



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
Физика конденсированного состояния вещества

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра экспериментальной и технической физики

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

В.А.Годлевский

(подпись)

« 13 » июня 20 18 г.

**Рабочая программа дисциплины**

*ПРИКЛАДНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ*

Уровень высшего образования:	магистратура
Квалификация выпускника:	магистр
Направление подготовки:	03.04.02 Физика
Направленность (профиль) образовательной программы:	Физика конденсированного состояния вещества)
Тип образовательной программы:	программа академической магистратуры



## 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Прикладная рентгенография» являются овладение основными подходами и методами рентгенографии для решения различного рода прикладных задач в области физики конденсированного состояния вещества и материаловедения.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры

Дисциплина входит в вариативную часть (Б1.В.05) программы подготовки магистров. Предлагаемая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО 03.04.02 Физика. Для её освоения необходимы знания дисциплин: "Физическая кристаллография", "Дифракционный структурный анализ". Обучающийся должен:

**Знать:** основы теории симметрии и способы описания симметрии объектов различного строения, основы теории дифракции рентгеновских лучей, теорию основных методов рентгеноструктурного анализа.

**Уметь:** правильно выбирать условия проведения рентгеновского дифракционного эксперимента в зависимости от поставленной задачи и природы объекта, рассчитывать брегговские периоды, индцировать максимумы дифракционного спектра, определять симметрию и параметры кристаллической решетки.

**Владеть:** навыками работы на лабораторном оборудовании, навыками проведения и анализа физического эксперимента.

Материал курса может быть полезным при изучении ряда специальных дисциплин таких как "Физика тонких пленок", "Введение в нанотехнологию", "Физика и химия обработки материалов", "Физика и технологии упрочнения металлов".

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.

### 3.1. Компетенции, формированию которых способствует дисциплина

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

ОПК-6 Способность использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе;

ПКВ-1 Способность осуществлять профессиональную деятельность в области научного исследования структуры и физических свойств материалов и наносистем

### 3.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с формируемыми компетенциями.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**знать** теоретические основы и возможности различных методов рентгенографии для решения задач в области физики конденсированного состояния (ОПК-6);

**уметь** критически анализировать базовую физическую информацию; использовать теоретические знания при постановке экспериментов по рентгеновскому рассеянию и извлекать необходимую информацию о составе, строении и свойствах материалов из рентгенографических данных (ОПК-6, ПКВ-1);

**владеть** методами рентгенографии для решения прикладных задач в области физики конденсированного состояния вещества и материаловедения (ОПК-6, ПКВ-1).

## 4. Объем и содержание дисциплины ПРИКЛАДНАЯ РЕНТГЕНОГРАФИЯ

Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов). Объем контактной работы и самостоятельной работы обучающегося по дисциплине указан в учебном плане образовательной программы.

**4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и трудоемкостью занятий лекционно-семинарского типа**

№ п/п	Раздел (темы) дисциплины	Семестр	Виды занятий, их объем (в ак. часах, по очной форме обучения)		Формы текущего контроля успеваемости (по очной форме обучения)  Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	
1	Введение.	1	2		Входная диагностика: тест с последующим обсуждением результатов.
2	Прикладные возможности методов рентгенографии	1	4		Опорный конспект. Контрольная работа.
3	Факторы, влияющие на интенсивность дифракционного спектра.	1	8		
4	Определение состава материала	2	4	4	Принятие отчетов по лабораторным работам
5	Определение размеров кристаллитов и напряжений в образце	2	4	12	
6	Определение структурных нарушений	2	6		Опорный конспект. Принятие отчетов по рефератам.
7	Определение толщины пленок и покрытий	2	2		
8	Итого:	1	30	16	Экзамен.

**4.2. Развернутое описание содержания дисциплины по разделам (темам)**

- 1. Введение.** Введение в проблематику дисциплины, представление рабочей программы, осмысление требований к организации процесса обучения, самостоятельной работы и форм аттестации.
- 2. Прикладные возможности методов рентгенографии.** Структура дифракционного спектра и влияющие на него физические эффекты. Устранение нежелательных эффектов. Измеряемые параметры. Аппаратная функция. Базовая аппаратура.
- 3. Факторы, влияющие на интенсивность дифракционного спектра.** Множители: интенсивности: геометрический, структурный, поляризации, Лоренца, поглощения, повторяемости. Статические и динамические искажения. Температурный множитель интенсивности. Определение характеристической температуры Дебая.
- 4. Определение состава материала.** Качественный и количественный рентгеновский фазовый анализ. Методы количественного рентгеновского фазового анализа. Определение степени кристалличности полимерных образцов.
- 5. Определение размеров кристаллитов и напряжений в образце.** Влияние размеров



кристаллитов на ширину дифракционных максимумов. Формула Шерера. Метод подсчета числа пятен на дебаеграммах. Влияние микронапряжений на ширину дифракционных максимумов. Учет инструментальной расходимости пучка. Выделение кривой истинного дифракционного уширения методом Стокса. Разделение эффектов блочности и микронапряжений методом аппроксимации. Определение макронапряжений в линейно- и плосконапряженном состояниях. Метод  $\sin^2\psi$ . Раздельное определение главных напряжений.

**6. Определение структурных нарушений.** Определение типа твердого раствора и степени дальнего порядка в нем. Определение концентрации дефектов упаковки в деформированных металлах и сплавах. Рентгенографический анализ текстур. Определение размеров «частиц» и их распределения по размерам в образце из данных диффузного малоуглового рентгеновского рассеяния. Интерпретация данных малоуглового рентгеновского рассеяния для полидисперсных систем.

**7. Определение толщины пленок и покрытий.** Использование метода скользящего рентгеновского пучка для исследования – структуры поверхностных слоев твердых тел и покрытий. Определения толщины покрытий по ослаблению рентгеновских лучей. Бахрома Киссига. Определение толщины сверхтонких плёнок

### **5. Образовательные технологии**

Традиционные образовательные технологии: классическое лекционное обучение (лекционные занятия), обучение с помощью учебной книги (самостоятельная работа), обучение с помощью системы малых групп (при проведении лабораторных занятий),

Технологии проектного обучения: выполнение курсового проекта.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии: технологии смешанного обучения, включающие в себя поиск информации в Интернете (самостоятельная работа), применение специализированных пакетов для получения анализа экспериментальных данных и построения экспериментальных зависимостей (лабораторные занятия), применение аудиовизуальных технических средств (лекционные занятия).

### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Основой самостоятельной деятельности является рассмотрение методических материалов при подготовке к лабораторным работам и разделов теории для выполнения заданий по подготовке реферата или презентации по одной из выбранных тем.

При выполнении самостоятельной работы студенты пользуются рекомендованными методическими материалами, литературой и электронными ресурсами. Допускается использование самостоятельно найденных печатных или электронных источников.

### **7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплине**

Текущий контроль успеваемости проводится по отчетам о выполненных лабораторных работах и презентациям по выбранным студентами темам.

Отчет по лабораторной работе предполагает: оформление выполненной во время занятия лабораторной работы с окончательными результатами в виде графиков, таблиц и расчетных формул, письменные ответы на вопросы, которые даются к каждой лабораторной работе для домашней подготовки (вопросы к лабораторным работам находятся в приложении к РП в разделе «Фонд оценочных средств»).

Презентация должна содержать связно изложенный материал по выбранной теме с рисунками, схемами, таблицами и формулами, а так же краткую аннотацию материала, представленного в презентации.



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
Физика конденсированного состояния вещества

Отчеты и презентации оцениваются по пятибальной шкале. Полученные оценки учитываются при выставлении итоговой оценки на экзамене.

Экзамен проводится в устной форме по вопросам, заранее данным студентам для домашней подготовки, которые охватывают все разделы изученного курса.

Оценка *«удовлетворительно»* ставится при условии выполнения лабораторного практикума и частичных ответов на два вопроса зачетного билета и суммарной оценкой не менее 6 за отчеты по лабораторным работам и презентации.

Оценка *«хорошо»* ставится при условии выполнения лабораторного практикума и ответов на два вопроса зачетного билета с небольшими недочетами или не принципиальными ошибками и суммарной оценкой не менее 8 за отчеты по лабораторным работам и презентации.

Оценка *«отлично»* ставится при условии выполнения лабораторного практикума и полных ответов на два вопроса зачетного билета и суммарной оценкой 10 за отчеты по лабораторным работам и презентации.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Русаков А.А. Рентгенография металлов. М.: Атомиздат, 1977
2. Жданов Г.С., Илюшин А.С., Никитина С.В. Дифракционный и резонансный структурный анализ: М., Наука, 1978
3. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электроннооптический анализ. М.: МИСИС, 1994
4. Структура и физические свойства твердого тела. Под ред. Л.С. Палатника. Киев: Вища школа, 1983
5. Александров А.И. Рентгеновский практикум. Рентгенографическое определение структурных нарушений. Иваново, ИвГУ, 2002
6. Александров А.И. Рентгеновский практикум. Индексирование порошкограмм и определение параметров решетки. Иваново, ИвГУ, 2002
7. Физическое материаловедение : учебник для вузов : в 6-х т. / под ред. Б.А. Калин. - М. : МИФИ, 2008. - Т. 3. Методы исследования структурно-фазового состояния материалов. - 808 с. - ISBN 978-5-7262-0977-7 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=237979> (11.11.2015).

### б) дополнительная литература.

1. Д.И. Свергун, Л.А. Фейгин -Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние. - М.:Наука.Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986
2. Рыбакова Л.М., Куксенова Л.И. Структура и износостойкость металла. М.: Машиностроение, 1982

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

Система электронной поддержки образовательного процесса «Мой университет» <https://uni.ivanovo.ac.ru>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)

Электронная библиотека ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru>

Электронный каталог НБ ИвГУ <http://lib.ivanovo.ac.ru/index.php/ek>

Программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных программ Microsoft Office и(или) LibreOffice, интернет-браузер Microsoft Edge и(или) Yandex Browser.

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
Физика конденсированного состояния вещества

---

Учебные аудитории:

- для проведения занятий лекционного типа с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории;
- для проведения лабораторных занятий с комплектом необходимого оборудования;
- для консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации с комплектом специализированной учебной мебели и техническими средствами обучения;

Помещение для самостоятельной работы, оснащенное комплектом специализированной учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ЭИОС.

Демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: *презентации по изучаемым темам*



Основная профессиональная образовательная программа  
03.04.02 Физика  
Физика конденсированного состояния вещества

---

**Автор рабочей программы дисциплины:**

Заведующий кафедрой экспериментальной и технической физики, доктор физ.-мат. наук,  
доцент Александров А.И.

Программа рассмотрена на заседании кафедры экспериментальной и технической физики  
« 4 » июня 2018 г., протокол № 4

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № 1 от « 31 » августа 2019 г.

Согласовано:

Руководитель ОП  В.А. Годлевский  
(подпись)

Программа обновлена  
протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:

Руководитель ОП \_\_\_\_\_ В.А. Годлевский  
(подпись)