

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по учебной работе

Ф.Д. Кодзоева

« 30 » июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.01 Методы исследования твердых тел

(индекс дисциплины по учебному плану, наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки – **03.03.02 Физика**

(код, наименование)

Направленность: **Физика**

Квалификация выпускника – **Бакалавр**

Форма обучения **Очная**

г. Магас, 2022

1. Цели освоения дисциплины

Все реальные кристаллы содержат разнообразные дефекты структуры, которые в значительной степени будут определять их физические свойства. Дефекты кристаллического строения играют большую роль в образовании и росте кристаллов, многие типы несовершенств возникают в кристаллах в процессе их роста, в результате термической обработки, деформации, облучения. Именно поэтому в последнее время методам исследования реального строения кристаллов, изучению природы дефектов, характеру их распределения и установлению связи между реальным строением и физическими свойствами кристаллов уделяется большое внимание. Несомненно, что специалисты, работающие в области физики твердого тела, должны хорошо разбираться в вопросах реального строения кристаллов и владеть современными методами исследования дефектов.

Учебные задачи курса

Задача данного курса состоит в приобретении студентами знаний по вопросам теории несовершенств в кристаллах, пониманию их роли в физических процессах, происходящих в кристаллах при различных физических воздействиях. Студенты должны понимать влияние дефектов на физические свойства кристаллов. Задачей курса является знание современных методов исследования структуры в кристаллах, теоретических положений, на которых базируются эти методы исследования.

В результате изучения данного курса и выполнения лабораторного практикума, студенты должны уметь сопоставлять различные методы исследования, их возможности, область применения, особенности и т.д., должны освоить соответствующую аппаратуру, приобрести экспериментальные навыки работы.

В соответствии с требованиями к специалистам данной специальности, студент - выпускник должен быстро освоиться как специалист в области кристаллографии реальной структуры кристаллов, быть способным внедрять в производство новые методы исследования, участвовать в организации и создании лабораторий такого профиля. После изучения курса студенты должны знать:

1. основные типы дефектов в кристаллах и их свойства.
2. описание идеальной и реальной структуры твердых тел.
3. Методы исследования структуры твердых тел.

Студент должен познакомиться с некоторыми методами, применяемыми к описанию наблюдаемых физических явлений и приобрести навыки самостоятельных научных исследований, включая формирование навыков изучения научной физической литературы.

№ п/п	Код профессионального стандарта	Наименование области профессиональной деятельности. Наименование профессионального стандарта
01 Образование и наука		
1.	01.001	Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н(зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный №30550), с изменением, внесенным приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 августа 2016г.№422н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 23 августа 2016г., регистрационный № 43326)
2.	01.003	Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018г. № 298н (зарегистрирован Министерством юстиции РФ 28 августа 2018г., регистрационный № 52016

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщенных трудовых функций:

Код и наименование профессионального стандарта	Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
	Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
01.001 Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании) (воспитатель, учитель)	А	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	6	Общепедагогическая функция. Обучение	А/01.6	6
				Воспитательная деятельность	А/02.6	6
				Развивающая деятельность	А/03.6	6
	В	Педагогическая деятельность по проектированию и реализации основных общеобразовательных программ	6	Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования	В/03.6	6

Перечень задач профессиональной деятельности выпускников:

Область профессиональной деятельности (по Реестру Минтруда)	Типы задач профессиональной деятельности	Задачи профессиональной деятельности	Объекты профессиональной деятельности (или области знания)
01 Образование	Педагогический	Разработка и реализация образовательных программ СПО и программ ДО	Образовательные программы и образовательный процесс в системе СПО и ДО
06 Связь, информационные и коммуникационные технологии	Научно-исследовательский	Исследование, разработка, внедрение и сопровождение информационных технологий и систем	Информационные процессы, технологии, системы и сети, их инструментальное (программное, техническое, организационное) обеспечение, способы и методы проектирования, отладки, производства и эксплуатации информационных технологий и систем в различных областях и

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Методы исследования твердых тел» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.

Для освоения дисциплины «Методы исследования твердых тел» используются знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения дисциплин: Общая физика (механика, молекулярная физика, электричество и магнетизм, оптика, атомная и ядерная физика); разделы теоретической физики: теоретическая механика, электродинамика основные положения квантовой механики, термодинамику и статистическую физику, физическую кинетику, структуру и прочность полимерных материалов, композиционные материалы; сведения из математического анализа, т.е. умение дифференцирования, интегрирования, методы решения дифференциальных уравнений обыкновенных и в частных производных, теория вероятности, математическая статистика, аналитическая геометрия, высшая алгебра.

Таблица 2.1.

Связь дисциплины «Методы исследования твердых тел» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Методы исследования твердых тел»	Семестр
Б1.О.04.01	Мат.анализ	1,2,3
Б1.О.04.02	Аналитическая геометрия и линейная алгебра	1,2
Б1.О.04.04	Диф.уравнения	3
Б1.О.04.06	Теория вероятности и математическая статистика	5
Б1.О.07	Общая физика	1,2,3,4,5
Б.1.О.16	Теоретическая механика. Механика сплошных сред	4,5

Таблица 2.2.

Связь дисциплины «Методы исследования твердых тел » с последующими дисциплинами и сроки их изучения

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Методы исследования твердых тел »	Семестр
Б.1.О.17	Квантовая теория	7
Б.1.В.10	Статистическая физика	7

Таблица 2.3.

Связь дисциплины «Методы исследования твердых тел » со смежными дисциплинами

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Методы исследования твердых тел»	Семестр
Б1.О.07.06	Физика атомного ядра и элементарных частиц	6
Б1.В.07	Физика конденсированного состояния	6

3. Результаты освоения дисциплины (модуля) «Методы исследования твердых тел»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих обще профессиональных и профессиональных компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие. Осуществляет декомпозицию задачи.</p> <p>УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи.</p> <p>УК-1.3. Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки.</p> <p>УК-1.4. Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки.</p> <p>Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности.</p> <p>УК-1.5. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Знать: Анализировать задачу, выделяя ее базовые составляющие</p> <p>Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов</p> <p>Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p>
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<p>ОПК-2.1. Знает основные методы научных исследований физических объектов, систем и процессов и владеет навыками проведения физического (лабораторного) эксперимента.</p> <p>ОПК-2.2. Выбирает и использует соответствующие ресурсы, современные методики и оборудование для проведения экспериментальных исследований и измерений.</p> <p>ОПК-2.3. Обрабатывает и представляет полученные экспериментальные данные для получения обоснованных выводов.</p>	<p>Знать: Физические принципы работы электронного микроскопа. Основы вакуумной техники. Методы подготовки объектов для электронно-микроскопического анализа</p> <p>Уметь: Проводить металлографический анализ металлов и сплавов. Проводить измерения микротвердости. Проводить пробоподготовку объектов для электронно-микроскопического анализа. Работать с вакуумными</p>

			<p>установками ВУП-4 и ВУП-Работать с электронным микроскопом ЭМ-125</p> <p>Владеть:</p> <p>Методиками подготовки объектов для металлографического и электронно-микроскопического анализа.</p> <p>Владеть инструментальными методами исследования структуры металлов и сплавов.</p>
ПК -2	<p>Подготовлен к проведению экспериментальных измерений и наблюдений, составлению описания результатов проводимых исследований в области компьютерной физики.</p>	<p>ПК-2.1. Знаком с принципами действия измерительных приборов, датчиков, автоматизированного и метрологического оборудования в области компьютерных и инфокоммуникационных систем.</p> <p>ПК-2.2. Соблюдает безопасную последовательность работ при работе с экспериментальным инструментарием.</p> <p>ПК-2.3. Способен провести и оценить (в том числе в автоматизированном режиме) результаты эксперимента.</p>	<p>Владеть:</p> <p>технологиями проектирования и организации образовательной среды; технологией решения физических задач и анализа ситуаций;</p> <p>Уметь:</p> <p>осуществлять теоретическое моделирование физических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики физических объектов;</p> <p>Знать:</p> <p>сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования.</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Методы исследования твердых тел»

4.1. Структура дисциплины (модуля) «Методы исследования твердых тел»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)										Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)							
		семестр	Контактная работа					Самостоятель- ная работа					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект) др.
			Всего	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Курсовая работа(проект)	Подготовка к экзамену	Другие виды самостоятельной работы								
1.	Дефекты кристаллического строения и физические свойства кристаллов.																		
1.1.	Классификация дефектов.	5	2	1	1			2			2		+						
1.2.	Плотность и энергия образования точечных	5	2	1	1			2			2			+			+		
1.3.	1.3 Способы создания неравновесного состояния:	5	2	1	1			2			2	+		+					
2.	Линейные дефекты – дислокации.																		
2.1	Предпосылки появления теории дислокаций	5	2	1	1			3			3			+					
2.2	Описание краевой и винтовой дислокации с использованием вектора Бюргера.	5	2	1	1			3			3		+			+		+	
2.3	Движение дислокаций.	5	2	1	1			2			2			+		+			
2.4	Определение поверхности скольжения.	5	2	1	1			3			3	+					+		
3	Упругие свойства дислокаций																		
3.1	Компоненты напряжения – тензор напряжений	5	4	2	2			2			2	+				+			
3.2	Правило Франка.	5	2	1	1			3			3			+		+			
4	Двумерные поверхностные дефекты в кристаллах																		
4.1	Дефекты упаковки и двойниковые границы.	5	2	1	1			2			2			+					
5	Понятия макро- и микроструктуры																		
5.1	Различные кристаллические состояния, характеризующиеся разной степенью кристаллического совершенства	5	3	2	1			3			3	+		+			+		
5.2	Пределы пространственного разрешения при исследовании структуры материалов	5	2	1	1			3			3			+			+		

6	Микроскопические методы исследования микроструктуры															
6.1	Метод избирательного травления	5	2	1	1			3			3			+		+
7	Дифракционные методы исследования структуры вещества.															
7.1	Сравнительные характеристики рентгеновского, электронографического и нейтронографического методов исследования.	5	4	2	2			3			3	+				+
8	Теория дифракции коротковолнового излучения на кристаллах.															
8.1	Геометрическая теория дифракции на кристалле.	5	2	1	1			3			3	+		+		
8.2	Интерференционная функция и ее анализ	5	2	1	1			2			2		+			+
8.3	Представление о дифракции на кристалле как отражения от атомных плоскостей	5	3	2	1			3			3		+			+
9	Интенсивность дифракционных лучей															
9.1	Кинематическая теория рассеяния на атоме, атомная амплитуда и ее вычисление	5	2	1	1			3			3		+		+	
9.2	Структурная амплитуда.	5	2	1	1			2			2			+		
10	Электронография															
10.1	Особенности дифракции электронов в кристаллах.	5	2	1	1			3			3		+			
10.2	Вывод основной формулы электронографии	5	3	2	1			2			2				+	+
10.3	Симметрия и индцировка точечных электронограмм.	5	2	1	1			2			2			+	+	
11	Рентгенография кристаллических образований.															
11.1	Рентгеновский фазовый анализ	5	2	1	1			2			2		+			+
11.2	Рентгеноанализ твердых растворов	5	2	1	1			3			3	+			+	
11.3	Дифракция на кристаллах малых размеров	5	2	1	1			2			2		+		+	
12	Электронно-микроскопический метод исследования															
12.1	Теория электронно-микроскопического контраста	5	3	2	1			3			3	+		+		
12.2	Микродифракция и ее применение	5	2	1	1			2			2		+			+
12.3	Кинематическая теория контраста на несовершенных кристаллах	5	2	1	1			3			3			+	+	
13	Методы дифракционной микрорентгенографии, их классификация															
13.1	Методы, основанные на использовании прошедшего пучка	5	2	1	1			3			3		+		+	
13.2	Трансмиссионный метод	5	2	1	1			2			2			+		+

Берга-Баррета																	
		68	36	32			76			76							

4.2. Содержание дисциплины (модуля) «Методы исследования твердых тел»

1. Дефекты кристаллического строения и физические свойства кристаллов.

1.1 Классификация дефектов. Точечные, простые дефекты. Простые дефекты, комплексы точечных дефектов.

1.2 Плотность и энергия образования точечных дефектов в кристаллах. Точечные дефекты в термодинамическом равновесии и неравновесном состоянии.

1.3 Способы создания неравновесного состояния: пластическая деформация, закалка, облучение. Точечные дефекты в ионных кристаллах и в кристаллах полупроводников

2. Линейные дефекты – дислокации.

2.1 Предпосылки появления теории дислокаций (модели образования дислокаций), контур и вектор Бюргерса. Инвариантность вектора Бюргерса.

2.2 Описание краевой и винтовой дислокации с использованием вектора Бюргерса. Правило знаков. Полные и частичные дислокации.

2.3 Движение дислокаций. Консервативное движение (скольжение) дислокаций и неконсервативное (переползание).

2.4 Определение поверхности скольжения. Призматическая дислокация. Связь скольжения с пластической деформацией. Поперечное скольжение. Скорость движения дислокаций.

3. Упругие свойства дислокаций.

3.1 Компоненты напряжения – тензор напряжений. Поле напряжений винтовой и краевой дислокаций. Упругая энергия дислокаций.

3.2 Правило Франка. Сила, действующая на дислокацию. Линейное напряжение дислокаций.

4. Двумерные поверхностные дефекты в кристаллах.

4.1 Дефекты упаковки и двойниковые границы. Границы зерен – малоугловые и большеугловые. Энергия границ и их подвижность.

5. Понятия макро- и микроструктуры.

5.1 Различные кристаллические состояния, характеризующиеся разной степенью кристаллического совершенства: монокристалл, мозаичный монокристалл, ориентированный поликристалл – текстура, поликристалл.

5.2 Пределы пространственного разрешения при исследовании структуры материалов и классификация методов исследования по этому параметру.

6. Микроскопические методы исследования микроструктуры (оптическая микроскопия, ультрафиолетовая и инфракрасная).

6.1 Метод избирательного травления, метод декорирования – методы изучения дефектов в кристаллах. Электронно-микроскопический метод исследования (дифракционная микроскопия).

7. Дифракционные методы исследования структуры вещества.

7.1 Сравнительные характеристики рентгеновского, электронографического и нейтронографического методов исследования. Их возможности, достоинства и недостатки.

8. Теория дифракции коротковолнового излучения на кристаллах.

8.1 Геометрическая теория дифракции на кристалле. Дифракция на одномерном периодическом ряде из рассеивающих центров.

8.2 Интерференционная функция и ее анализ. Интерференция на трехмерной решетке. Уравнения Лауэ и их геометрический смысл.

8.3 Представление о дифракции на кристалле как отражения от атомных плоскостей. Формула Вульфа-Брегга и ее связь с уравнениями Лауэ.

9. Интенсивность дифракционных лучей.

9.1 Кинематическая теория рассеяния на атоме, атомная амплитуда и ее вычисление. Рассеяние элементарной ячейкой кристалла. 9.2

Структурная амплитуда. Симметрия дифракционной картины. Закон Фриделя.

10. Электронография.

10.1 Особенности дифракции электронов в кристаллах. Геометрическая теория электронограмм.

10.2 Вывод основной формулы электронографии. Типы электронограмм. Описание их с помощью обратной решетки.

10.3 Симметрия и индентификация точечных электронограмм. Электронограммы с Кикучи-линиями, их применение.

11. Рентгенография кристаллических образований.

11.1 Рентгеновский фазовый анализ (количественный и качественный). Методы внутреннего эталона и гомологических пар.

11.2 Рентгеноанализ твердых растворов. Закон Вегарда. Определение границ растворимости. Упорядоченные твердые растворы (сверхструктуры). Распад пересыщенных твердых растворов. Рентгенография напряженного состояния.

11.3 Дифракция на кристаллах малых размеров. Ширина и профиль интерференционных линий от поликристаллического порошка. Формула Селякова-Шеррера.

12. Электронно-микроскопический метод исследования.

12.1 Теория электронно-микроскопического контраста. Методы электронной микроскопии: трансмиссионные (на просвет), метод прямого разрешения, метод Муара, метод дифракционного контраста.

12.2 Микродифракция и ее применение. Кинематическая теория дифракционного контраста на совершенных кристаллах. Метод амплитудно-фазовых диаграмм.

12.3 Кинематическая теория контраста на несовершенных кристаллах. Определение направления вектора Бюргерса. Уравнение динамической теории Хови-Уэлана.

13. Методы дифракционной микрорентгенографии, их классификация.

13.1 Методы, основанные на использовании прошедшего пучка

13.2 Трансмиссионный метод Берга-Баррета. Метод аномального прохождения – метод Бормана.

5. Образовательные технологии

При реализации программы дисциплины «Методы исследования твердых тел» используются различные образовательные технологии:

- при чтении лекций используется мультимедийные технологии и различные наглядные приборы;

- практические занятия проводятся с использованием наглядных приборов, компьютерных классов (компьютерное моделирование);

- самостоятельная работа студентов предусматривает работу под руководством преподавателей в виде консультаций, а также предполагает использование фондов научно-технической библиотеки, современных информационных технологий с привлечением компьютера как средства управления информацией.

Широко используются в учебном процессе активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены мастер-классы экспертов и специалистов

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1	Предпосылки появления теории дислокаций	Работа библиотеке	Подготовить доклад по теме «Предпосылки появления теории дислокаций»	3; 4	2
2	Правило Франка.	Работа библиотеке.	Подготовить доклад по теме «Правило Франка»	3; 4	2
3	Рентгеновский фазовый анализ	Работа библиотеке	Подготовить доклад по теме «Рентгеновский фазовый анализ»	1,2;3	2
4	Теория электронно-микроскопического контраста	Работа библиотеке, работа лаборатории	Доклад по теме: «Теория электронно-микроскопического контраста»	2;3;4	2

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ И ПОДГОТОВКИ К ПРОМЕЖУТОЧНОМУ КОНТРОЛЮ.

1. Точечные дефекты: простые и их комплексы. Точечные дефекты в термодинамическом равновесии. Энергия образования точечных дефектов и их равновесная концентрация. Энергия образования точечных дефектов и их равновесная концентрация. Способы создания неравновесного состояния точечных дефектов.

2. Предпосылки появления теории дислокаций. Экспериментальное наблюдение дислокаций.

3. Линейные дефекты – дислокации.

4. Контур и вектор Бюргера. Описание краевой и винтовой дислокаций с использованием вектора Бюргера.

5. Консервативное движение (скольжение) дислокаций. Определение поверхности скольжения. Призматическая дислокаций. Связь скольжения с пластической деформацией. Наиболее важные системы скольжения в ГЦК кристаллах.

6. Переползание дислокаций. Механизм образования призматических дислокационных петель и геликоидальных дислокаций.

7. Особенности дислокаций в ионных кристаллах.

8. Тетраэдр Томпсона. Его применение для описания дислокаций и дислокационных реакций.

9. Упругие свойства дислокаций. Поле напряжений и упругая энергия краевой дислокации.

10. Поле напряжений и упругая энергия винтовая дислокации.

11. Упругая энергия смешанной дислокации. Правило Франка.

12. Сила, действующая на дислокацию. Линейное натяжение дислокаций.

13. Взаимодействие взаимно параллельных краевых дислокаций. Образование малоугловых дислокационных границ.

14. Взаимодействие параллельных и взаимно перпендикулярных винтовых дислокаций.

15. Малоугловые (мозаичные) дислокационные границы. Модель Бюргерса. Определение угла разориентации блоков мозаики. Роль мозаичности образца в образовании точечных электронограмм.
16. Взаимодействие дислокаций со свободной поверхностью.
17. Размножение дислокаций. Источник Франка-Рида.
18. Образование дислокаций.
19. Метод избирательного травления для изучения дислокационной структуры кристаллов.
20. Ход лучей в электронном микроскопе и электронографе. Возможности этих приборов для структурных исследований. Микродифракция, ее применение.
21. Дифракционные методы исследования кристаллов. Особенности дифракции электронов в кристаллах по сравнению с рентгеновским методом.
22. Типы электронограмм. Точечные электронограммы. Симметрия точечных электронограмм, их расшифровка, применение.
23. Метод Дебая в рентгенографии.
24. Электронограмма от поликристалла, расшифровка и применение.
25. Метод Лауэ в рентгенографии.
26. Получение электронограмм от текстурированного образца и их индентификация.
27. Дифракция на кристаллае и обратная решетка.
28. Структурная амплитуда, структурный фактор. Интегральный закон погасания для простейших структур.
29. Учет размеров и внешней формы кристалла (при рассмотрении дифракционных явлений в кристалле).
30. Основная формула электронографии, ее применение.
31. Метод реплик в электронной микроскопии, его применение.
32. Длина волны электронов. Определение длины волны по электронограмме. Разрешающая способность электронно-микроскопического метода исследования.
33. Электронограммы с Кикучи-линиями, их применение.
34. Метод дифракционного контраста в электронной микроскопии. Изображение совершенного кристалла.
35. Классификация прямых методов исследования в электронной микроскопии, их применение и возможности.
36. Наблюдение и исследование дислокаций в электронной микроскопии (метод дифракционного контраста).
37. Наблюдение дефектов упаковки в электронной микроскопии (метод дифракционного контраста).
38. Метод двухкристального спектрометра. Анализ профиля интегральной интенсивности для оценки размеров кристаллов.
39. Интенсивности дифракционных максимумов. Множители интенсивности.
40. Условия видимости дефектов кристаллического строения в методе Метод дифракционного контраста в электронной микроскопии в методе дифракционного контраста (Э.М.).
41. Дифракция по Вульфу-Брэггу. Вывод формулы Вульфа-Брэгга из интерпретации дифракции с применением обратной решетки.
42. Пластические и хрупкие материалы.
43. Частичные и полные дислокации.
44. Какие частичные дислокации могут быть в плотноупакованных структурах.
45. Дефекты упаковки вычитания, сложения, двойниковые границы.
46. Малоугловые дифракционные границы.
47. Дислокации несоответствия.
48. Закон погасания для простейших структур кубической системы.
49. Интерпретация геометрии различных типов электронограмм с применением обратной решетки.

50. Понятие толщённых и изгибных контуров экстинкции.

51. В решении каких материаловедческих задач могут быть использованы дифракционные методы исследования.

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа обучающихся является составной частью учебной работы и имеет целью закрепление и углубление

Состав самостоятельной работы:

1. Подготовка к лекционным занятиям:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы и т.д.);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста, конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

конспектирование текста, выписки из текста и т.д.;

- работа с конспектом лекции;

- подготовка вопросов для самостоятельного изучения

2. Подготовка к практическим (семинарским) занятиям:

- работа со справочниками и др. литературой;

- заполнение рабочей тетради;

- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению на практическом занятии;

3. Подготовка к лабораторным занятиям:

- работа со справочниками и др. литературой;

- формирование отчета о выполнении лабораторного занятия;

- подготовка мультимедиа презентации и докладов к выступлению по результатам лабораторного занятия;

4. Подготовка к промежуточной аттестации:

- повторение всего учебного материала дисциплины

- аналитическая обработка текста;

5. Прочие виды работ:

научно-исследовательская работа (научная статья, доклад, реферат).

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) «Методы исследования твердых тел»

1. Кудрявцева Р.В. «Дефекты в кристаллах, их геометрия и свойства», учебное пособие.

2. Шаскольская М.П. «Кристаллография», М.В.Ш., 1976, (темы 1, 2, 4, 8).

3. Орлов А.Н. «Введение в теорию дефектов в кристаллах», учебное пособие, М.В.Ш., 1983, (темы 1 – 7).

4. Вайнштейн Б.К. «Структурная электронография», М., изд. АН СССР, 1956, (тема 10).

5. Амелинкс С. «Методы прямого наблюдения дислокаций», Мир, М., 1968 (темы 10, 11).

Дополнительная:

1. Фридель Ж. «Дислокации», М., Мир, 1967.

2. Ван-Бюрен Д. Дефекты в кристаллах», И.Л., 1967.

3. Утевский Л.М. «Дифракционная электронная микроскопия в металловедении», Металлургия, 1973.

4. Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев,. Кристаллография рентгенография и электронная микроскопия, Москва «Металлургия», 1982..

5. Л. Фельдман, Д. Майер, Основы анализа поверхности и тонких плёнок, Москва «Мир», 1989.

6. Д.Бриггс, М.П.Сих., Анализ поверхности методами Оже- и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. Москва, «Мир» 1987.

7.2. Интернет-ресурсы

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	http://window.edu.ru
«Образовательный ресурс России»	http://school-collection.edu.ru
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	http://www.edu.ru
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	http://fcior.edu.ru
Русская виртуальная библиотека	http://rvb.ru
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm
Научная электронная библиотека «e-Library»	http://elibrary.ru/defaultx.asp
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информιο»	http://www.informio.ru
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	https://www.biblio-online.ru

7.3. Программное обеспечение

1. Microsoft Windows 7, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10
2. Microsoft Windows server 2003, 2008, 2012, 2016
3. Microsoft Office 2007, 2010, 2016
4. Антивирусное ПО Kaspersky endpoint security
5. Справочно-правовая система «Консультант»
6. Операционная система Microsoft Windows XP Professional.
7. Пакет прикладных программ Microsoft Office 2003 Professional.
8. Программный продукт «Антивирус Касперского».
9. Программный продукт FineReader 7.0 Professional Edition.
10. Программный продукт MATLAB 6.

7.4. Материально-техническое обеспечение

- ДТА – анализ,
- ЛКТ -8. Определение теплоемкостей и объемной проводимости полимеров.
- Установка для определения электрической прочности диэлектриков.
- Определение диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.
- Определение показателя преломления и его инкременты растворов полимеров.
- Маятник – копер для исследования прочности полимеров.
- ДИП-определение релаксационных потерь в полимерах.

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования твердых тел» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «07» августа 2020 г. № 920.

Программу составил: к.ф-м.н., ст. преподаватель кафедры «Физика» А.М. Евлоев

Программа одобрена на заседании кафедры «Физика»
Протокол № 10 от «20» июня 2022 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом физико-математического факультета
Протокол № 10 от «22» июня 2022 года

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета
Протокол № 10 от « 29 » июня 2022 г.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой