Авдеев В. А.

ПЕРИФЕРИЙНЫЕ УСТРОЙСТВА: интерфейсы, схемотехника, программирование

Рекомендовано УМО вузов
по университетскому политехническому образованию
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности 230101
«Вычислительные машины, комплексы, системы и сети»

ДМК ПРЕСС
ИЗДАТЕЛЬСТВО
Москва, 2009

УДК 681.3.06(07)
ББК 32.973
А18

А18 **Авдеев В. А.**

Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 848 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-505-1

В книге с энциклопедической полнотой рассматриваются периферийные устройства персонального компьютера; принципы действия и применения разнообразных шин (PCI, SCSI, USB, IEEE 1394, I2C, SATA, SAS, PCI Express); интерфейсная схемотехника; интерактивные устройства ввода; способы обмена данными, видеоадаптеры и мониторы; печатающие устройства, сканеры, жесткие диски, дисководы CD и DVD, преобразователи информации, модемы и т. д.

Приведены основные сведения по защите информации от ошибок (коды Хэмминга, БЧХ и Рида-Соломона). Показаны рисунки динамических моделей некоторых периферийных устройств и шин, поясняющие принципы их работы. Изложены вопросы программирования некоторых периферийных устройств на регистровом уровне и составлены функциональные графы вариантов программных заданий. Рассмотрены способы построения пространственных интерфейсов ввода/вывода на базе микросхем коммутационных устройств.

Книга содержит большое количество схем и таблиц, способствующих лучшему пониманию соответствующей информации. Главы в основном имеют следующую структуру: основные терминологические определения, описание функциональных, аппаратных и параметрических классификационных признаков, справочное дополнение, контрольные вопросы и упражнения, список литературы.

Издание предназначено для студентов вузов и колледжей, изучающих компьютерную технику, а также для преподавателей и инженерно-технических работников.

УДК 681.3.06(07)
ББК 32.973

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-505-1

© Авдеев А. В., 2009
© Оформление, ДМК Пресс, 2009

Содержание

Введение 10

Глава 1. Базовый компьютер. Терминология 12
1.1. Типы шин 12
1.2. Центральная часть компьютера 17
1.3. Клавишное устройство ввода 21
1.4. Контроллер прямого доступа к памяти 23
1.5. Контроллер гибкого диска 25
1.6. Дисковод гибкого диска 27
1.7. Жесткий диск 30
1.8. Интерфейсы жесткого диска 33
1.9. Системная шина с квитированием 41
1.10. Шина расширения 44
Контрольные вопросы 48
Литература 51

Глава 2. Многоуровневая система шин 52
2.1. Функциональная классификация шин 52
2.2. Архитектура компьютера 69
2.3. Базовая шина PCI 74
2.4. Интерфейс SCSI 86
2.5. Модель шины SCSI 102
2.6. Шина USB 107
2.7. Модель шины USB 132
2.8. Шина IEEE1394 145
2.9. Последовательный интерфейс SATA 147
2.10. Последовательный интерфейс SAS 151
2.11. Последовательный интерфейс PCI Express 153
Контрольные вопросы 160
Литература 164

Глава 3. Интерфейсная схемотехника 166
3.1. Основные определения 166
3.2. Способы обмена данными 174

3.3. Дешифрация адреса 182
3.4. Формирование управляющих сигналов 188
3.5. Интерфейсные формирователи 191
3.6. Адаптер программного обмена 192
3.7. Интерфейс с мультиплексной шиной 196
3.8. Адаптер принтера 201
3.9. Программа вывода данных на печать 204
3.10. Варианты заданий 208
3.11. Энергонезависимая флэш-память 209
Контрольные вопросы 213
Упражнения 216
Литература 217

Глава 4. Устройство – цель шины PCI 218
4.1. Основные определения 218
4.2. Задание на проектирование цели 221
4.3. Общий вид схемы цели 222
4.4. Схема приема адреса и команды 229
4.5. Цикл конфигурации 232
4.6. Экспериментальная часть 238
Контрольные вопросы 242
Литература 242

Глава 5. Прямой доступ к памяти 243
5.1. Основные определения 243
5.2. Общие сведения 244
5.3. Контроллер ПДП 246
5.4. Внешний контроллер с режимом ПДП 256
5.5. Упрощенная схема КПДП 262
5.6. Программирование КПДП 268
5.7. Варианты заданий 272
Контрольные вопросы 272
Литература 273

Глава 6. Периферийные интерфейсы ввода/вывода 274
6.1. Последовательный интерфейс RS-232 274
6.2. Асинхронная передача данных 280
6.3. Синхронная передача данных 282
6.4. Асинхронный передатчик 282
6.5. Асинхронный приемник 284
6.6. Подключение портов УАПП к шине 286

6.7. Морфологический граф заданий 288
6.8. Микросхема УАПП 290
6.9. Модели схем последовательной передачи данных 293
6.10. Параллельный интерфейс 300
6.11. Программируемый периферийный интерфейс 300
6.12. Адаптер последовательно-параллельного интерфейса 305
6.13. Адаптер ISA/ИРПР 306
6.14. Тестирование последовательного порта (УАПП) 315
6.15. Пример выполнения варианта задания 321
6.16. Варианты заданий 324
6.17. Интерфейс I^2C 326
6.18. Последовательный интерфейс EIA-485 (RS-485) 335
Контрольные вопросы 338
Литература 340

Глава 7. Защита данных от ошибок 342
7.1. Основные определения 342
7.2. Проверка четности 346
7.3. Коды Хэмминга 350
7.4. Справочное дополнение 357
7.5. Циклический контроль 364
7.6. Коды БЧХ 367
7.7. Коды Рида-Соломона 383
7.8. Каскадные коды 386
Упражнения 389
Контрольные вопросы 390
Литература 393

Глава 8. Пространственные интерфейсы ввода/вывода 394
8.1. Устройства связи вычислительных систем 394
8.2. Назначение пространственных интерфейсов 396
8.3. Структура данных КУ 398
8.4. Элементная база пространственных интерфейсов 400
8.5. Структурная схема пространственного интерфейса 402
8.6. Матричное КУ 404
8.7. Трехкаскадное КУ 405
8.8. Конфигурация многопроцессорной системы 407
8.9. Общий принцип функционирования системы 410
Контрольные вопросы 416
Справочное дополнение 416
Литература 417

Глава 9. Интерактивные устройства ввода 418
9.1. Основные определения 418
9.2. Типы клавиш 419
9.3. Клавиатура PC/XT 420
9.4. Клавиатура PC/AT 423
9.5. Манипулятор мышь 436
9.6. Шаровые манипуляторы 437
9.7. Ручки управления 438
9.8. Программа «Коды клавиатуры» 440
9.9. Варианты заданий 443
Справочное дополнение 446
Контрольные вопросы 449
Литература 450

Глава 10. Видеоадаптеры и мониторы 451
10.1. Основные определения 451
10.2. Типы видеоадаптеров 452
10.3. Типы мониторов 454
10.4. Растровые мониторы 455
10.5. Адаптер VGA 458
10.6. Текстовый режим 460
10.7. Графический режим 462
10.8. Видеопроцессоры, графические ускорители 472
10.9. Дисплеи на жидких кристаллах 474
10.10. Демонстрационные модели 483
10.11. Программа управления курсором 485
10.12. Программа изучения знакогенератора 501
10.13. Программа выполнения текстового режима 506
10.14. Программа выполнения графического режима 514
10.15. Видеокарты 3D 521
Контрольные вопросы 527
Литература 529

Глава 11. Печатающие устройства 530
11.1. Классификация принтеров 530
11.2. Лазерные принтеры 532
11.3. Светодиодные принтеры 538
11.4. Струйные принтеры 545
11.5. Матричные принтеры 547
11.6. Адаптер принтера 552
11.7. Программа вывода данных на печать 555
11.8. Варианты заданий 560

Контрольные вопросы к теме «Лазерный принтер» 560
Литература 562

Глава 12. Устройства ввода и регистрации информации 563
12.1. Дигитайзеры 563
12.2. Графопостроители 565
12.3. Сканер. Основные определения 568
12.4. Структурная схема сканера 570
12.5. Принцип действия сканера 577
12.6. Электронный учебник «Сканер» 580
Контрольные вопросы 584
Литература 586

Глава 13. Принципы магнитной записи 587
13.1. Магнитные ленты 587
13.2. Дисковые накопители 588
13.3. Магнитные головки 592
13.4. Методы кодирования 594
13.5. Форматирование дорожки 597
13.6. Циклический избыточный контроль 600
13.7. Адресные метки 602
13.8. Фазовая автоподстройка частоты 605
Справочное дополнение 606
Контрольные вопросы 607
Литература 608

Глава 14. Гибкие и жесткие диски 609
14.1. Типы гибких дисков 609
14.2. Организация данных на диске 610
14.3. Накопитель ГМД 611
14.4. Контроллер НГМД 612
14.5. Подключение КНГМД к шине 615
14.6. Конструкция жесткого диска 616
14.7. Размещение данных на жестком диске 617
14.8. Технические параметры НЖМД 618
14.9. Порты адаптера ЖД 619
14.10. Контроллеры жесткого диска 620
14.11. Программирование гибкого диска 627
14.12. Программирование жесткого диска 643
Контрольные вопросы 651
Литература 652

Глава 15. Оптические носители информации 653
15.1. Назначение CD 653
15.2. Конструкция и геометрия CD 653
15.3. Принципы оптического чтения/записи 656
15.4. Функциональные характеристики CD 658
15.5. Аппаратурные характеристики 664
15.6. Обобщенная схема дисковода CD 666
15.7. Технические характеристики 669
15.8. Цифровой универсальный диск (DVD) 670
15.9. Функциональные признаки 672
15.10. Параметрическая классификация 675
15.11. Аппаратурные признаки 676
15.12. Программный интерфейс и руководство пользователя 678
15.13. Многослойный диск FMD 681
Контрольные вопросы 683
Литература 686

Глава 16. Устройства преобразования информации 687
16.1. Основные определения АЦП 687
16.2. Цифроаналоговые преобразователи 692
16.3. Аналого-цифровые преобразователи 694
16.4. Устройства связи с объектом 701
16.5. Интерактивная модель АЦП 707
Контрольные вопросы 708
Литература 709

Глава 17. Модемное соединение компьютеров 710
17.1. Основные определения 710
17.2. Аналоговые модемы 715
17.3. Функциональные признаки модемов 719
17.4. Параметрические признаки модемов 725
17.5. Аппаратура аналогового модема 726
17.6. Цифровая связь ISDN 735
17.7. Методы цифровой модуляции 737
17.8. Технология *DSL 738
Контрольные вопросы 739
Литература 741

Приложение 1. Варианты выполнения программных заданий 742
Коды клавиатуры 742
Вывод данных на печать. Адаптер принтера 751

Программирование последовательного порта (УАПП) 764
Управление курсором. Контроллер ЭЛТ 777
Знакогенератор. Режимы дисплея 790
Текстовый режим дисплея. Управление сдвигами данных 803
Графический режим дисплея 811
Программирование контроллера НЖМД 820
Литература 829

Приложение 2. Проверочные вопросы к базовым темам 830

Приложение 3. Ответы на контрольные вопросы и решения упражнений 839

Приложение 4. Ответы на вопросы по темам базового курса 847

Введение

Опыт развития вычислительной техники показывает, что основные функциональные и параметрические характеристики компьютеров определяются входящими в их состав внешними и внутренними периферийными устройствами и интерфейсами (шинами) различных типов (системными, локальными, периферийными с параллельной и последовательной передачами данных).

Вместе с совершенствованием центрального процессора большое внимание уделяется развитию новой периферийной аппаратуры с использованием различных физических принципов (технологий), расширяющих их технические и эксплуатационные параметры. Причем наивысшие технологические достижения в разработке периферийных устройств меняются каждый год.

Предлагаемая книга, на наш взгляд, способствует развитию инженерного мышления, соответствующих практических навыков и обеспечивает образовательный интерес к изучению данной темы, так как позволяет получить опыт в проектировании и программировании периферийных устройств и узнать, как работают наиболее важные части компьютера.

Данная работа является продолжением и развитием предыдущей книги «Компьютеры: шины, контроллеры, периферийные устройства» (М.: Радио и связь, 2001. 480 с.).

В книге была предпринята попытка изложить сложный и разноплановый материал в едином систематизированном подходе: **основные определения, функциональные, параметрические, аппаратурные классификационные признаки периферийных устройств (интерфейсов) и принципы их действия**. Задача состояла в том, что надо было найти наиболее важные классификационные признаки, присущие всем устройствам (найти общее в несхожем), и признаки, которые одно устройство отличают от другого. Известны три метода классификации устройств: **иерархический** (патентная международная система классификации, имеющая несколько редакций), **морфологический** (классификация на уровне блоков и их связей) и **параметрический** (емкость, быстродействие, потребляемая мощность и т. д.). Но наиболее важной является предлагаемая **функциональная классификация**, описывающая способ функционирования устройств (шин). Морфологический метод требует просмотра большого числа технических решений, связанных с перестановкой блоков и их связей (мелкой детализацией). Функциональный метод базируется на наиболее важных основных признаках способов функционирования устройств.

Одному способу функционирования может быть поставлено в соответствие множество аппаратных решений. Функциональный метод не страдает излишней детализацией и является одним из методов создания новых устройств (**поисковой системой новых патентных решений**). Конкурентная борьба фирм связана с нахождением новых патентованных технических решений (пусть даже небольших).

В настоящее время наблюдается тенденция к переходу от одной параллельной шины общего назначения с большим числом линий связи (параллельно-последовательный функциональный признак передачи данных) к нескольким двухпроводным каналам связи (последовательно-параллельный функциональ-