

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
«ВлГУ»

УТВЕРЖДАЮ,  
Проректор  
по образовательной деятельности  
М.П. Манфилов  
« 30 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРАКТИКУМ ПО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКЕ»**

Направление подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование

Профиль/программа подготовки Физика. Математика

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной атте- стации (экзамен/зачет/зачет с оцен- кой)
10	3/108		10	20	78	ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ
Итого	3/108		10	20	78	ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ

Владимир, 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины - сформировать у будущих бакалавров по направлению «Педагогическое образование» систему знаний, умений и навыков в области экспериментальной физики для использования в школьных курсах. Целью дисциплины является обеспечение фундаментальных знаний и навыков в области физики твёрдого тела, рентгеноструктурного анализа.

Задачи дисциплины: ознакомить студентов с методами рентгеноструктурного исследования монокристаллов и поликристаллов, научиться обрабатывать экспериментальные данные, полученные при рентгенографировании веществ.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Практикум по экспериментальной физике» относится к вариативной части.

Пререквизиты дисциплины: Введение в общую и экспериментальную физику, Общая и экспериментальная физика, Методы математической физики, Практикум по решению школьных физических задач, Методика обучения физике, Основы теоретической физики, Современные средства оценивания результатов обучения, Электрорадиотехника, Физический эксперимент в школе, Астрономия, Современные проблемы физики. Нобелевский аспект, Использование информационных и коммуникационных технологий в обучении физике, Практикум по физической электронике, Элективный курс по решению школьных физических задач, История физики, Проблемы современной кристаллографии.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
ПК-12 - Способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся	частично	Знать: - современный арсенал мультимедийных средств обучения физике в условиях ИКТ-насыщенной среды уметь - подбирать оптимальные формы и средства изучения учебного материала в интерактивном формате деятельности учащихся с использованием современных мультимедиа владеть: - техникой разработки указаний для проведения виртуальных лабораторных работ и работ физического практикума - технологией разработки и организации исследовательской



Итого по дисциплине				10	20	78	12/40	ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ
---------------------	--	--	--	----	----	----	-------	--------------------

## Содержание практических занятий по дисциплине

### **Тема 1. Физика рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом.**

Природа рентгеновских лучей. Непрерывный рентгеновский спектр. Характеристический рентгеновский спектр. Их возникновение и особенности. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом. Поглощение излучения. Рассеяние рентгеновских лучей. Когерентное и некогерентное рассеяние. Ослабление и коэффициент ослабления рентгеновского пучка. Ионизация под действием рентгеновского излучения. Взаимодействие с биологическими объектами. Техника безопасности при работе с рентгеновским излучением.

### **Тема 2. Оборудование для рентгеноструктурных исследований.**

Рентгеновские аппараты и их разновидности. Рентгеновские трубки для дефектоскопии и для структурных исследований. Материалы для регистрации рассеяния рентгеновских лучей фотометодом. Ионизационные устройства для регистрации. Рентгеновские камеры для исследования монокристаллов и поликристаллов. Общие принципы построения дифрактометров.

### **Тема 3. Кристаллы. Симметрия кристаллов и кристаллические решетки.**

Общие представления о кристаллическом веществе. Монокристалл и поликристалл. Представление кристалла в виде отдельных атомов, атомных рядов и атомных плоскостей. Кристаллографические проекции. Кристаллическая решетка и индексы рядов и плоскостей. Обратная решетка и кристаллографические проекции. Элементы симметрии: поворотные оси, плоскости отражения, инверсионные оси и плоскости скользящего отражения.

### **Тема 4. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами. Интерференция. Факторы, влияющие на интенсивность рассеяния.**

Когерентное рассеяние рентгеновских лучей кристаллами. Интерференция. Интерференционные условия Лауэ. Уравнение Вульфа-Брегга. Факторы, влияющие на интенсивность рассеяния рентгеновских лучей кристаллом (атомный множитель, структурный фактор, фактор повторяемости, фактор поглощения, тепловой множитель, множитель Лоренца).

### **Тема 5. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ, качания, и определение параметров элементарной ячейки.**

Подготовка образца к рентгенографированию. Выбор условий и аппаратуры для эксперимента (диапазон длин волн, материал анода рентгеновской трубки, значение высокого напряжения, время экспозиции). Получение первичной лауэграммы в камере РК ОП. Выбор кристаллографического направления по характерному расположению пятен на лауэграмме. Построение стереографической проекции этого направления и определение координат этого направления. Получение рентгенограммы качания кристалла вокруг этого направления. Определение периода повторяемости в кристалле вдоль этого направления.

### **Тема 6. Принципы определения кристаллической структуры по рентгенографическим данным.**

Пространственное распределение интенсивности рассеяния рентгеновских лучей кристаллом. Зависимость этого распределения от структуры кристалла. Методы, позволяющие связать интенсивности рассеяния со структурой объекта. Автоматические дифрактометры и программное обеспечение решения структурных задач.

### **Тема 7. Методы исследования поликристаллических объектов с помощью рентгеновских лучей.**

Приготовление образца поликристаллического объекта для структурных исследований в зависимости от решаемой задачи и выбранной методики эксперимента. Метод порошка (метод Дебая - Шеррера). Устройство камеры Дебая. Методика получения и промера дебаеграммы. Расшифровка дебаеграммы и определение фазового состава объекта (качественный фазовый

анализ). Возможности решения других задач по дебаеграмме. Дифрактометрические возможности решения структурных задач поликристаллических объектов.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

**Тема 1. Физика рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. Метод Лауэ расшифровки структуры монокристалла.

**Тема 2. Оборудование для рентгеноструктурных исследований.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2. Графический метод определения координат направления в кристалле по лауэграмме.

**Тема 3. Кристаллы. Симметрия кристаллов и кристаллические решетки.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. Экспериментальное определение периода повторяемости в кристалле по рентгенограмме качания или вращения кристалла.

**Тема 4. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами. Интерференция. Факторы, влияющие на интенсивность рассеяния.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. Метод порошка в рентгенографии поликристаллов. Камера Дебая и получение дебаеграмм. Методика изготовления образцов для исследования вещества методом Дебая.

**Тема 5. Методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ, качания, и определение параметров элементарной ячейки.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. Промер и расшифровка дебаеграммы. Качественный фазовый анализ состава образца.

**Тема 6. Принципы определения кристаллической структуры по рентгенографическим данным.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. Индексирование линий дебаеграммы кубического кристалла. Определение типа кристаллической решетки.

**Тема 7. Методы исследования поликристаллических объектов с помощью рентгеновских лучей.**

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. Рентгеновская дифрактометрия при исследовании поликристаллических объектов. Устройство и принцип работы рентгеновского дифрактометра.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

В преподавании дисциплины «Практикум по экспериментальной физике» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Разбор конкретных ситуаций (тема №2, тема №3, тема №6);
- Анализ ситуаций (тема №1, тема №4, тема №5)
- Применение имитационных моделей (тема №7).

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

*Текущий контроль успеваемости*

### **Вопросы к рейтинг-контролю №1**

1. Рентгеновское излучение и его воздействие на живые организмы.
2. Техника безопасности при работе с рентгеновским излучением.

3. Устройство рентгеновских аппаратов.
4. Спектры рентгеновских лучей: сплошной («белое излучение») и характеристический.
5. Рентгеновские спектрометры (реферат).

### **Вопросы к рейтинг-контролю №2**

1. Свойства кристаллов.
2. Симметрия кристаллов. Элементы симметрии.
3. Точечные группы симметрии.
4. Взаимодействие рентгеновского излучения с кристаллом.
4. Дифракционные условия Лауэ.
5. Стереографическая проекция кристалла.
6. Метод качания кристалла и определение периода повторяемости вдоль данного направления.

### **Вопросы к рейтинг-контролю №3**

1. Методы расшифровки структуры кристалла по рентгенографическим данным.
2. Метод порошка при исследовании поликристаллов.
3. Методики приготовления образцов для рентгенографирования порошкового объекта.
4. селективное поглощение рентгеновского излучения и изготовление селективных фильтров.
5. Методы получения дебаеграмм и их промера .
6. Метод шлифа и дифрактометрия.
7. Расшифровка дифрактограммы для проведения качественного фазового анализа.

*Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет с оценкой)*

### **Вопросы к зачету с оценкой**

1. Природа рентгеновского излучения. Виды спектров.
2. Получение рентгеновского излучения в лабораторных условиях. Устройство рентгеновских трубок.
3. Устройство рентгеновского аппарата.
4. Техника безопасности при работе с рентгеновским излучением.
5. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.
6. Факторы, определяющие интенсивность рассеяния рентгеновских лучей.
7. Строение кристаллов. Химические связи и строение вещества.
8. Понятие кристаллической решетки. Решетки Браве.
9. Понятие симметрии. Виды элементов симметрии.
10. Проявление симметрии в строении кристаллов.
11. Теоремы о взаимодействии элементов симметрии.
12. Комбинация элементов симметрии. Точечные группы.
13. 32 класса симметрии и сингонии.
14. Понятие о пространственных группах.
15. Рассеяние рентгеновских лучей кристаллом. Основное уравнение дифракции рентгеновских лучей. Уравнение Вульфа - Брегга.
16. Устройство рентгеновских камер для исследования монокристаллов и поликристаллов.
17. Экспериментальные методы исследования структуры монокристаллов. Метод Лауэ.
18. Метод качания и полного вращения. Определение параметров элементарной ячейки.
19. Общее представление о расшифровке структуры вещества по пространственному распределению рассеянного рентгеновского излучения монокристаллом.
20. Аппаратура для исследования поликристаллических объектов: камера РКД, дифрактометр.
21. Метод порошка в рентгенографии. Качественный фазовый анализ по дебаеграмме.
22. Получение и расчет дифрактограмм.

### Задания к самостоятельной работе

1. Изучить принципиальную схему устройства рентгеновского аппарата.
2. Ознакомиться с характеристическими рентгеновскими спектрами, наиболее часто используемыми в практике рентгеноструктурного анализа.
3. Изучить методику построения стереографической линейки и рассчитать длины отрезков для построения линейки с радиусом сетки Вульфа 10 сантиметров.
4. Сетка Вульфа. Её использование при расшифровке структуры кристалла.
5. Написать реферат по устройству, принципу действия и использованию рентгеновского спектрометра

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Физико-химическая эволюция твердого вещества [Электронный ресурс] / Мелихов И.В. - М. : БИНОМ, 2014. – 312с.	2014		<a href="http://prbookshop.ru/47656">prbookshop.ru/47656</a>
2. Основы материаловедения [Электронный ресурс] / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко. - М. : БИНОМ, -763с.	2015		<a href="http://iprbookshop.ru/33636">iprbookshop.ru/33636</a>
3. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. - 3-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ. - (Учебник для высшей школы). – 293с.	2015		<a href="http://iprbookshop.ru/37071">iprbookshop.ru/37071</a>
Дополнительная литература			
1. Физика металлов и материаловедение. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Шепелевич. – Минск: Выш. шк., 2012. – 166 с.: ил. - ISBN 987-985-06-2191-7.	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520759">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=520759</a>
2. Рентгеноструктурный анализ веществ [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе/ И.А. Коваленко [и др.].— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2010.— 24 с	2014		<a href="http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=519086">http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=519086</a>
3. Дифракционный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Анищик В.М., Понарядов			

### **7.2. Периодические издания**

1. Журнал структурной химии. Новосибирск: СО РАН;
2. Кристаллография. М.: МАИК НАУКА

### **7.3. Интернет-ресурсы**

1. Виртуальный конструктор радиосхем Electronics WorkBanch;
2. Виртуальные лабораторные работы;
3. Физика, химия, математика студентам и школьникам
4. <http://www.ph4s.ru/>
5. Физика в анимациях
6. <http://physics.nad.ru/>
7. [http://oltest.ru/tests/inzhenernye\\_discipliny/teoreticheskaya\\_mehanika](http://oltest.ru/tests/inzhenernye_discipliny/teoreticheskaya_mehanika) (онлайн тестирование)
8. <http://teormex.net/knigi.html> (Электронные учебники и задачки)
9. Программа «Mercury – Crystal Structure Visualisation»

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *практического типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.*

Практические и лабораторные работы проводятся в Аудит. 119-7.

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: Лицензии на Microsoft Windows/Office: Microsoft Open License 49487346



Рабочую программу составил \_\_\_\_\_



Седов Е.Б.

Рецензент \_\_\_\_\_



директор МАО СОШ №2 А.В. Беянина

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и теоретической физики

Протокол № 1 от 30.08.19 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_




А.В. Малеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 – Педагогическое образование

Протокол № 1 от 30.08.19 года

Председатель комиссии \_\_\_\_\_



М.В. Аргамонова

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2019/20 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 года

Заведующий кафедрой  А.В. Манеев

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2020/21 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 31.08.20 года

Заведующий кафедрой  А.В. Машев