

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное учреждение
высшего профессионального образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Физика магнитных материалов и полупроводников БЗ.ДВ.6

Направление подготовки: 011200.62 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Парфенов В.В.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Тагиров Л. Р.

Протокол заседания кафедры No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No ____ от " ____ " _____ 201__ г

Регистрационный No 631614

Казань

2014

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Парфенов В.В. Кафедра физики твердого тела Отделение физики , Viktor.Parfenov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

ознакомление студентов с физическими свойствами важнейших материалов электронной техники - магнетиков и полупроводников. Лекционный курс сопровождается лабораторными спецпрактикумами "Полупроводни-ковые материалы" и "Магнитные материалы"

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел " Б3.ДВ.6 Профессиональный" основной образовательной программы 011200.62 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

является дисциплиной по выбору модуля "Общая физика" профессионального цикла (блок Б.3ДВ6) дисциплин подготовки студентов по направлению подготовки "Физика"

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-3 (профессиональные компетенции)	способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-3 (профессиональные компетенции)	готовностью применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований
ПК-4 (профессиональные компетенции)	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин
ПК-5 (профессиональные компетенции)	способностью пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

о механизмах переноса носителей заряда в полупроводниках и полупроводниковых приборах; о фотоэлектрических, оптических и люминесцентных явлениях в полупроводниках; механизме обменных взаимодействий в магнитных материалах; структурах и типах магнитного упорядочения магнитных материалов

2. должен уметь:

измерять на современном оборудовании физические параметры полупроводниковых и магнитных материалов и приборов на их основе

3. должен владеть:

современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований;

способностью участвовать в подготовке и составлении научной документации по установленной форме

4. должен демонстрировать способность и готовность:

- системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных(ые) единиц(ы) 216 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 7 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетическое явления . Диффузия носителей заряда.	7	1-6	18	18	0	контрольная работа реферат
2.	Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений	7	7-10	12	12	0	контрольная работа реферат

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
3.	Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.	7	11-14	12	12	0	реферат
4.	Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемангничивание.	7	15-18	12	12	0	контрольная работа реферат
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	экзамен
	Итого			54	54	0	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетическое явления . Диффузия носителей заряда.

лекционное занятие (18 часа(ов)):

Расчет электронной структуры твердого тела в приближении сильной связи. Эффективная масса. Зонная структура основных полупроводниковых материалов. Прямозонные и непрямозонные полупроводники. Неквадратичный закон дисперсии. Модель Кейна. Статистика носителей заряда в собственном и примесном полупроводнике. Вырожденные и компенсированные полупроводники. Неравновесная функция распределения. Кинетическое уравнение Больцмана. Решение КУБ в приближении времени релаксации. Электропроводность и подвижность. Механизмы рассеяния носителей заряда. Упругое и неупругое рассеяние. Горячие электроны. Эффект Ганна. Уравнение непрерывности. Линейная и квадратичная рекомбинация. Время жизни неравновесных носителей заряда. Модель Шокли-Рида. Способы влияния на величину времени жизни. Диффузия носителей заряда (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (18 часа(ов)):

Экспериментальное исследование температурных зависимостей электропроводности, концентрации носителей заряда и их подвижности. Экспериментальное исследование времени жизни неравновесных носителей заряда (ПК-3, ПК-5).

Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Работа выхода. P-n переход в состоянии ТДР. Связь геометрических параметров перехода со свойствами полупроводников, его составляющих. Гетероструктуры. Выпрямление на p-n переходе. ВАХ тонкого и толстого диодов. Туннельный диод. Биполярные и полевые транзисторы. Поглощение электромагнитного излучения в полупроводниках. Внутризонное, межзонное и экситонное поглощение. Люминесценция полупроводников. Спонтанное и вынужденное излучение. Условие Бернара-Дюрафура. Индуцированное излучение в резонаторе . (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (12 часа(ов)):

Экспериментальное исследование работы полупроводниковых диодов, транзисторов, электролюминесцентных приборов (ПК-3, ПК-5).

Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Обменное взаимодействие, его природа. Механизмы обменного взаимодействия. Модель молекулярного поля Вейсса. Антиферромагнетики. Косвенное обменное взаимодействие. Модель Крамерса-Андерсена. Оксидные магнетики. Ферриты-шпинели, ферриты-гранаты, ортоферриты и гексаферриты. Структура, катионное распределение и свойства. Влияние диамагнитного замещения на магнитные свойства твердых растворов ферритов (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (12 часа(ов)):

Экспериментальное исследование магнитного фазового перехода в ферримагнетике (ПК-3, ПК-5).

Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемагничивание.

лекционное занятие (12 часа(ов)):

Магнитная анизотропия. Магнитокристаллическая, магнитоупругая и магнитостатическая анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемагничивание. Манганиты редкоземельных элементов. Гигантское магнитосопротивление в РЗЭ манганитах. Магнитооптические явления в магнетиках, Эффекты Фарадея и Керра (ОПК-3, ПК-1, ПК-4).

практическое занятие (12 часа(ов)):

Экспериментальное исследование процессов намагничивания и перемагничивания ферро- и ферримагнетиков (ПК-3, ПК-5).

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетические явления. Диффузия носителей заряда.	7	1-6	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к реферату	16	реферат
2.	Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений	7	7-10	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к реферату	16	реферат
3.	Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.	7	11-14	подготовка к реферату	16	реферат

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемангничивание.	7	15-18	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
				подготовка к реферату	12	реферат
	Итого				72	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

лекции, лабораторные и практические занятия, Интерактивные методы работы постоянное взаимодействие между преподавателем и студентом в процессе обучения, самостоятельная работа студента (выполнение индивидуальных домашних заданий), консультации

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Зонная структура полупроводниковых материалов. Статистика носителей заряда в полупроводниках. Кинетическое явления . Диффузия носителей заряда.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Эффективная масса.Прямозонные и непрямозонные полупроводники. 2. Статистика носителей заряда в собственном и примесном полупроводнике. 3. Решение КУБ в приближении времени релаксации. Электропроводность и подвижность. 4. Горячие электроны. Эффект Ганна.

реферат , примерные темы:

"Время жизни неравновесных носителей заряда при рекомбинации через глубокие центры" (ОПК-3), "Время релаксации носителей заряда при рассеянии на акустических фононах" , (ПК-1, ПК-4). "Время релаксации носителей заряда при рассеянии на ионизированных примесях" (ПК-1), "Легирование п/п методом ионной имплантации" (ПК-3), "Методы расчета зонной структуры полупроводников" (ПК-1),

Тема 2. Контактные явления в полупроводниках и приборы на основе контактных явлений

контрольная работа , примерные вопросы:

1.Работа выхода. Р-п переход в состоянии ТДР. 2. Выпрямление на р-п переходе. ВАХ тонкого и толстого диодов. 3. Биполярные и полевые транзисторы. 3 Спонтанное и вынужденное излучение. Условие Бернара-Дюрафура. 4. Индуцированное излучение в резонаторе

реферат , примерные темы:

"Биполярные транзисторные структуры" (ПК-3,ПК-5), "Униполярные транзисторные структуры"(ПК-3,ПК-5) "Тиристоры, управляемые тиристоры, симмисторы", (ПК-3,ПК-5) "Пути уменьшения порогового тока в инжекционных лазерах"(ПК-1),

Тема 3. Обменное взаимодействие. Модель молекулярного поля Вейсса. Ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики.

реферат , примерные темы:

"Влияние диамагнитного замещения на магнитные свойства твердых растворов феррошпинелей"(ПК-1,ПК-4), "Магнитооптические носители информации на ЦМД"(ПК-3,ПК-5), "Кинетический обмен. Модель Зинера"(ПК-1,ПК-4),

Тема 4. Магнитная анизотропия. Доменная структура магнетиков. Намагничивание и перемангничивание.

контрольная работа , примерные вопросы:

1 Модель молекулярного поля Вейсса. 2. Ферриты-шпинели, ферриты-гранаты, ортоферриты и гексаферриты. Структура, катионное распределение и свойства. 3. Магнитная анизотропия. Магнитокристаллическая, магнитоупругая и магнитостатическая анизотропия. Доменная структура магнетиков.

реферат , примерные темы:

"Мощные постоянные магниты на основе интерметаллидов (Nd-Fe-B и др.)"(ПК-3,ПК-5),
"Двухцентровые оптические переходы в МО спектрах"(ПК-1,ПК-4), "Модели ГМС в манганитах"(ПК-1,ПК-4)

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к экзамену:

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 P3Э манганитах.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Физика магнитных материалов и полупроводников" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Спецпрактикум "Магнитные материалы и гетероструктуры"

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.62 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Парфенов В.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Деминов Р.Г. _____

"__" _____ 201__ г.