

**ГОУ ВПО РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ
(СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ**

Составлен в соответствии с государственными требованиями к минимуму содержания и уровню подготовки выпускников по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника и Положением «Об УМКД РАУ».



УТВЕРЖДАЮ:

**Директор
А.А. Саркисян**

«21» июля 2023г.

Инженерно-физический институт

Кафедра: Общей физики и квантовых наноструктур

Автор(ы): д.ф.-м.н., профессор Арутюнян Володя Артаваздович

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Дисциплина: Б1.В.08 «Кинетические явления в полупроводниках»

Направление: 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»

1. Аннотация

Программа спец. курса соответствует гос. стандарту направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника. По дисциплине предусмотрены лекции и практические занятия по решению задач.

Цель преподавания дисциплины: Цель данного курса – дать базовые знания по кинетические явлениям в полупроводниках, т.к. они являются основой для прикладного использования полупроводников. Поэтому у студентов данной специальности возникает необходимость в рассмотрении основных закономерностей протекающих процессов в полупроводниках при различных конкретных физических условиях.

Учебная задача: Задачей дисциплины является изучение основных физических явлений, возникающих в полупроводниках при воздействии электрических и магнитных полей. Изложение материала базируется на фундаментальных физических соотношениях, описывающих механизмы переноса носителей заряда. Описаны области применения известных кинетических эффектов для практических целей.

Основные методы проведения занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Список литературы: содержит 4 наименований книг и монографий; этот список поможет студентам освоить и создать свой профессиональный исследовательский инструментарий, обеспечить целостность обучения.

Краткое содержание курса: кинетическое уравнение Больцмана; время релаксации; эффективное сечение рассеяния; типы центров рассеяния, кинетическое уравнение в кристалле; рассеяние на акустических колебаниях решетки; теория деформационного потенциала в кубических кристаллах; рассеяние на заряженных и нейтральных атомах примесей, на оптических колебаниях решетки; электропроводность полупроводников; зависимость подвижности носителей заряда от температуры; гальваномагнитные явления, эффект Холла; термоэлектрические явления, теплопроводность полупроводников; термомагнитные эффекты; гальваномагнитные эффекты; полупроводники в сильном электрическом поле.

Взаимосвязь с другими дисциплинами специальности: Курс базируется на курсах квантовой механики, физики твердого тела и физических основ электроники.

2. Требования к исходным уровням знаний и умений студентов

Знать: дисциплина базируется на курсах статистической физики, квантовой механики, физики твердого тела. Для успешного освоения дисциплины необходимы следующие знания: основы квантовой статистики; основы зонной теории твердого тела;

Уметь: вычислять характеристические величины полупроводников, оперировать основными уравнениями теории рассеяния

Владеть: достаточными теоретическими знаниями основ кинетики полупроводников для дальнейшей самостоятельной работы в области полупроводниковой электроники.

Для усвоения данной дисциплины у студентов должна быть устойчивая база знаний, изученных на предыдущем курсе дисциплин: Курс общей физики, теоретическая физики, Физика твердого тела, Квантовая теория твердого тела.

3. Цель и задачи дисциплины

Дать базовые знания по кинетические явлениям в полупроводниках, т.к. они являются основой для прикладного использования полупроводников. Поэтому у студентов данной специальности возникает необходимость в рассмотрении основных закономерностей протекающих процессов в полупроводниках при различных конкретных физических условиях

4. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: основные механизмы рассеяния носителей заряда в полупроводниках; особенности прохождения кинетических эффектов в полупроводниках с неравновесными концентрациями свободных носителей заряда;

Уметь: пользоваться основными формулами для оценок величин, характеризующих кинетические явления в полупроводниках и неравновесные носители заряда, уметь проводить соответствующие расчеты

Владеть: обладать достаточными теоретическими знаниями основ кинетики полупроводников для дальнейшей самостоятельной работы в области полупроводниковой электроники.

5. Трудоемкости дисциплины и видов учебной работы по учебному плану

Виды учебной работы	Всего (ак. час)
<i>Общая трудоемкость изучения дисциплины, в т.ч.:</i>	216 (6 кр.)
1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	86
1.1. Лекционные занятия	52
1.2. Семинарские занятия	-
1.3. Практические занятия	34
1.4. Лабораторные работы	-
2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	94
2.1. Контактная самостоятельная работа	-
2.2. Бесконтактная самостоятельная работа	94
<i>Итоговый контроль</i>	<i>Экзамен 36</i>

6. Распределение весов по формам контроля

Веса и формы контролей	Вес форм текущих контролей в результирующей оценке текущего контроля			Вес форм промежуточных контролей и результирующей оценки текущего контроля в итоговой оценке промежуточного контроля			Вес итоговых оценок промежуточных контролей в результирующей оценке промежуточного контроля	Вес результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1	M2	M3	M1	M2	M3		
Вид учебной работы/ контроля								
Контрольная работа				0	1	1		
Тест								
Курсовая работа								
Лабораторные работы								
Письменные домашние задания	0	0	0					
Эссе								
Семинар	0	0	0					
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках соответствующих промежуточных контролей				0	0	0		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0,5	
Вес итоговой оценки 3-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0,5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0,5
Вес оценки экзамена/зачета в результирующей оценке итогового контроля								0,5
	$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$	$\Sigma = 0$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

7. Содержание дисциплины

7.1 Тематический план и трудоемкости аудиторных занятий

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекционные занятия (ак. часов)	Семинарские занятия (ак. часов)	Практические занятия (ак. часов)	Лабораторные работы (ак. часов)
1	2	3	4	5	6
1. МОДУЛЬ 1.	86	52	-	34	-
1. КИНЕТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ БОЛЬЦМАНА И МЕХАНИЗМЫ РАССЕЯНИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА			-		-
1.1. Кинетическое уравнение Больцмана		4	-	2	-
1.2. Время релаксации		3		2	-
1.3. Эффективное сечение рассеяния. Типы центров рассеяния		3	-	2	-
1.4. Рассеяние на ионах примеси		4	-	3	-
1.5. Рассеяние на атомах примеси и дислокациях		3	-	3	-
1.6. Рассеяние на тепловых колебаниях решетки		4	-	2	-
2. АНАЛИЗ КИНЕТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ			-		-
2.1. Электропроводность полупроводников		4	-	3	-
2.2. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры		4	-	3	-
2.3. Гальваномагнитные явления. Эффект Холла		4	-	4	-
2.4. Термоэлектрические явления		3	-	2	-
2.5. Теплопроводность полупроводников		4	-	4	-
2.6. Терромагнитные эффекты		4	-	2	-
2.7. Гальваномагнитные эффекты		4	-	4	-
2.8. Полупроводники в сильном электрическом поле		4	-	2	-
ИТОГО	86	52	-	34	-

7.2 Содержание разделов и тем дисциплины

КИНЕТИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ БОЛЬЦМАНА И МЕХАНИЗМЫ РАССЕЯНИЯ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА

Кинетическое уравнение Больцмана. Время релаксации. Эффективное сечение рассеяния. Типы центров рассеяния. Рассеяние на ионах примеси. Рассеяние на атомах примеси и дислокациях.

Рассеяние на тепловых колебаниях решетки

АНАЛИЗ КИНЕТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Электропроводность полупроводников. Зависимость подвижности носителей заряда от температуры. Гальваномагнитные явления. Эффект Холла. Термоэлектрические явления.

Теплопроводность полупроводников. Терромагнитные эффекты. Гальваномагнитные эффекты

Полупроводники в сильном электрическом поле.

7.3 Экзаменационные вопросы

1. Что такое кинетические явления?
2. Какое уравнение принято называть кинетическим уравнением Больцмана?
3. Зачем вводится приближение времени релаксации?
4. На чем рассеиваются свободные носители заряда?
5. Какое рассеяние называется упругим?
6. Какой основной вид рассеяния при низких температурах?
7. По какой формуле рассчитывается результирующее (эффективное) время релаксации при одновременном действии нескольких механизмов рассеяния?
8. В чем сущность эффекта Холла в ограниченном полупроводнике?
9. Что такое магниторезистивный эффект?
10. Какие эффекты называются гальванотермомагнитными?
11. Какая составляющая теплопроводности полупроводников рассматривается в кинетических явлениях?
12. В чем сущность явления Зеебека?
13. Какие явления называются термомагнитными?
14. Какие носители называются неравновесными?
15. Как выглядит уравнение непрерывности для свободных носителей заряда?
16. Что такое среднее время жизни неравновесных носителей заряда?
17. Что такое приближение квазинейтральности?

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Рекомендуемая литература

а) Основная литература

1. Ансельм А.И. Введение в теорию полупроводников. М., Наука, 1978.
2. Аскеров Б.М. Электронные явления переноса в полупроводниках. М.: Наука. – 1985
3. Бонч-Бруевич В.Л., Калашников С.Г. Физика полупроводников. М., Наука, 1990.

б) Дополнительная литература

Зеегер К. Физика полупроводников. М., Мир, 1977.

8.2. Программные средства освоения дисциплины

Mathematica 8.0

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины