

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Петрозаводский государственный университет

**Н. Ю. Ершова, С. А. Кипрушкин,  
А. В. Соловьев**

## **Организация ЭВМ и систем**

Петрозаводск  
Издательство ПетрГУ  
2008

УДК 004.3  
ББК 32.97  
Е804

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Петрозаводского государственного университета

Рецензенты:

доктор физ.-мат. наук Ю. В. Заика,  
кандидат физ.-мат. наук А. П. Мошевикин

**Ершова, Н. Ю.**

**Е804** Организация ЭВМ и систем: учеб. пособие / Н. Ю. Ершова,  
С. А. Кипрушкин, А. В. Соловьев. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ,  
2007. – 224 с.

ISBN 978-5-8021-0806-2

В пособии систематизированно изложены принципы построения и направления развития ЭВМ, архитектура вычислительных систем. Большое внимание уделяется архитектурным особенностям и базовой структуре микропроцессоров IA-32 фирмы Intel: основным регистрам, режимам работы; страничной и сегментной адресации памяти, многозадачности, формату команд и другим особенностям архитектуры. Анализируются направления развития процессоров фирмы Intel от 8086 до Pentium 4. Приводится иерархическая система памяти компьютера, рассматриваются организация кэш-памяти и особенности обновления информации, перспективы развития технологий оперативной памяти, разъясняется организация ввода/вывода, прерываний и прямого доступа к памяти. Рассматриваются основные классы параллельных систем, их характеристики и особенности, а также состав и характеристики периферийных устройств.

Учебное пособие может быть рекомендовано студентам техникумов и вузов, обучающимся по специальностям «автоматизированные системы организации и управления», «информационно-измерительная техника и технологии», «физическая электроника», «прикладная математика» и др., а также аспирантам и научно-техническим работникам.

**УДК 004.3**  
**ББК 32.97**

© Ершова Н. Ю., Кипрушкин С. А.,  
Соловьев А. В., 2008

ISBN 978-5-8021-0806-2

© Петрозаводский государственный  
университет, 2008

## СОДЕРЖАНИЕ

ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ СОКРАЩЕНИЯ.....	7
ПРЕДИСЛОВИЕ.....	13
1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	14
1.1. История развития информатики в СССР.....	15
1.2. Принципы построения ЭВМ.....	16
1.3. Поколения ЭВМ.....	17
1.4. Классификация ЭВМ.....	20
2. ПРОЦЕССОРЫ IA-32 ФИРМЫ INTEL .....	22
2.1. Инициализация ПК на базе IA-32.....	22
2.2. Архитектура 16-битных процессоров IA-32.....	25
2.2.1. Центральный процессор 8086: основные регистры, организация памяти.....	25
2.2.2. Центральный процессор Intel286: основные регистры, режимы работы, адресация памяти.....	28
2.3. Структура микропроцессоров IA-32.....	30
2.4. Регистры микропроцессоров IA-32.....	34
2.5. Формат команды микропроцессора IA-32.....	37
2.6. Режимы работы микропроцессоров IA-32.....	39
2.6.1. Реальный режим.....	39
2.6.2. Режим системного управления.....	40
2.6.3. Защищённый режим .....	41
2.7. Конвейеризация команд.....	52
2.8. Динамическое (спекулятивное) исполнение.....	55
2.9. SIMD-расширения архитектуры IA-32.....	57
2.10. Микроархитектура NetBurst.....	59
2.11. Особенности процессоров семейства Pentium.....	61
3. МИКРОПРОЦЕССОРЫ ФИРМЫ MOTOROLA.....	65
3.1. Сравнительные характеристики микропроцессоров 8086 фир- мы Intel и MC68000 фирмы Motorola.....	65
3.2. Программная модель пользователя и супервизора.....	66
3.3. Распараллеливание функций.....	67
4. СОПРОЦЕССОРЫ.....	71
4.1. Математический сопроцессор: основные функции.....	71
4.2. Математические сопроцессоры фирмы Intel.....	73
4.3. Математические сопроцессоры для центрального процессора фирмы Motorola.....	79

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДСИСТЕМЫ ПАМЯТИ В ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ.....	81
5.1. Кэш-память.....	82
5.2. Технологии оперативной памяти.....	89
5.2.1. FPM DRAM.....	89
5.2.2. EDO DRAM.....	90
5.2.3. BEDO DRAM.....	90
5.2.4. SDRAM.....	90
5.2.5. RDRAM.....	91
5.2.6. SDRAM II (DDR).....	93
6. ПРОЦЕССОРЫ RISC-АРХИТЕКТУРЫ.....	95
6.1. Основные черты RISC-процессоров.....	95
6.2. Процессоры Alpha фирмы DEC.....	97
6.3. Процессоры SPARC фирмы Sun Microsystems.....	100
6.4. Процессоры PA-RISC фирмы Hewlett Packard.....	102
7. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ.....	104
7.1. Параллельная обработка данных на ЭВМ.....	104
7.1.1. Закон Амдала.....	105
7.1.2. История появления параллелизма в архитектуре ЭВМ.....	105
7.2. Классификация по способу взаимодействия процессоров с оперативной памятью.....	106
7.3. Мультипроцессорные и мультикомпьютерные системы.....	107
7.3.1. Общие сведения.....	107
7.3.2. Массивно-параллельные системы (MPP).....	110
7.3.3. Симметричные мультипроцессорные системы (SMP).....	111
7.3.4. Системы с неоднородным доступом к памяти (NUMA) .....	112
7.3.5. Параллельные векторные системы (PVP).....	112
7.3.6. Кластерные системы.....	113
7.4. Технологии параллельного программирования.....	114
7.4.1. Параллелизм данных.....	114
7.4.2. Параллелизм задач.....	116
7.5. Национальные и международные проекты.....	120
7.6. Оценки производительности суперЭВМ.....	122
8. СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ.....	125
8.1. VLIW-архитектура.....	125
8.2. Архитектура IA-64.....	126
8.3. Архитектура E2K.....	128
9. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБМЕНА ДАННЫМИ В ПЕРСОНАЛЬНОМ КОМПЬЮТЕРЕ.....	132

9.1. Система прерываний и исключений в архитектуре IA-32.....	132
9.2. APIC – усовершенствованный программируемый контроллер прерываний .....	135
9.3. Обработка прерываний на основе контроллера Intel 8259A.....	138
9.4. Подсистема прямого доступа к памяти.....	142
10. ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ИНТЕРФЕЙСОВ.....	145
10.1. Архитектура системных интерфейсов.....	146
10.2. Системные интерфейсы для персональных компьютеров на основе Intel386 и Intel486.....	147
10.3. Интерфейс PCI.....	150
10.4. Порт AGP.....	153
10.5. Интерфейс PCI Express.....	156
10.6. Интерфейсы накопителей.....	158
10.7. Интерфейсы SCSI .....	161
10.8. Интерфейс RS-232C.....	163
10.9. Интерфейс IEEE 1284.....	166
10.10. Инфракрасный интерфейс.....	170
10.11. Интерфейс USB.....	174
10.12. Интерфейс IEEE 1394 – FireWire.....	177
11. ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА.....	181
11.1. Классификация периферийных устройств.....	181
11.2. Устройства ввода.....	181
11.2.1. Клавиатура.....	181
11.2.2. Мышь.....	182
11.2.3. Прочие устройства ввода – манипуляторы.....	185
11.2.4. Сканер.....	186
11.3. Устройства вывода.....	188
11.3.1. Монитор.....	188
11.3.2. Принтер.....	191
11.4. Внешние запоминающие устройства.....	193
11.4.1. Накопители с магнитным носителем.....	193
11.4.2. Накопители с оптическим носителем.....	196
12. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	202
12.1. Тенденции развития микропроцессоров.....	202
12.1.1. Повышение тактовой частоты.....	202
12.1.2. Увеличение объема и пропускной способности памяти .....	204

12.1.3. Увеличение количества параллельно работающих исполнителей устройств.....	205
12.1.4. Системы на одном кристалле и новые технологии.....	206
12.2. Нанотехнологии.....	207
12.3. Фотоника.....	211
13. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВМ И СИСТЕМ».....	213
13.1. Исследование семантического разрыва в современных ЭВМ.....	213
13.2. Методика определения модели процессора IA-32.....	217
13.3. Исследование работы процессоров IA-32 в защищенном режиме.....	223
13.4. Исследование работы подсистемы памяти ПК.....	228
13.5. Исследование работы подсистемы прерываний ПК.....	230
13.6. Дисковая подсистема ПК.....	232
13.7. Исследование принципов работы контроллера ПК.....	234
ЛИТЕРАТУРА.....	236

## ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящее время существует огромное количество литературы по компьютерным технологиям. В книжных магазинах можно найти любое издание: от общедоступных учебников начального уровня до книг, адресованных профессионалам. В рамках данного учебного пособия выделены базовые черты архитектуры процессоров IA-32 фирмы Intel, особенности структуры процессоров MC680x0 фирмы Motorola, современных RISC-процессоров и обозначены дальнейшие перспективы развития вычислительной техники на основе VLIW-архитектуры. Рассмотрены особенности EPIC и конкретная реализация архитектуры E2K в суперкомпьютере «Эльбрус-3».

Современный персональный компьютер (ПК) – это не только центральный процессор, поэтому в пособии достаточно подробно изложены вопросы организации взаимодействия ПК и периферийных устройств, рассмотрены шины расширения, используемые в архитектуре ЭВМ в настоящее время, обозначены основные тенденции развития интерфейсов вычислительных систем.

Учебное пособие также знакомит с назначением различных периферийных устройств ПК и принципами их работы, даёт представление о способах кодирования, обработки, хранения и передачи информации в различных периферийных устройствах.

Таким образом, в книге представлена довольно полная информация об устройстве, организации и архитектуре компьютеров.

Авторы полагают, что представленная информация поможет читателю разобраться в архитектурных элементах современных центральных процессоров персональных ЭВМ, понять особенности новых технологий микросхем полупроводниковой памяти, сравнить и выбрать периферийные устройства для решения поставленных задач, проанализировать и выделить основные тенденции развития микропроцессорной техники.