

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

А.А. Панфилов

« 31 » 08 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Специальные главы физики твердого тела»

(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника»

Профиль/программа подготовки: «Инженерно-физические технологии в
наноиндустрии»

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед./ час)	Лекции, (час)	Практич. занятия, (час)	Лаборат. работы, (час)	СРС (час)	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
1	6/216	36	36	-	117	Экзамен (27)
Итого	6/216	36	36	-	117	Экзамен (27)

Владимир 2020

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины - являются формирование у обучающихся понимания физических основ современных дополнительных знаний в области физики твёрдого тела, необходимых для понимания процессов, явлений и эффектов, происходящих на нано масштабах, получение практических навыков их расчета и моделирования для последующего использования этих знаний при разработке и оптимизации методов, средств и технологий в области нанотехнологий.

Задачи:

–теоретическая подготовка в области физики твердого тела, позволяющая будущим инженерам ориентироваться в потоке научной и технической информации и обеспечивающая им возможность использования новых специфических физических принципов получения и исследования нано структур;

–познакомить с методами использования современных представления физики твердого тела при анализе особенностей нано структур, состава, формы и свойств современных конструкционных и функциональных нано материалов;

–выработка приемов и навыков решений конкретных задач в области физики нано структур, помогающих студентам в дальнейшем решать инженерные задачи;

–ознакомление студентов с современной научной аппаратурой и выработка у них начальных навыков проведения экспериментальных научных исследований физических явлений в области нано технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Специальные главы физики твердого тела» относится к обязательной части ОПОП. Программа предназначена для подготовки магистров по направлению 28.04.01 «Нанотехнологии и микросистемная техника». Курс читается в 1 семестре.

Пререквизиты дисциплины: физика твердого тела, дифференциальные исчисления, «Высшей математика», «Элементы теории вероятностей и математической статистики», «Основы квантовой механики и физики твёрдого тела».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-1	частичное освоение	Знать: – принципы построения и функционирования изделий нанотехнологии и микросистемной техники; – мировые достижения в области разработки микро- и наноразмерных электромеханических систем Уметь: – рассчитывать режимы работы изделий нанотехнологии и микросистемной техники; – формулировать и решать задачи, использовать математический аппарат и численные методы для анализа, синтеза и компьютерного моделирования объектов нанотехнологии и микросистемной техники;

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований.
ОПК-1	<i>частичное освоение</i>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – принципы физико-химического подхода для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – описывать, анализировать, теоретически и экспериментально исследовать и моделировать процессы синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – математическим аппаратом для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования процессов синтеза, диагностики и функционирования материалов и компонентов нано- и микросистемной техники; – прикладными программами и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Структурные фазовые переходы в твердых телах	1	1-6	16	16	-	52	16/50%	Рейтинг-контроль №1
2	Квазичастицы в физике конденсированного состояния	1	7-12	12	12	-	39	12/50%	Рейтинг-контроль №2
3	Неупорядоченные твердые тела	1	13-18	8	8	-	26	8/50%	Рейтинг-контроль №3
Наличие в дисциплине КП/КР		-	-	-	-	-	-	-	-
Итого по дисциплине		1	18	36	36	-	117	36/50%	Экзамен (27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Классификация структурных фазовых переходов. Фазовые переходы типа «смещения» и типа «порядок-беспорядок»:

Тема 1. «Собственные и несобственные фазовые переходы. Изоструктурные фазовые переходы».

Тема 2. «Фазовые переходы первого и второго рода».

Тема 3. «Основы феноменологической теории структурных фазовых переходов».

Тема 4. «Понятие параметра порядка (параметра фазового перехода). Теория фазовых переходов Гинзбурга-Ландау».

Тема 5. «Феноменологическое описание фазовых переходов первого и второго рода».

Тема 6. «Изменение симметрии при структурных фазовых переходах. Принцип Кюри».

Тема 7. «Особенности свойств твердых тел в окрестности структурных фазовых переходов».

Раздел 2. Квазичастицы в физике конденсированного состояния Квазичастицы и их характеристики. Магноны, поляроны, экситоны, куперовские пары:

Тема 1. «Типы элементарных возбуждений в кристаллах. Энергия, квазиимпульс, эффективная масса квазичастицы».

Тема 2. «Экситоны в полупроводниках».

Тема 3. «Магноны. Спиновые волны. Тепловое возбуждение магнонов».

Тема 4. «Поляроны малого и большого радиуса. Энергия и подвижность поляронов».

Тема 5. «Куперовские пары. Теория сверхпроводимости БКШ».

Раздел 3. Понятие ближнего и дальнего порядка. Классификация неупорядоченных твердых тел. Аморфные твердые тела. Спиновые и дипольные стекла:

Тема 1. «Структура аморфных твердых тел. Модели аморфной структуры. Аморфные металлические сплавы».

Тема 2. «Спиновые стекла. Модели спиновых стекол. Дипольные стекла. Модели дипольных стекол».

Тема 3. «Особенности физических свойств спиновых и дипольных стекол. Температура замораживания».

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. «Феноменологическое описание структурных фазовых переходов. Энергия и импульс кристаллической решетки».

Тема 2. «Квазичастицы и их характеристики. Экситоны в полупроводниках».

Тема 3. «Магноны, поляроны, куперовские пары».

Тема 4. «Прыжковый механизм электропроводности неупорядоченных полупроводников».

Тема 5. «Аморфные твердые тела. Температура замораживания».

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

8. Параметр порядка (параметра фазового перехода).
9. Теории фазовых переходов Гинзбурга-Ландау.
10. Феноменологическое описание фазовых переходов первого и второго рода.
11. Изменение симметрии при структурных фазовых переходах.
12. Принцип Кюри.

Вопросы рейтинг-контроля №2:

1. Спиновые волны в модели Гейзенберга. Теплоемкость магнонов.
2. Теория фазовых переходов II рода Ландау в применении к ферромагнетикам.
3. Ферромагнитный переход в модели Гейзенберга в приближении среднего поля.
4. Флуктуации параметра порядка и критерий применимости теории среднего поля.
5. Гамильтониан взаимодействующих бозе- и ферми- частиц в представлении вторичного квантования.
6. Скорость звука в неидеальном бозе-газе при нулевой температуре.
7. Критерий Ландау сверхтекучести.
8. Микроскопическая теория сверхтекучести Боголюбова.
9. Микроскопическая теория сверхпроводимости БКШ.
10. Уравнение для щели в модели БКШ.
11. Скачок теплоемкости сверхпроводника в модели БКШ.
12. Критерий Ландау сверхтекучести для сверхпроводника. Критический ток.
13. Функционал Гинзбурга – Ландау. Уравнение для комплексного параметра порядка.
14. Функционал Гинзбурга – Ландау. Уравнение для векторного потенциала.
15. Эффект Мейсснера.
16. Плотность сверхпроводящего тока. Квантование магнитного потока.
17. Верхнее и нижнее критические магнитные поля в сверхпроводниках II рода.

Вопросы рейтинг-контроля №3:

1. Понятие ближнего и дальнего порядка.
2. Классификация неупорядоченных твердых тел.
3. Аморфные твердые тела. Примеры.
4. Спиновые и дипольные стекла. Примеры.
5. Модели аморфной структуры твердых тел и аморфных металлических сплавов.
6. Аморфизации кристаллической структуры.
7. Качественно с точки зрения МКТ изменение температуры плавления для аморфного твёрдого тела.
8. Фазовые переходы для кристаллической и аморфной структур.

в) Вопросы к самостоятельной работе студента

1. Мартенситные фазовые переходы.
2. Дисторсионные и антидисторсионные фазовые переходы.
3. Сегнетомагнетики.
4. Сегнетоэлектрики с несоизмерной фазой.
5. Фазовые превращения в конденсированных пленках.
6. Солитоны в кристаллах.
7. Системы с тяжелыми фермионами.
8. Экситонная сверхпроводимость.
9. Плазмоны в металлах.
10. Аморфные полупроводники.

10. Аморфные полупроводники.
11. Методы получения аморфных сплавов.
12. Аморфные сверхпроводники.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
Анфимов, И.М. Физика конденсированного состояния. Электронная структура твердых тел. Лабораторный практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.М. Анфимов, С.П. Кобелева, И.В. Щемеров	2014		https://znanium.com/catalog/document?id=369735
Байков, Ю.А. Физика конденсированного состояния [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.А. Байков, В.М. Кузнецов. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"),	2015		https://znanium.com/catalog/document?id=261153
Физика конденсированного состояния в примерах и задачах : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению 04.03.02 «Химия, физика и механика материалов» / В. Н. Белко, Е. А. Тутов, А. И. Никишина, А. В. Абрамов. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. — 79 с. — ISBN 2227-8397.	2017		https://www.iprbookshop.ru/72951.html
Физика твердого тела: Учебное пособие / Ю.А. Стрекалов, Н.А. Тенякова. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М	2013		https://znanium.com/catalog/document?id=71904
Дополнительная литература			
Абрикосов, А.А. Основы теории металлов [Электронный ресурс] : . — Электрон. дан. — М. : Физматлит	2010		https://znanium.com/catalog/document?id=144019
Неупругая релаксация квазичастиц и детектирование ИК фотонов в сверхпроводниковых наноструктурах Wsi : монография / А. А. Корнеев, Ю. П. Корнеева, С. А. Рябчун [и др.]. — Москва : Московский педагогический государственный университет, 2017. — 92 с. — ISBN 978-5-4263-0567-0.	2017		https://www.iprbookshop.ru/75970.html

конденсированного состояния [Электронный ресурс]/ Гольдаде В.А., Пинчук Л.С.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука			ml
Кузнецов, С. И. Курс физики с примерами решения задач. «Физика конденсированного состояния» [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кузнецов, Н. А. Тимченко. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета	2011		https://znanium.com/catalog/document?id=165175

7.2. Периодические издания

1. Успехи физических наук www.ufn.ru
2. Журнал технической физики <http://journals.ioffe.ru/>
3. Журнал композиты и нано структуры <http://www.issp.ac.ru/journal/composites/russian.html>

7.3. Интернет-ресурсы

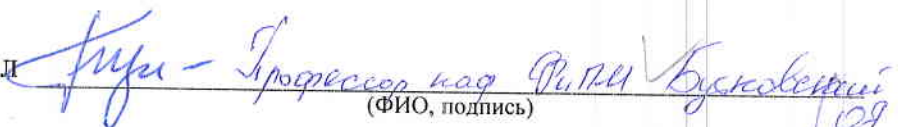
1. Фундаментальные основы нано наук и компьютерный инжиниринг наносистем <http://compnano.lgb.ru/theory/>.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия по данной дисциплине проводятся в специальных аудиториях, оснащённых доской (в том числе интерактивной), экраном для проекционных систем, проектором и ноутбуком.

Для обеспечения проведения практических работ имеются компьютерные классы кафедры ФиПМ.

Рабочую программу составил


(ФИО, подпись)

Рецензент

(председатель работодателя)

Ген. директор ООО «ВладИнТех» А.В. Осипов
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

ФиПМ 

Протокол №1 от 31.08.2020 года

Заведующий кафедрой

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 28.04.01

Протокол №1 от 31.08.2020 года

Председатель комиссии

С.М. Аракелян

(ФИО, подпись)

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____
