

КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

"УТВЕРЖДАЮ"

Проректор _____ В.С.Бухмин

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Физика магнитных материалов и полупроводников

Цикл ДС

ГСЭ - общие гуманитарные и социально-экономические дисциплины; ЕН - общие математические и естественнонаучные дисциплины; ОПД - общепрофессиональные дисциплины; ДС - дисциплины специализации; ФТД - факультативы.

Специальность: 010400 – Физика
(Номер специальности) (Название специальности)

Принята на заседании кафедры физики твердого тела
(Название кафедры)

(протокол № 7 от "17" сентября 2009 г.)

Заведующий кафедрой
_____ (Л.Р.Тагиров)

Утверждена Учебно-методической комиссией физического факультета
(Название факультета)

КГУ

(протокол № ___ от "___" _____ 200__ г.)

Председатель комиссии
_____ (Д.А. Таюрский)

Методические указания (пояснительная записка)

Рабочая программа дисциплины

"Физика магнитных материалов и полупроводников"

Предназначена для студентов 4 курса,

по специальности: 010400

(Номер специальности)

–

Физика

(Название специальности)

АВТОР: В.В. Парфенов

КРАТКАЯ АННОТАЦИЯ:

Лекционный курс «Физика магнитных материалов и полупроводников» является дисциплиной специализации «Физика твердого тела». Задачей курса является ознакомление студентов с физическими свойствами важнейших материалов электронной техники – магнетиков и полупроводников. Лекционный курс связан с общим лекционным курсом «Физика конденсированного состояния вещества» и спецпрактикумом «Магнитные материалы» (в рамках курса «Введение в физику твёрдого тела») и сопровождается лабораторным спецпрактикумом «Полупроводниковые материалы».

1. Требования к уровню подготовки студента, завершившего изучение дисциплины Физика магнитных материалов и полупроводников

(Наименование дисциплины)

Студенты, завершившие изучение данной дисциплины должны:

- понимать физические процессы, происходящие в полупроводниках и магнитных материалах;
- обладать теоретическими знаниями о механизмах переноса носителей заряда в полупроводниках и полупроводниковых приборах; о фотоэлектрических, оптических и люминесцентных явлениях в полупроводниках; механизме обменных взаимодействий в магнитных материалах;
- представлять проблемы, стоящие в настоящее время перед материаловедением, физикой и техникой полупроводников и магнитных материалов, а также возможные пути разрешения этих проблем;
- приобрести навыки измерений физических параметров полупроводниковых и магнитных материалов и приборов на их основе.

2. Объем дисциплины и виды учебной работы (в часах)

Форма обучения очная

очная, заочная, вечерняя

Количество семестров 1

Форма контроля: 7 семестр экзамен

зачет, экзамен

№ п/п	Виды учебных занятий	Количество часов	
		7 семестр	
1.	Всего часов по дисциплине	139	
2.	Самостоятельная работа	13	
3.	Аудиторных занятий	126	
	в том числе: лекций	72	
	семинарских (или лабораторно-практических) занятий	54	

Содержание дисциплины

ТРЕБОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА К ОБЯЗАТЕЛЬНОМУ МИНИМУМУ СОДЕРЖАНИЯ ПРОГРАММЫ

Индекс	Наименование дисциплины и ее основные разделы	Всего часов
ДС	-	

Примечание: если дисциплина устанавливается вузом самостоятельно, то в данной таблице ставится прочерк.

СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	семинарские (лаб.-практ.) занятия
1	Типы химической связи в твердых телах. Корреляция типа хим. связи, структуры и электрических свойств твердых тел. Основные полупроводниковые материалы.	2	
2	Зонная структура твердых тел. Электроны и дырки. Эффективная масса. Зонная структура основных полупроводниковых материалов (германия, кремния, арсенида галлия).	2	2
3	Статистика носителей заряда в собственном полупроводнике. То же в примесном полупроводнике. Вырожденные полупроводники. Компенсированные полупроводники.	2	4
4	Неравновесная функция распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Решение КУБ в приближении времени релаксации в отсутствие внешнего магнитного поля. Кинетические коэффициенты.	3	

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	семинарские (лаб.-практ.) занятия
5	Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Температурные зависимости электропроводности и подвижности.	2	6
6	Термоэлектрические явления и электронная теплопроводность. Соотношение Видемана-Франца. Термоэдс фононного увлечения.	2	2
7	Решение КУБ в ненулевом магнитном поле. Эффект Холла и магнитосопротивление. Квантующие магнитные поля.	3	6
8	Электропроводность в сильных электрических полях. Горячие электроны. Лавинная и туннельная ионизация. Эффект Ганна.	2	
9	Уравнение непрерывности. Межзонная рекомбинация. Время жизни неравновесных носителей заряда. Динамика избыточной концентрации носителей при линейной, квадратичной и Оже-рекомбинации.	2	6
10	Рекомбинация через глубокие центры (модель Шокли-Рида). Влияние центров рекомбинации и ловушек на время жизни.	2	
11	Диффузия носителей заряда. Коэффициент диффузии и диффузионная длина. Работа выхода. Инжекция в контакте металл-полупроводник. Диоды Шоттки.	2	
12	<i>P-n</i> переход в состоянии термодинамического равновесия. Выпрямление на <i>p-n</i> переходе. Разновидности диодов: диоды с двойной инжекцией, туннельные диоды, стабилитроны и т.д.	3	4
13	Биполярные транзисторные структуры. Устройство и принцип действия. Основные характеристики. Тиристоры - устройство, принцип действия, вольт-амперные характеристики.	2	6

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	семинарские (лаб.-практ.) занятия
14	Униполярные транзисторные структуры: с управляющим <i>p-n</i> переходом, с изолированным затвором, с затвором Шоттки. Устройство, принцип действия, выходные и стоко-затворные характеристики. ППЗУ на МОП-транзисторах. ПЗС и ФотоПЗС.	3	6
15	Размерное квантование в полупроводниковых структурах. Двумерный электронный газ, квантовые нити и квантовые точки. Приборы на основе наноструктур.	3	
16	Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках. Межзонное поглощение, примесное поглощение, поглощение свободными носителями заряда. Циклотронный резонанс.	3	4
17	Люминесценция полупроводников. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселенность и условия Бернара-Дюрафура. Квазиуровни Ферми. Методы создания инверсной заселенности в полупроводниках.	2	6
18	Индукцированное излучение в резонаторе. Потери энергии и пороговая мощность накачки. Гетероструктуры для оптоэлектроники.	2	2
19	Действие на полупроводники ионизирующих излучений. Радиационные дефекты. Полупроводниковые счетчики жестких излучений.	2	
20	Парамагнетики. Орбитальный и спиновый магнитные моменты. Температурная зависимость магнитной восприимчивости для парамагнетиков.	2	
21	Обменное взаимодействие, его природа. Механизмы обменного взаимодействия. Энергия обменного взаимодействия двух атомов. Обменный гамильтониан Гейзенберга.	2	
22	Упорядочение в ансамбле обменно-связанных атомов. Модель молекулярного поля Вейсса. Температура Кюри.	2	

№ п/п	Название темы и ее содержание	Количество часов	
		лекции	семинарские (лаб.-практ.) занятия
23	Антиферромагнетики. Теория Нееля.	2	
24	Косвенное обменное взаимодействие.	3	
25	Ферриты-шпинели. Структура, катионное распределение и свойства.	2	
26	Ферриты-гранаты. Катионное распределение и свойства.	2	
27	Ортоферриты и гексаферриты. Структура и свойства.	2	
28	Магнитная анизотропия. Виды магнитной анизотропии.	2	
29	Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемангничивание. Магнитный гистерезис.	3	
30	Частотная зависимость магнитной восприимчивости. Ферромагнитный резонанс.	2	
31	Электрические свойства ферритов. Манганиты редкоземельных элементов. Гигантское магнитосопротивление в РЗЭ манганитах.	2	
32	Магнитооптические явления в магнетиках. Эффекты Фарадея и Керра. Оптоэлектронные устройства на основе ЦМД.	2	
Итого часов:		72	54

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Шалимова К.В. Физика полупроводников, М., Энергоатомиздат, 1985.
2. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников, М., Наука, 1990.
3. Питер Ю, Мануэль Кардона. Основы физики полупроводников. Физматлит, 2002.
4. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников, Лань, 2008.
5. Крупичка С. Физика ферритов. В 2-х томах. – М.: Мир, 1976.
6. Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. М., 1988.
7. Боков В.А. Физика магнетиков, СПб, Невский диалект, 2002.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сугано Т., Икома Т., Такэиси Е. Введение в микроэлектронику, М., 1988.
2. Барышев Н.С. Свойства и применение узкозонных полупроводников, Казань, 2000.
3. Парфенов В.В., Закиров Р.Х. Физика полупроводников (метод. пособие), Казань, 2001.
4. Парфенов В.В., Закиров Р.Х., Болтакова Н.В. Физика полупроводниковых приборов (метод. пособие), Казань, 2004.
5. Парфенов В.В., Чистяков В.А. Физика магнетиков (метод. пособие), Казань, 1996.
6. Пасынков В.В., Сорокин В.С. Материалы электронной техники, СПб, 2003.

Приложение
к программе дисциплины
Физика магнитных материалов и полупроводников
(Наименование дисциплины)

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

1. Типы химической связи в твердых телах. Корреляция типа хим.связи, структуры и электрических свойств твердых тел. Основные полупроводниковые материалы.
 2. Косвенное обменное взаимодействие.
-
1. Электропроводность в сильных электрических полях. Горячие электроны. Лавинная и туннельная ионизация. Эффект Ганна.
 2. Парамагнетики. Орбитальный и спиновый магнитные моменты. Температурная зависимость магнитной восприимчивости для парамагнетиков.
-
1. Зонная структура твердых тел. Электроны и дырки. Эффективная масса. Зонная структура основных полупроводниковых материалов.
 2. Магнитная анизотропия. Виды магнитной анизотропии.
-
1. Уравнение непрерывности. Межзонная рекомбинация. Время жизни неравновесных носителей заряда. Динамика избыточной концентрации носителей при линейной и квадратичной рекомбинации.
 2. Доменная структура магнетиков.
-
1. Статистика носителей заряда в собственном полупроводнике. То же в примесном полупроводнике. Вырожденные полупроводники.
 2. Обменное взаимодействие, его природа. Механизмы обменного взаимодействия. Энергия обменного взаимодействия двух атомов. Обменный гамильтониан Гейзенберга.
-
1. Неравновесная функция распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Решение КУБ в приближении времени релаксации в отсутствие внешнего магнитного поля. Кинетические коэффициенты.
 2. Антиферромагнетики. Теория Нееля.

1. Диффузия носителей заряда. Коэффициент диффузии и диффузионная длина. Работа выхода. Инжекция в контакте металл-полупроводник. Диоды Шоттки.
 2. Ферриты-шпинели. Структура, катионное распределение и свойства.
-
1. Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Температурные зависимости электропроводности и подвижности.
 2. Ферриты-гранаты. Катионное распределение и свойства.
-
1. P-n переход в состоянии термодинамического равновесия. Выпрямление на p-n переходе. Разновидности диодов: диоды с двойной инжекцией, туннельные диоды, стабилитроны и т.д.
 2. Ортоферриты и гексаферриты. Структура и свойства.
-
1. Термоэлектрические явления и электронная теплопроводность. Соотношение Видемана-Франца.
 2. Манганиты редкоземельных элементов. Гигантское магнитосопротивление в РЗЭ манганитах.
-
1. Биполярные транзисторные структуры. Устройство и принцип действия. Основные характеристики.
 2. Электрические свойства ферритов.
-
1. Решение КУБ в ненулевом магнитном поле. Эффект Холла и магнитосопротивление.
 2. Магнитооптические явления в магнетиках. Эффекты Фарадея и Керра.
-
1. Люминесценция полупроводников. Спонтанное и вынужденное излучение. Инверсная заселенность и условия Бернара-Дюрафура.
 2. Частотная зависимость магнитной восприимчивости.

1. Униполярные транзисторные структуры: с управляющим p-n переходом, с изолированным затвором, с затвором Шоттки. Устройство, принцип действия. ПЗУ на МОП-транзисторах. ПЗС и ФотоПЗС.
2. Намагничивание и перемангничивание. Магнитный гистерезис.

1. Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках. Поглощение свободными носителями заряда.
2. Упорядочение в ансамбле обменно-связанных атомов. Модель молекулярного поля Вейсса. Температура Кюри.

1. Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках. Межзонное поглощение, примесное поглощение.
2. Технология изготовления ферритов. Влияние поликристалличности на электрические и магнитные свойства ферритов.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ СПЕЦПРАКТИКУМА «ФИЗИКА ПОЛУПРОВОДНИКОВ»

1. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.
2. Эффект Холла.
3. Внутренний фотоэффект в однородных полупроводниках.
4. Полупроводниковый инжекционный лазер.
5. Контактные явления в полупроводниках. Вольт-амперные характеристики диода и фотодиода.
6. Биполярный транзистор.
7. Полевой транзистор.
8. Туннельный диод.