

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

**«Утверждаю»  
Директор ИРЭ**

\_\_\_\_\_ **Р.С. Куликов**

**Директор ИЭТЭ**

\_\_\_\_\_ **М.Я. Погребисский**

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
ДЛЯ ПОСТУПАЮЩИХ В МАГИСТРАТУРУ**

**Направление подготовки:  
11.04.04 Электроника и наноэлектроника**

**Москва, 2022 год**

## **1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЧАСТИ**

### **Твердотельная электроника**

Собственные и легированные полупроводники. Уравнение электронейтральности.

Электронная и дырочная проводимости. Подвижность.

Неравновесные носители заряда: генерация, рекомбинация. Время максвелловской релаксации. Время жизни носителей. Механизмы рекомбинации. Скорость поверхностной рекомбинации.

Диффузионные и дрейфовые токи.

Полупроводниковые приборы, основанные на использовании электрических свойств электронно-дырочных переходов и контактов металл - полупроводник. Биполярные транзисторы и тиристоры: разновидности приборов, их принцип действия, основные параметры и характеристики, области применения.

Полевые транзисторы, их принцип действия, основные параметры и характеристики, области применения

### **Нанoeлектроника**

Квантовые ямы. Энергетический спектр квантово-размерной структуры. Инверсионные слои в кремниевых структурах. Типы низкоразмерных систем. Гетероструктура. Гетеропереходы. Квантовые нити, точки и боксы. Сверхрешетки. Фуллерены, нанотрубки и графен. Особенности квантового транспорта носителей в двумерном электронном газе. Классический, квантовый целочисленный и дробный эффекты Холла в двумерном электронном газе. Эталон сопротивления на основе квантового эффекта Холла.

Литография и нанолитография. Электронно-лучевая, ионная и зондовая литографии. Молекулярно-лучевая и газофазная эпитаксия. Самоорганизация квантовых точек и нитей. Использование туннельного микроскопа для получения структур с нанометровыми размерами.

Лазеры на квантовых ямах и точках. Транзисторы на горячих электронах (HEMT-транзисторы).

## **2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОФИЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ**

### **2.1. Магистерская программа: Полупроводниковые материалы и структуры**

Полупроводниковые кристаллические материалы в микроэлектронике. Энергетический спектр электронов и плотность электронных состояний низкоразмерных объектов.

Структуры с двумерным электронным газом (квантовые ямы) и квантовые сверхрешетки. Основные технологические приемы формирования наноструктур.

Физические и математические модели приборов и устройств электроники.

Поверхность твердых тел. Термодинамический подход при анализе свойств поверхности.

Базовые технологий изготовления активных и пассивных микроэлектронных компонентов и устройств.

Надежность электронных компонентов и интегральных схем на их основе.  
Одно- и двухмерное моделирование технологических процессов.  
Получение, свойства и применение ферритов. Магнитные керамические материалы.  
Ферриты для устройств СВЧ. Оксидные магнитные материалы на основе шпинелей.  
Высокотемпературная сверхпроводимость на основе сложных оксидных систем.

## **2.2. Магистерская программа: Промышленная электроника и микропроцессорная техника**

Основные схемы одно- и трехфазных выпрямителей. Работа однофазных выпрямителей на активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузки, на нагрузку, содержащую противо-ЭДС и индуктивность. Трехфазный мостовой выпрямитель. Трехфазный выпрямитель с нулевым выводом. Трехфазные управляемые выпрямители. Внешняя характеристика выпрямителя при различном числе одновременно работающих вентилях. Коэффициент мощности источника переменного тока при управляемом и неуправляемом режимах работы выпрямителя.

Импульсные методы регулирования напряжения (тока) – широтно- и частотно-импульсное регулирование. Импульсные регуляторы I, II и III родов, их регулировочные характеристики. Однофазный автономный инвертор напряжения и способы управления. Трехфазный автономный инвертор напряжения и способы управления.

## **2.3. Магистерская программа: Твердотельная микро- и нанoeлектроника**

КМОП-микросхемы. Передаточная характеристика. Потребляемая мощность. Время задержки распространения сигнала. Время нарастания переднего и спада заднего фронтов. «Гонки» сигналов в цифровых интегральных схемах. Максимальная частота работы схемы. Время установки и время удержания для триггеров.

Способы представления численной информации: двоичная, десятичная и шестнадцатеричная системы счисления. Основы алгебры логики. Синтез комбинационных цифровых устройств. Дизъюнктивная нормальная функция. Совершенная дизъюнктивная нормальная функция (СДНФ). Минимизация логических выражений. Карты Карно.

Синтез комбинационных схем. Шифраторы, дешифраторы, мультиплексоры, демультиплексоры, преобразователи кодов, полусумматоры, полные сумматоры. Сумматоры с ускоренным переносом.

Триггерные устройства: RS-триггер, JK-триггер, статический D-триггер (триггер-защёлка). Динамический D-триггер (D-flipflop, срабатывающий по переднему или по заднему фронту). Синхронный и асинхронный сбросы.

Последовательная логика. Суммирующие счётчики. Вычитающие счётчики. Реверсивные счётчики. Счётчики с заданным коэффициентом счёта K. Регистры. Регистры с параллельной записью и параллельным выводом. Сдвиговые регистры. Логический и арифметический сдвиги. Кольцевые сдвиговые регистры (barrel shifter).

Конечные автоматы. Автоматы Мура и Мили. Граф переходов. Кодирование состояний: код Грэя, код Джонсона, унарный код, бинарный код. Требование к синхронизации.

Фотоэлектрические эффекты, поглощение фотонов: собственная фотопроводимость, примесная фотопроводимость. Спектральная зависимость коэффициента поглощения.

Закон Бугера-Ламберта-Бера. Соотношение интегральных коэффициентов поглощения, пропускания и отражения.

#### **2.4. Магистерская программа: Теоретическая и прикладная светотехника**

Законы распространения оптического излучения. Светотехнические расчеты. Основы теории светового поля. Уравнение глобального освещения. Метод радиосигнатур и трассировки лучей. Компьютерные методы моделирования освещения.

Основные этапы восприятия и преобразования зрительной информации. Зрительные функции. Модели пороговой чувствительности глаза. Колориметрические системы и расчеты.

Параметры и характеристики приёмников оптического излучения. Принципы и приборы для фотометрических измерений. Спектральные и колориметрические измерения.

Механизмы генерации оптического излучения. Классификация и характеристики источников оптического излучения.

Виды и характеристики осветительных приборов. Светотехнические материалы. Технические требования и стандартизация осветительных приборов. Основы расчета и конструирования осветительных приборов.

Принципы нормирования осветительных установок. Качественные характеристики освещения. Проектирование и расчет осветительных установок. Системы управления освещением. Архитектурные параметры среды. Законы эстетики и гармонии в светодизайне.

#### **2.5. Магистерская программа: Лазерная и оптическая измерительная электроника**

Дифракция в приближениях Фраунгофера и Френеля. Дифракция излучения на круглом и прямоугольном отверстии. Условие минимума и максимума. Дифракция на щели и на решетке. Дифракционная расходимость. Ближняя и дальняя зоны.

Расчет параметров интерференционной картины (ИК) при интерференции плоских и сферических волн. Условие наблюдения максимума и минимума интерференции. Видимость ИК.

Поляризация электромагнитных волн. Способы описания состояния поляризации. Поляризационные оптические элементы. Расчет преобразования состояния поляризации. Формулы Френеля.

Расчёт характеристик излучения, прошедшего через оптическую систему в приближении геометрической оптики. Кардинальные элементы оптической системы. Увеличение оптической системы.

### **3. Литература**

1. Шалимова К.В. /Физика полупроводников. СПб. : изд. Лань. 2010. 384 с.
2. Твёрдотельная электроника: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений/[Э.Н. Воронков, А.М. Гуляев, И.Н. Мирошникова, Н.А. Чарыков]. – М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 320 с.

3. Старосельский В.И. Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники: учеб. пособие/ - М.: Высшее образование; Юрайт-Издат, 2009. – 463 с.
4. Щука А.А. Вакуумная и плазменная электроника, ч.1. изд-во Юрайт, 2016. – 171с.
5. Сигов А.С., Нефедов В.И., Щука А.А.. Электроника. – М.: Высшая школа, 2011. – 752с.
6. Электровакуумная, плазменная и квантовая электроника. Т1. Базовые лекции по электронике. Под ред. В. М. Пролейко. М.: Техносфера, 2009 г, 353 с.
7. Борисенко С.И.. Физика полупроводниковых наноструктур: учебное пособие / – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.–115 с.
8. Кузнецов М.В. Современные методы исследования поверхности твердых тел: фотоэлектронная спектроскопия и дифракция, СТМ-микроскопия. Институт твердого тела УрО РАН, Екатеринбург, 2010, 43 с.
9. Электроника. Часть 2. Микроэлектроника : учебник для академического бакалавриата, для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / А. А. Щука ; Ред. А. С. Сигов . – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Юрайт, 2016 . – 326 с.
10. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. Учебник для ВУЗов. – М.: Альянс, 2008. – 496 с. ISBN 978-5-903034-34-5
11. Гусев В. Г. Гусев Ю.М. Электроника. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Высш. школа, 1991 г. – 495 с. ISBN 5-06-000681-6
12. Цифровая схемотехника (3-е изд.) -Угрюмов Е.П., - 2010 (3-е изд.)
13. Информационная оптика : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Оптотехника", "Информатика и вычисл. техника", "Электроника и микроэлектроника" / Н.Н. Евтихийев, О.А. Евтихьева, И.Н. Компанец [ и др.]; Под ред. Н.Н. Евтихьева. - М. : Изд-во МЭИ, 2000. - 610, [1] с. : ил.; 22 см.; ISBN 7-7046-0584-2