ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Основы фотокатализа в металл-оксидных системах

Код модуля	**Модуль**
1161781(1)	Методы исследования и свойства оксидных материалов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	доцент	аналитической химии и химии окружающей среды
2	Михайловская Зоя Алексеевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	УрФУ

Согласовано:

Управление образовательных программ Е.С. Комарова

Авторы:

- **Буянова Елена Станиславовна, доцент, аналитической химии и химии окружающей среды**
- **Михайловская Зоя Алексеевна, Доцент, УрФУ**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Основы фотокатализа в металл-оксидных системах

1.	**Объем дисциплины в зачетных единицах**	3	
2.	**Виды аудиторных занятий**	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	**Промежуточная аттестация**	Зачет	
4.	**Текущая аттестация**	Коллоквиум	1
		Домашняя работа	1
		Реферат	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Основы фотокатализа в металл-оксидных системах

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	**Планируемые результаты обучения (индикаторы)**	**Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине**
1	**2**	**3**
ПК-1 -Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных свойств веществ и материалов П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов на их основе	Домашняя работа Зачет Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Реферат

ПК-2 -Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	З-1 - Перечислить экспериментальные методы и описать их техническое исполнение для решения конкретной научно-исследовательской задачи П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской задачи в выбранной области профессиональной деятельности	Домашняя работа Зачет Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Реферат
ПК-3 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы	З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации	Домашняя работа Зачет Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Реферат
ПК-4 -Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более	З-2 - Перечислить способы и методы подготовки объектов различных химических и смежных производств и научно-технических разработок для технологических испытаний в своей профессиональной деятельности	Домашняя работа Зачет Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Реферат

высокой квалификации	У-2 - Готовить объекты различных химических и смежных производств и научно-технических разработок исследования для проведения испытаний	
ПК-5 -Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции	З-1 - Демонстрировать понимание теоретических положений химических, физико-химических, физических методов анализа, перечислить основные аналитические сигналы, используемые в методах анализа З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке У-1 - Выполнять стандартные аналитические операции и регистрировать аналитические сигналы в химических, физико-химических, физических методах анализа У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Домашняя работа Зачет Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Реферат
ПК-6 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания	З-1 - Сформулировать принципы классификации и особенности баз данных технологической информации П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)	Домашняя работа Зачет Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Реферат
ПК-9 -Способен участвовать в	З-1 - Сделать обзор планируемых в текущем году	Домашняя работа Зачет

организации и проведении научных мероприятий	научных мероприятий по теме исследования У-1 - Готовить вспомогательную документацию, раздаточные материалы, осуществлять техническое сопровождение при проведении научных мероприятий	Коллоквиум Лекции Практические/семинарские занятия Реферат

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.6		
Текущая аттестация на лекциях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
коллоквиум	8,11	*100*
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6**		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.4		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
домашняя работа 1	8,5	80
реферат	8,11	20
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено**		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -не предусмотрено		

Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено**		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	**Сроки – семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено**		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	**Сроки − семестр, учебная неделя**	**Максимальная оценка в баллах**
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	**Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам**
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.

	Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	**Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)**	**Шкала оценивания**		
		Традиционная характеристика уровня		**Качественная характеристика уровня**
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Зонная структура полупроводника, понятия валентной зоны, запрещенной зоны и зоны проводимости, прямых и непрямых переходов. Изображение процессов фотосенсебилизации и переноса и разделения заряда.

2. Синтез металлоксидных катализаторов

3. Очистка воды, воздуха и иных газовых сред с помощью фотокаталитического процесса

4. Влияние различных факторов на скорость и эффективность фотокаталитического процесса

5. Рассчитайте точку нулевого заряда фотокатализатора по экспериментальным данным смещения pH раствора при присутствии в нем сложного оксида. Предскажите, как будет изменяться степень превращения при pH=4, pH=6, pH=8 если органический загрязнитель переходит в катионную форму при pH<5.5?

Примерные задания

Изобразите схематично зонную структуру полупроводника-оксидного фотокатализатора, а) активного при облучении зеленым излучения 550нм, б) активного при облучении УФ- А+В излучением, в) активного при облучении УФ- С излучением

Какой фотокатализатор в настоящее время наиболее распространён? Какие фазы присутствуют в фотокатализаторах на основе оксида титана?

Опишите принципы очистки воды, воздуха и иных газовых сред с помощью фотокаталитического процесса

LMS-платформа

1. не предусмотрено

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Коллоквиум

Примерный перечень тем

1. основы теории и практики металл-оксидного фотокатализа.

Примерные задания

Рассчитайте оптимальное количество фотокатализатора по полученным экспериментальным данным

Рассчитайте максимальное количество модельного органического загрязнителя по полученным экспериментальным данным

Теоретические вопросы:

Реакция генерации дырок и свободных электронов на поверхности полупроводника. Реакции формирования свободнорадикальных частиц. Механизм генерации дырок и свободных электронов для чистых примесных полупроводников.

Примеры однокомпонентных и композитных фотокатализаторов на основе оксидов или сульфидов

Фотосенсабилизация. Формирование активных частиц у фотосенсибилизировнных полупроводников. Пример фотосенсибилизации.

Композитные фотокатализаторы. Примеры. Формирование активных частиц у композитных фоткатализаторов. Металлизация фотокатализаторов. Примеры.

Общие представления о кинетике фотокатализа. Основные протекающие процессы, ключевые реакции протекающие в водных средах.

Роль поверхности, морфологии, фазового и химического состава фотокатализатора.

Применение фотокатализаторов. Фотокаталитические реакторы. Оптимизация фотокаталитического процесса.

Способы синтеза металлоксидных фотокатализаторов. Общие представления о принципах гидротермального и солвотермальных методов синтеза, синтеза из из микроэмульсии, золь-гель метода и т.п. и методах изготовления пленок фотокатализаторов.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Обработка результатов спектров диффузного рассеяния света на порошковых образцах

2. Обработка данных фотокаталитических измерений превращения органического красителя в стационарном реакторе

Примерные задания

1.

Получить данные спектра диффузного рассеяния света на порошковых образцах сложного оксида и загрузить в программу обработки данных и построения графиков.

Первично проанализировать данные, оценить датасет на наличие выбросов, выявить полосы поглощения.

На основе литературных данных соотнести полосы поглощения с поглощением конкретных кластеров или ионов.

Произвести сглаживание (при необходимости) функций, нормировку функций диффузного рассеяния и просчёт шкалы длин волн на энергетическую шкалу.

Рассчитать значения функции Кубелки-Мунка.

Построить графики в координатах Тауца для случая разрешенных переходов, выделить линейные участки или ступеньки на графике функций.

Осуществить апроксимацию линейных участков на энергетическую шкалу, вычислить ширину запрещенной зоны вещества.

Вычислить границу поглощения излучения по длинам волн. Сделать вывод о том, излучение в каком диапазоне длин волн сможет активировать фотокатализатор.

2.

Получить данные по спектрофотометрическим измерениям ряда образцов раствора органического окислителя после обработки излучением в присутствии фотокатализатора в условиях (1).

Проанализировать вид спектров красителя и сравнить их с литературными данными, сделать выводы о соответствии экспериментальных данных литературным.

Выбрать фиксированную рабочую длину волны, измерения оптической плотности при которой можно использовать для расчета относительной концентрации органического красителя.

Произвести расчет степени превращения фотокатализатора от времени.

Произвести моделирование кинетических зависимостей. Рассчитать скорость протекания реакции.

Получить данные по спектрофотометрическим измерениям ряда образцов раствора органического окислителя после обработки излучением в присутствии фотокатализатора в условиях (2).

Проанализировать вид спектров красителя и сравнить их с литературными данными, сделать выводы о соответствии экспериментальных данных литературным.

Выбрать фиксированную рабочую длину волны, измерения оптической плотности при которой можно использовать для расчета относительной концентрации органического красителя.

Произвести расчет степени превращения фотокатализатора от времени.

Произвести моделирование кинетических зависимостей. Рассчитать скорость протекания реакции.

Сделать выводы о наилучших условиях для протекания указанной фотокаталитической реакции.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

5.2.3. Реферат

Примерный перечень тем

1. Примеры мезопористых фотокатализаторов на основе модифицированного оксида титана. Примеры композиционных фотокатализаторов. Основные способы получения фотокатализаторов. Влияние морфологии поверхности на фотокаталитические свойства вещества.

Примерные задания

1. Мезопористый оксид титана как фотокатализатор: способы получения мезопористого оксида титана, эффекты от допирвания и применения различных способов синтеза на функциональные характеристики материала

2. Фотокатализаторы на основе TiO2–SiO2. Примеры способов получения мезопористых систем и гидрофобная MCF пена, исследования их фотокаталитических свойств

3. Нестехиометричный TiO2-d оксид титана как фотокатализатор: способы получения и перимущества перед TiO2. Эффекты допирвоания TiO2-d.

4. Фотокатализаторы на основе модифицированного графена. Примеры способов получения и итоговых функциональных характристик.

5. Примеры фотокатализа с переносом заряда на композитных системах, содержащих TiO2. Примеры зависимости фотокаталитической активности от состава и морфологии композита.

6. Фотокаталитические системы, работающие по принципу реакции Фентона. Примеры влияния состава, способов синтеза и способов формования фотокатализатора.

LMS-платформа

1. не предусмотрено

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Основные принципы фотокатализа 1) Реакция генерации дырок и свободных электронов на поверхности полупроводника 2) Реакции формирования свободнорадикальных частиц 3) Связь потенциалов ОВР с участием свободнорадикальных частиц и возможности фотохимического расщепления воды 4) Прямой и непрямой фотокатализ 5) Механизм генерации дырок и свободных электронов для примесных полупроводников 6) Общие механизмы фотосенсибилизации полупроводников 7) Общие механизмы работы композитных фоткатализаторов 8) Общие механизмы работы для металлизирвоанных фоткатализаторов

2. Кинетика фотокатализа 1) Механизм Лэнгмюра-Хиншельвуда 2)Ключевые реакции фотокатализа

3. Требования к металлоксидным фотокатализаторам 1)Роль поверхности 2)Роль морфологии 3)Роль фазового состава 4)Роль химического состава

4. Способы синтеза металлоксидных фотокатализаторов 1)Сущность гидротермальных и солвотермальных методов синтеза фотокатализаторов 2) Сущность метода синтеза фотокатализаторов из микроэмульсии 3) Сущность золь-гель метода синтеза фотокатализаторов 4) Сущность методов синтеза фотокатализаторов с микроволной и ультразвуковой активацией 5)Электрохимическое осаждение пленок фотокатализаторов и нанесение пленок фотокатализатора методом погружения

5. Некоторые примеры фотокатализаторов. Модификация фотокатализаторов. 1) Оксид титана. 2)Оксид цинка 3)Сульфид кадмия 4)Сульфид цинка 5) Примеры некоторых композитных фотокатализаторов 6)Металлизация 7) Эффекты допирвоания 8)Фотосенсабилизация

6. Фотокатализ на практике, области применения фотокатализа. 1) Связывание фотокатализатора 2) Типы фотокаталитических реакторов 3) Пути оптимизации работы фотокатализатора 4) Фотокаталитическая очистка водных и воздушных сред 5) Фотокатализ для генерации водорода 6) Фотокатализ в медицине 7)Фотохимический синтез 8) Фотокатализ в модификации конструкционных материалов

LMS-платформа

1. не предусмотрено

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	**Контрольно-оценочные мероприятия**
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-	Технология образования в сотрудничестве	ПК-2	З-1	Домашняя работа Коллоквиум Лекции

	исследовательская				Практические/семинарские занятия Реферат