

# МЕТОДЫ ПИТАНИЯ В СООТВЕТСТВИИ С НОВОЙ СПЕЦИФИКАЦИЕЙ USB4

ФЬОНН ШИРИН (FIONN SHEERIN), Microchip Technology

В статье подробно рассматриваются способы питания электронных устройств согласно стандарту USB4. Приводится таблица совместимости нового стандарта с предыдущими.

## ВВЕДЕНИЕ

Благодаря принятию отраслью стандартов USB PD (Power Delivery) положение дел с зарядкой упростилось, и при должной реализации USB4 эта тенденция усилится. Обеспечение наилучшей зарядки в разных вариантах использования разъемов USB зависит от нескольких проектных решений. Основная цель разработки стандарта USB4 – удвоить скорость передачи данных по сравнению с USB 3.2, доведя ее до 40 Гбит/с, и обеспечить поддержку протокола Thunderbolt компании Intel. USB4 будет использовать исключительно USB Type-C – порт овальной формы, известный тем, что благодаря его симметричности разъем кабеля может подключаться в любом положении.

Хотя подключение кабеля станет проще, технология зарядки для портов USB4 теперь должна отвечать требованиям USB PD, что усложняет решение. Спецификации USB предыдущего поколения, использовавшие порт Type-C, допускали при необходимости поддержку PD, тогда как стандарт USB4 требует этого в обязательном порядке.

## ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРЕДАЧЕ ПИТАНИЯ СОГЛАСНО USB4

Спецификация Power Delivery предусматривает использование новых сообщений для обнаружения устройств и перехода в режим USB4, но схемы питания остались прежними. Для обнаружения и согласования питания и передаваемых данных на одной из линий канала конфигурации (CC) интерфейса USB Type-C для хоста и устройства устанавливается однопроводная 300-кГц шина (см. рис. 1). На другую линию CC возложена функция VCONN – выделенного источника питания для электронного маркера (идентификационная схема внутри USB-кабеля). Питание между USB-портами передается по отдельному ряду проводников внутри разъема с маркировкой VBUS (см. рис. 2). При соединении двух PD-устройств они используют провод CC для обнаружения друг друга, определяют значения напряжения, мощности для каждого уровня напряжения

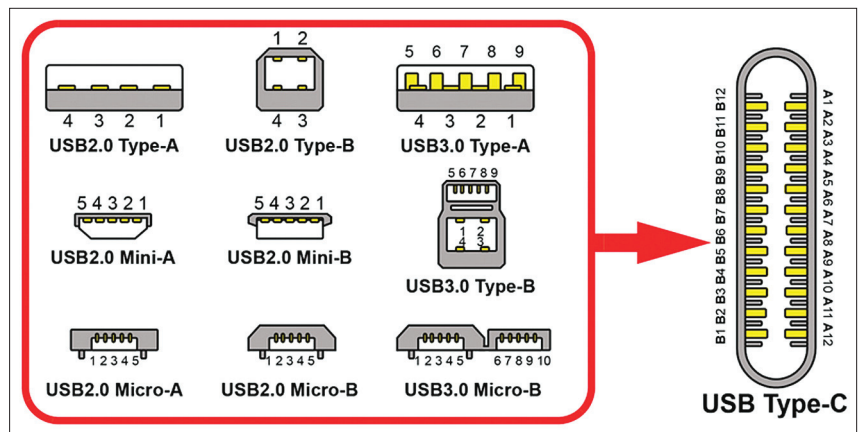


Рис. 1. Форм-факторы разъема USB-кабеля

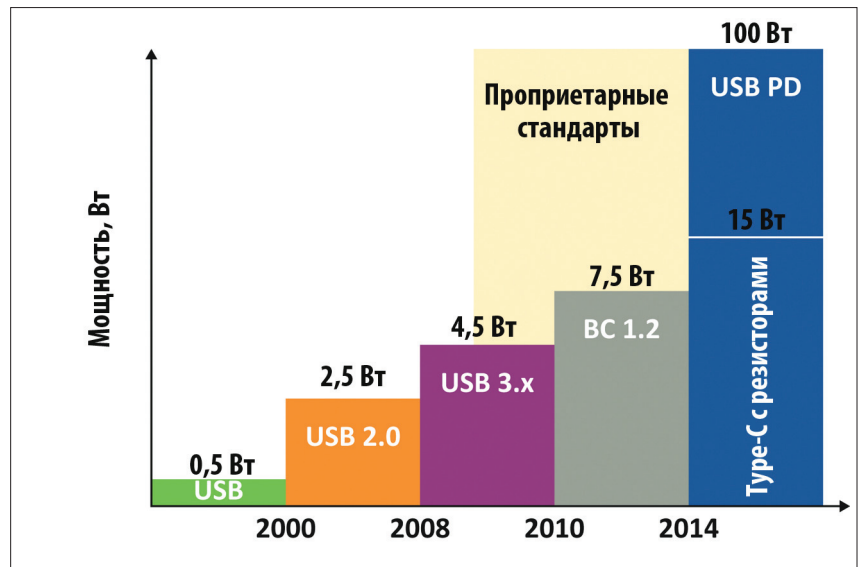


Рис. 2. Изменение возможностей передачи питания по USB с течением времени. Проприетарные стандарты варьировались в зависимости от производителя, тогда как новые спецификации USB обычно поддерживали совместимость с предыдущими спецификациями

и то, какое устройство должно осуществлять подачу энергии, а какое – ее потреблять. Кроме того, устанавливается величина требуемой мощности, после чего она поступает на VBUS. Цифровой сигнал связи с частотой 300 кГц также применяется для определения того, что USB-соединение способно поддержать канал USB4. Таким образом, без этой связи реализовать USB4 невозможно. От портов USB4 не требуется подача или прием мощности, превышающей минимальное значение 5 В/900 мА,

однако они должны поддерживать связь PD, чтобы функционировать согласно спецификации USB4.

## ИЗ ИСТОРИИ ПЕРЕДАЧИ ПИТАНИЯ ПО USB

Чтобы оценить возможности зарядки посредством USB4, полезно иметь представление об истории передачи питания через USB-разъем (см. рис. 2). Изначально интерфейс USB (Universal Serial Bus – универсальная последовательная шина) предназначался для

последовательной передачи по кабелю данных и тока до 100 мА. Технические характеристики USB 2.0 были ограничены на уровне 500 мА в линии VBUS, что отвечало требованиям по питанию базовой компьютерной периферии. Стандарты USB 3.0 увеличили предел тока до 900 мА, но для портативных устройств, использующих для передачи данных и питания один разъем, этого было недостаточно. Комитеты USB выпустили спецификации зарядки аккумулятора (battery charging, BC), последняя версия которых – BC1.2 – вышла в 2010 г. Ток увеличился до 1,5 А (7,5 Вт).

К тому времени многие производители сотовых телефонов перестали соблюдать спецификацию USB. Появился проприетарный общедоступный протокол зарядки, предусматривавший уровни напряжения на линиях D+ и D- (линии передачи данных USB) следующим образом: одна 2-В линия, а другая с напряжением 2,7 В обеспечивают мощность зарядки 10 Вт; при напряжении 2,7 В на обеих линиях передачи данных достигается мощность 12 Вт; 3,3 В на каждой линии обеспечат 20 Вт (что может привести к повреждению устройства при ошибочном подключении). В силу несовместимости этих методов результаты были непредсказуемы. Кроме того, линии передачи данных, используемые для определения уровня зарядки, больше не были доступны для передачи данных. Порт мог быстро передавать файлы либо быстро заряжать устройство, но не был способен выполнять обе функции одновременно. Владельцы «умиравших» во время зарядки телефонов, возможно, использовали порт для передачи данных, обеспечивающий 500 мА в соответствии со спецификациями USB 2.0.

Эта проблема послужила причиной разработки первой спецификации PD, которая представляла собой универсальный стандарт для зарядки при переменном напряжении (более 5 В) с использованием традиционных 4-контактных USB-кабелей. Обеспечение совместимости с существующими системами потребова-

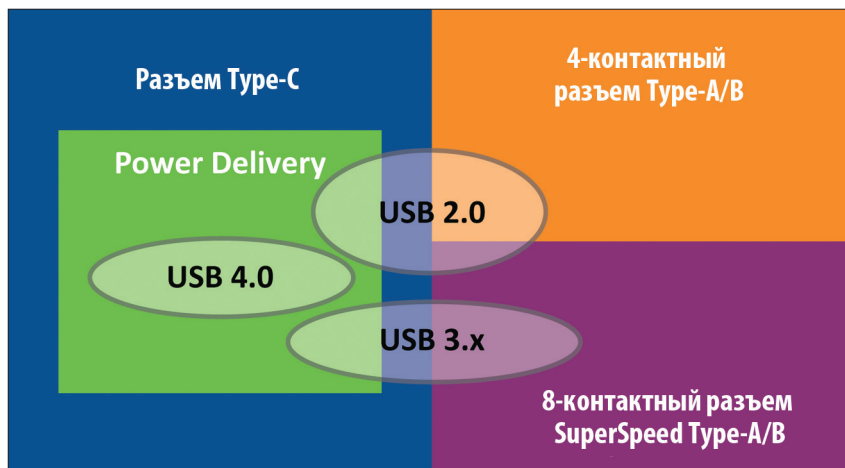


Рис. 3. Любой USB-кабель может оснащаться интерфейсом USB 2.0 с передачей питания или без нее по кабелю Type-C. Интерфейсам USB3.x требуется кабель с дополнительными высокоскоростными дорожками, с подачей питания или без нее по кабелю Type-C. USB4 имеется только при использовании соединения Type-C с поддержкой соединения Power Delivery. Поддержка Power Delivery обеспечивается только при соединениях Type-C, но PD не требует передачи данных

ло добавления квитирующего сигнала к самой линии VBUS, но этот трудно реализуемый метод не получил широкого распространения. Вполне возможно, Форум по внедрению USB (USB-IF) предпочел бы, чтобы все поскорее забыли эту спецификацию. Такой подход больше не работает и не поддерживается.

На сегодняшний день существуют версии PD 2.0 и 3.0, а также спецификации программируемого источника питания (PPS). Они появились вместе с портом USB Type-C и дополнительными сигнальными соединениями. Различия между версиями 2 и 3 заключаются, главным образом, в деталях связи по CC. Обе они совместимы с предыдущими реализациями USB (исключая PD, вер. 1), и их использование одинаково. Устройства согласовывают профили зарядки с шагом до 20 мВ (при реализации PPS). Устройства с поддержкой PD могут (но не обязаны) поддерживать передачу мощности до 100 Вт согласно спецификации (5 А при 20 В). Проприетарные схемы для альтернативных профилей зарядки с использованием линий передачи данных в явном виде запрещены, но USB Type-C также допускает упрощенную зарядку при токе 1,5 и 3 А и напряжении 5 В (что

определяется резисторами на выводе CC, а не цифровым сигналом). Порты Type-C не требуют PD, но PD требует использования порта Type-C, что и реализуется с помощью USB4 (см. рис. 3). USB4 использует PD-связь для включения режима USB4.

Хотя новые устройства будут отвечать требованиям новых усовершенствованных спецификаций, сложности зарядки по интерфейсу USB остаются из-за применения всех унаследованных стандартов на старых портах. При этом новый порт USB4 можно подключить к любому из этих портов. Способ подключения показан в таблице.

#### ВАРИАНТЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ

Попытка сохранить обратную совместимость с пятью предыдущими поколениями интерфейса усложняет возможные подключения для подачи питания. У пользователей возникает вопрос о том, можно ли обеспечить питание устройств с помощью унаследованных USB-портов и кабелей. К счастью, если исключить из рассмотрения проприетарные спецификации, большую часть подобных случаев можно условно определить несколькими сценариями использования. Хотя зарядка осущест-

Таблица. Передача питания по USB

Режим	Информация о распознавании	Напряжение (ном.)	Ток (макс.)	Сведения об использовании
USB 2.0	в сигнале данных	5,0 В	500 мА	все еще применяется в портах передачи данных
USB 3.x	в сигнале данных	5,0 В	900 мА	все еще применяется в портах передачи данных
USB BC1.2	D+/D-, до или без передачи данных	5,0 В	1,5 А	наилучшая возможная зарядка на устаревших портах
USB Type-C, ток 1,5 А	резистор на выводе CC	5,0 В	1,5 А	
USB Type-C, ток 3,0 А	резистор на выводе CC	5,0 В	3,0 А	
USB Power Delivery (PD) Revision 1	24-МГц кодированный сигнал между потребителем и источником по VBUS	до 20 В	до 5 А	устарел и стал недействительным
USB Power Delivery Revision 1 и 3	300-кГц цифровой сигнал по линии CC	до 20 В	до 5 А	включает программируемый источник питания (PPS)

вляется во всех случаях, не все устройства могут заряжаться быстро.

Существуют четыре основных варианта использования USB4.

1. Устаревший порт зарядки подключен к устройству USB4 Type-C с помощью переходного кабеля.
2. Зарядное устройство USB4 Type-C подключено к устаревшему порту с помощью переходного кабеля.
3. Порт USB4 Type-C подключен к порту, отличному от типа USB4 Type-C, с помощью кабеля CC, и в линии CC установлен резистивный делитель.
4. Два порта Type-C соединены кабелем CC и взаимодействуют по линии CC; один или оба из них могут быть устройствами USB4.

Что касается стандартов USB, 8-контактный разъем Apple Lightning передает те же сигналы, что и устаревший кабель USB 3.x. Порты USB4, подключаемые с помощью переходных кабелей Type-C/Lightning, при обеспечении питания работают аналогично соединениям с использованием кабелей Type-C/Micro-B или Type-C/Type-A. Ниже приводится краткое описание каждого сценария зарядки.

#### **Устаревший зарядный порт подключен к устройству**

##### **USB4 с помощью переходного кабеля**

Вполне возможно, что устройства с устаревшими портами Type-A и Type-B были созданы до появления спецификаций Type-C (см. рис. 1). В отношении этих портов не действовали и не будут действовать требования по реализации схемы быстрой зарядки. Порт USB 2.0 по умолчанию может подавать зарядный ток 500 мА, а порт USB 3.x – 900 мА. Хорошо то, что большинство новых USB-портов поддерживают BC1.2 и обеспечивают мощность 7,5 Вт. Какой бы тип переходного кабеля ни использовался, устройство USB4 или Type-C, подключенное к устаревшему порту зарядки, не может потреблять

более 7,5 Вт, не нарушая требования спецификаций USB.

#### **Зарядный порт USB4 подключен к устаревшему устройству с помощью переходного кабеля**

В случаях, когда порт зарядки USB4 подключен к устаревшему устройству, возможно несколько вариантов их использования. Порт USB4 может подавать ток до 1,5 А согласно стандартам BC1.2, а кабель обеспечивает передачу 7,5 Вт. Если USB4 не настроен на реализацию других вариантов питания, предусмотренных спецификацией BC1.2, порт USB4 должен по умолчанию установить ток 500 мА для передачи данных по USB 2.0 или 900 мА для передачи данных по USB 3.x. В результате зарядка через самый современный USB-порт при использовании переходных кабелей может оказаться очень медленной.

#### **Порт USB4 подключен к порту, отличному от типа USB4 Type-C, с помощью резистивных делителей**

Если источник или потребитель питания использует резистивные делители Type-C для извещений о допустимой мощности, ее передача определяется именно этим методом. Устройство USB4 не сможет обмениваться данными по линиям CC, но оно будет распознавать подключение, отношение источник/потребитель и ограничение по току (1,5 или 3 А) с помощью источников тока или резисторов, подключенных к линиям CC. Напряжение шины останется на уровне 5 В, а нагрузочное устройство сможет потреблять мощность до 7,5 или 15 Вт. Поскольку устройство знает, что оно не находится в режиме PD, зарядка может оказаться медленной.

#### **Порт Type-C подключен к порту Type-C с PD-коммуникацией**

Возможно, это самое функциональное соединение USB4 с точки зрения передачи мощности. Два подключен-

ных устройства определяют допустимую мощность питания до 20 В и 5 А. Частью этого согласования является определение ролей поставщика и потребителя электроэнергии. Имеется возможность подключить двух потребителей электроэнергии, которые не станут передавать электроэнергию (и это допустимый вариант использования для передачи данных между портативными устройствами).

Порты источника питания можно пометить символом батареи, благодаря чему пользователи узнают, какие порты на док-станции или ноутбуке предназначены для подачи питания. В этом случае подающий питание порт должен обеспечивать не менее 1,5 А при 5 В (7,5 Вт, как и BC1.2), чтобы использовать утвержденный логотип зарядки USB-IF. Более высокие уровни мощности не гарантируются даже для порта Type-C со значком зарядки.

Поскольку величина подаваемой мощности находится в диапазоне 7,5–100 Вт, пользователь будет знать, что происходит, если одно из устройств передаст эту информацию (известив об уровне мощности или о быстрой зарядке). Этот сценарий, безусловно, может разочаровать пользователя своей непредсказуемостью, но при хорошо отлаженных уведомлениях и с корректно функционирующими интерфейсами такой вариант имеет шансы стать идеальным решением.

#### **ВЫВОДЫ**

Использование USB4 повысит пропускную способность и расширит возможности USB-устройств, но USB 2.0 и USB3.x будут по-прежнему применяться в тех случаях, когда объемы передаваемых данных невелики. Варианты использования мощности будут множиться, но профессиональная разработка устройств и программного обеспечения улучшит пользовательский интерфейс. ➤