



# АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины

## **Б1.В.01 Физика твердого тела**

Направление подготовки бакалавриата **03.03.02 Физика**

1.	<b>Цель изучения дисциплины</b> <i>Цель курса</i> «Физика твердого тела» состоит в систематическом изложении способов и методов применения основных принципов квантовой теории к исследованию свойств кристаллических 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.			
2.	<b>Место дисциплины в структуре ОПОП ВО бакалавриата</b> Дисциплина «Физика твердого тела» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре. <i>Основные навыки</i> , которыми должен обладать студент: знать основные свойства протяженных систем, обусловленные квантовым характером взаимодействий, обладать навыками работы с объектами, которые характерны для рассматриваемых систем, включая прямое и обратное пространство, операции симметрии, многоэлектронные волновые функции, иметь представление о методах решения многоэлектронных задач, таких, как метод Хартри, Хартри-Фока, Теория Функционала Плотности, а также специальных методах решения задачи о расчете электронной структуры кристаллов, включая, в том числе, и их приближенные варианты – метод сильной связи, метод почти свободных электронов, метод эффективной массы. Указанные навыки должны служить основой для понимания физических основ таких явлений, как электрон-фононное взаимодействие, сверхпроводимость, а также широкого спектра оптических процессов в конденсированном состоянии.			
3	<b>3. Результаты освоения дисциплины (модуля)</b>			
	Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции (закрепленный за дисциплиной)	В результате освоения дисциплины обучающийся <b>должен:</b>
	УК-2.	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1. Определяет круг задач в рамках поставленной цели, определяет связи между ними; УК-2.2. Предлагает способы решения поставленных задач и ожидаемые результаты; оценивает предложенные способы с точки зрения соответствия цели проекта; УК-2.3. Планирует реализацию задач в зоне своей ответственности с учетом имеющихся ресурсов и ограничений, действующих правовых норм; УК-2.4. Выполняет задачи в	Знает виды ресурсов и ограничений для решения профессиональных задач; основные методы оценки разных способов решения задач; действующее законодательство и правовые нормы, регулирующие профессиональную деятельность. Умеет проводить анализ поставленной цели и формулировать задачи, которые необходимо решить для ее достижения; анализировать альтернативные варианты для достижения намеченных результатов; использовать нормативно-правовую документацию в сфере профессиональной деятельности Владеет методиками разработки цели и задач проекта; методами оценки потребности в ресурсах.



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

			<p>зоне своей ответственности в соответствии с запланированными результатами и точками контроля, при необходимости корректирует способы решения задач;</p> <p>УК-2.5. Представляет результаты проекта, предлагает возможности их использования и/или совершенствования.</p>	<p>продолжительности и стоимости проекта; навыками работы с нормативно-правовой документацией</p>	
	ОПК-1.	Способен применять базовые знания в области физико-математических и естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности.	<p>ОПК-1.1. Знает основные понятия и законы физики и других естественных наук, методы математического анализа, алгебры и геометрии.</p> <p>ОПК-1.2. Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением физико-математических и естественно-научных знаний, методов научного анализа и моделирования.</p> <p>ОПК-1.3. Владеет навыками теоретических и экспериментальных исследований в сфере профессиональной деятельности.</p>		
	ПК-3.	Способность использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин	<p>ПК-3.1. Владеет возможностями современных научных методов на уровне, необходимом для постановки и решения задач, имеющих естественно-научное содержание.</p> <p>ПК-3.2. Умеет выбирать наиболее эффективные методы решения основных типов задач, встречающихся в физике.</p> <p>ПК-3.3. Знает способы определения видов и типов профессиональных задач, структурирования задач различных групп.</p>	<p>Владеть: методами нахождения, отбора и объединения различных методов проведения физических исследований.</p> <p>Уметь: осмысленно выбирать научный метод проведения физических исследований.</p> <p>Знать: способы определения видов и типов профессиональных задач, а также методы их решения при проведении физических исследований</p>	
4.	<p><b>4.2. Содержание дисциплины (модуля)</b></p> <p>1. Введение. Основные понятия. Трансляционная симметрия, основные векторы трансляций, элементарная ячейка, ячейка Вигнера-Зейтца, обратная решетка, первая зона Бриллюэна, система единиц (атомная, релятивистская)</p> <p>2. Основные положения физики твердого тела. Периодический потенциал, теорема Блоха, зонная структура, дисперсионная зависимость, классификация твердых тел. Элементарные возбуждения. Квазичастицы</p> <p>3. Квантовая задача многих тел. Общая формулировка квантовой задачи многих тел. Многоэлектронное уравнение Шредингера, Гамильтониан.</p> <p>4. Адиабатическое приближение. Разделение атомных и электронных координат.</p> <p>5. Одноэлектронное приближение. Валентное приближение. Вариационный прин-</p>				



цип Ритца. Уравнения Хартри. Самосогласованный потенциал. Решение «самосогласованных» уравнений.

6. Антисимметризованные волновые функции. Определитель Слэйтера. Вычисление средних значений с детерминантными функциями. Вариационный принцип. Уравнения Хартри-Фока. Обменная энергия.

7. Теория Функционала Плотности Электронная плотность, определение, основные свойства. Первая теорема Хоэнберга-Кона. Вторая теорема Хоэнберга-Кона, вариационный принцип для электронной плотности. Функционал полной энергии.

8. Метод Кона-Шэма. Построение функционала энергии с использованием фиктивной системы невзаимодействующих частиц. Уравнения Кона-Шэма. Обменно-корреляционная энергия.

9. Методы решения уравнений зонной теории Общая формулировка задачи. Базисные функции. Секулярное уравнение. Метод плоских волн. Метод присоединенных плоских волн. Метод ортогонализированных плоских волн. Псевдопотенциал.

10. Линейные методы. Линеаризация. Линейный метод присоединенных плоских волн (ЛППВ).

11. Приближенные методы. Электрон в пустой решетке. Метод сильной связи. Метод почти свободных электронов. Эффективная масса. Теорема Ванье.

11. Электрон-фононное взаимодействие. Общие свойства взаимодействия электрона с колебаниями решетки. Тензор деформации, локальность. Деформационный потенциал.

12. Электрон-фононное взаимодействие. Гармонический осциллятор. Вторичное квантование, операторы рождения и уничтожения. Понятие полевых операторов. Гамильтониан для частиц с 2-х и 4-х частичным взаимодействиями. Гамильтониан невзаимодействующих фононов. Гамильтониан взаимодействия электронов с фононами в представлении чисел заполнения. Графическое представление, диаграммы Фейнмана. Простейшие типы взаимодействий. Виртуальные фононы.

13. Электрон-фононное взаимодействие в ионных кристаллах. Взаимодействие электрона с деформацией решетки в случае вильной связи. Электрон-фононное взаимодействие в ионных кристаллах. Полярон. Модель Фрелиха.

14. Сверхпроводимость Критическая температура. Эффект Мейснера-Оксенфельда. теория Лондонов. Уравнения Лондонов. Проникновение магнитного поля внутрь сверхпроводника. Теория Гинзбурга-Ландау. Параметр порядка. Уравнения Гинзбурга-Ландау. Длина когерентности. Сверхпроводники 1-го и 2-го рода. Квантование магнитного потока. Флюксон.

15. Сверхпроводимость микроскопическая теория. Электронное притяжение. Куперовские пары. Изотопический эффект.

16. Оптические свойства кристаллов Виды взаимодействия света с твердым телом; оптические константы; поглощение света кристаллами, собственное поглощение; экситонное поглощение; поглощение свободными носителями; примесное поглощение; решеточное поглощение.

17. Рекомбинационное излучение в полупроводниках. Межзонная рекомбинация. Рекомбинация через локализованные центры. Экситонная рекомбинация. Твердотельные лазеры.

18. Квантовая теория оптических свойств кристалловОбщий теоретический анализ межзонных оптических переходов; дипольное приближение; вертикальные переходы; связь с оптическими константами. Оптические свойства кристалла кремния.

Электромагнитные волны: Существование электромагнитных волн. Волновое уравнение для плоской электромагнитной волны. Свойства плоской гармонической электромагнитной волны. Стоячие волны. Энергия электромагнитной волны. Вектор Пойтинга.

5.	<b>Образовательные технологии</b>		
	№ п.п.	Тема программы дисциплины	Применяемые технологии
	1	Основные положения физики	классическое традиционное; лекцион-



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

		твёрдого тела.	ное обучение
	2	Квантовая задача многих тел.	классическое традиционное; лекционное обучение, наглядные, программированные
	3	Адиабатическое приближение.	классическое традиционное; лекционное обучение, вербальные (аудио)
	4	Одноэлектронное приближение	классическое традиционное; лекционное обучение, самостоятельная работа
	5	Антисимметризованные волновые функции.	классическое традиционное; лекционное обучение, самообучение
	6	Сверхпроводимость микроскопическая теория.	классическое традиционное; лекционное обучение, дистанционные
	7	Оптические свойства кристаллов	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
	8	Рекомбинационное излучение в полупроводниках.	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
	9	Квантовая теория оптических свойств кристаллов	классическое традиционное; лекционное обучение, компьютерное программированное обучение
<b>6.</b>	<b>Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)</b>		
	<b>Название ресурса</b>		<b>Ссылка/доступ</b>
	Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»		<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
	«Образовательный ресурс России»		<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
	Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА		<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a>
	Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)		<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a>
	Русская виртуальная библиотека		<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a>
	Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»		<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
	Научная электронная библиотека «e-Library»		<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a>
	Электронно-библиотечная система IPRbooks		<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a>
	Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информо»		<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
	Информационно-правовая система «Консультант-плюс»		Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнгГУ
	Электронно-библиотечная система «Юрайт»		<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>
<b>7.</b>	<b>Формы текущего контроля</b>		
	Работа у доски; контрольные, самостоятельные работы. Допуск к лабораторной работе и защита отчета.		
<b>8</b>	<b>Форма промежуточного контроля - экзамен</b>		

**Разработчик: ст.преподаватель кафедры «Физика» - Батыжев М. Б.**