

В книге отражены вопросы по аппаратным средствам и программному обеспечению сопряжения компьютера с современными 51-совместимыми микроконтроллерами — системами на кристалле (MSC12XX, ADUC8XX, P89LPC9XX, AT89C51ED2/RD2 и C8051F067/330). Приведены примеры применения новейших разработок ведущих фирм-производителей элементной базы, связанной с интерфейсом RS232 (новые преобразователи интерфейса, гальванические развязки и т. п.), в схемах связи компьютера с микроконтроллером. Рассмотрены схемные решения и программное обеспечение программирования в системе (In-System-Programming — ISP) современных микроконтроллеров по интерфейсу RS232. Предложен разработанный автором новый протокол обмена по интерфейсу RS232, использующий аппаратную синхронизацию с помощью линий данных и обладающий высокими надежностью и скоростью обмена (115 200 бод).

Показано преимущество применения прямых команд ввода/вывода (in и out) в COM-порт перед использованием API-функций при программировании интерфейса RS232 в ОС Windows98/XP. Даны рекомендации по последовательности действий, позволяющих применить прямые команды ввода/вывода в COM-порт в ОС Windows98/XP.

Книга снабжена большим количеством примеров по схемным решениям (приведены принципиальные схемы и фотографии макетных плат) и программному обеспечению для ОС DOS и Windows98/XP (приведены тексты программ).

Программы для микроконтроллеров написаны на ассемблере и C51(Keil, v.6.14), а для компьютера — на языке Клариион, являющемся одной из двух распространенных современных RAD-систем (вторая — Delphi), предназначенных для быстрой разработки приложений (Rapid Application Development — RAD).

Программы для компьютера, работающие в DOS, написаны на языке Клариион для DOS (Clarion V.3.100), работающие в Windows98/XP — на языке Клариион для Windows (Clarion V.6.0) и встроенному в него C++.

Описаны примеры использования RS232 в системах сбора и обработки информации с датчиков.

Книга предназначена для опытных разработчиков компьютерных и автономных систем сбора и обработки информации, в составе которых используются микроконтроллеры, а также начинающих специалистов в этой области; может быть полезна студентам вузов соответствующих специальностей.



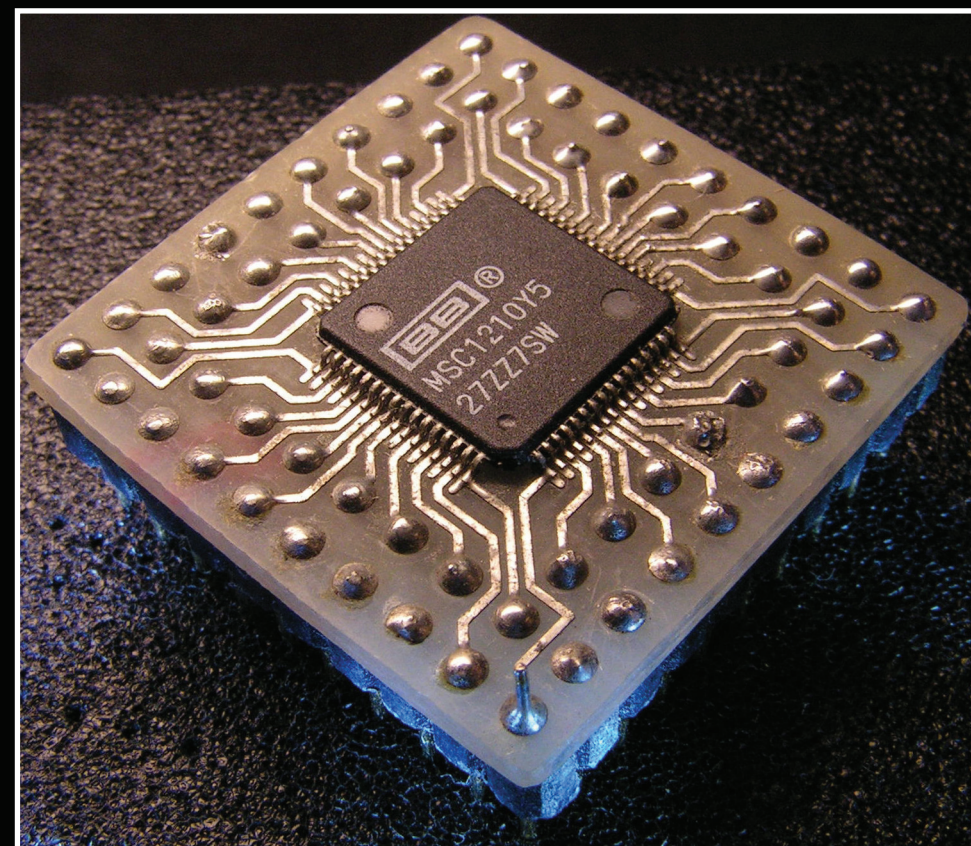
## ИНТЕРФЕЙС RS232

А. Ю. КУЗЬМИНОВ

# И Н Т Е Р Ф Е Й С RS232

СВЯЗЬ МЕЖДУ КОМПЬЮТЕРОМ  
И МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ

ОТ DOS К WINDOWS98/XP



А. Ю. КУЗЬМИНОВ



А. Ю. КУЗЬМИНОВ

И Н Т Е Р Ф Е Й С  
**RS232**

**СВЯЗЬ МЕЖДУ КОМПЬЮТЕРОМ  
И МИКРОКОНТРОЛЛЕРОМ**

**ОТ DOS К WINDOWS98/XP**



МОСКВА

**УДК**       **621.396.6**  
**ББК**       **32.872**  
              **К89**

**К89**       **Кузьминов А. Ю.**

Интерфейс RS232: Связь между компьютером и микроконтроллером: От DOS к WINDOWS98/XP. — М.: Издательский дом «ДМК-пресс» — 320 с.

**ISBN 5-9706-0028-8**

В книге отражены вопросы по аппаратным средствам и программному обеспечению сопряжения компьютера с современными 51-совместимыми микроконтроллерами — системами на кристалле (MSC12XX, ADUC8XX, P89LPC9XX, AT89C51ED2/RD2 и C8051F067/330). Приведены примеры применения новейших разработок ведущих фирм-производителей элементной базы, связанной с интерфейсом RS232 (новые преобразователи интерфейса, гальванические развязки и т. п.), в схемах связи компьютера с микроконтроллером. Рассмотрены схемные решения и программное обеспечение программирования в системе (In-System-Programming — ISP) современных микроконтроллеров по интерфейсу RS232. Предложен разработанный автором новый протокол обмена по интерфейсу RS232, использующий аппаратную синхронизацию с помощью линий данных и обладающий высокими надежностью и скоростью обмена (115 200 бод).

Показано преимущество применения прямых команд ввода/вывода (in и out) в COM-порт перед использованием API-функций при программировании интерфейса RS232 в ОС Windows98/XP. Даны рекомендации по последовательности действий, позволяющих применить прямые команды ввода/вывода в COM-порт в ОС Windows98/XP.

Книга снабжена большим количеством примеров по схемным решениям (приведены принципиальные схемы и фотографии макетных плат) и программному обеспечению для ОС DOS и Windows98/XP (приведены тексты программ).

Программы для микроконтроллеров написаны на ассемблере и C51(Keil, v.6.14), а для компьютера — на языке Клариян, являющемся одной из двух распространенных современных RAD-систем (вторая — Delphi), предназначенных для быстрой разработки приложений (Rapid Application Development — RAD).

Программы для компьютера, работающие в DOS, написаны на языке Клариян для DOS (Clarion V.3.100), работающие в Windows98/XP — на языке Клариян для Windows (Clarion V.6.0) и встроенному в него C++.

Описаны примеры использования RS232 в системах сбора и обработки информации с датчиков.

Книга предназначена для опытных разработчиков компьютерных и автономных систем сбора и обработки информации, в составе которых используются микроконтроллеры, а также начинающих специалистов в этой области; может быть полезна студентам вузов соответствующих специальностей.

**ББК 32.872**  
**УДК 621.396.6**

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

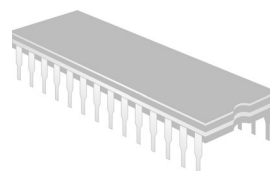
Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность наличия технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможный ущерб любого вида, связанный с применением или неприменимостью любых материалов данной книги.

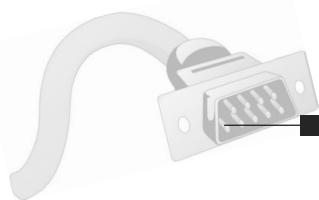
ISBN 5-9706-0028-8

© Издательский дом «ДМК-пресс»

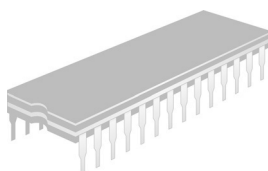
# Оглавление

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	8
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	13
<b>1. АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА ИНТЕРФЕЙСА RS232</b> .....	15
<b>1.1.</b> Предварительные замечания.....	16
<b>1.2.</b> Новые преобразователи интерфейса RS232 .....	16
<b>1.2.1.</b> Новые специализированные микросхемы преобразователей интерфейса RS232.....	17
<b>1.2.2.</b> Нетрадиционные преобразователи интерфейса RS232.....	19
<b>1.3.</b> Примеры применения новых преобразователей для сопряжения микроконтроллеров с компьютером по интерфейсу RS232 .....	21
<b>1.3.1.</b> Предварительные замечания .....	21
<b>1.3.2.</b> Управление состояниями микроконтроллера с помощью компьютера по интерфейсу RS232 .....	27
<b>1.3.3.</b> Схемы формирования сигналов RST и PSEN для микроконтроллеров семейств MSC12XX, ADUC8XX и AT8951ED2(RD2).....	30
<b>1.3.4.</b> Схемы формирования сигналов RST и Vdd для микроконтроллеров семейств P89LPC9XX и C8051FXXX.....	31
<b>1.3.5.</b> Сопряжение микроконтроллеров семейства MSC12XX с компьютером .....	32
<b>1.3.6.</b> Сопряжение микроконтроллеров семейства ADUC8XX с компьютером .....	35
<b>1.3.7.</b> Сопряжение микроконтроллеров AT89C51ED2(RD2) с компьютером.....	37

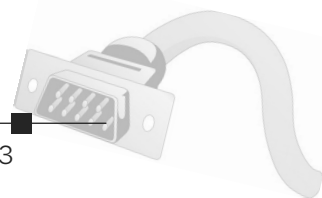




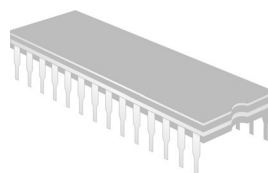
1.3.8.	Сопряжение микроконтроллеров семейств P89LPC9XX с компьютером .....	37
1.3.9.	Сопряжение микроконтроллеров семейств C8051FXXX с компьютером .....	43
1.3.10.	Кабель связи микроконтроллеров с компьютером .....	48
1.4.	Гальванические развязки для интерфейса RS232 .....	49
1.4.1.	Простой гальванически изолированный интерфейс RS232 на базе микросхем развязки ADUM1201, преобразователя SN75155 и оптронов .....	51
1.4.2.	Гальванически изолированный интерфейс RS232 на базе микросхем развязок ADUM1201, ADUM1200 и преобразователей ADM3202 и MAX3181 .....	54
1.4.3.	Гальванически изолированный интерфейс RS232 на базе микросхем развязок ADUM1201, ADUM1200 и преобразователя MAX1406 .....	57
1.4.4.	Гальванически изолированный интерфейс RS232 на базе микросхем развязок ADUM1201, ADUM1200 и преобразователей MAX3190 и MAX3181 .....	58
1.4.4.1.	Плата гальванически изолированного интерфейса на базе развязок ADUM1201, ADUM1200, MAX3181 и MAX3190 для микроконтроллеров семейств MSC12XX, ADUC8XX и AT89C51ED2/RD2 .....	58
1.4.4.2.	Плата гальванически изолированного интерфейса на базе развязок ADUM1201, ADUM1200, MAX3181, MAX3183 и MAX3190 для микроконтроллеров семейств P89LPC9XX .....	61
1.5.	Что делать, если длина линии связи интерфейса RS232 превышает 20 м? .....	63
2.	ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ИНТЕРФЕЙСА RS232 .....	67
2.1.	Предварительные замечания .....	68
2.2.	Формирование коротких машинно-независимых временных задержек .....	71
2.2.1.	Общие положения .....	71
2.2.2.	Программное формирование коротких аппаратно-независимых временных задержек в DOS .....	72
2.2.3.	Программное формирование коротких аппаратно-независимых временных задержек в Windows .....	73
2.3.	Применение совмещений в программах для микроконтроллера и компьютера .....	75
2.4.	Использование нового алгоритма обмена информацией по RS232 между компьютером и микроконтроллером .....	83

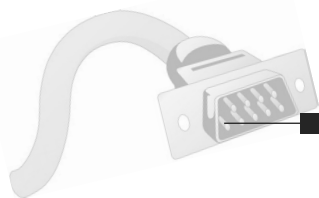




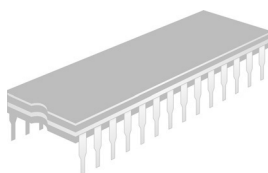


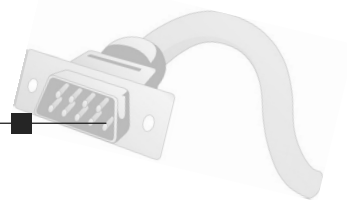
2.4.1.	Суть нового алгоритма обмена .....	83
2.4.2.	Подпрограммы передачи и приема байта для компьютера и микроконтроллера, использующие логику нового алгоритма обмена .....	89
2.4.3.	Тестовые программы обмена информацией между микроконтроллером и компьютером по интерфейсу RS232, использующие логику нового алгоритма.....	91
2.4.3.1.	Общие положения .....	91
2.4.3.2.	Тестовая программа обмена для микроконтроллера MSC1210 .....	92
2.4.3.3.	Тестовая программа обмена для микроконтроллеров ADUC847/834 .....	97
2.4.3.4.	Тестовая программа обмена для микроконтроллеров AT89C51ED2(RD2).....	101
2.4.3.5.	Тестовая программа обмена для микроконтроллеров P89LPC938/904.....	106
2.4.3.6.	Тестовая программа обмена для микроконтроллеров C8051F067/330D .....	113
2.4.3.7.	Тестовая программа обмена для компьютера в ОС DOS.....	119
2.5.	Программирование интерфейса RS232 в ОС Windows98/XP .....	125
2.5.1.	Предварительные замечания .....	125
2.5.2.	Варианты программирования интерфейса RS232 в Win'98/XP.....	127
2.5.3.	Программирование интерфейса RS232 с помощью функций API .....	128
2.5.3.1.	Тестовая программа обмена для компьютера, использующая функции API, в ОС Win'98/XP .....	133
2.5.4.	Программирование интерфейса RS232 с помощью прямых команд ввода/вывода в COM-порт .....	143
2.5.4.1.	Общие положения .....	143
2.5.4.2.	Применение команд ввода/вывода порт в Clarion6.0 для Win'98/XP .....	144
2.5.4.3.	Снятие запрета на применение команд ввода/вывода в порт для Win'XP.....	147
2.5.4.4.	Открытие COM-порта для использования прямых команд ввода/вывода в Win'XP .....	150
2.5.4.5.	Тестовая программа, использующая прямые команды ввода/вывода в COM-порт в ОС Win'98/XP .....	152



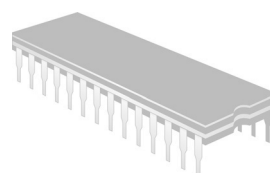


<b>2.6.</b>	Применение интерфейса RS232 для программирования микроконтроллеров в системе (In_System_Programming) .....	161
<b>2.6.1.</b>	Общие положения .....	161
<b>2.6.2.</b>	Программирование микроконтроллеров MSC12XX в режиме ISP по интерфейсу RS232.....	162
<b>2.6.3.</b>	Программирование микроконтроллеров ADUC8XX в режиме ISP по интерфейсу RS232.....	184
<b>2.6.4.</b>	Программирование микроконтроллеров P89LPC9XX в режиме ISP по интерфейсу RS232 и в режиме ICP по интерфейсу C2 .....	203
<b>2.6.4.1.</b>	Предварительные замечания.....	203
<b>2.6.4.2.</b>	Применение промежуточного микроконтроллера для осуществления режима ICP.....	204
<b>2.6.4.3.</b>	Программирование микроконтроллеров P89LPC93X в режиме ISP.....	205
<b>2.6.4.4.</b>	Программирование микроконтроллеров P89LPC9XX в режиме ICP.....	236
<b>2.6.5.</b>	Программирование микроконтроллеров AT89C51ED2 (RD2) в режиме ISP по интерфейсу RS232 .....	281
<b>2.6.6.</b>	Программирование микроконтроллеров C8051F067 и C8051F330D в режиме ISP по интерфейсам C2 и JTAG и штатный режим работы по интерфейсу RS232 .....	286
<b>2.6.6.1.</b>	Программирование и штатный режим работы микроконтроллера C8051F067 .....	287
<b>2.6.6.2.</b>	Программирование и штатный режим работы микроконтроллера C8051F330D .....	294
	<b>Заключение</b> .....	298
	<b>Список использованной литературы</b> .....	299
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>		
<b>Приложение 1.</b>	Справочные данные по интерфейсу RS232 .....	300
<b>П.1.1.</b>	Контакты разъема интерфейса RS232 компьютера .....	300
<b>П.1.2.</b>	Значения регистров состояния и управления в интерфейсе RS232 компьютера.....	300
<b>Приложение 2.</b>	Удаленные компьютерные системы сбора и обработки информации, поступающей с датчиков аналоговых, частотных и дискретных сигналов на базе 51-совместимых однокристальных микроконтроллеров.....	304





<b>П. 2.1.</b> Удаленные компьютерные системы сбора и обработки информации, поступающей с датчиков аналоговых, частотных и дискретных сигналов на базе микроконтроллеров P80C552 и AT89C51 .....	304
<b>П. 2.1.1.</b> Краткое описание .....	304
<b>П. 2.1.2.</b> Назначение и область использования .....	305
<b>П. 2.1.3.</b> Технические характеристики .....	305
<b>П. 2.1.4.</b> Техничко-экономическая эффективность .....	306
<b>П. 2.1.5.</b> Сведения о документации .....	306
<b>П. 2.1.6.</b> Сведения о внедрении .....	306
<b>П. 2.1.7.</b> Внешний вид окон, открывающихся в процессе работы программы поверки счетчиков объема газа (ОС DOS).....	306
<b>П. 2.1.8.</b> Примеры работы базового комплекта программ систем сбора на базе микроконтроллера AT89C51 и АЦП ADS1210 в ОС Windows98/XP .....	310
<b>П. 2.1.9.</b> Фотографии систем сбора .....	311
<b>П. 2.1.10.</b> Новая система сбора (2005 г.).....	316
<b>П. 2.1.11.</b> Новая разработка многоканальной системы сбора .....	318
<b>Сведения об авторе</b> .....	119





# Предисловие

---

Со времени написания первой части книги (2003 год) [4] появилось много новшеств (как в аппаратном, так и программном отношении), так или иначе связанных с интерфейсом RS232. Следуя традиции, принятой в первой части книги [4], настоящая книга условно делится на два раздела.

Первый раздел посвящен аппаратным средствам, связанным с интерфейсом RS232, второй — программному обеспечению для них.

Из аппаратных средств следует выделить новые преобразователи интерфейса RS232, обладающие несомненными преимуществами (высокой скоростью обмена, малыми габаритами и потреблением энергии, а также достаточно низкой стоимостью) перед используемыми ранее, которые стали уже доступны в нашей стране, например MAX318X, MAX3190.

Кроме того, переход на 3-вольтовое питание, которое стало поддерживаться многими современными микроконтроллерами, позволил, с одной стороны, по-новому подойти к применению стандартных преобразователей интерфейса (например ADM231L), с другой — использовать давно забытые микросхемы преобразователей, например двунаправленный преобразователь SN75155 (корпус DIP8), который давно уже не используется, очень удобно применять в таких приложениях. Что касается нестандартных преобразователей интерфейса RS232, то в дополнение к уже описанным в первой части книги можно отнести новые КМОП-транзисторы с изолированным затвором р- и n-проводимости (например BS250, 2N7000 и др.), которые с успехом могут служить приемниками RS232, т. к. их затвор ( $U_{зи} = \pm 20$  В) без каких-либо дополнительных резисторов может непосредственно контактировать с выходными линиями RS232( $\pm 10$  В).

Появление новых недорогих гальванически развязанных DC-DC-преобразователей (например +5 В в  $\pm 12$  В), в которых значительно (в несколько раз) снижен шум, улучшена стабильность работы, уменьшены габариты, при их применении позволило улучшить надежность и уменьшить площадь на плате узлов гальванической развязки для RS232. Пример нового DC-DC-преобразователя — RSD0512 фирмы RECOM.

Из новых оптронов, использующихся в гальванических развязках, следует отметить оптроны К7010 и К7110 (ф. COSMO), которые отличает высокая скорость работы, малый ток включения, малое потребление энергии и встроенный стабилизатор питания, благодаря чему значительно улучшены надежность и скорость передачи (до 1 Мбод).

И, наконец, последнее новшество в гальванических развязках — появление новых уникальных микросхем гальванических развязок, использующих принцип передачи информации

