

Интерфейс Serial ATA



Интерфейсы и периферийные устройства

Тема 6. Специализированные интерфейсы подключения накопителей

Лекция 9. Интерфейс SATA

Основное назначение, совместимость с ATA/SCSI, различия.

Уровневая модель SATA. Эмуляция Parallel ATA. Методы кодирования. Теневые регистры. Дополнительные регистры Serial ATA.

(Форматы физического, канального и транспортного уровней SATA. Управление примитивами.)

. Умножитель портов. Селектор порта. Функция Staggered Spin-up, режим First Party DMA, технология изменения очередности команд, кэширование данных.

Перспективы интерфейса SATA. (Интерфейс eSATA.)



Последовательная пересылка

- SATA отсылает данные последовательно, с одним битом на такт, но на высоких тактовых частотах. PATA отсылает информацию параллельно, 16 бит данных за такт, поэтому для одинаковой скорости передачи частота работы PATA должна составлять 1/16 частоты SATA.
- Параллельная передача данных прекрасно функционирует на низких скоростях, но чем быстрее вы хотите заставить ее работать, тем острее становится **проблема синхронизации данных в разных проводах и уменьшения взаимных помех**. Именно по этой причине Ultra DMA/66 и более быстрым PATA интерфейсам потребовался 80-проводный кабель вместо 40-проводного. Дополнительные 40 проводов замкнуты на землю, для уменьшения взаимных помех соседних проводов. SATA использует намного более изящный кабель по сравнению с PATA, и длина кабеля может достигать одного метра.

Основное назначение

Интерфейс SATA- Serial ATA - **последовательный** интерфейс обмена данными с накопителями информации. SATA является развитием параллельного интерфейса ATA (IDE).

2001г. – SATA I; 2004г. – SATA II;

Основное назначение - подключение жестких дисков, дисководов на оптических дисках, магнитных лентах.

Появился на невозможности увеличении пропускной способности параллельной шины:

- повышение скорости передачи
- удешевление и улучшение кабелей и коннекторов
- обеспечение выделенного интерфейса для каждого устройства
- создание более компактных устройств
- упрощение процессов конфигурирования
- переход от ОШ к подключению **«точка-точка»**.

SATA vs. ATA

- **SATA сохраняет:**
 - регистровую модель ATA.
 - передачу в режимах PIO, DMA.
 - систему команд ATA версии 5.
- **Новое:**
 - ввод нового режима FPDMA
 - поддержка более эффективных команд.

Serial ATA – расширение ATA

Интерфейс Serial ATA был предложен отдельной группой разработчиков – SATA IO.

Serial ATA – это последовательный (serial) вариант реализации транспортного уровня интерфейса ATA. Разделение интерфейса ATA на уровни произошло начиная с версии ATA/ATAPI-7.

Интерфейс стал более быстродействующим за счет последовательного перемещения данных по более тонкому и гибкому кабелю.

Сохранена полная совместимость с ATA на уровне архитектуры, регистровой модели и протоколов.

Иной способ обмена данными и содержимым регистров.

Внешнее отличие дисков



**SATA Power and
Data Connectors**



**PATA Data
Connector**

Версии интерфейса Serial ATA

Serial ATA Specification 1.0. SATA-150 (SATA-I). Передача данных 1.5

Гбит/с в том или другом направлении (**Gen1** signaling speed) . Новый PHY-интерфейс (PHY - Physical layer protocol - уровень физического интерфейса).

SATA-300 (SATA-2). Передача данных на скорости 3 Гбит/с. Он был реализован еще до появления официального стандарта, и ему было присвоено ошибочное название SATA-II. Строго говоря, поддержка PHY **Gen2** (3 Гбит/с) обязательна для устройств, соответствующих Specification 2.5. Дальнейшие доработки выявленных нюансов привели к появлению версии Specification 2.6.


SATA-600 (SATA-3). Поддержка PHY **Gen3** (6 Гбит/с) обязательна для устройств, соответствующих Serial ATA Specification 3.0. Данная версия спецификации вышла в начале 2009 года.


Более высокая скорость

Первая версия стандарта (известная также как SATA 1.5 Gbit/s) позволяет передавать данные на скорости до 150 Мбайт/с

(куда делись 42 Мбайт/с, ведь 1.5 Гбит/с — это 192 Мбайт/с)

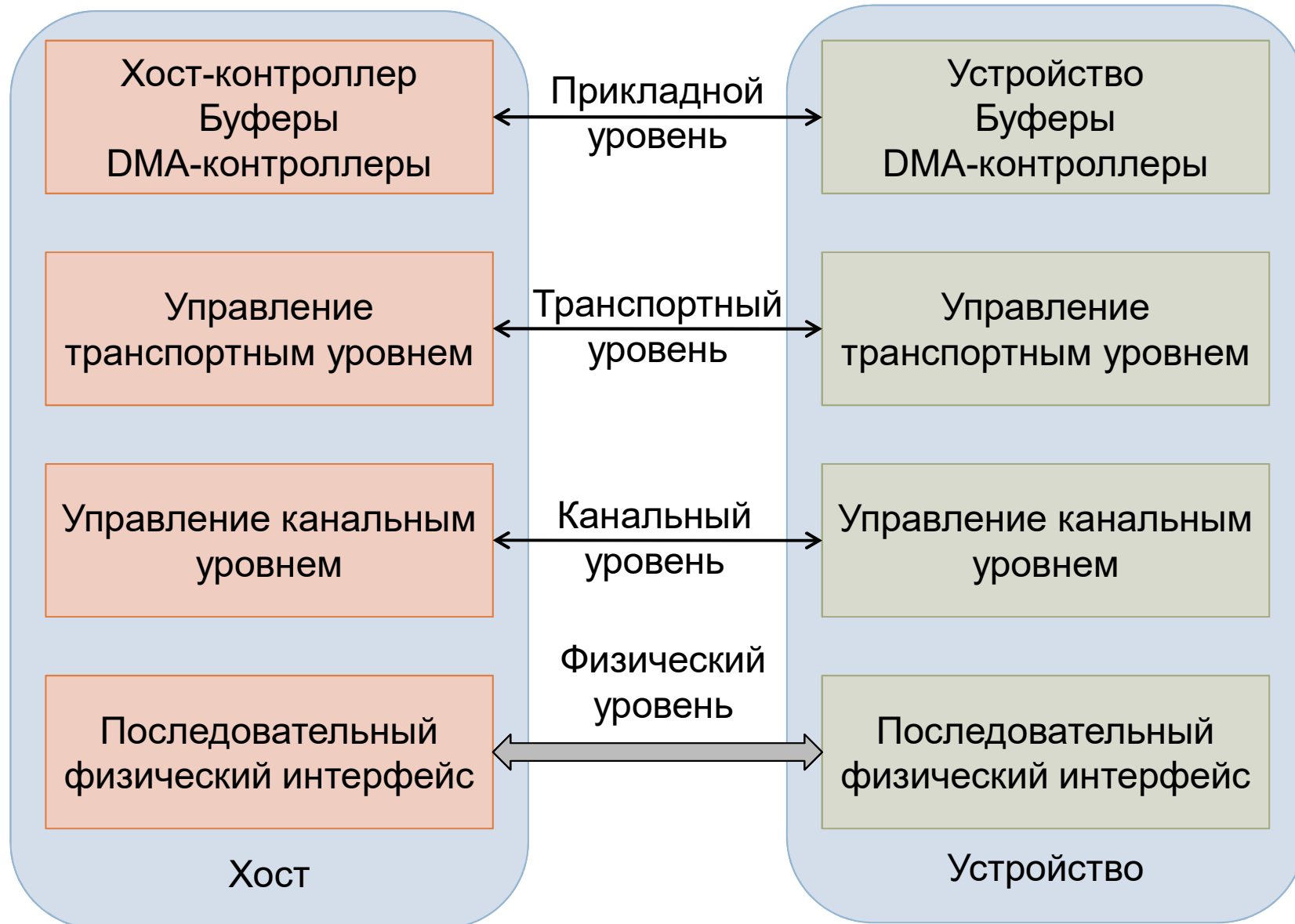
SATA поддерживает кодирование по алгоритму 8b10b, которое забирает 20% канала.

- 
- Буквально через пару лет после выхода первых версий SerialATA стали говорить о подготовке и внедрении SATA2 (известный также как SATA II и SATA 3 Gbit/s). Его главное достоинство... конечно же вдвое выросшая скорость передачи данных. Теперь она составила 3 Гбит/с или 300 Мбайт/с (если учесть затраты на кодирование), вплотную приблизившись к UltraSCSI 320.

- 
- Операционные системы младше Windows Vista, а также Mac OS X и Linux 2-3 летней давности не поддерживают Advanced Host Controller Interface (AHCI) без специальных драйверов. А именно AHCI обеспечивает работу NCQ и горячего подключения. Без этого интерфейса жесткие диски работают как обычные IDE.
 - Еще одна особенность SATA2 — обратная совместимость с первой версией стандарта. Подключая к нему жесткий диск старого типа контроллер должен сам определить какой скоростной режим следует установить. С реализацией этого автораспознавания справились не все производители.

- Еще одна новая возможность SerialATA II — поддержка **подключения более одного устройства к одному порту SATA**. Делается это через специальные **расширители портов**. А теперь давайте считать. Что будет если подключить допустим четыре самых быстрых HDD к одному разъему SATA через расширитель? - Выходим за рамки возможностей SATA2 (по скорости). Выход из этой ситуации очевиден — подготовка более быстрого стандарта. Следующим в планах стоит SATA 6 Gbit/s с максимальной скоростью обмена данными 600 Мбайт/с.
- Для подключения устройств используется специальный 7-контактный кабель. Четыре контакта передают информацию, остальные служат для заземления. Максимальная длина кабеля — 1 метр. Для Parallel ATA это значение составляло 45 см, хотя некоторые выпускали 90 см шлейфы.
- Еще одно отличие SATA от PATA — напряжение, необходимое для передачи данных. Чтобы снизить шумы и наводки в широких шлейфах PATA используется напряжение 5 В. Для SATA этот показатель в десять раз меньше — 0.5 В. Из этого следует, что последние должны потреблять меньше энергии, но это не совсем так. Контроллеры SATA требуют высокой скорости для декодирования данных, что перекрывает плюсы меньшего напряжения.
- Сменился и разъем питания. Стандарт SATA предусматривает специальный 15-контактный разъем вместо четырехконтактного Molex. Девять из пятнадцати контактов используются для подведения трех напряжений: 3.3 В, 5.0 В и 12.0 В. При этом каждый контакт обеспечивает силу тока до 1.5 А.

Уровневая модель SATA



Уровни обмена и взаимодействия между хостом (компьютером) и устройством SATA

Прикладной:

обмен командами и состояниями устройств.

Транспортный:

формирование информационных структур (FIS – frame information structure).

Канальный:

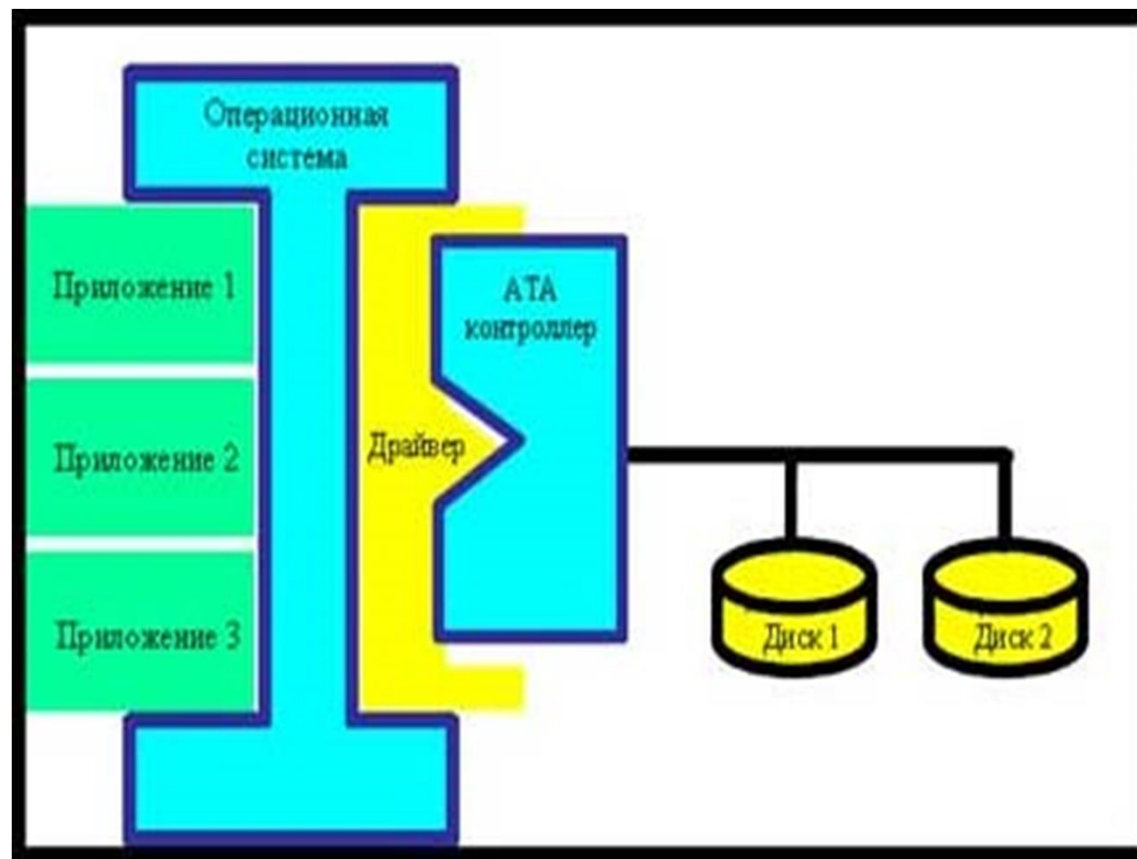
формирование кадров из FIS. Кодирование 8B/10B.

Физический:

набор сигналов, которые физически передаются по кабелю.

Различие на уровне подключения

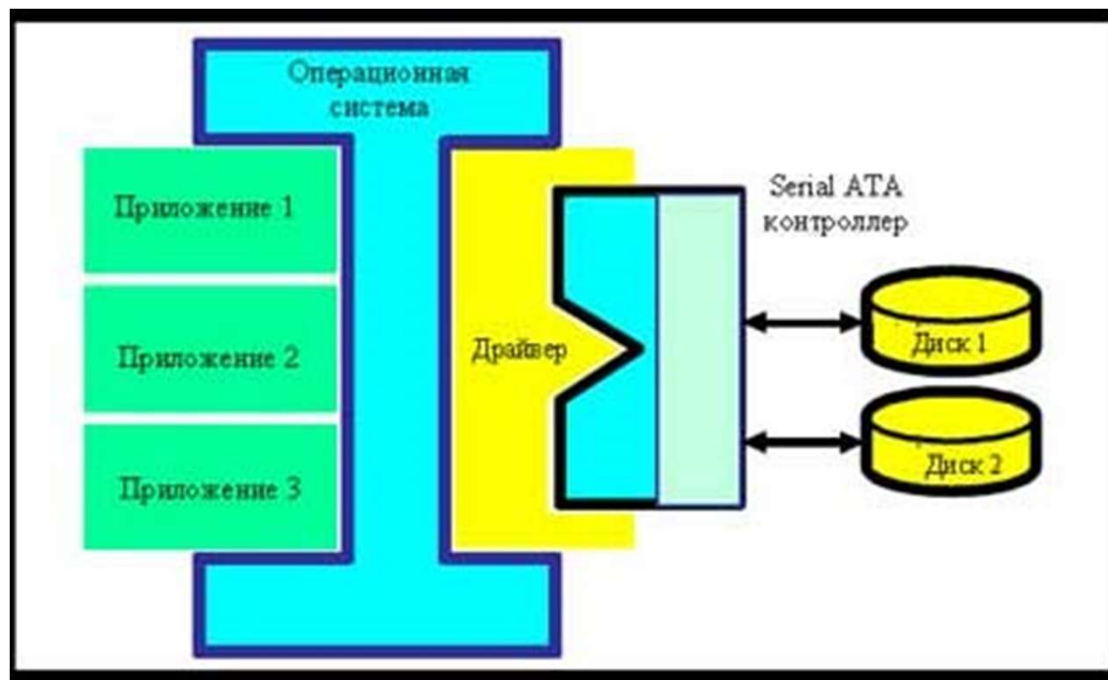
В (параллельном) **ATA** два устройства объединяются кабелем в цепочку и подключаются к одному порту контроллера. Взаимодействие приложения и устройства происходит через ОС и драйвер контроллера.




Различие на уровне подключения

В **SATA** функционирование приложений, ОС и драйверов осталось без изменений. Интерфейс между контроллером нового стандарта и драйвером (левая часть блока "контроллер") остался прежним: новый Serial ATA полностью эмулирует Parallel ATA: использует для обмена те же регистры и команды.

Изменилось лишь взаимодействие между ним и непосредственно дисками. Видно также, что для подключения тех же двух устройств контроллер уже имеет два порта, и каждый накопитель подключается отдельным кабелем.



- 
- Взаимодействие между ведущим и ведомым устройствами, свойственное традиционному интерфейсу ATA, исключается. **Программно хост видит множество устройств, подключенных к контроллеру, как набор каналов ATA, у каждого из которых имеется единственное ведущее устройство.** Имеется возможность эмуляции пар устройств (ведущее — ведомое) на одном канале, если такая необходимость возникнет.

Эмуляция Parallel ATA

Контроллер Serial ATA полностью эмулирует работу стандартного контроллера ATA и стандартного PCI IDE для обеспечения совместимости с ПО. По умолчанию каждое подключенное устройство считается Master-устройством на отдельном канале.

Контроллер содержит «теньевые» (Shadow) регистры, по назначению совпадающие с регистрами контроллера жесткого диска. Обращение к ним контроллер оформляет в виде FIS и отправляет устройству.


Возможен также режим Legasy, когда каждое устройство становится либо Master, либо Slave, и подключается либо к первому, либо ко второму каналу. В таком случае контроллер обязан поддерживать два набора теневого регистров и отслеживать, к какому из устройств выполняется обращение.

Уровни передачи данных

- Данные передаются кадрами, транспортный уровень формирует и проверяет корректность информационных структур кадров (Frame Information Structure, FIS).
- Для облегчения высокоскоростной передачи на канальном уровне данные кодируются по схеме 8B/10B (8 бит данных кодируются 10-битным символом) и скремблируются, после чего по физической линии передаются по простейшему методу NRZ (уровень сигнала соответствует передаваемому биту).
- Между канальным и прикладным уровнем имеется транспортный уровень, отвечающий за доставку кадров. На каждом уровне имеются свои средства контроля достоверности и целостности.

Кодируются по схеме 8B/10B

- Первоначально код 8B/10B был разработан (и запатентован) компанией IBM в начале 1980х годов для использования в высокоскоростной передаче данных. В настоящее время эта схема используется во многих высокоскоростных стандартах передачи данных, включая Gigabit Ethernet, Fibre Channel, FireWire и др. Основной особенностью схемы кодирования 8B/10B является то, что количество последовательно передаваемых нулей (или единиц) не должно превышать четырех.
- Схема RLL 0,4 называется *кодированием с ограничением длины записи* (Run Length Limited — RLL), где 0 считается минимальным, а 4 — максимальным числом последовательных нулей в каждом закодированном символе.



В одном закодированном 10разрядном символе не может быть использовано более шести или менее четырех нулей (единиц). Передача нулей и единиц осуществляется в виде изменения величины подаваемого напряжения. Поэтому промежуток между переходными напряжениями, которые подаются передатчиком, получается достаточно сбалансированным, с более устойчивым и регулярным потоком импульсов. Нагрузка схемы становится более постоянной, что приводит к повышению ее надежности.

Во время преобразования 8разрядных данных в 10разрядные закодированные символы некоторое количество 10разрядных комбинаций остается неиспользованным. Часть из них применяется для управления потоком, разграничения пакетов данных, проверки ошибок или каких-либо других специальных операций.





Схема кодирования 8В/10В отображает 256 возможных значений байт данных в 1024 возможных значений 10 битовых кодовых символов таким образом, что обеспечивается сбалансированность в линии последовательностей нулей и единиц, необходимая для корректной синхронизации и приема данных. Код 8В/10В имеет 25% избыточность (4-кратная избыточность ($2^8=256$; $2^{10}=1024$)). Этот код обеспечивает стабильное соотношение 0 и 1 в выходном потоке, **не зависящем от входных данных**.

Это свойство актуально для лазерных оптических передатчиков. От данного соотношения зависит их нагрев и при колебании степени нагрева увеличивается количество ошибок приема. Применяется в гигабитной сети на оптоволокне.



Логический код 8B/10B заменяет каждый 8-битный исходный символ 10-битным выходным символом. При том же уровне накладных расходов (25%), что в случае кода 4B/5B, обладает 4-кратной избыточностью (1024 выходных символов и 256 исходных символов). При кодировании 8B/10B каждому исходному символу сопоставлено два выходных символа, выбор из которых осуществляется в зависимости от последнего бита предыдущего переданного символа. В результате код обеспечивает стабильное соотношение “0” и “1” в выходном потоке, независимо от исходных данных.

Теневые регистры

- Регистры, расположенные в устройствах SATA, имеют свои так называемые теневые образы в хост-контроллере.
- Программное взаимодействие (чтение и запись) осуществляется с теневыми регистрами;
- связь теневых регистров с регистрами устройств обеспечивается кадрами, передаваемыми по последовательному интерфейсу SATA.
- Каждое устройство, подключенное к адаптеру Serial ATA, представляется тремя блоками регистров: управляющих, командных и SCR

Новые регистры SCR

Новый блок регистров SCR (Serial ATA Status and Control Registers) состоит из 16 смежных 32-разрядных регистров SCR0-SCR15, из которых пока определены лишь 5 (остальные зарезервированы) – регистр текущего состояния, регистр управления интерфейсом.

Физический уровень

Обеспечивает соединение хост-контроллера и устройств по топологии «звезда». Данные передаются со скоростью 1.5, 3 или 6 Гбит/с (в зависимости от возможностей хоста и устройств) в формате NRZ по двум дифференциальным парам в обоих направлениях. Номинал напряжения – 250 мВ. Кабель плоский, 7 линий, с печатными контактами разной длины (для «горячего» подключения). Длина кабеля – не более 1 м.

Код без возвращения к нулю - Non Return to Zero (NRZ) представляет собой обычную двоичную последовательность.

- Код в формате NRZ представляет собой последовательность однополярных импульсов со скважностью $q=1$.
- дифференциальный NRZ – состояние меняется в начале битового интервала для “1” и не меняется при “0”

Физический уровень - дифференциальная пара

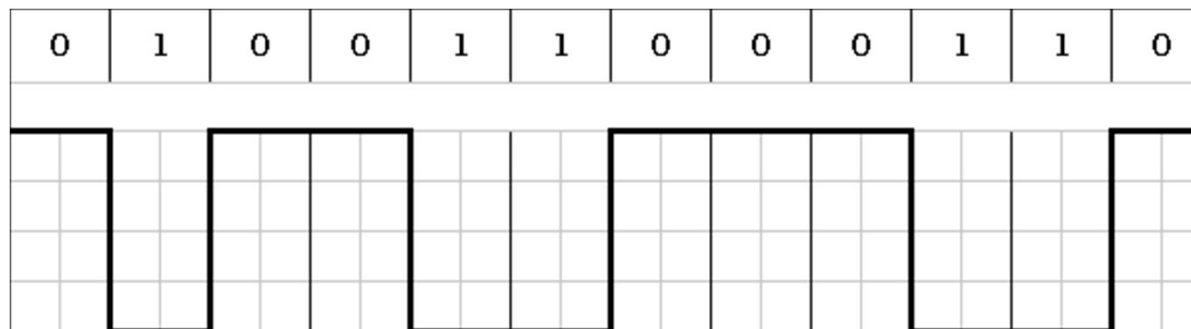
В этой схеме применяется сбалансированная пара проводов, по каждому из которых подается напряжение, равное $\pm 0,25$ В. Сигналы посылаются дифференцированно: если по одному проводу пары передается напряжение $+0,25$ В, то по другому соответственно $-0,25$ В. Таким образом, разность напряжений постоянно составляет $0,5$ В. Это означает, что передаваемые сигналы всегда находятся в противофазе в смежных проводах.

Дифференцированная передача минимизирует электромагнитное излучение и позволяет упростить чтение сигналов на принимающем конце.

Физический уровень

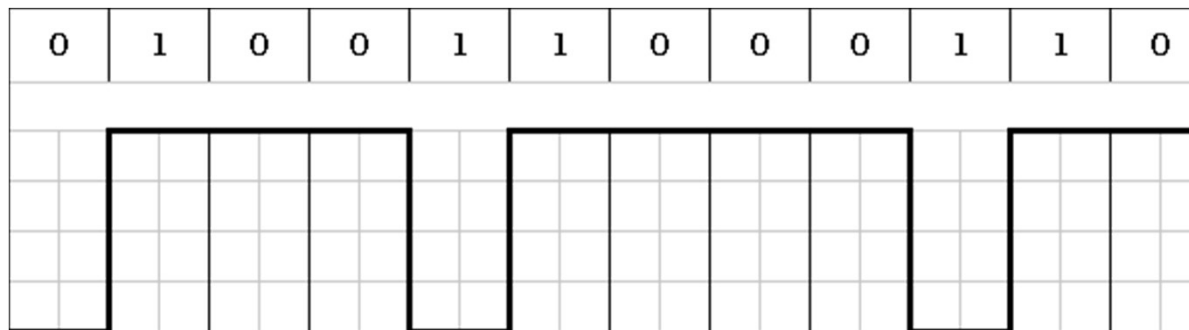
Без возврата к нулю


- Потенциальное кодирование, также называется кодированием без возвращения к нулю (NRZ). При передаче нуля он передает потенциал, который был установлен на предыдущем такте (то есть не меняет его), а при передаче единицы потенциал инвертируется на противоположный. Этот код называется потенциальным кодом с инверсией при единице (NRZI). Он удобен в тех случаях, когда наличие третьего уровня сигнала весьма нежелательно, например в оптических кабелях, где устройство распознаются только два сигнала – свет и темнота.



Потенциальный код NRZI

При передаче последовательности единиц, сигнал, в отличие от других методов кодирования, не возвращается к нулю в течение такта. То есть смена сигнала происходит при передаче единицы, а передача нуля не приводит к изменению напряжения.



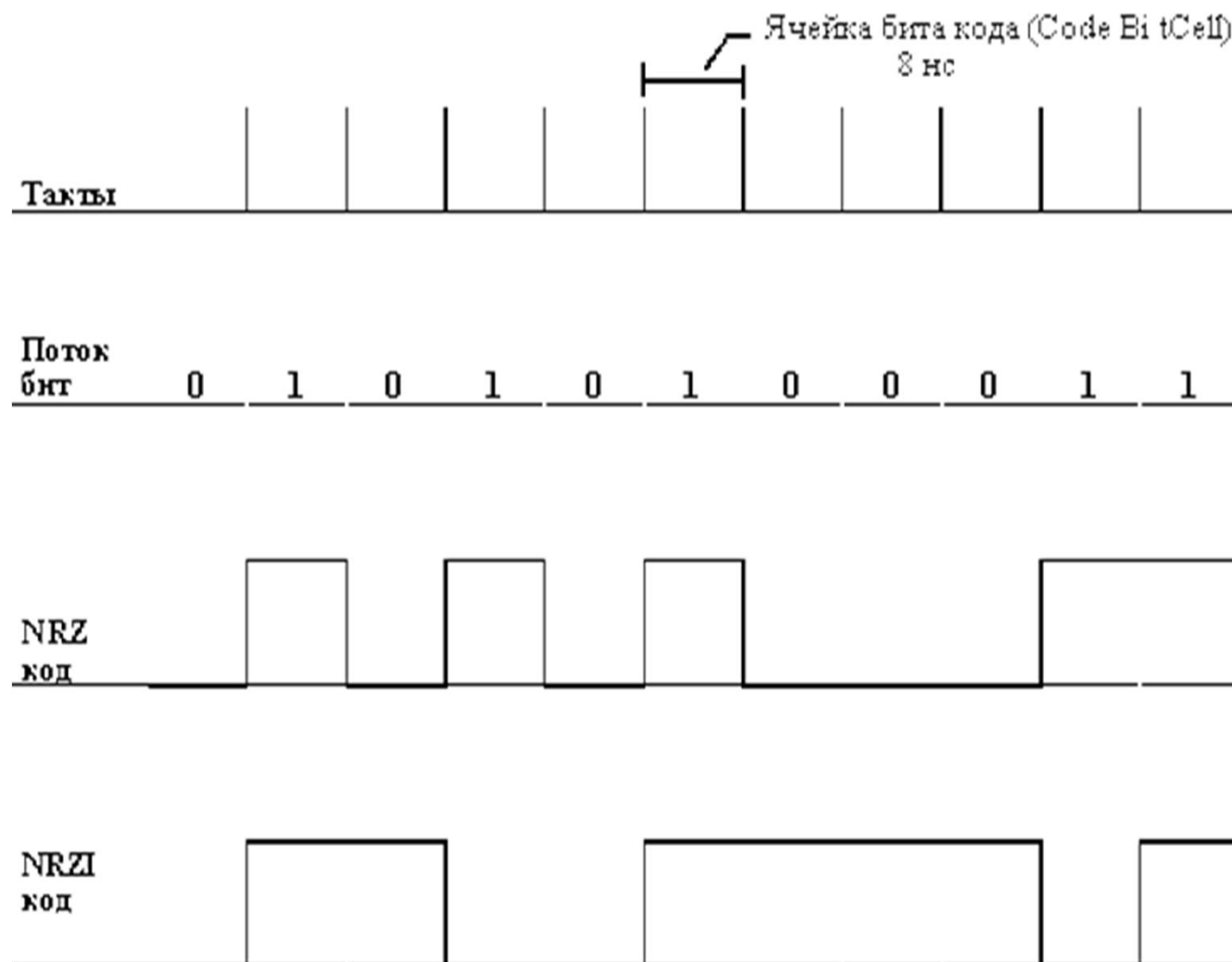



Физический интерфейс обеспечивает детектирование наличия устройств, калибровку, согласование скоростей, передачу сигналов управления питанием, «горячее» подключение/отключение и т.п.

Топология «многоярусная звезда» обеспечивается за счет применения умножителей портов (Port Multipliers). Возможна и обратная топология, когда к одному устройству подключается несколько хостов – через селектор порта (Port Selector).

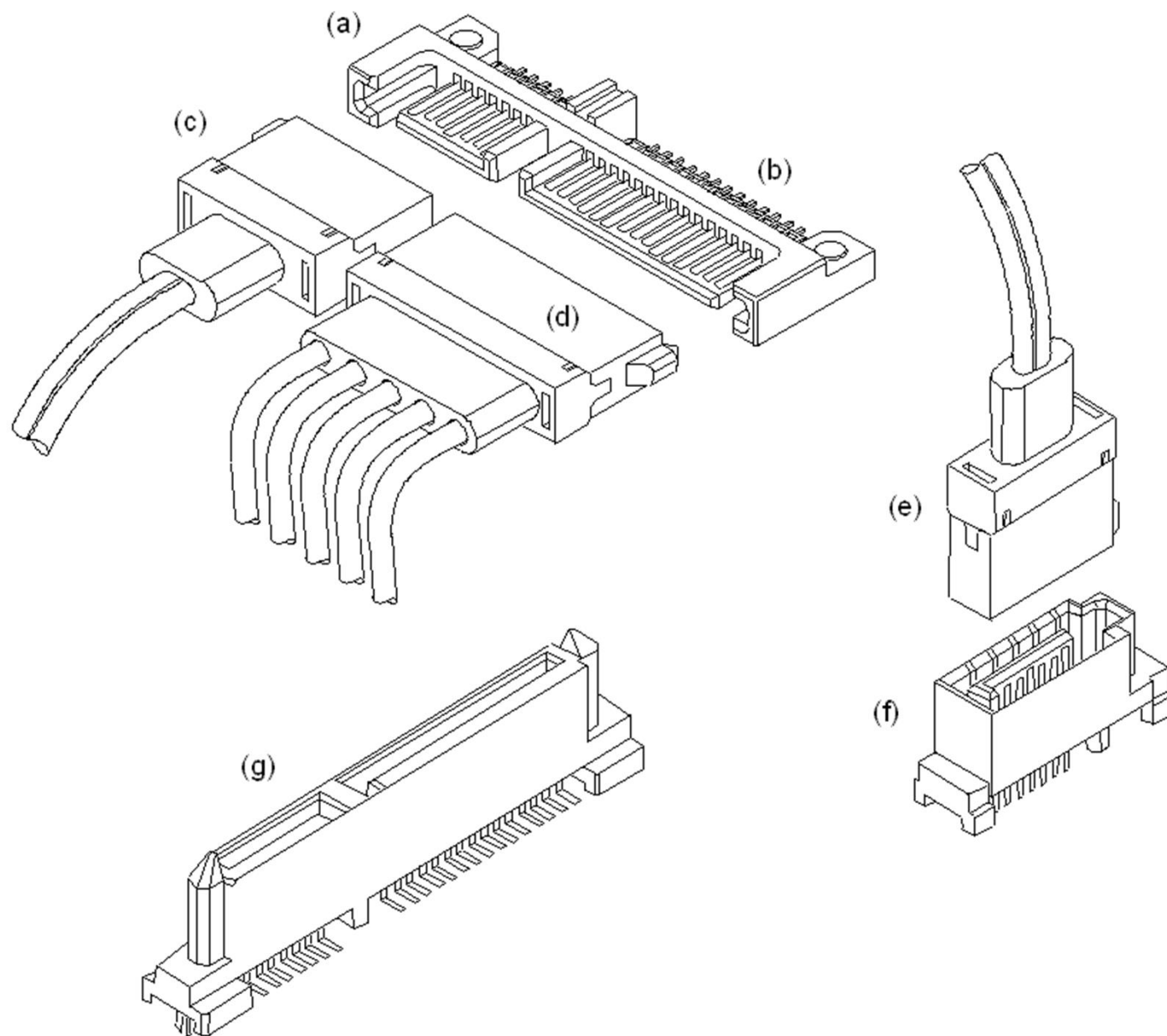
Применение концентраторов (*умножителей портов*)

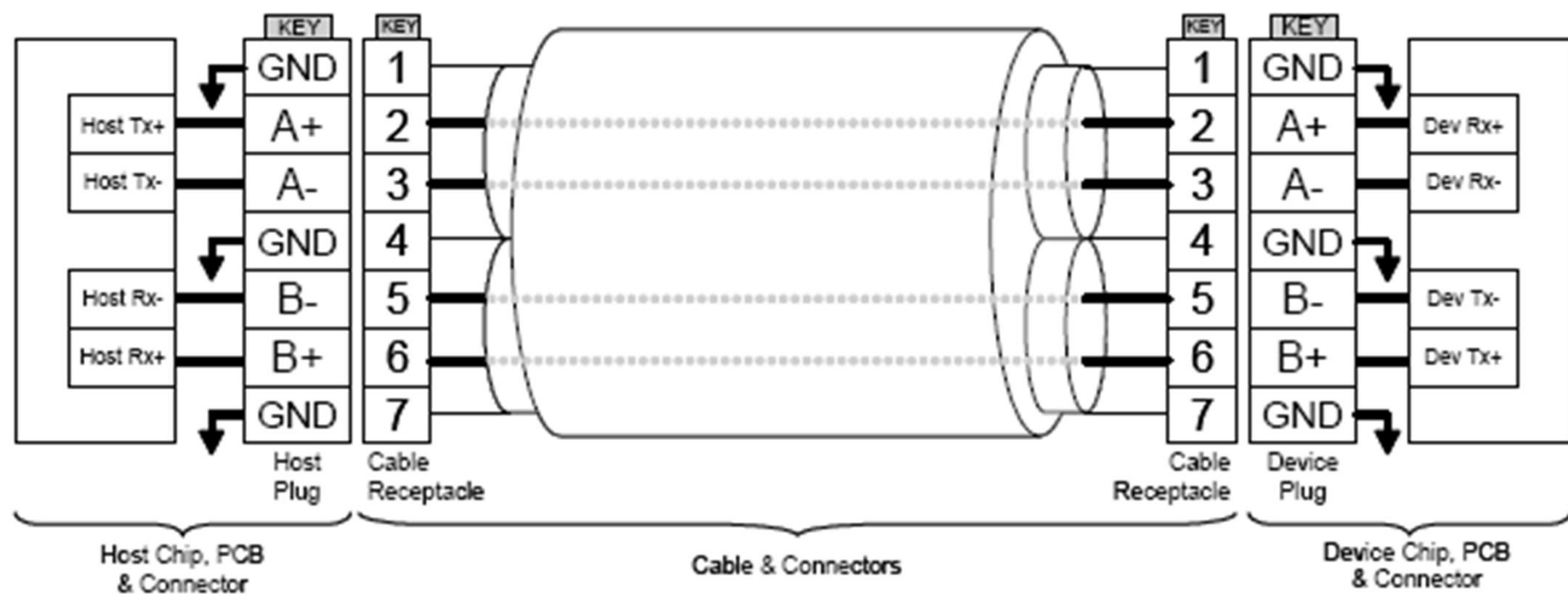
Сравнение кодирования NRZ и NRZI



- 
- **принцип дифференциальной передачи данных.** Суть его заключается в передаче одного сигнала по двум проводам. Причем по одному проводу идет оригинальный сигнал, а по другому - его инверсная копия. Другими словами, если на одном проводе "1", то на другом "0" и наоборот. Таким образом, между двумя проводами витой пары всегда есть разность потенциалов: при "1" она положительна, при "0" - отрицательна.
 - **Именно этой разностью потенциалов и передается сигнал.** Такой способ передачи обеспечивает высокую устойчивость к синфазной помехе.

Внутренние разъемы Serial ATA





Разъемы и контакты

Serial ATA описывает сигнальные разъемы как на устройстве, так и на контроллере (системной плате), а также разъем питания на устройстве.

Сигнальный разъем имеет 7 контактов – две дифференциальные пары (A+/A- и B+/B-) и 3 контакта заземления.

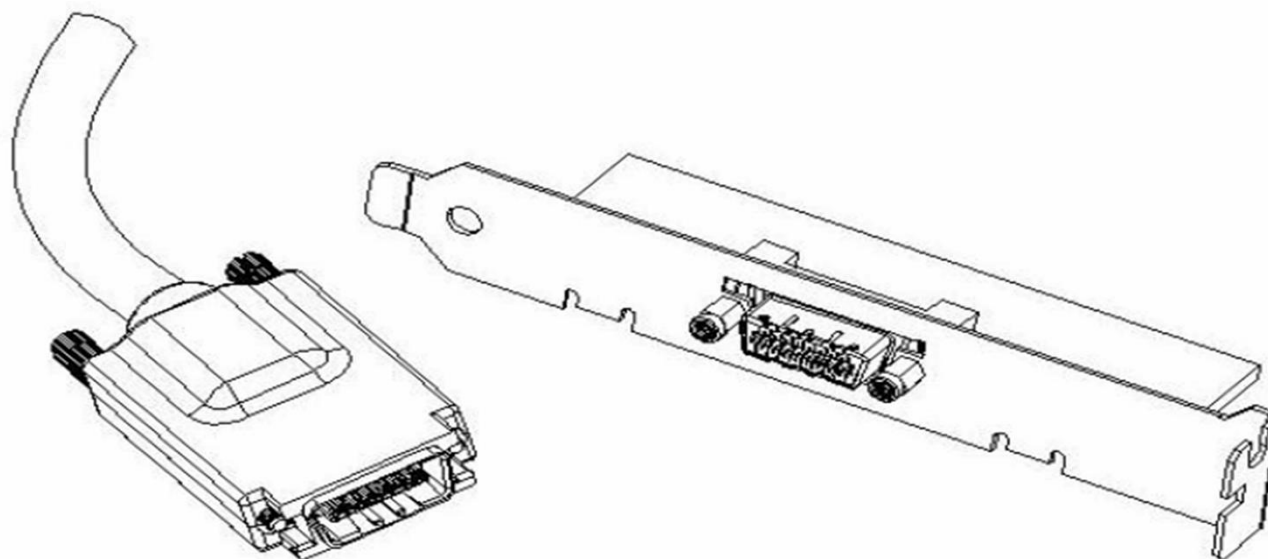
Разъем питания содержит по три контакта питания с напряжениями +3.3V, +5V и +12V, а также 6 контактов заземления.

Устройство может подключаться как с помощью кабелей, так и «встык» (обычно в ноутбуках).

Форма разъемов защищает от неправильного подключения. Разъемы могут содержать защелки для фиксации (поскольку они не обеспечивают достаточно прочного соединения), но это не обязательно.

Другие варианты подключений

Стандарт Serial ATA описывает и другие варианты подключений помимо «точка-точка». Начиная с версии 2.6, описаны варианты разъемов для внешнего и внутреннего подключения устройств, подключения панелей с портами, соединения нескольких систем между собой. Разъемы могут быть рассчитаны на одну, две и четыре линии интерфейса Serial ATA.




Канальный (Link) уровень

Назначение канального уровня:

- Кодирование 8b/10b
- Формирование кадра из пакетов транспортного уровня
- Посылка и прием подтверждения встречным каналом
- Подсчет и проверка CRC
- Информирование транспортного уровня об ошибках передачи по каналу или физических ошибках
- Скремблирование для снижения уровня электромагнитного излучения (ЭМИ)

Данные транспортного уровня кодируются по схеме 8b/10b для ограничения непрерывных последовательностей «0» и «1», а также обеспечения возможности передачи служебных символов (т.н. примитивов).

Единица передачи информации – 32 бита (DWORD).

- 
- *Уровень 2:* канальный - формирование кадров, управление доступом к среде.
 - Канальный уровень формирует из данных, передаваемых 1-м уровнем, так называемые "кадры" последовательности кадров. На этом уровне осуществляются управление доступом к передающей среде, используемой несколькими ЭВМ, синхронизация, обнаружение и исправление ошибок.

Типы FIS

FIS может быть 3х типов:

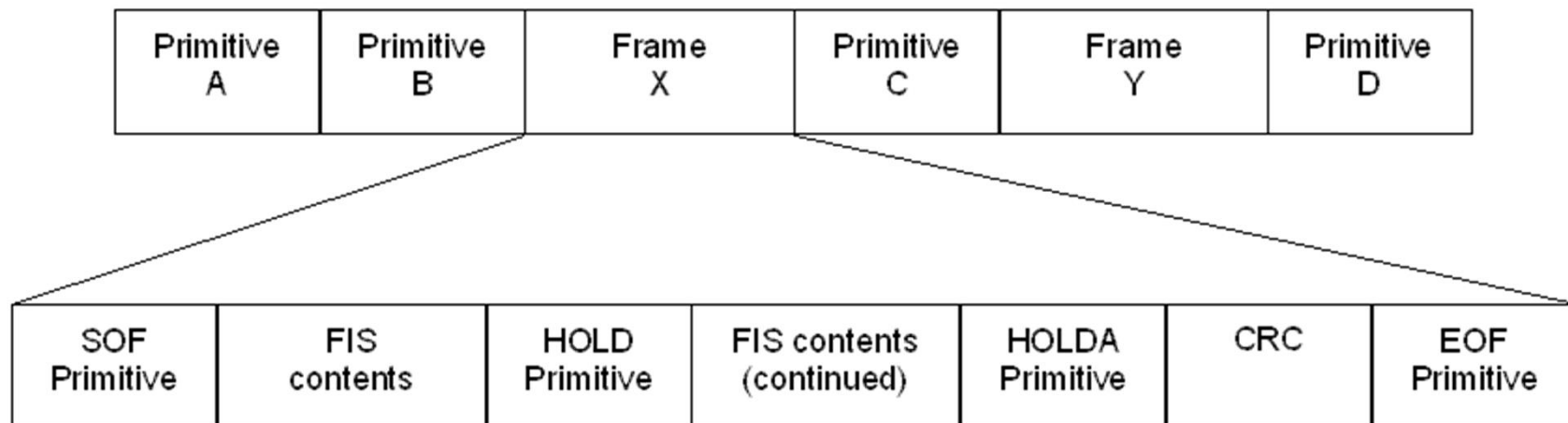
- передача содержимого регистров
- выбор режима PIO или DMA. FIS DMA Setup содержит id буфера, направление, число байт для передачи.
- передача данных. Заголовок + блок данных (от 1 до 2048 двойных слов)

Кадр канального уровня

Полезная информация транспортного уровня оформляется в кадры.

Кадр состоит из примитивов заголовка (SOF), конца кадра (EOF) и контрольной суммы (CRC), а также полезного содержимого – Frame Information Structure (FIS).

При необходимости кадр может разрываться примитивами HOLD (пауза) и HOLDA (ответ на паузу).



Управление примитивами

- IDLE – SYNC – для поддержания шины в состоянии покоя
- Align – выравнивание (синхронизация при установленной связи)
- X_RDY – намерение установить передачу (связь)
- R_RDY – устройство готово начать передачу.



Управление примитивами

- Внеполосные сигналы OOB: (out of band)
- COM INIT, COM RESET, COM WAKE – это пачка из 160 примитивов Align.
- Для передачи этих сигналов не требуется Sync/Align.
Отличаются зазорами между пачками Align. С их помощью происходит установка связи и определение скорости работы.

Транспортный уровень

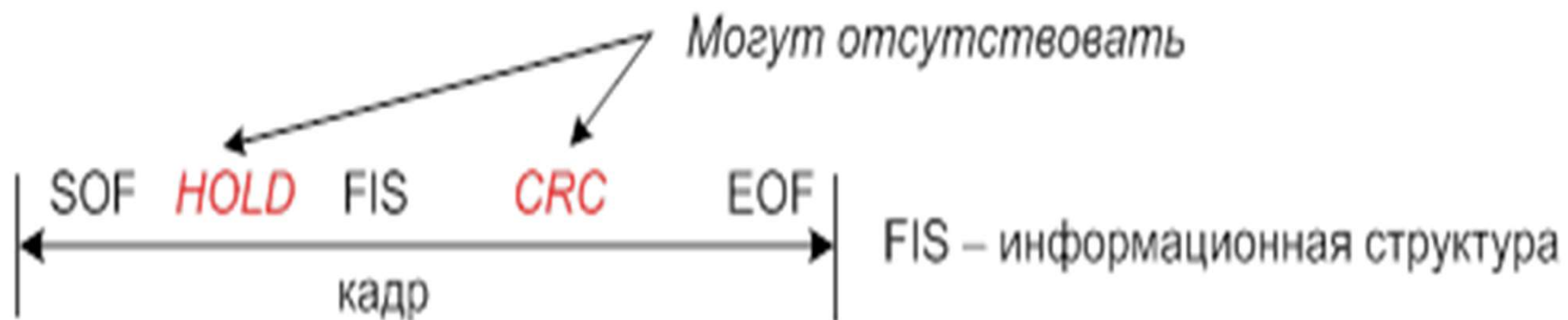
Не участвует в обработке команд, отвечает за обмен данными между хостом (памятью системы) и устройством.

Информация оформляется в виде FIS-пакетов различного типа и длины – в зависимости от типа операции.

Поддерживаются следующие типы FIS:

- Запись в регистры устройства (обычно – команда).
- Запись в теневые регистры контроллера (обычно – ответ на команду).
- Изменения состояния устройства.
- Инициализация DMA.
- Инициализация PIO.
- Самодиагностика.
- Обмен данными.

Транспортный уровень



Дополнительные регистры Serial ATA

Помимо двух блоков регистров ATA, интерфейс Serial ATA предусматривает наличие еще трех регистров для каждого из поддерживаемых устройств.

Регистры находятся в перемещаемом пространстве портов или памяти (при отображении на память).

SStatus:

- Состояние устройства (Active, Partial, Slumber).
- Выбранная скорость передачи (Gen 1, Gen 2, Gen 3,...).
- Состояние физического канала (нет устройства, связь имеется, идет диагностика, связь не установлена).

SError - наличие ошибки: CRC, 8b/10b, протокола, исправленной ошибки данных и т.п.

SControl – те же поля, что и у *SStatus*, только для управления состоянием и скоростью соединения.

External SATA

Специальное расширение стандарта создано для обеспечения подключения внешних устройств.

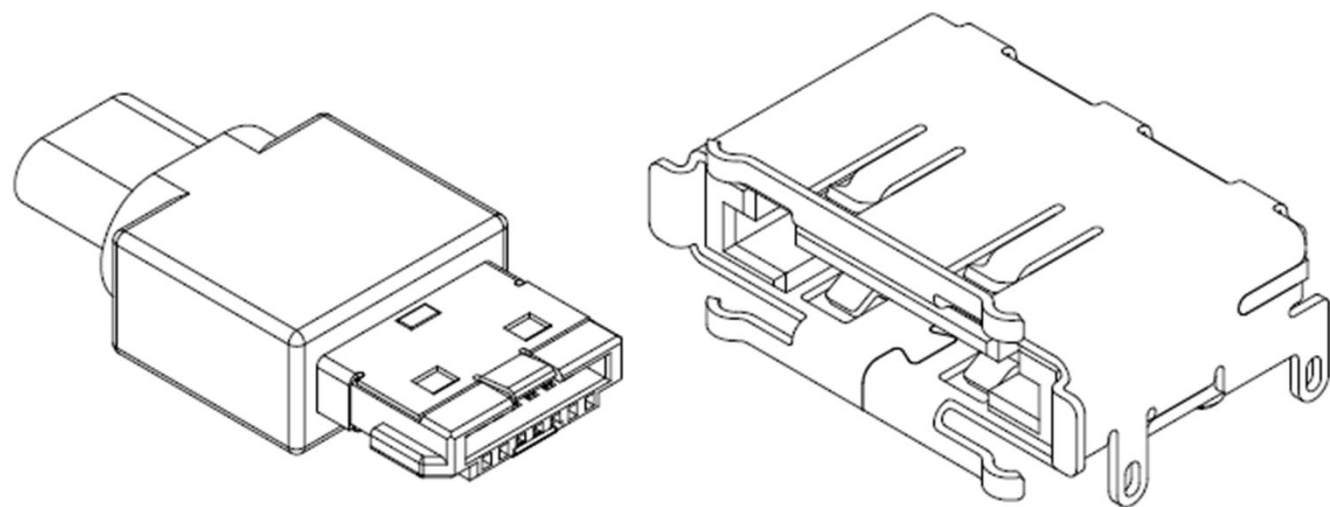
На всех уровнях, кроме физического, не отличается от обычного Serial ATA, чем обеспечивается прозрачность для контроллеров и ПО.

Электрический интерфейс имеет несколько иные характеристики для обеспечения надежной передачи данных (больше допуски, строже требования и т.д.).

Кабель External SATA имеет обязательное экранирование, его длина может достигать 2 м.

Разъем External SATA имеет иную форму, без Г-образного ключа, и защелки для фиксации.

Число и назначение контактов аналогичное.



Умножители портов

Применяются, когда необходимо подключить несколько устройств к одному порту контроллера.

Устройства могут работать попеременно, но им предоставляется вся ширина канала (разделение во времени).

Умножитель портов (Port Multiplier) обеспечивает коммутацию порта контроллера и выбранного устройства, анализируя биты номера порта, имеющиеся во всех исходящих FIS.

По результатам анализа активности портов умножитель выстраивает запросы и ответы в очередь и заполняет входящие FIS, выставляя в них номер порта, из которого пришли данные.

Для индикации номера порта предусмотрены 4 бита. Устройство с номером 16 – это сам умножитель, у которого имеется набор регистров управления.

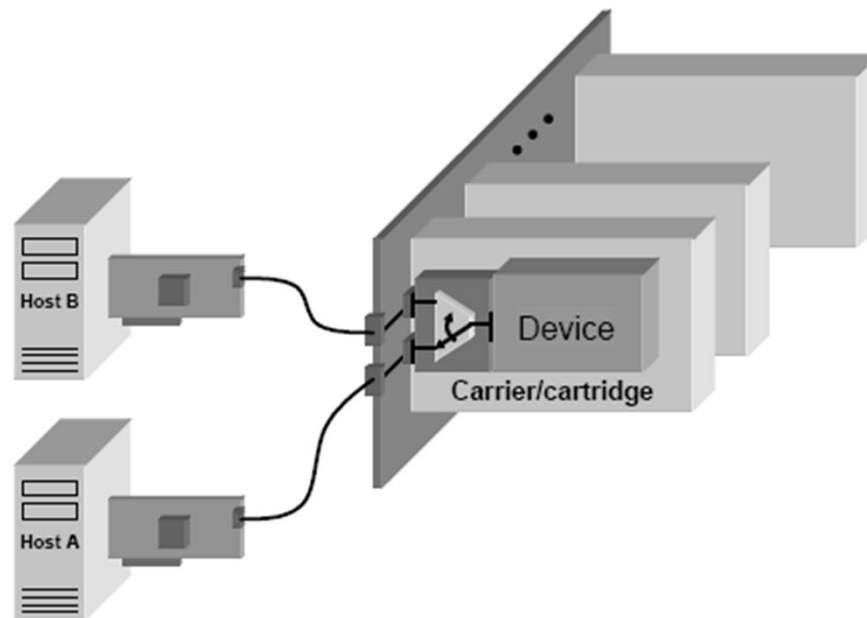
- *В SATA-II вводится абстрактное понятие концентратора* — средства подключения к хосту множества устройств SATA. У концентратора имеется хост-интерфейс и ряд портов SATA для подключения устройств. Типы хост-интерфейса разнообразны — PCI/PCI-X/PCI Express, Advanced Switching, InfiniBand, Ethernet (iSCSI), Fibre Channel, Serial ATA... Концентратор может являться просто мостом, RAID-контроллером, коммутатором или мультиплексором портов. Хост-контроллер, подключенный к шине PCI или интегрированный в чипсет системной платы, также является концентратором (мостом между PCI и SATA).

Пример системы хранения данных



Селектор порта

Для обеспечения избыточности подключения можно использовать селектор – устройство, позволяющее подключать несколько портов к одному устройству. Селектор выбирает в качестве активного один порт – тот, который подал сигнал COMRESET. Выбор порта можно делать и аппаратно, но это уже не выходит за рамки протокола Serial ATA.



Staggered Spin-up

В Serial ATA получилось легко реализовать механизм последовательного запуска двигателей винчестеров, что важно в тех случаях, когда их в системе много, и одновременный старт приводит к тому, что блок питания не может выдать требуемый номинал тока.

Винчестер, поддерживающий staggered spin-up, не должен запускать двигатель до тех пор, пока порт, к которому он подключен, не перейдет в состояние active.

Следовательно, контроллер может проверить состояние и количество устройств, но запускать их двигатели с выдерживанием необходимой паузы.

Обычно функцию Staggered Spin-up можно отключить конфигурационной переключкой, потому что в обычных системах она не нужна (и может не поддерживаться).

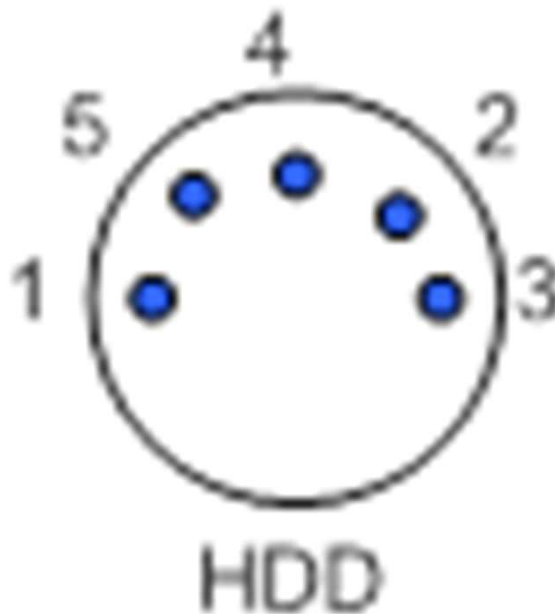
Новый вариант режима DMA.

- First Party DMA. Не просто DMA, а устройство указывает положение буфера данных в оперативной памяти. Это очень удобно при работе с очередями команд: для этого введен 5-разрядный тэг команды.

Технология изменения очередности команд

- **Используется технология NCQ (Native Command Queuing):**
 - 5 раз повернуть головку диска (без NCQ)
 - Если выстроить в ряд 15423 по местоположению, то можно прочитать за один оборот диска (с технологией NCQ)

NCQ позволяет повысить производительность диска и уменьшить его физический износ.



Native Command Queuing

Особый алгоритм организации очередей из команд, позволяющий перераспределять команды с целью увеличения пропускной способности и тем самым достигать максимально возможной производительности.

Все запросы от процессора выстраиваются в очередность из 32 команд, затем контроллер SATA-устройства вычисляет точную очередность их выполнения, исходя из того, где размещены данные на диске.

Такая оптимизация позволяет обработать большее количество запросов за меньшее время, используя команды прямого доступа к памяти (FPDMA). Кроме того, т.к. механика жесткого диска эксплуатируется заметно ниже, то и само устройство прослужит намного дольше.

Native Command Queuing

По умолчанию команды, поданные устройству, выполняются сразу же. Это не позволяет проводить оптимизацию команд, которая важна для устройств с механическим позиционером.

В режиме NCQ бит Busy интерфейса ATA только отвечает за подачу команды, но не выполнение. Устройство накапливает до 32 команд, располагает их в таком порядке, чтобы минимизировать перемещение позиционера, и начинает выполнение.

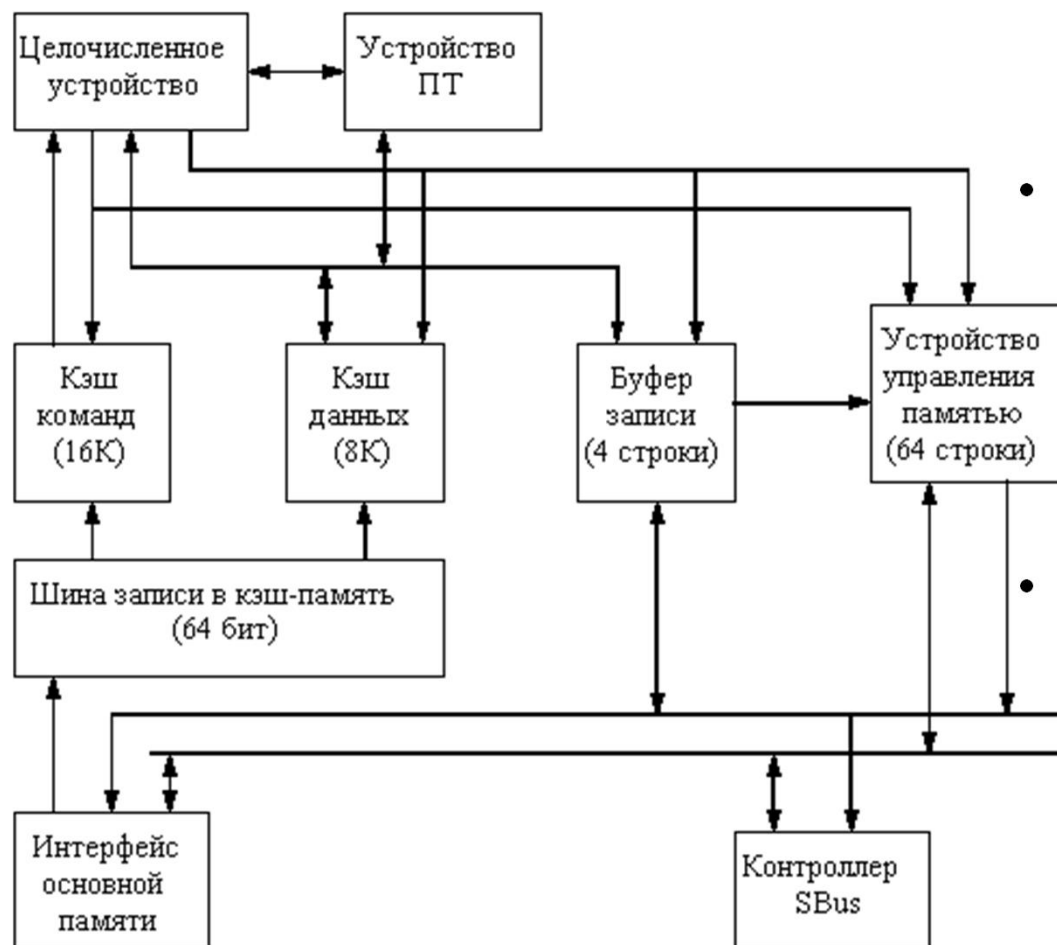
Состояние конкретной команды можно проверить, запросив ее 32-битный дескриптор специальной командой.

Выполненные запросы помечаются тэгом, который входит в заголовок FIS.

Запросы с применением механизма NCQ имеют специальные коды команд, что позволяет смешивать обычные и NCQ-команды.

Поддержка NCQ реализована только в Serial ATA, начиная с версии 2.5.

Кэширование данных



- Для оптимизации операций по чтению и записи часто используется техника накопления этих данных в промежуточном хранилище – кэше (cache memory).
- Размер кэша может варьироваться.

Перспективы интерфейса

- Возможность применения концентраторов **умножения портов**
- External Sata (eSATA) – подключение дисков вне корпуса компьютера. Переход на кабели до 8 метров. SATA предлагает более производительную альтернативу таким внешним интерфейсам, как USB и FireWire.
- xSATA – расширенная версия . xSATA позволяет использовать кабель длиной до 8 метров вместо двух. Технология уже интегрируется в современные материнские платы для настольных систем.



eSATA.

е = "external", то есть "внешний". По сути eSATA является вынесенным "наружу" портом SATA.

- Были повышены электрические требования, что позволило довести максимальную длину кабеля до 2 метров.
- Сам разъем и коннектор также были преобразованы. У них пропал специальный "L"-ключ, блокирующий возможность использования обычных SATA-кабелей с портами eSATA. Для предотвращения повреждений была увеличена длина контактов на разъеме с 5.5 до 6.0 мм. Сам кабель был дополнительно экранирован, а его коннектор доработан — он поддерживает до 5000 подключений/отключений, тогда как обычный — не более 50.

Зачем же нужен eSATA, когда есть USB 2.0 и FireWire 400/800? Дело в скорости. Скоростей последних (до 60 Мбайт/с (да и то в теоретическом пике), 50/100 Мбайт/с) недостаточно для самых быстрых жестких дисков. А некоторые производители ставят по два и более винчестеров в одну коробку, объединяя их порой в RAID-массивы, что делает USB и FireWire еще менее пригодными. Потом USB и FireWire не поддерживают функции, свойственные жестким дискам - технологии S.M.A.R.T. и NCQ.

Но есть у eSATA один недостаток. Он не способен передавать питание по кабелю, что требует дополнительного источника энергии для внешнего жесткого диска. Есть ? версия eSATA, обеспечивающая достаточно питания для подключенных к разъему устройств

Основные особенности eSATA:

Разъёмы менее хрупкие и конструктивно рассчитаны на большее число подключений(~9000). Требуется для подключения два провода: шину данных и кабель питания. В новых спецификациях планируется отказаться от отдельного кабеля питания для выносных eSATA-устройств.

Длина кабеля увеличена до 2 м (по сравнению с 1 метром у SATA).

Средняя практическая скорость передачи данных выше, чем у USB или IEEE 1394.

Существенно снижается нагрузка на CPU.

Уменьшены требования к сигнальным напряжениям по сравнению с SATA.

Преобразования CHS/LBA

Адресация секторов может выполняться как в режиме CHS, так и в режиме LBA.

Для любого конкретного накопителя существует определенное соответствие между адресациями CHS и LBA, которое, в частности, позволяет преобразовывать адреса CHS в адреса LBA, и на оборот. Спецификация ATA1 предлагает довольно простую формулу, с помощью которой можно преобразовывать параметры CHS в LBA:

$$\text{LBA} = (((C * \text{HPC}) + H) * \text{SPT}) + S - 1.$$

- В этих формулах использованы следующие обозначения:
- LBA — адрес логического блока;
- C — цилиндр;
- H — головка;
- S — сектор;
- HPC — количество головок в каждом цилиндре (общее количество головок);
- SPT — количество секторов на каждой дорожке;
- $\text{int } X$ — целочисленная часть X ;
- $X \bmod Y$ — остаток от деления X на Y .

Преобразования LBA/CHS

- $C = \text{int} (LBA/SPT/HPC),$
- $H = \text{int} ((LBA/SPT) \bmod HPC),$
- $S = (LBA \bmod SPT) + 1.$
- В этих формулах использованы следующие обозначения:
- LBA — адрес логического блока;
- C — цилиндр;
- H — головка;
- S — сектор;
- HPC — количество головок в каждом цилиндре (общее количество головок);
- SPT — количество секторов на каждой дорожке;
- $\text{int } X$ — целочисленная часть X ;
- $X \bmod Y$ — остаток от деления X на Y .

Параметры CHS и соответствующая им нумерация секторов LBA для накопителя, содержащего 16383 цилиндра, 16 головок и 63 сектора на каждой дорожке (общее количество секторов 16514064)

Цилиндр	Головка	Сектор	LBA
0	0	1	0
0	0	63	62
1	1	1	63
999	15	63	1007999
1000	0	1	1008000
9999	15	63	10079999
10 000	0	1	10080000
16 382	15	63	16514063