

ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ЭКЗАМЕНА В МАГИСТРАТУРУ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ  
11.04.04 – «Электроника и нанoeлектроника»

Санкт-Петербург

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### Раздел 1. Материалы электронной техники.

1. Физическая природа электропроводности металлов. Законы Ома, Джоуля-Ленца, Видема-на-Франца. Металлы с высокой электрической проводимостью.

2. Влияние примесей и структурных дефектов на удельное сопротивление металлов. Металлические сплавы, зависимость электрических свойств от состава.

3. Электропроводность тонких металлических пленок, размерные эффекты. Взаимосвязь электрических свойств со структурой и толщиной пленок.

4. Явление сверхпроводимости и основные свойства сверхпроводящих материалов. Наиболее характерные применения сверхпроводников.

5. Статистика носителей заряда в собственном и примесном полупроводниках. Модельные представления электропроводности полупроводников.

6. Основные механизмы рассеяния электронов и дырок в полупроводниках. Температурная зависимость подвижности носителей заряда.

7. Влияние температуры на удельную проводимость полупроводников, роль примесей и дефектов структуры.

8. Основные механизмы рекомбинации носителей заряда в полупроводниках. Понятие о времени жизни и диффузионной длине неравновесных носителей заряда.

9. Классификация полупроводниковых материалов, краткая характеристика их свойств и наиболее характерные применения.

10. Виды деформационной и релаксационной поляризации диэлектриков.

11. Природа диэлектрических потерь и основные параметры, их характеризующие. Эквивалентные схемы диэлектрика с потерями.

12. Закономерности пробоя газов и твердых диэлектриков. Основные признаки и условия проявления различных механизмов пробоя.

13. Активные и пассивные диэлектрики, их классификация по составу, строению и свойствам. Наиболее характерные области применения.

14. Физическая природа ферромагнитного состояния вещества. Влияние температуры на магнитные свойства материалов.

### **Литература**

1. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т.1 Проводники, полупроводники, диэлектрики: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.С.Сорокин, Б.Л.Антипов, Н.П.Лазарева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. ISBN 5-7695-2785-4

2. Материалы и элементы электронной техники. В 2 т. Т.2 Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.С.Сорокин, Б.Л.Антипов, Н.П.Лазарева. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. ISBN 5-7695-2780-3

3. Антипов Б.Л., Сорокин В.С., Терехов В.А. Материалы электронной техники. Вопросы и задачи. Учебное пособие. - 3-е изд. - СПб.: Лань, 2003.

### **Раздел 2. Вакуумная и плазменная электроника**

1. Основные виды эмиссии электронов с поверхности твердого тела (термоэлектронная, автоэлектронная, вторичная электронная, вторичная ионноэлектронная, взрывная, фотоэлектронная).

2. Методы формирования потоков заряженных частиц на примере электронных потоков (неинтенсивные потоки, интенсивные потоки).

3. Транспортировка потоков заряженных частиц с способы ограничения их поперечных размеров.

4. Закон степени  $3/2$  и его значение для приборов вакуумной и плазменной электроники.

5. Методы управления параметрами потоков заряженных частиц (электронные и ионные потоки).

6. Методы преобразования кинетической энергии потоков заряженных частиц в другие виды энергии.
7. Ионизованный газ и плазма, определение понятия «Плазма».
8. Элементарные процессы в плазме и на пограничных поверхностях.
9. Основные методы генерации плазмы.
10. Возбуждение самостоятельных разрядов, кривые Пашена.
11. Модели для описания свойств плазмы положительного столба разряда.
12. Зондовые методы диагностики плазмы.

### **Литература**

1. Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2004.
2. Барченко В.Т. Плазменные приборы и устройства на базе тлеющего разряда, СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2002.
3. Вакуумная и плазменная электроника: Методические указания по дисциплине «Вакуумная и плазменная электроника» для студентов заочной формы обучения / Сост.: В.Т. Барченко, С.М. Мовнин, А.К. Шануренко. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2007.

### **Раздел 3. Твердотельная электроника**

1. Явления переноса в твердых телах. Подвижность и диффузия носителей заряда.
2. Выпрямляющий контакт металл-полупроводник. Энергетическая диаграмма контакта, ВАХ. Омический контакт металл-полупроводник
3. Свойства контакта  $p - n$  ( $p - n$  переход).
4. Диоды на основе  $p - n$  перехода. Выпрямительный диод, стабилитрон, варактор,  $pin$ - диод. Особенности ВЧ и СВЧ диодов.
5. Туннельный диод. Структура, основные характеристики.

## Обращенный диод

6. Конструкция и принцип действия биполярного транзистора
7. Основные режимы работы биполярного транзистора. Схема с общей базой, с общим эмиттером. Частотные свойства.
8. Структура и принцип действия тиристора. Эффекты  $dI/dt$  и  $dU/dt$ .
9. Структура и принцип действия полевого транзистора с затвором Шоттки (ПТШ)
10. Полевые транзисторы с управляющим p – n переходом
11. Поверхностные эффекты. МДП структура и приборы на ее основе
12. Структура и принцип действия МДП транзистора с индуцированным n-каналом. Основные характеристики. Пороговое напряжение. Быстродействие МДП транзисторов.
13. Принцип действия лавинно-пролетных (ЛПД) и инжекционнопролетных (ИПД) диодов.
14. Гетероструктура – особенности и основные свойства. Зонная диаграмма изотипных и анизотипных гетеропереходов. Основные применения гетероструктур в твердотельной электронике.
15. Полевой транзистор с высокой подвижностью электронов (НЕМТ).
16. Гетеробиполярные транзисторы (ГБТ).
17. Основные типы полупроводниковых фотоприемников.

## Конструкция, основные характеристики

18. Принцип действия солнечных батарей. Принцип действия детекторов ядерных частиц. Триодные фотодетекторы.
19. Светодиоды и лазеры на основе широкозонных полупроводников.
20. Полупроводниковые датчики температуры, давления, электрического и магнитного полей.

## **Литература**

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. СПб.: Лань.- 2009.- 480 с.
2. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008
3. Гуртов В.А. Твердотельная электроника. Учебное пособие. М.: Техносфера.- 2005
4. Зи С.М. Физика полупроводниковых приборов / Перев. с англ.. Кн. 1-2. – М.: Мир.- 1984

## **Раздел 4. Микро- и нанoeлектроника**

1. Основные типы ИМС и конструкторско-технологические особенности их изготовления.
2. Физические ограничения на уменьшение размеров активных элементов ИС и степень их интеграции.
3. Технологические факторы, определяющие предельные возможности микроэлектроники. Ограничения современных литографических методик и перспективные методы повышения их разрешающей способности.
4. Методы изоляции элементов ИМС. Структуры «кремний на изоляторе» и «кремний на сапфире».
5. Интегральные пассивные и активные элементы ИМС. Особенности микроэлектронных схем, изготовленных методами планарной, изопланарной и гибридной технологий.
6. Транзисторные ключи на биполярных и МДП-транзисторах. Ключи на комплементарных МДП-структурах как основа для построения микромощных схем.
7. Примеры схемотехнических решений ИМС на основе полевых транзисторов. Базовые логические схемы.
8. Транзисторно-транзисторные структуры и элементы с эмиттерной связью. Логическая ячейка на элементах с инжекционным питанием.

9. Биполярные и МДП-элементы для интегральных операционных усилителей.

10. Схемы памяти. Запоминающие ячейки оперативной памяти.

Постоянные запоминающие устройства. Флэш-память.

11. Основные компоненты и характеристики интегральных схем СВЧдиапазона.

12. Современные тенденции развития элементов интегральных схем и ИМС.

### **Литература**

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы - Изд. 8-е, испр. – СПб.: Лань.- 2009. - 480 с.

2. Ефимов И.Е., Козырь И.Я. Основы микроэлектроники.- СПб.: Лань, 2008.- 384 с.

3. Барыбин А.А. Электроника и микроэлектроника. Физикотехнологические основы.- М.: ФИЗМАТЛИТ.- 2008.- 424 с.

4. Александров О.В. Технологические процессы изготовления СБИС – СПб.: Изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ» 2005 г.

5. Вендик О.Г., Зубко С.П. Микроэлектроника: Учеб. пособие – СПб.: Изд. СПбГЭТУ «ЛЭТИ».- 2004 г.

6. Степаненко И.П. Основы микроэлектроники - М. : Лаб. Базовых Знаний, 2003. - 488 с.

7. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники.- М.: Высшее образование.- 2009.- 464 с.

8. Мишин Г.Т. Современная аналоговая микроэлектроника. Теория и практика.

9. Кучумов А.И. Электроника и схемотехника.- М.: Гелиос-АРВ.- 2004

### **Раздел 5. Квантовая и оптическая электроника**

1. Способы описания электромагнитного излучения оптического диапазона.

2. Квантовые переходы. Спонтанное и вынужденное излучение.

Коэффициенты Эйнштейна.

3. Механизмы уширения спектральных линий.

4. Рассеяние света.

5. Принцип работы квантовых усилителей и генераторов. Схемы работы лазеров.

6. Методы возбуждения активной среды (накачка).

7. Оптические резонаторы. Их основные типы и особенности.

8. Условие самовозбуждения и насыщение усиления.

9. Нестационарная генерация, модуляции добротности и синхронизация мод.

10. Квантовые генераторы СВЧ-диапазона.

11. Газовые лазеры.

12. Твердотельные и жидкостные лазеры. Перестраиваемые лазеры.

13. Волоконные лазеры.

14. Светоизлучающие диоды (СИД). Параметры и характеристики. Эффективность СИД. Белые светодиоды.

15. Полупроводниковые лазеры. Полосковый лазер. Лазеры на основе двойной гетероструктуры с отдельным ограничением (РО ДГС) и лазеры с распределенной обратной связью (РОС-лазеры).

16. Фотоприёмники, их виды, принципы действия, устройство.

17. Фоторезисторы, фотодиоды и их основные параметры и характеристики.

18. Оптические методы передачи и обработки информации, их особенности.

## **Литература**



1. Пихтин А.Н. Оптическая и квантовая электроника., учебник. - М., «Высшая школа», 2012 г
2. Панов М.Ф., Соломонов А.В., Филатов Ю.В. Физические основы интегральной оптики. – М.: ИД «Академия».- 2010.- 427 с.
3. Ишанин Г.Г. Приемники излучения, учебное пособие для вузов – СПб.- Папирус.- 2003 г.
4. Тарасов С.А., Пихтин А.Н. Полупроводниковые оптоэлектронные приборы. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ».- 2008 г.

### **Методика оценивания экзаменационной работы.**

Экзамен проводится в дистанционной форме. Экзаменационное задание состоит из 50 тестовых вопросов. Один правильный ответ на тестовый вопрос оценивается в 2 балл. Максимальная суммарная оценка составляет 100 баллов. Продолжительность экзамена — 60 минут.

Председатель Методического совета  
по направлению 11.04.04

«Электроника и нанoeлектроника»

Л.А. Марасина