

Министерство просвещения Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
**«Дагестанский государственный педагогический
университет»**

Кафедра физики и методики преподавания



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. О. 07 ПРЕДМЕТНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ «ФИЗИКА»
Б1. О. 07.03.05 ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Направление подготовки - 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями)

Направленность (профили) – «Физика» и «Математика»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения – очная, заочная

Форма обучения	Семестр	Трудоемкость	Виды учебной работы					СРС	Форма аттестации
			Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Промежуточный контроль			
очная	9	72	16	16			40	Зачет с оценкой	
заочная	9	72	4	4		3	61	Зачет с оценкой	

Махачкала, 2022

Авторы рабочей программы дисциплины (модуля):
Доцент, к.ф.-м.н. Гусейнов А.Н., к.ф.-м.н. Дибирова К.С.

Программа утверждена на заседаниях:

кафедры физики и методики преподавания
(протокол № 10 от «22» июня 2022 г.)

Зав. кафедрой: *Амиралиев А.Д., к.п.н., доцент*



(подпись)

Учёного совета института физико-математического и информационного-
технологического образования (протокол № 10 от «27» июня 2022 г.)

Председатель: *Бакмаев А.Ш., к.п.н., доцент*



(подпись)

учебно-методического совета ДГПУ (протокол № 4 от «28» июня 2022 г.)

Председатель УМС: *Дибиров И.А.*



(подпись)

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Целью освоения дисциплины «Физика твердого тела» является формирование базовой профессиональной подготовки в области физики, формирование целостных представлений о современной физической картине мира и компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, овладение основами физики как фундаментальной науки.

Код компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений
ПК-1	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета). ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1. О. 07.03.05 «Физика твердого тела» относится к **обязательной части** и **Модулю** «Физика» учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Физика» и «Математика».

Дисциплина Б1. О. 07.03.05 «Физика твердого тела» базируется на компетенциях, знаниях и умениях, сформированных в ходе изучения дисциплин «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика», «Атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц», «Классическая механика», «Классическая электродинамика», «Квантовая механика», «Статистическая физика».

Компетенции сформированные в процессе изучения дисциплины необходимы для освоения содержания дисциплины «Физика ядра и элементарных частиц», выполнения заданий (учебной, производственной практик, научно-исследовательской работы и выпускной квалификационной работы).

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Дисциплина «Физика твердого тела» направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

ПК-1. Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны:

Код компетенции	Знает	Умеет	Владеет
УК-1	структуру, состав и дидактические единицы предметной области (преподаваемого предмета): фундаментальные основы теоретической физики; структурные элементы, входящие в систему познания предметной области «теоретическая физика»; основные этапы развития теоретической физики, актуальные проблемы и тенденции современного развития теоретической физики	применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности; излагать и критически анализировать базовую информацию по теоретической физике; пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами и моделями теоретической физики; анализировать основные проблемы теоретической физики и формулировать собственную позицию по спорным вопросам; представлять физическую информацию различными способами (в вербальной, знаковой, аналитической, математической, графической, схемотехнической, алгоритмической; применять математические методы теоретической физики для решения конкретных задач	навыками грамотного использования научного языка теоретической физики; способами совершенствования профессиональных знаний и умений путём использования информационной среды; навыками устанавливать содержательные, методологические и мировоззренческие связи теоретической физики со смежными научными областями. навыками поиска и первичной обработки научной и научно-технической информации в области теоретической физики; культурой научного мышления, позволяющей отсеивать и опровергать псевдонаучные теории, публикуемые в Интернете
ПК-1	фундаментальные понятия и законы теоретической физики, экспериментальные основания физических теорий, применение физических теорий в смежных дисциплинах естественнонаучного содержания	применять знание основ теоретической физики для отбора учебного материала и повышения его качества	навыками применять математические методы теоретической физики для разработки компьютерных демонстраций различных физических явлений

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Физика твердого тела» составляет 2 зачетные единицы (72 часа). Дисциплина изучается на 5 курсе

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	час.	В т.ч. по семестрам	
		№1	№2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	72	72	
1. Контактная работа:	32	32	
лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	16	16	
практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	16	16	
лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)			
курсовое проектирование			
групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем			
2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)	40	40	
в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену (зачету)			
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	час.	В т.ч. по семестрам	
		№1	№2
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	72	72	
1. Контактная работа:	8	8	
лекции (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	4	4	
практические занятия, семинары и пр. (общее кол-во часов, включая практическую подготовку)	4	4	
лабораторные занятия (общее кол-во часов / включая практическую подготовку)			
курсовое проектирование			
групповые, индивидуальные консультации и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем			
2. Объем самостоятельной работы обучающихся (СРС)	64	64	
в том числе часов, выделенных на подготовку к экзамену (зачету)	3	3	
Вид промежуточного контроля:	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Общая трудоёмкость в акад. часах	Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах)			
			Лек/ пр.подг.	Лаб / пр.подг.	Пр/ пр.подг.	СР
1	Конденсированное состояние вещества. Теория кристаллической решетки.	18	4		4	10
2	Динамика кристаллической решетки. Зонная теория кристаллов.	18	4		4	10
3	Статистика носителей зарядов. Поляризация диэлектриков.	18	4		4	10
4	Магнитное упорядочение. Сверхпроводимость.	18	4		4	10
	<i>Подготовка к экзамену</i>					
	Итого:	72	16		16	40

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины (модуля)	Общая трудоёмкость в акад. часах	Трудоёмкость по видам учебных занятий (в акад. часах)			
			Лек/ пр.подг.	Лаб / пр.подг.	Пр/ пр.подг.	СР
1	Конденсированное состояние вещества. Теория кристаллической решетки.	69	4		4	61
2	Динамика кристаллической решетки. Зонная теория кристаллов.					
3	Статистика носителей зарядов. Поляризация диэлектриков.					
4	Магнитное упорядочение. Сверхпроводимость.					
	<i>Подготовка к экзамену</i>	3				3
	Итого:	72	4		4	64

5.1. Содержание разделов дисциплины (модуля)

Раздел 1. Конденсированное состояние вещества. Теория кристаллической решетки. 1.1. Межатомные взаимодействия и типы связи в твердых телах. 1.2. Кристаллографические индексы. 1.3. Кристаллографические индексы плоскости и направления. 1.4. Пространственные решетки кристаллов. 1.5. Кристаллическая решетка, базис, кристаллическая структура. 1.6. Элементарная ячейка, основные типы кристаллических решеток. 1.7. Точечная симметрия кристаллов, основные элементы симметрии. 1.8. Кристаллографическая система координат, кристаллографические символы узлов, прямых, плоскостей, сингонии, классы симметрии, федоровские пространственные группы.

Раздел 2. Динамика кристаллической решетки. Зонная теория кристаллов. 1.1. Дифракция в кристаллах. Использование излучения трех типов. 1.2. Закон Брэгга, условия дифракции Лауэ, вектор рассеяния. 1.3. Обратная решетка и ее свойства. 1.4. Зоны Бриллюэна. 1.5. Колебания одноатомной линейной цепочки. 1.6. Колебания одномерной решетки с базисом. 1.7. Колебания атомов в трехмерной решетке. 1.8. Классификация твердых тел по величине электропроводности. 1.9. Уравнение Шредингера для твердого тела. Одноэлектронное приближение. 2.0. Функции Блоха.

Раздел 3. Статистика носителей зарядов. Поляризация диэлектриков. 1.1. Основные свойства металлов. Электропроводность металлов. 1.2. Собственная проводимость полупроводников. 1.3. Проводимость примесных полупроводников. 1.4.

Электропроводность диэлектриков. Эффект Холла. 1.5. Поляризация диэлектриков. Основные характеристики. 1.6. Электронная упругая поляризация. 1.7. Ионная упругая поляризация. 1.8. Дипольная упругая поляризация. 1.9. Связь между диэлектрической проницаемостью и поляризуемостью. 2.0. Сегнето электрики.

Раздел 4. Магнитное упорядочение. Сверхпроводимость. 1.1. Классификация магнетиков. 1.2. Природа диамагнетизма. 1.3. Природа парамагнетизма. 1.4. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. 1.5. Опыт Дорфмана. 1.6. Ферромагнитные домены. Магнитный резонанс. 1.7. Нулевое сопротивление. Температура сверхпроводящего перехода. 1.8. Идеальный диамагнетизм. Критическое магнитное поле. 1.9. Кристаллическая структура и изотопический эффект. 2.0. Эффекты Джозефсона. 2.1. Куперовские пары. Теория Бардина – Купера – Шриффера.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы обучающихся
1	Конденсированное состояние вещества. Теория кристаллической решетки.	Изучение понятийного аппарата разделов дисциплины. Изучение тем самостоятельной подготовки по учебно-тематическому плану. Работа над основной и дополнительной литературой. Изучение вопросов для самопроверки. Самоподготовка к практическим и лабораторным занятиям. Самостоятельная работа при подготовке к экзамену. Подготовка домашних заданий, написание рефератов. Изучение электронных учебных материалов (электронных учебников). Консультация у преподавателя. Составление материалов -презентаций. Участие в научно-практической конференции
2	Динамика кристаллической решетки. Зонная теория кристаллов.	
3	Статистика носителей зарядов. Поляризация диэлектриков.	
4	Магнитное упорядочение. Сверхпроводимость.	

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

7.1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Наименование темы (раздела) дисциплины	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности	Перечень компетенций
Конденсированное состояние вещества. Теория кристаллической решетки.	Контрольная работа 1. Нарисовать квадратную решетку, вектора элементарной трансляции a_1, a_2 , найти вектора обратной решетки b_1, b_2 , на их базе построить обратную решетку. Выбрать произвольные индексы Миллера h, k и построить систему соответствующих атомных плоскостей в прямой решетке. Построить в обратной решетке вектор $T^* = h b_1 + k b_2$. Какое соотношение связывает расстояние d между соседними плоскостями и модуль вектора T^* ? Проверить с помощью транспортира, что T^* перпендикулярен системе плоскостей, проверить с помощью линейки упомянутое выше соотношение количественно. 2. Для двухуровневой системы спинов определить энтропию при $T = 0K$ и $T = \infty$ 3.	УК-1 ПК-1
Динамика кристаллической решетки. Зонная теория кристаллов.		
Статистика носителей зарядов. Поляризация диэлектриков.		
Магнитное упорядочение. Сверхпроводимость.		

Результаты формирования компетенций по дисциплине оцениваются по балльно-рейтинговой системе.

Всего по дисциплине студент может набрать 100 баллов (или более с учетом бонусных баллов), из которых 20 баллов составляют баллы за посещаемость, 50 – за активность и 30 студент получает на зачете или на экзамене.

Всего по дисциплине предусмотрено два модуля. Для расчета баллов, полученных студентом за модуль и итогового рейтинга с учетом трудоемкости дисциплины, включенной в учебный план, показатели (по посещению, активности, рубежного контроля) перемножаются на соответствующие коэффициенты. Данные коэффициенты определяются отдельно для каждого модуля следующим образом:

Коэффициент посещения - $K_{\text{посещ.}}=10/ N_{\text{зан.}}$

Коэффициент активности - $K_{\text{актив.}}=25/$

$N_{\text{актив.}}$ Где:

$N_{\text{зан.}}$ – количество занятий (пар) по дисциплине в данном модуле;

$N_{\text{актив.}}$ – максимальное количество баллов, которое может набрать студент на занятиях (практических, семинарских, лабораторных) в данном модуле + баллы, полученные на рубежном контроле.

Баллы, полученные студентами, заносятся в журнал БРС сразу после окончания занятия, во время которого эти баллы были получены.

Оценка на промежуточном контроле (экзамен) выставляется по результатам баллов, полученным студентом в сумме обоих модулей по следующей таблице

Набранные студентом баллы	Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается экзаменом (зачетом с оценкой)	Оценка на промежуточном контроле, если дисциплина завершается зачетом
от 0 до 50	неудовлетворительно	не зачтено
от 51 до 65	удовлетворительно	зачтено
от 66 до 79	хорошо	
от 80 до 100	отлично	

Для процедуры оценивания используются тесты, контрольные работы.

Наиболее способным студентам преподаватель рекомендует специальную научную разработку отдельных тем и проблем курса в рамках работы кафедрального кружка студенческого научного общества с последующими выступлениями на ежегодных научных конференциях университета.

Тестирование: на практических занятиях реализуется **тестирование** студентов с целью контроля результатов их самостоятельной работы по усвоению основных понятий и тем курса.

Оценка работы с тестовыми заданиями:

0- 20 % правильных ответов оценивается как «неудовлетворительно»; 30-50% - «удовлетворительно»; 60-80% - «хорошо»; 80-100% – «отлично». **Система оценки ответа студента на зачете:**

Оценка "незачтено" выставляется при незнании основных вопросов материала или при наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка "зачтено" выставляется при достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умении решать практические задачи. **Система оценки ответа студента на экзамене:**

Оценка за каждый вопрос и итоговая оценка выставляется в 4-х бальной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно". При этом:

Оценка "отлично" выставляется при глубоком и всестороннем знании материала учебной программы, грамотном и логически стройном его изложении, умении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

Оценка "хорошо" выставляется при твердом и достаточно полном знании материала учебной программы, отсутствии существенных неточностей при его изложении и в ответах на вопросы, умении решать практические задачи.

Оценка "удовлетворительно" выставляется при наличии неточностей в знании основного материала, при допущении ошибок при выполнении практических заданий.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется при незнании основных вопросов экзаменационного билета или наличии грубых ошибок в ответах на них, неумении на основе теоретических знаний решать практические задачи.

7.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

1. Семестр – 9; форма аттестации – зачет с оценкой.

2. Перечень вопросов к зачету с оценкой

Физика твердого тела (9 семестр)

1. Кристаллические и аморфные вещества. Кристаллизация и стеклование.
2. Эмпирическая классификация твердых тел. Связь типа кристаллической решетки с симметрией межатомного взаимодействия. Модельные потенциалы.
3. Вывод закона Гука для однородной деформации. Напряжения и деформации как тензоры второго ранга, обобщенный закон Гука.
4. Модель идеального кристалла. Кристаллическая решетка. Трансляционная симметрия кристаллов.
5. Элементарная ячейка. Простая и сложная решетки. Примеры.
6. Индексы Миллера.
7. Обратная решетка, ее свойства. Зоны Бриллюэна.
8. Теорема Блоха. Граничные условия Борна-Кармана.
9. Дифракция рентгеновских лучей на идеальной кристаллической решетке. Вывод формулы Вульфа-Брэгга.
10. Формулировка Лауэ дифракции рентгеновских лучей на кристалле.
11. Дефекты кристаллической решетки и связанные с ними свойства твердых тел. Вакансии, дислокации, границы зерен поликристаллов, трещины.
12. Краевая и винтовая дислокации, вектор Бюргерса.
13. Дислокации и рост кристаллов. Источник Франка-Рида.
14. Дислокации, их роль в пластической деформации кристаллов.
15. Динамика одномерного кристалла (простая решетка). Акустическая и оптическая ветви дисперсии для одномерной сложной решетки.
16. Квантование колебаний решетки, фононы. Метод квазичастиц.
17. Решеточная теплоемкость твердых тел, классическая теория и теория Эйнштейна.
18. Теория теплоемкости Дебая.
19. Ангармонические эффекты. Тепловое расширение. Решеточная теплопроводность.
20. Электрон в периодическом поле кристаллической решетки. Приближения сильной и слабой связи. Зонная теория.
21. Электроны в металлах, поверхность Ферми.
22. Динамика электрона в кристалле. Метод эффективной массы. Дырочные состояния. Электрон в кристалле как квазичастица.

23. Электро- и теплопроводность металлов в приближении времени релаксации. Закон Видемана-Франца.
24. Собственная проводимость полупроводников.
25. Статистика носителей в полупроводниках Положение уровня Ферми в собственных полупроводниках.
26. Донорные и акцепторные примеси в полупроводниках.
27. Вырожденные полупроводники. Закон действующих масс.
28. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.
29. Механизмы поляризации диэлектриков. Сегнетоэлектрики.
30. Квантовая природа магнетизма. Виды магнитной упорядоченности. Магноны.
31. Пара- и диамагнетизм твердых тел. Формула Ланжевена и температура Кюри.
32. Ферромагнетики. Внутреннее поле Вейсса.
33. Ферримагнетики. Температура Неэля.
34. Сверхпроводимость, основные экспериментальные данные, элементы микроскопической теории.

3. Типовые тестовые задания для рубежного контроля

1. Чем обусловлено появление сил притяжения между атомами в ковалентных кристаллах:

- а) электростатическим взаимодействием ионных остовов;
- б) диполь-дипольным взаимодействием;
- в) принципом Паули, в силу которого электроны перекрывающихся оболочек переходят на уровень с более высокой энергией;
- г) уменьшением кинетической энергии валентных электронов;
- д) перекрытием электронных оболочек.

2. В молекулярных кристаллах частицы удерживаются вместе:

- а) принципом Паули;
- б) участием в образовании связи электронов с антипараллельными спинами;
- в) кулоновскими силами притяжения ионов;
- г) перекрытием электронных оболочек;
- д) наведенным диполь-дипольным взаимодействием.

3. Какое из следующих выражений соответствует условию дифракции Брэгга в обратном пространстве:

- а) $2d \sin \theta = n\lambda$;
- б) $\vec{G} = h\vec{a}^* + k\vec{b}^* + l\vec{c}^*$;
- в) $\vec{C} \cdot \vec{\Delta k} = 2aI$;
- г) $2\vec{k}\vec{G} + G^2 = 0$;
- д) $|\vec{G}| = 2\pi/d_{hkl}$.

4. Определите отрезки отсекаемые на осях решетки плоскостью (125):

- а) $m=10, n=5, p=2$;
- б) $m=5, n=10, p=2$;
- в) $m=5, n=2, p=10$;
- г) $m=2, n=10, p=5$;
- д) $m=2, n=3, p=10$.

5. Каков порядок энергии связи в молекулярных кристаллах:

- а) 0,01 - 0,3эВ;
- б) 5 - 10эВ;
- в) 1- 3эВ;
- г) 0,5 - 1эВ;
- д) 2 - 5эВ

6. Какие из плоскостей с индексами (110), (001), (011), (010), (100), (111) являются плоскостями граней кубического кристалла:

- а) (001),(011),(111),(110);
- б) (111),(001),(110),(010);
- в) (111),(001),(100),(010);
- г) (010),(011),(111),(001);

7. Найти индексы плоскостей, проходящих через узловые точки кристаллической решетки с координатами 9 10 30, если $a=3, b=5, c=6$:

- а) (6 5 3);
- б) (6 10 15);
- в) (10 15 6);
- г) (3 5 6);
- д) (6 10 12).

8. Чему равно расстояние между плоскостями (111) в кубической решетке с параметром a :

- а) a ;
- б) $a/\sqrt{2}$;
- в) $2a$;

- а) фононами; г) экситонами;
 б) фотонами; д) плазмонами.
 в) магнонами;

20. В соответствии с зонной теорией твердые тела относятся к металлам, если:

- а) кристалл самопроизвольно разбивается на магнитные домены;
 б) последняя зона, в которой есть электроны, заполнена частично, либо валентная зона заполнена электронами полностью, но она перекрывается со следующей разрешенной зонной, незанятой электронами;
 в) эффективная масса электрона в кристалле меньше массы свободного электрона;
 г) валентная зона заполнена электронами полностью и отделена от следующей за ней свободной зоны широкой ($>2-3\text{эВ}$) запрещенной зонной;

21. Какое из приведенных выражений соответствует теплоемкости решетки при низких температурах по модели Дебая:

- а) $C=3Nk_0$; г) $C=\frac{12}{5}\pi^4Nk_0\left(\frac{T}{\theta}\right)^3$;
 б) $C=3Nk_0\left(\frac{\hbar\omega}{k_0T}\right)^2 e^{-\frac{\hbar\omega}{k_0T}}$; д) $C=\frac{9}{2}Nk_0$.
 в) $C=\frac{\pi^2}{2}Nk_0\left(\frac{k_0T}{E_F}\right)$;

22. Физический смысл температуры Дебая θ_D в том, что при этой температуре:

- а) тепловая энергия $k_0\theta_D$ равна средней энергии одного кванта колебаний решетки;
 б) тепловая энергия $k_0\theta_D$ равна максимальной энергии одного кванта колебаний решетки;
 в) тепловая энергия $k_0\theta_D$ равна минимальной энергии одного кванта колебаний решетки;
 г) частота $\omega_D=\frac{k_0\theta_D}{\hbar}$ имеет порядок минимальной частоты фононов.

23. Электронная поляризуемость имеет вид:

- а) $\alpha_e = R\bar{E}$; г) $\alpha_e = \frac{\epsilon_0}{E^2}$;
 б) $\alpha_e = \epsilon_0 \cdot E^2$; д) $\alpha_e = 4\pi\epsilon_0 R^3$.
 в) $\alpha_e = \frac{\bar{P}}{E}$;

24. Диэлектрическая среда характеризуется:

- а) отсутствием проводимости и свободных зарядов;
 б) отсутствием свободных зарядов;
 в) наличием свободных зарядов, но отсутствием проводимости;
 г) наличием проводимости и отсутствием свободных зарядов.

25. Вектор электрического смещения в поляризованных диэлектриках:

- а) $\bar{D} = \epsilon_0\bar{E}$; в) $\bar{D} = \bar{E} + 4\pi\bar{P}$; д) $\bar{D} = B - 4\pi P$.
 б) $\bar{D} = \epsilon_0\epsilon\bar{E}$; г) $\bar{D} = 4\pi\bar{P} - \bar{E}$;

26. Для электростатического поля в диэлектриках:

- а) $rotE = 0$; $divE = 4\pi\bar{\rho}$; в) $div\bar{\rho} = \bar{E}$; д) $div\rho = -\frac{\partial B}{\partial t}$; $rotE = 0$.
 б) $rotE = -\frac{\partial B}{\partial t}$; $divE = \bar{\rho}$; г) $div\bar{p} = \bar{E}$; $rot\bar{E} = 0$;

27. При поляризации диэлектрика вектор поляризации:

- а) вектор поляризации направлен по вектору внутреннего поля;
 б) направлен против поляризованного поля;
 в) перпендикулярен вектору внешнего поля;
 г) направлен по направлению внешнего поля;

28. В однородном электрическом поле с \bar{E}_0 , поле внутри диэлектрической пластинки будет равно:

- а) $\bar{E}_2 = -4\pi\bar{P}$; в) $\bar{E}_2 = E_0 + 4\pi\bar{P}$; д) $\bar{E}_2 = \bar{E}_0 - 4\pi\bar{P}$.
 б) $\bar{E}_2 = E_0^2 - 4\pi\bar{P}$; г) $\bar{E}_2 = \bar{E}_0 + 4\pi\bar{P}^2$;

29. Сегнетоэлектрики – это диэлектрики, у которых зависимость $\bar{P}(\bar{E})$ имеет:

- а) линейный характер; б) \bar{P} от \bar{E} независим;

Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

Код и наименование компетенции, индикаторы достижения компетенции (ИДК)	Уровни освоения компетенций			
	«отлично»	«хорошо»	«удовлетв.»	«неудовл.»
	«зачтено»			«не зачтено»
УК-1 ПК-1	Критерий 1. Основательно знает теоретические основы постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения)	Критерий 1. В основном знает теоретические основы постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения)	Критерий 1. Знания о теоретических основах и исследовательских задачах в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) носят поверхностный, фрагментарный характер	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют.
	Критерий 2. Владеет навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов.	Критерий 2. В целом владеет навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов.	Критерий 2. навыками анализа условия задачи, нахождения рационального решения, оценки полученных результатов владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	
УК-1 ПК-1	Критерий 3. Способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования	Критерий 3. В основном способен использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в	Критерий 3. Способности использовать теоретические и практические знания для постановки и решения исследовательских задач в предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и в области образования	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют

		области образования	сформированы удовлетворительно	
	Критерий 4. Владеет основными методами доказательства	Критерий 4. В целом владеет основными методами доказательства	Критерий 4. Основными методами доказательства владеет на фрагментарном уровне	
УК-1 ПК-1	Критерий 5. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	Критерий 5. В основном способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	Критерий 5. Удовлетворительно способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют.
	Критерий 6. Владеет навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы.	Критерий 6. В целом владеет навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы татов.	Критерий 6. навыками формулирования задачи, выдвижения гипотезы решения, применения нужного метода для решения поставленной проблемы владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	
УК-1 ПК-1	Критерий 7. Основательно знает основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) и умеет соотносить с ее актуальными задачами и методами	Критерий 7. В основном знает основные этапы развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения)	Критерий 7. Знания о основных этапах развития предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения) носят поверхностный, фрагментарный характер	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют.

	Критерий 8. Владеет терминологией, умеет рассуждать, выделить главное, делать выводы	Критерий 8. В целом владеет терминологией, умеет рассуждать, выделить главное, делать выводы	Критерий 8. Рассуждать, выделить главное, делать выводы владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	
УК-1 ПК-1	Критерий 9. Способен применить знания, умения и навыки в физике твердого тела	Критерий 9. В основном способен применить знания, умения и навыки в физике твердого тела	Критерий 9. Удовлетворительно способен применить знания, умения и навыки в физике твердого тела	Знания отсутствуют. Умения не сформированы. Навыки отсутствуют.
	Критерий 10. Владеет основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач физики твердого тела; физической терминологией	Критерий 10. В целом владеет основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач физики твердого тела; физической терминологией;	Критерий 10. Основными методами анализа физической ситуации; приемами решения задач физики твердого тела; физической терминологией; владеет на фрагментарном уровне, затрудняется в самостоятельном применении и объяснении	

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Перечень основной учебной литературы

1. Ю.И. Сиротин, М.П. Шаскольская. Основы кристаллофизики. М.: Наука, 1979. 26
2. Г.И. Епифанов. Физика твердого тела. М., 1977.
3. Б.Н. Бушманов, Ю.А. Хромов. Физика твердого тела. М., 1971.
4. П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. Физика твердого тела. М., 1985.
5. З.У. Уэрт, Р. Томсон. Физика твердого тела. М.: Мир, 1963.
6. К.В. Шалимова. Физика полупроводников. М.: Энергия, 1976.
7. Г.С. Жданов. Физика твердого тела. М., 1961.
8. Г.А. Кашенко. Основы металловедения. Л.: Машгиз, 1956.
9. В. А. Гольдаде, Л. С. Пинчик. Физика конденсированного состояния. Минск, 2009.
10. Ю. А. Байков, В. М. Кузнецов. Физика конденсированного состояния. М.: Бином, 2011

8.2. Перечень дополнительной учебной литературы

1. Маделунг О. Теория твердого тела. М., Наука, 1980.
2. А. Келли, Г. Гровс. Кристаллография и дефекты в кристаллах. М.: Мир, 1974.
3. У. Киттель. Введение в физику твердого тела. М.: Физматгиз, 1963.
4. Дж. Займан. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
5. Кацнельсон А. А. Введение в физику твердого тела. М.:Изд-во МГУ, 1984.

8.3. Перечень Интернет-ресурсов, необходимых для освоения дисциплины (модуля)

- 1 ЭБС IPRbooks;
- 2 Сетевая электронная библиотека. ЭБС «Лань»;
- 3 База данных издательства «Elsevier»;
- 4 База данных издательства «Springer»;
- 5 Национальная электронная библиотека (НЭБ)2.

8.4. Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо использование следующего лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Электронная библиотека курса, конспекты лекций, задания для практических занятий и самостоятельной работы, варианты тестовых заданий для проверки текущих и остаточных знаний студентов, варианты заданий для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся

2. Компьютерное и мультимедийное оборудование ДГПУ.

3. Операционные системы Windows 7, 10.
MS Office 2007/2010.

Архиваторы: WinRar, WinZip

Антивирусные средства: Kaspersky

Программы для работы с изображением: AcrobatReader

Программы для работы с Internet и электронной почтой: Opera, Microsoft Internet Explorer, Google chrome, Mazilla FireFox

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине имеются аудитории, оснащенные всей необходимой мебелью, приборами и инвентарем. Для отдельных занятий аудитории оснащены проектором, ноутбуком и интерактивным экраном для демонстрации слайдов. На факультете имеется технопарк «Универсальных педагогических компетенций» с лабораторией Физика.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Приступая к изучению дисциплины, обучающимся целесообразно ознакомиться с ее рабочей программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке университета, а также с предлагаемым перечнем заданий.

Рекомендации по подготовке к аудиторным занятиям

Лекционные занятия

Умение сосредоточенно слушать лекции, активно воспринимать излагаемые сведения – это важнейшее условие освоения данной дисциплины. Каждая из лекций

сопровождается компьютерной презентацией. Кроме того, в конце каждой лекции с целью создания условий для осмысления содержания лекционного материала обучающимся предлагается ответить на вопрос для размышления. Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить материал. Поэтому в ходе лекционных занятий необходимо вести конспектирование учебного материала, обращая внимание на самое важное и существенное в нем. Имеет смысл оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки, замечания, дополнения. Целесообразно разработать собственную "маркографию" (значки, символы), сокращения слов.

Практические занятия

В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом важно учитывать рекомендации преподавателя и требования учебной программы. Важно также опираться на конспекты лекций. В ходе занятия важно внимательно слушать выступления своих однокурсников. При необходимости задавать им уточняющие вопросы, активно участвовать в обсуждении изучаемых вопросов. В ходе своего выступления целесообразно использовать как технические средства обучения, так и традиционные, то есть доску и мел (при необходимости).

Организация внеаудиторной деятельности обучающихся

Внеаудиторная деятельность обучающегося по данной дисциплине предполагает самостоятельный поиск информации, необходимой, во-первых, для выполнения заданий самостоятельной работы (инвариантной и вариативной частей) и, во-вторых, подготовку к текущей и промежуточной аттестации. Успешная организация времени по усвоению данной дисциплины во многом зависит от наличия у обучающегося умения самоорганизовать себя и своё время для выполнения предложенных домашних заданий.

Подготовка к зачету (экзамену)

В процессе подготовки к зачету, обучающемуся рекомендуется так организовать свою учебу, чтобы все виды работ и заданий, предусмотренные рабочей программой, были выполнены в срок. Основное в подготовке к зачету - это повторение всего материала учебной дисциплины. В дни подготовки к зачету необходимо избегать чрезмерной перегрузки умственной работой, чередуя труд и отдых. При подготовке к сдаче зачета старайтесь весь объем работы распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки к зачету, контролировать каждый день выполнения работы. Лучше, если можно перевыполнить план. Тогда всегда будет резерв времени. При подготовке к зачету целесообразно повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, заданий, которые выносятся на зачет и содержащихся в данной программе.

11. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Под специальными условиями для получения образования обучающихся с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития таких студентов, включающие в себя использование при необходимости адаптированных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего необходимую помощь,

проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания вуза и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

Обучение в рамках учебной дисциплины обучающихся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучение по учебной дисциплине обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах.

В целях доступности обучения по дисциплине обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта института в сети «Интернет» для слабовидящих;

- весь необходимый для изучения материал, согласно учебному плану (в том числе, для обучающихся по индивидуальным учебным планам) предоставляется в электронном виде на диске.

- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

- обеспечение возможности выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию института.

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- наличие микрофонов и звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования (аудиоколонки);

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения организации, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов и других приспособлений).

Перед началом обучения могут проводиться консультативные занятия, позволяющие студентам с ограниченными возможностями адаптироваться к учебному процессу.

В процессе ведения учебной дисциплины профессорско-преподавательскому составу рекомендуется использование социально-активных и рефлексивных методов обучения, технологий социокультурной реабилитации с целью оказания помощи обучающимся с ограниченными возможностями здоровья в установлении полноценных межличностных отношений с другими обучающимися, создании комфортного психологического климата в учебной группе.

Особенности проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья устанавливаются с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и другое). При необходимости предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ:

Б1.О.07.03.05 «Физика твердого тела»

1. **Целью освоения дисциплины «Физика твердого тела»** является формирование базовой профессиональной подготовки в области физики, формирование целостных представлений о современной физической картине мира и компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, овладение основами физики как фундаментальной науки.
2. **Место дисциплины в структуре образовательной программы**
Дисциплина Б1. О. 07.03.05 «Физика твердого тела» относится к **обязательной части** и **Модулю «Физика»** учебного плана (основной профессиональной образовательной программы) подготовки бакалавров по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), профили «Физика» и «Математика».
3. **Требования к результатам освоения дисциплины(модуля):**

Код компетенции	Содержание компетенции	Индикаторы достижения компетенций
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления, аргументированно формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3. Анализирует источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений.
ПК-1	Способен осваивать и использовать теоретические знания и практические умения и навыки в предметной области при решении профессиональных задач	ПК-1.1. Знает структуру, состав и дидактические единицы предметной области (атомной физики, физики атомного ядра и элементарных частиц). ПК-1.2. Умеет осуществлять отбор учебного содержания для его реализации в различных формах обучения в соответствии с требованиями ФГОС ОО. ПК-1.3. Демонстрирует умение разрабатывать различные формы учебных занятий, применять методы, приемы и технологии обучения, в том числе информационные.

4. **Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы (72 часа).**
5. **Семестр: 9**
6. **Основные разделы дисциплины:** 1. Конденсированное состояние вещества. Теория кристаллической решетки. 2. Динамика кристаллической решетки. Зонная теория кристаллов. 3. Статистика носителей зарядов. Поляризация диэлектриков. 4. Магнитное упорядочение. Сверхпроводимость.
7. **Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:**
зачет с оценкой
8. **Авторы:** *Гусейнов А.Н.*, доцент кафедры физики и методики преподавания, *Дибирова К.С.*, зав. лабораторией кафедры физики и методики преподавания.