

Обзор USB-компонентов от Texas Instruments

В предлагаемой статье приведен обзор всех групп USB-компонентов, которые производит компания Texas Instruments. Для каждого компонента из каждой группы приведены основные характеристики и области применения. Статья в большей степени носит справочно-обзорный характер, ориентирована на разработчиков аппаратуры и, прежде всего, призвана упростить процесс выбора USB-компонентов под конкретные задачи и цели.

Евгений ЗВОНАРЕВ
zvonarev@compel.ru

Все USB-компоненты Texas Instruments разделяются на три группы: разветвители, приемопередатчики и периферия. Все описанные компоненты (за исключением отдельно оговоренных) предназначены для работы в промышленном диапазоне температур: от -40 до +85 °С.

USB-разветвители

USB-разветвители, или хабы (USB-hub), предназначены для возможности подключения к одному хост-порту (USB-Host) нескольких любых устройств (USB-Device). Скорость работы хабов Texas Instruments (табл. 1) ограничена 12 Мбит/с (Full-Speed, FS). Однако это не мешает подключать к этим хамам высокоскоростные устройства на 480 Мбит/с (High-Speed, HS), но необходимо учесть, что реальная скорость работы этих устройств будет ограничена возможностями хаба.

TUSB2036/44B/77A

Это семейство USB-хабов со встроенными трансиверами, рассчитанных на одновременное подключение до трех (TUSB2036), четырех (TUSB2046B) или семи (TUSB2077A) USB-устройств. Они совместимы со спецификацией протокола USB v1.1. USB-разветвители TUSB2036/44B/77A не содержат в своем составе CPU и поэтому не требуют никакого программирования, все режимы работы определяются логическими уровнями на соответствующих выводах. Например, можно установить число доступных портов, число одновременно обслуживаемых устройств, режим питания подключаемых устройств:

от USB-шины или собственное питание (вход BUSPWR). Для уникальной идентификации конечного устройства на базе этих USB-хабов имеется возможность подключения внешней EEPROM (M93C4 или аналогичные), в которой указывается набор VID/PID, и текстовое сообщение, отображаемое при первом подключении устройства. В противном случае эти данные устанавливаются по умолчанию: "General Purpose USB Hub". Эти модели требуют внешнего кварцевого резонатора частотой 6 или 48 МГц и внешнего 3,3-В стабилизатора. Для управления питанием подключаемых устройств имеется возможность подключения внешних контроллеров питания с ограничением тока потребления, например TPS2044B.

TUSB2136/505

Семейство полностью программно управляемых USB-хабов со встроенными трансиверами, рассчитанных на одновременное подключение до двух (TUSB2136) или пяти (TUSB5052B) USB-устройств. Совместимы со спецификацией протокола USB 1.1. Скорость работы — 1,5 Мбит/с (Low-Speed, LS) или 12 Мбит/с (FS). Эти устройства отличаются от семейства TUSB2036/44B/77A тем, что имеют в своем составе CPU 8052. Доступны две области ОЗУ: 8 кбайт (TUSB2136) или 16 кбайт (TUSB5052) для хранения исполняемого кода, загружаемого из внешней I²C EEPROM-памяти, и 256 байт (TUSB2136) или 2 кбайт (TUSB5052) — для хранения данных. После подачи на микросхему питания управление передается встроенному стартовому загрузчику. Этот загрузчик копирует поль-

зовательское ПО из внешней EEPROM-памяти во внутреннее ОЗУ и затем передает управление этому ПО. Всего в микросхемах реализованы 4 программно управляемых пользовательских порта ввода/вывода и сторожевой таймер. Всего доступно до 3 конечных точек IN и OUT. Благодаря наличию внутреннего CPU, область назначения TUSB2136/5052 не ограничивается лишь функциями USB-хаба. Отдельно стоит отметить микросхему TUSB5052, в которую, помимо всего вышеописанного, встроен полнофункциональный модуль UART с соответствующими модемными сигналами и 4-канальный DMA-контроллер, значительно ускоряющий работу по передаче больших потоков данных.

USB-трансиверы

USB-трансиверы реализуют физический уровень шины USB, определяющий логические уровни напряжения и другие физические параметры шины передачи данных. Как правило, они имеют встроенные узлы защиты шины от перенапряжения и контроля состояния шины. На данный момент компания TI производит три микросхемы-трансивера (табл. 2), различающихся по областям применения.

TUSB1105/06

Универсальные трансиверы для работы как в составе USB-устройств, так и в составе USB-хабов. Скорость работы — до 12 Мбит/с. В микросхеме встроен стабилизатор напряжения 3,3 В (номинальное входное напряжение питания — 5 В). Трансиверы совместимы по логическим уровням от 1,65 до 3,6 В, что позволяет использовать их с большинством

Таблица 1. Разветвители шины USB от Texas Instruments

Наименование	Число портов USB	Напряжение питания, В	Скорость	Корпус
TUSB2036	2	3,3	FS	LQFP-32
TUSB2046B	4	3,3	FS	LQFP-32, QFN-32
TUSB2077A	7	3,3	FS	LQFP-48
TUSB2136	2	3,3	FS	LQFP-64
TUSB5052	5	3,3	FS	LQFP-100

Таблица 2. Трансиверы USB от Texas Instruments

Наименование	Device	Host	Корпус
TUSB1105	Есть	Есть	QFN-16
TUSB1106	Есть	Есть	QFN-16, TSSOP-16
TUSB2251	Есть	Нет	QFN-16, TSSOP-14

вом CPLD/FPGA и микроконтроллерами (со встроенным PNY). Напряжения пробоя составляет ± 9 кВ относительно выводов D+/D-/Vcc (5 В), что соответствует стандарту IEC-61000-4-2.

TUSB2251

Экономичный трансивер для работы только в составе USB-устройств (USB-device). Как и TUSB1105/06, имеет встроенный стабилизатор напряжения 5,0 В \rightarrow 3,3 В. Благодаря двойному питанию, позволяет работать с логическими уровнями вплоть до 1,65 В, что делает TUSB2251 идеальным выбором для портативных устройств и техники с батарейным питанием: это мобильные телефоны, КПК, смартфоны, MP3-плееры.

USB-периферия

Это специализированные микросхемы для построения различного рода USB-устройств. Чаще всего являются преобразователями распространенных последовательных интерфейсов (UART, I²C, SPI и др.) и параллельных (JTAG, IDE). Все микросхемы этой группы, производимые компанией TI, приведены в таблице 3.

TUSB3210

Периферийный контроллер USB со встроенным ядром CPU семейства 8052. Предназначен для построения специализированных USB-клавиатур, сканеров штрих-кода. Тактовая частота ядра составляет 48 МГц с внешним кварцевым резонатором 12 МГц, благодаря встроенному умножителю частоты на 4, при этом производительность составляет 4 MIPS (12 тактов на одну команду). Максимальная скорость обмена по шине USB составляет 12 Мбит/с. Пользовательский код загружается из внешней I²C EEPROM-памяти объемом не менее 8 кбайт. Для работы TUSB3210 необходим стабилизатор с выходным напряжением 3,3 В. Диапазон рабочей температуры: 0...+70 °С.

TUSB3410/3410Q1

Специализированные USB-контроллеры, специально спроектированные для построения преобразователей интерфейсов USB \rightarrow UART для использования в компьютерах, лишенных аппаратно реализованных портов RS-232 (например, ноутбуки). Благодаря встроенному процессорному ядру CPU семейства 8052 и двухканальному DMA-контроллеру, стала возможной работа на значительно более высоких скоростях — до 921,6 кбит/с, по сравнению с обычным портом RS-232 — до 115,2 кбит/с. Помимо прочего, полностью реализованы все модемные сигналы, то есть поддерживается совместимость с 16C550A. Более того, аппаратно реализована поддержка управления внешним трансивером шины RS-485 и режим IrDA (до 115 кбит/с). Тактовая частота ядра составляет 48 МГц (внешний квар-

Таблица 3. Периферийные устройства USB от Texas Instruments

Наименование	Назначение	Напряжение питания, В	Число конечных точек OUT	Число конечных точек IN	Объем памяти CPU, кбайт	Производительность CPU, MIPS	Скорость USB	DMA	Удаленное пробуждение	Корпус
TUSB3210	Периферийный контроллер общего назначения со встроенным CPU	3,3	3	3	8	4	FS	Нет	Есть	LQFP-64
TUSB3410	Преобразователь интерфейсов USB-UART со встроенным CPU	3,3	3	3	16	2	FS	Есть	Есть	LQFP-32 QFN-32
TUSB3410Q1	Преобразователь интерфейсов USB-UART со встроенным CPU	3,3	3	3	16	2	FS	Нет	Нет	LQFP-32
TUSB6015	Контроллер USB-накопителей на основе NOR Flash-памяти	1,5 1,8 3,3	6	6	0	0	HS	Есть	Есть	BGA-80
TUSB6010B	Многофункциональный контроллер USB-накопителей на основе NOR Flash-памяти, хост-контроллер, OTG-контроллер	1,5 1,8 3,3	15	15	0	0	HS	Есть	Есть	BGA-80
TUSB6020	Многофункциональный контроллер USB OTG, хост-контроллер на шине VLYNQ	1,5 1,8 3,3	4	4	0	0	HS	Есть	Есть	TQFP-80 BGA-80
TUSB6250	Преобразователь интерфейсов, мост USB-ATA/ATAPI (IDE)	3,3	4	4	32	30	HS	Есть	Есть	TQFP-80

цевый резонатор 12 МГц и ФАПЧ \times 4). Производительность составляет 4 MIPS (12 тактов на одну команду). Имеется встроенный сторожевой таймер с периодом 128 мс. Пользовательский код загружается из внешней I²C EEPROM-памяти объемом не менее 16 кбайт. Дополнительно для пользовательского ПО доступны 4 независимые линии ввода/вывода. Для работы микросхем необходим стабилизатор с выходным напряжением 3,3 В.

TUSB6015

Специализированный одноканальный USB-контроллер, спроектированный для создания устройств типа USB-Flash накопителей USB 2.0 в режиме High-Speed (до 480 Мбит/с). Для этого в микросхему встроен 16-битный контроллер NOR Flash-памяти с совмещенными шинами адреса и данных. Доступен режим асинхронного произвольного и синхронного потокового обмена с 16/32-битными данными. Для управления параметрами работы TUSB6015 предназначены соответствующие входы, например, выбор тактовой частоты 19,2 или 38,4 МГц. Микросхема не требует программирования, так как вся логика управления «защита» внутри микросхемы. Благодаря встроенному в микросхему DMA-контроллеру, частота тактового сигнала для обмена данными с внешней памятью достигает 65 МГц. Для нормальной работы помимо источника напряжения 3,3 В требуются два дополнительных источника 1,5 и 1,8 В для работы встроенного ядра, интегрированного USB 2.0 PNY, контроллера прерываний и контроллера внешней памяти. Дополнительно стоит отметить низкий ток потребления в спящем режиме — до 20 мкА.

TUSB6010B

Многофункциональный одноканальный USB 2.0 High-Speed контроллер со встроенным контроллером NOR Flash-памяти и контроллером USB 2.0 OTG PNY. Пользователю доступен на выбор один из трех режимов работы микросхемы: хост-контроллер, устройство общего назначения или устройство в ре-

жиме OTG с поддержкой протоколов SRP (Session Request Protocol) и HNP (Host Negotiation Protocol). TUSB6010B полностью соответствует спецификации USB Rev. 2.0 и USB OTG Rev. 1.3. Область применения микросхемы: USB-хост и USB-OTG контроллеры в составе сложных устройств, классические USB-Flash накопители. Сверхнизкий собственный ток потребления в спящем режиме позволяет создавать на базе TUSB6010B устройства с батарейным питанием. Для нормальной работы помимо источника напряжения 3,3 В требуются два дополнительных источника 1,5 и 1,8 В. Для работы микросхемы в режиме USB OTG для управления питанием идеально подходит преобразователь напряжения TPS65030, построенный на основе стабилизатора на переключаемых конденсаторах.

TUSB6020

Многофункциональный одноканальный USB 2.0 High-Speed контроллер со встроенным высокоскоростным контроллером последовательной шины VLYNQ (четыре независимых канала). На этом отличия TUSB6020 от TUSB6010B заканчиваются. Область применения: USB-хост и USB-OTG контроллеры в составе многофункциональных устройств. Для нормальной работы помимо источника напряжения 3,3 В требуются два дополнительных источника 1,5 и 1,8 В.

TUSB6520

Специализированный высокоскоростной преобразователь интерфейсов USB — ATA/ATAPI со встроенным модифицированным микропроцессорным ядром 8051 (два такта на одну команду), работающим на частоте 60 МГц (30 MIPS). Имеет встроенное ОЗУ для хранения исполняемой пользовательской программы объемом 32 кбайт, 8 кбайт ОЗУ для внутренних буферов и данных, 1152 байта ОЗУ для хранения содержимого секторов, 8 кбайт предварительно запрограммированного ПЗУ для хранения кода стартового загрузчика (рисунок). В функции этого загрузчика

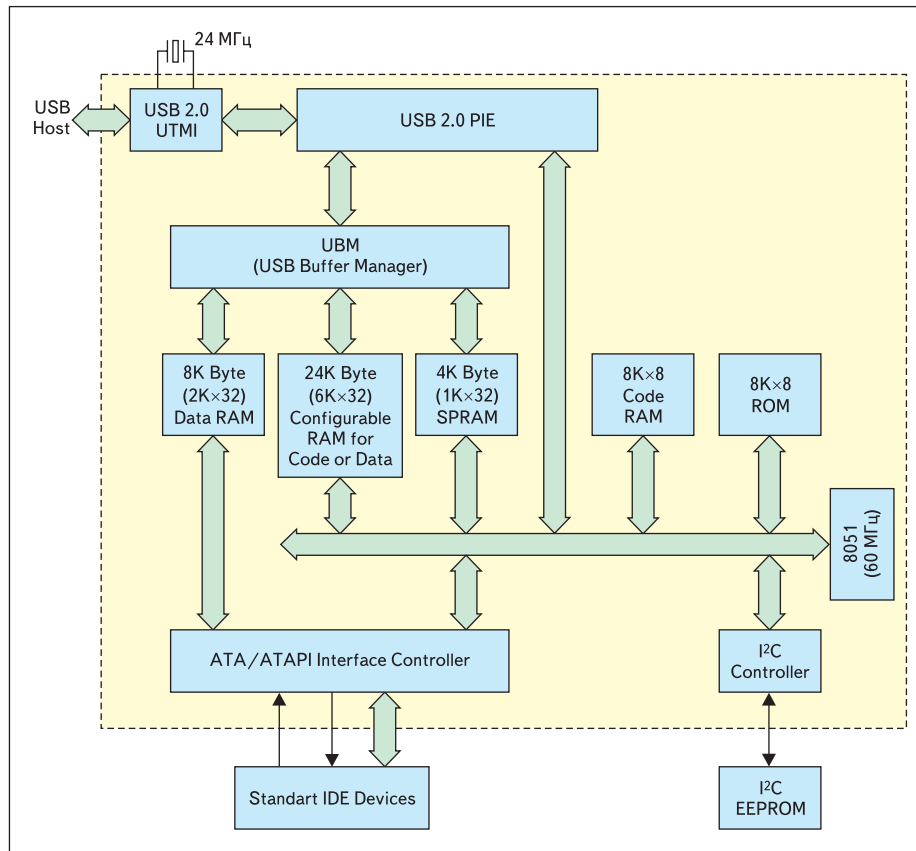


Рисунок. Структурная схема USB-контроллера TUSB6520

входит чтение исполняемого пользовательского кода из внешней I²C EEPROM-памяти (например, 24LC256) и последующая передача ему управления. Для полноценной работы устройства на базе TUSB6520 необходим кварцевый резонатор или генератор 24 МГц и внешний стабилизатор напряжения 5 В→3,3 В. Контроллер ATA/ATAPI поддерживает все режимы PIO, DMA и UDMA (UDMA-66 и ATA-66), обеспечивая максимальную теоретическую пропускную способность до 66 Мбайт/с. Автору статьи приходилось иметь опыт работы с TUSB6520: максимальная скорость работы с обычным 3,5" жестким диском IDE достигала 28 Мбайт/с, с IDE DVD-приводом — 18 Мбайт/с. Область применения микросхемы: различного рода Mobile Racks с интерфейсом USB, устройства для USB внешних накопителей на основе стандартных жестких дисков с интерфейсом IDE, внешние USB DVD/CD-накопители и т. п.

Необходимо отметить эффективную политику компании в области бесплатного предоставления образцов своей продукции для начального ознакомления для ускорения выхода конечных изделий на рынок. В частности, практически все описанные в статье микросхемы доступны для использования в качестве образцов. Более подробную документацию по всем приведенным в статье компонентам можно найти на сайте производителя компонентов: www.ti.com/usb.