

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



Проректор  
 по учебно-методической работе  
 А.А. Панфилов

« 03 » \_\_\_\_\_ 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ПРАКТИКУМ ПО ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА»**

Направление подготовки 44.03.05 – Педагогическое образование

Профиль подготовки Физика. Математика

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоём- кость зач. ед, час.	Лек- ций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
10	4/144		12	24	108	ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ
Итого	4/144		12	24	108	ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ

Владимир, 2016

*Handwritten signature*

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ 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 физике твердого тела» относится к вариативной части. Освоение данной дисциплины является необходимой основой для последующего изучения дисциплин вариативной части. Эта дисциплина позволяет лучше обосновать доказательства некоторых положений, изучаемых в разделе «Физика твердого тела и полупроводников». Дисциплина опирается на знания, полученные при изучении предшествующих курсов «Физика», «Математика» и параллельно читаемые курсы «Квантовая механика», «Методы математической физики», «Физика твердого тела и полупроводников». Знания, умения и навыки, приобретенные в результате изучения дисциплины, закрепляются и углубляются в ходе изучения последующих дисциплин, а также необходимы для самостоятельной научно-исследовательской работы, для подготовки выпускной работы, для быстрой адаптации в первичной должности выпускника и для его дальнейшего профессионального роста.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

Код компетенций по ФГОС	Компетенции	Планируемые результаты
ПК-12	способность руководить учебно-исследовательской деятельностью обучающихся	<b>знать:</b> - современный арсенал мультимедийных средств обучения физике в условиях ИКТ-насыщенной среды <b>уметь</b> - подбирать оптимальные формы и средства изучения учебного материала в интерактивном формате деятельности учащихся с использованием современных мультимедиа <b>владеть:</b> - техникой разработки указаний для проведения виртуальных лабораторных работ и работ физического практикума - технологией разработки и организации исследовательской проектной деятельностью учащихся по предмету

"В соответствии с профессиональным стандартом педагога (приказ Министерства труда и социальной защиты населения РФ № 544н от 18.10.2013г.) преподаватели в средней школе при разработке и реализации программ учебных дисциплин в рамках основной общеобразовательной программы, а также при планировании и проведении учебных занятий должны владеть общепользовательскими и общепедагогическими ИКТ-компетентностями (ИКТ - информационно-коммуникационные технологии)."

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 час.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	Физика рентгеновских лучей. Рентгеновские спектры. Взаимодействие рентгеновских лучей с веществом.	10	1-2	1	2			15		1/33	
2	Оборудование для рентгеноструктурных исследований.	10	3-4	2	4			15		2/33	
3	Кристаллы. Симметрия кристаллов и кристаллические решетки	10	5-6	2	4			15		2/33	РК-1
4	Рассеяние рентгеновских лучей кристаллами. Интерференция. Факторы, влияющие на интенсивность рассеяния.	10	7-8	2	4			15		2/33	
5	Методы рентгеноструктурного анализа. Метод Лауэ, качания и определение параметров элементарной ячейки	10	9-10	2	4			16		2/33	
6	Принципы определения кристаллической структуры по рентгенографическим данным.	10	11-12	2	4			16		2/33	РК-2
7	Методы исследования поликристаллических объектов с помощью рентгеновских лучей	10	13-18	1	2			16		1/33	РК-3
	Всего				12	24		108		12/33	ЗАЧЕТ С ОЦЕНКОЙ

**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 РКОП. 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.

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

№ п/п	Виды учебной работы	Образовательные технологии
1.	Практические занятия	-выполнение лабораторных работ; -поиск и анализ информации в сети Интернет; -технология учебного исследования
2.	Самостоятельная работа	-внеаудиторная работа студентов (освоение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, работа с электронным учебно-методическим комплексом, работа над проектом, подготовка к текущему и итоговому контролю)
3.	Текущий контроль	- сдача лабораторных работ; -защита проектов; -бланочное и компьютерное тестирование

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

### 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.

### 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.

## Список лабораторных работ

### Лабораторная работа 1.

Метод лауэ расшифровки структуры монокристалла.

### Лабораторная работа 2.

Графический метод определения координат направления в кристалле по лауэграмме.

### Лабораторная работа 3.

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

### Лабораторная работа 4.

Метод порошка в рентгенографии поликристаллов. Камера дебая и получение дебаеграмм. Методика изготовления образцов для исследования вещества методом дебая.

### Лабораторная работа 5.

Промер и расшифровка дебаеграммы. Качественный фазовый анализ состава образца.

### Лабораторная работа 6.

Индексирование линий дебаеграммы кубического кристалла. Определение типа кристаллической решетки.

### Лабораторная работа 7.

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

## 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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п / п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Год издания	Количество экземпляров в библиотеке университета	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ	Количество студентов, использующих указанную литературу	Обеспеченность студентов литературой, %
1	2	3	4	5	6	7
<b>Основная литература</b>						
1	Физико-химическая эволюция твердого вещества [Электронный ресурс] / Мелихов И.В. - М. : БИНОМ, 2014. – 312с.	2014		ЭБС “Консультант студента” <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325320.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996325320.html</a>	16	100
2	Основы материаловедения [Электронный ресурс] / Г.Г. Бондаренко, Т.А. Кабанова, В.В. Рыбалко. - М. : БИНОМ, -763с.	2015		ЭБС “Консультант студента” <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323777.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996323777.html</a>	16	100
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		ЭБС “Консультант студента” <a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329601.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996329601.html</a>	16	100
<b>Дополнительная литература</b>						
1	Физика металлов и металловедение. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Г. Шепелевич. – Минск: Выш. шк., 2012. – 166 с.: ил. - ISBN 987-985-06-2191-7.	2012		ЭБС “Znanium” <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=508814">http://znanium.com/bookread2.php?book=508814</a>	16	100
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	2010		ЭБС “IPRBooks” <a href="http://www.iprbookshop.ru/22926">http://www.iprbookshop.ru/22926</a> .	16	100
3	Дифракционный анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Анищик В.М., Понарядов В.В., Углов В.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2011.— 215 с	2011		ЭБС “IPRBooks” <a href="http://www.iprbookshop.ru/20072">http://www.iprbookshop.ru/20072</a> .	16	100

### периодические издания:

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

### **программное обеспечение и 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**

1. Лаборатория рентгеноструктурного анализа (ауд.130, корпус 7).
2. Рентгеновские аппараты и камеры для структурных исследований.
3. Наборы лауэграмм, дебаеграмм, рентгенограмм качания.
4. Измерительные микроскопы, негатоскоп.
5. Справочная литература.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 44.03.05 – Педагогическое образование и профилю подготовки Физика. Математика.

Рабочую программу составил \_\_\_\_\_ ст. преп. Б.Б. Седов  
Рецензент \_\_\_\_\_ директор МАО СОШ №2 А.М. Санакин

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и теоретической физики протокол № 8 от 10 марта 2016 года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.В. Малеев

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 – Педагогическое образование протокол № 3 от 17 марта 2016 года.

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ М.В. Артамонова

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_


на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_


на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

на \_\_\_\_\_ учебный год. Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года.  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

на 2018/19 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.18 года.  
Заведующий кафедрой 

на 2019/20 учебный год. Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.19 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