

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Щёкина Вера Владимировна
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.05.2019 14:11
Уникальный программный идентификатор:
a2232a55157e176551a8999b1191891af5898942642d536b0c373a454e37789



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**


«Благовещенский государственный педагогический университет»

ОСНОВНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

Рабочая программа дисциплины

УТВЕРЖДАЮ

**И.о. декана физико-математического
факультета ФГБОУ ВО «БГПУ»**


О.А. Днепроvская
«22» мая 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА**

**Направление подготовки
44.03.05 ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ
(с двумя профилями подготовки)**

**Профиль
«МАТЕМАТИКА»**

**Профиль
«ФИЗИКА»**

**Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ**

**Принята
на заседании кафедры физического и
математического образования
(протокол №_9_ от «15» мая 2019 г.)**

Благовещенск 2019

СОДЕРЖАНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	4
3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)	5
4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	6
6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА.....	7
7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ	10
В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ	10
8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ ИЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	11
9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ	11
11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ	13

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1 Цель дисциплины: Изучение дисциплины «Физика твердого тела» (физика конденсированного состояния) ориентировано на получение студентами основополагающих представлений об основных подходах к описанию реальных физических процессов и явлений в твердых телах как на классическом, так и на квантовом уровне.

1.2 Место дисциплины в структуре ООП: Дисциплина «Физика твердого тела» относится к дисциплинам обязательной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1 (Б1.В.ДВ.02.01), после изучения основ теоретической физики и является курсом по выбору студентов.

1.3 Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций: УК-1, ПК-2:

- **УК-1.** Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, индикаторами достижения которой является:

- УК-1.1 Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления и готовность к нему.

- **ПК-2.** Способен осуществлять педагогическую деятельность по профильным предметам (дисциплинам, модулям) в рамках программ основного общего и среднего общего образования; индикаторами достижения которой является:

- ПК-2.5 Применяет математический язык как универсальное средство построения модели явлений, процессов, для решения практических и экспериментальных задач, эмпирической проверки научных теорий.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения. В результате изучения дисциплины студент должен

- знать:

- современные представления о природе основных физических явлений, о причинах их возникновения и взаимосвязи;
- основные понятия и теории, описывающие состояние физических объектов и протекающие в них физические процессы;
- математические методы, позволяющие адекватно описать и объяснить протекание любого конкретного физического процесса или явления;

уметь:

- применять физические законы для решения практических задач;
- выделить главное содержание исследуемого физического явления и выбрать адекватную физическую модель его описания, позволяющую рассчитать адекватные характеристики;
- использовать знания фундаментальных основ и методов теоретической физики в освоении уже имеющихся и в создании новых подходов к проблемам профессиональной деятельности.

владеть:

- практическими навыками решения конкретных задач профессиональной деятельности;
- методологией проведения теоретических исследований
- методами выполнения исследовательских работ.

1.5 Общая трудоемкость дисциплины «Физика твердого тела» составляет 4 зачетных единиц (далее – ЗЕ)(144 часа):

1.6 Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Объем дисциплины и виды учебной деятельности (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр 10
Общая трудоемкость	144	144
Аудиторные занятия	72	72
Лекции	28	28
Практические занятия	44	44
Самостоятельная работа	36	36
Вид итогового контроля	36	экзамен

2 УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

2.1 Очная форма обучения

Учебно-тематический план

№	Наименование тем (разделов)	Всего часов	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	
1.	Введение	2	2	-	-
2.	Теория кристаллической решетки	14	4	6	4
3.	Зонная теория кристаллов	16	4	6	6
4.	Статистика носителей заряда	16	4	6	6
5.	Кинетические явления в кристаллах	18	4	8	6
6.	Магнитные свойства вещества	14	4	6	4
7.	Сверхпроводимость	12	2	6	4
8.	Размерные эффекты в ФТТ	16	4	6	6
	экзамен	36			
ИТОГО		144	28	44	36

Интерактивное обучение по дисциплине

№	Наименование тем(разделов)	Вид занятия	Форма интерактивного занятия	Кол-во часов
1.	Межатомное и межмолекулярное взаимодействие и энергия в конденсированных системах.	Лек.	Лекция-дискуссия	2ч.
2.	Трансляционная симметрия кристаллической решетки.	пр.	Работа в малых группах	2ч.
3.	Электрон в периодическом поле кристаллической решетки.	Лек.	Лекция с ошибками	2ч.
4.	Динамика электрона в кристалле. Метод эффективной массы. Дырочные состояния.	пр.	Метод кейсов	2ч.

5.	Температурная зависимость концентрации носителей в собственных и примесных полупроводниках.	Лек.	Лекция-дискуссия.	2ч.
6.	Фотопроводимость полупроводников. Эффект Холла. Термоэлектрические явления в металлах и полупроводниках.	пр.	Работа в малых группах	2ч.
7.	Диамagnetизм свободного электронного газа. Спиновый парамагнетизм. Закон Кюри. Ферромагнетизм.	Лек.	Лекция-дискуссия.	2ч.
8.	Основные опытные факты. Электродинамика сверхпроводников. Элементы теории сверхпроводимости. Туннельный эффект в сверхпроводниках.	Лек.	Лекция с ошибками	2ч.
ИТОГО				16

3 СОДЕРЖАНИЕ ТЕМ (РАЗДЕЛОВ)

ТЕМА 1. ВВЕДЕНИЕ.

Межатомное и межмолекулярное взаимодействие и энергия в конденсированных системах. Тепловое движение. Адиабатическое приближение. Упорядоченное и неупорядоченное состояния.

ТЕМА 2. ТЕОРИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ РЕШЕТКИ.

Трансляционная симметрия кристаллической решетки. Обратная решетка. Дифракция на идеальной решетке. Зоны Бриллюэна. Дефекты решетки. Динамика решетки. Гармонические приближения. Упругость. Нормальные колебания кристалла. Квантование колебаний, фононы. Энергетический спектр фононов. Теплоемкость кристаллической решетки. Модели Эйнштейна и Дебая. Роль ангармонизма. Тепловое расширение и теплопроводность кристаллической решетки.

ТЕМА 3. ЗОННАЯ ТЕОРИЯ КРИСТАЛЛОВ.

Электрон в периодическом поле кристаллической решетки. Теорема Блоха. Приближение слабой связи. Приближение сильной связи. Зонный энергетический спектр электронов в кристалле. Квантовые числа электронов в кристалле. Изоэнергетические поверхности. Динамика электрона в кристалле. Метод эффективной массы. Дырочные состояния.

ТЕМА 4. СТАТИСТИКА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА.

Электроны в металлах. Поверхность Ферми. Электроны и дырки в невырожденных полупроводниках.

ТЕМА 5. КИНЕТИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ.

Кинетические коэффициенты. Электро- и теплопроводность металлов. Температурная зависимость электропроводности. Закон Видемана-Франца. Электропроводность однородных полупроводников. Температурная зависимость подвижности носителей и проводимости. Неоднородные полупроводники, p-n переход.

ТЕМА 6. МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВА

Диамagnetизм свободного электронного газа. Спиновый парамагнетизм. Закон Кюри. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Обменное взаимодействие. Ферромагнитные домены. Энергия анизотропии. Доменная стенка. Антиферромагнетики. Ферриты.

ТЕМА 7. СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ.

Основные опытные факты. Электродинамика сверхпроводников. Элементы теории сверхпроводимости. Туннельный эффект в сверхпроводниках.

ТЕМА 8. РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ФИЗИКЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА. Причины, приводящие к размерным эффектам в твердых телах. Влияние размера на фононный спектр твердого тела.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ (УКАЗАНИЯ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина предусматривает работу на лекциях и практических занятиях. По окончании каждого занятия студенты получают домашнее задание, которые включают несколько вопросов и/или расчетных задач и/или тестовых заданий.

Для оперативного контроля усвоения учебного материала проводится опрос у доски. Уровень усвоения разделов курса оценивается с помощью тестовых заданий. В конце каждого семестра проводится зачет и/или экзамен.

Для изучения запланированных тем и проведения практических занятий используются учебные пособия, написанные преподавателями кафедры.

Построение курса позволяет использовать в обучении операции мышления: анализ, синтез, сравнение и аналогию, систематизацию и обобщение.

Эффективность изучения курса обеспечивается правильной организацией самостоятельной работы, алгоритм ее вырабатывается в работе с учебной и справочной литературой.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

№	Наименование раздела (темы)	Формы/виды самостоятельной работы	Количество часов, в соответствии с учебно-тематическим планом
1.	Теория кристаллической решетки	Подготовка к практическим занятиям	4
2.	Зонная теория кристаллов	Подготовка к практическим занятиям	6
3.	Статистика носителей заряда	Подготовка к практическим занятиям	6
4.	Кинетические явления в кристаллах	Подготовка к практическим занятиям	6
5.	Магнитные свойства вещества	Подготовка к практическим занятиям	4
6.	Сверхпроводимость	Подготовка к практическим занятиям	4
7.	Размерные эффекты в ФТТ	Подготовка к практическим занятиям	6
	ИТОГО		36

5 ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Тема 1. Теория кристаллической решетки.

Кристаллизация. Кристаллическая решетка. Типы решеток Индексы Миллера. Симметрия решетки. Дефекты решетки. Нормальные колебания кристалла. Фононы. Энергетический спектр фононов. Теплоемкость кристаллической решетки. Модели Эйнштейна и Дебая.

Тепловое расширение и теплопроводность кристаллической решетки. Решение задач: [1,7,8] (6 ч)

Тема 2 Зонная теория кристаллов.

Электрон в периодическом поле кристаллической решетки. Уравнение Шредингера. Приближение слабой и сильной связей. Функция Блоха. Зоны Бриллюэна. Зонный энергетический спектр электронов в кристалле. Классификация твердых тел по характеру энергетиче-

ческих зон. Динамика движения электронов. Метод эффективной массы. Решение задач: [1,7,8] (6 ч)

Тема 3 Статистика носителей заряда

Способы описания состояния носителей зарядов системы. Вырожденные и невырожденные коллективы. Число состояний для микрочастиц. Функция распределения для невырожденного газа. Статистика Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна. Правило статистического усреднения. Решение задач: [1,7,8] (6 ч)

Тема 4 Кинетические явления в кристаллах.

Классическая теория электропроводности в металлах. Недостатки данной теории. Закон Видемана-Франца. Теплоемкость и теплопроводность металлов. Элементы квантовой проводимости металлов. Электропроводность собственных и примесных полупроводников. Температурная зависимость подвижности носителей. Отступление от закона Ома.

Решение задач: [1,7,8] (6 ч)

Тема 5 Магнитные свойства вещества.

Магнитные свойства твердых тел и атомов. Природа диа-, пара-, и ферромагнетизма. Ферриты. Магнитный резонанс. Понятие о квантовой электронике. Гальваномагнитные и термоэлектрические явления. Решение задач: [1,7,8] (8 ч)

Тема 6 Сверхпроводимость.

История открытия сверхпроводимости. Характеристики сверхпроводников. Теория сверхпроводимости. Полупроводниковые сверхпроводники. Фотопроводимость твердых тел. Люминесценция. Решение задач: [1,7,8] (6 ч)

Тема 7 Размерные эффекты в ФТТ.

Контактные явления металлов и полупроводников. Физические принципы работы полупроводниковых приборов, основанных на р-п переходе. Понятие о микроэлектронике. Влияние размерных эффектов на механические и кинетические явления твердых тел. Решение задач: [1,7,8] (6 ч)

6 ДИДАКТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ (САМОКОНТРОЛЯ) УСВОЕННОГО МАТЕРИАЛА

6.1 Оценочные средства, показатели и критерии оценивания компетенций

Индекс компетенции	Оценочное средство	Показатели оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций
ПК-2	Тест	Низкий (неудовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста менее 60 %
		Пороговый (удовлетворительно)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 61-75 %
		Базовый (хорошо)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 76-84 %
		Высокий (отлично)	Количество правильных ответов на вопросы теста от 85-100 %
УК-1, ПК-2	Разноуровневые задачи и задания	Низкий (неудовлетворительно)	<p>Ответ студенту не зачитывается если:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Задание выполнено менее, чем на половину; • Студент обнаруживает незнание большей части соответствующего материала, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

		<p>Пороговый (удовлетворительно)</p>	<p>Задание выполнено более, чем на половину. Студент обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий; • Не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; • Излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
		<p>Базовый (хорошо)</p>	<p>Задание в основном выполнено. Ответы правильные, но:</p> <ul style="list-style-type: none"> • В ответе допущены малозначительные ошибки и недостаточно полно раскрыто содержание вопроса; • Не приведены иллюстрирующие примеры, недостаточно чётко выражено обобщающее мнение студента; • Допущено 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.
		<p>Высокий (отлично)</p>	<p>Задание выполнено в максимальном объеме. Ответы полные и правильные.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; • Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры; • Излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

6.2 Промежуточная аттестация студентов по дисциплине

Промежуточная аттестация является проверкой всех знаний, навыков и умений студентов, приобретённых в процессе изучения дисциплины. Формой промежуточной аттестации по дисциплине является зачёт/экзамен.

Для оценивания результатов освоения дисциплины применяется следующие критерии оценивания.

Критерии оценивания устного ответа на экзамене

Оценка «5» (отлично) ставится, если:

1. полно раскрыто содержание материала билета;

2. материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология;
3. показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;
4. продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;
5. ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;
6. допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию.

Оценка «4» (хорошо) ставится, если:

ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков:

1. в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;
2. допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию экзаменатора;
3. допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию экзаменатора.

Оценка «3» (удовлетворительно) ставится, если:

1. неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;
2. имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов;
3. при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка «2» (неудовлетворительно) ставится, если:

1. не раскрыто основное содержание учебного материала;
2. обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;
3. допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.
4. не сформированы компетенции, умения и навыки.

6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов освоения дисциплины

Примеры тестовых заданий

1. Приведите индексы Миллера для главных плоскостей кубического кристалла. Изобразите на рисунке. (100)
2. Изобразите на рисунке призму второго положения в индексах Миллера – Браве {1120}.
3. Изобразите на рисунке секущие плоскости (110), (120), (320).
4. По теории Дебая, возбужденное состояние решетки можно представить как идеальный газ фононов, свободно движущихся в объеме кристалла. В этом случае коэффициент теплопроводности твердого тела можно выразить формулой...

$$\text{а) } \chi = \frac{1}{3} c \langle \lambda \rangle U_{зв}; \text{ б) } \chi = c \langle \lambda \rangle U_{зв}; \text{ в) } \chi = \frac{cU_{зв}}{3\langle \lambda \rangle}.$$
5. Число состояний в интервале импульсов $(p, p + dp)$ определяется...

$$\text{а) } 2\pi V p^2 dp / h^3; \text{ б) } V p^2 dp / 2\pi h^3; \text{ в) } 2\pi p^2 dp / h^3 V.$$
6. Закон Видемана – Франца определяется выражением...

$$\text{а) } (\lambda/\delta) = \pi^2 (k/q)^2 3T; \text{ б) } (\lambda/\delta) = (k/q)^2 / 3\pi^2 T; \text{ в) } (\lambda/\delta) = \pi^2 T (k/q)^2 / 3.$$

Пример «разноуровневые задачи»

1. Представьте себе двумерный кристалл, у которого базис состоит из 5 атомов, расположенных в вершинах пятиугольника. Может ли быть этот пятиугольник правильным? Какой симметрией обладает такой кристалл и какова его точная группа?

2. Малоугловая граница между двумя частями кристалла образована дислокациями с вектором Бюргерса b , отстоящего друг от друга на расстоянии D . Найдите угол разориентировки.

3. Объяснить, почему возникает брэгговское отражение, когда волновой вектор совпадает с границей зоны Бриллюэна.

4. Вычислить электронную теплоемкость в расчете на 1 м^3 при 750 К для металлов натрия, меди и алюминия.

5. Дан полупроводник, в котором эффективная масса составляет $0,25$ массы электрона. Рассчитать: энергию, квазиимпульс, волновой вектор и длину волны де-БроUILля для электрона зоны проводимости, движущегося при комнатной температуре со средней тепловой скоростью.

6. Два атома с большой ионной поляризуемостью разведены на расстояние D друг от друга, находятся далеко от какого-либо вещества и экранированного от внешних полей. Какова должна быть поляризуемость, для того, чтобы спонтанная поляризация для этих атомов оказалась энергетически выгодной?

6.3.1. Вопросы к экзамену по физике твердого тела

1. Типы связей в твердом теле.
2. Геометрия кристаллической решетки
3. Задача о движении электронов в кристалле.
4. Движение электрона в периодическом поле кристаллической решетки (приближение слабой связи).
5. Приближение сильной связи. Элементы зонной теории твердых тел. Деление веществ на металлы, полупроводники и диэлектрики.
6. Понятие эффективной массы.
7. Динамика кристаллической решетки. Колебание цепочки одинаковых атомов.
8. Динамика кристаллической решетки. Колебание цепочки разнородных атомов.
9. Ионные кристаллы. Взаимодействие колебаний кристаллической решетки со светом.
10. Метод квазичастиц. Фононы.
11. Теплоемкость твердых тел при высоких и низких температурах.
12. Собственная проводимость полупроводников и её температурная зависимость
13. Температурная зависимость электропроводности для примесных полупроводников.
14. Эффект Холла в полупроводниках.
15. Электронно-дырочный переход.
16. Фотопроводимость полупроводников.
17. Термоэлектрические явления в полупроводниках.
18. Классическая теория диамагнетизма и диамагнетизм Ландау.
19. Классическая теория парамагнетизма.
20. Спиновый парамагнетизм Паули.
21. Ферромагнетизм. Обменная теория ферромагнетизма.

7 ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Информационные технологии—обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки, объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

В образовательном процессе по дисциплине используются следующие информационные технологии, являющиеся компонентами Электронной информационно-образовательной среды БГПУ:

- Официальный сайт БГПУ;
- Корпоративная сеть и корпоративная электронная почта БГПУ;
- Система электронного обучения ФГБОУ ВО «БГПУ»;
- Система тестирования на основе единого портала «Интернет-тестирования в сфере образования www.i-exam.ru»;
- Система «Антиплагиат.ВУЗ»;
- Электронные библиотечные системы;
- Мультимедийное сопровождение лекций и практических занятий;

8 ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ИНВАЛИДАМИ ИЛИЦАМИ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптивные образовательные технологии в соответствии с условиями, изложенными в раздел «Особенности организации образовательного процесса по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья» основной образовательной программы (использование специальных учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь и т.п.) с учётом индивидуальных особенностей обучающихся.

9 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

1. Бонч-Бруевич В.Л., Сборник задач по физике полупроводников/ В.Л. Бонч-Бруевич, И.П. Звягин. – М.: Наука, 1968. – 110 с.
2. Бушманов, Б.Н. Физика твёрдого тела/ Б.Н. Бушманов, Ю.А. Хромов. – М.: Вш. шк., 1971. – 224 с.
3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб.пособие / Г. И. Епифанов - 4-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 287 с.
4. Малеев, А.В. Лекции по физике твёрдого тела: Учеб. пособие/ А.В. Малеев. – Владимир.: Изд-во ВлГУ, 2015. – 71 с.
5. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учеб.пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 218 с.
6. Павлов, П.В. Физика твердого тела П.В Павлов, А.В. Хохлов / – М.: ВШ, 2010. – 384 с.
7. Переломова, Н.В. Задачник по кристаллофизике/ Н.В. Переломова, М.М. Тагиева. – М.: Наука, 1972. – 191 с.
8. Сборник задач по основам кристаллографии/ Под ред. проф. К.В. Шалимовой. – М.: ВШ, 1972. – 192 с.
9. Шик, А.Я. “Физика низкоразмерных систем”/А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева. – СПб.: “Наука”, 2001. – 160с.

9.1 Базы данных и информационно-справочные системы

Периодические издания

1. Журнал «Успехи физических наук», ISSN 0042-1294.
<http://www.ufn.ru/>
2. Инженерно-физический журнал, ISSN 0021 – 0285
<http://nasb.gov.by/rus/publications/ifzh/index.php>
3. Журнал экспериментальной и теоретической физики ISSN: 0044-4510
<http://www.jetp.ac.ru/cgi-bin/r/index>

9.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Учебники, задачки и справочная литература по физике твердого тела доступна на сайтах <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm> и <http://hep.phys.msu.ru/4studs/quantum.phtml>.

10 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

Общая площадь аудитории 449 - 40 м². Площадь на одного обучающегося составляет 1 м² при численности студентов в подгруппе в количестве 20 человек.

Материально-техническая база аудитории 449 включает в себя **учебное (учебно-научное) оборудование:** стол письменный, стул жёсткий, мультимедийный проектор, компьютер, экран.

другое: мультимедийные презентации, разработанные в программе Power Point

Самостоятельная работа студентов организуется в аудиториях оснащенных компьютерной техникой с выходом в электронную информационно-образовательную среду вуза, в специализированных лабораториях по дисциплине, а также в залах доступа в локальную сеть БГПУ.

Лицензионное программное обеспечение: операционные системы семейства Windows, Linux; офисные программы Microsoftoffice, Libreoffice, OpenOffice; AdobePhotoshop, Matlab, DrWebantivirus.

Разработчик: Ланкин С.В. – д.ф.-м.н., профессор, профессор кафедры физического и математического образования

11 ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2019/2020 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 9 от « 15 » мая 2019 г.).

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2020/2021 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 10 от « 16 » июня 2020 г.).

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2021/2022 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 8 от « 21 » апреля 2021 г.).

РПД обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 уч. г. на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 9 от « 26 » мая 2022 г.).

В РПД внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 1 № страницы с изменением: Титульный лист	
Исключить: МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙ- СКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	Включить: Включить: МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕ- РАЦИИ
№ изменения: 2 № страницы с изменением: 11	
Из пункта 9.1 исключить:	В пункт 9.1 включить:
Исключить: 1. Бонч-Бруевич В.Л., Сборник задач по физике полупроводников/ В.Л. Бонч-Бруевич, И.П. Звягин. – М.: Наука, 1968. – 110 с. 2. Бушманов, Б.Н. Физика твёрдого тела/ Б.Н. Бушманов, Ю.А. Хромов. – М.: Вш. шк., 1971. – 224 с. 3. Епифанов, Г. И. Физика твердого тела : учеб.пособие / Г. И. Епифанов - 4-е изд., стер. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2011. - 287 с. 4. Малеев, А.В. Лекции по физике твёрдого тела: Учеб. пособие/ А.В. Малеев. – Влади-мир.: Изд-во ВлГУ, 2015. – 71 с. 5. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учеб.пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. - СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2010. - 218 с. 6. Павлов, П.В. Физика твердого тела П.В Павлов, А.В. Хохлов / – М.: ВШ, 2010. – 384 с. 7. Переломова, Н.В. Задачник по кристаллофизике/ Н.В. Переломова, М.М. Тагиева. – М.: Наука, 1972. – 191 с. 8. Сборник задач по основам кристаллографии/ Под ред. проф. К.В. Шалимовой. – М.: ВШ, 1972. – 192 с.	Включить:

Из пункта 9.3 исключить:	В пункт 9.3 включить:
1. Polpred.com Обзор СМИ/Справочник (http://polpred.com/news.) 2. ЭБС «Лань» (http://e.lanbook.com)	1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (https://elibrary.ru/defaultx.asp?) 2. Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/info/lka)

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022/2023 учебном году на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 1 от 21 сентября 2022 г.).

В рабочую программу внесены следующие изменения и дополнения:

№ изменения: 3 № страницы с изменением: 11	
В Раздел 9 внесены изменения в список литературы, в базы данных и информационно-справочные системы, в электронно-библиотечные ресурсы. Указаны ссылки, обеспечивающие доступ обучающимся к электронным учебным изданиям и электронным образовательным ресурсам с сайта ФГБОУ ВО «БГПУ».	

РПД пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024/2025 учебном году на заседании кафедры физического и математического образования (протокол № 9 от 29.05.2024 г.).