

# Обзор и сравнительный анализ последовательных интерфейсов передачи данных

## Кислов А. Г.

Кислов Александр Геннадьевич / Kislov Aleksandr Gennad'evich – студент,  
кафедра вычислительной техники, факультет микроприборов и технической кибернетики,  
Национально-исследовательский университет  
Московский государственный институт электронной техники, г. Зеленоград

**Аннотация:** в статье приводится краткий обзор используемых в настоящее время последовательных интерфейсов передачи данных, приводится таблица сравнения интерфейсов по нескольким критериям. Исходя из данных этой таблицы делаются выводы о сферах использования данных интерфейсов.  
**Ключевые слова:** UART, SPI, USB, Ethernet, скорость передачи данных, протокол передачи.

В настоящее время в процессе проектирования и разработки устройств одной из главных проблем является выбор интерфейса передачи данных, наиболее подходящего для выполнения устройством его функций и задач. Существует множество интерфейсов передачи данных. Каждый из них отличается от других по пропускной способности, способу передачи и принципу обмена информацией. В данной статье будет проведен обзор некоторых из этих интерфейсов, а также их сравнение.

### UART

UART – это старейший и наиболее распространенный на сегодняшний день физический протокол передачи данных, предназначением которого является организация связи между цифровыми устройствами. Он преобразует передаваемые данные в последовательный вид для возможности передачи их по цифровой линии другому аналогичному устройству. Наиболее известной реализацией UART является интерфейсы RS-232, RS-422 и RS-485 [1, с. 18].

Данные в UART передаются последовательно по одному биту через равные промежутки времени. Этот временной промежуток задается скоростью UART, которая указывается в бодах. Существует ряд стандартных скоростей: 300, 600, 1 200, 2 400, 4 800, 9 600, 19 200, 38 400, 57 600, 115 200, 230 400, 460 800 и 921 600 бод. К примеру, максимальная скорость COM-порта компьютера составляет 115200 бод. Информационные биты для синхронизации обрамляются стартовым и стоповым битами, таким образом формируется минимальная посылка. Обычно посылка содержит в себе один байт информации, но существуют реализации UART, позволяющие передавать иное количество бит. Также для проверки целостности данных может присутствовать бит четности [1, с. 421].

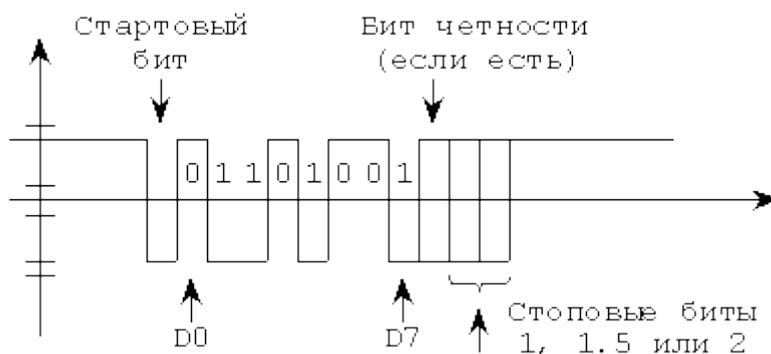


Рис. 1. Передача данных по UART SPI

SPI – последовательный интерфейс передачи данных, разработанный компанией Motorola. Основным его предназначением является обеспечение простого и недорогого высокоскоростного сопряжения микроконтроллеров и периферии.

В SPI для соединения устройств используется конфигурация ведущий/ведомый. В схеме подключения всегда только один ведущий, количество ведомых может быть различным. В общем случае выход ведущего соединяется с входом ведомого, а выход ведомого соединяется с входом ведущего.

SPI является синхронным интерфейсом, в котором любая передача синхронизирована с общим тактовым сигналом, генерируемым ведущим устройством. Ведомая периферия синхронизирует прием битовой последовательности с тактовым сигналом.

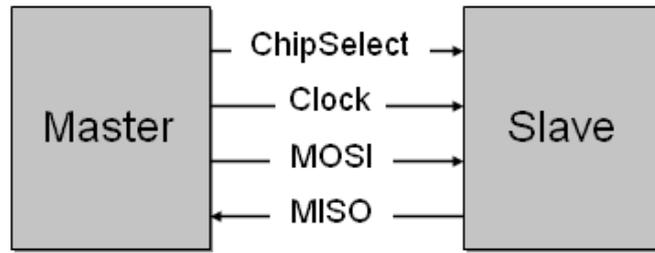


Рис. 2. Схема подключения SPI

В SPI используются четыре сигнала: MOSI, служащий для последовательной передачи данных от ведущего устройства ведомому, MISO, предназначенный для последовательной передачи данных от ведомого устройства ведущему, последовательный тактовый сигнал SCLK и ChipSelect, использующийся для выбора ведомой микросхемы.

Передача данных по SPI осуществляется пакетами, длина которых, как правило, 8 бит. Для инициации связи ведущее устройство устанавливает низкий уровень на выводе сигнала  $\overline{SS}$  того устройства, с которым необходимо установить соединение. При низком уровне сигнала  $\overline{SS}$  ведомое устройство переходит в активное состояние, вывод сигнала MISO устанавливается в режим «выход», а сигнал SCLK начинает вызывать считывание на входе MOSI передаваемых значений битов от ведущего устройства. Данные по SPI передаются в полнодуплексном режиме, т.е. передача осуществляется в обоих направлениях одновременно.

В настоящее время интерфейс широко используется в микроконтроллерах наряду с UART.

#### USB

USB – интерфейс, предназначенный для подключения различных периферийных устройств к персональному компьютеру. Разрабатывался USB с целью унификации и простоты для пользователя. Под унификацией понимается замена множества «традиционных» интерфейсов одним, а простота для пользователя означает «горячее» подключение устройств.

На сегодняшний день актуальной версией спецификации интерфейса является USB 3.0. Интерфейс обеспечивает максимальную скорость передачи данных до 5 Гбит/с и значительно упрощает питание и зарядку многочисленных устройств.

Данные передаются посредством транзакций – неразрывными последовательностями из нескольких пакетов. Обмен данными происходит следующим образом. Инициатором обмена всегда является хост. Он передает короткий пакет, уведомляющий о начале новой транзакции. В этом пакете хост указывает направление транзакции и адрес устройства. Пакетов с данными может быть несколько в одной транзакции, если каждый из них имеет максимально допустимую для этого устройства длину данных. Окончание пересылки данных определяется по длине пакета, не равной максимальной. Как только приходит укороченный пакет, устройство немедленно передает ответный пакет–подтверждение, например, все успешно принято или не смог принять. Аналогично происходит передача данных от устройства к хосту.

#### Ethernet

Ethernet - проводной интерфейс передачи данных, который используется преимущественно для построения локальных компьютерных сетей.

Передача данных по Ethernet происходит с помощью стека протоколов TCP/IP. Название TCP/IP происходит из двух наиболее важных протоколов семейства – Transmission Control Protocol (TCP) и Internet Protocol (IP), которые были разработаны и описаны первыми в данном стандарте.

Данные по Ethernet передаются в виде коротких пакетов, называемых кадрами, между двумя и более станциями – узлами. В целях идентификации каждому узлу присваивается персональный номер, именуемый MAC – адресом

В ходе обзора интерфейсов были выделены их преимущества и недостатки, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1. Преимущества и недостатки обозреваемых интерфейсов

Характеристики	UART	SPI	USB	Ethernet

Скорость передачи данных	низкая	низкая	высокая	высокая
Сложность реализации протокола передачи	низкая	низкая	высокая	высокая
Возможность «горячего» подключения устройств	-	-	+	+
Дальность передачи данных	маленькая	очень маленькая	маленькая	большая
Электрическая изоляция устройств	-	+/-	-	+
Возможность построения распределенных систем	-	-	-	+

Интерфейсы UART и SPI имеют относительно низкую скорость передачи данных, но низкая сложность реализации протоколов передачи позволяет применять их для построения простых недорогих решений. Например, подключение низкоскоростной периферии к ПК или микроконтроллерам. USB и Ethernet в свою очередь обладают относительно высокой скоростью передачи данных, а также имеют возможность «горячего» подключения устройств, однако протоколы передачи данных интерфейсов довольно сложны. Поэтому USB используется для сопряжения высокоскоростной периферии (внешние носители данных, видеокамеры и т.д.) с ПК, а Ethernet применяется в ЛВС и системах распределенных вычислений.

#### *Литература*

1. Агуров П. В. Последовательные интерфейсы ПК. Практика программирования. Санкт–Петербург: БХВ–Петербург, 2004. 472 с.