

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Химический факультет

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Каталитические технологии защиты окружающей среды**

Кафедра экологической химии и технологии  
химического факультета

Образовательная программа  
18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической  
технологии, нефтехимии и биотехнологии

Профиль подготовки  
Охрана окружающей среды и рациональное использование природных  
ресурсов

Уровень высшего образования  
Магистратура

Форма обучения  
Очно-заочная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала, 2019

Рабочая программа дисциплины «Каталитические технологии защиты окружающей среды» составлена в 2019 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии (уровень магистратуры) от «20» ноября 2014 г. № 1480.

Разработчик: кафедра экологической химии и технологии, Исаев А.Б. к.х.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры экологической химии и технологии от «20» июня 2019г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Исаев А.Б.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета от «21» июня 2019г., протокол № 10

Председатель  Гасангаджиева У.Г.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением « 27 » 06 2019г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Каталитические технологии защиты окружающей среды» входит в вариативную часть и является дисциплиной по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой экологической химии и технологии.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с теоретическими основами катализа, катализаторами, технологией их получения и подбора, использования каталитических технологий для обезвреживания газообразных отходов и очистки сточных вод.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общекультурных – ОК-3, общепрофессиональных – ОПК-3, профессиональных – ПК-4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа, коллоквиум и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 академических часов по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференциро- ванный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
		Лекц ии	Лаборат орные занятия	Практич еские занятия	КСР	консульт ации			
11	14 4	24	8	16				120	зачет, экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Каталитические технологии защиты окружающей среды» является формирование знаний о каталитических процессах, их использования для создания экологически чистых технологий переработки органических энергоносителей и очистке газообразных выбросов, сточных вод с использованием каталитических технологий.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Каталитические технологии защиты окружающей среды» входит в вариативную по выбору часть образовательной программы магистратуры по направлению 18.04.02 - Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

До освоения дисциплины «Каталитические технологии защиты окружающей среды» должны быть изучены следующие дисциплины «Физическая химия», «Массообменные процессы и аппараты», «Промышленная экология», «Охрана воздушного бассейна и утилизация газообразных выбросов», «Основы теории эксперимента и математической обработки результатов» и т.д.

При изучении указанных дисциплин формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Каталитические технологии защиты окружающей среды».

Дисциплина «Каталитические технологии защиты окружающей среды» является основой для осуществления научно-исследовательской работы, выполнения их магистерской диссертации, а также других дисциплин из учебного плана магистров.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
<b>ОК-3</b>	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<b>Знает:</b> содержание саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, их особенности и технологии реализации, исходя из целей и задач. <b>Умеет:</b> планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений при использовании, отладке и проектировании систем утилизации и обезвреживания газообразных выбросов <b>Владеет:</b> способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности при использовании, отладке и проектировании систем утилизации и обезвреживания газообразных выбросов
<b>ОПК-3</b>	способность к профессиональной	<b>Знает:</b> физико-химические основы катализа

	эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	и его изучения на современном оборудовании <b>Умеет:</b> подбирать методику исследования каталитических реакций <b>Владеет:</b> навыками по эксплуатации современного научно-исследовательского оборудования по изучению и исследованию катализа и каталитических реакций
<b>ПК-4</b>	способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	<b>Знает:</b> химизм и механизм протекания каталитических реакций <b>Умеет:</b> определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований <b>Владеет:</b> навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с использованием современных достижений науки и техники
<b>ПК-6</b>	готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	<b>Знает:</b> основные принципы построения математических моделей систем утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием каталитических процессов; <b>Умеет:</b> использовать математические модели при проектировании систем утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием каталитических процессов и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения; <b>Владеет:</b> навыками использования математических моделей систем утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием каталитических технологий.
<b>ПК-7</b>	готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке	<b>Знает:</b> основы моделирования каталитических реакций для создания технологий обезвреживания отходов <b>Умеет:</b> разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов <b>Владеет:</b> навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых каталитических технологий
<b>ПК-8</b>	готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного	<b>Знает:</b> приемы оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод <b>Умеет:</b> определять основные параметры при

	оборудования	проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод Владеет: навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод
<b>ПК-9</b>	способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	Знает: условия образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики Умеет: определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности Владеет: навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод
<b>ПК-10</b>	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	Знает: методологические подходы к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения Умеет: создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения Владеет: навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов на основе катализа
<b>ПК-11</b>	способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	Знает: методики расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод Умеет: разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств Владеет: навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей
<b>ПК-12</b>	способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства	Знает: теоретические основы катализа Умеет: создавать технологии очистки газообразных выбросов и сточных вод с использованием катализаторов Владеет: навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

#### 4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
Модуль 1. Основы катализа									
1	Теоретические основы катализа	11	1-4	1		3		14	Устный опрос, домашняя работа
2	Катализаторы и технологии их получения и исследования	11	4-6	1		3		14	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>			<b>2</b>		<b>6</b>		<b>28</b>	Коллоквиум
Модуль 2. Каталитические технологии и принципы «зеленой химии»									
1	Каталитические технологии переработки сырья	11	7-9	1		2		15	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Экологически чистые каталитические технологии	11	10-12	1		2		15	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>			<b>2</b>		<b>4</b>		<b>30</b>	Коллоквиум
Модуль 3. Использование катализа в защите окружающей среды									
1	Использования катализа для обезвреживания газообразных отходов	11	13-15	2		3		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Каталитические технологии очистки сточных вод	11	16-17	2		3		14	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 3:</i>			<b>4</b>		<b>6</b>		<b>26</b>	Коллоквиум
Модуль 4. Подготовка к экзамену									
1	Подготовка к экзамену	11	18					36	зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 4:</i>							<b>36</b>	зачет, экзамен
	<b>ИТОГО:</b>			<b>8</b>		<b>16</b>		<b>120</b>	<b>зачет, экзамен</b>

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

##### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Модуль 1. Основы катализа

**Тема 1. Теоретические основы катализа.** Введение. Катализ, основные понятия. Классификация катализа. Кинетика протекания каталитических реакций. Гомогенный катализ. Гетерогенные каталитические реакции. Основные каталитические реакции. Каталитическое окисление спиртов, кислот. Каталитическое гидрирование и дегидрирование. Каталитические реакции разложения органических соединений. Механизм протекания каталитических реакций.

**Тема 2. Катализаторы и технологии их получения и исследования.** Свойства твердых тел и каталитическая активность. Влияние параметров кристаллической решетки на каталитическую активность. Закономерности подбора катализаторов. Классификация катализаторов. Цеолиты. Катализ цеолитами. Носители катализаторов. Оксидные и смешанные катализаторы. Принципы синтеза катализаторов. Исследование физико-химических характеристик катализаторов. Определение каталитической активности. Понятие о дезактивации катализаторов. Современные достижения в области получения и исследования катализаторов.

**Модуль 2. Каталитические технологии и принципы «зеленой химии»**

**Тема 3. Каталитические технологии переработки сырья.** Каталитические технологии производства топлива. Каталитическая переработка нефти и нефтепродуктов. Каталитический крекинг. Алкилирование углеводородов. Каталитическая изомеризация углеводородов. Каталитическая переработка метана и угля. Каталитические технологии получения биотоплива.

**Тема 4. Экологически чистые каталитические технологии.** Зеленая химия. Основные принципы «зеленой химии». Катализ, как инструмент «зеленой химии». Создание малоотходных и безотходных технологий производства химических соединений. Каталитическое гидрирование. Каталитическое сжигание топлива. Металлокомплексные каталитические системы. Использование наноразмерных катализаторов. Глубокая переработка нефтепродуктов, как экологически чистая технология. Природоохранные технологии на основе каталитических процессов. Современные достижения в области катализа и его использование для глубокой переработки сырья и получения химических соединений.

**Модуль 3. Использование катализа в защите окружающей среды**

**Тема 5. Использование катализа для обезвреживания газообразных отходов.** Экологические проблемы тепловой энергетики. Использование каталитических технологий для очистки газообразных выбросов. Очистка отходящих газов промышленных производств. Каталитическая очистка выхлопных газов автомобильных двигателей. Каталитическое окисление сероводорода и оксидов серы. Каталитическое удаление оксидов азота. Современные достижения по каталитической очистке газовых выбросов.

**Тема 6. Каталитические технологии очистки сточных вод.** Современные окислительные процессы (advanced oxidation process). Каталитические жидкофазные методы очистки сточных вод. Каталитическое

окисление хлорсодержащих органических соединений. Каталитическая очистка сточных вод от фенола и красителей. Электрокаталитическое окисление органические соединений. Фотокаталитическое окисление органических соединений. Фотоэлектрокаталитическое окисление. Современные достижения в области каталитических технологий очистки сточных вод.

#### **4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.**

##### **Модуль 1. Основы катализа**

**Тема 1. Теоретические основы катализа.** Каталитическое разложение пероксида водорода.

**Тема 2. Катализаторы и технологии их получения и исследования.** Получение катализаторов на основе диоксида кремния как носителя и оксидов металлов и исследование их физико-химических свойств.

##### **Модуль 2. Каталитические технологии и принципы «зеленой химии»**

**Тема 3. Каталитические технологии переработки сырья.** Изучение адсорбции органических соединений.

**Тема 4. Экологически чистые каталитические технологии.** Исследование кинетики электрокаталитического окисления органических соединений.

##### **Модуль 3. Использование катализа в защите окружающей среды**

**Тема 5. Использование катализа для обезвреживания газообразных отходов.** Каталитическое окисление оксида углерода (II).

**Тема 6. Каталитические технологии очистки сточных вод.** Исследование кинетики жидкофазного каталитического окисления фенола.

## **5. Образовательные технологии**

Рекомендуемые образовательные технологии:

- ✓ на лекциях используется демонстративный материал в виде презентаций;
- ✓ решение ситуационных задач;
- ✓ расчетные работы выполняются студентами самостоятельно под контролем и с консультацией преподавателя.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция с запланированными ошибками), определяется главной целью (миссией) программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе по данной дисциплине они должны составлять не менее 12 часов аудиторных занятий. При чтении данного курса применяются такие виды лекций, как вводная, лекция-информация, обзорная, проблемная, лекция-визуализация.

Занятия лекционного типа (лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-консультация, проблемная лекция) составляют 30% аудиторных занятий.

Для аттестации студентов по каждому модулю должны проводиться контрольные работы. В качестве итогового контроля проводится зачет и экзамен.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

### **6.1. Виды и порядок выполнения самостоятельной работы**

1. Изучение рекомендованной литературы.
2. Поиск в интернете дополнительного материала
3. Подготовка к отчетам по лабораторным работам.
4. Решение экспериментальных и расчетных задач.
5. Подготовка к коллоквиуму.
6. Подготовка к зачету.
7. Подготовка к экзамену.

№	Вид самостоятельной работы	Вид контроля	Учебно-методич. обеспечение
1.	Подготовка к отчетам по лабораторным работам	Проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале и проработки вопросов к текущей теме по рекомендованной литературе.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
2.	Решение экспериментальных и расчетных задач	Проверка домашних заданий.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
3.	Подготовка к коллоквиуму	Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
4.	Подготовка к зачету.	Устный или письменный опрос, либо компьютерное тестирование.	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа
5.	Подготовка к экзамену.	Компьютерное тестирование или опрос по экзаменационным билетам	См. разделы 7.3, 8, 9 данного документа

1. Текущий контроль: подготовка к отчетам по лабораторным работам.
2. Текущий контроль: решение экспериментальных и расчетных задач.
3. Промежуточная аттестация в форме контрольной работы.

*Текущий контроль* успеваемости осуществляется непрерывно, на протяжении всего курса. Прежде всего, это устный опрос по ходу лабораторных занятий, выполняемый для оперативной активизации внимания студентов и оценки их уровня восприятия. Результаты устного опроса учитываются при выборе индивидуальных задач для решения. Каждую неделю осуществляется проверка выполнения расчетов, оформления работы в лабораторном журнале.

*Промежуточный контроль* проводится в форме контрольной работы, в которой содержатся теоретические вопросы и задачи.

*Итоговый контроль* проводится либо в виде устного экзамена, либо в форме тестирования.

Оценка «отлично» ставится за уверенное владение материалом курса.

Оценка «хорошо» ставится при полном выполнении требований к прохождению курса и умении ориентироваться в изученном материале.

Оценка «удовлетворительно» ставится при достаточном выполнении требований к прохождению курса и владении конкретными знаниями по программе курса.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если требования к прохождению курса не выполнены и студент не может показать владение материалом.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

<b>Код компетенции и из ФГОС ВО</b>	<b>Наименование компетенции из ФГОС ВО</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>	<b>Процедура освоения</b>
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	<b>Знает:</b> содержание саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала, их особенности и технологии реализации, исходя из целей и задач разработки технологий утилизации отходов и совершенствования технологического процесса.	Устный опрос, письменный опрос
		<b>Умеет:</b> планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений при использовании, отладке и проектировании систем утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием катализа	Письменный опрос
		<b>Владеет:</b> технологиями организации процесса саморазвития и самореализации; приемами целеполагания во временной перспективе, способами планирования, организации, самоконтроля и самооценки деятельности при использовании, отладке и проектировании систем	Мини-конференция

		утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием катализа	
ОПК-3	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	Знает: физико-химические основы катализа и способы его изучения на современном оборудовании	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: подбирать методику исследования каталитических реакций	Письменный опрос
		Владеет: навыками по эксплуатации современного научно-исследовательского оборудования по изучению и исследованию катализа и каталитических реакций	Мини-конференция
ПК-4	способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	Знает: химизм и механизм протекания каталитических реакций	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований	Письменный опрос
		Владеет: навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с использованием современных достижений науки и техники	Мини-конференция
ПК-6	готовность разрабатывать математические модели и осуществлять их экспериментальную проверку	Знает: основные принципы построения математических моделей систем утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием каталитических процессов	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: использовать математические модели при проектировании систем утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием каталитических процессов и разрабатывать технологический режим с позиций энерго-ресурсосбережения	Письменный опрос
		Владеет: навыками использования математических моделей систем утилизации и обезвреживания сточных вод и газообразных выбросов с использованием каталитических технологий	Мини-конференция
ПК-7	готовность к разработке	Знает: основы моделирования каталитических реакций для	Устный опрос,

	мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке	создания технологий обезвреживания отходов	письменный опрос
Умеет: разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов		Письменный опрос	
Владеет: навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых каталитических технологий		Мини-конференция	
ПК-8	готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	Знает: приемы оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: определять основные параметры при проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод	Письменный опрос
		Владеет: навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод	Мини-конференция
ПК-9	способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	Знает: условия образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности	Письменный опрос
		Владеет: навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Мини-конференция
ПК-10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	Знает: методологические подходы к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Письменный опрос

		Владеет: навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов на основе катализа	Мини-конференция
ПК-11	способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	Знает: методики расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Устный опрос, письменный опрос
		Умеет: разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств	Письменный опрос
		Владеет: навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей	Мини-конференция
ПК-12	способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства	Знает: теоретические основы катализа	Устный опрос,
		Умеет: создавать технологии очистки газообразных выбросов и сточных вод с использованием катализаторов	Письменный опрос
		Владеет: навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды	Мини-конференция

## 7.2. Типовые контрольные задания

### Контрольные вопросы

1. Катализ, основные понятия.
2. Классификация катализа.
3. Кинетика протекания каталитических реакций.
4. Гомогенный катализ.
5. Гетерогенные каталитические реакции.
6. Каталитическое окисление спиртов, кислот.
7. Каталитическое гидрирование и дегидрирование.
8. Каталитические реакции разложения органических соединений.
9. Механизм протекания каталитических реакций.
10. Свойства твердых тел и каталитическая активность.
11. Влияние параметров кристаллической решетки на каталитическую активность.
12. Закономерности подбора катализаторов.
13. Классификация катализаторов.
14. Цеолиты. Катализ цеолитами.
15. Носители катализаторов.
16. Оксидные и смешанные катализаторы.

17. Принципы синтеза катализаторов.
18. Исследование физико-химических характеристик катализаторов.
19. Определение каталитической активности.
20. Понятие о дезактивации катализаторов.
21. Современные достижения в области получения и исследования катализаторов.
22. Каталитические технологии производства топлива.
23. Каталитическая переработка нефти и нефтепродуктов.
24. Каталитический крекинг.
25. Каталитическое алкилирование углеводородов.
26. Каталитическая изомеризация углеводородов.
27. Каталитическая переработка метана и угля.
28. Каталитические технологии получения биотоплива.
29. Зеленая химия. Основные принципы «зеленой химии».
30. Катализ, как инструмент «зеленой химии».
31. Создание малоотходных и безотходных технологий производства химических соединений.
32. Каталитическое сжигание топлива.
33. Металлокомплексные каталитические системы.
34. Использование наноразмерных катализаторов.
35. Глубокая переработка нефтепродуктов, как экологически чистая технология.
36. Природоохранные технологии на основе каталитических процессов.
37. Современные достижения в области катализа и его использование для глубокой переработки сырья и получения химических соединений.
38. Экологические проблемы тепловой энергетики.
39. Использование каталитических технологий для очистки газообразных выбросов.
40. Очистка отходящих газов промышленных производств.
41. Каталитическая очистка выхлопных газов автомобильных двигателей.
42. Каталитическое окисление сероводорода и оксидов серы.
43. Каталитическое удаление оксидов азота.
44. Современные достижения по каталитической очистке газовых выбросов.
45. Современные окислительные процессы (advanced oxidation process).
46. Каталитические жидкофазные методы очистки сточных вод.
47. Каталитическое окисление хлорсодержащих органических соединений.
48. Каталитическая очистка сточных вод от фенола и красителей.
49. Электрокаталитическое окисление органических соединений.
50. Фотокаталитическое окисление органических соединений.
51. Фотоэлектрокаталитическое окисление.
52. Современные достижения в области каталитических технологий очистки сточных вод.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы

формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий (допуск, выполнение, сдача работ) – 60 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

письменная контрольная работа - 100 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### ***а) основная литература:***

1. Байрамов В.М. Основы химической кинетики и катализа: [учеб. пособие по специальности 011000 "Химия" и направлению 510500 "Химия"] / Байрамов В.М.; под ред. В.В.Лунина. - М.: Academia, 2003. - 253 с.
2. Ташмухамбетова Ж.Х. Основы теории каталитических нефтехимических производств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ж.Х. Ташмухамбетова, Е.А. Аубакиров. - Электрон. текстовые данные. - Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2013. - 131 с. - 978-601-04-0080-1. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70402.html>.
3. Ипатьев, В.Н. Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях. 1900 - 1933 / В.Н. Ипатьев. - Москва; Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1936. - 340 с. - ISBN 978-5-4460-3857-2 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=113345>

### ***б) дополнительная литература:***

1. Бесков В.С. Моделирование каталитических процессов и реакторов / Бесков В.С., Флокк, Вольфганг. - М.: Химия, 1991. - 252 с.
2. Байрамов В.М. Химическая кинетика и катализ: примеры и задачи с решениями: [учеб. пособие по специальности 011000 "Химия"] / Байрамов В.М. - М.: Academia, 2003. - 320 с.
3. Катализ и производство катализаторов Колесников И.М., - Техника, 2004, - 399 с. То же [Электронный ресурс]: [https://нэб.пф/catalog/000200\\_000018\\_RU\\_NLR\\_bibl\\_512526/](https://нэб.пф/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_512526/)
4. Калинин, И.А. Катализ (ускорители химических реакций) / И.А. Калинин; ред. К.В. Чмутова. - Москва: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1955. - 41 с. - (Научно-популярная библиотека. Выпуск 80).; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108745>

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

1. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999. Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.04.2017). – Яз. рус., англ.

2. Moodle [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.03.2018).
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.03.2018).
4. Национальная электронная библиотека (НЭБ) [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Нац. электрон. б-ка. — Москва – Режим доступа: <https://нэб.рф> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз. рус., англ.
5. ProQuest Dissertation & Theses Global (PQDT Global) [Электронный ресурс]: база данных зарубежных диссертаций. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/>
6. Springer Nature [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SpringerNature - Режим доступа: <https://link.springer.com/>  
<https://www.nature.com/siteindex/index.html>  
<http://materials.springer.com/>  
<http://www.springerprotocols.com/>  
<https://goo.gl/PdhJdo>  
<https://zbmath.org/> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
7. Королевское химическое общество (Royal Society of Chemistry) [Электронный ресурс]: журналы издательства. – Режим доступа: <http://pubs.rsc.org/> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
8. Американское химическое общество (ACS) [Электронный ресурс]: база данных полнотекстовых научных журналов Американского химического общества (ACS) коллекции Core+. – Режим доступа: <http://pubs.acs.org> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
9. American Physical Society (APS) [Электронный ресурс]: журналы издательства American Physical Society (Американского физического общества). - Режим доступа: <http://journals.aps.org/about> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
10. SAGE Premier [Электронный ресурс]: электронные ресурсы издательства SAGE Premier. – Режим доступа: <http://journals.sagepub.com/> (дата обращения: 21.03.2018). – Яз., англ.
11. Журнал «Катализ в промышленности» <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1556908>
12. Журнал «Химия в интересах устойчивого развития» <http://www.sibran.ru/journals/KhUR/>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

**Лекционный курс.** В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, с целью формирования у студентов знаний и умений в области процессов и аппаратов в химической технологии. В тетради для конспектирования лекций записи

должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспекте рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие у студентов в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Студенту необходимо активно работать с конспектом лекций: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к практическим занятиям экзамену, модульным контрольным, при выполнении самостоятельных заданий.

**Лабораторные занятия.** Перед началом лабораторных занятий, студент должен самостоятельно изучить методику выполнения и получить допуск у преподавателя. В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет лабораторные задания, позволяющие закрепить лекционный материал по изучаемой теме, научиться выполнять статистическую обработку полученных данных, научиться работать с методиками, руководящими документами, информацией различного уровня. Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

**Самостоятельная работа** выполняется студентом в виде конспектирования первоисточника, закрепления материала при выполнении практических работ по теме. Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента (зачет, экзамен). При этом проводится: тестирование, экспресс-опрос на семинарских и практических занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных работ и т.д.

Разделы и темы для самостоятельного изучения	Виды и содержание самостоятельной работы
Моделирование реакторов каталитических реакций	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы; -проработка учебного материала (по конспектам лекций учебной и научной литературе), подготовка докладов на практические занятия, к участию в тематических дискуссиях; -поиск и обзор научных публикаций и электронных источников информации, подготовка; - работа с вопросами для самопроверки;
Каскадные каталитические реакции.	
Физическая и химическая адсорбция на поверхности твердых тел	
Роль электронов в каталитических свойствах твердых тел	
Свойства твердого тела и каталитическая активность в кислотно-основных реакциях	
Кислотно-основные реакции	
Каталитические реакции полимеризации	

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая

## **перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Каталитические технологии защиты окружающей среды» используются следующие информационные технологии:

- Занятия компьютерного тестирования.
- Демонстрационный материал применением проектора и интерактивной доски.
- Компьютерные программы для статистической обработки результатов анализа.
- Программы пакета Microsoft Office

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

В соответствии с требованиями ФГОС 3+ кафедра имеет специально оборудованную учебную аудиторию для проведения лекционных занятий по потокам студентов, помещения для лабораторных работ на группу студентов из 12-14 человек и вспомогательное помещение для хранения химических реактивов и профилактического обслуживания учебного и учебно-научного оборудования.

Помещение для лекционных занятий укомплектовано комплектом электропитания, специализированной мебелью и оргсредствами (доска аудиторная для написания мелом и фломастером, стойка-кафедра, стол лектора, стул-кресло, столы аудиторные двухместные (1 на каждых двух студентов), стул аудиторный (1 на каждого студента), а также техническими средствами обучения (экран настенный с электроприводом и дистанционным управлением, мультимедиа проектор с ноутбуком). Имеется компьютерный класс для проведения некоторых лабораторных занятий.

Лабораторные занятия проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения (лабораторного оборудования, образцов, нормативных и технических документов и т.п.). Помещения лабораторных практикумов укомплектованы специальной учебно-лабораторной мебелью (в том числе столами с химически стойкими покрытиями), учебно-научным лабораторным оборудованием, измерительными приборами и химической посудой, в полной мере обеспечивающими выполнение требований программы.

1. Оборудование химического факультета и Центра коллективного пользования «Аналитическая спектроскопия»: Атомноабсорбционный спектрометр, Contr AA-700, AnalytikJena, Германия; Микроволновая система минерализации проб под давлением, TOPwavelV, AnalytikJena, Германия; Спектрофотометр, SPECORD 210 PlusBU, AnalytikJena, Германия; Система капиллярного электрофореза, Капель-105М, ЛЮМЕКС, Санкт-Петербург; Рентгеновский дифрактометр, EmpyreanSeries 2 Фирма Panalytical (Голландия); Дифференциальный сканирующий калориметр, NETZSCH STA 409 PC/PG, Германия; Лабораторная экстракционная система, SFE1000M1-2-

ФМС-50, Waters, США; Хромато-масс-спектрометр, 7820 Маэстро, США, Россия; Высокоэффективный жидкостной хроматограф, Agilent 1220 Infinity, США.

2. Весы аналитические Leki B1604, Pioneer.
3. Весы теххимические Leki B5002.
4. Дистиллятор А-10.
5. Вытяжной шкаф
6. Сушильный шкаф
7. Муфельная печь
8. Установка для фотокаталитического окисления органических соединений
9. Титановые пластины
10. Набор лабораторной посуды.
11. Необходимые реактивы.