МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.
"___"_____20___ г.

Программа дисциплины

Ядерно-физические методы исследования конденсированных сред Б1.В.ДВ.3

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика конденсированного состояния
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016
Автор(ы): Вагизов Ф.Г.
Рецензент(ы): Морозов В.П.

СОГЛАСОВАНО:
Заведующий(ая) кафедрой: Воронина Е. В.
Протокол заседания кафедры No ___ от "____" _____ 20__г.
Учебно-методическая комиссия Института физики:
Протокол заседания УМК No ____ от "____" _____ 20__г.

Казань
2018

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

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

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

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю

4.2. Содержание дисциплины

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

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

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

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

7.1. Основная литература

7.2. Дополнительная литература

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

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

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Вагизов Ф.Г. (Кафедра физики твердого тела, Отделение физики), vagizovf@gmail.com

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
ОПК-5	способностью использовать свободное владение профессионально-профилированными знаниями в области компьютерных технологий для решения задач профессиональной деятельности, в том числе находящихся за пределами направленности (профиля) подготовки
ПК-3	способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности
ПК-5	способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-3	способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ
ОПК-4	способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности
ПК-2	способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности
ПК-1	способностью самостоятельно ставить конкретные задачи научных исследований в области физики и решать их с помощью современной аппаратуры и информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

- основные понятия, физические принципы и разновидности ядерно-физических методов, особенностей их применения при исследовании наноматериалов и современных тенденций в развитии этих методов;
- методы и приемы ядерно-физических методов.

Должен уметь:

- получать количественные оценки и характеристические параметры объектов исследования из экспериментальных данных, полученных ядерно-физическими методами:
- использовать ядерно-физические методы при решении задач связанных со свойствами твердого тела

Должен владеть:

- навыками работы с научной литературой с использованием новых информационных технологий; методами научных исследований; освоение теорий и моделей;
- навыками в проведении физических исследований и методами восстановления физической картины изучаемого процесса средствами математической обработки экспериментальных данных;

Должен демонстрировать способность и готовность:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- работы с техникой ядерно-физического эксперимента и современной научной аппаратурой;
- проведения математической обработки экспериментальных данных для получения информации об особенностях атомной, кристаллической, магнитной и электронной структур исследуемого материала.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.3 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Физика конденсированного состояния)" и относится к дисциплинам по выбору.
Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных(ые) единиц(ы) на 72 часа(ов).

Контактная работа - 28 часа(ов), в том числе лекции - 14 часа(ов), практические занятия - 14 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 3 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине/ модулю

N	Раздел дисциплины/ модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение. Ядерно-физические методы исследования.	3	2	2	0	2
2.	Тема 2. Ядерно-физические поверхностно-чувствительные методы	3	2	2	0	2
3.	Тема 3. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА)	3	2	2	0	8
4.	Тема 4. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС)	3	2	2	0	8
5.	Тема 5. Рентгеноспектральный анализ.	3	2	2	0	8
6.	Тема 6. Радиоспектроскопические методы исследования материалов	3	2	2	0	6
7.	Тема 7. Мессбауэровская спектроскопия.	3	2	2	0	10
	Итого		14	14	0	44

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Введение. Ядерно-физические методы исследования.

Введение в физику ядерно-физических методов исследования. Роль структуры и элементного химического состава макро-, микро- и нанообъектов. Физический предел пространственного разрешения и чувствительности экспериментальных методов. Краткий обзор существующих экспериментальных методов исследования атомных и наномасштабных структур

Тема 2. Ядерно-физические поверхностно-чувствительные методы

Принципы получения информации поверхностно-чувствительными методами. Взаимодействие фотонов и ускоренных частиц с веществом. Возможности их использования для анализа структуры и состава. Критерии высокого вакуума и создания сверхчистых условий эксперимента. Основные способы получения атомарно-чистой поверхности. Основные характеристики и техника СВВ систем для анализа поверхности.

Тема 3. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА)

Введение в рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. Источники рентгеновского излучения в РСФА. Классификация рентгеновских переходов. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Классическая теория поглощения рентгеновских лучей. Основные узлы спектрометров рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. Интенсивность линий флуоресценции. Количественный анализ в РСФА.

Тема 4. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС)

Введение в рентгеновскую фотоэлектронную спектроскопию. Физические принципы РФЭС. Основные узлы спектрометров, принцип работы РФЭС спектрометров. Спектры РФЭС. Химический сдвиг. Глубина анализа. Количественный анализ. Разновидности фотоэлектронной спектроскопии: УФЭС, РФЭС, ФЭССИ.

Тема 5. Рентгеноспектральный анализ.

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Рентгеноспектральный анализ. Дифракция на одномерной, двумерной и трехмерной дифракционных решетках, Интерференционная функция Лауэ. Интерференционное уравнение Лауэ. Его графическая интерпретация, сфера Эвальда. Условие Вульфа-Брэгга. Основные положения кинематической теории рассеяния рентгеновского излучения. Структурная амплитуда. Атомный фактор рассеяния. Правила погасания. Факторы, влияющие на интенсивность вторичного излучения: фактор Лоренца, поляризационный фактор, геометрический фактор, температурный фактор, фактор повторяемости, фактор поглощения. Техника рентгеноспектрального микроанализа, основные блоки, получаемая информация, ее анализ с учетом наноструктурированности объектов.

Тема 6. Радиоспектроскопические методы исследования материалов

Радиоспектроскопические методы исследования атомных объектов. Явление магнитного резонанса. Электронный и ядерный парамагнетизм. Движение вектора намагниченности в постоянном и переменном магнитных полях. Релаксация. Уравнение Блоха.

Электронный парамагнитный резонанс. Физические принципы. Объекты наблюдения. Ширина линии. Времена релаксации. Тонкая, сверхтонкая и супер сверхтонкая структуры. Экспериментальная реализация ЭПР.

Ядерный магнитный резонанс. Физические принципы. Условие резонансного перехода. Спин-спиновое и спин-решеточное взаимодействие. Времена релаксации. Определение времени спин-спиновой релаксации методом спинового эха. ЯМР-спектр сложных молекул. Химический сдвиг в ЯМР. Схема спектрометра.

Ядерный квадрупольный резонанс. Физические основы метода ядерного квадрупольного резонанса. Квадрупольный момент ядер, градиент электрического поля на ядре. Методы наблюдения ядерного квадрупольного резонанса. Схема спектрометра ЯКР

Тема 7. Мессбауэровская спектроскопия.

Мессбауэровская спектроскопия. Общие положения. Эффект Мессбауэра. Физические основы метода. Мессбауэровский спектр. Основные параметры спектров гамма-резонансного поглощения/рассеяния: изомерный химический сдвиг, квадрупольное взаимодействие, магнитное сверхтонкое взаимодействие. Применение мессбауэровской спектроскопии для исследования наноматериалов.

Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов (МСКЭ). Взаимодействие электронов с веществом. Электроны конверсии и фотоэлектроны. Селективная по глубине МСКЭ (СГМСКЭ): весовые функции. СГМСКЭ с использованием газоразрядных пропорциональных детекторов.

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

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года N301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации N14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение N 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение N 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент N 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Воронина Е.В. ?Мессбауэровская спектроскопия? Учебно-методическое пособие [Текст]/ Е.В. Воронина, А.В. Пятаев // Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, - 2013.-33 с: 18 илл. - http://kpfu.ru/docs/F1102497079/mossbauer_FINAL.pdf

Дулов Е.Н. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ. Учебно-методическое пособие[Текст]//Е.Н. Дулов, Н.Г. Ивойлов //Казань: Издательство Казанского государственного университета, 2008. - 50 с: 15 илл - http://shelly.kpfu.ru/portal/docs/F1733757204/09_rsa.pdf

Н.Г. Ивойлов Введение в мессбауэровскую спектроскопию конверсионных электронов. Учебно-методическое пособие[Текст]/ Н.Г. Ивойлов, Е.Н. Дулов. - Казань: Издательство Казанского федерального университета. 2012. -45 с: 13 илл. - http://kpfu.ru/docs/F2117844257/CEMS_release_LT7.pdf

Петухов В.Ю.Исследование поверхностных слоев твердых тел методом скользящего рентгеновского пучка. Учебно-методическое пособие[Текст]// Петухов В.Ю., Гумаров ГГ. // - Казань: КГУ.- 2009,- 16 с: илл - http://shelly.kpfu.ru/portal/docs/F1659128120/11_petuhov_rentgen.pdf

Петухов В.Ю.Исследование тонких пленок методом ЭПР. Учебно-методическое пособие[Текст]/ Петухов В.Ю., Хабибуллина Н.Р. // Казань, - 2009.- 31 с. ? илл. - http://shelly.kpfu.ru/portal/docs/F17342246/16_petuhov_epr.pdf

Пятаев А.В. Сверхтонкая структура мёссбауэровских спектров. Учебно-методическое пособие[Текст]/ А.В. Пятаев //. - Казань, 2013. - 35 с. - - http://kpfu.ru/docs/F1925456686/Sverhtonkaya.struktura.pdf

Храмов А.С. Рентгеноструктурный анализ поликристаллов. Часть II. (Элементы теории, руководство и задания к лабораторным работам). Учебно-методическое пособие[Текст]// Храмов А.С. // Казань: К(П)ФУ, - 2013.- 36 с: илл. - http://shelly.kpfu.ru/portal/docs/F565967864/RSA.P2.pdf

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
Семестр 3			
	Текущий контроль		
1	Устный опрос	ПК-5 , ПК-3 , ПК-2 , ПК-1 , ОПК-6 , ОПК-5 , ОПК-4 , ОПК-3 , ОК-3 , ОК-1	1. Введение. Ядерно-физические методы исследования.
2	Устный опрос	ПК-5 , ПК-3 , ПК-2 , ПК-1 , ОПК-6 , ОПК-5 , ОПК-4 , ОПК-3 , ОК-3 , ОК-1	2. Ядерно-физические поверхностно-чувствительные методы
3	Устный опрос	ПК-5 , ПК-3 , ПК-2 , ПК-1 , ОПК-6 , ОПК-5 , ОПК-4 , ОПК-3 , ОК-3 , ОК-1	3. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА) 4. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС)
4	Устный опрос	ПК-5 , ПК-3 , ПК-2 , ПК-1 , ОПК-6 , ОПК-5 , ОПК-4 , ОПК-3 , ОК-3 , ОК-1	5. Рентгеноспектральный анализ.
5	Устный опрос	ПК-5 , ПК-3 , ПК-2 , ПК-1 , ОПК-6 , ОПК-5 , ОПК-4 , ОПК-3 , ОК-3 , ОК-1	6. Радиоспектроскопические методы исследования материалов
6	Устный опрос	ПК-5 , ПК-3 , ПК-2 , ПК-1 , ОПК-5 , ОПК-4 , ОПК-3 , ОК-3 , ОК-1	7. Мессбауэровская спектроскопия.
7	Письменная работа	ПК-5 , ПК-3 , ПК-2 , ПК-1 , ОПК-6 , ОПК-5 , ОПК-4 , ОПК-3 , ОК-3 , ОК-1	3. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ (РСФА) 4. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС) 5. Рентгеноспектральный анализ. 6. Радиоспектроскопические методы исследования материалов 7. Мессбауэровская спектроскопия.

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
	Зачет	ОК-1, ОК-3, ОПК-3, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ПК-1, ПК-2, ПК-3, ПК-5	

6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	**Хорошо**	**Удовл.**	**Неуд.**	
Семестр 3					
Текущий контроль					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продемонстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2 3 4 5 6
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	7
	Зачтено		**Не зачтено**		
Зачет	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Семестр 3

Текущий контроль

1. Устный опрос

Тема 1

Перечислить общие принципы ядерно-физических методов исследования.

Какую информацию можно получить с помощью ядерно-физических методов?

Можно ли получить достоверную информацию о структуре и элементном химическом составе макро-, микро- и нанообъектов?

Как определяется физический предел пространственного разрешения и чувствительности ядерно-физических методов?

Дать краткий обзор существующих экспериментальных методов исследования атомных и наномасштабных структур.

2. Устный опрос

Тема 2

Перечислить принципы получения информации поверхностно-чувствительными ядерно-физическими методами.

Объяснить особенности взаимодействия фотонов и ускоренных частиц с веществом.

На каких эффектах основана возможность использования ядерно-физических методов для анализа структуры и состава материалов?

Назвать критерии высокого вакуума и создания сверхчистых условий эксперимента.

Перечислить основные способы получения атомарно-чистой поверхности.

Дать основные характеристики и перечислить узлы техники сверхвысокого вакуума СВВ для анализа поверхности.

3. Устный опрос

Темы 3, 4

Объяснить физическую сущность рентгеноспектрального флуоресцентного анализа.

Какие источники рентгеновского излучения используются в рентгеноспектральном флуоресцентном анализе (РСФА)?

Дать классификацию рентгеновских переходов.

Какие физические явления происходят при взаимодействии рентгеновского излучения с веществом?

Сформулировать классическую теорию поглощения рентгеновских лучей.

Перечислить основные узлы спектрометров рентгеноспектрального флуоресцентного анализа. Как определяются интенсивности линий флуоресценции?

Возможен ли количественный анализ в РСФА?

Объяснить физические принципы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии.

Чем отличается информация полученная методом РСФА и РФЭС?

Перечислить основные узлы спектрометров рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии?

Что представляют собой спектры РФЭС?

Что означает химический сдвиг пиков РФЭС?

Какова глубина анализа при измерении спектров РФЭС?

Как проводится количественный анализ в рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии?

Объяснить в чем отличие разновидностей фотоэлектронной спектроскопии: УФЭС, РФЭС, ФЭССИ.

4. Устный опрос

Тема 5

Объяснить на каком физическом явлении основан рентгеноспектральный анализ.

Сравнить и найти условия конструктивной дифракция на одномерной, двумерной и трехмерной дифракционных решетках.

Записать интерференционную функцию и интерференционное уравнение Лауэ.

Дать графическую интерпретация интерференционного уравнения Лауэ.

Что такое сфера Эвальда?

Записать условие Вульфа-Брэгга.

Перечислить основные положения кинематической теории рассеяния рентгеновского излучения.

Что такое структурная амплитуда?

Что означает атомный фактор рассеяния?

Объяснить физическая сущность правил погасания.

Какие факторы влияют на интенсивность вторичного излучения и как (фактор Лоренца, поляризационный фактор, геометрический фактор, температурный фактор, фактор повторяемости, фактор поглощения)?

Привести блок схему дифрактометров рентгеноспектрального микроанализа.

Из каких основных узлов состоит рентгеновский дифрактометр?

Какие схемы дифракционных рентгеновских измерений вы знаете?

5. Устный опрос

Тема 6

На каком явлении основаны радиоспектроскопические методы исследования атомных объектов?

Что такое магнитный резонанс?

Вывести уравнение движения вектора намагниченности в постоянном и переменном магнитных полях. Уравнение Блоха.

Что такое релаксация и как она влияет на магнитный резонанс?

В чем сущность электронного парамагнитного резонанса (ЭПР)?

Какие объекты можно исследовать с помощью ЭПР?

Как определяется ширина линии ЭПР и время релаксации?

В каких случаях наблюдается тонкая, сверхтонкая и супер сверхтонкая структура спектра ЭПР?

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Привести схему спектрометра ЭПР.
Назвать физические принципы ядерного магнитного резонанса (ЯМР).
При каких условиях возможны ядерные резонансные переходы?
Что такое спин-спиновое и спин-решеточное взаимодействие?
Что означает время релаксации для метода ЯМР?
Как можно определить время спин-спиновой релаксации методом спинового эха?
Что означает химический сдвиг в ЯМР?
Привести схему спектрометра ЯМР.
Объяснить физические основы ядерного квадрупольного резонанса (ЯКР).
К чему приводит взаимодействие квадрупольного момента ядра с градиентом электрического поля на ядре?
Перечислить основные методы наблюдения ядерного квадрупольного резонанса.
Привести схему спектрометра ЯКР.

6. Устный опрос

Тема 7
Объяснить в чем заключается эффект Мессбауэра.
Привести характерные ширины линий ядерных переходов и сравнить их с энергией отдачи свободных атомов.
В каком случае ядерный переход осуществляется без потери энергии гамма квантов на энергию отдачи.
Привести схемы наблюдения гамма-резонансных спектров.
Какими параметрами характеризуется мессбауэровский спектр?
Что означает изомерный химический сдвиг гамма-резонансной линии?
К каким изменениям спектра приводит квадрупольное взаимодействие ядра с электронным окружением?
Как изменяется мессбауэровский спектр при наличии магнитного сверхтонкого взаимодействия?
Объяснить какие преимущества дает мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов (МСКЭ).

7. Письменная работа

Темы 3, 4, 5, 6, 7
Объяснить основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа (РСФА)
Основы рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС)
Основы рентгеноспектрального анализа
Радиоспектроскопические методы исследования материалов
Основы мессбауэровской спектроскопии

Зачет

Вопросы к зачету:
1. Ядерно-физические методы исследования наноматериалов.
2. Роль структуры и элементного химического состава микро- и нанообъектов.
3. Физический предел пространственного разрешения и чувствительности экспериментальных методов.
4. Принципы получения информации поверхностно-чувствительными методами.
5. Взаимодействие фотонов и ускоренных частиц с веществом. Возможности их использования для анализа структуры и состава наноматериалов.
6. Критерии высокого вакуума и создания сверхчистых условий эксперимента. Основные способы получения атомарно-чистой поверхности. Основные характеристики и техника СВВ систем для анализа поверхности
7. Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ.
8. Источники рентгеновского излучения в РСФА.
9. Классификация рентгеновских переходов.
10. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.
11. Классическая теория поглощения рентгеновских лучей.
12. Основные узлы спектрометров рентгеноспектрального флуоресцентного анализа.
13. Интенсивность линий флуоресценции. Количественный анализ в РСФА
14. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия. Физические принципы РФЭС.
15. Основные узлы спектрометров, принцип работы РФЭС спектрометров.
16. Спектры РФЭС. Химический сдвиг. Глубина анализа. Количественный анализ.
17. Разновидности фотоэлектронной спектроскопии: УФЭС, РФЭС, ФЭССИ
18. Рентгеноспектральный микроанализ. Дифракция на одномерной, двумерной и трехмерной дифракционных решетках.
19. Интерференционная функция Лауэ. Интерференционное уравнение Лауэ. Его графическая интерпретация.
20. Сфера Эвальда. Условие Вульфа-Брэгга.
21. Основные положения кинематической теории рассеяния рентгеновского излучения.
22. Структурная амплитуда. Атомный фактор рассеяния. Правила погасания. Факторы, влияющие на интенсивность вторичного излучения.
23. Техника рентгеноспектрального микроанализа, основные блоки, получаемая информация, ее анализ с учетом наноструктурированности объектов.
24. Радиоспектроскопические методы исследования атомных объектов. Явление магнитного резонанса.

25. Электронный и ядерный парамагнетизм. Движение вектора намагниченности в постоянном и переменном магнитных полях. Релаксация. Уравнение Блоха.
26. Электронный парамагнитный резонанс. Физические принципы. Объекты наблюдения. Ширина линии. Времена релаксации.
27. Тонкая, сверхтонкая и супер сверхтонкая структуры. Экспериментальная реализация ЭПР.
28. Ядерный магнитный резонанс. Физические принципы. Условие резонансного перехода.
29. Спин-спиновое и спин-решеточное взаимодействие. Времена релаксации. Определение времени спин-спиновой релаксации методом ?спинового эха?.
30. ЯМР-спектр сложных молекул. Химический сдвиг в ЯМР. Схема спектрометра.
31. Мессбауэровская спектроскопия. Эффект Мессбауэра. Физические основы метода.
32. Мессбауэровский спектр. Основные параметры спектров гамма-резонансного поглощения/рассеяния: изомерный химический сдвиг, квадрупольное взаимодействие, магнитное сверхтонкое взаимодействие.
33. Релаксационные мессбауэровские спектры. Стохастическая теория Андерсона-Блюма. Явление релаксационного коллапса сверхтонкой структуры в мессбауэровских спектрах.
34. Мессбауэровская спектроскопия конверсионных электронов (МСКЭ). Взаимодействие электронов с веществом. Электроны конверсии и фотоэлектроны.
35. Селективная по глубине МСКЭ (СГМСКЭ): весовые функции. СГМСКЭ с использованием газоразрядных пропорциональных детекторов.
36. Применение мессбауэровской спектроскопии для исследования материалов.

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

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
Семестр 3			
Текущий контроль			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1 2 3 4 5 6	5 5 5 5 5 5
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	7	20
		Всего:	50
Зачет	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

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

7.1 Основная литература:

1. Капитонов, И. М. Введение в физику ядра и частиц : учебник для студентов вузов [Текст] / И. М. Капитонов, ? Издание 4-е .? Москва : Физматлит, - 2010 .? 512 с

2. Шпольский, Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома [Электронный ресурс] : учеб. ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2010. ? 448 с. ? Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/443

3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 5. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2011. ? 384 с. ? Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/708

7.2. Дополнительная литература:

1. Владимиров, Г.Г. Физика поверхности твердых тел [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Санкт-Петербург : Лань, 2016. ? 352 с. ? Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71707

2. Джепаров, Ф.С. Нейтронные исследования конденсированных сред: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ф.С. Джепаров, Д.В. Львов. ? Электрон. дан. ? Москва : НИЯУ МИФИ, 2012. ? 188 с. ? Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/75934

3. Фетисов, Г.В. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2007. ? 672 с. ? Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2152

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

American Institute of Physics (AIP) - http://scitation.aip.org/

Elsevier (Science Direct) - http://www.sciencedirect.com/

МГУ им. Ломоносова - shg.phys.msu.ru/educat/cond_mat/notes.html

Научная электронная библиотека - http://www.elibrary.ru

Сайт Ин-та кристаллофизики - http://www.mincryst.ru

Электронно-библиотечная система Издательства "Лан" - http://lanbook.com/

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Рекомендации к прослушиванию лекционного курса.

Лекция - одна из основных форм учебной работы. В лекции рассматриваются самые главные, узловые вопросы каждой дисциплины. Поэтому при написании конспекта лекций, надо писать кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения. Помечать важные моменты, выделять ключевые слова, термины. Проверку терминов, понятий надо проводить с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины. Материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Запись излагаемого лектором материала способствует лучшему его усвоению, анализу, запоминанию. При записи лекций работают все виды памяти - зрительная, слуховая, моторная.

Рекомендации при подготовке к практическим занятиям.

Подготовку к практическим занятиям надо начинать с изучения теоретического материала, изложенного на лекциях и практических занятиях. Выписать и осмыслить основные формулы, необходимые для решения задач. Разобраться с единицами измерения основных параметров. Во многих случаях поясняющие графики и рисунки помогают найти правильное решение задачи. После каждого аудиторного занятия, студент должен сначала решить самостоятельно (не глядя в рабочую тетрадь) те задачи, решения которых показал преподаватель во время занятия. При возникновении трудностей во время решения какой-нибудь задачи следует разобрать решение этой задачи в тетради. Затем следует решить задачу самостоятельно без тетради. Далее следует приступить к решению задач из домашнего задания. При возникновении трудностей рекомендуется попросить помощи у своих сокурсников. Во многих случаях бывает полезным совместный поиск решений. Также можно обратиться за помощью к преподавателю. Для этого можно лично подойти к преподавателю, либо написать ему электронное письмо, сформулировав в нём возникающие вопросы и/или прикрепив свой отсканированный или сфотографированный вариант решения для проверки. Пропустив какое-либо занятие, студенту следует скопировать решение разобранных на занятии задач из тетради какого-нибудь одногруппника; разобрать их решение, решить их самостоятельно, а также решить задачи домашнего задания.

Рекомендации при самостоятельной работе по изучению некоторых разделов курса.

Учебной программой дисциплины 'Гамма резонансная спектроскопия' предусмотрено 44 часа на изучение

материала в виде самостоятельной работы студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. Самостоятельная работа по данному курсу включает: самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы и самотестирование. Организация самостоятельной работы производиться в соответствии с графиком учебного процесса и самостоятельной работы. Рекомендуемые темы для более глубокого самостоятельного изучения:
- Рентгеноспектральный флуоресцентный анализ;
- Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия (РФЭС)
- Рентгеноспектральный микроанализ
- Мессбауэровская спектроскопия.

Рекомендации при подготовке к зачету. При подготовке к зачету необходимо ориентироваться, прежде всего, на лекции, а также на источники, которые разбирались на семинарах и практических занятиях в течение всего курса. В каждом билете на зачёте содержится два вопроса.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Ядерно-физические методы исследования конденсированных сред" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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

Освоение дисциплины "Ядерно-физические методы исследования конденсированных сред" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB,audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудованием имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе Физика конденсированного состояния .