

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Химического факультета

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Каталитические технологии защиты окружающей среды

Кафедра экологической химии и технологии
химический факультет

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
Очная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала, 2016

Рабочая программа дисциплины «Каталитические технологии защиты окружающей среды» составлена в 2016 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 «15» 06 2016г., протокол № 10

/ Зав. кафедрой  Алиев З.М.
(подпись)

на заседании Методической комиссии химического факультета
от «17» 06 2016г., протокол № 10

Председатель  Бабуев М.А.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим
управлением «10» 06 2016г. 
(подпись)

Аннотация рабочей программы дисциплины

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.

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: общепрофессиональных – ОПК-3, профессиональных – ПК-4, 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 в 144 академических часов по видам учебных занятий

Семес тр	Учебные занятия						СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцирован ный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Всего	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
11	144	16	32				96	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 ООП 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», «Моделирование технологических и природных систем», «Методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем» 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) .

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-3	способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	Знать: физико-химические основы катализа и его изучения на современном оборудовании Уметь: подбирать методику исследования каталитических реакций Владеть: навыками по эксплуатации современного научно-исследовательского оборудования по изучению и исследованию катализа и каталитических реакций
ПК-4	способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать	Знать: химизм и механизм протекания каталитических реакций Уметь: определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований

	их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	Владеть: навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с использованием современных достижений науки и техники
ПК-7	готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке	Знать: основы моделирования каталитических реакций для создания технологий обезвреживания отходов Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов Владеть: навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых каталитических технологий
ПК-8	готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	Знать: приемы оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод Уметь: определять основные параметры при проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод Владеть: навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод
ПК-9	способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности	Знать: условия образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики Уметь: определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности Владеть: навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод
ПК-10	способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	Знать: методологические подходы к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения Уметь: создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения Владеть: навыками создания инновационных систем переработки

		техногенных отходов на основе катализа
ПК-11	способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	<p>Знать: методики расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод</p> <p>Уметь: разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств</p> <p>Владеть: навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей</p>
ПК-12	способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства	<p>Знать: теоретические основы катализа</p> <p>Уметь: создавать технологии очистки газообразных выбросов и сточных вод с использованием катализаторов</p> <p>Владеть: навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды</p>

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	4		4		10	Устный опрос, домашняя работа
2	Катализаторы и технологии их получения и исследования	11	4-6	2		6		10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 1:</i>			6		10		20	Коллоквиум
Модуль 2. Каталитические технологии и принципы «зеленой химии»									
1	Каталитические технологии переработки сырья	11	7-9	2		4		8	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Экологически чистые	11	10-12	4		8		10	Устный опрос, решение задач,

	каталитические технологии								домашняя работа
	<i>Итого по модулю 2:</i>			6		12		18	Коллоквиум
Модуль 3. Использование катализа в защите окружающей среды									
1	Использования катализа для обезвреживания газообразных отходов	11	13-15	2		4		10	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
2	Каталитические технологии очистки сточных вод	11	16-18	2		6		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа
	<i>Итого по модулю 3:</i>			4		10		22	Коллоквиум
Модуль 4. Подготовка к экзамену									
1	Подготовка к экзамену	11						36	зачет, экзамен
	<i>Итого по модулю 4:</i>							36	зачет, экзамен
	ИТОГО:			16		32		96	зачет, экзамен

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

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 органических соединений. Фотокаталитическое окисление органических соединений. Фотоэлектрокаталитическое окисление. Современные достижения в области каталитических технологий очистки сточных вод.

Тематика лабораторных работ

1. Жидкофазное каталитическое окисление органических красителей с использованием оксида кобальта в качестве катализатора
2. Получение катализаторов на основе диоксида кремния как носителя и оксидов металлов и исследование их физико-химических свойств.
3. Каталитическое разложение пероксида водорода.
4. Изучение адсорбции органических соединений.
5. 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.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-3	Знать: физико-химические основы катализа и способы его изучения на современном оборудовании	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: подбирать методику исследования каталитических реакций	Письменный опрос
	Владеть: навыками по эксплуатации современного научно-исследовательского оборудования по изучению и исследованию катализа и каталитических реакций	Мини-конференция
ПК-4	Знать: химизм и механизм протекания каталитических реакций	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований	Письменный опрос
	Владеть: навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с	Мини-конференция

	использованием современных достижений науки и техники	
ПК-7	Знать: основы моделирования каталитических реакций для создания технологий обезвреживания отходов	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов	Письменный опрос
	Владеть: навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых каталитических технологий	Мини-конференция
ПК-8	Знать: приемы оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: определять основные параметры при проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод	Письменный опрос
	Владеть: навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод	Мини-конференция
ПК-9	Знать: условия образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности	Письменный опрос
	Владеть: навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Мини-конференция
ПК-10	Знать: методологические подходы к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Письменный опрос
	Владеть: навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов на основе катализа	Мини-конференция
ПК-11	Знать: методики расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств	Письменный опрос

	Владеть: навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей	Мини-конференция
ПК-12	Знать: теоретические основы катализа	Устный опрос,
	Уметь: создавать технологии очистки газообразных выбросов и сточных вод с использованием катализаторов	Письменный опрос
	Владеть: навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды	Мини-конференция

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

ОПК-3

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутой	Знать: физико-химические основы катализа и способы его изучения на современном оборудовании	Демонстрирует частичные знания физико-химических основ катализа и способов его изучения на современном оборудовании	Умеет применять знания физико-химических основ катализа и способов его изучения на современном оборудовании в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний физико-химических основ катализа и способов его изучения на современном оборудовании
	Уметь: подбирать методику исследования каталитических реакций	В целом успешное, но не систематическое умение подбирать методику исследования каталитических реакций	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение подбирать методику исследования каталитических реакций	Успешное и систематическое умение подбирать методику исследования каталитических реакций
	Владеть: навыками по эксплуатации современного научно-исследовательского оборудования по изучению и исследованию	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по эксплуатации современного научно-исследовательского оборудования по	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по эксплуатации современного	Успешное и систематическое владение навыками по эксплуатации современного научно-исследовательского

	катализа и каталитических реакций	изучению и исследованию катализа и каталитических реакций	научно-исследовательского оборудования по изучению и исследованию катализа и каталитических реакций	оборудования по изучению и исследованию катализа и каталитических реакций
--	-----------------------------------	---	---	---

ПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутой	Знать: химизм и механизм протекания каталитических реакций	Демонстрирует частичные знания химизма и механизма протекания каталитических реакций	Умеет применять знания химизма и механизма протекания каталитических реакций в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний химизма и механизма протекания каталитических реакций
	Уметь: определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований	В целом успешное, но не систематическое умение определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований	Успешное и систематическое умение определять химизм и механизм каталитических реакций с помощью экспериментальных исследований
	Владеть: навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с использованием современных достижений науки и техники	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с использованием современных достижений науки и техники	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с использованием современных достижений науки и техники	Успешное и систематическое владение навыками по определению химизма и механизма каталитических реакций с использованием современных достижений науки и техники

			достижений науки и техники	
--	--	--	-------------------------------	--

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутой	Знать: основы моделирования каталитических реакций для создания технологий обезвреживания отходов	Неполные знания об основах моделирования каталитических реакций для создания технологий обезвреживания отходов	Сформированные, но содержащие пробелы знания об основах моделирования каталитических реакций для создания технологий обезвреживания отходов	Сформированные и систематические знания об основах моделирования каталитических реакций для создания технологий обезвреживания отходов
	Уметь: разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов	В целом успешное, но не систематическое умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов	Успешное и систематическое умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению и выбору оборудования на основе моделирования систем для переработки техногенных отходов
	Владеть: навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых каталитических технологий	В целом успешное, но не систематическое владение навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых каталитических технологий	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых технологий	Успешное и систематическое владение навыками прогнозирования каталитической активности новых материалов при создании экологически чистых технологий

			каталитических технологий	
--	--	--	---------------------------	--

ПК-8

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутой	Знать: приемы оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод	Неполные знания о приемах оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод	Сформированные, но содержащие пробелы знания о приемах оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод	Сформированные и систематические знания о приемах оптимизации при проектировании систем каталитической очистки газов и сточных вод
	Уметь: определять основные параметры при проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод	В целом успешное, но не систематическое умение определять основные параметры при проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять основные параметры при проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод	Успешное и систематическое умение определять основные параметры при проектировании и реализации систем каталитической очистки газов и сточных вод
	Владеть: навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод	Успешное и систематическое владение навыками проведения теоретического анализа процессов систем каталитической очистки газов и сточных вод

ПК-9

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность к анализу технологических процессов с целью повышения показателей энерго- и ресурсосбережения, к оценке экономической эффективности технологических процессов, их экологической безопасности» (приводится

содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутой	Знать: условия образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики	Неполные знания об условиях образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики	Сформированные, но содержащие пробелы знания об условиях образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики	Сформированные и систематические знания об условиях образования техногенных отходов, основные их физико-химические и химические характеристики
	Уметь: определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности	В целом успешное, но не систематическое умение определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности	Успешное и систематическое умение определять возможность использования тех или иных методов обезвреживания отходов с позиций энерго- и ресурсосбережения и повышения экологической безопасности
	Владеть: навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	В целом успешное, но не систематическое владение навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Успешное и систематическое владение навыками расчетов основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод

ПК-10

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что	Оценочная шкала
---------	-----------------	-----------------

	обучающийся должен продемонстрировать)	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутой	Знать: методологические подходы к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Неполные знания о методологических подходах к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Сформированные, но содержащие пробелы знания о методологических подходах к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Сформированные и систематические знания о методологических подходах к созданию модели каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения
	Уметь: создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	В целом успешное, но не систематическое умение создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения	Успешное и систематическое умение создавать модели систем каталитической очистки газов и сточных вод с целью оценки инновационных и технологических рисков их внедрения
	Владеть: навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов на основе катализа	В целом успешное, но не систематическое владение навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов на основе катализа	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов на основе катализа	Успешное и систематическое владение навыками создания инновационных систем переработки техногенных отходов на основе катализа

ПК-11

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

	продемонстрировать)	льно		
Пороговый, продвинуты й	Знать: методики расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Неполные знания о методиках расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Сформированные, но содержащие пробелы знания о методиках расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод	Сформированные и систематические знания о методиках расчета основных технологических параметров процессов каталитической очистки газов и сточных вод
	Уметь: разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств	В целом успешное, но не систематическое умение разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств	Успешное и систематическое умение разработать техническое решение и способ утилизации или переработки отхода в зависимости от его свойств
	Владеть: навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей	В целом успешное, но не систематическое владение навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей	Успешное и систематическое владение навыками разработки способов каталитической переработки органических энергоносителей

ПК-12

Схема оценки уровня формирования компетенции «способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинуты й	Знать: теоретические основы катализа	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Умеет применять знания в базовом (стандартном) объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний
	Уметь: создавать технологии очистки газообразных	В целом успешное, но не систематическое	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы	Успешное и систематическое умение создавать

	выбросов и сточных вод с использованием катализаторов	умение создавать технологии очистки газообразных выбросов и сточных вод с использованием катализаторов	умение создавать технологии очистки газообразных выбросов и сточных вод с использованием катализаторов	технологии очистки газообразных выбросов и сточных вод с использованием катализаторов
	Владеть: навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды	В целом успешное, но не систематическое владение навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды	Успешное и систематическое владение навыками реализации разработки катализаторов и технологий их использования для защиты окружающей среды

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

7.3. 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.

7.4. 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 - 70% и промежуточного контроля - 30%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 15 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.
- тестирование – 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- письменная контрольная работа - 30 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. **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. Химическая кинетика и катализ: Учебное пособие
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/kubasov/>
4. Промышленный катализ и экологически безопасные технологии Темкин О.Н.
5. Катализ и производство катализаторов Колесников И.М., - Техника, 2004, - 399 с.
6. Кулакова и.и., Лисичкин г.в. «Каталитическая химия
<http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/oil-kadry/kulakova-lisichkin-catalysis-p1-2014.pdf>

б) дополнительная литература:

1. **Бесков В.С.** Моделирование каталитических процессов и реакторов / Бесков В.С., Флокк, Вольфганг. - М.: Химия, 1991. - 252 с.
2. Соболева Н.М., Носович А.А., Гончарук В.В. Гетерогенный фотокатализ в процессах обработки воды
http://www.nbu.gov.ua/old_jrn/chem_biol/khtv/2007_2/pdf/Nosonovich.pdf
3. Артемьев Ю.М., Рябчук В.К. Введение в гетерогенный фотокатализ
<http://www.twirpx.com/file/214888/>
4. КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТРАНСПОРТА / Материалы конференции http://catalysis.ru/resources/institute/Publishing/Report/2007/016-2007-abstracts-KATEK_Piter.pdf
5. Беоцкая И.П., Кустов Л.М.. Катализ - важнейший элемент «зеленой химии».
http://www.uspkhim.ru/php/getFT.phtml?jrnid=rc&paperid=4137&year_id=2010
6. **Боресков Г.К.** Катализ в производстве серной кислоты - Ленинград, Москва: Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1954
7. **Ипатьев В. Н.** Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях. 1900 – 1933 - Москва, Ленинград: Изд-во Акад. наук СССР, 1936

8. [Калинин И. А. Катализ \(ускорители химических реакций\) - М.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1955](#)
9. [Катализ. Некоторые вопросы теории и технологии органических реакций - б.м.: Изд-во иностр. лит., 1959](#)
10. Физико-химическая механика в технологии катализаторов и сорбентов: Монография <http://www.isuct.ru/e-lib/node/80>
11. Химия в интересах устойчивого развития - "Зеленая химия" <http://www.greenchemistry.ru>

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

1. <http://elib.dgu.ru> Электронная библиотека ДГУ
2. http://window.edu.ru/window/catalogp_rid=59576.
3. <http://www.fptl.ru/biblioteka/paht.html>
4. <http://window.edu.ru/resource/369/76369>
5. База данных издательства Springer.
6. База данных диссертаций Российской научной библиотеки.
7. База данных Американского химического общества (American Chemical Society) и Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry).
8. Электронная библиотека: elibrary.ru
9. Журнал «Катализ в промышленности»
<http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1556908>
10. 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, TOPwaveIV, 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-FMC-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.