



## АННОТАЦИЯ

### рабочей программы учебной дисциплины

### **Б1.В.ДВ.07.01 Методы исследования твердых тел**

#### Направление подготовки бакалавриата

#### **03.03.02 Физика**

1.	<p><b>Цель изучения дисциплины</b></p> <p>Все реальные кристаллы содержат разнообразные дефекты структуры, которые в значительной степени будут определять их физические свойства. Несомненно, что специалисты, работающие в области физики твердого тела, должны хорошо разбираться в вопросах реального строения кристаллов и владеть современными методами исследования дефектов.</p> <p><b>Учебные задачи курса</b></p> <p>-приобретение студентами знаний по вопросам теории несовершенств в кристаллах, понимание их роли в физических процессах, происходящих в кристаллах при различных физических воздействиях;</p> <p>- приобретение знаний современных методов исследования структуры в кристаллах, теоретических положений, на которых базируются эти методы исследования.</p> <p>После изучения курса студенты должны знать:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. основные типы дефектов в кристаллах и их свойства.</li><li>2. описание идеальной и реальной структуры твердых тел.</li><li>3. Методы исследования структуры твердых тел.</li></ol>								
2.	<p><b>Место дисциплины в структуре ОПОП ВО бакалавриата</b></p> <p>Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, к дисциплинам по выбору. Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре.</p> <p>Для освоения дисциплины 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.</p> <table><tr><td>Дисциплины и практики, знания и умения по которым необходимы как "входные" при изучении данной дисциплины.</td><td>Мат.анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Диф.уравнения, Теория вероятности и математическая статистика, Общая физика, Теоретическая механика. Механика сплошных сред</td></tr><tr><td>Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:</td><td><ul style="list-style-type: none"><li>- Квантовая теория</li><li>- Статистическая физика</li></ul></td></tr></table> <p>Формы работы студентов - семинарские занятия. Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, выполняется в ходе семестра в форме выполнения домашних заданий, подготовки к лабораторным работам. Виды текущего контроля - проверка домашних заданий, устный опрос, проверка контрольной работы. Форма итогового контроля – зачет с оценкой.</p>	Дисциплины и практики, знания и умения по которым необходимы как "входные" при изучении данной дисциплины.	Мат.анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Диф.уравнения, Теория вероятности и математическая статистика, Общая физика, Теоретическая механика. Механика сплошных сред	Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:	<ul style="list-style-type: none"><li>- Квантовая теория</li><li>- Статистическая физика</li></ul>				
Дисциплины и практики, знания и умения по которым необходимы как "входные" при изучении данной дисциплины.	Мат.анализ, Аналитическая геометрия и линейная алгебра, Диф.уравнения, Теория вероятности и математическая статистика, Общая физика, Теоретическая механика. Механика сплошных сред								
Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной:	<ul style="list-style-type: none"><li>- Квантовая теория</li><li>- Статистическая физика</li></ul>								
3	<p><b>Результаты освоения дисциплины (модуля) «Методы исследования твердых тел»</b></p> <table><tr><td>Код компетенции</td><td>Наименование компетенции</td><td>Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)</td><td>В результате освоения дисциплины обучающийся должен:</td></tr><tr><td>ПК-3.</td><td>Способность</td><td>ПК-3.1. Способен оценить ак-</td><td>Знать: Анализировать</td></tr></table>	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:	ПК-3.	Способность	ПК-3.1. Способен оценить ак-	Знать: Анализировать
Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:						
ПК-3.	Способность	ПК-3.1. Способен оценить ак-	Знать: Анализировать						



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»**  
**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет**

		использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	туальность решаемой задачи на основе анализа научной технической литературы и информационных материалов по тематике исследования. ПК-3.2 Способен подготовить исходные данные для математического описания физики процесса в заданной физической системе с учетом ее назначения и элементной (электронной, оптической) базы. ПК-3.3. Способен адекватно применить математический инструментальный при формулировке моделирующих физических процесс уравнений.	задачу, выделяя ее базовые составляющие Уметь: Осуществлять поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов Владеть: При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
	ПК-4	Способен проводить научные исследования в соответствующей области знаний и оформлять результаты исследований и разработок	ПК-4.1. Знает основные методы проведения теоретического и экспериментального исследования в сфере профессиональной деятельности. ПК-4.2 Участвует в оформлении результатов исследований и разработок, полученных при проведении научных исследований в сфере профессиональной деятельности ПК-4.3 Владеет навыками работы с современным приборным оборудованием, методами обработки и анализа полученных результатов научных исследований в сфере профессиональной деятельности	Знать: Физические принципы работы электронного микроскопа. Основы вакуумной техники. Методы подготовки объектов для электронно-микроскопического анализа Уметь: Проводить металлографический анализ металлов и сплавов. Проводить измерения микротвердости. Проводить пробоподготовку объектов для электронно-микроскопического анализа. Работать с вакуумными установками ВУП-4 и ВУП-Работать с электронным микроскопом ЭМ-125 Владеть: Методиками подготовки объектов для металлографического и электронно-микроскопического анализа. Владеть инструментальными методами исследования структуры металлов и сплавов.
	ПК-5.	Способен проводить работу по обработке и анализу научно-технической информации и ре-	ПК-5.1. Организует сбор и изучение научно-технической информации по теме исследований и разработок. ПК-5.2. Анализирует научные	Владеть: технологиями проектирования и организации образовательной среды; технологией решения фи-



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет**

		зультатов исследований.	данные, результаты экспериментов и наблюдений в соответствующей области знаний.	зических задач и анализа ситуаций; Уметь: осуществлять теоретическое моделирование физических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики физических объектов; Знать: сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования.	
	ПК-6.	Способность понимать и использовать на практике теоретические основы организации и планирования физических исследований	ПК-6.1. Обладает мотивацией к проектной деятельности, обладает способностями, необходимыми для самообразования и профессионального роста. ПК-6.2. Обладает готовностью к участию в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов, современного программного обеспечения, в том числе текстовых редакторов и графических программы. ПК-6.3. Владеет современным программным обеспечением, в том числе текстовыми редакторами и графическими программами, средствами подготовки обзоров, отзывов, отчетов, заключений. ПК-6.4. Знает принципы организации работы в коллективе проектировщиков.	Владеть: технологиями проектирования и организации образовательной среды; технологией решения физических задач и анализа ситуаций; Уметь: осуществлять теоретическое моделирование физических процессов и явлений; выявлять и анализировать качественные и количественные характеристики физических объектов; Знать: сущность и значение изучаемой дисциплины; объект, предмет, основные функции, методы, категории; современные теории воспитания и обучения; сущность модернизации российской системы образования	
4.	Структура и содержание дисциплины «Методы исследования твердых тел»				
п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Контактная работа	Самостоятельная работа	



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»**  
**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет**

			Всего	Лекции	Практические занятия	Др. виды контакт. ра-	Всего	Подготовка к экзамену	Другие виды самосто-	Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контрольн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)
<b>1.</b>		<b>Дефекты кристаллического строения и физические свойства кристаллов.</b>														
1.1.		Классификация дефектов.	5	2	1	1		2	2			+				
1.2.		Плотность и энергия образования точечных де-	5	2	1		2	2				+		+		
1.3		1.3 Способы создания неравновесного состоя-	5	2	1	1		2	2	+		+				
<b>2.</b>		<b>Линейные дефекты – дислокации.</b>														
2.1		Предпосылки появления теории дислокаций	5	2	1	1	3	3				+				
2.2		Описание краевой и винтовой дислокации с использованием вектора Бюргерса.	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	+					+		
<b>3</b>		<b>Упругие свойства дислокаций</b>														
3.1		Компоненты напряжения – тензор напряжений	5	4	2	2	2	2	+				+			
3.2		Правило Франка.	5	2	1	1	3	3				+	+			
<b>4</b>		<b>Двумерные поверхностные дефекты в кристаллах</b>														
4.1		Дефекты упаковки и двойниковые границы.	5	2	1	1	2	2				+				
<b>5</b>		<b>Понятия макро- и микроструктуры</b>														
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				+		+		
<b>6</b>		<b>Микроскопические методы исследования микроструктуры</b>														
6.1		Метод избирательного травления	5	2	1	1	3	3				+		+		
<b>7</b>		<b>Дифракционные методы исследования структуры вещества.</b>														
7.1		Сравнительные характеристики рентгеновского, электронографического и	5	4	2	2	3	3	+					+		

[illegible]





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**

**План самостоятельной работы студентов**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Кол-во часов
1	Предпосылки появления теории дислокаций	Работа в библиотеке	Подготовить доклад по теме «Предпосылки появления теории дислокаций»	3; 4	2
2	Правило Франка.	Работа в библиотеке.	Подготовить доклад по теме «Правило Франка»	3; 4	2
3	Рентгеновский фазовый анализ	Работа в библиотеке	Подготовить доклад по теме «Рентгеновский фазовый анализ»	1,2;3	2
4	Теория электронно-микроскопического контраста	Работа в библиотеке, работа в 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 Бюргерса. Описание краевой и винтовой дислокаций с использованием вектора Бюргерса.

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 индентирование.
27. Дифракция на кристалле 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 Вульффу-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.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Ингушский государственный университет»  
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ факультет

	<p>49. Интерпретация геометрии различных типов электронограмм с применением обратной решетки.</p> <p>50. Понятие толщинных и изгибных контуров экстинкции.</p> <p>51. В решении каких материаловедческих задач могут быть использованы дифракционные методы исследования.</p>
7.	<p><b>Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины</b></p> <p>1. Кудрявцева Р.В. «Дефекты в кристаллах, их геометрия и свойства», учебное пособие.</p> <p>2. Шаскольская М.П. «Кристаллография», М.В.Ш., 1976, (темы 1, 2, 4, 8).</p> <p>3. Орлов А.Н. «Введение в теорию дефектов в кристаллах», учебное пособие, М.В.Ш., 1983, (темы 1 – 7).</p> <p>4. Вайнштейн Б.К. «Структурная электронография», М., изд. АН СССР, 1956, (тема 10).</p> <p>5. Амелинкс С. «Методы прямого наблюдения дислокаций», Мир, М., 1968 (темы 10, 11).</p>

**Разработчик: ст.преподаватель кафедры «Физика» Евлоев А.М.**