

Министерство образования и науки Российской Федерации

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

004
В 949

№ 3894

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ, СИСТЕМЫ И СЕТИ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Методические указания
к изучению дисциплины для студентов специальности 220301
«Автоматизация технологических процессов и производств
(по отраслям)»

НОВОСИБИРСК
2010

УДК 004.7(07)
В 949

Составители: канд. техн. наук, доцент *Ю.А. Прокушев*,
канд. техн. наук, доцент *Б.В. Малозёмов*

Рецензент д-р техн. наук, профессор *Г.Я. Иванов*

Работа подготовлена на кафедре
электротехнических комплексов

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Вычислительные машины, системы и сети» входит в цикл «Специальные дисциплины» специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)», читаемой кафедрой «Электротехнические комплексы».

Студентам технической специальности совершенно необходимо изучить основы информационно-вычислительных сетей (ИВС), поскольку они (ИВС) играют решающую роль в информатизации современного общества. Информационное обеспечение фирм, акционерных обществ, вузов, банков базируется на локальных сетях, которые связаны между собой в региональные и глобальные сети.

Предметом дисциплины «Вычислительные машины, системы и сети» является изложение основ построения, выбора и обеспечения надежности информационно-вычислительных сетей. В предлагаемых указаниях сделан акцент на особенности использования современных технических и программных средств при построении локальных и глобальных сетей.

Дисциплина знакомит студентов с принципами функционирования вычислительных систем и сетей. Большое количество литературы по данному направлению, зачастую противоречивой, вызвало необходимость разработки настоящих методических указаний, которые содержат программу, перечень рекомендуемой литературы, список вопросов, подлежащих изучению в процессе аудиторной и самостоятельной работы. Кроме того, здесь приведены рекомендации по выполнению расчетно-графической работы. Указания к выполнению лабораторных работ приведены в [1].

Определенное место в работе отведено методике выбора Локальной сети. Особенности обеспечения надежности локальных сетей посвящена специальная лекция.

Изложенный в работе учебный материал базируется на решениях Комитета по стандартизации IEEE, Международной организации стандартов, Международного консультативного комитета по телеграфии и телефонии и лучших примерах построения локальных сетей.

После изучения дисциплины студент должен знать архитектуру, характеристики, возможности и области применения ЭВМ, систем и сетей основных классов и типов; состав, принципы организации и функционирования отдельных подсистем ЭВМ, систем и сетей в целом.

ПРОГРАММА КУРСА

Введение

Общие сведения об ЭВМ. Классификация ЭВМ; универсальные мини-, микроЭВМ, параллельные системы. Многопроцессорные и многомашинные вычислительные системы. Основные характеристики ЭВМ. Проектирование ЭВМ. Архитектурные принципы фон Неймана. Другие виды архитектур. Принцип программного управления. Иерархический принцип организации технических средств ЭВМ.

Процессоры

Скалярные, суперскалярные и векторные процессоры; многоблочные архитектуры. RISC и CISC процессоры. Матричные процессоры. Конвейерные структуры. Представление данных в ЭВМ. Прямой, дополнительный и обратный коды, их преимущества и недостатки. Назначение, структуры, основные характеристики операционных устройств. Арифметико-логические устройства (АЛУ), назначение, классификация. Машинные алгоритмы выполнения арифметических операций над двоичными числами с фиксированной точкой. Машинные алгоритмы обработки двоичных чисел с плавающей точкой. Методы повышения производительности АЛУ. АЛУ с конвейерной обработкой операндов. Классификация устройств управления (УУ). Понятие операции, микрооперации; цикла, такта. Структуры команд, система адресации ЭВМ. Этапы исполнения команд, рабочий цикл процессора. Конвейер команд. Блок формирования адресов. Макро- и микроуровни управления. Методы адресации микрокоманд. Методы повышения быстродействия микропрограммных УУ: параллельная выборка микрокоманд, конвейеризация. Понятие прерывания программ, внутренние и внешние прерывания. Приоритетное обслуживание прерываний, управление приоритетами, приоритеты между запросами (источниками) и

программами. Понятие слова состояния программы (ССП) и его структура. Запоминание и восстановление ССП. Распознавание причин прерываний и организация вхождения в прерывающую программу. Технические средства обработки прерываний.

Запоминающие устройства

Основные характеристики запоминающих устройств. Иерархическая структура ЭВМ. Перспективы развития ЗУ. Организация и управление оперативной памятью ЗВМ. Блочные (секционированные), многопортовые ЗУ. Способы расширения объема оперативной памяти. Безадресные запоминающие устройства. Стек; аппаратная и программная реализации. Ассоциативные ЗУ. Логическая организация, особенности ассоциативных ЗУ. Согласование пропускной способности процессора и оперативной памяти. КЭШ-память; назначение, структурная организация. Основные элементы КЭШ-памяти и ее эффективность.

Многопрограммные ЭВМ

Эволюция однопрограммных ЭВМ, причины появления многопрограммных ЭВМ. Режимы работы и формы эксплуатации многопрограммных ЭВМ. Динамическое распределение памяти. Понятие виртуальной памяти. Страничная организация памяти. Формирование адресов при страничной организации памяти. Аппаратное обеспечение страничной организации памяти. Обмен страницами между оперативной и внешней памятью. Защита информации в многопрограммных ЭВМ. Способы защиты оперативной памяти. Программные методы защиты.

Организация ввода-вывода в ЭВМ

Организация ввода-вывода в ЭВМ с различной архитектурой. Ввод-вывод в персональных компьютерах. Виды обмена: программно-управляемый (условный), по прерываниям, с прямым доступом к памяти (ПДП). Режимы прямого доступа к памяти. Структура, основные функции контроллера ПДП. Ввод-вывод в ЭВМ широкого применения. Ввод-вывод в ЭВМ с разделяемой оперативной памятью. Сопроцессоры (каналы) ввода-вывода, их назначение, классификация. Управление каналами; логический и физический уровень управления.

Интерфейсы ЭВМ, систем и сетей

Основные понятия, классификация интерфейсов. Принципы организации интерфейсов. Структура связей, функциональная организация интерфейсов. Сравнительные характеристики наиболее распространенных интерфейсов.

Системы автоматического контроля и диагностики ЭВМ

Основные характеристики надежности ЭВМ. Принципы организации контроля. Функции систем контроля и диагностики. Классификация методов контроля. Аппаратный контроль. Контроль хранения и передачи информации: код с проверкой четности (нечетности), самокорректирующиеся коды, код Хэмминга. Контроль арифметических и логических операций, числовой контроль по модулю. Программный контроль. Организация программного контроля. Алгоритмы программного контроля. Взаимодействие систем автоматического контроля, восстановление вычислительного процесса диагностирования.

Периферийные устройства

Внешние запоминающие устройства. Накопители на магнитных дисках, магнитных лентах. Оптические накопители. Цифровые и аналого-цифровые преобразователи (ЦАП и АЦП). Мышки. Дисплей. Клавиатуры. Принтеры.

Методы параллельных вычислений

Основные подходы при организации параллельных вычислений. Естественный параллелизм. Ярусно-параллельные формы. Крупно-блочное распараллеливание. Особенности реализации Р-алгоритмов на распределенных вычислительных системах.

Алгоритмы и методы организации функционирования вычислительных систем

Основные понятия и методы планирования выполнения последовательности работ (заданий). Основные режимы функционирования ВС. Режим решения сложной задачи. Решение набора задач на ВС. Эвристические алгоритмы, основанные на минимизации функции штрафа. Функционирование ВС при поступлении потока задач. Основные подходы к решению задачи организации функционирования. Организация функционирования распределенных вычислительных систем. Понятие о надежности и живучести ВС.

Производительность вычислительных систем

Пиковая и реальная производительность. Закон Гроша. Способы измерения реальной производительности. Методы оценки производительности.

Сети ЭВМ и телекоммуникации

Общие принципы построения вычислительных сетей. Понятие «открытая система» и проблемы стандартизации. Модель OSI. Уровни и протоколы. Стек OSI. Протоколы канального, сетевого, транспортного и сеансового уровней. Конфигурации локальных вычислительных сетей и методы доступа в них. Разновидности сетей Ethernet. Технологии Token Ring, FDDI. Сети ЭВМ с моноканалом и кольцевые. Конфигурации глобальных сетей и методы коммутации в них. Сетевой уровень как средство построения больших сетей. Принципы маршрутизации, реализация межсетевого взаимодействия средствами TCP/IP.

Заключение

Основные тенденции развития архитектурных принципов в области вычислительных систем и сетей.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Таненбаум Э.* Архитектура компьютера. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 699 с.
2. *Мелехин В.Ф., Павловский Е.Г.* Вычислительные машины, системы и сети. – М.: Академия, 2006. – 560 с.
3. *Олифер В.Г., Олифер Н.А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2004. – 864 с.: ил.
4. *Иртегов Д.В.* Введение в операционные системы. – 2-е. изд. – СПб: BHV, 2008. – 1040 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Изучение курса необходимо начать с принципов построения процессора. Основой для понимания работы вычислительной машины является знание работы тракта данных процессорного модуля. При рассмотрении работы вычислительной машины зачастую используется теория автоматов, а точнее раздел конечных автоматов. Блоки и узлы вычислительной системы представляются в виде конечных автоматов. При описании используют операционный автомат и управляющий автомат. В большинстве случаев обширные связи между управляющим автоматом, представленным в виде устройства управления (УУ) или блока формирования управляющих сигналов (БФУС), и операционными автоматами (АЛУ, регистры, ОЗУ и т. д.) не приводятся. Поэтому следует обратить внимание на то, что УУ присутствует всегда, а вместо его графического обозначения приводят текстовое описание, что обычно более информативно. На практических занятиях подробно рассматривается устройство процессора на примере однокристалльной микроЭВМ Atmel AVR и закрепляются навыки работы с ней. Изучению устройства ЭВМ и функционирования ее в качестве программно-аппаратного комплекса посвящены также две лабораторные работы.

Следует отметить, что вопросы производительности в большинстве случаев не выделены в отдельные лекции, а освещаются в течение всего курса при рассмотрении конкретных архитектурных решений. Практические навыки по оценке производительности закрепляются на лабораторной работе.

Вопросам периферийных устройств в лекционном курсе отведено немного времени, так как эти устройства изучались в курсах «Информатика» как в программе вуза, так и в программе средней школы. Поэтому большинство вопросов по данной тематике вынесено на самостоятельное изучение студентов.

Изучение вычислительных сетей осуществляется на примере стандартов Ethernet и стека протоколов TCP/IP. При этом рассматриваются сети для IT-сектора экономики. Варианты сетей, используемых в промышленности, например RS-485, Industrial Ethernet, находятся вне рамок данного курса по ряду причин. Например, RS-485 достаточно проста по устройству и не имеет единого протокола обмена (хотя и есть общепринятые варианты, например ModBus). Industrial Ethernet, в свою очередь, имея единую основу в передаче данных, как и Ethernet, нацелена на повышенную надежность и помехозащищенность, что предусматривает ряд решений, которые невозможно использовать в классическом Ethernet (например, резервирование каналов, организация топологии «кольцо»).

В целом, сети Ethernet наиболее распространены в настоящее время и продолжают активно развиваться, поэтому основной упор сделан на них. Помимо лекционных занятий сетям Ethernet и TCP/IP посвящены расчетно-графическая работа и лабораторная работа.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ

Целью расчетно-графической работы является получение навыков по проектированию и планированию локально-вычислительных сетей. Поскольку системы автоматизации в настоящее время чаще всего интегрируются в вычислительную сеть предприятия, владение навыками проектирования локальных сетей будет хорошим практическим подспорьем в профессиональной деятельности.

Номер варианта задания равен двум последним цифрам номера зачетной книжки студента. Если две последние цифры номера зачетной книжки превышают 30, то для получения номера задания следует вычесть 30, если превышает 60, то вычесть 60 и т. п.

Варианты заданий для РГР

| Вариант | Количество рабочих групп | Расстояние между соседними группами, м | Число рабочих станций в группе | Обеспечиваемый максимальный диаметр сети, м | Расположение рабочих групп, этаж | Тип сети (1 – одноранговая, 2 – с выделенным сервером) |
|---------|--------------------------|--|--------------------------------|---|----------------------------------|--|
| 1 | 5 | 50/250/50/40 | 10/3/14/18/20 | 1000 | 2/1/2/2/1 | 1 |
| 2 | 7 | 50/150/50/10/100/75 | 10/20/2/12/1/16/7 | 1000 | 2/1/1/1/2/2/1 | 2 |
| 3 | 8 | 10/20/10/15/80/100/120 | 10/15/10/10/15/12/14/15 | 1400 | 1/2/1/2/2/1/1/2 | 2 |
| 4 | 8 | 20/30/15/35/90/40/220 | 10/15/10/10/15/12/14/15 | 1400 | 1/2/1/2/2/1/1/2 | 2 |
| 5 | 4 | 100/150/100 | 10/15/20/30 | 1000 | 1/3/2/1 | 2 |
| 6 | 8 | 10/20/10/15/80/100/120 | 10/15/10/10/15/12/14/15 | 1400 | 1/2/1/2/2/1/1/2 | 2 |
| 7 | 8 | 40/30/15/45/30/120/100 | 10/15/10/10/15/12/14/15 | 1400 | 1/2/1/2/2/1/1/2 | 2 |
| 8 | 5 | 10/20/10/15 | 10/15/10/10/15/12/14/15 | 1400 | 1/2/1/2/2/1/1/2 | 2 |
| 9 | 6 | 25/60/35/40/100 | 5/15/10/20 | 1400 | 1/2/3/2/2 | 1 |
| 10 | 5 | 20/30/40/50 | 10/7/20/30 | 1400 | 3/3/3/1/1 | 2 |
| 11 | 8 | 10/20/10/15/80/120/10 | 10/15/10/30/15/12/14/20 | 1400 | 1/2/2/1/1/1/1/2 | 2 |
| 12 | 8 | 10/20/15/80/100/120/10 | 10/15/10/10/5/12/4/5 | 1400 | 1/1/1/2/2/2/2/2 | 2 |
| 13 | 8 | 10/20/10/15/80/100/120 | 10/15/10/20/15/12/14/15 | 1400 | 2/2/2/2/2/2/1/2 | 2 |
| 14 | 8 | 20/40/40/15/80/120/10 | 10/15/20/15/15/12/24/10 | 1400 | 2/2/1/2/2/1/1/2 | 2 |
| 15 | 8 | 30/20/30/25/100/120/40 | 10/20/10/10/25/2/14/15 | 1400 | 1/1/1/2/1/1/1/2 | 2 |

О к о н ч а н и е т а б л и ц ы

| Вариант | Количество рабочих групп | Расстояние между соседними группами, м | Число рабочих станций в группе | Обеспечиваемый максимальный диаметр сети, м | Расположение рабочих групп, этаж | Тип сети (1 – одноранговая, 2 – с выделенным сервером) |
|---------|--------------------------|--|--------------------------------|---|----------------------------------|--|
| 16 | 5 | 20/40/15/50 | 10/15/20/35/30 | 2800 | 2/2/2/1/3 | 1 |
| 17 | 3 | 100/50 | 10/20/50 | 2800 | 2/2/1 | 1 |
| 18 | 6 | 10/10/50/50/100 | 10/20/40/40/10/10 | 2800 | 2/2/2/1/1/1 | 2 |
| 19 | 6 | 20/20/10/10/10 | 3/3/10/3/3/5 | 2800 | 1/2/1/2/1/2 | 2 |
| 20 | 6 | 20/40/30/50/80 | 10/10/4/4/10/20 | 2800 | 2/1/2/1/2/2 | 2 |
| 21 | 6 | 30/30/10/10/70 | 5/5/10/5/20/7 | 2800 | 1/1/1/2/2/2 | 1 |
| 22 | 6 | 80/80/30/30/80 | 2/8/10/10/15/20 | 2800 | 2/2/1/1/2/2 | 2 |
| 23 | 6 | 20/30/30/40/60 | 15/10/6/9/15/20 | 2800 | 1/1/2/2/1/1 | 2 |
| 24 | 3 | 60/60 | 10/20/10 | 2800 | 2/2/2 | 1 |
| 25 | 3 | 50/120 | 10/10/10 | 2800 | 1/1/2 | 1 |
| 26 | 3 | 100/50 | 5/3/30 | 2800 | 2/2/1 | 2 |
| 27 | 4 | 30/30/100/30 | 10/10/10/20 | 2800 | 1/2/1/2 | 1 |
| 28 | 4 | 100/30/30/50 | 5/5/10/5 | 2800 | 2/1/1/2 | 2 |
| 29 | 6 | 10/20/20/10/50 | 10/10/10/5/5/5 | 2800 | 2/2/2/1/1/2 | 1 |
| 30 | 5 | 25/150/30/150 | 5/5/3/10/10 | 2800 | 2/2/2/2/1 | 2 |

Пояснительная записка должна содержать следующее.

1. Титульный лист.
2. Исходные данные.
3. Предварительная топология сети.
4. Выбор и обоснование физического уровня.
5. Расчет корректности сети (PDV, PVV).
6. Компоновка сети.
7. Таблица соединений.
8. Экономический расчет.
9. Заключение.

ВОПРОСЫ ИТОГОВОЙ ПРОВЕРКИ

1. Архитектурные принципы построения ЭВМ. Классификация ЭВМ.
2. Основные характеристики ЭВМ.
3. Структуры команд ЭВМ. Адресность ЭВМ. Место адресного сопроцессора в структуре ЭВМ.
4. Этапы исполнения команд; рабочий цикл процессора. Конвейер команд.
5. Структура, функционирование микропрограммных устройств управления. Виды микропрограммного управления (МПУ) и их сравнительная оценка.
6. Понятие прерываний программ. Типы прерываний. Характеристики, структуры систем прерываний и их сравнительная оценка.
7. Приоритетное обслуживание прерываний.
8. Понятие слова состояния программы (ССП), структура ССП. Методы запоминания и восстановления ССП.
9. Классификация, характеристики запоминающих устройств. Структура памяти ЭВМ.
10. Способы организации оперативной памяти ЭВМ.
11. Назначение, структурная организация КЭШ-памяти. Место КЭШ в структуре процессора.
12. Организация, хранение, использование страничных таблиц. Стратегия замещения страниц.
13. Защита информации в ЭВМ. Защита оперативной памяти.
14. Архитектура и организация ввода-вывода в ЭВМ; виды ввода-вывода.

15. Назначение, классификация сопроцессоров ввода-вывода. Управление сопроцессорами. Понятие программы управления сопроцессором ввода-вывода.

16. Принципы организации контроля функционирования ЭВМ. Классификация методов контроля. Программный контроль.

17. Аппаратные методы контроля арифметических и логических операций.

18. Интерфейсы ЭВМ и систем. Классификация, основные понятия.

19. Принципы организации интерфейсов, структура связей, функциональная организация.

20. Принципы хранения и размещения информации на магнитных дисках.

21. Классификация архитектур ВС.

22. Систематика Флинна.

23. Принципы магистральной обработки информации. Система CRAY.

24. Матричная обработка информации. ВС ILLIAC-IV.

25. Ассоциативные ВС. Система PERE.

26. Системные, волновые матричные процессоры..

27. Транспьютеры.

28. Модель коллектива вычислителей.

29. Типовые схемы обмена информацией при реализации Р-алгоритмов.

30. Вычислительные среды. Функциональные и коммутационные элементы вычислительной среды.

31. ЭМ ОВС. Состав. Функциональное назначение.

32. Системное устройство ОВС. Системные операции.

33. Основные свойства ОВС с программируемой структурой.

34. Классификация ОВС. Области применения.

35. Распределенные ВС. Особенности.

36. Отказоустойчивые ВС. Обнаружение ошибок.

37. Основные подходы при организации параллельных вычислений.

38. Крупноблочное распараллеливание.

39. Основные режимы функционирования ВС. Режим решения сложной задачи.

40. Решение набора задач на ВС.

41. Эвристические алгоритмы. Алгоритм, основанный на минимизации функции штрафа.

42. Функционирование ВС при поступлении потока задач.
43. Производительность ВС. Закон Гроша.
44. Методы оценки производительности.
45. Общие принципы построения вычислительных сетей.
46. Понятие «открытая система». Модель OSI.
47. Уровни и протоколы. Стек OSI.
48. Конфигурация локальных вычислительных сетей и методы доступа в них.
49. Разновидности сетей Ethernet.
50. Технология Token Ring.
51. Технология FDDI.
52. Конфигурации глобальных сетей и методы коммутации в них.
53. Сетевой уровень как средство построения больших сетей.
54. Принципы маршрутизации. Маршрутизаторы.
55. Протоколы управления, адресация в Internet.
56. Проблемы секретности в сетях ЭВМ и методы криптографии.
57. Основные тенденции развития архитектурных принципов в области вычислительных систем и сетей.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. *Прокушев Ю.А.* Вычислительные машины, системы и сети: метод. указ. к лабораторным работам для студентов III курса специальности 220301 – «Автоматизация технологических процессов и производств (по отраслям)». – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009. – 40 с.
2. *Таненбаум Э.* Архитектура компьютера. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2005. – 699 с.
3. *Мелехин В.Ф., Павловский Е.Г.* Вычислительные машины, системы и сети. – М.: Академия, 2006. – 560 с.
4. *Олифер В.Г., Олифер Н.А.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. – СПб.: Питер, 2004. – 864 с.: ил.
5. *Иртегов Д.В.* Введение в операционные системы. – 2-е. изд. – СПб.: BHV, 2008. – 1040 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 3 |
| ПРОГРАММА КУРСА..... | 4 |
| Введение | 4 |
| Процессоры..... | 4 |
| Запоминающие устройства..... | 5 |
| Многопрограммные ЭВМ | 5 |
| Организация ввода-вывода в ЭВМ | 5 |
| Интерфейсы ЭВМ, систем и сетей..... | 6 |
| Системы автоматического контроля и диагностики ЭВМ | 6 |
| Периферийные устройства | 6 |
| Методы параллельных вычислений | 6 |
| Алгоритмы и методы организации функционирования вычислительных систем | 7 |
| Производительность вычислительных систем | 7 |
| Сети ЭВМ и телекоммуникации | 7 |
| Заключение..... | 7 |
| Рекомендуемая литература | 8 |
| МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА | 8 |
| МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЕ | 9 |
| Вопросы итоговой проверки | 12 |
| Используемая литература | 14 |