

Все, что нужно знать про Thunderbolt и USB

Часто ли Вас просят одолжить зарядник от смартфона? Если - да, то скорее всего вы заметили, что вместе с просьбой одолжить зарядный кабель, уточняют: нужен Type-C. То есть, "обычный" андроидовский зарядник от Redmi 6 перестал подходить для новых смартфонов. А ведь у тех, кто просил, даже не айфоны, а андроид-смартфоны. И у Вас возможно возникал вопрос: что означает Type-C, и почему устарел ваш USB-кабель? В связи с распространением разнообразной терминологии USB и Thunderbolt, а также появлением новых версий на горизонте, разобраться во всем этом может стать проблемой. Вот что вам нужно знать о USB 3, USB 4, Thunderbolt 3 и Thunderbolt 4.

Для большинства пользователей существует два основных семейства многоцелевых подключений: USB и Thunderbolt. Оба имеют свои преимущества и свои недостатки, а также обладают многими общими характеристиками, но эти две технологии в значительной степени сильно отличаются.

Выпущенный в 1996 году стандарт USB (Universal Serial Bus - универсальная последовательная шина) является старшим из двух типов подключения, созданным группой компаний, включая IBM, Microsoft, Intel и другие, и поддерживается Форумом разработчиков USB.

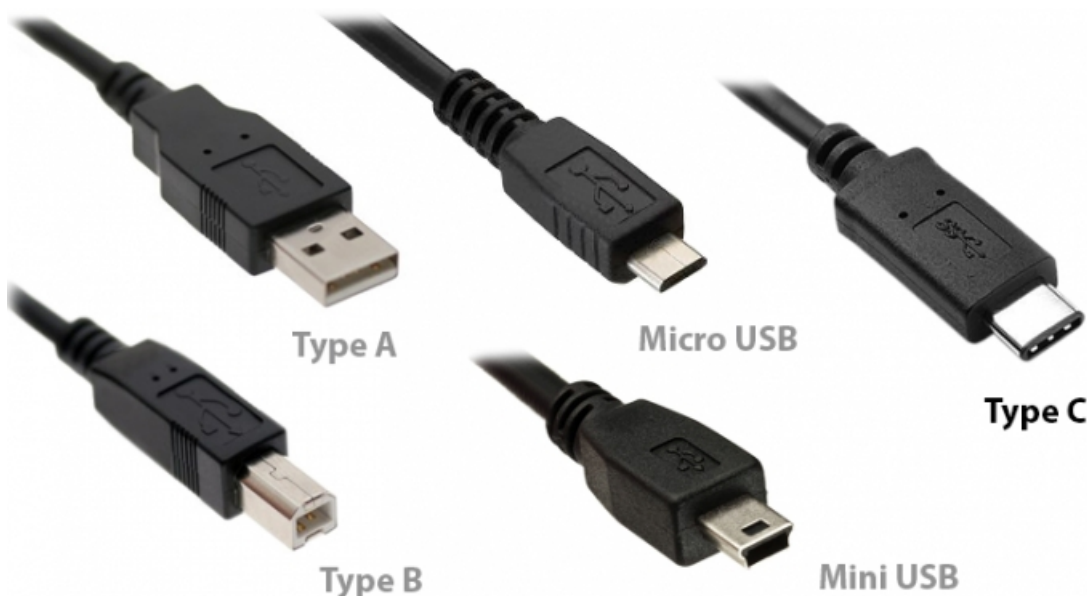
Целью USB было создание стандарта, который работал бы на разных устройствах, объединив множество технологий в одну, как следует из названия. Это должно было пользователям упростить управление устройствами, не беспокоясь о том, что порты закончились, в поисках правильного порта на своем компьютере или кабеля для подключения. USB также позволял подавать питание на устройство одновременно с управлением, что помогло сократить количество подключаемых кабелей.

Первоначальная скорость передачи данных в USB была в двух вариантах: 1,5 Мбит/с ("Low Speed") и 12 Мбит/с ("Full Speed"), которые считались невероятно высокими на момент его выпуска (хотя версия "Полная скорость" технически прибыла как часть USB 1.1). Однако последующие обновления увеличили скорость передачи, чтобы соответствовать потребностям пользователей.

В 2001 году был выпущен USB 2.0 с третьим уровнем скорости, получившим название "High Speed", который увеличил пропускную способность до 480 Мбит/с, что в 40 раз превышает скорость реализации USB 1.1.

Что особенно важно для пользователей, соединения USB 2.0 были обратно совместимы с вариантами USB 1. Это позволяло устройствам, использующим два разных стандарта, продолжать обмен данными, хотя и с более низкой скоростью. Концепция сохранения обратной совместимости соединения с более ранними итерациями сохранялась и в последующих выпусках, что значительно упрощало пользователям компьютеров подключение оборудования, не беспокоясь о его несовместимости.

USB 3.0 получил название "SuperSpeed" и начал со скоростью передачи данных 5 Гбит/с в 2011 году. В рамках стандарта были внесены небольшие изменения в разъемы, включая общее использование вилок и розеток синего цвета для обозначения совместимости с более высокими скоростями, хотя важнейший USB Type-A все еще был обратно совместим с более ранними версиями.



В 2014 году USB 3.1 появился в двух вариантах: первое поколение сохранило режим "SuperSpeed" и скорость передачи данных 5 Гбит/с, а второе поколение использовало то, что называлось "SuperSpeed +", и удвоило эффективную максимальную скорость передачи данных до 10 Гбит/с. В то

же время был представлен новый разъем USB Type-C, который был альтернативой USB Type-A для USB 3.1 и USB 3.0, но на самом деле не использовался до следующего поколения.

Анонсированный в 2017 году, введение USB 3.2 сохранило поддержку SuperSpeed и SuperSpeed +, но также добавило еще два режима передачи, которые предлагали соединения со скоростью до 10 Гбит/с и 20 Гбит/с. Кроме того, для достижения скорости 20 Гбит/с необходимо было использовать соединение USB-C из-за изменений стандартов, в которых использовался разъем.

Чтобы еще больше запутать ситуацию, в 2019 году Форум разработчиков USB провел ребрендинг.

USB 3.0 и USB 3.1 должны были получить новые технические названия USB 3.2 Gen 1 и USB 3.2 Gen 2 соответственно, а то, что было известно как USB 3.2, стало USB 3.2 Gen 2x2. Каждому из них также были присвоены маркетинговые названия SuperSpeed USB, SuperSpeed USB 10 Гбит/с и SuperSpeed USB 20 Гбит/с.



Разработанный в сотрудничестве Apple и Intel, Thunderbolt является альтернативой USB, который был представлен на рынке в 2011 году, но первоначально был показан Intel под названием Light Peak в 2009 году на Mac Pro. По сравнению с USB, Thunderbolt стремился предложить значительные преимущества, включая мультиплексирование данных для оборудования PCIe и DisplayPort вместе, а именно смешивание данных с видео, а также высокую скорость передачи данных 10 Гбит/с для каждого из двух каналов, т.е. всего 20 Гбит/с.



Исходная версия Thunderbolt полагалась на соединение Mini DisplayPort, при этом порты на устройствах Mac могли использоваться либо для Thunderbolt, либо в качестве Mini DisplayPort.

Важной частью Thunderbolt является последовательное соединение устройств, при этом оригинальный Thunderbolt способен обрабатывать до шести совместимых устройств в такой цепочке. Благодаря своей способности обрабатывать как данные, так и видеосигналы, Thunderbolt также позволяет дисплеям быть частью цепочки, при этом он обычно завершает цепочку, если он не поддерживает последовательное соединение.

Два года спустя был представлен Thunderbolt 2, который принес с собой поддержку DisplayPort 1.2, что означало, что он может обрабатывать видео с разрешением 4K на мониторе. Как и USB, Thunderbolt 2 обратно совместим с Thunderbolt 1.

Ключевым изменением в Thunderbolt 2 было то, как он обрабатывал каналы. Благодаря включению агрегации каналов Thunderbolt 2 смог объединить два канала 10 Гбит/с, обеспечивая скорость передачи данных до 20 Гбит/с вместо двух каналов по 10 Гбит/с, увеличивая максимальную теоретическую пропускную способность для отдельных подключений.

Thunderbolt 3 был шагом вперед по сравнению с Thunderbolt 2 по ряду причин. В принципе, основным преимуществом стало увеличение пропускной способности до 40 Гбит/с, что соответствует четырем полосам PCIe 3.0, восьми полосам DisplayPort 1.2 и несколькими полосам USB 3.1.

Помимо увеличения пропускной способности, подключение также позволило использовать пару дисплеев 4K с частотой 60 Гц или один дисплей с разрешением 5K. Доступная огромная пропускная способность также означает, что ее можно использовать и другими способами, например, с корпусами eGPU, чтобы позволить внешней видеокарте улучшить графическую обработку подключенного компьютера.

Поскольку Thunderbolt 3 использовал разъем USB Type-C, устройства, использующие Thunderbolt 3, также обычно включают поддержку оборудования USB, которое использует разъемы Type-C. Эти устройства будут работать на тех же скоростях, что и используемый стандарт USB, а не на более высоких скоростях Thunderbolt 3.

Используя разъемы USB Type-C, устройства Thunderbolt 3 также могут воспользоваться его возможностями подачи питания, позволяя передавать до 100 Вт мощности через кабель другому оборудованию. Для пользователей MacBook это удобно при использовании док-станции Thunderbolt 3, поскольку один кабель от док-станции к MacBook Pro может заряжать ноутбук, сохраняя при этом все

ожидаемые функции передачи данных, не требуя отдельного кабеля питания.

Продолжая традицию обратной совместимости, порты и оборудование Thunderbolt 3 будут работать с соединениями Thunderbolt 2, хотя и на более медленных скоростях, за счет использования адаптеров.



Хотя USB может использовать довольно много разных типов подключения, таких как Mini и Micro, на самом деле существует только три преобладающих стандартных версии. У них простая структура именования: Type-A, Type-B и Type-C.

С момента появления Type-A был известен как тонкий прямоугольный разъем, который подключается к Mac или ПК, а Type-B использовался на периферии или на стороне устройства. В то время как разъем типа B можно было заменить на другой тип из расширенного списка разъемов, разъем типа A всегда оставался на одном конце.

Внедрение USB 3.0 дало возможность изменить основные разъемы Type-A и Type-B, добавив больше контактов внутри разъема и больше проводов для передачи еще большего количества данных. В то время как Type-B изменил свой дизайн, чтобы стать выше, Type-A остался физически таким же, но получил дополнительные контакты в новых местах, что позволило ему по-прежнему работать с портами и разъемами, которые их не использовали, и, следовательно, поддерживать обратную совместимость.

Чтобы показать потребителям, что они предназначены для соединений USB 3.0, порты и разъемы Type-A и Type-B обычно окрашивались в синий цвет на устройствах сторонних производителей, что отличало их от обычного черного, используемого для портов.

Type-C, который работает с USB 3.1 и более поздними поколениями, внес изменения в конструкцию разъема, чтобы добавить в микс значительно больше точек контакта и пар проводов. В то время как более ранние соединения допускали некоторый уровень физической обратной совместимости, как и в случае с Type-A, Type-C вообще не предлагает эту функцию. Использование соединений USB Type-C как в USB, так и в Thunderbolt 3 привело к проблеме потребителей, которые предполагали, что кабель, который подходит для одного стандарта, будет полностью подходящим и для другого, но это неверно.

Для начала, хотя некоторые кабели Thunderbolt 3 могут работать как кабель USB 3.1 Type-C, не каждый кабель Thunderbolt 3 может это сделать. И наоборот, кабель USB 3.1 Type-C никогда не будет работать как кабель Thunderbolt 3.

Часть конструкции USB Type-C заключается в том, что он устраняет болевую точку для пользователей Type-A, поскольку иногда им приходится перевернуть кабель, когда они пытались вслепую вставить его вверх ногами. Для Type-C разъем работает в обоих направлениях.

Спецификация USB Type-C также включает улучшенную спецификацию Power Delivery, которая может использовать преимущества более высокой мощности. В режиме Power Delivery соединения USB Type-C могут обеспечивать мощность до 100 Вт, что позволяет заряжать оборудование, такие как MacBook.

В 2019 году Форум разработчиков USB объявил, что завершил свой стандарт для нового USB 4:

Как и Thunderbolt 3, USB 4 будет использовать разъем Type-C, иметь пропускную способность до 40 Гбит/с, мощность до 100 Вт, поддержку дисплеев 4K и 5K и обратную совместимость с USB 3.2 и USB

2.



Хотя USB 4 был представлен в 2019 году, обычно до того, как поставщики устройств начнут поддерживать новые стандарты USB, обычно проходит примерно два года. Вполне вероятно, что первые устройства, использующие USB 4, появятся на рынке в течение 2021 года, что позволит избежать последствий COVID-19.



Исследователи Массачусетского технологического института работают над кабельной системой, которая может обеспечить скорость передачи данных в несколько раз быстрее, чем существующие USB-соединения с использованием чрезвычайно тонкого полимерного кабеля.

Исследование направлено на разработку гораздо более скоростного подключения, чем те, которые делаются с использованием медной проводки.

Медь обычно используется в USB-кабелях и HDMI, для передачи данных, но для работы с более высокими уровнями передачи данных, требуется больше мощности. Существует фундаментальная зависимость между количеством затраченной энергии и скоростью обмена информацией.

Хотя "громоздкую и дорогую" медь можно заменить оптоволоконными кабелями, это создает свои собственные проблемы. Поскольку кремниевые чипы испытывают трудности с обработкой фотонов, это усложняет оптимизацию соединения между кабелями и компьютерами.

По словам разработчиков, "существуют всевозможные дорогие и сложные схемы интеграции, но с

экономической точки зрения это не лучшее решение", что привело к созданию альтернативного решения.

Исследователи используют пластиковый полимер, сочетающий в себе преимущества медных и оптоволоконных каналов. Это удешевляет производство, чем медные провода, что может быть оптимальным решением для производителей кабеля.

Полимер будет использовать электромагнитные сигналы суб-терагерцового диапазона ($3 \cdot 10^{11}$ - $3 \cdot 10^{12}$ Гц), что более энергоэффективно, чем медь при высоких нагрузках. Считается, что такая эффективность приближает его к оптоволоконным системам, но, что особенно важно, с лучшей совместимостью с кремниевыми микросхемами.

Сами кабели могут быть очень тонкими, при этом площадь поперечного сечения межсоединения составляет 0,4 мм на четверть миллиметра, что меньше, чем у типичных медных вариантов.

Этот небольшой волосовидный кабель можно использовать для передачи данных по трем различным параллельным каналам, что позволяет достичь общей пропускной способности 100 Гбит/с. Объединение каналов вместе может обеспечить скорость кабелей в Тбит/с, при этом сохраняя разумную стоимость.

Система, использующая микросхемы на обоих концах кабеля, использует ту же концепцию, что и кабели Thunderbolt. В обоих случаях, микросхемы внутри кабеля используются для управления данными и для взаимодействия с самим кабелепроводом.

Такая система в будущем может быть использована для соединения в стиле Thunderbolt, что позволит выйти далеко за пределы текущего верхнего предела 40 Гбит/с.

Еще одна аналогия с Thunderbolt - это финансирование исследований: Thunderbolt был разработан Intel и Apple, новые исследования полимеров также финансируются Intel, а также Raytheon, Naval Research Laboratory и Office of Naval Research.

