

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	9
1. Параллельный, последовательный и игровой порты	13
1.1. Параллельный порт	13
1.1.1. Разъемы	14
1.1.2. Внутреннее устройство	15
1.1.3. Программное управление	19
1.2. Последовательный интерфейс RS232	26
1.2.1. Последовательная передача данных	26
1.2.2. Разъем и кабель порта RS232	28
1.2.3. Внутреннее аппаратное устройство	29
1.2.4. Программное управление	35
1.3. Игровой порт	41
1.3.1. Разъем	42
1.3.2. Внутреннее аппаратное устройство	42
1.3.3. Программное управление	44
2. Необходимое оборудование	49
2.1. Источники питания	49
2.1.1. Источник питания постоянного тока	49
2.1.2. Источники питания +5, -5, +12, -12 В	50
2.1.3. Опорные напряжения	54
2.1.4. Преобразователи напряжения	55
2.1.5. Схемы источников питания с гальванической развязкой	56
2.2. Логические пробники	57
2.3. Цифровые и аналоговые генераторы сигналов	57
2.3.1. Цифровые генераторы сигналов	58
2.3.2. Аналоговые генераторы сигналов	60
2.4. Экспериментальные платы параллельного, последовательного и игрового портов	62
2.4.1. Экспериментальная плата параллельного порта	62
2.4.2. Экспериментальная плата последовательного порта	65
2.4.3. Экспериментальная плата игрового порта	67
2.4.4. Устройство экспериментальных плат	69
2.5. Средства разработки плат	71
3. Программы управления экспериментальными платами	75
3.1. Программное обеспечение для экспериментальной платы параллельного порта	76
3.1.1. Описание программы CENTEXP.PAS	76
3.1.2. Описание программы CENTEXP	79

3.2. Программное обеспечение	
для экспериментальной платы последовательного порта	84
3.2.1. Описание программы RS232EXP.PAS	84
3.2.2. Описание программы RS232EXP	88
3.3. Программное обеспечение	
для экспериментальной платы игрового порта	93
3.3.1. Описание программы GAMEEXP.PAS	94
3.3.2. Описание программы GAMEEXP	98
3.4. Программные библиотеки ресурсов	100
4. Расширение возможностей параллельного, последовательного и игрового портов	113
4.1. Расширение возможностей параллельного порта	113
4.1.1. Увеличение количества линий ввода/вывода при помощи микросхем с малой степенью интеграции	113
4.1.2. Увеличение количества линий ввода/вывода при помощи микросхемы 8255	116
4.2. Расширение возможностей последовательного порта	123
4.2.1. Преобразователи уровней RS232/ТТЛ	123
4.2.2. Увеличение количества линий ввода/вывода с помощью UART	124
4.2.3. Микросхема ITC232-A для сопряжения с последовательным портом	130
4.3. Увеличение количества линий игрового порта	132
4.4. Последовательно-параллельные преобразователи	132
4.5. Параллельно-последовательные преобразователи	134
4.6. Шифраторы и дешифраторы данных	135
4.7. Шина I ² C	143
4.7.1. Принцип работы	144
4.7.2. Временные диаграммы работы шины I ² C	145
4.7.3. Реализация на базе параллельного и последовательного портов ...	146
4.7.4. Микросхемы, поддерживающие стандарт I ² C	147
4.8. Последовательный периферийный интерфейс	147
4.9. Шина MicroLAN	147
4.10. Сопряжение между схемами ТТЛ и КМОП	148
4.11. Защита цифровых линий ввода/вывода	149
5. Управление внешними устройствами	152
5.1. Мощные устройства коммутации	152
5.1.1. Устройства коммутации на оптопарах	152
5.1.2. Транзисторные устройства коммутации	152
5.1.3. Устройства коммутации на основе схемы Дарлингтона	153
5.1.4. Устройства коммутации на полевых транзисторах	153
5.1.5. Устройства коммутации на МОП транзисторах с защитой	154

5.2. Устройства управления светодиодами	155
5.2.1. Стандартные светодиоды	155
5.2.2. Маломощные светодиоды	156
5.2.3. Многоцветные светодиоды	156
5.2.4. Инфракрасные светодиоды	157
5.3. Устройства управления реле	158
5.3.1. Реле с сухими контактами	158
5.3.2. Транзисторные устройства управления реле	159
5.4. Мощные управляющие интегральные микросхемы	159
5.4.1. Многоканальные управляющие интегральные микросхемы	159
5.4.2. Буферные устройства управления с защелками	160
5.5. Оптоэлектронные полупроводниковые реле на тиристорах	163
5.6. Устройства управления двигателями постоянного тока	164
5.7. Устройства управления шаговыми двигателями	166
5.7.1. Устройства управления четырехфазными шаговыми двигателями	166
5.7.2. Устройства управления двухфазными шаговыми двигателями	168
5.8. Управление звуковыми устройствами	169
5.8.1. Устройства управления пьезоэлектрическими динамиками, зуммерами и сиренами	170
5.8.2. Устройства управления громкоговорителями	170
5.9. Устройства управления дисплеями	172
5.9.1. Многоразрядные светодиодные дисплеи со встроенными схемами управления	172
5.9.2. Растровые светодиодные дисплеи со встроенными схемами управления	176
5.9.3. Многоразрядные светодиодные растровые дисплеи со встроенными схемами управления	178
5.9.4. Жидкокристаллические растровые дисплейные модули	181
5.10. Устройства управления мускульными кабелями	186
6. Измерение аналоговых величин	188
6.1. Аналого-цифровые преобразователи	188
6.1.1. АЦП с параллельным интерфейсом ввода/вывода	188
6.1.2. АЦП с последовательным интерфейсом ввода/вывода	205
6.1.3. Аналоговый процессор АЦП TSC500	217
6.2. Преобразователи напряжение–частота	221
6.2.1. Принципы преобразования напряжение–частота	221
6.2.2. Преобразователь напряжение–частота LM331	222
6.3. Цифровые датчики интенсивности света	224
6.3.1. Линейная матрица световых детекторов TSL215	227
6.3.2. Другие цифровые оптоэлектронные датчики	231
6.4. Цифровые датчики температуры	232
6.4.1. Термометр DS1620	233
6.4.2. Цифровой температурный датчик	238
6.4.3. Жидкокристаллические температурные модули	240

6.5. Цифровые датчики влажности	243
6.6. Цифровые датчики расхода жидкости	245
6.7. Цифровые датчики магнитного поля	247
6.7.1. Цифровой датчик FGM-3 индукции магнитного поля	247
6.7.2. Цифровой датчик магнитного поля	248
6.8. Радиосистемы точного времени	248
6.9. Клавиатура	253
7. Сопряжение компьютера	
с другими цифровыми устройствами	254
7.1. Цифро-аналоговые преобразователи	254
7.1.1. Простой ЦАП R-2R	254
7.1.2. ЦАП с параллельным вводом ZN428	254
7.1.3. ЦАП DAC0854 с последовательным интерфейсом ввода/вывода ...	257
7.2. Цифровые потенциометры	261
7.3. Модули памяти	264
7.3.1. Модуль EEPROM объемом 2 КБ	
с последовательным вводом/выводом ST93C56C	264
7.3.2. EEPROM с шиной I ² C	270
7.4. Системы отсчета реального времени	275
7.5. Генераторы сигналов с цифровым управлением	281
7.5.1. Программируемый таймер/счетчик 8254	282
7.5.2. Генератор с числовым программным управлением HSP45102	288
7.5.3. Программируемый генератор	
синусоидальных колебаний ML2036	292
8. Сетевые приложения и удаленный доступ	293
8.1. Телекоммуникационные схемы	293
8.2. Интегральные схемы модемов	294
8.3. Радиосвязь	295
8.3.1. FM передатчик и приемник TMX/SILRX	296
8.3.2. AM передатчик и приемник AM-TX1/AM-HHR3	299
8.3.3. Эксперименты по передаче данных с помощью радиосвязи	299
8.4. Модули приемопередатчиков	302
8.4.1. Приемопередатчик ViM-418-F	302
8.4.2. Требования к передаваемым последовательным данным	304
8.5. Модем для работы в бытовой электросети LM1893	305
8.6. Интерфейс RS485	306
8.7. Инфракрасные линии передачи данных	307
Список литературы	312
Предметный указатель	313

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга посвящена проблемам сопряжения персонального компьютера с современными электронными устройствами при помощи параллельных, последовательных и игровых портов. В ней приведено много примеров, показывающих, как ПК может собирать информацию из окружающего мира и управлять внешними устройствами. Кроме того, предлагается программное обеспечение, написанное на языках Turbo Pascal и Visual Basic. Это сочетание аппаратной и программной части и раскрывает суть понятия «сопряжение компьютера».

Наиболее известны параллельный, последовательный и игровой порты, которые встроены практически в каждый ПК. Поэтому схемы, рассмотренные в данной книге, можно использовать со всеми типами компьютеров: настольными, портативными, карманными IBM PC и совместимыми с ними, Macintosh, Amiga, PSION¹ и др.

Книга предназначена для широкого круга читателей, в числе которых:

- специалисты, использующие компьютер для взаимодействия с внешним миром;
- программисты, которые разрабатывают аналогичное ПО;
- инженеры, мечтающие соединить цифровые электронные устройства с ПК;
- студенты, желающие на практике усвоить, как компьютер сопрягается с внешними устройствами;
- все, кто изучает новейшие способы применения компьютеров.

Структурно книга разделена на восемь глав.

Глава 1 знакомит читателя с устройством параллельного, последовательного и игрового портов. В ней приводится необходимая техническая информация, рассказывается, как использовать программное обеспечение для управления портами.

В главе 2 речь идет о некоторых практических инструментах для проведения экспериментов по сопряжению компьютера. В частности, в ней описываются

¹ Программы, представленные в книге, не будут работать на компьютерах Macintosh, Amiga и PSION. – *Прим. науч. ред.*

конструкции экспериментальных плат для параллельного, последовательного и игрового портов. Платы обеспечивают визуальное отображение состояния контактов портов, что дает возможность проследить процессы ввода/вывода информации через порты. Экспериментальные платы использованы во всех опытах, описанных в книге.

В главе 3 приведено программное обеспечение для этих плат на языках программирования Turbo Pascal версии 6 для DOS (TP6), Turbo Pascal для Windows (TPW) и Visual Basic версии 3 (VB3). Предлагаемое ПО вы можете применять в собственных разработках.

В главе 4 излагаются основные методы расширения возможностей портов. Здесь приведены некоторые электрические схемы и примеры программ.

В главе 5 рассмотрены многочисленные способы управления внешними устройствами, в частности реле, светодиодами, двигателями постоянного тока, шаговыми двигателями, модулями визуального отображения информации, приборами, работающими от бытовой сети, и др. Даны электрические схемы и примеры программ.

Глава 6 посвящена вводу данных. Здесь обсуждаются вопросы, связанные с управлением аналого-цифровыми преобразователями, конверторами напряжения в частоту, различными датчиками. Экспериментальные схемы обеспечивают возможность считывания компьютером информации о температуре, скорости потока жидкости, интенсивности света, магнитных полях и т.д.

В главе 7 рассказывается, как соединить компьютер с другими устройствами, такими как цифро-аналоговые преобразователи, часы, модули памяти и генераторы сигналов.

Глава 8 посвящена вопросам удаленного доступа и сетевым приложениям. Здесь речь идет о модемах, радиоприемниках, радиопередатчиках и радиоретрансляторах.

Книга содержит большое количество практических схем и управляющих программ по сопряжению компьютера с внешними устройствами, изготовленными в основном компанией RS Components (<http://www.rs-components.com/rs/>). Фирменное обозначение компонентов, указанных в тексте, поможет читателям при проведении экспериментов. Облегчить работу призваны и листинги управляющих программ с комментариями. Программное обеспечение можно найти в Internet по адресу <http://www.newnespress.com> (архив ioexp.zip).

При написании книги были предприняты все необходимые проверки для того, чтобы обеспечить правильную и безопасную работу любой схемы или программы. Однако автор не несет ответственности за ошибки в принципиальных схемах и программах, которые могут функционировать некорректно и/или вызвать повреждение другого оборудования, к которому подсоединены экспериментальные устройства.

Будьте осторожны: некоторые устройства, представленные в этой книге, могут использовать опасные для человека напряжения. Соблюдайте правила техники безопасности.

Благодарности

Прежде всего хотелось бы поблагодарить мистера Дункана Энрайта (Duncan Enright) за идею написания этой книги. Также выражаю признательность доктору Шуишенгу Хе (Shuisheng He), доктору Йанкангу Ли (Jiankang Li), доктору Джинг Зао (Jing Zhao), доктору Фейбьао Зоу (Feibiao Zhou), доктору Ксиаохонгу Пенг (Xiaohong Peng) и доктору Синди Куи (Cindy Qiu) за то, что они прочитали рукопись. Кроме того, я очень благодарен за помощь в написании книги, а также за обеспечение примерами и соответствующей документацией следующим компаниям: RS Components, UCC International, Three Five Systems и Speak and Co. Ltd.

Используемые обозначения

Чтобы упростить восприятие материала, в книге приняты следующие обозначения:

- *Курсивом* в тексте выделены базовые термины и определения.
- Моноширинным шрифтом в книге набраны все листинги (фрагменты программного кода), выделены названия команд, адреса регистров, ячейки памяти ОЗУ.
- **Полужирным начертанием** отмечены названия элементов интерфейса (окон, пунктов меню, опций) при описании работы программ, а также кнопок некоторых электронных устройств.

Зарегистрированные торговые марки

В табл. 1 представлены сведения о фирмах-производителях электронного оборудования, упоминаемых на страницах этой книги.

Таблица 1. Фирмы-производители электронного оборудования и их торговые марки

Торговая марка	Компания
Amiga	Commodore Business Machines Corporation
Analog Devices	Analog Devices Inc.
Allegro MicroSystems	Allegro MicroSystems Inc.
Cystal Semiconductors	Cystal Semiconductors Inc.
Dallas Semiconductor	Dallas Semiconductor Corporation
GEC Plessey Semiconductors	GEC Plessey Semiconductors Ltd
Harris Semiconductors	Harris Corporation
Hewlett Packard	Hewlett Packard Corporation
Hitachi	Hitachi Ltd
Holtek	Holtek Microelectronics Inc.
IBM	International Business Machines

Таблица 1. Фирмы-производители электронного оборудования и их торговые марки (окончание)

Торговая марка	Компания
Isocom	Isocom Ltd
Maplin	Maplin plc
Maxim	Maxim Integrated Products Inc.
Microchip	Microchip Technology Inc.
MS-DOS, Visual Basic, Windows	Microsoft Corporation
National Semiconductors	National Semiconductors Inc.
NEC	NEC Corporation
Newport Components	Newport Components Inc.
Optek	Optek Technology Inc.
Philips Semiconductors	Philips Semiconductors
PSION	PSION plc
Quality Technologies	Quality Technologies
Radio Solutions	Radio Solutions Ltd
Radiometrix	Radiometrix Ltd
RS	RS Components Ltd
SGS-Thomson	SGS-Thomson Microelectronics
Siemens	Siemens AG
Sharp	Sharp Corporation
Speake & Co. Ltd	Speake & Co. Ltd
Texas Instruments	Texas Instruments Inc.
Three Five Systems	Three Five Systems Inc.
Timely	Timely Technology Ltd
Toshiba	Toshiba Corporation
Turbo Pascal	Borland International Inc.
UCC	UCC International Ltd
Xicor	Xicor Semiconductor Inc.

1. ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ И ИГРОВОЙ ПОРТЫ

Параллельный, последовательный и игровой порты – это наиболее распространенные порты ввода/вывода. В некоторых портативных компьютерах может не быть игрового порта, но параллельный и последовательный входят в стандартную комплектацию для всех типов ПК.

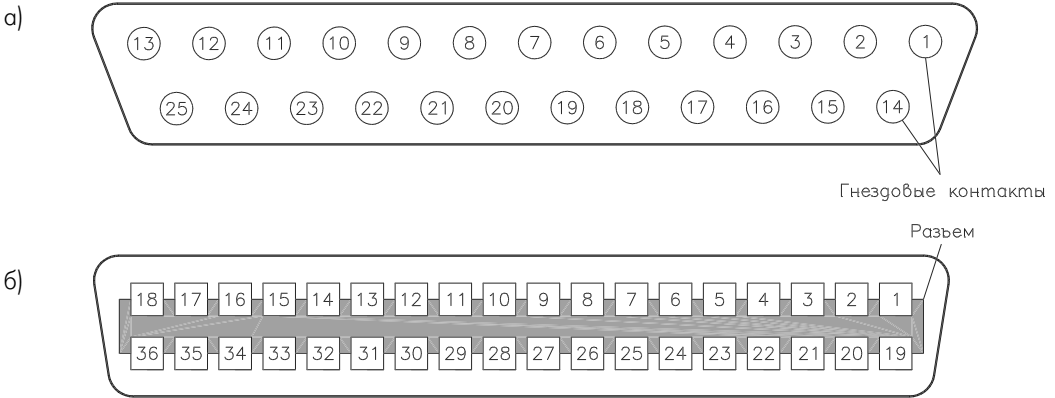
Изначально каждый из этих портов разрабатывался для определенного применения. Параллельные предназначались для соединения компьютеров с принтерами, последовательные – для подключения принтеров, модемов и мыши, а игровые – для присоединения джойстиков. Однако они могут использоваться и для других приложений, связанных с сопряжением компьютера с внешними устройствами. Периферийные устройства, созданные для этих портов, легко подключаются к IBM PC-совместимому компьютеру. Принципиальные схемы отличаются мобильностью и могут применяться для решения проблем сопряжения с любым оборудованием, которое оснащено указанными портами. Таким образом, полезно узнать, как они работают и каким образом обеспечивается наиболее эффективное их использование.

1.1. Параллельный порт

Порт Centronic, или *параллельный*, – это промышленный стандарт для подсоединения принтеров к компьютеру. Компьютер имеет по крайней мере один такой порт, встроенный в материнскую плату или представляющий собой отдельную интерфейсную карту ввода/вывода. Увеличить количество параллельных портов просто и недорого, можно установить четыре параллельных порта с логическими именами от LPT1 до LPT4. Команды управления принтером подробно не описываются.

1.1.1. Разъемы

Разъемы порта для компьютера и принтера отличаются друг от друга. Первый – это 25-контактная розетка D-типа (рис. 1.1а), а второй – 36-контактная розетка параллельного типа (рис. 1.1б).



в)

Номера контактов на		Направление (относительно ПК)	Наименование	Назначение
компьютерах	принтерах			
1	1	Выход	STROBE	Строб данных
2	2	Выход	DB0	Бит данных 0
3	3	Выход	DB1	Бит данных 1
4	4	Выход	DB2	Бит данных 2
5	5	Выход	DB3	Бит данных 3
6	6	Выход	DB4	Бит данных 4
7	7	Выход	DB5	Бит данных 5
8	8	Выход	DB6	Бит данных 6
9	9	Выход	DB7	Бит данных 7
10	10	Вход	ACK	Подтверждение приема данных, готовность принтера
11	11	Вход	BUSY	Подтверждение занятости принтера
12	12	Вход	PE	Нет бумаги
13	13	Вход	SLCT	Принтер подключен к линии
14	14	Выход	LF/CR	Автоматический перевод строки после возврата каретки
15	32	Вход	ERROR	Ошибка в принтере
16	31	Выход	INITIALIZE	Установка параметров по умолчанию
17	36	Выход	SLIN	Выбор принтера
18...25	19...30, 33		GND	Витая пара, соединенная с "землей"
	18, 34		Не используется	
	16		LOGIC GND	Логическая "земля"
	17		CHASSIS GND	Заземление на шасси

Рис. 1.1. Контакты на разъемах параллельного порта компьютера и принтера: а – блочная часть 25-контактного гнездового разъема D-типа, вид со стороны задней стенки компьютера; б – блочная часть 36-контактного разъема параллельного типа, вид со стороны задней стенки принтера; в – назначение контактов разъемов параллельного порта

Назначение контактов обоих разъемов представлено на рис. 1.1в. Для соединения компьютера с принтером используется принтерный кабель (рис. 1.2) длиной не более 5 м.

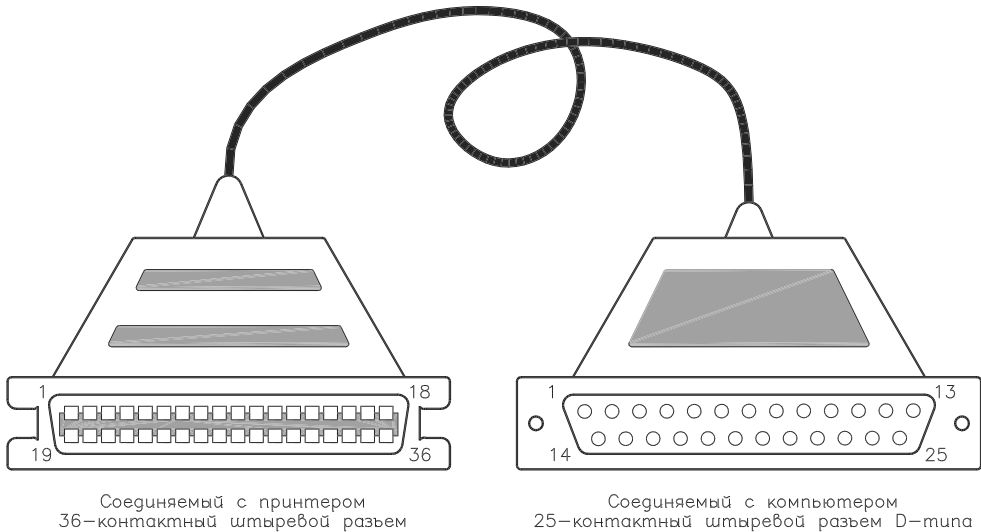


Рис. 1.2. Кабель принтера

1.1.2. Внутреннее устройство

Общая схема параллельного порта внутри ПК представлена на рис. 1.3. Восьмибитовые данные заносятся в DD1 во время записи в регистр с адресом базовый адрес + 0. Операция осуществляется командой `WRITE_DATA`.

Эти данные образуют группу. Они считываются компьютером из того же регистра через DD2 с помощью команды `READ_DATA`. Во время чтения выход DD1 должен иметь высокий уровень сопротивления, что достигается подачей на контакт 1 (выход разрешен) DD1 высокого уровня напряжения. Шестибитовое управляющее слово записывается в DD3 через регистр с адресом базовый адрес + 2 при помощи команды `WRITE_CONTROL`. Биты с 0 по 3 подаются на выход разъема и образуют группу управления. Некоторые биты инвертируются микросхемами с открытыми коллекторами на выходе (DD6 и DD7). Все выходные линии подключены к питанию +5 В через резисторы 4,7 кОм. Состояние этих линий считывается через регистр с адресом базовый адрес + 2 через DD4 посредством команды `READ_CONTROL`. Четвертый бит управляющего байта разрешает прерывание, а пятый бит открывает или закрывает выход DD1. Состояние пяти контактов разъема порта (группа состояния) компьютер считывает через DD4 с помощью команды `READ_STATUS` через регистр с адресом базовый адрес + 1. Входы линии подключены к питанию +5 В через резисторы 4,7 кОм, два входа инвертируются.

В первых конструкциях IBM PC контакт «выход разрешен» DD1 соединялся с «землей» для постоянного открывания выходов. Это была однонаправленная версия параллельного порта. Начиная с IBM PS/2, указанный контакт соединили

