятельной работы	Трудо- емкость, академ. час.
1,2	1 Изучение лекционного материала.	36
1,2	2 Подготовка к практическому занятию, оформление отчета о практической работе.	27
1,2	5 Подготовка к текущему контролю.	9
Курсовой проект	Выполнение курсового проекта.	54
Контроль	Подготовка к экзамену.	54
<b>ИТОГО</b>		<b>180</b>

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

### а) основная литература

1 Технология плазмометаллургического производства наноматериалов : учеб. пособие : В 2 т. / Г.В. Галевский, Т.В. Киселёва, О.А. Полях, В.В. Руднева. – Т. 1. Основы проектирования плазмометаллургических реакторов и процессов. – М. : Флинта : Наука, 2008. – 228 с.

2 Кондауров, Б.П. Общая химическая технология : учебное пособие для вузов. – М. : Academia, 2005. – 333 с. : ил. – (Высшее профессиональное образование).

3 Касаткин, А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник для вузов / А.Г. Касаткин. – 9-е изд., испр. – М. : Химия, 1973. – 750 с. : ил.

### б) дополнительная литература

1. Известия вузов. Черная металлургия : научно-технический журнал / учредители: НИТУ «МИСиС», Сибирский государственный индустриальный университет. – Москва : МИСиС, 1958-2017.

2. Руднева, В. В. Наноматериалы и нанотехнологии в производстве карбида кремния : монография : в 3 т. Том дополнительный : Плазменный синтез и компактирование нанокарбида кремния / В.В. Руднева, Е.К. Юркова ; под ред. Г.В. Галевского ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2011. – 240 с. : ил. – Библиогр.: с. 155-172. – URL : <http://library.sibsiu.ru>.

3. Ноздрин, И. В. Плазмометаллургические технологии в производстве боридов и карбидов хрома : монография. Ч. 1. Плазменный синтез карбида хрома / И. В. Ноздрин, Л. С. Ширяева ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2013. – URL : <http://library.sibsiu.ru>.

### в) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 – ]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>.

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 – ]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3 Университетская библиотека ONLINE : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система / ООО «ЭБС ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 – ]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 ЭБС ЮРАЙТ : электронно-библиотечная система / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://www.biblio-online.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

7 Электронно-библиотечная система elibrary / ООО «РУНЭБ». – Москва, [200 – ]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке.

8 Университетская информационная система РОССИЯ : электронная библиотека / НИВЦ МГУ им. М.В. Ломоносова. – Москва, [200 – ]. – URL: <http://uisrussia.msu.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей.

**г) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:** ABBYY FineReader 11, Kaspersky Endpoint Security, AutoCAD 2013, «Программное обеспечение «Руконтекст», 7-Zip, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2007, ProjectLibre 1.6, Microsoft Windows 7.

**д) базы данных и информационно-справочные системы:**

1 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

3 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 – ]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

## **9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины**

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные

оборудованием и техническими средствами обучения, в том числе: учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа (лекций), оборудованную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором; учебную аудиторию для проведения курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Составители:

к.т.н., доцент кафедры МЦМиХТ

О.А. Полях

преподаватель кафедры МЦМиХТ

А.К. Гарбузова

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры МЦМиХТ, протокол № 328 от «18» марта 2019 г.

Зав. кафедрой МЦМиХТ  
д.т.н., профессор

Г.В. Галевский

Согласовано:

Старший методист  
методического отдела

---

инициалы, фамилия

**Аннотация  
рабочей программы дисциплины  
«Химические реакторы»  
по направлению подготовки  
18.03.01 Химическая технология  
направленность (профиль) подготовки «Химическая технология  
неорганических веществ»  
форма обучения – очная**

**1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины**

Целью учебной дисциплины является:

– изучение основных реакционных процессов и реакторов химической технологии.

Задачами учебной дисциплины являются:

- ознакомить обучающихся с расчетом технологических параметров для заданного процесса и выбором типа химического реактора.

**2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)**

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам базовой части **Блока 1. Дисциплины (модули)** ООП по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- «Физическая химия»,
- «Коллоидная химия»,
- «Материаловедение»,
- «Техническая термодинамика и теплотехника».

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

- «Химическая технология неорганических веществ»,
- «Процессы и аппараты химической технологии»,
- «Теоретические основы электротермических производств»,
- «Организация научных исследований»,
- «Общая химическая технология».

**3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине**

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– **обще профессиональные компетенции:**

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ОПК-5. Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией;	Знать: основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации; Уметь: использовать основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, навыки работы с компьютером как средством управления информацией; Владеть: навыками работы с компьютером как средством управления информацией

ством управления информацией	информацией.
------------------------------	--------------

### – профессиональные компетенции:

Код и наименование ПК	Планируемые результаты обучения
ПК-9. Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования	<p>Знать: технологические критерии эффективности химико-технологического процесса: степень превращения (конверсия), выход продукта, селективность, производительность, интенсивность; и его технико-экономические показатели;</p> <p>Уметь: анализировать техническую документацию, произвести выбор типа реактора и расчет технологических параметров для заданного процесса, определить параметры наилучшей организации процесса в химическом реакторе;</p> <p>Владеть: Способностью анализировать техническую документацию, подбирать оборудование, готовить заявки на приобретение и ремонт оборудования.</p>

### 4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		<b>ИТОГО</b>	<b>5 сем.</b>
Форма промежуточной аттестации			<b>Экз КП</b>
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	<b>252</b>	<b>252</b>
	<i>зачетных единиц</i>	<b>7</b>	<b>7</b>
Лекции, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0
Практические работы, <i>академ. час.</i>		<b>36</b>	36
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		<b>54</b>	54
Консультации, <i>академ. час.</i>		<b>0</b>	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		<b>72</b>	72
Контроль, <i>академ. час.</i>		<b>54</b>	54

### 5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы): Общие закономерности химических процессов, протекающих в химических реакторах; Химические реакторы.

### 6 Составители:

к.т.н., доцент кафедры МЦМиХТ  
преподаватель кафедры МЦМиХТ

О.А. Полях  
А.К. Гарбузова