МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
Н.Б. Федорова
«31» августа 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Уровень основной профессиональной образовательной программы
бакалавриат

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки Математика и Физика

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный срок освоения 5 лет

Факультет (институт) физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2020

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Физика твердого тела» являются формирование у обучающихся компетенций в процессе освоения необходимого объема фундаментальных знаний в области физики твердого тела, формирование представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела и методах решения задач, а также демонстрация способов применения этих представлений в различных областях науки и техники и знакомство студентов с экспериментальными и теоретическими методами, применяемыми при исследованиях в этой области.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. Дисциплина Б1.В.10 «Физика твердого тела» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

2.2. Для изучения данной дисциплины необходимы следующие предшествующие дисциплины:

- Математическая физика
- Общая физика

2.3. Перечень последующих дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной:

- Выпускная квалификационная работа

2.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающих профессиональных (ПК) компетенций:

№ п/п	Код и содержание компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			Знать	Уметь	Владеть (навыками)
1	2	3	4	5	6
1.	ПК-9. Способен применять предметные знания при реализации образовательного процесса и решения исследовательских задач в предметной области и области образования	ПК-9.1. Применяет теоретические и практические знания для решения исследовательских задач в предметной области и области образования	Современное состояние физики конденсированного состояния; Основные теоретические и экспериментальные направления исследований в физике твердого тела; Прикладное значение физики твердого тела	Использовать знания физики твердого тела при решении профессиональных и образовательных задач; Объяснять явления окружающего мира на основе знаний физики твердого тела; Находить необходимую информацию о современном состоянии физики твердого тела	Базовыми методами решения задач физики твердого тела; Навыками работы с источниками информации по физике твердого тела; Опытом использования знаний в области физики твердого тела в области профессиональной деятельности
2.		ПК-9.3. Устанавливает содержательные, методологические и мировоззренческие связи предметной области со	Основы традиционных подходов физики твердого тела при анализе явлений и	Ставить и решать задачи физики твердого тела на основе в контексте научного знания	Системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела

		смежными научными областями.	процессов в природе и технике Место физики твердого тела в системе физического знания Роль физики твердого тела в современной технике и технологии	Анализировать сущность явлений и процессов природы и техники на основе знаний физики твердого тела Выявлять связи раздела «Физика твердого тела» с другими разделами науки	Навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела Опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами науки

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			№ 9
			часов
1		2	3
1. Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)		52	52
В том числе:		-	-
Лекции (Л)		14	14
Практические занятия (ПЗ), Семинары (С)		38	38
Лабораторные работы (ЛР)			
Иные виды занятий			
2. Самостоятельная работа студента (всего)		56	56
3. Курсовая работа (при наличии)	КП		
	КР		
Вид промежуточной аттестации	зачет (З),	З	З
	экзамен (Э)		
ИТОГО: общая трудоемкость	часов	108	108
	зач. ед.	3	3

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий ЭИОС университета (Moodle), Zoom, MS Teams и других.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Содержание разделов дисциплины

№ семестра	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела в дидактических единицах
1	2	3	4
9	1	Конденсированное состояние сред. Элементы кристаллографии	Классификация конденсированных сред. Кристаллическая решетка и ее характеристики: вектор трансляции, решетка, базис. Элементарная и примитивная ячейки, решетки Бравэ. Индексы Миллера и обозначение направлений. Простые кристаллические структуры: кубическая гранецентрированная и гексагональная с плотной упаковкой; структура алмаза и хлористого натрия. Анизотропия твердых тел. Явление полиморфизма. Классификация типов связи в кристаллах: ионные, ковалентные, металлические и молекулярные кристаллы. Принцип плотной упаковки.

	2	Дефекты в кристаллах	Классификация дефектов. Мозаичная структура. Точечные дефекты. Примеси. Атомы в междоузлиях и вакансии. Равновесная концентрация дефектов. Дислокации. Дефекты упаковки. Границы зерен. Влияние дислокаций на свойства твердых тел.
	3	Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства твердых тел	Основные параметры упругих волн. Гармоническое приближение. Соотношения дисперсии для упругих волн в одномерной кристаллической цепочке, состоящей из одинаковых атомов и из атомов 2-х видов. Акустические и оптические ветви колебаний для одномерных и трехмерных кристаллов. Акустические и оптические фононы. Теплоемкость твердого тела. Закон Дюлонга – Пти. Приближение Эйнштейна. Приближение Дебая. Теплоемкость электронного газа. Ангармоническое приближение. Тепловое расширение твердых тел
	4	Магнитные свойства твердых тел	Магнитные свойства атомов. Классификация твердых тел по магнитным свойствам. Диамагнетизм. Классическая теория диамагнетизма. Циклотронный резонанс, его практическое применение. Парамагнетизм. Классическая и квантовая теории парамагнетизма, электронный и ядерный парамагнитный резонанс, его практическое применение. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Роль обменного взаимодействия в возникновении ферромагнетизма. Доменная структура ферромагнитных тел. Антиферромагнетизм. Ферримагнетизм
	5	Диэлектрические свойства твердых тел.	Основные характеристики диэлектриков. Виды поляризации. Электрострикция, пьезоэффект, пироэффект. Сегнетоэлектрики. Электреты.
	6	Зонная структура твердых тел	Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха. Энергетические зоны. Приближение почти свободных электронов. Модель Кронига-Пенни. Структура энергетических зон. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории. Волновые функции электрона в периодической решетке. Эффективная масса электрона, дырки. Примеси и примесные уровни. Полупроводниковая техника
	7	Сверхпроводимость и современные материалы	Сверхпроводящие материалы. Эффект Мейснера. Сверхпроводники первого и второго рода. Изотопический эффект. Основы теории БКШ: образование

			куперовских пар, энергетическая щель. Эффекты Джозефсона. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников. Современные твердотельные приборы. Наноэлектроника и современные материалы

2.2. Перечень лабораторных работ (при наличии), примерная тематика курсовых работ

Лабораторный практикум *не предусмотрен*

Примерная тематика курсовых работ *не предусмотрена*

3. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТА

Самостоятельная работа осуществляется в объеме 56 часов.

Видами СРС являются:

- Изучение основной и дополнительной литературы
- Разбор стандартных и нестандартных заданий
- Работа с конспектами лекций
- Выполнение домашних заданий
- Подготовка обзора
- Подготовка к контрольной работе
- Подготовка проекта

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

(*см. Фонд оценочных средств*)

4.1. Рейтинговая система оценки знаний обучающихся по дисциплине не предусмотрена

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература

№ п/п	**Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год**
1	2
1	Павлов, П.В. Физика твердого тела [Текст] : учебник / П.В. Павлов, А.Ф. Хохлов. - 3-е изд., стер. - М. : Высшая школа, 2000. - 494с.
2	Филимонова, Н.И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие : [16+] / Н.И. Филимонова, Р.П. Дикарева ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. – 136 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576197 (дата обращения: 25.07.2020)

5.2. Дополнительная литература

№ п/п	**Автор (ы), наименование, место издания и издательство, год**
1	2
1.	Афанасова, М.М. Физика твердого тела и полупроводников: практикум по выполнению

	лабораторных работ в среде Mathcad [Текст] : практикум по выполнению лабораторных работ в среде Mathcad / М. М. Афанасова, Ю. Н. Горбунова; РГУ им. С.А. Есенина. – Рязань: РИРО, 2014 – 41 с.
2.	Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – Москва : Мир, 1979. – Т. 2. – 419 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483336 (дата обращения: 25.07.2020)
3.	Ашкрофт, Н. Физика твердого тела / Н. Ашкрофт, Н. Мермин. – Москва : Мир, 1978. – Т. 1. – 391 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483337 (дата обращения: 25.07.2020)
4.	Гольдаде, В.А. Физика конденсированного состояния : пособие / В.А. Гольдаде, Л.С. Пинчук ; ред. Н.К. Мышкин. – Минск : Белорусская наука, 2009. – 648 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=93309 (дата обращения: 25.05.2020)
5.	Гордиенко, А.Б. Физика конденсированного состояния. Решение задач : учебное пособие / А.Б. Гордиенко, А.В. Кособуцкий, Д.В. Корабельников. – 2-е изд., доп. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2011. – 92 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232487 (дата обращения: 25.07.2020)
6.	Разумовская, И.В. Физика твердого тела : учебное пособие / И.В. Разумовская. – Москва : Прометей, 2011. – Ч. 2. Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства решетки. – 64 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=108460 (дата обращения: 25.05.2020)
7.	Сарина, М.П. Физика твердого тела : учебное пособие : [16+] / М.П. Сарина ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 107 с. : ил., табл., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576504 (дата обращения: 25.07.2020).
8.	Филяк, М.М. Основные физические процессы в проводниках, полупроводниках и диэлектриках : учебное пособие / М.М. Филяк. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2015. – 134 с. : граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438992 (дата обращения: 25.07.2020)

5.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. «Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://e-lanbook.com (дата обращения: 25.07.2020).

2. BOOK.ru [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://www.book.ru (дата обращения: 25.07.2020).

3. Moodle [Электронный ресурс] : среда дистанционного обучения / Ряз. гос. ун-т. – Рязань, [Б.г.]. – Доступ, после регистрации из сети РГУ имени С.А. Есенина, из любой точки, имеющей доступ к Интернету. – Режим доступа: http://e-learn2.rsu.edu.ru/moodle2 (дата обращения: 25.07.2020).

4. Znanium.com [Электронный ресурс] : [база данных]. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://znanium.com (дата обращения: 25.07.2020).

5. Труды преподавателей [Электронный ресурс] : коллекция // Электронная библиотека Научной библиотеки РГУ имени С.А. Есенина. –

Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://dspace.rsu.edu.ru/xmlui/handle/123456789/3 (дата обращения: 25.07.2020).

6. Университетская библиотека ONLINE [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://www.biblioclab.ru (дата обращения: 25.07.2020).

7. Юрайт [Электронный ресурс] : электронная библиотека. – Доступ к полным текстам по паролю. – Режим доступа: http://www.biblio-online.ru (дата обращения: 25.07.2020).

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины

1. Guide to physics on the web [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: http://www.physics.org (дата обращения: 25.07.2020)

2. PHYSICS TODAY [Электронный ресурс] : [сайт «Физика сегодня»]. ─ Режим доступа: http://www.physicstoday.org, свободный (дата обращения: 25.07.2020).

3. Курс видеолекций по физике твердого тела [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=V24J2QtLAbo&list=PLXV9J9QKlSLcbN68xAEo4CuvETO_FrO4r (дата обращения: 25.07.2020)

4. Физическая энциклопедия [Электронный ресурс] : [электронная энциклопедия] // Энциклопедия физики и техники. – Режим доступа: http://femto.com.ua/, свободный (дата обращения 25.07.2020)

5.5. Периодические издания

1. Известия вузов. Физика [Текст] : ежемесячный научный журнал / учредители : Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет». – 1958, январь - . – Томск, 2016 - . – Ежемес. – ISSN 0021-3411.

2. Успехи физических наук [Текст] : [научный журнал] / учредитель : [Российская академия наук]. – 1918, апрель - . – Москва, 2016 - . – Ежемес. – ISSN 0042-1294.

3. Сайт журнала «Физика твердого тела» ─ URL: http://journals.ioffe.ru/ftt/ (дата обращения: 25.07.2020)

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Стандартно оборудованные лекционные аудитории для проведения интерактивных лекций: видеопроектор, экран настенный, помещения для проведения практических занятий.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и семинарские занятия.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Семинарские занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, решения стандартных и нестандартных задач различной степени сложности, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Семинар предполагает свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов, либо студентам предлагается ознакомиться с нормативными документами. Обсуждение сообщения или изученных материалов совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам семинара, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. Завершающий этап предполагает разбор задач по изучаемой теме. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам.

При подготовке к семинару студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя. Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы

8. ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММНОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА:

1. Операционная система Windows Pro (договор №65/2019 от 02.10.2019);
2. Антивирус Kaspersky Endpoint Security (договор № 14-ЗК-2020 от 06.07.2020 г.);
3. Офисное приложение LibreOffice (свободно распространяемое ПО);
4. Архиватор 7-zip (свободно распространяемое ПО);
5. Браузер изображений FastStoneImageViewer (свободно распространяемое ПО);
6. PDF ридер FoxitReader (свободно распространяемое ПО);
7. PDF принтер doPdf (свободно распространяемое ПО);
8. Медиа проигрыватель VLC media player (свободно распространяемое ПО);
9. Запись дисков ImageBurn (свободно распространяемое ПО);

10.DJVU браузер DjVu Browser Plug-in (свободно распространяемое ПО);

При реализации дисциплины с применением (частичным применением) дистанционных образовательных технологий используются: вебинарная платформа Zoom (договор б/н от 10.10.2020г.); набор веб-сервисов MS office365 (бесплатное ПО для учебных заведений https://www.microsoft.com/ru-ru/education/products/office); система электронного обучения Moodle (свободно распространяемое ПО).

9. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ

План лекций

Лекция 1. **Физика конденсированных сред. Элементы кристаллографии**

1. Физика конденсированного состояния вещества, ее предмет и особенности. Физика твердого тела как один из разделов физики конденсированного состояния вещества. Предмет и методы физики твердого тела
2. Классификация и примеры конденсированных сред
3. Кристаллическая решетка и ее характеристики
4. Двумерные кристаллы: элементарная и примитивная решетки, ячейки Бравэ
5. Трехмерные кристаллы.
6. Индексы Миллера и обозначение направлений в кристаллах. Анизотропия кристаллов.

Лекция 2. **Дефекты в кристаллах**

1. Принцип плотной упаковки
2. Классификация дефектов.
3. Точечные дефекты: Вакансии и межузельные атомы. Примеси. Дефекты по Френкелю и дефекты по Шоттки. Равновесная концентрация дефектов
4. Линейные дефекты. Дислокации.
5. Двумерные и трехмерные дефекты. Дефекты упаковки. Границы зерен.

Лекция 3. **Динамика кристаллической решетки. Тепловые свойства твердых тел**

1. Необходимость рассмотрения колебаний атомов. Колебания однородной упругой среды
2. Гармоническое приближение
3. Колебания в одномерной моноатомной кристаллической цепочке.
4. Колебания в одномерной кристаллической цепочке, состоящей из атомов двух сортов.
5. Фононы как модель колебаний в кристаллической решетке.
6. Акустические и оптические фононы.
7. Зоны Бриллюэна. Представление об обратной решетке.
8. Теплоемкость твердого тела. Закон Дюлонга – Пти.
9. Приближение Эйнштейна.
10. Приближение Дебая.
11. Теплоемкость электронного газа.
12. Ангармоническое приближение. Тепловое расширение твердых тел

Лекция 4. **Классификация твердых тел по магнитным свойствам**

1. Магнитные свойства атомов
2. Классификация твердых тел по магнитным свойствам
3. Диамагнетизм. Классическая теория диамагнетизма
4. Циклотронный резонанс и его практическое применение
5. Парамагнетизм. Классическая теория парамагнетизма.

6. Квантовая теория парамагнетизма

7. Электронный и ядерный парамагнетный резонанс, практическое применение

8. Ферромагнетизм. Молекулярное поле Вейсса. Роль обменного взаимодействия в возникновении ферромагнетизма.

9. Доменная структура ферромагнитных тел

Лекция 5. **Диэлектрические свойства твердых тел**

1. Основные характеристики диэлектриков
2. Виды поляризации
3. Электрострикция, пьезоэффект, пироэффект
4. Сегнетоэлектрики
5. Электреты

Лекция 6. **Зонная структура твердого тела**

1. Квантовый подход к изучению структуры твердого тела.
2. Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха
3. Механизм возникновения энергетических зон в твердом теле при сближении атомов.
4. Приближение почти свободных электронов. Модель Кронига-Пенни
5. Структура энергетических зон
6. Металлы, полупроводники и диэлектрики с позиций зонной теории
7. Эффективная масса электрона и дырки.
8. Примеси и примесные уровни. Значение примесей в современной технике

Лекция 7**. Сверхпроводимость и современные материалы**

1. Эффект Мейснера. Сверхпроводимость
2. Сверхпроводники первого и второго рода.
3. Теплоемкость сверхпроводников. Поглощение сверхпроводниками электромагнитного излучения
4. Изотопический эффект. Основы теории БКШ
5. Эффекты Джозефсона
6. Высокотемпературная сверхпроводимость. Применение сверхпроводников
7. Современная твердотельная электроника

План практических занятий

Практические занятия 1 - 2. **Кристаллическая решетка и ее основные элементы**

Цель занятия: освоить и закрепить приемы расчета основных элементов кристаллической решетки.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Кристаллическая решетка и ее характеристики
2. Понятие базиса. Элементарная и примитивная ячейки
3. Способы расчета параметров кристаллической решетки
4. Кристаллические структуры разной сингонии. Способы анализа различных структур

5. Индексы узлов кристаллической решетки, направлений и плоскостей в кристалле.

Практическое задание: разберите типовые задачи на определение параметров кристаллической решетки.

Практические занятия 3 - 4. **Связь в кристаллах. Принцип плотной упаковки. Представление о дефектах**

Цель занятия: сформировать представление об основных видах связи, формирующих кристаллы и причинах возникновения дефектов.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Необходимость анализа связей, образующих кристаллы
2. Ионная и ковалентная связи
3. Металлическая связь.
4. Молекулярные связи
5. Принцип плотной упаковки
6. Дефекты кристаллической структуры. Причины возникновения дефектов.

Практическое задание: проанализируйте основные виды связей в кристаллах и уточните связь между видом связи и свойствами кристалла

Практическое занятие 5. **Точечные, линейные, объемные дефекты**

Цель занятия: познакомиться с основными видами дефектов в твердом теле и их влиянием на свойства твердых тел

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Точечные дефекты. Особенности примесных дефектов.
2. Равновесная концентрация дефектов
3. Линейные дефекты. Виды дислокаций
4. Двумерные дефекты. Дефекты упаковки.
5. Объемные дефекты. Зерна и их границы.
6. Неравновесные дефекты
7. Влияние дефектов на свойства твердых тел

Практическое задание: изучите и сравните термодинамику различных дефектов.

Практическое занятие 6. **Динамика кристаллической решетки**

Цель занятия: освоить подход к изучению колебаний кристаллической решетки как фононному газу

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Гармоническое приближение
2. Представление колебаний как виртуальных частиц - фононов
3. Акустические и оптические фононы
4. Зоны Бриллюэна

Практическое задание: сравните упругие волны, возникающие в одномерной цепочке из одинаковых атомов и из атомов двух сортов.

Практическое занятие 7. **Тепловые свойства твердого тела**

Цель занятия: выявить особенности анализа теплоемкости и теплопроводности твердых тел

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Понятие теплоемкости. Классическая теория теплоемкостей твердого тела
2. Недостатки классической теории теплоемкости
3. Теплоемкость по Эйнштейну
4. Теплоемкость по Дебаю
5. Теплоемкость электронного газа
6. Теплопроводность твердых тел

Практическое задание: разберите типовые задачи расчета теплоемкости твердых тел при классическом, эйнштейновском и дебаевском подходах.

Практическое занятие 8. **Контрольная работа по пройденному материалу**

Цель занятия: проверить сформировавшиеся представления и умения по изученным темам дисциплины.

Контрольная работа включает в себя три задания:

1. Задача по первому разделу. Проверяет умения и навыки расчета параметров кристаллической решетки.
2. Задание по второму разделу. Проверяет умения и навыки ориентироваться в особенностях дефектов кристаллической решетки.
3. Задание по третьему разделу. Проверяет умения и навыки расчета теплоемкости при использовании разных подходов.

Практическое занятие 9 – 10. **Магнитные свойства твердых тел**

Цель занятия: познакомится с современной теорией магнетизма

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Диамагнетики и их свойства
2. Классическая теория диамагнетизма и ее недостатки
3. Циклотронные резонанс, его практические применения
4. Особенности парамагнетиков. Классическая теория парамагнетизма и ее недостатки
5. Квантовая теория парамагнетизма
6. Электронный парамагнитный резонанс
7. Ядерный парамагнитный резонанс

Практическое задание: разберите типовые задачи расчета параметров диамагнетиков и парамагнетиков. Изучите применения электронного и ядерного парамагнитных резонансов

Практическое занятие 11. **Ферромагнетизм. Ферри- и антиферромагнетизм**.

Цель занятия: проанализировать особенности ферро-, антиферро- и ферримагнетиков.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Ферромагнетизм. Его объяснение на основе представления о молекулярном поле Вейсса.
2. Обменное взаимодействие как причина возникновения магнетизма.
3. Доменная структура ферромагнетика.
4. Антиферромагнетизм.
5. Ферримагнетизм.
6. Применение ферромагнитных веществ

Практическое задание: разберите типовые задачи расчета параметров ферромагнетиков. Перечислите основные применения ферромагнетиков на практике

Практическое занятие 12. **Поляризация в твердых телах. Диэлектрики**

Цель занятия: сформировать представление о механизмах поляризации в твердых телах и особенностях диэлектриков.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Основные характеристики диэлектриков.
2. Применение диэлектриков.
3. Основные механизмы поляризации диэлектриков.
4. Электрострикция, пьезоэффект, пироэффект.

Практическое задание: подготовьте тематический обзор по одному из вопросов практического занятия

Практическое занятие 13. **Зонная теория твердых тел**

Цель занятия: выявить особенности электрических свойств твердых тел

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Электрические свойства твердых тел. Металлы, полупроводники и диэлектрики.
2. Механизм возникновения энергетических зон.
3. Одноэлектронное приближение. Теорема Блоха.

Практическое задание: проанализируйте отличия между металлами, диэлектриками и полупроводниками. Объясните, почему классические представления не позволяют объяснить эти отличия.

Практическое занятие 14. **Приближение почти свободных электронов. Модель Кронига-Пенни**

Цель занятия: проанализировать возможности анализа свойств твердых тел в приближении почти свободных электронов.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Приближение почти свободных электронов
2. Модель Кронига-Пенни
3. Расчет волновых функций для частицы в одиночной потенциальной яме.

Практическое задание: разберите примеры расчета волновых функций для одиночной потенциальной ямы и двух потенциальных ям.

Практическое занятие 15. **Эффективная масса частицы**

Цель занятия: разобраться в особенностях поведения частиц в твердом теле

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Металлы, полупроводники и диэлектрики с точки зрения зонной теории
2. Волновые функции электронов в периодической решетке
3. Эффективная масса электрона и ее особенности

Практическое задание: смоделируйте, используя полученные ранее сведения, поведение заряженной частицы в кристалле.

Практическое занятие 16. **Примеси и примесные уровни. Современная твердотельная техника**

Цель занятия: познакомится с физическими основами современной электронной техники

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Собственная и примесная проводимость. Примеси p- и n-типа.
2. Особенности контакта полупроводников с разным типом проводимости.
3. Основы современной твердотельной электроники.

Практическое задание: представьте результаты подготовленного проекта по данной теме.

Практические занятия 17 - 18 . **Сверхпроводимость**

Цель занятия: познакомиться с явлением сверхпроводимости и его перспективами применения на практике.

Вопросы, выносимые на обсуждение:

1. Эффект Мейснера. Сверхпроводники первого и второго рода.
2. Основы теории Бардина-Купера-Шриффера
3. Эффекты Джозефсона
4. Высокотемпературная сверхпроводимость
5. Применение сверхпроводников

Практическое задание: познакомитесь с реализованными и возможными вариантами применения сверхпроводников на практике. Оцените перспективы и выгоды каждого из вариантов.

Методика подготовки проекта

Проект представляет собой комплексное практическое задание, направленное на закрепление умений и навыков формулировать и решать исследовательские задачи и использовать профессиональную информацию.

Проектное задание может выполняться индивидуально или в малых группах.

Этапы подготовки проекта

Подготовка

- Постановка исследовательской задачи и обоснование ее актуальности;
- Разработка структуры проекта;

Планирование

- Определение источников необходимой информации;
- Определение способов сбора и анализа информации:
- Определение способа представления результатов (формы проекта);
- Установление процедур и критериев оценки результатов проекта;
- Распределение задач (обязанностей) между участниками проекта (случае группового выполнения).

Выполнение проекта

- Сбор и уточнение информации (основные инструменты: интервью, опросы, наблюдения, эксперименты и т.п.);
- Выявление и обсуждение альтернатив, возникших в ходе выполнения проекта;
- Выбор оптимального варианта хода проекта;

• Поэтапное выполнение исследовательских задач проекта.

Выводы

• Анализ информации;

• Формулирование выводов.

Обобщающий этап: оформление результатов.

Доработка проектов с учетом замечаний и предложений

Подготовка к публичной защите проектов

• Подготовка отчета о ходе выполнения проекта с объяснением полученных результатов (возможные формы отчета: устный отчет, устный отчет с демонстрацией материалов, письменный отчет);

• Генеральная репетиция публичной защиты проектов;

• Анализ выполнения проекта, достигнутых результатов (успехов и неудач) и причин этого.

Представление (защита) проекта и оценка его результатов

• Подготовка отчета о ходе выполнения проекта с объяснением полученных результатов (возможные формы отчета: устный отчет, устный отчет с демонстрацией материалов, письменный отчет);

• Анализ выполнения проекта, достигнутых результатов (успехов и неудач) и причин этого.

Заключительный этап:

• Публичная защита проектов осуществляется на итоговом занятии. Результаты выполнения проекта оцениваются по итогам рассмотрения комиссией представленного продукта с краткой пояснительной запиской, презентации обучающегося и отзыва руководителя.

Методика подготовки к зачету

1. Подготовка к зачету заключается в изучении и тщательной проработке студентом учебного материала дисциплины с учетом учебников, материалов лекционных и семинарских занятий, сгруппированным в виде контрольных вопросов и заданий, а также проработки основных видов заданий.

2. Зачет по курсу проводится в виде беседы по билетам. В билет включается теоретический вопрос и две задачи.

3. На зачете по билетам студент дает ответы на вопросы по билетам и выполняет практические задания. Студент имеет право отвечать на вопросы билета без подготовки по его желанию.

Преподаватель имеет право задавать дополнительные вопросы, если студент недостаточно полно осветил тематику вопроса или не полностью решил задачи.

На зачете приветствуется:

Свободное владение материалом, проявляющееся в выходе за пределы тематики конкретного вопроса с целью оптимального его освещения.

Демонстрация знаний дополнительного материала

Грамотное решение задач

Четкие ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

- внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;
- внимательно прочитать рекомендованную литературу;
- составить краткие конспекты ответов (планы ответов);
- разобрать стандартные практические задания по курсу.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ С.А. ЕСЕНИНА»

Утверждаю:
Декан
физико-математического
факультета
Н.Б. Федорова
«31» августа 2020 г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Уровень основной профессиональной образовательной программы бакалавриат

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
(с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) подготовки Математика и Физика

Форма обучения очная

Сроки освоения ОПОП нормативный срок освоения 5 лет

Факультет (институт) физико-математический

Кафедра общей и теоретической физики и МПФ

Рязань, 2020

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физика твердого тела» являются формирование у обучающихся компетенций в процессе освоения необходимого объема фундаментальных знаний в области физики твердого тела, формирование представлений об основных понятиях и идеях физики твердого тела и методах решения задач, а также демонстрация способов применения этих представлений в различных областях науки и техники и знакомство студентов с экспериментальными и теоретическими методами, применяемыми при исследованиях в этой области.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Физика твердого тела» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1.

Дисциплина изучается на 5 курсе (9 семестр).

3. Трудоемкость дисциплины:

3 зачетные единицы, 108 академических часа.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ПК-9.1

Знать: современное состояние физики конденсированного состояния;

Основные теоретические и экспериментальные направления исследований в физике твердого тела; прикладное значение физики твердого тела

Уметь: использовать знания физики твердого тела при решении профессиональных и образовательных задач; объяснять явления окружающего мира на основе знаний физики твердого тела; находить необходимую информацию о современном состоянии физики твердого тела

Владеть: базовыми методами решения задач физики твердого тела; навыками работы с источниками информации по физике твердого тела; опытом использования знаний в области физики твердого тела в области профессиональной деятельности

ПК-9.3

Знать: основы традиционных подходов физики твердого тела при анализе явлений и процессов в природе и технике; место физики твердого тела в системе физического знания; рРоль физики твердого тела в современной технике и науке

Уметь: ставить и решать задачи физики твердого тела на основе в контексте научного знания; анализировать сущность явлений и процессов природы и техники на основе знаний физики твердого тела; выявлять связи раздела «Физика твердого тела» с другими разделами науки

Владеть: системой знаний об фундаментальных физических законах и теориях физики твердого тела; навыками анализа физической сущности явлений и процессов в природе и технике на основе законов физики твердого тела; опытом выявления связей физики твердого тела с другими разделами науки

5. Форма промежуточной аттестации и семестр прохождения

Зачет (9 семестр).

Дисциплина реализуется частично с применением дистанционных образовательных технологий.