

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)  
г. Киров

Утверждаю  
Директор/Декан Лисовский В. А.



Номер регистрации  
РПД\_3-22.03.01.01\_2020\_113506  
Актуализировано: 16.02.2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**Рентгенография и электронная микроскопия**

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Бакалавр пр.
Направление подготовки	22.03.01
	шифр
	Материаловедение и технологии материалов
	наименование
Направленность (профиль)	3-22.03.01.01
	шифр
	Материаловедение и технологии металлов
	наименование
Формы обучения	Очная
	наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра материаловедения и основ конструирования (ОРУ)
	наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра материаловедения и основ конструирования (ОРУ)
	наименование

Киров, 2020 г.

## Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Лисовская Ольга Борисовна

---

ФИО

## Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	получение студентами знаний: о теоретических основах физики взаимодействия рентгеновского излучения с аморфными, кристаллическими и поликристаллическими материалами; о физических основах рентгеновских методов исследования, таких как рефлектометрия, рефрактометрия, дифрактометрия, малоугловое рассеяние рентгеновских лучей; о методе электронной микроскопии при исследовании различных характеристик материалов и физических свойств твердых тел.
Задачи дисциплины	формирование у студента знаний в области рентгеновских методов исследования и приобретение студентами навыков практической работы с электронной микроскопией.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### Компетенция ОПК-4

способностью сочетать теорию и практику для решения инженерных задач		
Знает	Умеет	Владеет
основные физические принципы рентгенографии и электронной микроскопии; возможности и область применения рентгенографии и электронной микроскопии	применять методы рентгенографии и электронной микроскопии для изучения структуры материалов	навыками проведения структурных исследований и обработки полученных результатов при помощи методов рентгенографии и электронной микроскопии

#### Компетенция ПК-10

способностью оценивать качество материалов в производственных условиях на стадии опытно-промышленных испытаний и внедрения		
Знает	Умеет	Владеет
применение рентгенографических и электронно-оптических методов анализа материалов; проведение качественных и количественных оценок свойств материалов	устанавливать связи между составом материала и видом рентгенограмм и электронограмм	навыками использования методов рентгенографических и электронно-оптических исследований для построения и анализа моделей технологических процессов

**Структура дисциплины**  
**Тематический план**

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Введение. Рентгеновское излучение	ОПК-4, ПК-10
2	Электронная микроскопия, электронные микроскопы с большой разрешающей способностью	ПК-10
3	Рентгеноструктурный анализ, микрорентгеноспектральный метод	ОПК-4, ПК-10
4	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ОПК-4, ПК-10

**Формы промежуточной аттестации**

Зачет	6 семестр (Очная форма обучения)
Экзамен	Не предусмотрен (Очная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения)

### Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	3	6	180	5	107.5	54	18	18	18	72.5		6	

## Содержание дисциплины

### Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Введение. Рентгеновское излучение»</b>		<b>42.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л1.1	Кристаллическое и аморфное состояние твёрдых тел. Аморфное состояние. Поликристалл, текстура, монокристалл.	2.00
Л1.2	Природа рентгеновского излучения. Принципы работы рентгеновских аппаратов. Устройство рентгеновских трубок. Рентгеновские спектры, природа тормозного и характеристического спектра.	2.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П1.1	Изучение аппаратуры, используемой при исследовании материалов	6.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С1.1	Природа рентгеновского излучения. Принципы работы рентгеновских аппаратов. Устройство рентгеновских трубок. Рентгеновские спектры, природа тормозного и характеристического спектра	16.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	16.00
<b>Раздел 2 «Электронная микроскопия, электронные микроскопы с большой разрешающей способностью»</b>		<b>56.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л2.1	Электронная микроскопия, электронные микроскопы с большой разрешающей способностью	4.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П2.1	Электронная микроскопия, электронные микроскопы с большой разрешающей способностью	4.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
Р2.1	Подготовка образца: электрохимическое или химическое травление при приготовлении тонкого образца и метод реплик	6.00
Р2.2	Растровая электронная микроскопия - подготовка образцов. Способы создания изображения.	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С2.1	Микродифракция. Растровая электронная микроскопия. Способы создания изображения.	22.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	16.00
<b>Раздел 3 «Рентгеноструктурный анализ, микрорентгеноспектральный метод»</b>		<b>78.00</b>
<b>Лекции</b>		

ЛЗ.1	Рентгеновская рефлектометрия, рентгеновская рефрактометрия	6.00
ЛЗ.2	Основные принципы метода. Основы электронно-зондового микроанализа. Области использования	4.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
ПЗ.1	Рентгеновская рефлектометрия, рентгеновская рефрактометрия	4.00
ПЗ.2	Основные принципы метода. Основы электронно-зондового микроанализа. Области использования.	4.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
РЗ.1	Фазовый анализ. Определение структуры вещества и периодов решетки различных фаз в смеси	4.00
РЗ.2	Качественный анализ: определение количества и типа элементов в исследуемом образце.	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
СЗ.1	Методы получения рентгенограмм. Анализ материалов и процессов. Анализ деформаций и дисперсности. Анализ макронапряжений. Анализ микронапряжений. Анализ дисперсности. Анализ текстур, возникающих при производстве материалов	15.00
СЗ.2	Количественный анализ: принципиальные основы, пределы чувствительности, анализ тонких слоев	16.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВРЗ.1	Контактная внеаудиторная работа	21.00
<b>Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>4.00</b>
34.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
КВР4.1	Сдача зачета	0.50
<b>ИТОГО</b>		<b>180.00</b>

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

## **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение



задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся ознакамливаются на официальном сайте университета [www.vyatsu.ru](http://www.vyatsu.ru).

## **Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

### **Учебная литература (основная)**

- 1) Кондратов, Василий Михайлович. Учебный курс по рентгенографии : Для студ. и аспирантов машиностроит. спец. / В. М. Кондратов, Л. П. Кочеткова ; ВятГТУ, ФАМ, каф. МиТМ. - Киров : ВятГУ, 2000. - 78 с. - 200 экз. - ISBN 5-230-07357-8 : 70.40 р. - Текст : непосредственный.
- 2) Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия : Учеб. - М. : Металлургия, 1982. - 632 с. - 55.00 р. - Текст : непосредственный.
- 3) Брандон, Д. Микроструктура материалов, Методы исследования и контроля : учеб. пособие / Д. Брандон, У. Каплан; пер. с англ. под ред. С. Л. Баженова с дополнением О. В. Егоровой. - М. : Техносфера, 2004. - 384 с. : ил. - (Мир материалов и технологий). - Библиогр.: в конце гл. - ISBN 5-94836-018-0. - ISBN 0-471-98501-5 : 180.00 р. - Текст : непосредственный.

### **Учебная литература (дополнительная)**

- 1) Зевайль, Ахмед. Трехмерная электронная микроскопия в реальном времени : учеб. пособие / А. Зевайль, Дж. Томас. - Долгопрудный : Интеллект, 2013. - 327 с. : ил. - Библиогр.: с. 323-327. - ISBN 978-5-91559-102-7 : 1372.00 р. - Текст : непосредственный.
- 2) Панова, Т. В. Современные методы исследования вещества: электронная и оптическая микроскопия : учебное пособие / Т.В. Панова. - Омск : ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, 2016. - 80 с. : табл., схем., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7779-2052-2 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563044/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 3) Карпухин, С. Д. Атомно-силовая микроскопия / С. Д. Карпухин, Ю. А. Быков. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 38 с. - Б. ц. - URL: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=52243](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=52243) (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : непосредственный.

### **Учебно-методические издания**

- 1) Моница, Л. Н. Рентгенография. Качественный рентгенофазовый анализ : учебное пособие / Л.Н. Моница. - Тюмень : Издательство Тюменского государственного университета, 2016. - 119 с. : ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-400-01316-4 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=567437/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.

### **Учебно-наглядное пособие**

1) Богатство наномира. Фоторепортаж из глубин вещества / ред. Ю. Д. Третьяков. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 171 с. : цв.ил. - (Нанотехнологии). - ISBN 978-5-9963-0108-9 : 341.55 р. - Текст : непосредственный.

### **Электронные образовательные ресурсы**

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-22.03.01.01](https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-22.03.01.01)
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы (ЭБС)**

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

### **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

## Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-A140V С ЭКРАНОМ НАСТЕННЫМ PROJESTA ПРОФИ 180*180СМ, ШТАТИВОМ PROFFIX 63-100СМ И КАБЕЛЕМ VGA 15.2М
Мультимедийный комплекс (м/проектор,эл.доска/)в к-те оборудования для аудиторий
НОУТБУК HP g6-1160er 15,6"/I3

### Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
УСТАНОВКА "ДРОН-3М"

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)**

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:  
[https://www.vyatsu.ru/php/list\\_it/index.php?op\\_id=113506](https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=113506)