

А. А. Воевода
(ГГУ имени Ф. Скорины, Гомель)
Науч. рук. **М. А. Подалов**, ст. преподаватель

ОСОБЕННОСТИ АНАЛИЗА ПАКЕТОВ ИНТЕРФЕЙСА USB

USB (Universal Serial Bus – «универсальная последовательная шина») – последовательный интерфейс для подключения периферийных устройств к вычислительной технике.

Анализаторы пакетов интерфейса USB обычно используются разработчиками USB устройств и программистами для отладки оборудования и драйверов. В данном случае, вопрос анализа пакетов рассматриваемого интерфейса довольно актуален в силу его распространенности. Рассмотрим наиболее широко применяемый интерфейс USB 2.0 [1–6].

Интерфейс USB 2.0 поддерживает работу в трех режимах:

- Высокая скорость (High Speed) – до 480 Мбит/с
- Полная скорость (Full Speed) – до 12 Мбит/с.
- Низкая скорость (Low Speed) – до 1.5 Мбит/с.

Рассмотрим физическую реализацию подключения устройств помощью интерфейса USB 2.0.

Упрощенная схема подключения устройства к USB-хосту, способы передачи данных интерфейса USB 2.0 и сигналы для кодирования состояний шины в зависимости от скорости передачи данных представлены на рисунке 1 и в таблицах 1 и 2 соответственно.

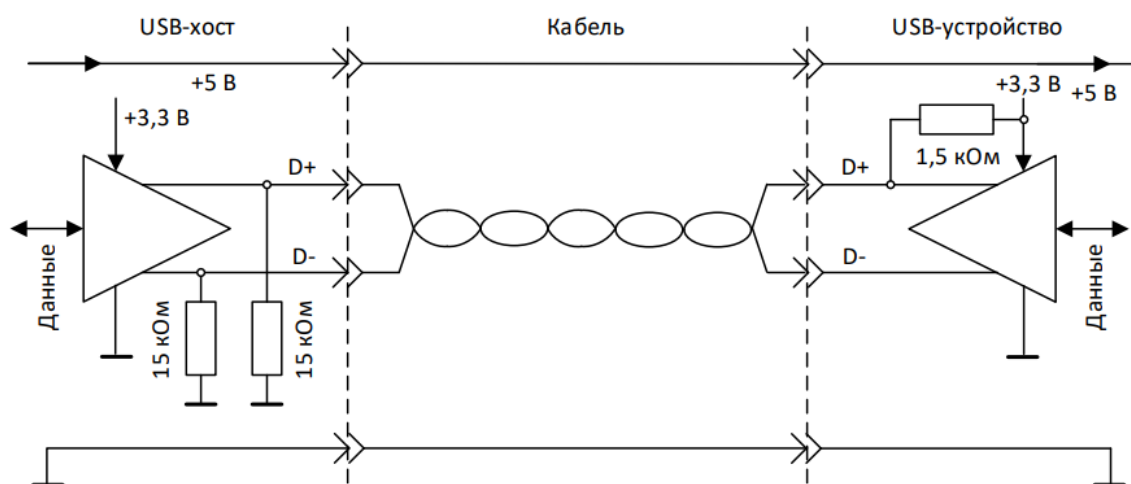


Рисунок 1 – Упрощенная схема подключения устройства к USB-хосту
(режимы Full Speed и High Speed)

Таблица 1 – Способы передачи данных интерфейса USB 2.0

Передаваемый дифференциальный сигнал	Уровень линии D+	Уровень линии D-
Diff0	< 0.3 В	> 2.8 В
Diff1	> 2.8 В	< 0.3 В
SE0	< 0.8 В	< 0.8 В

Таблица 2 – Сигналы для кодирования состояний шины в зависимости от скорости передачи данных

Состояние/Скорость	Low Speed	Full Speed	High Speed
J (data J state)	Diff0	Diff1	Diff1
K (data K state)	Diff1	Diff0	Diff0
Состояние покоя	Длительное состояние Diff0	Длительное состояние Diff1	SE0

Следует понимать (рисунок 2), что при передаче данных по шине USB 2.0 используется принцип кодирования NRZI (Non-return-to-zero, без возврата к нулю с инверсией). Каждому нулевому биту входных данных соответствует изменение состояния шины (JK, KJ), а при передаче единичного бита изменений нет. Для исключения потери синхронизации на длительных единичных последовательностях применяется принудительная вставка в поток данных нуля, на каждые 6 бит подряд. NRZI-кодировка снижает вероятность ошибки благодаря уменьшению изменений количества состояний, снижает энергопотребление, но усложняет сохранение синхронизации между хостами.

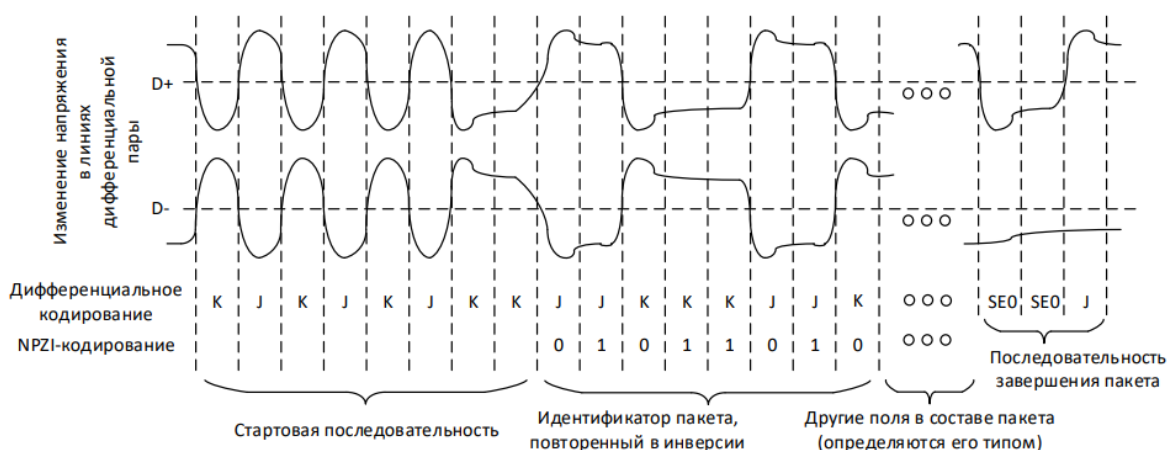


Рисунок 2 – Принцип формирования сигналов для передачи данных по стандарту USB 2.0 с использованием NRZI-кодировки

Таким образом, рассмотрев особенности интерфейса USB 2.0, физическую реализацию, принципы передачи данных, различные скорости работы, возможные состояния шины и сигналы, описывающие их, мы приобрели представление о том, как следует анализировать и интерпретировать данные, передаваемые с использованием интерфейса USB 2.0.

Литература

1. USB [Электронный ресурс] / Свободная энциклопедия Википедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/USB>. – Дата доступа: 21.03.2023.
2. Применение USB [Электронный ресурс] / PersCom.ru. – Режим доступа: <https://perscom.ru/usb/105-usb-primenenie/674-usb36?ysclid=lfioicpqvi216971484>. – Дата доступа: 21.03.2023.
3. USB Трекер (Анализатор) [Электронный ресурс] / Марсоход. – Режим доступа: <https://marsohod.org/projects/marsohod2/253-usb-trecker?ysclid=lfioibanz9o145884614>. – Дата доступа: 21.03.2023.
4. Интерфейс USB. Полный обзор и структура пакетов данных. [Электронный ресурс] / MicroTechnics. – Режим доступа: <https://microtechnics.ru/osnovy-interfejsa-usb/?ysclid=lfhy6tv24a784689340>. – Дата доступа: 21.03.2023.
5. Кратко о USB [Электронный ресурс] / Аксессуары Sony Ericsson. – Режим доступа: <http://akses-se.narod.ru/Stat/KraUSB.html>. – Дата доступа: 21.03.2023.
6. Интерфейс USB. Часть 2. Как происходит передача данных по шине [Электронный ресурс] / Портал radioham.ru. – Режим доступа: <https://radioham.ru/usb2/?ysclid=lfjhw6x5mz572893664>. – Дата доступа: 22.03.2023.
7. Тестирование устройств с интерфейсом USB 2.0 с использованием осциллографов серии R&S RTO [Электронный ресурс] / Интернет-магазин официального дистрибьютора Rohde & Schwarz. – Режим доступа: https://rohdeschwarz.su/books_page.html. – Дата доступа: 22.03.2023.