Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ А.М. Дигурова
«30» ___06___ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Методы анализа поверхности»

Направление 03.03.02 Физика

Профиль: " Физика конденсированного состояния "

Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Форма обучения – очная

(год начала подготовки 2017г.)

Владикавказ 2020

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07. 08. 2014 г. № 937, учебным планом подготовки бакалавра по направлению **03.03.02 Физика,** утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «Северо-Осетинский государственный университет имени Коста Левановича Хетагурова» от 30.04. 2020 г., протокол № 9.

Составитель: Тваури И.В., доцент кафедры физики конденсированного состояния

Рабочая программа обсуждена и утверждена на заседании кафедры физики конденсированного состояния (протокол № 6 от 24 июня 2020 г.)

Зав. кафедрой_____Т.Т. Магкоев

Одобрена Советом физико-технического факультета

(протокол №7 от «29» июня 2020 г.)

Председатель_____И.В. Тваури

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению *Физика*.....4
2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата 5
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 5
3.1. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах) 5
4. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....6
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий 6
(в академических часах) 6
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) 7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине 11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....12
6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине 12
Перечень оценочных средств 13
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы 13
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....16
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины 17
а) основная учебная литература: 17
б) дополнительная учебная литература: 17
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины 18
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины 18
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем 20
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине 20
12. Иные сведения и (или) материалы 21
12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 21

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы по направлению *Физика*

В результате освоения ООП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	**Результаты освоения ООП** *Содержание компетенций*	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ПК-2	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	**Знать**: 1. Физические принципы работы РФЭ-спектрометра в целом и его отдельных элементов. 2. Оборудование, аппаратуру специальных методов анализа поверхности. **Уметь**: 1. Проводить исследования анализа химического состава поверхности твердых тел методами РФЭС и ЭОС. 2. Проводить пробоподготовку объектов для РФЭ- и Оже-анализа. **Владеть**: 1. Методикой подготовки образцов для РФЭ- и Оже-анализа. 2. Инструментальными методиками исследования состояния поверхности твердых тел методами РФЭС и ЭОС. 3. Процедурами получения спектров РФЭС и ЭОС.
ПК-3	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	**Знать:** 1. Теоретические основы (физические принципы) современных методов анализа поверхности твердого тела. 2. Возможности и области применения методов анализа поверхности и их значение для современного материаловедения. 3. Правила организации научных исследований. 4. Основные задачи диагностики химического состава и состояния поверхности. 5. Принципы, на которых построены метода РФЭС и ЭОС. 6. Структуру спектров РФЭС и ЭОС. 7. Иметь представление об использовании методов РФЭС и ЭОС в исследовании наноструктур. 8. Основы математического анализа спектральных линий. 9. Программные средства для обработки спектральных линий и их возможности. 10. Методики обработки полученных данных в РФЭС и ЭОС. 11. Распределенные ресурсы глобальных сетей посвященные данным РФЭ- и ОЖЕ-спектроскопии. **Уметь:** 1. Проводить на практике исследования методами анализа химического состава поверхности твердых тел - РФЭС и ЭОС. 2. Выбирать методы исследования, соответствующие поставленной задаче. 3. С пониманием читать и воспринимать экспериментальные данные, полученные методами РФЭС и ЭОС, изложенные в монографиях и

Код компетенции	**Результаты освоения ООП** *Содержание компетенций*	**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
		периодической печати. 4. Интерпретировать результаты исследований и составлять отчеты. 5. Переносить знания, полученные в РФЭС, на другие предметные области. 6. На практике пользоваться программными средствами обработки спектральных линий по специальным методикам. 7. На практике пользоваться ресурсами сети Интернет, посвященными данным РФЭ- и Оже-спектроскопии. **Владеть:** 1. Навыками расшифровки и интерпретации РФЭ- и Оже-спектров. 2. Методами совместного анализа данных РФЭС и ЭОС. 3. Методиками качественного и количественного анализа данных в РФЭС и ЭОС. 4. Методикой математической обработки спектральных линий специальным программным обеспечением. 5. Методикой работы с программным обеспечением, осуществляющем обработку результатов РФЭ- и Оже-анализа.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Методы анализа поверхности твердого тела» реализуется в рамках факультативов программы бакалавриата.

Для освоения данной дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках освоения дисциплин модуля «Общая физика», дисциплины «Введение в физику твердого тела» и «Современные материалы».

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетные единицы (ЗЕ), 72 академических часа.

3.1. Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид учебной работы	**Всего часов**
Общая трудоемкость дисциплины	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	36
Аудиторная работа (всего):	36
в том числе:	
лекции	18
практические занятия	18
лабораторные работы	–

Вид учебной работы	Всего часов
в т.ч. в активной и интерактивной формах	9
Внеаудиторная работа (всего):	–
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	
Творческая работа (реферат, проект)	–
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	36
Вид промежуточной аттестации обучающегося – зачет	–

4. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
		всего	лекции	практические занятия		
1.	Обзор методов физико-химического анализа поверхности	4	2		2	Тестирование
2.	Физические основы современных методов исследования поверхности. Методы электронной спектроскопии	4	2		2	Тестирование
3.	Техника эксперимента	4	2		2	Тестирование, контрольная работа
4.	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Физические принципы и основы метода	30	4	12	14	Тестирование, контрольная работа, защита практической работы
5.	Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Физические принципы и основы метода	16	2	6	8	Тестирование, контрольная работа, защита практической работы
6.	Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия	4	2		2	Тестирование, контрольная работа

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
		всего	лекции	практические занятия		
	(УФЭС). Методы ионной спектроскопии					
7.	Десорбционная спектроскопия	4	2		2	Тестирование
8.	Спектроскопические рентгеновские методы анализа	3	1		2	Контрольная работа
9.	Масс-спектрометрия	3	1		2	Тестирование, контрольная работа

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Содержание лекционного курса

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	**Обзор методов физико-химического анализа поверхности**	
1.1.	Обзор методов физико-химического анализа поверхности	Методы исследования поверхности (общий обзор и характеристика методов анализа состояния поверхности): Оже электронная спектроскопия, дифракция медленных и быстрых электронов, спектроскопия характеристических потерь энергии электронов, ультрафиолетовая и рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, ионно-нейтрализационная спектроскопия, вторичная ионная масспектрометрия, спектроскопия обратного резерфордовского рассеяния, спектроскопия ионного рассеяния, масспектрометрия бомбардировки атомами, масспектральный анализ рассеянных нейтральных частиц, электронно-зондовый рентгеновский микроанализ, протонное возбуждение рентгеновского излучения, тонкая структура края поглощения рентгеновского излучения, термопрограммируемая десорбция, Мессбауэровская спектроскопия. Спектральные методы исследования элементарного состава и электронной структуры твердых тел с использованием различных электромагнитных излучений.
2	**Физические основы современных методов исследования поверхности. Методы электронной спектроскопии**	
2.1.	Физические основы современных методов исследования поверхности.	Спектроскопия электромагнитных излучений. Характеристические спектры эмиссии, абсорбции и флюоресценции. Спектроскопия заряженных частиц; характеристические спектры ионов и электронов. Эффекты взаимодействия излучения с твердым телом, приводящие к эмиссии ионов (вторично-ионная эмиссия, лазерное

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
	Методы электронной спектроскопии	распыление, искровой разряд, тлеющий разряд) и электронов (электронные оже-спектры, спектры характеристических потерь энергии электронов, рентгеновские фотоэлектронные спектры). Вторичная электронная эмиссия - основа современных методов анализа поверхности. Энергетическое распределение вторичных электронов. Спектр вторичных электронов, возбуждаемых электронным ударом. Зависимость коэффициентов вторичной электронной эмиссии и упругого отражения от энергии первичных электронов. Неупругое рассеяние электронов и поверхностная чувствительность. Распределения электронов по энергиям. Электронный спектр. Глубина отбора аналитической информации. Характеристика состояния поверхности образца: распределение элементов по глубине, наличие загрязнений, оценка шероховатости поверхности.
3	**Техника эксперимента**	
3.1.	Техника эксперимента	Аппаратура РФЭС- и Оже- эксперимента: источники возбуждения, вакуумная система, анализаторы электронов, детекторы, системы автоматизации эксперимента, программы обработка результатов. Вакуумная система. Требования к вакууму. Системы очистки поверхности. Термическая обработка. Методика математической обработки спектров в РФЭС и Оже-спектроскопии и анализа экспериментальных данных. Сглаживание шума. Вычитание фона. Дифференцирование и интегрирование спектров. Разложение на элементарные составляющие. Вычисление разностных спектров.
4	**Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Физические принципы и основы метода**	
4.1.	Введение	Рентгеновская спектроскопия. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (ЭСХА), электронная Оже-спектроскопия, УФЭС, ДФЭС. Теория фотоэмиссии. Трехступенчатая модель фотоэмиссии. Угловая зависимость фотоэмиссии. Направление и интенсивность внутреннего фотоэффекта. Интерпретация спектров (j-j связь, связь Рассела-Саундерса).
4.2.	Физические основы метода. Особенности качественного анализа	Физические принципы РФЭС. Качественный анализ. Учет зарядки поверхности в РФЭС (металлы, полупроводники и диэлектрики). Химические сдвиги в РФЭ-спектрах. Модели для интерпретации химсдвига. Влияние химического состояния элементов на электронные спектры. Структура спектров РФЭС. Остовные уровни. Ширина пиков. Вторичная структура спектров. Пики плазмонных потерь. Мультиплетное расщепление. Рентгеновские сателлиты и духи. Сателлиты «shake-up» и «shake-off». Структура валентной зоны. Асимметрия остовных уровней металлов. Чувствительность к поверхностному слою. Угловые эффекты. Дифракция фотоэлектронов. РФЭС с угловым разрешением. Количественный элементный анализ. Аппаратурное оформление метода.

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
4.3.	Обработка результатов	Обзор программ обработки РФЭ-линий: CASA-XPS, Origin, XPS Peaks и т.д. Основы математической обработки линий. Задачи обработки. Примеры обработки. Методические проблемы обработки.
4.4.	Интерпретация результатов	Применения РФЭС к исследованию поверхностей и интерпретация результатов. Неразрушающий качественный и количественный элементный и фазовый анализы поверхности металлов, сплавов, материалов высоких технологий. Использование метода для локального анализа поверхности. Предел чувствительности метода и относительная точность определения, диапазон определяемых элементов.
5	**Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Физические принципы и основы метода**	
5.1.	Введение	Спектр вторичных электронов, возбуждаемых электронным ударом: основные процессы. Совместная регистрация фотоэлектронные и оже-электронные полос. ЭОС как метод анализа состава поверхности.
5.2.	Физические основы метода. Особенности качественного анализа	Физические принципы Оже-электронной спектроскопии. Энергия оже-электронов свободного атома (Теоретический, полуэмпирический и эмпирический расчеты). Энергетические уровни, сдвиги и форма Оже-пиков. Энергия Оже-электронов в твердом теле. Химические сдвиги в Оже-спектрах. Связь химических сдвигов в рентгеноэлектронной и Оже-спектроскопии. Уширение линий в оже-спектрах твердого тела (конечное время жизни, фононное уширение, вариация энергии поляризации). Оже-спектры с участием электронов внешних зон. Количественная Оже-спектроскопия. Сечение ионизации. Коэффициент обратного рассеяния. Глубина выхода. Методы количественного анализа. Метод коэффициентов относительной чувствительности.
5.3.	Интерпретация результатов	Сопоставление ЭОС и РФЭС. Применение ЭОС в конкретных материаловедческих задачах.
6	**Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФЭС). Методы ионной спектроскопии**	
6.1.	Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФЭС). Методы ионной спектроскопии	Физические принципы ультрафиолетовой фотоэлектронной спектроскопии. Использование УФЭС для изучения зонной структуры. Применение УФЭС для изучения адсорбированных молекул. Использование синхротронного излучения и его преимущества. Соотношение между энергией синхротронного излучения и глубиной выхода фотоэлектронов. Фотоэмиссия из двух вырожденных по энергии систем уровней. Зависимость сечения поглощения от энергии фотонов. Неразрушающие и разрушающие методы. Локальный и послойный анализ. Спектроскопия обратного резерфордовского рассеяния. Активационный анализ. Обмен зарядом между ионами и поверхностью. Ионно-нейтрализационная спектроскопия (ИНС). Рассеяние медленных ионов (РМИ). Структурные дефекты и их проявления в РМИ. Рассеяние быстрых ионов. Статическая и динамическая Вторично-ионная масс-спектрометрия (ВИМС). Количественная интерпретация

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
		данных послойного анализа. Калибровка скорости распыления. Шкала концентраций. Разрешение по глубине. Эффекты, обусловленные ионной бомбардировкой.
7	**Десорбционная спектроскопия**	
7.1.	Десорбционная спектроскопия	Адсорбция на поверхности твердых тел. Молекулярная и диссоциативная адсорбция. Десорбционная спектроскопия. Термодесорбция. Импульсная и термопрограммируемая десорбция. Качественный анализ зависимостей давления от времени. Уравнение Аррениуса. Изотерма адсорбции Ленгмюра. Экспериментальное оборудование для импульсной десорбции и ТПД. Спектры импульсной десорбции и ТПД. Электронно-стимулированная десорбция. Основные механизмы. Переход частиц через поверхность раздела твердых фаз. Оборудование и измерения.
8	**Спектроскопические рентгеновские методы анализа**	
8.1.	Спектроскопические рентгеновские методы анализа	Методы рентгеноспектрального анализа: по первичным спектрам испускания (рентгеноэмиссионный спектральный РЭС), по вторичным спектрам испускания (рентгенофлуоресцентный анализ РФА), по спектрам поглощения (рентгеноабсорбционный анализ РАА). Основные стадии рентгеноспектрального анализа. Источник возбуждения рентгеновского излучения. Разложение излучения в спектр. Преимущества флуоресцентного анализа. Рентгеновский квантометр. Количественный анализ на основе метода градуировочного графика. Образцы сравнения. Безэталонный метод РФА на основе теоретического расчета фундаментальных физических параметров. Разновидность рентгеноэмиссионного анализа РЭА. РСМА как метод локального анализа: площадь анализируемого участка и масса анализируемого вещества. Принципиальная схема рентгеновского микрозонда. Основные системы микрозонда: электронноoптическая, рентгенооптическая, оптический микроскоп. Возможности метода при работе зонда в статическом режиме и при сканировании шлифа. Предел чувствительности метода и относительная точность определения, диапазон определяемых элементов.
9	**Масс-спектрометрия**	
9.1.	Масс-спектрометрия	Ионизация атомов и молекул. Методы ионизации. Типы ионов. Сущность метода масс-спектрометрии. Принципиальная схема масс-спектрометра. Магнитные и динамические масс-спектрометры. Спектрометрион-циклотронного резонанса. Хромато-масс-спектрометрия. Применение метода масс-спектрометрии для исследования органических и неорганических соединений. Идентификация и установление строения веществ. Определение потенциалов ионизации молекул. Масспектрометрия в термодинамических исследованиях и химической кинетике.

Содержание практических занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание
1	**Практикум «Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия»**	
1.1.	Тема 1	Устройство электронного спектрометра ЭС-3201, принципы работы и устройство основных узлов и блоков спектрометра. Подготовка вакуумной системы к работе, подготовка образцов к эксперименту, знакомство с системой сбора и обработки информации и программой управления контроллером РФЭ-спектрометра, регламенты записи РФЭ-спектра, исследование технологических приставок для осуществления нагрева образцов и адсорбции газов.
1.2.	Тема 2	Обработка экспериментальных данных на ПК, знакомство с программными средствами (Origin), математические процедуры обработки фотоэлектронных линий на компьютере с помощью программных средств (Origin 8.0, CasaXPS)
1.3.	Тема 3	Исследование фотоэффекта с остовных уровней в РФЭС. Определение зарядки поверхности облучаемых образцов (калибровка спектров).
1.4.	Тема 4	Определение химического сдвига электронных уровней атомов в различных химических окружениях.
1.5.	Тема 5	Идентификация состояний элементов в поверхностном слое вещества.
1.6.	Тема 6	Анализ спин-орбитального расщепления в РФЭ-спектрах.
1.7.	Тема 7	Количественный анализ данных РФЭС. Определение структурой формулы вещества.
1.8.	Тема 8	Интерпретация данных РФЭС в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах.
2	**Практикум «Оже-электронная спектроскопия»**	
2.1.	Тема 1	Анализ сопутствующих Оже-спектров в РФЭС. Обработка экспериментальных данных на ПК (Origin 8.0, CasaXPS).
2.2.	Тема 2	Определение химического сдвига Оже-линий атомов в различных химических окружениях. Идентификация состояний элементов в поверхностном слое вещества.
2.3.	Тема 3	Расчет модифицированного параметра Вагнера.
2.4.	Тема 4	Экспериментальный учет энергии релаксации в полном химическом сдвиге.
2.5.	Тема 5	Интерпретация данных Оже-спектроскопии в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Учебно-методический комплекс по дисциплине размещен на сайте факультета (доступно на http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=358, дата обращения 24.01.2016).
2. Конспект лекций по курсу «Методы анализа поверхности твердого тела» в формате MS Word (доступно на physic.kemsu.ru), электронный ресурс.
3. Материалы мультимедийных презентаций по курсу «Методы анализа поверхности твердого тела» в формате MS PowerPoint (доступно на physic.kemsu.ru), электронный ресурс.

4. Тексты тестовых заданий по курсу «Методы анализа поверхности твердого тела» в формате MS Word (доступны на physic.kemsu.ru), электронный ресурс.
5. Обработка экспериментальных данных в РФЭС и интерпретация результатов: Методические указания к лабораторной работе / ГОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»; сост. А.Л. Юдин. - Кемерово: КемГУ, 2010. – 24 с. (доступно на physic.kemsu.ru), электронный ресурс.
6. Wagner C. D. Handbook of X-ray Photoelectron Spectroscopy / C. D. Wagner, W. M. Rigus, e. a. Physical electronics Div., Perkin-Elmer Corp., Eden Prairie, MN, 1979.
7. Davis L.E., MacDonald N.C. et al., Handbook of Auger Electron Spectroscopy, 2nd edition, Physical Electronics inc., Eden Prarie, Minn, 1976.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1.	Обзор методов физико-химического анализа поверхности	*ПК-2 (*Знать: 2) *ПК-3 (*Знать: 1,2,4; Уметь: 2)	Тест
2.	Физические основы современных методов исследования поверхности. Методы электронной спектроскопии	*ПК-3 (*Знать: 1,2,4; Уметь: 2)	Тест
3.	Техника эксперимента	*ПК-2 (*Знать: 1,2; Уметь: 1,2; Владеть: 1-3) *ПК-3 (*Знать: 8,10; Владеть: 4,5)	Тест, контрольная работа
4.	Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС). Физические принципы и основы метода	*ПК-2 (*Знать: 1,2; Уметь: 1,2; Владеть:1,3) *ПК-3 (*Знать:2-11; Уметь: 1-7; Владеть: 1-5)	Тест, контрольная работа, защита практической работы
5.	Оже-электронная спектроскопия (ОЭС). Физические принципы и основы метода	*ПК-2 (*Знать: 1,2; Уметь: 1,2; Владеть:1-3) *ПК-3 (*Знать:2-7,9-11; Уметь: 1-7; Владеть: 1-5)	Тест, контрольная работа, защита практической работы
6.	Ультрафиолетовая фотоэлектронная спектроскопия (УФЭС). Методы ионной спектроскопии	*ПК-2 (*Знать: 2) *ПК-3 (*Знать: 1,2,4; Уметь: 2)	Тест, контрольная работа
7.	Десорбционная спектроскопия	*ПК-2 (*Знать: 2) *ПК-3 (*Знать: 1,2,4; Уметь: 2)	Тест
8.	Спектроскопические рентгеновские методы	*ПК-2 (*Знать: 2) *ПК-3 (*Знать: 1,2,4; Уметь: 2)	Контрольная работа

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
	анализа		
9.	Масс-спектрометрия	*ПК-2 (*Знать: 2) *ПК-3 (*Знать: 1,2,4; Уметь: 2)	Тест, контрольная работа

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Защита лабораторной или контрольной работы	Средство контроля, организованное как индивидуальное собеседование с каждым студентом по теоретической и практической части выполненной работы, а также по данным и результатам оформленного отчета	Вопросы к защите практической работы. Темы работ, задания и вопросы контрольных работ
2.	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее	Темы рефератов
3.	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Вопросы тестовых заданий

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

Примерные темы для рефератов

Темы рефератов формулируются как небольшие проекты, относящиеся к перечисленным лекционным разделам программы, но не вынесенные на лекции, а выполняемые студентами индивидуально.

1. Методы исследования наноструктур и поверхностей твердых тел.
2. История развития метода РФЭС и его физические принципы.
3. История развития метода Оже-электронной спектроскопии и его физические принципы.
4. Методика и последовательность проведения экспериментов по РФЭС.
5. Методика и последовательность проведения экспериментов по ОЭС.
6. Первичная и вторичная структура спектров РФЭС.
7. Оборудование для рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.
8. Анализ преимуществ и недостатков метода РФЭС.
9. Преимущества и недостатки использования РФЭС для исследования наноструктур.
10. Обзор статей по применению РФЭС при исследованию наноструктур

Пример контрольных вопросов для текущего контроля (полный список в УМК)

1. Принцип метода масс-спектрометрии. Основные задачи, решаемые в рамках метода.

Пример контрольных вопросов и задания для промежуточной аттестации и самостоятельной работы (полный список в УМК)

Контрольная работа, часть 1.

Рентгенофотоэлектронная, Оже- и УФЭ-спектроскопии

1. Какие элементы можно определять методом РФЭС и методом ОЭС?

Тестовые задания

100 тестовых заданий по дисциплине размещены на сервере университета в AST-центре.

Состав портфолио практических работ по использованию экспериментальных методов исследования поверхности твердого тела

- Обработка и интерпретация данных в методе РФЭС
- Определение зарядки поверхности облучаемых образцов (калибровка спектров РФЭС)
- Расчет химического сдвига и спин-орбитального расщепления РФЭС-линий
- Количественный анализ в РФЭС и определение структурной формулы вещества
- Интерпретация данных РФЭС в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах
- Обработка и интерпретация Оже-спектров в РФЭ спектроскопии
- Расчет модифицированного параметра Вагнера и энергии релаксации из совместного анализа РФЭС и ЭОС данных
- Интерпретация данных Оже-спектроскопии в конкретных химико- и физико-материаловедческих задачах

Критерии оценивания компетенций (результатов)

Компетенции	Основные показатели оценки результата	Критерии оценки результата
ПК-2 способность проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного	Выполнение практической и/или контрольной работ. Выполнение тестовых заданий.	Правильность и полнота знания физических принципов работы РФЭ-спектрометра в целом и его отдельных элементов, оборудования и аппаратуры специальных методов анализа поверхности. Степень умения проводить исследования анализа химического состава поверхности твердых тел методами РФЭС и ЭОС, пробоподготовку объектов для РФЭ- и Оже-анализа. Степень владения инструментальными методиками исследования состояния поверхности твердых тел (РФЭС и ЭОС) и процедурами получения спектров РФЭС и ЭОС.

физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта		
ПК-3 готовность применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований	Выполнение практической и/или контрольной работ. Выполнение тестовых заданий	Правильность и полнота знания теоретических основ (физических принципов) современных методов анализа поверхности твердого тела, возможностей и области применения методов анализа поверхности и их значения для современного материаловедения, правил организации научных исследований, основных задач диагностики химического состава и состояния поверхности. Степень правильность знания принципов, на которых построены метода РФЭС и ЭОС, структуры спектров РФЭС и ЭОС, основ математического анализа спектральных линий, программных средств и методик обработки спектральных линий и полученных данных в РФЭС и ЭОС. Правильность представлений об использовании методов РФЭС и ЭОС в исследовании наноструктур. Степень знания ресурсов глобальных сетей посвященные данным РФЭ- и ОЖЕ-спектроскопии. Правильность и результативность умения проводить на практике анализ химического состава поверхности твердых тел методами РФЭС и ЭОС, выбирать методы исследования, соответствующие поставленной задаче, с пониманием читать и воспринимать экспериментальные данные методов РФЭС и ЭОС, изложенные в монографиях и периодической печати. Правильность и результативность умения интерпретировать результаты исследований и составлять отчеты, переносить знания, полученные в РФЭС, на другие предметные области, на практике пользоваться программными средствами обработки спектральных линий по специальным методикам. Степень и полнота владения навыками расшифровки и интерпретации РФЭ- и Оже-спектров, методами совместного анализа данных РФЭС и ЭОС, методиками качественного и количественного анализа данных в РФЭС и ЭОС, методикой работы с программным обеспечением, осуществляющем математическую обработку результатов РФЭ- и Оже-анализа.

Описание шкалы оценивания компетенций

Оценка ***«зачтено»*** ставится при удовлетворительном выполнении и защите студентом промежуточных контрольных аудиторных работ (коллоквиумов), защите индивидуальных практических работ, промежуточного тестирования по отдельным разделам и предоставлении реферата.

Оценка ***«не зачтено»*** по дисциплине ставится при условии невыполнения промежуточных контрольных аудиторных работ (коллоквиумов), не предоставления отчетов по индивидуальным практическим работам, не прохождения тестирования и не предоставлении реферата.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация по дисциплине (**зачет**) включает следующие виды контроля:

- текущий контроль;
- итоговый контроль.

Текущий контроль осуществляется в форме *контроля выполнения и проверки отчетности по практическим работам.*

Выполнение практической работы производится в течение занятия, индивидуально и самостоятельно. После выполнения практических работ студенты предъявляют преподавателю результаты в виде записей, рекомендованных методическими указаниями. Преподаватель оценивает выполнение работы каждым студентом индивидуально по шкале «зачтено/не зачтено» (0/1 балл). По итогам выполнения практической работы оформляется отчет студентом индивидуально. Защита практической работы проводится в виде индивидуального собеседования со студентом по практической части выполненной работы и результатам оформленного отчета. Ответы на поставленные вопросы студент дает в устной форме.

В итоге по практикуму преподаватель подводит итог, т.е. суммирует баллы, полученные студентом за каждую работу. Студентам, имеющим пропуски практических занятий, необходимо до сдавать работы или защищать пропущенные темы в форме тестов.

Итоговый контроль знаний проводится в форме *зачета*. По дисциплине ставится оценка ***«зачтено»*** при удовлетворительном выполнении и защите студентом промежуточных контрольных аудиторных работ (коллоквиумов), защите индивидуальных практических работ, промежуточного тестирования по отдельным разделам и предоставлении реферата. Положительным результатом тестирования и коллоквиума считается выполнения 55% заданий и более.

Оценка ***«не зачтено»*** по дисциплине ставится при условии невыполнения промежуточных контрольных аудиторных работ (коллоквиумов), не предоставления отчетов по индивидуальным практическим работам, отказа от ответов на поставленные преподавателем

вопросы во время защиты работ, выполнения менее 55% заданий промежуточного тестирования по отдельным разделам и коллоквиума, не предоставлении реферата и наличии пропусков занятий.

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная учебная литература:

1. Пентин, Юрий Андреевич. Физические методы исследования в химии [Текст] : учебник / Ю. А. Пентин, Л. В. Вилков. - Москва : Мир, 2009. - 683 с.
2. Беккер, Ю. Спектроскопия [Электронный ресурс] / Ю. Бёккер. - М.: РИЦ "Техносфера", 2009. - 528 с. (URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=88994, дата обращения 24.01.2016).
3. Физические основы методов исследования наноструктур и поверхности твердого тела : учебное пособие / В.И. Троян, М.А. Пушкин, В.Д. Борман, В.Н. Тронин. - М. : МИФИ, 2008. - 258 с. - ISBN 978-5-7262-1020-3 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237998, дата обращения 24.01.2016.

б) дополнительная учебная литература:

1. Пергамент М.И. Методы исследований в экспериментальной физике: учеб. пособие / М. И. Пергамент .- Долгопрудный : Интеллект , 2010 .- 300 с.
2. Методы исследования материалов: учебное пособие / Е. Г. Газенаур, Л. В. Кузьмина, В. И. Крашенинин; Кемеровский государственный университет. – Кемерово, 2013. – 336 с. (URL: http://e.lanbook.com/view/book/44317/page105/, дата обращения 24.01.2016).
3. Поверхность и межфазные границы в окружающей среде. От наноуровня к глобальному масштабу [Электронный ресурс] / П. Морис ; пер. с англ. под ред. В. И. Свитова. - Эл. Изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 540 с. (URL: http://e.lanbook.com/view/book/42601/page139/, дата обращения 24.01.2016).
4. Анализ поверхности методами оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии / Под ред. Д. Бриггса, М.П. Сиха.- М.: Мир, 1987.- 600 с.
5. Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности.- М.: Мир, 1989.- 564 с.
6. Нефедов В.И., Черепин В.Т. Физические методы исследования поверхности твердых тел.- М.: Наука, 1983.- 296 с.
7. Электронная и ионная спектроскопия твердых тел. / под ред. Л. Фирменса, Дж. Вэнника и В. Декейсера : пер. с англ. - М.: Мир, 1981. - 467 с.
8. Нефедов В.И. Рентгеноэлектронная спектроскопия химических соединений: справочник. – М.: Химия, 1984. – 255 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт физического факультета КемГУ http://physic.kemsu.ru, дата обращения 24.01.2016.
2. Учебные и методические пособия, методические указания к практическим работам (включая электронные варианты, все доступно на странице http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=107, дата обращения 24.01.2016).
3. X-ray Photoelectron Spectroscopy Database of the National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA, [http://srdata.nist.gov/xps/, дата обращения 24.01.2016].
4. Физические основы, аппаратура и методы электронной спектроскопии: Метод. указания к лабораторным работам по курсу “Физические основы электронной техники”. Сост. Паршин А.С.- Красноярск: САА, 1993. - 28 с. [http://sibsauktf.ru/courses/, дата обращения 24.01.2016].
5. Получение и контроль сверхвысокого вакуума: Метод. указания к специальному практикуму по курсам «Физика поверхности и границ раздела» /Сост.: А.Е. Худяков, С.Г. Овчинников, А.С. Паршин.- Красноярск: САА, 2000.- 39 с. [http://sibsauktf.ru/courses/, дата обращения 24.01.2016].

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Практическая работа	Практические занятия призваны закрепить полученные теоретические сведения, основные навыки и умения. Они выполняются индивидуально каждым студентом. Подготовка к практическим работам осуществляется студентами самостоятельно (вне аудиторных занятий). В процессе подготовки студент должен усвоить теоретический материал, относящийся к данной работе, изучить и ясно представлять себе содержание и порядок выполнения (материалы доступны на сайте on-line и в ЭУМК). В качестве дополнительных рекомендаций по подготовке к практическим работам выделим проработку материала пособий, просмотр видео-уроков и посещение вводных занятий с разбором контрольных примеров (пробного упражнения) проводимых преподавателем на протяжении всего курса. Перечень, содержание и методические указания по выполнению практических работ приводится в содержательной части учебно-методического комплекса. В учебно-методической литературе приведены вопросы для подготовки к защите практических работ. Применяется индивидуальное собеседование при защите студентами практических работ. Правила и образцы оформления отчетов по практическим работам имеются на сайте.
Реферат	Поиск литературы и составление библиографии, использование не менее 5 научных работ. Изложение основных аспектов проблемы. Допускается поиск информации по теме реферата в Интернете с оформлением ссылок на источники. Запрещается компиляция материала.

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Тестирование	*Промежуточный самоконтроль* осуществляется студентом лично после изучения конкретного раздела. Для этого предлагается интерактивный тест, содержащий выборку вопросов. Время тестирования в данном случае не ограничивается. Результат можно узнать сразу (кнопка **Проверить**), при этом будут отмечены правильно и неправильно выполненные задания. С помощью промежуточного самоконтроля студент не только определяет степень освоения полученных знаний, но и знакомится с существующими видами тестовых заданий, которые в дальнейшем будут встречаться при итоговом контроле. При необходимости тестирование можно использовать для проведения дифференцированной оценки. В этом случае: • Тест считается пройденным на *"отлично"*, если правильно выполнено 85-100% заданий. • Тест считается пройденным на *"хорошо"*, если правильно выполнено 65-84% заданий. • Тест считается пройденным на *"удовлетворительно"*, если правильно выполнено 55-64% заданий. • Тест считается *не пройденным* (или пройденным на неудовлетворительную отметку), если правильных ответов менее 55% заданий.
Контрольная работа (коллоквиум)	Проработка теоретического материала, основных учебников курса. Ознакомление с примерами решения типовых задач в УМК. Прохождение пробного тестирования для ознакомления с кругом вопросов.
Лекции	В ходе усвоения теоретического материла студенты должны: • выписать определения основных понятий; • законспектировать основное содержание; • выписать ключевые слова; • проанализировать презентационный материал; • осуществить обобщение, сравнить с ранее изученным материалом, выделить новое. Внимательно изучить материалы, характеризующие тематику самостоятельного изучения, изложенную в УМК по дисциплине. Составить подборку литературы, достаточную для изучения предлагаемых тем. В рабочей программе (п. 7) представлены основной и дополнительный списки литературы. Они носят рекомендательный характер. При этом следует иметь в виду, что нужна литература различных видов: - учебники, учебные и учебно-методические пособия; - монографии, сборники научных статей, публикации в журналах, любой эмпирический материал; - справочная литература – энциклопедии, словари, тематические, терминологические справочники, раскрывающие категориально-понятийный аппарат.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных

систем

- Использование программного обеспечения ПК.
- Применение парка персональных компьютеров.
- Использование сетевых информационные технологии глобальной (Internet) и локальной (Ethernet) сетей, включая web-технологии.
- Введение мультимедийных интерактивных лабораторных работ.
- Программы тестирования АСТ и Айрен.

Технологии, используемые при активной и интерактивной формах обучения

Технология активного (контекстного) обучения (моделирование предметного и социального содержания будущей профессиональной деятельности.)

Технология дифференцированного, творческо-репродуктивного обучения (индивидуальное выполнение практических заданий при взаимодействии студента и преподавателя).

Мультимедийные лекции (50% часов) с демонстрацией примеров решения задач коллоквиума. Интерактивные работы (50% часов), индивидуальные и групповые задания на практических работах. Ключевая практическая работа выполняется как индивидуальная научно-исследовательская работа студента: ставится цель и задачи, проводится РФЭС-анализ, пишется отчет и защищается работа. Контрольная письменная работа и тестирование по теоретической части курса.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме (практические работы за компьютером), составляет не менее 50% практических занятий.

Практические работы выполняются как научно-исследовательская работа группой студентов: проводится анализ проблемы, изучается соответствующая литература, ставится цель и задачи, осваивается экспериментальное оборудование, на котором будут проводиться исследования, проводятся исследования, пишется отчет и работа защищается. Защита проводится в форме доклада с презентацией.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

В работах задействован:

1. Дисплейный класс ауд. №1314 (отдельное помещение, площадью 54 м^2, 10 ПК: Cel 2,4/512 Mb/80 Gb/FDD/17”CRT/опт. мышь; INTERNET).
2. Рентгеновский фотоэлектронный спектрометр ЭС-3201 с контролируемым нагревом образца и системой напуска газов.

Программное обеспечение

1. Microsoft Windows XP (лицензия КемГУ)
2. Пакет офисных программ Open Office.org 3.3 (свободно распространяемое ПО) http://ru.OpenOffice.org, дата обращения 24.01.2016.
3. Программа тестирования АСТ (свободно распространяемое ПО)

4. Программа тестирования знаний «Айрен» (свободно распространяемое ПО) http://irenproject.ru/, дата обращения 24.01.2016.
5. Пакет для создания научной графики «Origin Pro 8.5» (Microcalc corp.) (лицензия КемГУ на 1 ПК, демонстрационная версия доступная на сайте www.originlab.com, дата обращения 24.01.2016).
6. Программа «CasaXPS 2.3.15» (демонстрационная версия доступная на www.casaxps.com, дата обращения 24.01.2016).

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Реализация дисциплины осуществляется в инклюзивных общих группах.

Организационно-педагогическое сопровождение студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) направлено на контроль освоения образовательной программы в соответствии с графиком учебного процесса и типовым или индивидуальным учебным планом и включает в себя, при необходимости, контроль за посещаемостью занятий, помощь в организации самостоятельной работы, организацию индивидуальных консультаций, контроль по результатам текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации.

На основе индивидуализированного подхода (индивидуализация содержания, методов, темпа учебной деятельности, внесения, при необходимости, требуемых корректировок в деятельность обучающегося и преподавателя) организуется проведение лекционных и практических занятий для студентов с ОВЗ.

В процессе обучения возможно использование различных форм организации off-line занятий (обсуждение вопросов освоения дисциплины в рамках форумов, через электронную почту).

Учебные и методические пособия, методические указания к практическим работам, включая электронные варианты, все доступно на странице http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=107 (дата обращения 24.01.2016). Также по дисциплине разработан учебно-методический комплекс, включающий методические рекомендации по самостоятельному освоению курса (доступно на http://physic.kemsu.ru/viewpage.php?page_id=358, дата обращения 24.01.2016). В перечень основной и дополнительной литературы входят издания, размещенные в электронной библиотечной системе. Все это позволяет применять дистанционные технологии в образовании.

Составитель: Юдин А.Л., кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры экспериментальной физики КемГУ

(*фамилия, инициалы и должность преподавателя*)