

Адаптер USB — RS-232

В этой статье рассказывается о микросхеме контроллера PL-2303 и разработанном на ее основе адаптере с интерфейсом USB, который может найти широкое применение в повседневной практике разработчиков и пользователей компьютеров.

Микросхема PL-2303 представляет собой контроллер моста между интерфейсом USB и последовательным интерфейсом RS-232. Данный контроллер обладает следующими характеристиками:

- полное соответствие спецификации USB v1.1 и USB CDC v1.1;
- полная поддержка последовательного интерфейса RS-232;
- поддержка протокола автоматического режима «рукопожатия»;
- поддержка дистанционного запуска и управления питанием;
- встроенные буферы по 256 байт для исходящих и входящих потоков данных;
- поддержка встроенного ROM или внешнего EEPROM для конфигурации устройства;
- однокристалльный приемопередатчик USB;
- встроенный генератор, работающий на частоте 12 МГц;
- поддержка операционных систем Windows 98SE/ME/2000/XP, Windows CE 3.0/CE.NET, Linux и Mac;
- малогабаритный 28-выводной корпус SSOP;
- расширенный рабочий температурный диапазон $-45...85$ °C;
- питание от однополярного источника напряжением $4,75...5,25$ В;
- малый ток потребления: в рабочем режиме — 19 мА, в режиме ожидания — 400 мкА.

На рис. 1 представлена структурная схема контроллера.

Как видно из рис. 1, в устройстве заложены все необходимые функциональные блоки для работы с портом USB. В первую очередь, это блок приемопередатчика, который осуществляет согласование приема и передачи данных по двум дифференциальным двунаправленным линиям связи порта USB. С ним непосредственно связан блок преобразователя интерфейса, отвечающий за выделение и преобразование данных из потока USB. Синтезатор частоты обеспечивает синхронизацию потока данных. Блок управления вместе с регистрами статуса и управления отвечает за поддержание протокола USB. Принимаемые по USB данные

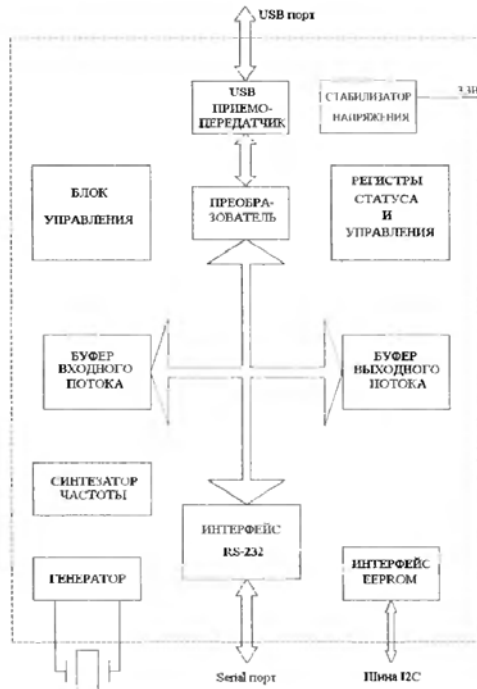


Рис. 1

из блока преобразователя поступают в 256-байтовый буфер входного потока. Передаваемые данные поступают на блок преобразователя из 256-байтового буфера выходного потока. Оба буфера организованы по принципу FIFO (первый вошел, первый вышел). Это позволяет осуществить мягкий синхронизм между двумя различными по скорости потоками данных. Непосредственно с данными буферами связан блок интерфейса RS-232, отвечающий за управление последовательными потоками данных через эти буферы. Он, так же как и блок преобразователя, управляется блоком управления. На выходе блока интерфейса RS-232 формируются все стандартные сигналы интерфейса, они имеют логические уровни TTL. Дополнительно в состав микросхемы включен стабилизатор напряжения 3,3 В. Это напряжение используется для подтягивания одной из дифференциальных линий связи USB при установлении скорости передачи данных по интерфейсу USB. Так, при подключении выхода этого источника через ограничительный резистор к положительному сигналу шины данных USB можно будет передавать данные на максимально-возможной скорости — 12 Мбод. Если же вместо поло-

жительного сигнала к источнику 3,3 В подключить отрицательный сигнал шины данных, то по интерфейсу USB можно будет передавать данные только на скорости 1,5 Мбод. Эта возможность заложена в спецификации протокола USB с целью совместимости с низкоскоростной периферией.

Роль синхронизатора всех процессов внутри микросхемы отведена блоку генератора и синтезатору частоты. К блоку генератора должен подключаться внешний кварцевый резонатор на 12 МГц. Синтезатор частоты формирует из частоты 12 МГц внутреннюю частоту 48 МГц, необходимую для синхронизации скоростных процессов внутри самой микросхемы.

Блок интерфейса EEPROM позволяет осуществить запись и чтение специальных данных об устройстве в подключаемую извне микросхему энергонезависимой электрически перепрограммируемой постоянной памяти. К таким данным относятся серийный номер изделия, его название, информация о фирме-производителе, поставщике продукции и т. д. Более подробно об этом будет сказано ниже.

В технических характеристиках, приведенных выше, было указано, что микросхема PL-2303 выпускается в корпусе SOIC-28. Описание всех выводов микросхемы приведено в табл. 1.

Контроллер поддерживает различные форматы данных и имеет программируемый генератор скорости приемопередатчика. Возможные форматы данных показаны в табл. 2.

Благодаря встроенному в контроллер программируемому генератору и регистрам управления можно управлять скоростью передачи данных по последовательному интерфейсу, задавая слово управления скоростью. Программируемый генератор поддерживает скорости вплоть до 1,2 Мбод, как показано в табл. 3.

Как указывалось выше, контроллер PL-2303 допускает хранение данных конфигурации во внешней микросхеме EEPROM с последовательным доступом. После сброса контроллером проверяются первые два байта EEPROM. Если они имеют значение 067Bh, EEPROM используется и ее содержимое будет загружено для конфигурирования параметров контроллера. В противном случае будет использована конфигурационная установка по умолчанию. Содержимое EEPROM приведено в табл. 4.

Таблица 1

Вывод	Название	Тип	Описание
1	TXD	O	Выход данных в последовательный порт
2	DTR_N	O	Сигнал RS-232 «Data Terminal Ready», активный уровень низкий
3	RTS_N	O	Сигнал RS-232 «Request To Send», активный уровень низкий
4	VDD_232	P	Питание встроенного блока интерфейса RS-232. Выходные сигналы RS-232 (выводы 1...3), поддерживают уровни напряжения 5 В, 3,3 В или 3 В. Вывод VDD_232 должен быть подключен к тому же источнику питания, что и внешний преобразователь уровней интерфейса RS-232. Входные сигналы RS-232 могут иметь произвольный уровень сигналов 3...5 В
5	RXD	I	Вход данных от последовательного порта
6	RI_N	I	Сигнал RS-232 «Ring Indicator», активный уровень низкий
7	GND	P	Земля
8	VDD	P	Питание
9	DSR_N	I	Сигнал RS-232 «Data Set Ready», активный уровень низкий
10	DCD_N	I	Сигнал RS-232 «Data Carrier Detect», активный уровень низкий
11	CTS_N	I	Сигнал RS-232 «Clear To Send», активный уровень низкий
12	SHTD_N	O	Отключение внешнего преобразователя уровней интерфейса RS-232
13	EE_CLK	I/O	Во время сброса вывод является входом для тестирования. В нормальном режиме на этом выводе формируется сигнал синхронизации внешней постоянной последовательной памяти SROM
14	EE_DATA	I/O	Сигнал данных SROM
15	DP	I/O	Положительный сигнал данных USB
16	DM	I/O	Отрицательный сигнал данных USB
17	VDD_3V3	P	Питание 3,3В для приемо-передатчика USB
18	GND_3V3	P	Общий вывод 3,3 В
19	RESET	I	Системный сброс
20	VDD	P	Питание
21	GND	P	Общий вывод питания
22	TRI_STATE	I	После сброса определяет состояние выводов RS-232. Высокий уровень этого сигнала переводит выходы RS-232 в неактивное состояние в режиме отключения внешнего преобразователя уровней. Низкий уровень данного сигнала переводит эти выходы в третье состояние
23	LD_MD/ SHTD	I/O	Является входом в течение сброса. Подключение этого вывода к питанию через резистор 220 кОм, установит режим максимальной нагрузки USB (500 мА). Подключение данного вывода к общему выводу через резистор 220 кОм, установит режим малой нагрузки USB (100 мА). После сброса, этот вывод становится выходным сигналом инверсным по отношению к сигналу SHTD_N
24	VDD_PLL	P	Питание 5 В для блока PLL
25	GND_PLL	P	Общий вывод блока PLL
26	PLL_TEST	I	Управление режимом тестирования блока PLL
27	OSC1	I	Входной сигнал для подключения кварцевого резонатора
28	OSC2	O	Выходной сигнал для подключения кварцевого резонатора

I — входной сигнал, O — выходной сигнал, I/O — двунаправленный сигнал, P — Питание/общий провод

Таблица 2

Данные	Формат
Стоп биты	1; 1,5; 2
Тип паритета	Нет (None)
	Нечетный (Odd)
	Четный (Even)
	Маркер (Mark)
Биты данных	5, 6, 7, 8 или 16

Таблица 3

Слово	Скорость, Бод
0012C000h	1228800
000E1000h	921600
00096000h	614400
00070800h	460800
00038400h	230400
0001C200h	115200
0000E100h	57600
00009600h	38400
00007080h	28800
00004B00h	19200
00003840h	14400
00002580h	9600
00001C20h	7200
000012C0h	4800
00000E10h	3600
00000960h	2400
00000708h	1800
000004B0h	1200
00000258h	600
0000012Ch	300
00000096h	150
0000004Bh	75

Регистр конфигурации контроллера используется для управления некоторыми специальными функциями. Назначение

Таблица 4

Байты	Название	Описание
1:0	EECHK	Если внешняя микросхема EEPROM подключена и запрограммирована, эти два байта должны иметь значение 067Bh. После сброса контроллера они будут проверены самим EEPROM контроллером на соответствие этому значению. При их совпадении следующая информация будет загружена как параметры контроллера
3:2	VID (Vendor ID)	Идентификационный номер поставщика
5:4	PID (Product ID)	Идентификационный номер производителя
7:6	RN (Release number)	Номер версии в двоично-десятичном формате (BCD)
10:8	DCR (Device Configuration Register)	Регистр конфигурации устройства

ние каждого бита в регистре конфигурации PL-2303 приведено в табл. 5.

На базе описываемого контроллера автором был разработан адаптер USB-Serial, который позволяет осуществлять передачу данных между интерфейсом USB и любыми устройствами с последовательным интерфейсом стандарта RS-232, например, с COM-портом компьютера или последовательным портом программатора. Фактически адаптер представляет собой преобразователь интерфейса USB в последовательный COM-порт. Необходимость в таком устройстве обуславливается следующими причинами.

Большое число разнообразных промышленных и самодельных электронных устройств (манипуляторы

«мышь», модемы, программаторы, эмуляторы и т. п.) подключаются к компьютеру через последовательный COM-порт. Однако в связи с тем, что персональные компьютеры, как правило, имеют всего два таких порта, возникает необходимость в регулярном отключении и подключении различных устройств к компьютеру. В тоже время компьютер имеет минимум два, а последние модели компьютеров — даже четыре и более порта USB. С помощью предлагаемого адаптера эти порты можно использовать для увеличения числа COM-портов. При этом число USB портов у компьютера можно увеличить без дополнительных затрат, например, с помощью встроенного

Таблица 5

Номер бита	Название	Описание	Значение по умолчанию
23	RESERVED	Зарезервировано	0
22	TRI_OUT	Состояние выходных сигналов RS-232: 1: выходы RS-232 в третьем состоянии; 0: выходы RS-232 в режиме вывода	0
21	RW_MODE	Дистанционный способ пробуждения: 0: когда происходит пробуждение, устройство подключает пассивный сигнал; 1: когда происходит пробуждение, устройство подключает активный сигнал	1
20	WURX	Разрешение триггера пробуждения для RXD: 0 — запрещен; 1 — разрешен триггер пробуждения для изменения состояния RXD	0
19	WUDSR	Разрешение триггера пробуждения для DSR: 0 — запрещен; 1 — разрешен триггер пробуждения для изменения состояния DSR	0
18	WURI	Разрешение триггера пробуждения для RI: 0 — запрещен; 1 — разрешен триггер пробуждения для изменения состояния RI	1
17	WUDCD	Разрешение триггера пробуждения для DCD: 0 — запрещен; 1 — разрешен триггер пробуждения для изменения состояния DCD	0
16	WUCTS	Разрешение триггера пробуждения для CTS: 0 — запрещен; 1 — разрешен триггер пробуждения для изменения состояния CTS	0
15	RESERVED	Всегда установлено в единицу	1
14	RESERVED	Всегда установлено в ноль	0
13	RESERVED	Всегда установлено в ноль	0
12	RW_INH	Приостановка дистанционных функций: 1 — приостановить USB дистанционные функции; 0 — разрешить USB дистанционные функции	0
11:6	RESERVED	Всегда установлено в ноль	000000
5:4	RTSM	Метод управления RTS: 00 — RTS управляется через карту битов управления, активный сигнал низкий; 01 — RTS управляется через карту битов управления, активный сигнал высокий; 10 — RTS активен, когда выходной поток буфера данных не пустой; в противном случае RTS неактивен; 11 — RTS неактивен, когда выходной поток буфера данных не пустой; в противном случае RTS активен	00
3:1	RESERVED	Всегда установлено в ноль	000
0	RSPDM	Режим засыпания приемопередатчика RS-232: 1: приемопередатчик засыпает, когда USB приостановлен; 0: приемопередатчик не засыпает, даже когда USB приостановлен	1

в некоторые модели мониторов устройства HUB USB.

В отличие от COM-портов к порту USB можно подключить до 127 устройств. Кроме того, интерфейс USB позволяет подключать периферийные устройства без отключения компьютера («горячая» стыковка). Предлагаемый адаптер обладает таким же свойством, поскольку имеет интерфейс USB.

ЛИТЕРАТУРА:

1. О. Вальпа. Тестирование COM-порта. — Схемотехника, 2003, № 4, с. 39, 40.

Окончание следует

Олег Вальпа,
г. Миасс Челябинской обл.

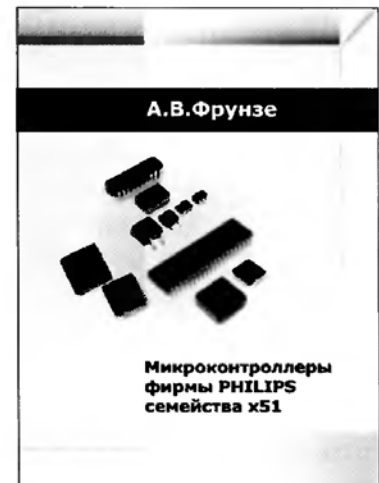
Редакция журнала
«Схемотехника»
приглашает авторов
к сотрудничеству

по всем вопросам обращаться
e-mail: editor@dian.ru
тел./факс (095)777-12-15

Требования по оформлению
статей см. в № 12, 2002, с. 44 и
на сайте редакции www.dian.ru.

Гонорары выплачиваются
авторам, проживающим на
территории СНГ.

Новые книги



А. В. Фрунзе

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ФИРМЫ PHILIPS СЕМЕЙСТВА x51

Издательский дом «Скимен» выпустил первый том книги Александра Фрунзе «Микроконтроллеры фирмы Philips семейства x51». В этой книге приведен подробный обзор всех выпускаемых фирмой Philips микроконтроллеров, дана информация по доступным отечественному пользователю микроконтроллерам семейства x51, изготавливаемым другими ведущими мировыми производителями. В ней приведена самая свежая на момент выпуска сводная таблица по всем выпускаемым Philips микроконтроллерам, а также терминологический словарь. Далее подробно рассматриваются особенности классических микроконтроллеров семейства x51 — система команд (подробно описаны все команды микроконтроллеров с кодами операций, операндами, примерами действия команд, временем их исполнения) и аппаратные особенности (структура памяти и регистров, арифметическо-логическое устройство, таймеры-счетчики и режимы их работы, система прерываний, стандартный последовательный порт со всеми режимами работы и система управления питанием). Подробно описаны микроконтроллеры с разработанным фирмой Philips оригинальным ядром 80C51+, в том числе микроконтроллеры с флэш-памятью программ, с программируемой матрицей счетчиков, с расширенной памятью программ и данных. Рассмотрены также микроконтроллеры с дополнительными портами ввода/вывода, с аппаратно реализованной шиной I²C и встроенным аналого-цифровым преобразователем. Вся приведенная информация основана на справочных материалах фирмы Philips.

Книга рассчитана на широкий круг инженерно-технических работников, интересующихся последними достижениями микроконтроллерной техники.

Книга формата А4 имеет мягкую обложку и содержит 336 с.

Вы можете подписаться на эту книгу через редакцию. Стоимость подписки — 260 руб., в эту сумму включена пересылка по России. Пример заполнения квитанции для оплаты через банк см. на стр. 56.

Окончание. Начало № 10/2005

Адаптер USB — RS-232

Схема адаптера, приведенная ниже, позволит понять, как легко и просто можно внедрить интерфейс USB в новые разработки на базе микроконтроллеров и процессоров с универсальным последовательным приемопередатчиком (UART), который присутствует практически во всех микроконтроллерах. Таким образом, на основе предложенного решения можно будет разрабатывать различные устройства со встроенным портом USB.

Принципиальная схема адаптера приведена на рис. 2.

Дроссель L1 вместе с конденсаторами C1...C8 осуществляет фильтрацию питающих напряжений адаптера. Резисторы R1 и R2 являются согласующими элементами шины данных USB. Резистор R3, как было указано выше, определяет скорость работы. Конденсаторы C9, C10 вместе с кварцевым резонатором ZQ1 обеспечивают генерацию задающей частоты контроллера. Конденсаторы C11...C14 участвуют в формировании положительного и отрицательного напряжений для сигналов интерфейса COM-порта. Резисторы R4

До подключения адаптера к компьютеру необходимо убедиться в том, что доступ к USB разрешен в BIOS компьютера. Обычно вход в BIOS происходит после перезапуска компьютера удержанием клавиши Del или F1 (в зависимости от BIOS компьютера). После разрешения порта USB в BIOS и перезапуска компьютера произойдет обнаружение этого порта, и компьютер произведет автоматическую установку всех необходимых драйверов для порта USB из инсталляционного пакета операционной системы.

После выполнения этой процедуры или если порт USB уже был разрешен ранее, в свойствах компьютера должна присутствовать запись о наличии

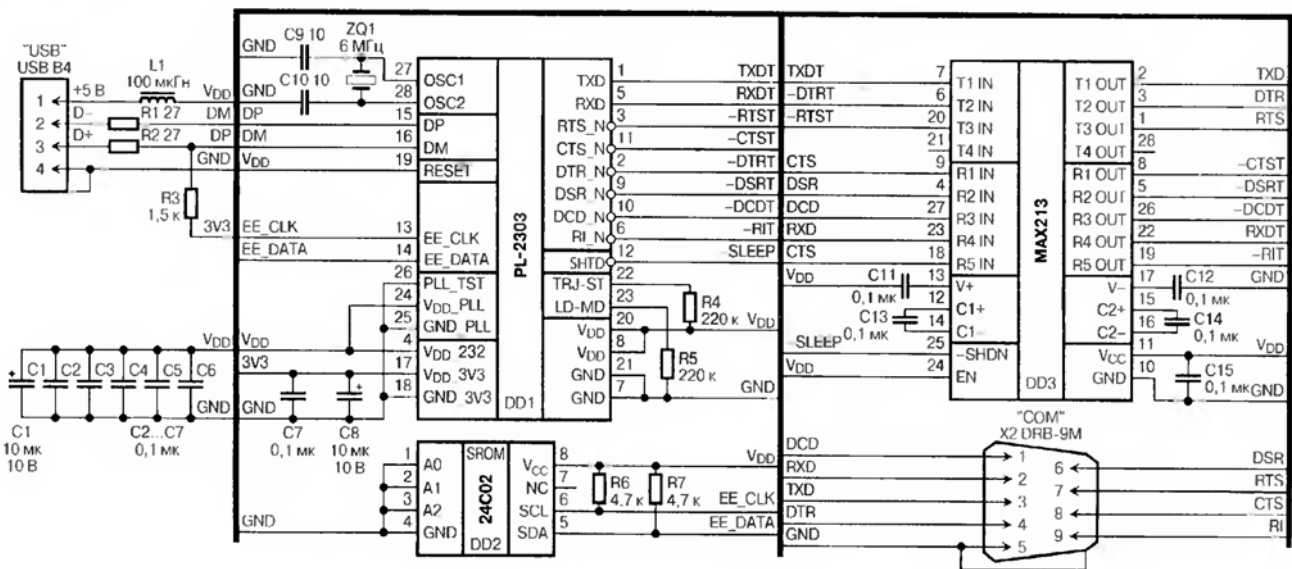


Рис. 2

Порт USB подключается к адаптеру через соединитель X1. В адаптере все операции по поддержанию протокола USB и преобразованию данных выполняет контроллер DD1. Для согласования по уровню выходных сигналов контроллера с подключаемой периферией применен преобразователь уровней DD3. Он содержит DC/DC преобразователь и позволяет преобразовывать сигналы уровней TTL в сигналы стандарта RS-232. Преобразованные данной микросхемой сигналы подключены непосредственно к разъему X2.

В качестве внешней энергонезависимой памяти применяется микросхема DD2. Она представляет собой постоянную электрически перепрограммируемую микросхему памяти EEPROM с последовательным интерфейсом I²C. Объем памяти составляет 1 Кбит. Стирание и запись производится через интерфейс USB с помощью контроллера DD1 уже после распайки на плате, т. е. внутрисхемно.

и R5 задают режим работы контроллера, а резисторы R6 и R7 подтягивают сигналы интерфейса I²C к шине питания. Микросхему DD2 и резисторы R6, R7 допускается не устанавливать, если нет необходимости в изменении заводской конфигурации контроллера. Назначение цепей и контактов в разъеме X2 соответствует стандартному COM-порту, поэтому при подключении периферийного устройства к данному адаптеру не потребуется никаких переходников или дополнительных кабелей. Со стороны USB адаптер подключается к компьютеру через разъем X1 с помощью стандартного кабеля USB длиной 1,5...5 м.

Для изготовления адаптера автором была разработана печатная плата. Расположение проводников на двух сторонах платы приведено на рис. 3 и 4, размещение элементов — на рис. 5 и 6.

Питание адаптера производится от USB порта, ток потребления — не более 50 мА.

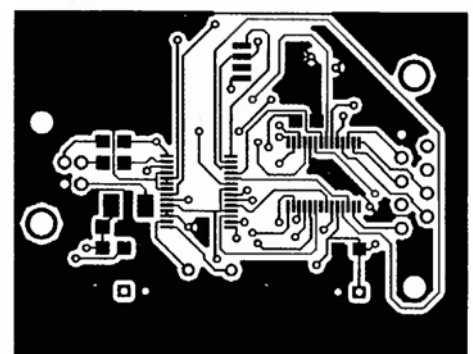


Рис. 3

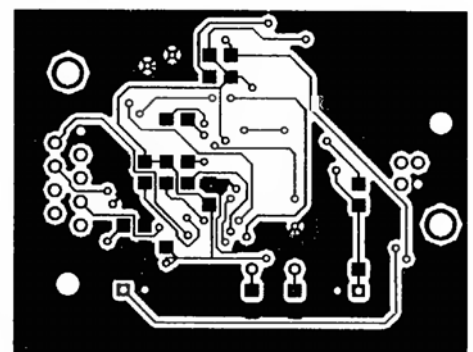


Рис. 4

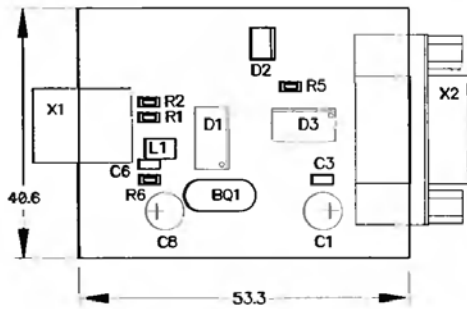


Рис. 5

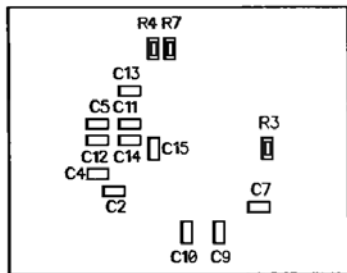


Рис. 6

контроллера шины USB, включающего в себя корневой разветвитель для USB и универсальный хост-контроллер. Пример такой записи для операционной системы Windows98 приведен на рис. 7.

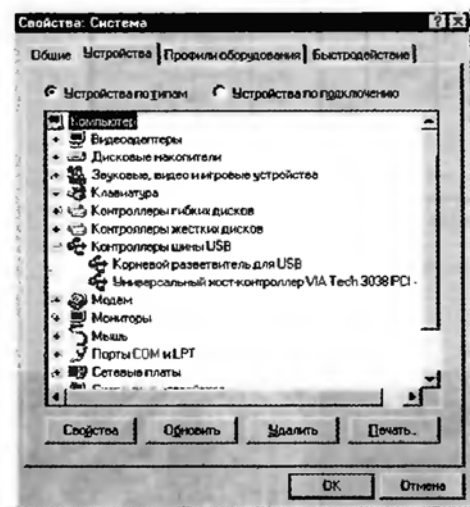


Рис. 7

Далее необходимо запустить файл с именем pl-2303.exe для установки драйверов адаптера. Эту программу можно бесплатно загрузить с сайта производителя микросхемы по адресу <http://www.prolific.com> или с сайта редакции журнала www.dian.ru. Программа обеспечивает установку драйвера на операционные системы Windows98SE/ME/2000/XP.

После запуска данной программы мастер установки автоматически распакует ее и через несколько секунд на экране появится окно сообщения, показанное на рис. 8.

Программа приветствует пользователя и сообщает ему о том, что будет выполнена установка драйверов



Рис. 8

на компьютер. Для продолжения установки необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши по кнопке Next.

Далее программа выполнит установку драйверов и выведет окно сообщения, показанное на рис. 9.



Рис. 9

В нем говорится об успешной установке драйверов и предлагается нажать кнопку Finish для завершения установки. Кроме того, в сообщении говорится о том, что если к компьютеру был подключен адаптер до запуска программы установки драйверов, его необходимо отключить и подключить вновь после завершения работы программы.

Если возникнет необходимость в удалении установленных драйверов, необходимо запустить программу деинсталляции: Пуск→Программы→PL-2303 USB-Serial Driver→Uninstall.exe. При этом программа произведет удаление установленных драйверов контроллера PL-2303 и выведет окно сообщения, показанное на рис. 10, в



Рис. 10

котором пользователю будет предложено перегрузить компьютер.

После установки драйверов к компьютеру можно подключить адаптер. Однако перед первым подключением адаптера к компьютеру, необходимо убедиться в правильности монтажа адаптера и в отсутствии короткого замыкания между любыми контактами разъема X1, а также в отсутствии замыканий между разноименными цепями.

Как только адаптер будет подключен к порту USB, компьютер обнаружит его и автоматически включит в состав системы, назначив для него свободный номер виртуального COM-порта.

При успешном выполнении этих процедур в свойствах компьютера должна появиться запись Proflic USB-to-Serial Comm Port в составе контроллера шины USB, а также новый виртуальный порт USB to Serial Port в составе портов COM и LPT, которому будет присвоен номер COM3 или другой свободный. Пример такой записи для операционной системы Windows98 приведен на рис. 11.

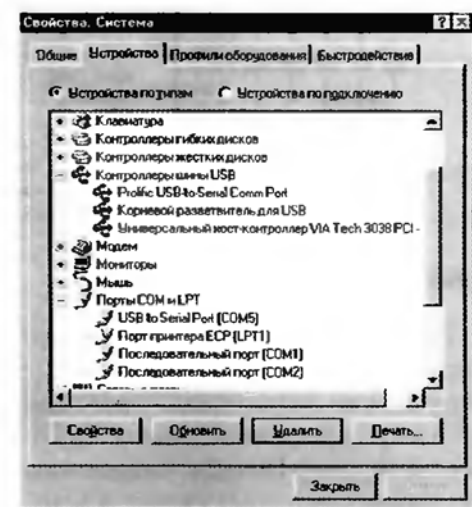


Рис. 11

После этого можно использовать адаптер как обычный COM-порт, естественно за исключением прямых обращений к регистрам порта, как это можно было делать в DOS. К нему можно подключить любое периферийное устройство, которое раньше подключалось к COM-порту компьютера, при этом оно также автоматически будет обнаруживаться компьютером как устройство, подключенное через COM-порт.

Для тестирования адаптера и обычных COM-портов компьютера можно использовать разработанную автором статьи программу testrs.exe и тестовую загрузку, описанную в [1]. Новую вер-

сию этой программы можно загрузить с сайта редакции www.dian.ru.

На основе описанного здесь адаптера можно изготовить очень популярные в последнее время кабели Data для подключения к компьютеру сотового телефона. Такие кабели позволяют не только обеспечить доступ к ресурсам мобильного телефона для загрузки новых мелодий, картинок, редактирования записной книжки и телефонных номеров, но и использовать телефон в качестве модема GPRS для выхода в Интернет. Благодаря мобильности телефона выход в Интернет возможен

не только с работы или из дома, но и на природе, в поезде, машине и любом месте, где доступна сотовая связь. В зависимости от модели телефона Data кабель должен иметь соответствующий разъем и назначение контактов в нем должно соответствовать сигнальным цепям. Многие модели сотовых телефонов имеют встроенный беспроводной интерфейс инфракрасной связи IRDA. Заменив в предложенном адаптере микросхему преобразователя уровней RS-232 на микросхему адаптера интерфейса IRDA, можно получить адаптер USB-IRDA.

Таким образом, рассмотренный здесь адаптер может быть легко переработан в любой из перечисленных интерфейсных устройств для обеспечения связи компьютера через порт USB с различными электронными приборами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. О. Вальпа. Тестирование COM-порта. — Схемотехника, 2003, № 4, с. 39, 40.

Олег Вальпа,
г. Миасс Челябинской обл.