

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»

**СОГЛАСОВАНО**

Директор ИнБиоХим  
Лазуткина

Ю.С.

## **Рабочая программа дисциплины**

Код и наименование дисциплины: **Б1.В.ДВ.7.1 «Гетерогенный катализ и каталитические системы»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.03.01**

**Химическая технология**

Направленность (профиль, специализация): **Технология химических производств**

Статус дисциплины: **дисциплины (модули) по выбору**

Форма обучения: **очная**

<b>Статус</b>	<b>Должность</b>	<b>И.О. Фамилия</b>
Разработал	доцент	М.П. Чернов
Согласовал	Зав. кафедрой «ХТ»	В.В. Коньшин
	руководитель направленности (профиля) программы	А.М. Маноха

г. Барнаул

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции из УП и этап её формирования	Содержание компетенции	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-3	готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	строение вещества, природу химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма каталитических химических процессов и пути их протекания	выполнять основные химические операции, определять термодинамические характеристики и энергетику каталитических процессов	методами определения возможности протекания химических превращений в различных условиях в том числе в каталитических процессах
ПК-10	способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа	методы исследований аналитической химии и материаловедения для определения физических и химических характеристик катализаторов, способы стандартизации и сертификации катализаторов	использовать методики анализа сырья и готовой продукции для определения физических характеристик катализаторов	
ПК-4	способностью принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом экологических последствий их применения	порядок проведения стандартных сертификационных испытаний согласно нормативной технической документации в производстве катализаторов	подготовить стандартное оборудование к работе, проводить стандартные и сертификационные испытания материалов и изделий, важнейших каталитических процессов	стандартными и сертификационными методами решения практических задач при использовании гетерогенного катализа в технологическом процессе

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины.	Общая и неорганическая химия, Общая химическая технология, Процессы и аппараты химической технологии, Физическая химия
Дисциплины (практики), для	Технология минеральных солей и удобрений,

которых результаты освоения данной дисциплины будут необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения.	Технология основного неорганического синтеза, Технология связанного азота, Технология серы и серной кислоты
--	---

**3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося**

Общий объем дисциплины в з.е. /час: 2 / 72

Форма промежуточной аттестации: Зачет

Форма обучения	Виды занятий, их трудоемкость (час.)				Объем контактной работы обучающегося с преподавателем (час)
	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа	
очная	17	0	17	38	40

**4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Форма обучения: очная**

**Семестр: 5**

**Лекционные занятия (17ч.)**

**1. Модуль 1**

**Теоретические основы катализа, основанные на знаниях о строении вещества, природе химической связи. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (4ч.)[2,3]** Тема 1 Вводная лекция.

1.1 Роль каталитических процессов в насыщении рынка товарами химической промышленности.

1.2 Экологические проблемы и разработка новых катализаторов.

1.3 Основные понятия и определения в катализе.

1.4 Термодинамика и энергетика каталитических процессов. Пути протекания процессов.

1.5 Классификация и выбор катализаторов. Промышленные гетерогенные катализаторы.

Тема 2 Адсорбция.

2.1 Характеристика типов адсорбции.

2.2 Изотермы физической адсорбции. Теплота адсорбции

Тема 3 Уравнения адсорбционных изотерм.

3.1 Изотерма Ленгмюра.

3.2 Изотерма Фрейдлиха.

3.3 Изотерма Темкина.

3.4 Хемосорбция

## **2. Модуль 2**

**Кинетика каталитических реакций. Механизм химических каталитических процессов, протекающих в окружающем мире.(2ч.)[2,3]** Тема 4 Скорости и кинетические модели каталитических реакций.

4.1 Эмпирические корреляция.

4.2 Формальные кинетические модели.

4.3 Ограничения кинетических моделей и некоторые примеры их применения.

4.4 Отравление и индукционный период.

4.5 Компенсация. Ложная компенсация.

4.6 Реагирующие смеси.

**3. Модуль 3 Методы получения и производство катализаторов. Технические решения при разработке технологических процессов получения катализаторов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (2ч.)[2,3]** Тема 5 Методы получения и производство катализаторов.

5.1 Основные методы получения катализаторов.

5.2 Метод осаждения.

5.3 Метод пропитки.

5.4 Специальные методы приготовления катализаторов.

5.5 Носители для катализаторов. Промоторы

## **4. Модуль 4**

**Определение физических характеристик катализаторов. Анализ сырья для производства катализаторов, материалов и готовой продукции, оценка результатов анализа.(4ч.)[2,3]** Тема 6 Определение физических характеристик катали-заторов.

6.1 Измерение удельной поверхности. Объем пор. Распределение пор по размерам.

6.2 Механические свойства

6.3 Инструментальные методы определения физических характеристик катализаторов.

Тема 7 Нанесенные металлические катализаторы.

7.1 Активность металлов.

7.2 Дисперсность металлов.

7.3 Катализ и спекание.

7.4 Коксообразование.

7.5 Отравление металлических катализаторов.

Тема 8 Кислотные и цеолитные катализаторы.

8.1 Принципы появления кислотности.

8.2 Сила кислотных центров.

8.3 Корреляция между кислотностью и каталитической активностью.

8.4 Цеолиты. Молекулярно-ситовой катализ.

## **5. Модуль 5**

**Важнейшие каталитические процессы. Технические решения при разработке технологических процессов с использованием катализаторов. {лекция с разбором конкретных ситуаций} (5ч.)[2,3,5,6,7]** Тема 9 Каталитическое окисление.

9.1 Окислительно-восстановительный механизм.

9.2 Получение серной кислоты.

9.3 Окисление аммиака.

9.4 Очистка выхлопных газов.

9.5 Катализаторы для удаления оксидов азота.

9.6 Каталитическое горение.

Тема 10 Получение и переработка синтез-газа и связанные с ним процессы.

10.1 Конверсия с паром.

10.1 Синтез Фишера-Тропша.

10.2 Конверсия монооксида углерода с водяным паром

10.3 Синтез метанола.

10.4 Синтез аммиака.

10.5 Метанирование.

### **Практические занятия (17ч.)**

**1. Практическое занятие 1.(2ч.)[1,4]** Тема 1 Особенности расчёта каталитических процессов и каталитических реакторов

**2. Практическое занятие 2.(2ч.)[1,4]** Тема 2 Определение кинетического уравнения и расчёт константы скорости для каталитических реакций

**3. Практическое занятие 3. {работа в малых группах} (2ч.)[1,4]** Тема 3 Расчёт производительности катализатора.

**4. Практические занятия 4, 5.(4ч.)[1,4]** а) Контрольный опрос № 1.

б) Тема 4 Расчёт объёма катализатора для различных химико-технологических процессов

**5. Практические занятия 6, 7.(4ч.)[1,4]** Тема 5 Расчёт размеров реакторов для проведения каталитических процессов.

а) Контрольный опрос № 2.

б) Продолжение темы 5.

**6. Практические занятия 8, 9.(3ч.)[1,4]** Тема 6 Расчёт каталитических процессов в кипящем слое

### **Самостоятельная работа (38ч.)**

**1. Проработка теоретического лекционного материала.(8,5ч.)[2,3,5,6,7]**

**2. Подготовка к практическим занятиям.(8,5ч.)[1,4]**

**3. Подготовка к контрольным опросам.(2ч.)[2,3]**

#### **4. Подготовка к зачёту.(19ч.)[2,3]**

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для каждого обучающегося обеспечен индивидуальный неограниченный доступ к электронно-библиотечным системам: Лань, Университетская библиотека он-лайн, электронной библиотеке АлтГТУ и к электронной информационно-образовательной среде:

1. Свит Т.Ф. Технологическое оборудование химических производств: Учебное пособие / Т.Ф. Свит, В.В. Зацепин; – Электрон. дан. – Барнаул: АлтГТУ, 2015. – Режим доступа: <http://elib.altstu.ru/eum/download/tnv/Svit-Zac-texobor.pdf>.

#### **6. Перечень учебной литературы**

##### **6.1. Основная литература**

2. Сибаров, Д.А. Катализ, каталитические процессы и реакторы [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д.А. Сибаров, Д.А. Смирнова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 200 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/102250>. — Загл. с экрана.

3. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов [Электронный ресурс] : [учебник для вузов по химико-технологическим направлениям подготовки специалистов] / И. М. Кузнецова [и др.] ; под ред. Х. Э. Харлампици. - 2-е изд., перераб. - Электрон. текстовые дан. - Москва [и др.] : Лань, 2013. - 448 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=37357](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=37357)

##### **6.2. Дополнительная литература**

4. Расчеты химико-технологических процессов. Учебное пособие для вузов/ Туболкин А.Ф., Тумаркина Е.С., Тарат Э.Я. и др.; Под редакцией И.П. Мухленова - изд. 2-е - Л.: Химия, 1982. - 245 с.- 26 экз.

#### **7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

5. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>

6. Сайт о химии для химиков <http://www.ximik.ru>

7. Химический сервер <http://www.Himhelp.ru>

#### **8. Фонд оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Содержание промежуточной аттестации раскрывается в комплекте контролирующих материалов, предназначенных для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, которые хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном виде и в ЭИОС.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) по дисциплине представлен в приложении А.

## **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для успешного освоения дисциплины используются ресурсы электронной информационно-образовательной среды, образовательные интернет-порталы, глобальная компьютерная сеть Интернет. В процессе изучения дисциплины происходит интерактивное взаимодействие обучающегося с преподавателем через личный кабинет студента.

<b>№пп</b>	<b>Используемое программное обеспечение</b>
1	LibreOffice
2	Windows
3	Антивирус Kaspersky

<b>№пп</b>	<b>Используемые профессиональные базы данных и информационные справочные системы</b>
1	Бесплатная электронная библиотека онлайн "Единое окно к образовательным ресурсам" для студентов и преподавателей; каталог ссылок на образовательные интернет-ресурсы ( <a href="http://Window.edu.ru">http://Window.edu.ru</a> )
2	Национальная электронная библиотека (НЭБ) — свободный доступ читателей к фондам российских библиотек. Содержит коллекции оцифрованных документов (как открытого доступа, так и ограниченных авторским правом), а также каталог изданий, хранящихся в библиотеках России. ( <a href="http://нэб.рф/">http://нэб.рф/</a> )

## **10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа
учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа
учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций
учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации
помещения для самостоятельной работы

Материально-техническое обеспечение и организация образовательного процесса по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с «Положением об обучении инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья».