

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д. А. Таюрский



» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Рассеяние рентгеновского излучения, электронов и нейтронов в исследованиях структуры конденсированных сред

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: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
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 (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
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 (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) заведующий кафедрой, д.н. (доцент) Белушкин А.В. (кафедра ядерно-физического материаловедения, Институт физики), AVBelushkin@kpfu.ru

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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
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
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-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
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

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- классификацию методов исследования структуры вещества и границы их применения;
- физические основы структурных методов исследования вещества;
- основы теории дифракции излучения на кристаллических структурах;
- основы современных экспериментальных методов рентгенографии, дифракции медленных электронов и нейтронографии, их особенности, области применения;
- основные методы структурного анализа монокристаллов и поли-кристаллов: индирования, поиска структурной модели в прямом пространстве, уточнения структуры по методу Ритвельда.

Должен уметь:

- выбирать методы структурных исследований для решения конкретных задач;
- пользоваться терминологией, характерной для различных методов структурных исследований материалов;
- использовать полученные знания в учебной, исследовательской и практической работе.

Должен владеть:

- основами экспериментальных методов исследования структуры вещества;
- навыками обработки и анализа рентгеновских спектров;
- методиками планирования эксперимента по исследованию атомно-кристаллического строения материалов.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- анализировать области применения методов рентгенографии, дифракции медленных электронов и нейтронографии в соответствии с типом исследуемых материалов и их классификацией;
- анализировать возможные систематические и статистические погрешности экспериментальных методов;
- анализировать взаимодополняемость результатов экспериментов с использованием различных методов исследования структуры материалов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) 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	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Рентгеновское, нейтронное и электронное излучение. Методы регистрации и детекторы нейтронного, рентгеновского и электронно-го излучения.	3	1	1	0	4
2.	Тема 2. Кристаллографические вычисления	3	1	1	0	4
3.	Тема 3. Обратная решетка. Построения Эвальда	3	2	2	0	6
4.	Тема 4. Дифракция волн на кристаллической решетке.	3	2	2	0	6
5.	Тема 5. Дифракция от решёток с базисом.	3	2	2	0	6
6.	Тема 6. Уширение дифракционных линий.	3	2	2	0	2
7.	Тема 7. Факторы, влияющие на интенсивность дифракционных линий.	3	2	2	0	6
8.	Тема 8. Дифракция на порошках	3	1	1	0	4
9.	Тема 9. Применения дифракции на порошках. Функция Паттерсона.	3	1	1	0	6
	Итого		14	14	0	44

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Рентгеновское, нейтронное и электронное излучение. Методы регистрации и детекторы нейтронного, рентгеновского и электронно-го излучения.

Краткие исторические сведения. Источники рентгеновского излучения. Рентгеновские спектры: тормозной и характеристический. Нейтронные источники и спектральное распределение. Источники электронов.

Общие характеристики детекторов излучения. Счетчики Гейгера. Пропорциональные счетчики. Сцинтилляционные счетчики. Полупроводниковые детекторы. Сравнение различных счетчиков и методов регистрации.

Тема 2. Кристаллографические вычисления

Направления расстояния и углы в кристаллической решетке. Кристаллические плоскости. Индексы Миллера. Семейства плоскостей и направлений.

Тема 3. Обратная решетка. Построения Эвальда

Обратная решетка и условия Лауэ. Векторы, направления и плоскости в прямой и обратной решетках. Сфера Эвальда. Построение. Сравнение сферы Эвальда для дифракции рентгеновских лучей и электронов.

Тема 4. Дифракция волн на кристаллической решетке.

Дифракция и интерференция волн. Пример: рассеяние волны одномерной цепочкой точечных рассеивающих центров. Экспериментальные дифракционные методы для исследования моно- и поликристаллов. формула Вульфа-Брэгга. Дифракция на пространственной решетке (на монокристалле), уравнения Лауэ. Эквивалентность условий Лауэ и закона Брэгга. Зоны Лауэ. Дифракция на поликристаллическом образце.

Тема 5. Дифракция от решеток с базисом.

Структурный фактор и фактор формы - размера кристалла. Вычисление структурного фактора. Закономерности погасания. Примеры: пк, гцк, оцк. Структурный фактор и тип Браве решетки. Структурный фактор при наличии элементов трансляционной симметрии: плоскости скользящего отражения; винтовые оси. Сверхрешетки.

Примеры: структурные типы NaCl, CsCl. Фактор формы - размера для кристалла в форме прямоугольного параллелепипеда. Связь размера и формы узла обратной решетки с размером и формой кристалла. Дифракция от кристаллов малого размера в большой кристаллической матрице.

Тема 6. Уширение дифракционных линий.

Уширение, связанное с размером кристаллов. Уширение из-за напряжения. Инструментальное уширение - свертка. Процедура свертки. Примеры свертки функций. Обратная свертка. Теорема о свертке.

Тема 7. Факторы, влияющие на интенсивность дифракционных линий.

Случайные погрешности. Ошибки, обусловленные физическими факторами: поглощение, преломление, неравномерное распределение интенсивности фона. Угловой фактор. Фактор поглощения. Экстинкция. Фактор повторяемости. Атомный фактор. Температурный фактор. Фактор Лоренца.

Тема 8. Дифракция на порошках

Определение положений дифракционных пиков. Разделение перекрывающихся отражений. Подгонка профиля дифракционной картины. Метод Ритвельда.

Тема 9. Применения дифракции на порошках. Функция Паттерсона.

Идентификация фаз. Количественный фазовый анализ. Определение структуры материалов. Оценка размера наночастиц.

Определение функции Паттерсона. Свойства функции Паттерсона. Функция Паттерсона и интенсивность дифракции для совершенного кристалла (одномерный случай): бесконечный кристалл; кристалл конечного размера.

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 №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

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

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

Сайт К(П)ФУ - <http://kpfu.ru/docs/F565967864/RSA.P3.pdf>

Сайт К(П)ФУ - <http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-fiziki-tverdogo-tela/metodi>

Сайт К(П)ФУ - http://kpfu.ru/docs/F1031488164/14_rsa5_2.pdf

Сайт К(П)ФУ - <http://kpfu.ru/docs/F565967864/RSA.P2.pdf>

Сайт К(П)ФУ - http://kpfu.ru/docs/F1718491023/12_rsa1_2_2.pdf

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

Курс 'Рассеяние рентгеновского излучения, электронов и нейтронов в исследованиях структуры конденсированных сред' направлен на изучение основных вопросов теории структурных методов для исследования материалов. Обсуждаются дифракционные методы исследования структуры, включая рентгеновскую, электронную и нейтронную дифракцию. Студентами практически осваиваются методы анализа дифракционных данных для расшифровки структуры материалов.

Для самостоятельной работы студенты используют общедоступные учебники по тематике курса. Рекомендуемые для самостоятельной работы главы учебников близко примыкают к разделам дисциплины, но не повторяют буквально способ изложения раздела в лекционном курсе. При этом достигается более глубокое понимание студентами конкретных разделов дисциплины.

Промежуточный контроль усвоения студентами полученных знаний осуществляется в виде домашнего задания и контрольной работы. Итоговый контроль проводится в виде зачета.

При изучении курса 'Рассеяние рентгеновского излучения, электронов и нейтронов в исследованиях структуры конденсированных сред' студенты должны прослушать лекции, а также проделать необходимую самостоятельную работу. Для самостоятельной работы студенты используют рекомендуемую научно-учебную литературу.

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

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

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

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

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".

*Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.3 Рассеяние рентгеновского излучения, электронов
и нейтронов в исследованиях структуры конденсированных
сред*

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

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: 2017

Основная литература:

1. Основы минерологии и кристаллографии с элементами петрографии: Учебное пособие / В.П. Бондарев. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 280 с.: ил.; 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-00091-028-3. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=497868>.
2. Основы геометрической кристаллографии: Учебное пособие / Новоселов К.Л. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 73 с. - <http://znanium.com/bookread2.php?book=701517>.
3. Раскин, А.А. Технология материалов микро-, опто- и наноэлектроники: в 2 частях. Ч. 1. [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.А. Раскин, В.К. Прокофьева. - Электрон. дан. - М. : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. - 167 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/66213>. - Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий. Методы и применение. [Электронный ресурс]: сб. науч. тр. - Электрон. дан. - М.: Издательство 'Лаборатория знаний', 2017. - 607 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/94144>. - Загл. с экрана.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.3 Рассеяние рентгеновского излучения, электронов
и нейтронов в исследованиях структуры конденсированных
сред

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

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: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010
Браузер Mozilla Firefox
Браузер Google Chrome
Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC
Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

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.