

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.1.1 «Современные проблемы гетерогенного катализа»**

Код и наименование направления подготовки (специальности): **18.06.01**

Химическая технология

Направленность (профиль, специализация): **Технология неорганических веществ**

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

Форма обучения: **очная**

| Статус | Должность | И.О. Фамилия |
|---------------|---|---------------------|
| Разработал | доцент | М.П. Чернов |
| Согласовал | Зав. кафедрой «ХТ» | В.В. Коньшин |
| | руководитель направленности (профиля) программы | М.П. Чернов |

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-1 | способностью и готовностью к организации и проведению фундаментальных и прикладных научных исследований в области химических технологий | научные системы и методы проектирования технологических процессов и режимов химических производств с использованием гетерогенного катализа | 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 |
| ОПК-2 | владением культурой научного исследования в области химических технологий, в том числе с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий | основы новейших информационно-коммуникационных технологий и их применение в научных исследованиях в области гетерогенного катализа | обобщать полученные результаты научного исследования в области гетерогенного катализа | методическими приёмами по выбору эффективных методов запланированных научных исследований в области гетерогенного катализа; информационно-коммуникационными технологиями, культурой использования результатов чужих работ при обсуждении научных положений |
| ОПК-3 | способностью и готовностью к анализу, обобщению и публичному представлению результатов выполненных научных исследований | методологию анализа и обобщения и публичного представления результатов научных исследований в области гетерогенного катализа; основные принципы представления результатов собственных научных исследований в химической технологии и технологии неорганических веществ, в соответствии с | формулировать цель и задачи научного исследования, определять научную новизну и практическую значимость результатов научных исследований а гетерогенного катализа; обобщать полученные результаты на области возможного применения полученных результатов. | методами поиска научной информации по теме научных исследований в области гетерогенного катализа |

| Код компетенции из УП и этап её формирования | Содержание компетенции | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--|--|---|--|--|
| | | знать | уметь | владеть |
| | | критериями достоверности и обоснованности | | |
| ОПК-4 | способностью и готовностью к разработке новых методов исследования и их применение в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области химической технологии с учетом правил соблюдения авторских прав | научные системы и методы проектирования исследований в области химической технологии, основные правила соблюдения авторских прав | выполнять сравнительный анализ предлагаемых научных разработок и новых методов исследования в области гетерогенного катализа | способностями к творческому решению нестандартных задач в области химической технологии и гетерогенного катализа |
| ОПК-5 | способностью и готовностью к использованию лабораторной и инструментальной базы для получения научных данных | организационные и технические стороны исследовательской работы в области гетерогенного катализа, особенности исследовательской аппаратуры | планировать эксперимент в области химической технологии неорганических веществ с использованием полученных знаний о гетерогенном катализе | навыками работы с агрессивными веществами и технологическим оборудованием для исследований в области гетерогенного катализа |
| ПК-1 | способность и готовность к разработке новых производственных процессов получения неорганических продуктов: соли, минеральные удобрения, высококистые неорганические продукты, катализаторы, сорбенты, неорганические препараты | технологические процессы изменения состава, состояния, свойств, сырья, материала в производстве катализаторов | выбирать технологические процессы (химические, физические, механические) для изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материалов в производстве катализаторов | новыми технологическими процессами изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материала в производстве катализаторов |
| ПК-2 | способность и готовность к разработке новых технологических процессов (химических, физических и механических) изменения состава, состояния, свойств, формы сырья, материала в производстве неорганических продуктов | основные законы химической кинетики применительно к гетерогенно-каталитическим процессам, основные типы гетерогенных катализаторов, применяющихся в технологии неорганических веществ | 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-3 | готовность к разработке способов и процессов защиты окружающей | способы и процессы защиты окружающей | производить выбор катализаторов для | способами и процессами защиты |

| Код компетенции из УП и этап её формирования | Содержание компетенции | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| | среды от выбросов производств неорганических продуктов, утилизация и обезвреживание неорганических производственных отходов | среды от выбросов производств неорганических продуктов с использованием катализаторов | способов и процессов защиты окружающей среды от выбросов производств неорганических продуктов | окружающей среды от выбросов производств неорганических продуктов, утилизации и обезвреживания неорганических производственных отходов с использованием катализаторов |
| ПК-4 | готовность к преподавательской деятельности в области профессиональных дисциплин по профилю "Технология неорганических веществ" | содержание понятий компетентность, критерии и показатели сформированности компенсаций | организовывать самостоятельную деятельность студентов с позиций компетентного подхода; -проектировать учебную дисциплину "Современные проблемы гетерогенного катализа" - разрабатывать эффективные формы, методы и технологии обучения, способствующие формированию необходимых компетенций при изучении дисциплины "Современные проблемы гетерогенного катализа" | компетентным подходом к оценке и обеспечению качества обучения по дисциплине "Современные проблемы гетерогенного катализа" |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| | |
|---|---------------------------------------|
| Дисциплины (практики), предшествующие изучению дисциплины, результаты освоения которых необходимы для освоения данной дисциплины. | Технология неорганических веществ |
| Дисциплины (практики), для которых результаты освоения данной дисциплины будут | Научно-исследовательская деятельность |

| | |
|--|--|
| необходимы, как входные знания, умения и владения для их изучения. | |
|--|--|

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: 4 / 144

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 | 0 | 0 | 18 | 126 | 18 |

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

Форма обучения: очная

Семестр: 6

Практические занятия (18ч.)

- 1. Практическое занятие(2ч.)[1,4]** Тема 1. Особенности расчёта каталитических процессов и каталитических реакторов
- 2. Практическое занятие(2ч.)[1,4]** Тема 2. Определение кинетического уравнения и расчёт константы скорости для каталитических реакций
- 3. Практическое занятие {дискуссия} (2ч.)[1,4]** Тема 3. Расчёт производительности катализатора.
- 4. Практические занятия(4ч.)[1,4]** Тема 4. Расчёт объёма катализатора для различных химико-технологических процессов
- 5. Практические занятия(4ч.)[1,4]** Тема 5. Расчёт размеров реакторов для проведения каталитических процессов.
- 6. Практические занятия(4ч.)[1,4]** Тема 6. Расчёт каталитических процессов в кипящем слое

Самостоятельная работа (126ч.)

- 1. Модуль 1 Теоретические основы катализа, основанные на знаниях о строении вещества, природе химической связи.(16ч.)[2,3,5]** Тема 1. Основные

понятия в теории катализа.

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 Фрейндлиха. 3.3 Изотерма Темкина. 3.4 Хемосорбции

2. Модуль 2 Кинетика каталитических реакций. Механизм химических каталитических процессов, протекающих в окружающем мире.(16ч.)[2,3,5]

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.(16ч.)[2,3,5] 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.(16ч.)[2,3,5] 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 . Важнейшие каталитические процессы. Технические решения при разработке технологических процессов с использованием катализаторов.(17ч.)[2,3,5] 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.

6. Подготовка к практическим занятиям.(9ч.)[1,4]

7. Подготовка к экзамену(36ч.)[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. – URL:<http://elib.altstu.ru/eum/download/tnv/Svit-Zac-texobor.pdf> (дата обращения 07.12.2020). - Режим доступа: Электронная библиотечная система АлтГТУ

6. Перечень учебной литературы

6.1. Основная литература

2. Сибаров, Д. А. Катализ, каталитические процессы и реакторы : учебное пособие / Д. А. Сибаров, Д. А. Смирнова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-2158-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102250> (дата обращения: 10.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Харлампи, Х. Э. Общая химическая технология. Методология проектирования химико-технологических процессов : учебник / Х. Э. Харлампи. — 2-е изд., перераб. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1478-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/37357> (дата обращения: 10.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6.2. Дополнительная литература

4. Аветисов, А. К. Прикладной катализ : учебник / А. К. Аветисов, Л. Г. Брук ; под редакцией О. Н. Темкина. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-3854-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/126902> (дата

обращения: 16.12.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

5. Портал фундаментального химического образования: сайт/ChemNet Россия. - Москваб Химический факультет МГУ, 1994. - URL: <http://www.chem.msu.ru> (дата обращения 07.12.2020)

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.

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

| Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы |
|--|
| 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».