

# Адаптеры SPI на основе микроконтроллера серии AVR

Олег Вальпа (Челябинская обл.)

В статье приводится описание разработанных автором адаптеров, предназначенных для отладки и конфигурирования различных устройств через стандартный интерфейс SPI.

В настоящее время множество компонентов и электронных устройств на основе этих компонентов имеют встроенный последовательный периферийный интерфейс SPI (Serial Peripheral Interface). Для отладки и конфигурирования таких устройств необходим удобный инструмент, который бы формировал интерфейс SPI и обеспечивал произвольный обмен данными по этому интерфейсу. В качестве такого инструмента автор предлагает использовать адаптеры SPI собственной разработки. Первый из этих адаптеров под названием COM-SPI преобразует стандартный COM-порт компьютера в интерфейс SPI. Второй адаптер называется USB-SPI и выполняет аналогичную функцию, но уже для USB-порта компьютера.

Адаптеры подключаются с одной стороны к интерфейсу COM или USB, а с другой – к тестируемому устройству через интерфейс SPI. С помощью тестовой программы, установленной на персональном компьютере, можно производить передачу произволь-

ных данных и осуществлять приём данных от устройства с последующим их отображением на мониторе компьютера для контроля. Такой подход позволяет отладить или сконфигурировать практически любое устройство с интерфейсом SPI.

Схема адаптера COM-SPI представлена на рис. 1. Перечень элементов адаптера приведён на сайте журнала.

Адаптер состоит из оптронного преобразователя сигналов COM-порта в сигналы TTL-логики и моста UART-SPI, выполненного на микроконтроллере ATtiny2313.

Основу оптронного преобразователя составляют элементы U1 и U2. Диоды VD1 и VD2 защищают оптроны от напряжения обратной полярности. Резисторы R3 и R4 определяют ток оптронов, резисторы R5 и R6 выполняют функцию нагрузки, а резисторы R7 и R8 обеспечивают смещение в базе оптронных транзисторов.

Оптическая развязка позволяет надёжно защитить COM-порт компьютера от выхода из строя за счёт устранения гальванической связи между

компьютером и подключенным к нему через адаптер устройством.

Узел оптической развязки не требует для своей работы отдельного источника питания, поскольку с одной стороны он питается от сигнальных цепей COM-порта самого компьютера, а с другой – от цепей питания адаптера. Простота, низкая стоимость и высокая надёжность такого узла оптической развязки COM-порта позволяют рекомендовать его применение и в других устройствах.

После оптронного преобразователя сигналы поступают на приёмопередатчик UART, входящий в состав микроконтроллера ATtiny2313, который принимает команды и данные от компьютера и транслирует их через интерфейс SPI к подключенному устройству. Интерфейс SPI также реализован в составе микроконтроллера. Данные от устройства через интерфейс SPI в обратном порядке принимаются микроконтроллером и передаются компьютеру через COM-порт. Программа микроконтроллера устанавливает для интерфейса SPI режим работы «мастер», и поэтому микроконтроллер выступает в качестве ведущего устройства.

Задающий генератор микроконтроллера состоит из кварцевого резонатора BQ1 и двух керамических конденсаторов C2 и C3. Тактовая частота резонатора, равная 1 1,0592 МГц, выбрана из условия обеспечения работы микроконтроллера UART на любой стандартной скорости с нулевой погрешностью, поскольку кратна этим скоростям.

Индикатор HL1 с токоограничивающим резистором R2 предназначен для индикации процесса передачи данных и управляется микроконтроллером с помощью рабочей программы через один из выводов микроконтроллера. Резистор R1 и конденсатор C4 формируют сигнал аппаратного сброса микроконтроллера в момент включения питания. Конденсаторы C1 и C5 служат для фильтрации питания адаптера.

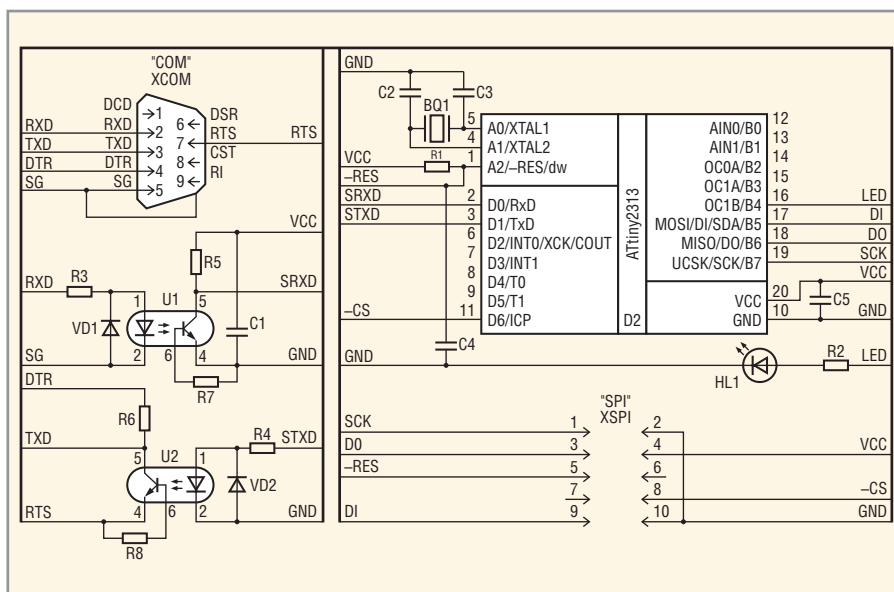


Рис. 1. Схема адаптера COM-SPI

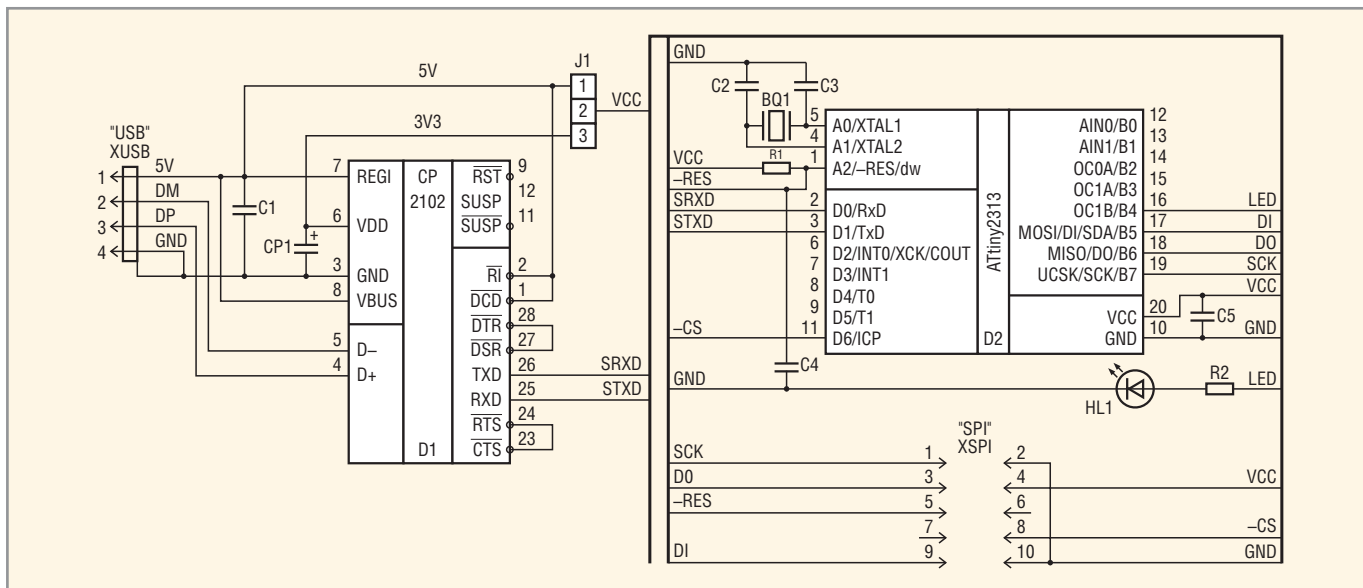


Рис. 2. Схема адаптера USB-SPI

Схема адаптера USB-SPI изображена на рис. 2, а перечень элементов, из которых он состоит, приведён на сайте журнала.

Вместо оптронного преобразователя этот адаптер содержит мост USB-UART, выполненный на микроконтроллере CP2102. Остальная часть схемы повторяет устройство первого адаптера. Микроконтроллер CP2102 преобразует интерфейс USB в интерфейс UART. После установки драйверов для этого микроконтроллера он доступен со стороны компьютера как стандартный COM-порт. Подробнее с микроконтроллером серии CP210x и его использованием можно познакомиться в статье [1].

Переключка J1 позволяет выбрать источник питания адаптера. В положении 1-2 питание осуществляется непосредственно от интерфейса USB напряжением 5 В, а в положении 2-3 – от стабилизатора USB напряжением 3,3 В. Это позволяет сопрягать адаптер с устройствами, работающими от напряжения питания как 3,3 В, так и 5 В.

Чтобы адаптеры работали, необходимы специальные программы. Автором были разработаны программы для микроконтроллера и персонального компьютера, которые работают с любым из описанных адаптеров.

Программа для микроконтроллера написана на языке Си в среде разработки CodeVisionAVR. Внешний вид главного окна последней представлен на рис. 3.

Свободно распространяемая версия среды разработки CodeVisionAVR Evaluation находится по адресу

<http://www.hpinfootech.ro/cvavre.zip> и может быть загружена через Интернет. Эта версия позволяет компилировать программы с получением кода объёмом до 4 Кб, чего вполне достаточно для большинства решаемых задач. Текст программы для микроконтроллера адаптера приведён на сайте журнала.

Как видно из текста программы, вначале производится подключение внешних файлов и библиотек, определение имён констант и выводов, инициализация переменных и внутренних регистров микроконтроллера. Скорость работы UART задаётся максимально возможной – 115 200 бод. Это необходимо учитывать при наст-

ройке COM-порта при работе с программой testrs, для того чтобы скорости работы COM-порта и адаптера совпадали.

В программе используются два таймера, которые обслуживаются обработчиками прерываний. Таймер 0 используется для задержки гашения светодиода, а таймер 1 формирует прямоугольные импульсы на одном из выводов микроконтроллера. Эти импульсы являются тестовыми и их можно использовать для контроля работоспособности адаптера.

Приём и передача данных UART осуществляются с помощью соответствующих подпрограмм, в которые включена команда сброса стороже-

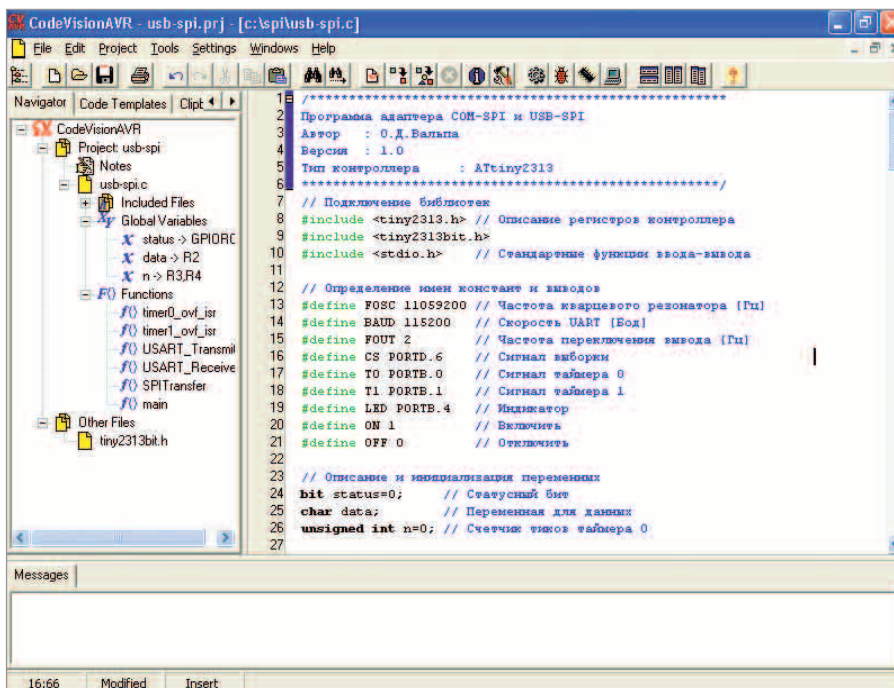


Рис. 3. Внешний вид главного окна среды разработки CodeVisionAVR

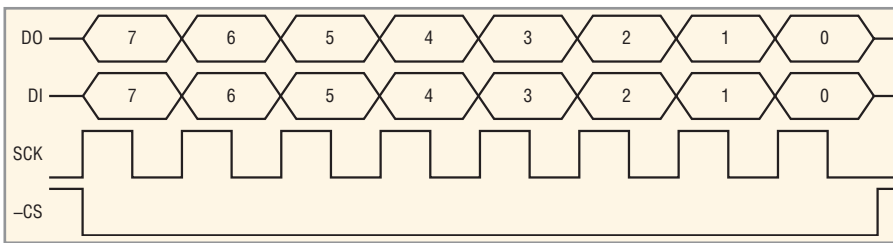


Рис. 4. Диаграмма работы адаптера для интерфейса SPI

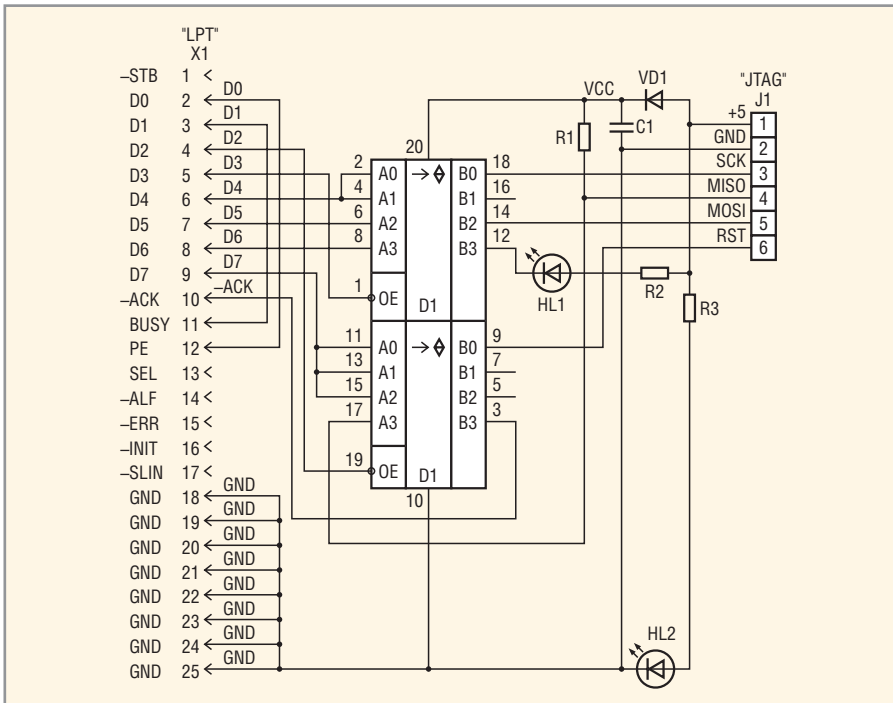


Рис. 5. Схема программатора STK200/300

вого таймера во время ожидания данных от приёмника или готовности передатчика. Подпрограмма приёмопередатчика SPI использует в своей работе регистры встроенного в микроконтроллер универсального последовательного порта USI, который аппаратно поддерживает режим работы интерфейса SPI.

В основном теле программы с именем main производятся операции

**Цепи сигналов переходника**

Адаптер SPI (IDT-10)		Программатор JTAG (PLS-6)	
вывод	сигнал	вывод	сигнал
1	SCK	3	SCK
2	GND	2	GND
3	DO(MISO)	4	MISO
4	VCC	1	+5 B
5	-RES	6	RST
6			
7			
8	-CS		
9	DI(MOSI)	5	MOSI
10	GND		

инициализации переменных и настройки портов микроконтроллера, после чего программа выполняет циклический опрос приёмника UART. При получении данных от UART они транслируются в SPI. Одновременно с передачей данных формируется активный низкий уровень сигнала - CS, предназначенный для осуществления выбора внешнего устройства.

На рис. 4 приведена диаграмма работы адаптера для интерфейса SPI. Данные от SPI принимаются синхронно с передачей. Принятые данные транслируются программой с помощью передатчика UART к компьютеру. Затем цикл повторяется. Код прошивки в формате HEX Intel, полученный в результате трансляции данной программы, приведён на сайте журнала.

Программу можно при необходимости модифицировать с целью изменения протокола общения с устройством или внесения дополнительных функций для микроконтроллера. Например, программу можно дополнить функциями управле-

ния через свободные выводы микроконтроллера или функциями сбора какой-либо информации с помощью этих выводов.

Полный проект программы, включающий в себя текст программы и вспомогательные файлы, можно скачать с сайта журнала.

После трансляции программы получается новый код для прошивки микроконтроллера. С помощью этой прошивки можно запрограммировать контроллер, используя внутрисхемный способ программирования, через предназначенные для этого выводы микроконтроллера. Эти выводы подключены к разъёму XSPI адаптера.

В качестве программатора удобнее использовать тот, который поддерживает среда разработки CodeVisionAVR, поскольку при этом можно будет осуществлять программирование непосредственно из среды разработки. К числу таких программаторов относятся STK500, AVRISP, AVRProg, STK200/300 и др. На рис. 5 приведена схема программатора STK200/300. Перечень элементов программатора представлен на сайте журнала.

Программатор подключается к адаптеру через простой переходник, который необходимо изготовить. Переходник нужен для совмещения одноименных сигналов программатора и адаптера. В таблице приведено название и тип соединителей, а также цепи сигналов переходника. Перед программированием необходимо подать на адаптер питание от источника постоянного напряжения +5 В.

Программа для компьютера написана автором также на языке программирования Си в среде разработки Visual Studio 6.0 и называется testrs.exe версии 2.1. Эту программу можно скачать с сайта журнала. Программа работает под управлением операционной системы Windows 9x/Me/2K/XP/2003. После запуска программа производит поиск доступных в компьютере COM-портов и выбирает для работы первый найденный по порядку порт. Если порты в компьютере не обнаружены, будет выдано соответствующее сообщение и программа завершит свою работу. В процессе работы программы можно выбрать любой доступный компьютеру порт для тестирования и изменить параметры настройки порта.

После запуска программы на экране монитора появится окно, приве-

дённее на рис. 6. В центре окна программы изображены разъёмы компьютера с назначением контактов и сигналов COM-порта. Для удобства тестирования приводятся два рисунка – для 9- и 25-контактного разъёма. Номера контактов разъёмов, их тип и назначение сигналов соответствуют стандартным и общепринятым для описываемых портов сигналам. В дальнейшем при работе программы контакты разъёмов будут окрашены в красный или зелёный цвет, что соответствует положительному или отрицательному потенциалу соответственно.

Ниже разъёмов нарисованы две кнопки для сигналов RTS и DTR. Щёлкая левой клавишей мышки по этим кнопкам, можно менять потенциал соответствующих выходных сигналов порта на противоположный. Эти операции будут сопровождаться автоматической сменой цветов контактов на разъёмах. Третья кнопка – TD – предназначена для начала передачи данных через порт. Содержимое передаваемых данных представлено в поле «Передано» и может быть

изменено после щелчка левой кнопкой мыши по этому полю или с помощью кнопок, расположенных в меню программы. Принимаемые по порту данные отображаются в поле «Принято».

Исполняемый код программы состоит из одного файла testrs.exe и не требует предварительной установки. С целью уменьшения размера этого файла программа транслировалась в режиме Shared DLL, т.е. стандартные библиотечные файлы DLL не были включены в тело программы. После запуска программы эти файлы берутся из доступного системного каталога C:\WINDOWS\SYSTEM. Программа testrs использует следующие стандартные библиотечные файлы: MFC42.DLL, KERNEL32.DLL, GDI32.DLL, USER32.DLL и MSVCRT.DLL. В случае, если программа выдаст сообщение об отсутствии некоторых из перечисленных библиотечных файлов DLL, необходимо поместить их в указанный выше каталог. Библиотеки являются стандартными и устанавливаются самой операционной системой Windows. Их можно также найти в Ин-

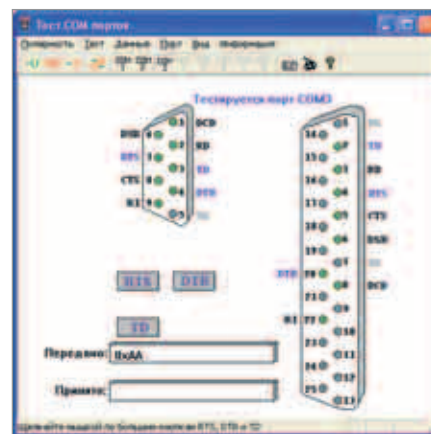


Рис. 6. Окно программы testrs.exe

тернете. В дальнейшем эти файлы ещё неоднократно пригодятся, поскольку большинство программ транслируется без включения библиотек.

Таким образом, с помощью компьютера и описанных здесь адаптеров можно получить удобный инструмент для работы с портом SPI.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Вальна О.* Связь компьютеров через USB. Современная электроника. 2005. № 2. С. 50–53.



## Новости мира News of the World Новости мира

### Компании AMD и IBM осваивают 45-нм технологию

Компании IBM и AMD представили результаты использования иммерсионной литографии, изоляционных материалов со сверхнизкой проницаемостью и усовершенствованных технологий «напряжённого кремния» для производства микропроцессоров нового поколения на основе 45-нанометрового технологического процесса.

В современном технологическом процессе используется традиционная литография, имеющая существенные ограничения при переходе за пределы 65-нм проектной нормы. В иммерсионной литографии пространство между линзами литографической системы и кремниевой подложкой, содержащей сотни микропроцессоров, заполняется прозрачной жидкостью, что позволяет повысить разрешающую способность при переносе изображения шаблона схемного решения. В результате улучшается производительность микросхем и повышается эффективность их производства. Технология иммерсионной литографии даст AMD и IBM бесспорные преимущества по сравнению с конкурентами, которые не

имеют разработок по использованию этой технологии в производстве микропроцессоров по 45-нм процессу. Например, благодаря иммерсионной литографии эффективность ячейки памяти SRAM повышается на 15% без применения дорогостоящего метода двукратного экспонирования.

Совместная работа AMD и IBM над совершенствованием технологии «напряжённого кремния» позволила продолжить масштабирование производительности транзисторов и в то же время уменьшить геометрические размеры полупроводниковых компонентов при переходе на 45-нанометровый технологический процесс. Несмотря на повышение плотности компоновки транзисторов, изготавливаемых по 45-нм технологии, компании IBM и AMD добились увеличения на 80% управляющего тока в р-канальном транзисторе и на 25% – в n-канальном транзисторе по сравнению с транзисторами, не использующими технологию «напряжённого кремния». Это наилучший результат по производительности, достигнутый на сегодня для 45-нм CMOS-технологии.

[www.amd.com](http://www.amd.com)

[www.ibm.com](http://www.ibm.com)

### Toshiba Matsushita: дан старт производству 5" тонких ЖК-экранов

Toshiba Matsushita Display Technology (TMD) планирует занять серьёзные позиции на развивающемся рынке тонких дисплеев («электронная бумага»). TMD объявила о начале массового производства TFT LCD-экранов, которые пока монохромные (16 градаций серого), но имеют размер 5" и VGA-разрешение. «Электронная бумага»



TMD обладает высокой отражающей способностью. Всё это делает её пригодной для использования в электронных словарях, книгах и прочих приложениях. Остальные параметры: диагональ 12,7 см, разрешение 640 × 480, контраст 12:1, время отклика 20 мс, энергопотребление 4...20 мВт.

[www.tmdisplay.com](http://www.tmdisplay.com)