

Программа межфакультетского курса «ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННЫХ И ПЕРСПЕКТИВНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ» (осенний семестр 2020/21 учебного года, 36 часов, зачет)

Лекторы:

доцент Морозов Вячеслав Борисович,

доцент Руденко Константин Валентинович

1. Компьютеры и информация. Поколения компьютеров. Технологическая база современных компьютеров

Некоторые сведения из истории развития вычислительной техники, поколения компьютеров и их элементная база. Интегральные схемы. Экспоненциальное развитие и закон Мура. Роль полупроводниковых материалов в элементной базе современных компьютеров.

Сверхбольшие интегральные схемы, степень интеграции. Основные технологические операции. Фотолитография. Воспроизводимость параметров и минимальный топологический размер. Основные направления и перспективы развития микроэлектроники. Классические и квантовые компьютеры.

2. Электропроводность металлов и полупроводников

Краткие сведения из квантовой механики. Электроны. Спектр электронных состояний в атомах, молекулах и кристаллах. Понятие о зонной структуре. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Электронный газ. Энергия Ферми. Электроны и дырки. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Полупроводники n- и p-типа. Технологии легирования полупроводников.

3. Элементы физики полупроводников. Полупроводниковые диоды и транзисторы

Диффузия и дрейф свободных носителей заряда в металлах и полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Потенциальный барьер. Полупроводниковые диоды, их типы и быстродействие. Биполярные транзисторы. Усилитель на транзисторе. Транзисторный ключ, быстродействие. Полевые транзисторы. Планарная технология изготовления транзисторов. Транзистор в современном компьютере.

4. Элементная база современных компьютеров и вычислительных устройств

Аналоговое и цифровое представление информации. Физическое представление информации в компьютере. Двоичный код. Реализация элементарных логических функций. Основные характеристики логических элементов. Семейства логических схем. Потребляемая мощность, время задержки распространения, энергия переключения, напряжение питания, коэффициент разветвления по выходу.

5. Системный блок компьютера

Архитектура фон Неймана и обобщенная структура системного блока: микропроцессор (МП), память, шина. Основные характеристики и технология изготовления (МП). Цикл МП и его фазы. Взаимодействие МП и ОЗУ (оперативное запоминающее устройство). Режимы работы процессора: прерывание, прямой доступ к памяти, ожидание. Внутренняя структура процессора. Шины и их основные характеристики. Мультиплексирование. Мультипроцессорные и многоядерные конфигурации. Специализированные МП.

6. Полупроводниковые запоминающие устройства

Конденсатор и триггер - простейшие ячейки памяти. Энергозависимая и энергонезависимая память. Статическое и динамическое оперативное запоминающее устройство. Регенерация ОЗУ Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Элементы на основе структур с плавающим затвором. Стирание информации УФ излучением и электрическим полем. Сравнительные характеристики и перспективы типов памяти: Flash-память, RRAM, MRAM.

7. Интерфейсы ввода-вывода

Функции интерфейса ввода-вывода. Информационная, электрическая и конструктивная совместимость. Устройство типичного интерфейса. Последовательный и параллельные интерфейсы. Дуплексная и полудуплексная, синхронная и асинхронная связь. Основные

характеристики некоторых универсальных интерфейсов: RS232, CENTRONICS, USB, FireWire, Thunderbolt. Архитектура, принцип работы USB.

8. Внешняя память (использование магнитных носителей)

Физические явления в основе реализации внешней памяти. Магнитные материалы: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Температура Кюри. Магнитная память в природе. Намагниченность. Закон электромагнитной индукции. Магнитомягкие и магнитотвердые ферромагнетики. Доменная структура. История магнитной записи. Принципы записи и считывания информации на магнитных носителях. Запись цифровой информации. Жесткий диск. Магнитные носители и магнитные головки. Предельная плотность записи и скорость доступа к записанной информации. Продольная и поперечная запись. Современные жесткие диски и перспективные технологии в устройствах магнитной памяти. Твердотельные устройства внешней памяти и их перспективы как альтернативы устройств на магнитных носителях.

9. Внешняя память (использование оптических явлений)

К истории оптической памяти. Кванты света. Когерентное излучение. Понятие о лазерной генерации. Фокусировка лазерного излучения. Полупроводниковые лазеры. Компакт диск, R, RW CD, DVD, HD-DVD, Blu-ray и HD-DVD технологии. Предельная плотность записи информации в оптике. Использование света для повышения плотности записи данных на магнитных носителях. Магнитооптика. Термомагнитная запись. Перспективные технологии оптической памяти. Трехмерная оптическая память: фоторефрактивные и фотохромные материалы, голография.

10. Связь компьютера с внешней средой: ввод и вывод информации

Ввод и вывод цифровой и аналоговой информации. Цифровой метод хранения и передачи информации. Понятие о спектральном представлении сигналов. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Погрешности ЦАП и АЦП. Ввод оптического изображения в ЭВМ, приборы с зарядовой связью (CCD), фотоэффект. CCD-камера, CMOS-сенсоры. Отображение информации на твердом носителе - принтеры и плоттеры. Алфавитно-цифровые и графические принтеры. Матричные, струйные, лазерные и светодиодные принтеры. Цветная печать. 3D принтеры.

11. Связь с внешней средой: вывод визуальной информации

Принципы отображения визуальной информации. Первые индикаторы и первые мониторы на электронно-лучевой трубке (ЭЛТ). Строчная и кадровая развертка. Отображение информации о цвете. Плоские мониторы - жидкокристаллические дисплеи (LCD) и матрицы тонкопленочных транзисторов (ТФТ), плазменные (газоразрядные) мониторы (PDP), дисплеи с автоэлектронной эмиссией (FED) и углеродные наноструктуры, дисплеи на органических светодиодах (OLED), электронная бумага и др. 3D дисплеи (стереоскопические, автостереоскопические, голографические).

12. Связь с внешней средой. Линии связи

Основные современные линии связи. Физическая среда, скорость и структура канала передачи данных. Линии связи для различных частотных диапазонов. Модуляция сигнала. Кодирование информации. Модем. Двухпроводная линия. Коаксиальный кабель и витая пара. Беспроводные линии связи. Электромагнитные волны и свет. Наземная радиорелейная связь. Спутниковая связь. Каналы ближней радиосвязи WiFi, WiMAX, bluetooth. Ввод света в оптическое волокно и распространение по волокну. Одномодовые и многомодовые оптические волокна. Волоконно-оптические линии связи и их структура. Ближние и магистральные линии связи. Приемники и излучатели света для волоконно-оптических линий связи: фотодиоды и светодиоды, полупроводниковые и волоконные лазеры и усилители.

13. Современные и перспективные компьютеры. Квантовый компьютер

Перспективы развития: совершенствование технологических процессов, перспективные технологические платформы, развитие и использование квантовых технологий.

Технологические нормы и основные технологические процессы и при производстве интегральных микросхем. Возможности развития и физические ограничения. Перспективные технологии и материалы. Оптические компьютеры. Биты и кубиты. Вычисления в классических и квантовых компьютерах. Квантовые технологии и квантовые алгоритмы. Перспективы реализации квантовых компьютеров.