

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП

 Ю.А. Очередко
«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой фундаментальной
и прикладной химии

 Л.А. Джигола
«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технологии производства катализаторов»

Составитель

**Очередко Ю.А., доцент, к.т.н.,
доцент кафедры ХМ
Джигола Л.А., доцент, к.х.н.,
завкафедрой ХМ**

Согласовано с работодателями:

**Фидурова С.Н., заместитель начальника отдела
физико-химических исследований
ИТЦ «Газпром добыча Астрахань»,
Федорова И.В., начальник химико-
аналитического отдела испытательный
Центр филиала ФГБУ «ЦЛАТИ по ЮФО»-
ЦЛАТИ по Астраханской области**

Направление подготовки

04.04.01 ХИМИЯ

Направленность (профиль) ОПОП

НЕФТЕХИМИЯ

Квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год приема

2024

Курс

2

Семестры

4

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целями освоения дисциплины «Технологии производства катализаторов» являются изучение закономерностей каталитических реакций и каталитической химии в создании промышленных технологий переработки нефти и газа, безопасных технологий и защите окружающей среды.

1.2. Задачи освоения дисциплины: освоение вопросов получения катализаторов для нефтехимических процессов, основного органического синтеза, процессов получения полимеров и биологически активных веществ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Учебная дисциплина «Технологии производства катализаторов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и осваивается в 4 семестре.

Дисциплина встраивается в структуру ОП как с точки зрения преемственности содержания, так и с точки зрения непрерывности процесса формирования компетенций выпускника. «Входные» знания и умения обучающегося связаны со знанием сорбционных и каталитических методов очистки углеводородов.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы следующие знания, умения, навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами:

- Сорбционные и каталитические методы очистки углеводородов

Знания: используемые для очистки углеводородов катализаторы, их свойства и характеристики.

Умения: выбирать и использовать каталитические методы очистки газа, газоконденсата и нефти.

Навыки: отбора материала, необходимого для обобщения результатов экспериментальных и расчетно-теоретических работ по использованию катализаторов при очистке углеводородов

2.3. Последующие учебные дисциплины (модули) и (или) практики, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:

- Преддипломная практика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по данному направлению подготовки:

в) профессиональной (ПК):

ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках.

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-1	ПК-1.1. Собирает информацию по тематике научного проекта в выбранной области химии с использованием открытых источников информации и специализированных баз данных	- основные этапы возникновения химии катализа, роли ученых в разработке технологий катализа - существующие методы получения катализаторов и подходы к их исследованию	- ориентироваться в основных этапах возникновения химии катализа - проводить лабораторные испытания важнейших характеристик катализаторов. - применять термодинамические аспекты к описанию свойств катализаторов	- технологией проведения расчета физико-химических параметров и важнейших характеристик катализаторов - фундаментальными знаниями о специфике поведения веществ на поверхности катализатора
	ПК-1.2. Анализирует и обрабатывает литературные данные по тематике исследования в выбранной области химии	- наиболее актуальные направления научных исследований в развитии теории и технологии производства катализаторов - современные научно-фундаментальные школы, направленные на использование катализаторов	- формировать и обрабатывать информацию о наиболее значимых и актуальных направлениях в развитии теории и технологии производства катализаторов - использовать терминологию, основные понятия, современные разработки в катализе	- современными подходами, алгоритмами в наиболее актуальных направлениях научных исследований теории и технологии производства катализаторов - терминологией, основными понятиями, современными разработками в химии катализа

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

для очной формы обучения

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.						СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточно й аттестации [по семестрам]	
	Л		ПЗ		ЛР					КР / К П
	Л	в т.ч · П П	П З	в т.ч · П П	Л Р	в т.ч · П П				
Семестр 4.										
Тема 1. Общие представления о катализе	2				1			18	21	Собеседование
Тема 2. Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения	1				1			20	22	Собеседование Круглый стол Контрольная работа 1
Тема 3. Сырьё для производства катализаторов	1				1			20	22	Собеседование Контрольная работа 2
Тема 4. Металлические системы в нанокатализе	1				1			18	20	Собеседование
Тема 5. Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров	1				2			20	23	Собеседование Контрольная работа 3
Консультации	-									
Контроль промежуточной									Зачет	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час.	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточно й аттестации
	Л		ПЗ		ЛР		КР / К П			
	Л	в т.ч П П	П З	в т.ч П П	Л Р	в т.ч П П				
аттестации										
ИТОГО за семестр:	6				6			96	108	

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3. Матрица соотношения разделов, тем учебной дисциплины и формируемых компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Код компетенции	Общее количество компетенций
		ПК-1	
Тема 1. Общие представления о катализе	21	+	1
Тема 2. Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения	22	+	1
Тема 3. Сырьё для производства катализаторов	22	+	1
Тема 4. Металлические системы в нанокатализе	20	+	1
Тема 5. Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров	23	+	1
Итого	108		1

Краткое содержание учебной дисциплины.

Тема 1. Общие представления о катализе

Катализ. Общие принципы протекания каталитических реакций. Особенности и классификация каталитических процессов. Гомогенный катализ. Кислотно-основной катализ. Классификация реакций кислотно-основного катализа. Функции кислотности Гаммета и их использование для вычисления скорости реакции и кинетических постоянных. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность. Явления отравления катализаторов. Активность и селективность катализаторов. Энергия активации каталитических реакций. Кинетика каталитических процессов. Кинетика и механизм реакций общего кислотного катализа. Уравнение Бренстеда и его использование в кинетике каталитических реакций. Катализ комплексными соединениями переходных металлов. Гомогенные реакции гидрирования, их кинетика и механизмы. Катализ. Гомогенный катализ. Основные понятия. Причины каталитического действия. Каталитическая активность и селективность. Металлокомплексный и ферментативный катализ. Кинетика данных видов катализа. Кислотно-основной катализ. Другие виды гомогенного катализа.

Тема 2. Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения

Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения: крекинг, гидрообессеривание, гидрокрекинг, гидродеароматизация, риформинг, пиролиз; производство серной кислоты, производство аммиака, технического водорода, дегидрирование углеводородов; селективное окисление углеводородов, гидрирование углеводородов, очистка газовых выбросов, нейтразация автомобильных выхлопов.

Тема 3. Сырьё для производства катализаторов

Гетерогенный катализ. Теория гетерогенного катализа. Гетерогенные катализаторы. Адсорбция на поверхности катализаторов. Адсорбционная и промежуточная области гетерогенного катализа. Макрокинетика гетерогенного катализа.

Внешнекаталитическая область гетерогенного катализа. Внешнедиффузионная и промежуточная области гетерогенного катализа. Предвидение каталитической активности. Металлические системы в нанокатализе, физико-химические свойства наноструктур.

Тема 4. Металлические системы в нанокатализе

Структура и геометрия поверхности. Электронные свойства. Реакционная способность и каталитические свойства наноструктур. Перспективы применения наноструктур в каталитических процессах.

Тема 5. Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров

Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров. Основные положения, регламентирующие получение катализаторов со строго заданными свойствами. Получение катализаторов обессеривания моторных топлив. Ферменты – биологические катализаторы. Строение, механизмы воздействия на субстраты. Использование для получения различных вариантов биотоплива. Ферменты – биологические катализаторы очистки от различных токсикантов объектов окружающей среды.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине (модулю)

Преподаватель должен активно непосредственно участвовать в учебном процессе и проводить подготовку к нему. Необходимость постоянной подготовки к лекциям, семинарским и практическим занятиям обусловлена потребностью отражать современные подходы, взгляды, данные по темам и разделам. Проводя подготовку к учебному процессу необходимо изучать современные методические рекомендации, результаты научных исследований, новые технологии и т.д. При реализации различных видов учебной работы преподаватель должен использовать образовательные технологии: создание интерактивных презентаций, обучающие компьютерные программы, технологии развития мышления (эффективная лекция, таблицы, работа в группах и т.д.)

В ходе подготовки лекции преподаватель должен разрабатывать план лекции, в котором должен определить те основные материалы, которые слушатели должны понять и записать. Содержание лекции должно быть организованным и четким, что делает усвоение материала доступным. Содержание лекции должно отвечать следующим требованиям: изложение материала от простого к сложному; от известного к неизвестному; логичность, четкость и ясность в изложении материала; возможность проблемного изложения; дискуссии и диалога в конце лекции с целью активизации деятельности слушателей; опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные; тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и профессиональной деятельностью. В ходе лекционного занятия преподаватель должен четко озвучить тему, представить план, кратко изложить цель, учебные вопросы. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Следует также раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. При изложении лекционного материала следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам, приводя примеры, раскрывать положительный отечественный и зарубежный опыт. По ходу изложения, возможно, задавать риторические вопросы и самому давать на них ответ. Преподаватель в целом не должен отвлекаться от излагаемого материала

лекции. Преподаватель должен руководить работой слушателей по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы. Используемый во время лекции наглядный материал – слайды, таблицы, схемы, иллюстрации помогает вести конспекты и улучшает темп предложения материала лекций. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Для закрепления материала, подготовки к семинарским и практическим занятиям и выполнения самостоятельной работы необходимо рекомендовать литературу, основную и дополнительную, в том числе учебно-методические материалы, а также электронные источники (интернет-ресурсы).

Лабораторные занятия способствуют закреплению знаний полученных студентами в ходе теоретического обучения (лекции) и самостоятельной работы, формированию компетенций, навыков в получении информации, приобретению умений провести ее обработку и анализ, овладению навыками планирования, анализа и управления. Общее требование при разработке тематики лабораторных таково - этот вид аудиторных занятий должен научить студента правильно оценить и предвидеть развитие ситуации, управлять ее формированием, владению методами анализа. На занятиях проводится отработка практических умений под контролем преподавателя. В конце каждого лабораторного занятия преподаватель планирует 6- 7 минут для подведения итогов. Он обращает внимание на то, как освоен учебный материал по теме в целом, анализирует типичные ошибки и недоработки студентов, акцентирует их внимание на значимость темы.

5.2. Указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа обучающихся проводится с использованием учебно-методической литературы и интернет-ресурсов. В случае возникновения вопросов они могут быть заданы преподавателю на индивидуальной консультации или по электронной почте.

Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине:

1. Стромберг А.Г. Физическая химия: Учеб. для хим. спец. вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; под ред. А.Г. Стромберга – 6-е изд., стереотип. - М.: Высш. шк., 2006. – 527 с.: ил.
2. Основы катализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.В. Романовский - М. : Лаборатория знаний, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014478.html>

Таблица 4. Содержание самостоятельной работы обучающихся
для очной формы обучения

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение	Кол- во часов	Формы работы
Тема 1. Общие представления о катализе Функции кислотности Гаммета и их использование для вычисления скорости реакции и кинетических постоянных. Гетерогенный катализ. Определение скорости гетерогенной каталитической реакции. Удельная и атомная активность.	18	Индивидуальная работа
Тема 2. Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения Крекинг, гидрообессеривание, гидрокрекинг, гидродеароматизация, риформинг, пиролиз, селективное окисление углеводородов, гидрирование углеводородов, очистка газовых выбросов, нейтрализация автомобильных выхлопов	20	Индивидуальная работа
Тема 3. Сырьё для производства катализаторов	20	Индивидуальная

Производство катализаторов в РФ. Динамика производства катализаторов в РФ в 2001 – 2009 и далее до 2030 г. Основные предприятия – производители катализаторов в РФ и их текущее состояние		работа
Тема 4. Металлические системы в нанокатализе Перспективы применения наноструктур в каталитических процессах	18	Индивидуальная работа
Тема 5. Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров Электронные свойства. Реакционная способность и каталитические свойства наноструктур.	20	Индивидуальная работа

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно

По каждой теме, изученной обучающимися самостоятельно, должен быть написан конспект. Конспект должен быть выполнен в ученической тетради в клетку (строчки «через клеточку») «от руки». На титульном листе должны быть разборчиво написаны фамилия, имя, отчество, факультет, курс, группа, тема. Конспект должен отражать основные понятия, формулы, постулаты. В конце работы ставится число и подпись.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития требуемых компетенций обучающихся.

При реализации различных видов учебной работы по дисциплине могут использоваться электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

6.1. Образовательные технологии

Таблица 5. Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Общие представления о катализе	Обзорная лекция Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 2. Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 3. Сырьё для производства катализаторов	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 4. Металлические системы в нанокатализе	Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа
Тема 5. Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров	Обзорная лекция Лекция-диалог	Не предусмотрено	Групповая лабораторная работа

Учебные занятия по дисциплине могут проводиться с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) интерактивном взаимодействии обучающихся и преподавателя в режимах *on-line* и/или *off-line* в формах: видеолекций, лекций-презентаций, видеоконференций, собеседования в режиме чата, выполнения виртуальных лабораторных работ и др.

6.2. Информационные технологии

Информационные технологии, используемые при реализации различных видов учебной и внеучебной работы:

- использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.));
- использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации;
- использование возможностей электронной почты преподавателя;
- использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.);
- использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2013;
2. Microsoft Windows 7 Professional;
3. Платформа дистанционного обучения *LMS Moodle* (виртуальная обучающая среда).

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. <https://library.asu.edu.ru/catalog/> (Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARK SQL НПО «Информ-систем»)
2. <https://journal.asu.edu.ru/> (Электронный каталог «Научные журналы АГУ»)

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Технологии производства катализаторов» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6. Соответствие разделов, тем дисциплины, результатов обучения по дисциплине и оценочных средств

Контролируемый раздел, тема дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
Тема 1. Общие представления о катализе	ПК-1	Собеседование
Тема 2. Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения	ПК-1	Собеседование Круглый стол Контрольная работа 1
Тема 3. Сырьё для производства катализаторов	ПК-1	Собеседование Контрольная работа 2
Тема 4. Металлические системы в нанокатализе	ПК-1	Собеседование
Тема 5. Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров	ПК-1	Собеседование Контрольная работа 3

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Таблица 7. Показатели оценивания результатов обучения в виде знаний

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует глубокое знание теоретического материала, умение обоснованно излагать свои мысли по обсуждаемым вопросам, способность полно, правильно и аргументированно отвечать на вопросы, приводить примеры
4 «хорошо»	демонстрирует знание теоретического материала, его последовательное изложение, способность приводить примеры, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует неполное, фрагментарное знание теоретического материала, требующее наводящих вопросов преподавателя, допускает существенные ошибки в его изложении, затрудняется в приведении примеров и формулировке выводов
2 «неудовлетворительно»	демонстрирует существенные пробелы в знании теоретического материала, не способен его изложить и ответить на наводящие вопросы преподавателя, не может привести примеры

Таблица 8. Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «отлично»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «хорошо»	демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «удовлетворительно»	демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет

тельно»	задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «неудовлетво рительно»	не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1. Общие представления о катализе

1. Вопросы для собеседования

- 1) Катализ. Гомогенный катализ. Основные понятия. Причины каталитического действия.
- 2) Каталитическая активность и селективность.
- 3) Комплексообразующий и ферментативный катализ. Кинетика данных видов катализа.
- 4) Кислотно-основной катализ. Другие виды гомогенного катализа.
- 5) Гетерогенный катализ. Гетерогенные катализаторы. Адсорбция на поверхности катализаторов. Адсорбционная и промежуточная области гетерогенного катализа
- 6) Макрокинетика гетерогенного катализа. Внешнекаталитическая область гетерогенного катализа.
- 7) Внешнедиффузионная и промежуточная области гетерогенного катализа.
- 8) Теория гетерогенного катализа. Предвидение каталитической активности.

Тема 2. Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения

1. Вопросы для собеседования

- 1) Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения: крекинг, риформинг, пиролиз, и др.
- 2) Классификация катализаторов по областям применения: производство серы, аммиака, водорода, дегидрирование углеводородов.
- 3) Классификация катализаторов по областям применения: селективное окисление углеводородов, гидрирование углеводородов, очистка газовых выбросов, нейтрализация автомобильных выхлопов.

2. Перечень дискуссионных тем для круглого стола

- 1) Кинетика поверхностных явлений при производстве катализаторов
- 2) Термодинамика поверхностных явлений при производстве катализаторов
- 3) Основные требования к процессам производства катализаторов

3. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

- 1) Гетерогенный катализ. Гетерогенные катализаторы.
- 2) Классификация катализаторов нефтепереработки по областям применения: крекинг, риформинг, пиролиз.
- 3) Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна 0.035 моль/л. Скорость реакции при концентрации субстрата 0.110 моль/л равна $1.15 \cdot 10^{-3}$ моль/(л. с). Найдите максимальную скорость этой реакции.

Вариант 2

- 1) Гомогенный катализ. Гомогенные катализаторы.
- 2) Классификация катализаторов по областям применения: производство серы, аммиака, водорода, дегидрирование углеводородов.
- 3) Для некоторой ферментативной реакции константа Михаэлиса равна 0.055 моль/л. Скорость реакции при концентрации субстрата 0.120 моль/л равна $1.05 \cdot 10^{-3}$ моль/(л. с). Найдите максимальную скорость этой реакции.

Тема 3. Сырьё для производства катализаторов

1. Вопросы для собеседования

- 1) Основные положения, регламентирующие получение катализаторов со строго заданными свойствами.
- 2) Получение катализаторов обессеривания моторных топлив.

4. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

1) На поверхности цеолитного катализатора присутствуют два вида адсорбционных центров молекул диоксида хлора. Найти равновесную долю активных центров каждого вида, занятых молекулами ClO_2 , если константы адсорбционного равновесия для активных центров первого и второго вида связаны соотношением $(K_1 / K_2) = 4$, а половина общего числа активных центров катализатора в равновесии свободна. Концентрации активных центров первого и второго типов на поверхности одинаковы.

2) Основные положения, регламентирующие получение катализаторов со строго заданными свойствами.

Вариант 2

1) Рассчитайте концентрацию неконкурентного ингибитора I ($K_I = 2.9 \cdot 10^{-4}$ моль/л), необходимую для 90%-ного подавления ферментативной реакции.

2) Получение катализаторов обессеривания моторных топлив.

Тема 4. Металлические системы в нанокатализе

1. Вопросы для собеседования

- 1) Металлические системы в нанокатализе, физико-химические свойства наноструктур.
- 2) Структура и геометрия поверхности. Электронные свойства.
- 3) Реакционная способность и каталитические свойства наноструктур.
- 4) Перспективы применения наноструктур в каталитических процессах.

Тема 5. Методы синтеза наноструктурированных каталитических систем на основе полимеров

1. Вопросы для собеседования

- 1) Ферменты – биологические катализаторы. Строение, механизмы воздействия на субстраты. Использование для получения различных вариантов биотоплива.
- 2) Ферменты – биологические катализаторы очистки от различных токсикантов объектов окружающей среды.

2. Комплект заданий для контрольной работы

Вариант 1

- 1) Физико-химические свойства наноструктур.

- 2) Реакционная способность и каталитические свойства наноструктур.
- 3) Строение, механизмы воздействия на субстраты ферментов.

Вариант 2

- 1) Структура и геометрия поверхности.
- 2) Перспективы применения наноструктур в каталитических процессах.
- 3) Использование для получения различных вариантов биотоплива.

Таблица 9. Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
Код и наименование проверяемой компетенции ПК-1. Способен проводить сбор, анализ и обработку литературных данных для решения поставленной задачи в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках				
1.	Задание закрытого типа	Реакции окислительно-восстановительного типа: гидрирования, дегидрирования, гидрогенолиза гетероорганических соединений нефти, окисления и восстановления в производстве элементарной серы, паровой конверсии углеводородов в производстве водорода, гидрировании окиси углерода до метана и др. протекают по: А) гомолитическому катализу Б) гетеролитическому катализу В) бифункциональному катализу	А	1
2.		Каталитические реакции крекинга, изомеризации, циклизации, алкилирования,	Б	1

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
		деалкилирования, полимеризации углеводородов, дегидратации спиртов, гидратации олефинов, гидролиза и др. протекают по: А) гомолитическому катализу Б) гетеролитическому катализу В) бифункциональному катализу		
3.		По агрегатному состоянию реагирующих веществ и катализатора различают: А) гомолитический катализ Б) гетеролитический катализ В) бифункциональный катализ Г) гомогенный катализ Д) гетерогенный катализ	ГД	1
4.		Твёрдые материалы, используемые для адсорбции из газовой фазы и растворов обладают: А) низкой удельной поверхности; Б) высокой удельной поверхностью; В) средней удельной поверхностью.	Б	1
5.	Задание открытого типа	Охарактеризуйте катализаторы риформинга.	Катализаторы риформинга обычно обладают двумя функциями: кислотной и	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			дегидрирующей. В качестве катализаторов обычно используют платину на окиси алюминия. Платиновый компонент катализатора обладает дегидрирующей функцией. Он ускоряет реакции гидрирования и дегидрирования и, следовательно, способствует образованию ароматических углеводородов и непрерывному гидрированию и удалению промежуточных продуктов, способствующих коксообразованию.	
6.		Охарактеризуйте катализаторы алкилирования.	Катализаторами в технологии алкилирования могут быть протонные и апротонные кислоты. При алкилировании бензола олефинами и спиртами используют протонные кислоты, причем их активность падает в ряду $\text{HF} > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{H}_3\text{PO}_4$.	2-3
7.		Что такое катализ? Как его классифицируют?	Катализ – многостадийный физико-химический процесс избирательного изменения механизма и скорости термодинамически возможных химических реакций веществом-катализатором, образующим с участниками реакций промежуточные химические соединения. Различают положительный катализ – увеличение скорости реакции под влиянием катализатора, и отрицательный катализ, приводящий к уменьшению скорости химического превращения. При	4-5

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			положительном катализе промежуточное взаимодействие реагирующих веществ с катализатором открывает новый, энергетически более выгодный (т.е. с меньшей высотой энергетического барьера), по сравнению с термоллизом, реакционный путь. При отрицательном катализе, наоборот, подавляется (ингибируется) быстрая и энергетически более легкая стадия химического взаимодействия.	
8.		Какое значение имеет катализатор при катализе?	Важной особенностью катализа является сохранение катализатором своего состава в результате промежуточных химических взаимодействий с реагирующими веществами. Катализатор не расходуется в процессе катализа и не значится в стехиометрическом уравнении суммарной каталитической реакции. Это означает, что катализ не связан с изменением свободной энергии катализатора и, следовательно, катализатор не может влиять на термодинамическое равновесие химических реакций. Вблизи состояния равновесия катализатор в равной степени ускоряет как прямую, так и обратную реакции. При удалении от состояния равновесия это условие может и не выполняться.	4-5
9.	Задания комбинированного	<i>Выберите правильный ответ и</i>	ГД По агрегатному состоянию	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
	типа	<i>аргументируйте его:</i> По агрегатному состоянию реагирующих веществ и катализатора различают: А) гомолитический катализ Б) гетеролитический катализ В) бифункциональный катализ Г) гомогенный катализ Д) гетерогенный катализ	реагирующих веществ и катализатора различают: - гомогенный катализ, когда реагенты и катализатор находятся в одной фазе, - гетерогенный катализ, когда каталитическая система включает несколько фаз. В нефтепереработке гетерогенный катализ, особенно с твердым катализатором, распространен значительно больше, чем гомогенный.	
10.		<i>Выберите правильный ответ и аргументируйте его:</i> По природе промежуточного химического взаимодействия реагирующих веществ и катализатора катализ принято подразделять на: А) гомолитический катализ Б) гетеролитический катализ В) бифункциональный катализ Г) гомогенный катализ Д) гетерогенный катализ	АБВ Каталитические процессы по типу катализа можно классифицировать на следующие типы: - Гетеролитические, протекающие по механизму кислотного катализа (каталитический крекинг, алкилирование, полимеризация, производство эфиров и др.); - Гомолитические, протекающие по механизму окислительно-восстановительного (электронного) катализа (производства водорода и синтез газов, метанола, элементной серы); - Гидрокаталитические, протекающие по механизму бифункционального (сложного) катализа (гидроочистка, гидрообессеривание, гидрокрекинг, каталитический риформинг,	3-4

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
			изомеризация, гидродеароматизация, селективная гидродепарафинизация и др.)	

Полный комплект оценочных материалов по дисциплине (модулю) (фонд оценочных средств) хранится в электронном виде на кафедре, утверждающей рабочую программу дисциплины (модуля), и в Центре мониторинга и аудита качества обучения.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Текущий и внутрисеместровый контроль, промежуточная аттестация учебных достижений студентов проводится путем балльно-рейтинговой системы. Общая оценка учебных достижений студента в 4 и 5 семестрах по учебному курсу определяется как сумма баллов, полученных студентом по различным формам текущего и промежуточного контроля в течение двух семестров. Успешность изучения дисциплины в течение одного семестра оценивается, исходя из 100 максимально возможных баллов (90 баллов на текущие формы контроля и до 10 баллов отводится на бонусы), которые накапливаются студентом в течение всего семестра изучения дисциплины.

Таблица 10. Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые мероприятия	Количество мероприятий / баллы	Максимальное количество баллов	Срок представления
Основной блок				
1.	Ответ на занятии	5 / 6	30	по расписанию
2.	Участие в круглом столе	1 / 5	5	по расписанию
3.	Контрольная работа	3 / 15	45	по расписанию
Всего			80	-
Блок бонусов				
4.	Посещение занятий	6 / 1	6	по расписанию
5.	Своевременное выполнение всех заданий	4 / 1	4	по расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
6.	Зачет		10	по расписанию
Всего			10	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11. Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Опоздание на занятие	-0,5
Нарушение учебной дисциплины	-0,5
Неготовность к занятию	-1

Показатель	Балл
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

Таблица 12. Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале	
90–100	5 (отлично)	Зачтено
85–89	4 (хорошо)	
75–84		
70–74		
65–69	3 (удовлетворительно)	
60–64		
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)	Не зачтено

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

1. Основы катализа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Б.В. Романовский - М. : Лаборатория знаний, 2017. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785001014478.html>
2. Стромберг А.Г. Физическая химия: Учеб. для хим. спец. вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; под ред. А.Г. Стромберга – 6-е изд., стереотип. - М.: Высш. шк., 2006. – 527 с.: ил.

8.2. Дополнительная литература

1. Джигола Л.А. Химическая кинетика: учебно-методическое пособие для изучения раздела. - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 64 с.
2. Капустин, В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. Часть 2. Деструктивные процессы. – М.: КолосС, 2007. - 334 с: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

8.3. Интернет-ресурсы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://asu.edu.ru>
2. <https://biblio.asu.edu.ru> (Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» собственной генерации на платформе ЭБС «Электронный Читальный зал – БиблиоТех»)
3. <http://www.studentlibrary.ru> (Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». www.studentlibrary.ru)

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, лабораторию по проведению лабораторного практикума. Проведение лабораторных занятий сопряжено с применением компьютеров для выполнения поисковой работы, вычислений и работе в информационных системах.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т. д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т. д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).