

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.12 Структурные исследования

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Направленность (профиль)

03.05.02 Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили _____

к.ф.-м.н., доцент, А.Д. Васильев

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель изучения дисциплины – приобретение студентами знаний о методах исследования строения кристаллических объектов 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
ПК-2: Способен применять физические закономерности взаимодействия излучения с веществом в современных технологиях	
ПК-2.1: Применяет закономерности взаимодействия излучения с веществом в результатах научных исследований	знает симметрию кристаллов, дифракционные эффекты взаимодействия твёрдого тела с излучением умеет применять знания методов структурного исследования в научных исследованиях
ПК-2.2: Анализирует области применения высокоэнергетических воздействий на вещество в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах	умеет анализировать области применения методов структурных исследований; владеет методами исследования строения кристаллических объектов
ПК-3: Способен разрабатывать и применять новые материалы, исследовать их структуру и свойства	
ПК-3.1: Планирует процессы получения материалов и исследования их свойств	знает различные методы структурного исследования умеет планировать процессы получения материалов и исследования их свойств при помощи структурных исследований
ПК-3.2: Анализирует перспективные материалы и их нано-, микро-, мезо- и макромасштабные свойства	умеет анализировать свойства материалов по результатам структурного анализа

1.4 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)	е
		1
Контактная работа с преподавателем:	1,5 (54)	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	0,5 (18)	
Самостоятельная работа обучающихся:	0,5 (18)	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
1. Симметрия кристаллов. Дифракционные эффекты взаимодействия твёрдого тела с излучением									
	1. 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. Графическое представление групп. Связь симметрии кристалла с его свойствами	8							

<p>2. 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. Ди-фракционный эффект, дифракционные мак-симумы, 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, прецессионная). Порошковые рентгенограммы. Фазовый анализ. Степень кристалличности и размер кристаллитов.</p>	10							
3. Симметрические преобразования, формы записи преобразований.			4					
4. Определение симметрии атомных группировок.			4					
5. Интерпретация рентгенограмм от порошковых образцов.			6					
6. Самостоятельная работа							8	
2. Определение структуры кристалла дифракционными методами								

<p>1. 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>	8							
<p>2. Решение фазовой проблемы структурного анализа. Структурная амплитуда как случайная величина. Распределение структурных амплитуд в центро- и нецентро- сим-метричном случаях. Структурные инварианты (триплеты, квартеты и т.д.). Распределение структурных инвариантов. Применение структурных инвариантов к поиску мо-дели 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>	10							

3. Определение дифракционной группы симметрии кристалла по монокристалльным данным.			4					
4. Самостоятельная работа							10	
Всего	36		18				18	

4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

4.1 Печатные и электронные издания:

1. Сиб. федерал. ун-т Структурные исследования: электрон. учеб.-метод. комплекс дисциплины(Красноярск: ИПК СФУ).
2. Егоров-Тисменко Ю. К. Кристаллография и кристаллохимия: учебник для вузов по спец. "Геология"(Москва: КДУ).
3. Кирмасов А. Б. Основы структурного анализа(Москва: Научный мир).
4. Дырдин В. В., Польшгалов Ю. И., Мальшин А. А. Физика твердого тела: учебное пособие(Кемерово: КузГТУ).
5. Епифанов Г. И. Физика твердого тела: учебное пособие для вузов (Санкт-Петербург: Лань).
6. Мазус, Академия наук [АН] Молдавской ССР [МССР]. Институт прикладной физики Структурные исследования неорганических и органических соединений: монография(Кишинев: Штиинца).
7. Дегтяренко Н. Н. Свойства дефектов и их ансамблей, радиационная физика твердого тела: учебное пособие для вузов(Москва: НИЯУ МИФИ).
8. 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).
9. 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).

4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):

1. Microsoft Office
2. Adobe Reader.

4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Доступ к библиотечному фонду (см. сайт СФУ, раздел «Библиотека», <http://bik.sfu-kras.ru/>).

5 Фонд оценочных средств

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Занятия проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного типа. Аудитории укомплектованы учебной мебелью и доской.