

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

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений**

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

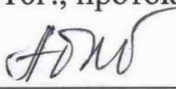
Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала, 2016

Рабочая программа дисциплины «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений» 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 « 20» 06 2016г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений» 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 электронным строением твердых тел, фотокатализаторов и их фотокаталитической активностью при окислении различных органических соединений.

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 дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 4 зачетных единиц, в том числе 144 в 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						
Лекц ии		Лабораторн ые занятия	Практиче ские занятия	КСР	консульта ции			
10	144	12	32				100	дифференцирован ный зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений» является овладение магистрантов теоретическими и практическими знаниями по фотокатализу и пониманию роли гетерогенного фотокатализа в химической технологии и защите окружающей среды.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП магистратуры

Дисциплина «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений» 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 «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений» должны быть изучены следующие дисциплины «Физическая химия», «Массообменные процессы и аппараты», «Методы очистки сточных вод» и т.д.

При изучении указанных дисциплин формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений».

Дисциплина «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений» 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)
<b>ОПК-3</b>	способность к профессионально й эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки	<b>Знать:</b> современные методы очистки сточных вод от органических соединений с использованием технологии гетерогенного фотокатализа <b>Уметь:</b> использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием УФ-облучения при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод. <b>Владеть:</b> навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием УФ-излучения
<b>ПК-4</b>	способность использовать современные методики и	<b>Знать:</b> сферы применения и методы использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования

	методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию	по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений Уметь: различать сферы применения гетерогенного фотокатализа и оборудования для его осуществления Владеть: навыками по использованию методов гетерогенного фотокатализа для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований
<b>ПК-7</b>	готовность к разработке мероприятий по энерго- и ресурсосбережению, выбору оборудования и технологической оснастке	Знать: теоретические основы фотокаталитического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений. Уметь: проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием УФ-облучения Владеть: навыками по разработке методов фотокаталитической очистки сточных вод, их аппаратурного оформления и использования для обратного водоснабжения
<b>ПК-8</b>	готовность к разработке технических заданий на проектирование и изготовление нестандартного оборудования	Знать: основы расчета оборудования по обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений. Уметь: осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа. Владеть: навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа
<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	Знать: основы протекания тех или иных технологических процессов, показатели протекания технологических процессов, количество отходов и вторичных ресурсов, образующихся при осуществлении различных технологических процессов. Уметь: определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения. Владеть: навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений.
<b>ПК-10</b>	способностью	Знать: основополагающие понятия и методы

	оценивать инновационный и технологический риски при внедрении новых технологий	оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений. Уметь: пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений Владеть: способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений
<b>ПК-11</b>	способностью разрабатывать мероприятия по комплексному использованию сырья, по замене дефицитных материалов	Знать: строение и структуру твердых тел для более полного и рационального использования ресурсов, разработки новых материалов при фотокаталитическом обезвреживании сточных вод и газообразных выбросов для достижения требуемых показателей производства Уметь: проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод Владеть: навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод
<b>ПК-12</b>	способностью создавать технологии утилизации отходов и системы обеспечения экологической безопасности производства	Знать: существующие способы очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений на основе гетерогенного фотокатализа Уметь: создавать технологии очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений Владеть: методиками создания способов очистки сточных вод с использованием гетерогенного фотокатализа для обеспечения экологической безопасности производства

#### **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	Практиче ские	Лаборат орные	Контро ль			
Модуль 1. Структура и электронное строение твердых фотокатализаторов										
1	Гетерогенные системы фотокатализе	10	1-2	1		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
2	Кристаллическая структура твердых тел	10	3-5	1		4		14	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
	<i>Итого по модулю 1:</i>			<b>2</b>		<b>8</b>		<b>26</b>	Коллоквиум	
Модуль 2. Фотокатализаторы										
3	Полупроводниковые оксиды металлов как фотокатализаторы	10	6-7	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
4	Композиционные фотокатализаторы	10	8-9	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
	<i>Итого по модулю 2:</i>			<b>4</b>		<b>8</b>		<b>24</b>	Коллоквиум	
Модуль 3. Методы исследования фотокаталитических реакций										
5	Средства для исследования фотокаталитических реакций	10	10-12	1		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
6	Реакторы для фотокатализа	10	13-14	1		4		14	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
	<i>Итого по модулю 3:</i>			<b>2</b>		<b>8</b>		<b>26</b>	Коллоквиум	
Модуль 4. Применение фотокатализа для окисления органических соединений										
7	Фотокаталитическая очистка воды	10	15-16	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
8	Фотокаталитическая очистка воздуха	10	17-18	2		4		12	Устный опрос, решение задач, домашняя работа	
	<i>Итого по модулю 4:</i>			<b>4</b>		<b>8</b>		<b>24</b>	Коллоквиум	
	<b>ИТОГО:</b>			<b>12</b>		<b>32</b>		<b>100</b>	дифференцированный зачет	

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

##### **Модуль 1. Структура и электронное строение твердых фотокатализаторов**

**Тема 1. Гетерогенные системы в фотокатализе.** Основные понятия и термины. Гетерогенные системы «жидкость - твердое тело» и «твердое тело –

газ». Химические связи в твердых телах. Строение твердых тел. Фотокатализ. Понятие о фотокатализе. Полупроводниковые материалы.

**Тема 2. Кристаллическая структура твердых тел.** Кристаллическое строение твердых тел. Дефекты в кристаллах. Точечные и примесные дефекты. Электронная структура твердого тела. Уровень Ферми. Валентная зона. Зона проводимости. Ширина-запрещенной зоны. Электронно-дырочная проводимость. Электронная структура твердого тела с дефектами.

### **Модуль 2. Фотокатализаторы**

**Тема 3. Полупроводниковые оксиды металлов как фотокатализаторы.**

Диоксид титана как фотокатализатор. Модифицированный диоксид титана. Процессы протекающие в диоксиде титана при облучении светом. Фотокаталитическое разложение воды. Другие полупроводниковые оксиды металлов. Полупроводники р-типа и n-типа. Способы синтеза оксидных полупроводниковых фотокатализаторов. Способы синтеза наноматериалов на основе диоксида титана.

**Тема 4. Композиционные фотокатализаторы.** Композиционные нанесенные фотокатализаторы. Пленочные фотокатализаторы. Порошковые композиционные фотокатализаторы. Оксидные нанесенные системы. Современные методы получения композиционных фотокатализаторов. Сенсбилизация поверхности диоксида титана красителем и другими оксидами металлов. Наноразмерные композиционные фотокатализаторы. Активность композиционных фотокатализаторов при облучении солнечным светом.

### **Модуль 3. Методы исследования фотокаталитических реакций**

**Тема 5. Средства для исследования фотокаталитических реакций.** Методы исследования гетерогенных фотокатализаторов. Методы рентгеноструктурного анализа. Методы исследования фотостимулированных реакций в системах газ-твердое тело и жидкость-твердое тело. Определение квантового выхода фотокаталитической реакции. Методы определения эффективности фотокаталитической реакции. Фотоэлектрохимические реакции и методы их исследования

**Тема 6. Реакторы для фотокатализа.** Реакторы и вакуумные установки для исследования фотосорбции. Реакторы для фотокаталитического окисления органических соединений в водных средах. Фотореакторы для окисления летучих органических соединений в воздухе. Современные достижения в области разработки фотокатализаторов.

**Модуль 4. Применение фотокатализа для окисления органических соединений**

**Тема 7. Фотокаталитическая очистка воды.** Современные достижения в области фотокаталитического окисления органических соединений в водных средах. Механизм фотокаталитического окисления органических соединений. Фотокаталитическое окисление органических соединений с использованием пероксида водорода и соединений железа. Фотокаталитическое окисление красителей. Обезвреживание сточных вод,



содержащих фенол, фотокаталитическим окислением. Экономическая оценка эффективности фотокаталитической очистки сточных вод. Оценка показателей качества воды после фотокаталитической очистки.

**Тема 8. Фотокаталитическая очистка воздуха.** Использование фотокатализа для очистки воздуха от летучих органических соединений. Очистка воздуха от толуола. Фотокаталитическое окисление паров органических соединений. Современные достижения в области очистки воздуха от органических соединений фотокаталитическим окислением.

#### **Темы лабораторных работ**

1. Синтез нанотрубок диоксида титана гидротермальным способом и исследование их физико-химических свойств и оценка фотокаталитической активности.
2. Исследование фотокаталитического окисления органических красителей и определение квантового выхода.
3. Получение композиционного фотокатализатора на основе диоксида кремния и диоксида титана.
4. Электрохимический синтез  $\text{Cu}_2\text{O}$  и исследование его фотокаталитической активности при облучении дневным светом.
5. Фотокаталитическое окисление органических красителей на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

#### **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 дифференцированный зачет.

#### **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 дифференцированному зачету.

№	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 дифференцированному зачету.	Устный или письменный опрос	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 в виде дифференцированного зачета.

## 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: современные методы очистки сточных вод от органических соединений с использованием технологии гетерогенного	Устный опрос, письменный опрос

	фотокатализа	
	Уметь: использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием УФ-облучения при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод.	Письменный опрос
	Владеть: навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием УФ-излучения	Мини-конференция
ПК-4	Знать: сферы применения и методы использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: различать сфере применения гетерогенного фотокатализа и оборудования для его осуществления	Письменный опрос
	Владеть: навыками по использованию методов гетерогенного фотокатализа для очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	Мини-конференция
ПК-7	Знать: теоретические основы фотокаталитического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием УФ-облучения	Письменный опрос
	Владеть: навыками по разработке методов фотокаталитической очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для оборотного водоснабжения	Мини-конференция
ПК-8	Знать: основы расчета оборудования по обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа.	Письменный опрос
	Владеть: навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа	Мини-конференция
ПК-9	Знать: основы протекания тех или иных	Устный опрос,

	технологических процессов, показатели протекания технологических процессов, количество отходов и вторичных ресурсов, образующихся при осуществлении различных технологических процессов.	письменный опрос
	Уметь: определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения.	Письменный опрос
	Владеть: навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений.	Мини-конференция
ПК-10	Знать: основополагающие понятия и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений.	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	Письменный опрос
	Владеть: способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	Мини-конференция
ПК-11	Знать: строение и структуру твердых тел для более полного и рационального использования ресурсов, разработки новых материалов при фотокаталитическом обезвреживании сточных вод и газообразных выбросов для достижения требуемых показателей производства	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод	Письменный опрос
	Владеть: навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	Мини-конференция
ПК-12	Знать: существующие способы очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений на основе гетерогенного фотокатализа	Устный опрос, письменный опрос
	Уметь: создавать технологии очистки сточных и	Письменный опрос

	природных вод, газообразных выбросов от органических соединений	
	Владеть: методиками создания способов очистки сточных вод с использованием гетерогенного фотокатализа для обеспечения экологической безопасности производства	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» (приводятся содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: современные методы очистки сточных вод от органических соединений с использованием технологии гетерогенного фотокатализа	Неполные знания о современных методах очистки сточных вод от органических соединений с использованием технологии гетерогенного фотокатализа	Сформированные, но содержащие пробелы знания о современных методах очистки сточных вод от органических соединений с использованием технологии гетерогенного фотокатализа	Сформированные и систематические знания о современных методах очистки сточных вод от органических соединений с использованием технологии гетерогенного фотокатализа
	Уметь: использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием УФ-облучения при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод.	В целом успешное, но не систематическое умение использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием УФ-облучения при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием УФ-облучения при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод	Успешное и систематическое умение использовать знания о современных методах очистки сточных вод с использованием УФ-облучения при проектировании и эксплуатации оборудования по очистке сточных вод
	Владеть: навыками по эксплуатации современного оборудования по очистке сточных и природных вод от	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по эксплуатации	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по эксплуатации современного	Успешное и систематическое владение навыками по эксплуатации современного

	органических соединений с использованием УФ-излучения	современного оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием УФ-излучения	оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием УФ-излучения	оборудования по очистке сточных и природных вод от органических соединений с использованием УФ-излучения
--	---	---	--	--

#### 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, продвинутый	Знать: сферы применения и методы использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений	Неполные знания о сфере применения и методов использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений	Сформированные, но содержащие пробелы знания о сфере применения и методов использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений	Сформированные и систематические знания о сфере применения и методов использования современного оборудования для очистки сточных вод, планировать экспериментальные исследования по разработке оборудования для очистки сточных вод от органических соединений
	Уметь: различать сферы применения гетерогенного фотокатализа и оборудования для его осуществления	В целом успешное, но не систематическое умение различать сферы применения гетерогенного фотокатализа и оборудования для его осуществления	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение различать сферы применения гетерогенного фотокатализа и оборудования для его осуществления	Успешное и систематическое умение различать сферы применения гетерогенного фотокатализа и оборудования для его осуществления
	Владеть: навыками по использованию методов гетерогенного фотокатализа для очистки природных и сточных вод и навыками по	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по использованию методов гетерогенного фотокатализа для	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по использованию методов гетерогенного фотокатализа для	Успешное и систематическое владение навыками по использованию методов гетерогенного фотокатализа для

	испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	очистки природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований	природных и сточных вод и навыками по испытанию оборудования с помощью экспериментальных исследований
--	---	---	---	---

## 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, продвинутый	Знать: теоретические основы фотокаталитического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений.	Неполные знания теоретических основ фотокаталитического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений	Сформированные, но содержащие пробелы знания теоретических основ фотокаталитического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений	Сформированные и систематические знания теоретических основ фотокаталитического окисления органических соединений для их использования при технологической оснастке очистных сооружений
	Уметь: проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием УФ-облучения	В целом успешное, но не систематическое умение проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием УФ-облучения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием УФ-облучения	Успешное и систематическое умение проводить исследования по разработке методов и технологий очистки сточных вод от органических соединений с использованием УФ-облучения
	Владеть: навыками по разработке методов фотокаталитической очистки сточных вод, их аппаратного оформления и использования для	В целом успешное, но не систематическое владение навыками по разработке методов фотокаталитической очистки сточных вод, их	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками по разработке методов фотокаталитической очистки сточных вод, их аппаратного	Успешное и систематическое владение навыками по разработке методов фотокаталитической очистки сточных вод, их аппаратного

	оборотного водоснабжения	аппаратурного оформления и использования для оборотного водоснабжения	оформления и использования для оборотного водоснабжения	оформления и использования для оборотного водоснабжения
--	--------------------------	---	---	---

### 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, продвинутый	Знать: основы расчета оборудования по обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений	Неполные знания основ расчета оборудования по обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений	Сформированные, но содержащие пробелы знания основ расчета оборудования по обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений	Сформированные и систематические знания основ расчета оборудования по обезвреживанию сточных вод, проектирования очистных сооружений
	Уметь: осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа.	В целом успешное, но не систематическое умение осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа	Успешное и систематическое умение осуществлять расчеты для разработки технических заданий при проектировании и изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа
	Владеть: навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа	В целом успешное, но не систематическое владение навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа	Успешное и систематическое владение навыками проектирования и разработки технических заданий при изготовления оборудования по очистке питьевых и сточных вод на основе гетерогенного фотокатализа



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, продвинутый	Знать: основы протекания тех или иных технологических процессов, показатели протекания технологических процессов, количество отходов и вторичных ресурсов, образующихся при осуществлении различных технологических процессов.	Неполные знания основ протеканий тех или иных технологических процессов, показатели протекания технологических процессов, количество отходов и вторичных ресурсов, образующихся при осуществлении различных технологических процессов	Сформированные, но содержащие пробелы знания основ протеканий тех или иных технологических процессов, показатели протекания технологических процессов, количество отходов и вторичных ресурсов, образующихся при осуществлении различных технологических процессов	Сформированные и систематические знания основ протеканий тех или иных технологических процессов, показатели протекания технологических процессов, количество отходов и вторичных ресурсов, образующихся при осуществлении различных технологических процессов
	Уметь: определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения.	В целом успешное, но не систематическое умение определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения	Успешное и систематическое умение определять экономическую эффективность внедрения методов очистки сточных вод в технологических процесс и разрабатывать мероприятия по повышению энерго- и ресурсосбережения
	Владеть: навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по улучшению	В целом успешное, но не систематическое владение навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке	Успешное и систематическое владение навыками анализа технологических процессов очистки сточных вод и разработке рекомендаций по

	эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений.	рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений	рекомендаций по улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений	улучшению эффективности процесса на основе научных исследований и современных достижений
--	---	--	--	--

## 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 обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: основополагающие понятия и методы оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений.	Неполные знания основополагающих понятий и методов оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	Сформированные, но содержащие пробелы знания основополагающих понятий и методов оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	Сформированные и систематические знания основополагающих понятий и методов оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений
	Уметь: пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	В целом успешное, но не систематическое умение пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	Успешное и систематическое умение пользоваться приемами и методами оценки инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений
	Владеть: способностью обосновывать конкретные	В целом успешное, но не систематическое владение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение	Успешное и систематическое владение способностью

	технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	способностью обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений	обосновывать конкретные технические решения для минимизации инновационного и технологического риска при внедрении технологии фотокаталитической очистки сточных и природных вод от органических соединений
--	--	---	---	--

### 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 продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый, продвинутый	Знать: строение и структуру твердых тел для более полного и рационального использования ресурсов, разработки новых материалов при фотокаталитическом обезвреживании сточных вод и газообразных выбросов для достижения требуемых показателей производства	Неполные знания о строении и структуре твердых тел для более полного и рационального использования ресурсов, разработки новых материалов при фотокаталитическом обезвреживании сточных вод и газообразных выбросов для достижения требуемых показателей производства	Сформированные, но содержащие пробелы знания о строении и структуре твердых тел для более полного и рационального использования ресурсов, разработки новых материалов при фотокаталитическом обезвреживании сточных вод и газообразных выбросов для достижения требуемых показателей производства	Сформированные и систематические знания о строении и структуре твердых тел для более полного и рационального использования ресурсов, разработки новых материалов при фотокаталитическом обезвреживании сточных вод и газообразных выбросов для достижения требуемых показателей производства
	Уметь: проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию водных ресурсов с	В целом успешное, но не систематическое умение проводить научно-исследовательские работы по комплексному	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить научно-исследовательские работы по комплексному	Успешное и систематическое умение проводить научно-исследовательские работы по комплексному использованию

	использованием процессов очистки сточных вод	использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод	использованию водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод	водных ресурсов с использованием процессов очистки сточных вод
	Владеть: навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	В целом успешное, но не систематическое владение навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод	Успешное и систематическое владение навыками разработки технологических решений по использованию водных ресурсов, и замене дефицитных материалов, используемых в технологиях очистки сточных вод

## 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, продвинутый	Знать: существующие способы очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений на основе гетерогенного фотокатализа	Неполные знания о существующих способах очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений на основе гетерогенного фотокатализа	Сформированные, но содержащие пробелы знания о существующих способах очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений на основе гетерогенного фотокатализа	Сформированные и систематические знания о существующих способах очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений на основе гетерогенного фотокатализа
	Уметь: создавать технологии очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических соединений	В целом успешное, но не систематическое умение создавать технологии очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение создавать технологии очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от	Успешное и систематическое умение создавать технологии очистки сточных и природных вод, газообразных выбросов от органических

		органических соединений	органических соединений	соединений
	Владеть: методиками создания способов очистки сточных вод с использованием гетерогенного фотокатализа для обеспечения экологической безопасности производства	В целом успешное, но не систематическое владение методиками создания способов очистки сточных вод с использованием гетерогенного фотокатализа для обеспечения экологической безопасности производства	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение методиками создания способов очистки сточных вод с использованием гетерогенного фотокатализа для обеспечения экологической безопасности производства	Успешное и систематическое владение методиками создания способов очистки сточных вод с использованием гетерогенного фотокатализа для обеспечения экологической безопасности производства

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

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### **Контрольные вопросы**

1. Гетерогенные системы «жидкость - твердое тело» и «твердое тело – газ».
2. Химические связи в твердых телах.
3. Строение твердых тел.
4. Фотокатализ. Понятие о фотокатализе.
5. Полупроводниковые материалы.
6. Кристаллическое строение твердых тел.
7. Дефекты в кристаллах.
8. Точечные и примесные дефекты.
9. Электронная структура твердого тела.
10. Уровень Ферми. Валентная зона. Зона проводимости.
11. Ширина запрещенной зоны.
12. Электронно-дырочная проводимость.
13. Электронная структура твердого тела с дефектами.
14. Диоксид титана как фотокатализатор.
15. Модифицированный диоксид титана.
16. Процессы, протекающие в диоксиде титана при облучении светом.
17. Фотокаталитическое разложение воды.
18. Другие полупроводниковые оксиды металлов.
19. Полупроводники p-типа и n-типа.
20. Способы синтеза оксидных полупроводниковых фотокатализаторов.
21. Способы синтеза наноматериалов на основе диоксида титана.
22. Композиционные нанесенные фотокатализаторы.
23. Пленочные фотокатализаторы.
24. Порошковые композиционные фотокатализаторы.
25. Оксидные нанесенные системы.

26. Современные методы получения композиционных фотокатализаторов.
27. Сенсibilизация поверхности диоксида титана красителем и другими оксидами металлов.
28. Наноразмерные композиционные фотокатализаторы.
29. Активность композиционных фотокатализаторов при облучении солнечным светом.
30. Методы исследования гетерогенных фотокатализаторов.
31. Методы рентгеноструктурного анализа.
32. Методы исследования фотостимулированных реакций в системах газ-твердое тело и жидкость-твердое тело.
33. Определение квантового выхода фотокаталитической реакции.
34. Методы определения эффективности фотокаталитической реакции.
35. Фотоэлектрохимические реакции и методы их исследования
36. Реакторы и вакуумные установки для исследования фотосорбции.
37. Реакторы для фотокаталитического окисления органических соединений в водных средах.
38. Фотореакторы для окисления летучих органических соединений в воздухе.
39. Современные достижения в области разработки фотокатализаторов.
40. Современные достижения в области фотокаталитического окисления органических соединений в водных средах.
41. Механизм фотокаталитического окисления органических соединений.
42. Фотокаталитическое окисление органических соединений с использованием пероксида водорода и соединений железа.
43. Фотокаталитическое окисление красителей.
44. Обезвреживание сточных вод, содержащих фенол, фотокаталитическим окислением.
45. Экономическая оценка эффективности фотокаталитической очистки сточных вод.
46. Оценка показателей качества воды после фотокаталитической очистки.
47. Использование фотокатализа для очистки воздуха от летучих органических соединений.
48. Очистка воздуха от толуола.
49. Фотокаталитическое окисление паров органических соединений.
50. Современные достижения в области очистки воздуха от органических соединений фотокаталитическим окислением.

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. Артемьев Ю.М., Рябчук В.К. Введение в гетерогенный фотокатализ <http://www.twirpx.com/file/214888/>

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.nbuu.gov.ua/old\\_jrn/chem\\_biol/khtv/2007\\_2/pdf/Nosonovich.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/old_jrn/chem_biol/khtv/2007_2/pdf/Nosonovich.pdf)
3. **Бродский А.И.** Физическая химия. Т. 2. Химическая термодинамика и статика, электрохимия и фотохимия - М.: ОНТИ НКТП СССР, 1936
4. **Бродский А.И.** Физическая химия. Т. 2. Растворы, электрохимия, химическая кинетика, фотохимия - Москва, Ленинград: Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1948
5. **Лазарев П.П.** Основы учения о химическом действии света, Ч. 2. Частная фотохимия - Петроград: Научное химико-техническое издательство, 1920
6. **Лазарев П.П.** Основы учения о химическом действии света, Ч. 1. Общая фотохимия - Петроград: Научное химико-техническое издательство, 1919
7. **Лазарев П.П.** Основы учения о химическом действии света, Ч. 3. Приложения фотохимии - Петроград: Тип. Орган. Отдел. Научно-Техн. Отд. В. С. Н. Х., 1920

## **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](http://window.edu.ru/window/catalogp_rid=59576).
3. База данных издательства Springer.
4. База данных диссертаций Российской научной библиотеки.
5. База данных Американского химического общества (American Chemical Society) и Королевского химического общества (Royal Society of Chemistry).
6. 2. Соболева Н.М., Носович А.А., Гончарук В.В. Гетерогенный фотокатализ в процессах обработки воды

[http://www.nbuu.gov.ua/old\\_jrn/chem\\_biol/khtv/2007\\_2/pdf/Nosonovich.pdf](http://www.nbuu.gov.ua/old_jrn/chem_biol/khtv/2007_2/pdf/Nosonovich.pdf)

7. Артемьев Ю.М., Рябчук В.К. Введение в гетерогенный фотокатализ  
<http://www.twirpx.com/file/214888/>

## **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.

<b>Разделы и темы для самостоятельного изучения</b>	<b>Виды и содержание самостоятельной работы</b>
Процессы в полупроводниках при облучении светом	-конспектирование первоисточников и другой учебной литературы;
Механизм фотокаталитических	-проработка учебного материала (по



реакций Ленгмюра-Хиншельвуда	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;
Механизм Или-Ридиля	
Поглощение света в гетерогенных системах	
Фоторазложение воды	
Фотостимулированные превращения органических и неорганических веществ	
Сенсибилизированное фотоокисление	

## **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 «Методы гетерогенного фотокатализа обезвреживания органических соединений» 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
- Программа Mathcad

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

В соответствии с требованиями ФГОСЗ+ 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 каждые 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-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 технохимические 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.