

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕМЕНТНОЙ БАЗЫ СОВРЕМЕННЫХ ЭВМ

Факультет ВМК, 3 и 4-й курс, 5 и 7-й семестр

Лекции 3 часа в неделю; семинары 1 час в неделю, зачет

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Поколения ЭВМ и их элементная база. Роль полупроводниковых материалов в современных ЭВМ. Преимущества интегральных схем перед дискретными элементами.
2. Технологическая база ЭВМ. Закон Мура. Фотолитография. Степень интеграции элементов и минимальный топологический размер. Соединение элементов.
3. Основные направления развития интегральных схем: кремниевые биполярные и МОП структуры, арсенид - галлиевые и металл - полупроводниковые структуры. Перспективы развития микроэлектроники.
4. Волны де Бройля, соотношение неопределенностей и волновая функция. Спектр электронных состояний атома водорода и многоэлектронных атомов. Квантовые переходы. Виды химической связи.
5. Спектр электронных состояний в атомах, молекулах и кристаллах. Разрешенные и запрещенные уровни энергии. Энергетические зоны и уровень Ферми.
6. Принципы разделения веществ на проводники (металлы), полупроводники и изоляторы (диэлектрики). Модель электронного газа. Оценка числа электронных уровней в единице объема проводника и полупроводника.
7. Полупроводники n- и p-типа. Положение уровня Ферми в электрически нейтральном полупроводнике. Технологии легирования полупроводников.
8. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Движение свободных носителей заряда в полупроводниках - диффузия и дрейф. Закон Ома, длина свободного пробега и подвижность. Уравнение непрерывности.
9. Электронно-дырочные переходы. Высота потенциального барьера. Вольт-амперная характеристика и дифференциальное сопротивление p-n-перехода. Барьерная и диффузионная емкости. Полупроводниковые диоды.
10. Типы полупроводниковых диодов и их быстродействие. Омические контакты, контакт металл - полупроводник. Диоды Шоттки.
11. Взаимодействие двух близкорасположенных электронно-дырочных переходов. Биполярные транзисторы.
12. Схемы включения биполярных транзисторов. Усиление тока и напряжения. Ключевой режим работы и быстродействие.
13. Планарная технология. Многоэмиттерные транзисторы. Полевые транзисторы. МОП структуры с изолированным затвором и их быстродействие.
14. Аналоговая и цифровая обработка информации. Физическое представление информации в ЭВМ. Двоичный код. Реализация элементарных логических функций.

15. Ключевой режим работы коммутирующего элемента. «Высокое» и «низкое» состояния логических схем. Позитивная и негативная логики.
16. Основные характеристики логических элементов. Потребляемая мощность, время задержки распространения сигнала, энергия переключения, напряжение питания, коэффициент разветвления по выходу.
17. Архитектура фон Неймана и обобщенная структура системного блока: микропроцессор (МП), память, шина.
18. Основные характеристики микропроцессора (МП): технология изготовления, напряжение питания, объем адресуемой памяти, разрядность шины данных, тактовая частота. Цикл МП и его фазы.
19. Взаимодействие микропроцессора (МП) и оперативного запоминающего устройства (ОЗУ). Способы обмена информацией между МП и внешними устройствами: синхронный, асинхронный и полусинхронный.
20. Режимы работы процессора: прерывание, прямой доступ к памяти, ожидание. Шины и их основные характеристики (ISA, VESA, AGP, PCI, PCI-E). Мультиплексирование. Внутренняя структура процессора (FSB, QPI, HyperTransport, северный и южный мост).
21. Специализированные микропроцессоры. Мультипроцессорные и многоядерные конфигурации. Супер ЭВМ.
22. Конденсатор и триггер как простейшие ячейки памяти. Энергозависимая и энергонезависимая память.
23. Энергозависимая и энергонезависимая память. Статическое оперативное запоминающее устройство (СОЗУ). Принципы работы. Применение СОЗУ в ЭВМ.
24. Общая организация памяти. Характеристики памяти: стоимость, емкость, быстродействие, потребляемая мощность, возможность доступа.
25. Энергозависимая и энергонезависимая память. Динамическое оперативное запоминающее устройство (ДОЗУ). Принципы работы и методы регенерации. Применение ДОЗУ в ЭВМ.
26. Постоянное запоминающее устройство (ПЗУ). Элементы на основе структур с плавающим затвором. Стирание информации. Применение ПЗУ в ЭВМ. Сравнительные характеристики и перспективы развития ПЗУ: Flash-память. MRAM.
27. Роль и место различных типов памяти в ЭВМ.
28. Функции интерфейса ввода-вывода. Информационная, электрическая и конструктивная совместимость интерфейсов.
29. Устройство типичного интерфейса. Функциональная и управляющая части интерфейса. Методы доступа FIFO и LIFO.
30. Интерфейс последовательной связи. Дуплексная и полудуплексная связь. Асинхронная и синхронная связь. Типы универсальных и специализированных интерфейсов. Скорость передачи информации и электрические параметры. Основные характеристики некоторых универсальных интерфейсов: USB, FireWire, Thunderbolt.

31. Модем. Амплитудная, частотная и фазовая модуляция сигнала. Передача данных по телефонным линиям. Скорость передачи данных.
32. Магнетизм. Магнитные материалы: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Кривая намагниченности ферромагнетиков. Температура Кюри. Доменная структура.
33. Принципы записи и считывания информации на магнитных носителях. Типы магнитных носителей и магнитных головок. Продольная и поперечная запись информации. Предельная плотность записи и скорость доступа к записанной информации.
34. Использование оптических явлений для повышения плотности записи информации на магнитных носителях. Магнитооптика.
35. Оптическая память. Предельная плотность записи информации в оптике. CD и DVD диски. Blu-ray и HD-DVD технологии.
36. Повышение предельной плотности записи информации. Многослойные оптические диски. Трехмерная оптическая память: фоторефрактивные и фотохромные материалы.
37. Принципы отображения визуальной информации. Алфавитно-цифровые и графические (аналоговые) мониторы.
38. Электронно-лучевая трубка (ЭЛТ). Физические процессы в ЭЛТ: термоэлектронная эмиссия, отклонение, фокусировка, люминесценция.
39. Формирование изображения в ЭЛТ, строчная (чересстрочная и прогрессивная) и кадровая развертки. Отображение цвета.
40. «Плоские» мониторы: жидкокристаллические (LCD) дисплеи и их типы, плазменные (газоразрядные PDP) мониторы, дисплеи на основе автоэлектронной эмиссии (FED), OLED дисплеи и электронная бумага.
41. Ввод и вывод информации в ЭВМ. Цифро-аналоговое и аналого-цифровое преобразование. Принципы реализации. Разрядность и погрешности ЦАП и АЦП.
42. Понятие о цифровом методе хранения и передачи аналоговой информации.
43. Ввод оптического изображения в ЭВМ: приборы с зарядовой связью (ПЗС). Принцип действия ПЗС-камеры.
44. Принципы отображения информации на твердых носителях - принтеры и плоттеры. Алфавитно-цифровые и графические принтеры. Матричные, струйные, лазерные и светодиодные принтеры. Цветная печать.
45. Методы кодирования информации: амплитудная, фазовая и частотная модуляция.
46. Распределенные линии для разных диапазонов частот. Двухпроводная линия и радиоканал. Телеграфное уравнение. Скорость распространения сигналов в линии. Волновое сопротивление. Согласование линии с нагрузкой.
47. Линии передачи. Коаксиальный кабель и витая пара. Оптические волокна и волоконно-оптические кабели. Распространение света по оптическим волокнам.

48. Оптические моды, дисперсия мод, критическая длина волны. Градиентные волокна, волокна со ступенчатым профилем показателя преломления.
49. Оптические передатчики и приемники: свето- и фотодиоды, полупроводниковые лазеры. Предельная скорость передачи информации. Оптические солитоны.
50. Реализация устойчивых одно- и многоэлектронных состояний в различных системах. Предельные размеры, быстродействие и энергозатраты. Нанотехнологии и новые материалы.
51. Вычисления в «классических» и «квантовых» компьютерах. Биты и кубиты. «Квантовые» алгоритмы.
52. Как построить квантовый компьютер? Когерентность состояний. Особенности «квантовых» вычислений. Разрушение когерентности как источник ошибок при «квантовых» вычислениях и их коррекция.

Вопросы составили
ассистент
доцент
проф.

К.В. Руденко
В.Б. Морозов
В.В. Шувалов

Примечание:

Вопросы по курсу могут быть высланы по электронной почте в формате MS WinWord 7.0 при поступлении запроса по электронному адресу vsh@vsh.phys.msu.su либо загружены в формате Adobe Acrobat с сайта <http://comp.ilc.edu.ru>