

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра физики  
твердого тела и нанотехнологий  
(Б-ФТТН\_ИИФР)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Базовая кафедра физики твердого  
тела и нанотехнологий (Б-  
ФТТН\_ИИФР)**

наименование кафедры

**доцент П.П.Турчин**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Дисциплина Б1.В.05 Структурные исследования

Направление подготовки / 03.04.02 Физика, программа 03.04.02.02  
специальность Физика конденсированного состояния  
вещества 2020г

Направленность  
(профиль)

Форма обучения

очная

Год набора

2020

Красноярск 2021



## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины - приобретение студентами знаний о методах структурного исследования конденсированного состояния вещества через анализ картины рассеяния исследуемым объектом волн разного типа.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

Получение студентом знаний и навыков в одном из важнейших разделов кристаллографии.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ПК-5: способностью использовать навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей</b>	
Уровень 1	методы структурных исследований конденсированного состояния вещества
Уровень 1	представлять публично полученные результаты в форме доклада
Уровень 1	навыками оформления докладов
<b>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 российского и зарубежного опыта</b>	
Уровень 1	основы структурных исследований
Уровень 1	использовать полученные знания в своей профессиональной области
Уровень 1	методами структурного исследования конденсированного состояния вещества

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплины, изучение которых необходимо для освоения данного курса:

Фазовые переходы

Физика квазикристаллов и гетероструктур

Физика реального кристалла

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		2
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>4 (144)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,89 (32)</b>	<b>0,89 (32)</b>
занятия лекционного типа	0,44 (16)	0,44 (16)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия		
практикумы		
лабораторные работы	0,44 (16)	0,44 (16)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,11 (76)</b>	<b>2,11 (76)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Симметрия кристаллов. Дифракционные эффекты взаимодействия твёрдого тела с излучением	8	0	8	38	ПК-1 ПК-5
2	Определение структуры кристалла дифракционным и методами	8	0	8	38	ПК-1 ПК-5
Всего		16	0	16	76	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Симметрия кристаллов  Понятие симметрического преобразования и элемента симметрии.  Группа преобразований.  Взаимодействие преобразований.  Симметрия фигуры.  Описание симметрии фигуры с помощью группы симметрии.  Вывод групп, описывающих внешнюю форму кристаллов. Классы, виды симметрии, точечные группы.  Кристаллическая решётка и способы её описания. Выбор элементарного параллелепипеда.  Правила Браве.  Симметрия решётки и кристалла.  Взаимодействие операций симметрии точечных групп с трансляциями.  Пространственные группы, способы их обозначения: интернациональные, Шёнфлиса, Холла.  Графы групп. Связь симметрии кристалла с его свойствами</p>	4	0	0
---	---	--	---	---	---

2	1	<p>Аппаратура, методы регистрации и предварительного анализа дифракционной картины. Природа рентгеновских волн и их место в ряду электромагнитных волн. Биологическое действие коротковолнового излучения, меры предосторожности. Рентгеновская трубка. Спектр излучения, характеристические линии. Синхротронное излучение и его источники.. Виглеры и ондуляторы - преобразование спектра. Фильтры и монохроматоры. Точечные, линейные и двухкоординатные детекторы разного вида. Фотометод. Иные источники рентгеновского излучения. Рассеяние рентгеновских волн на объектах разных типов. Геометрия рассеяния. Дифракционный эффект, дифракционные максимумы, дифракция как отражение. Поглощение. EXAFS-спектроскопия. Обратная решётка и обратное изображение. Координаты точек обратного изображения. Сфера Эвальда. Интерференционное уравнение. Регистрация дифракционной картины с помощью камер (РКОП, вращения -качания, КФОР, Вайсенберга, прецессионная). Порошковые рентгенограммы. 8 Фазовый анализ. Степень кристалличности и размер кристаллитов. Д</p>	4	0	0
---	---	--	---	---	---

3	2	<p>Анализ геометрической картины рассеяния. Анализ фотоснимков дифракционной картины. Выделение правил погасания. Лауэвская и дифракционная группы симметрии. Выбор ячейки. Структурная амплитуда. Структурный, поляризационный, кинематический, интерференционный факторы. Фактор интегральности. Связь координат атомов с особенностями дифракционной картины. Фазовая проблема структурного анализа. Тепловой фактор. Изотропное, анизотропное и ангармоническое движение атомов. Экстинкция. Электронная плотность и ряд Фурье.</p>	4	0	0
---	---	---	---	---	---

4	2	<p>Решение фазовой проблемы структурного анализа. Структурная амплитуда как случайная величина. Распределение структурных амплитуд в центро- и нецентросимметричном случаях. Структурные инварианты (триплеты, квартеты и т.д.). Распределение структурных инвариантов. Применение структурных инвариантов к поиску модели структуры. Прямые методы. Функция Паттерсона. Метод функции Паттерсона. Метод изоморфного замещения. Метод аномального рассеяния. Метод наименьших квадратов. Разностные синтезы электронной плотности. Критерии качества уточнения. Метод Ритвельда в порошковой рентгенографии. Взаимодействие пучка электронов с веществом. Приборы для электронографии. Взаимодействие пучка нейтронов с веществом. Магнитное и структурное рассеяние. Стационарные и импульсные ядерные реакторы. Иные источники нейтронов. Тепловые нейтроны. Монохроматоры и детекторы. Задачи, решаемые с помощью рассеяния нейтронов.</p>	4	0	0
---	---	---	---	---	---

Всего		16	0	0
-------	--	----	---	---

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в acad. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Дифракцион-ные эффекты взаимодействия твёрдого тела с излучением	8	0	0
2	2	Определение структуры кристалла дифракционными методами	8	0	0
Всего			16	0	0

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Александров К. С., Зиненко В. И., Сорокин Б. П., Турчин П. П., Сорокин П. Б., Бурков С. И., Глушков Д. А., Четвергов Н. А., Софронова С. Н., Токарев Н. А.	Теоретическая физика твердого тела: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: СФУ, 2007
Л1.2	Якимов И. С., Дубинин П. С.	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ поликристаллов: учеб.-метод. пособие для курс. работы [для студентов напр. 150100 «Материаловедение и технология новых материалов»]	Красноярск: СФУ, 2012

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Егоров-Тисменко Ю. К.	Кристаллография и кристаллохимия: учебник для вузов по спец. "Геология"	Москва: КДУ, 2010
Л1.2	Кирмасов А. Б.	Основы структурного анализа	Москва: Научный мир, 2011
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Дырдин В. В., Польшгалов Ю. И., Мальшин А. А.	Физика твердого тела: учебное пособие	Кемерово: КузГТУ, 2012
Л2.2	Епифанов Г. И.	Физика твердого тела: учебное пособие для вузов	Санкт-Петербург: Лань, 2011
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Александров К. С., Зиненко В. И., Сорокин Б. П., Турчин П. П., Сорокин П. Б., Бурков С. И., Глушков Д. А., Четвергов Н. А., Софронова С. Н., Токарев Н. А.	Теоретическая физика твердого тела: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины	Красноярск: СФУ, 2007
Л3.2	Якимов И. С., Дубинин П. С.	Рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ поликристаллов: учеб.-метод. пособие для курс. работы [для студентов напр. 150100 «Материаловедение и технология новых материалов»]	Красноярск: СФУ, 2012

## **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Мир математических уравнений	<a href="http://eqworld.ipmnet.ru">http://eqworld.ipmnet.ru</a>
Э2	Электронная естественнонаучная библиотека	<a href="http://bib.tiera.ru">http://bib.tiera.ru</a>
Э3	Поисковая машина электронных книг	<a href="http://www.poiskknig.ru">http://www.poiskknig.ru</a>
Э4	Электронная библиотека	<a href="http://gen.lib.rus.ec">http://gen.lib.rus.ec</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Задание на изучение теоретического материала студент получает у преподавателя на лекционных занятиях. Преподаватель дает ссылку на методическую литературу, которую необходимо использовать при самостоятельном изучении материала.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	1.	Microsoft Office 2007 (или выше).
9.1.2	2.	Adobe Reader.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	ИСС не используются
-------	---------------------

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного и семинарского типа. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.