**Содержание:**

* Введение 3
* Предпосылки к созданию 5
* Преимущества интерфейса SATA над PATA 7
* Обратная совместимость SATA и PATA 10
* Общие данные интерфейса SATA 10
* Физический уровень 11
* Канальный уровень 15
* Транспортный и прикладной уровни 16
* Перспективы развития 17
* Используемая литература 18

**Введение.**

Начнем с истоков зарождения, которое для интерфейса Parallel ATA началось в далеком 1984 году, когда Western Digital и Compaq загорелись идеей встроить АТ-контроллер в электронику жесткого диска. Как ни странно, но небольшое увеличение цены носителя информации существенно снижало общую стоимость дисковой подсистемы в целом. Уже в 1989 году все та же "троица" Compaq, Western Digital и Control Data Corporation предложили новый интерфейс. Прототип не залежался в столах важных президентов фирм и в 1994 году вышел в свет. Был принят первый стандарт АТА, совмещающий в себе спецификации IDE. АТА вообще расшифровывается, как AT Attachment, приложение к АТ, то есть контроллеру. Необходимо отметить, что контроллер имел 16-разрядную шину, и был нацелен на присоединение к ISA. Пропускная способность PATA тогда составляла менее 3 Мбайт/с. Кстати, до выхода стандарта ANSI в 1994 году, очень часто появлялись диски, не совместимые между собой, при подключении которых к одному порту не работал ни один. Именно такое положение дел заставило индустрию создать инициативную группу Т13 при National Committee for Informational Technology Standards (NCITS) для дальнейшего развития и стандартизации интерфейса АТА. Что касается технических подробностей контроллерной новинки, то она поддерживала два канала, которые делились в себе на master/slave, обеспечивала PIO вплоть до mode 2, а также включала поддержку прямого доступа к памяти single word DMA modes 0,1 и 2 и multiword DMA mode 0.

Скоростные показатели жестких дисков не стояли на месте, и поэтому в 1996 году АТА был расширен и снова стандартизирован в ANSI. Новый АТА-2 был обратно совместим с предшественником. Новый интерфейс получил более скоростные режимы программного ввода/вывода (PIO modes 3 и 4) и multiword DMA modes 1 и 2. Повышение производительности достигалось в основном введением block transfer - блочной переадресации данных и логической адресацией блоков (LBA). Команда Identify Drive была усовершенствована, и диск идентифицировался намного лучше.

Такое бурное развитие не замедлило сказаться на популярности АТА-2. Как грибы после дождя посыпали псевдоновые стандарты и расширения. Так Fast ATA от Seagate явился лишь маркетинговым ходом, так как вместо ожидаемого от приставки Fast прироста производительности означал скорей обратное - отсутствие поддержки самых быстрых PIO mode 4 и DMA mode 2. Аналогично поступил Quantum, переименовав АТА-2 в Fast ATA-2, абсолютно ничего не изменив.

Еще одно дополнение, но уже более существенное, вводит Western Digital. Оно получило название Enhanced IDE (EIDE), и состояло в расширении максимального объема дисков до 8,4 Гбайт, плюс увеличение скорости порта до 16 Мбайт/с.

Выход в 1997 году нового АТА-3 (кстати, не утвержденного ANSI новым стандартом из-за отсутствия новых режимов передачи данных) был вынужденным шагом, из-за низкой надежности семейства АТА. Поскольку кабель IDE/ATA остался тем же, что и при рождении стандарта, нужно было многое переосмыслить. И в это время на арену компьютерных технологий выходит технология S.M.A.R.T. (Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology), необходимость которой сложно переоценить. В стандарт, как уже было сказано, она не вошла, однако поддержали новую технологию все без исключения производители. Итак, есть особый смысл в предотвращении сбоев в дисковой подсистеме. Распространение IDE устройств намного превосходит аналоги для SCSI. Хотя оба стандарта поддерживают создание RAID-массивов, однако это не выход из сложившейся ситуации. Данные могут годами накапливаться не только на серверах, а, например, на бухгалтерских рабочих лошадках, где сохранность отчетов в течение финансового года также архиважна. Все же RAID-массивы или более дорогие SCSI-устройства для этого типа компьютеров пока редкость. Именно по этому S.M.A.R.T. в индустрии пошел на ура.

Как, наверное, помнит читатель, мы подошли ко времени бурного роста популярности лазерных носителей информации CD-ROM, дисководы которых, к сожалению, не могли быть подключены к контролерам АТА-3. Решить эту проблему был призван новый стандарт ATA Packet Interface или ATAPI. Можно долго дискутировать на тему его привлекательности и совершенства, однако со стороны пользователей такое развитие событий было логичным. До сих пор на ISA звуковых картах можно наблюдать порт для подключения CDROM-дисковода. И в самом деле, шлейф на жестком диске и лазерном проигрывателе был одинаков, но не совместим аппаратно! В конце концов, выиграли все. Итак, при подключении CDROM-а более не надо было использовать дорогой интерфейс, достаточно было загрузить особый драйвер новому устройству. Теперь почти все материнские платы имеют возможность загрузки с ATAPI-устройств. Еще вместе с ATAPI был разработан Multiword DMA3 (UDMA), который поднимал планку скорости АТА до 33 Мбайт/с, при помощи CRC по старому 40-жильному кабелю.

Хочется также разъяснить ситуацию с EIDE (Enhanced IDE). Как уже было отмечено, это расширение дополняло спецификации IDE. Однако когда оно разрабатывалось, то ориентировалось не только на контроллер, но также на чипсет и BIOS, которая не поддерживала в то время диски более 530 Мбайт. Таким образом, существует распространенное заблуждение, что для функционирования жесткого диска более 530 Мбайт необходима поддержка не Enhanced BIOS, а Enhanced IDE в первую очередь. Видим, что EIDE от Western Digital, вскоре становится маркетинговым ухищрением, кстати, подогретым тогда производителями карт с Enhanced BIOS, ловко выдаваемых за enhanced IDE cards.

Многие помнят инновацию Quantum, к тому же поддержанную Intel, по расширению пропускной способности канала до 66 Мбайт/с - UDMA/66. Но это еще добавило проблем сборщикам систем - теперь для обеспечения стабильности понадобилось добавить 40 линий заземления на шлейф.

Чуть позднее Т13 выпускает стандарт UDMA/100, который обеспечивает стабильную передачу данных по 80-жильному кабелю со скоростью 100 Мбайт/с. Расширен до 64 бит LBA. Чипсеты с поддержкой ATA/100 сегодня наиболее распространены. Также ожидается в скором будущем выход UDMA/133. Однако пока только в продуктах вездесущей VIA, Intel отказывается от дальнейшего расширения этого стандарта в своих чипсетах, и обещает в новых платах реализовать лишь SATA-разъемы для винчестеров. Видимо, прокладывая дорогу Serial ATA. Что ж, посмотрим, c RDRAM уже вышел один провал...

Однако недавно фирма Maxtor представила спецификацию на новое поколение жестких дисков Ultra ATA/133. Сам разработчик называет новинку Fast Drives, видно по давно сложившейся маркетинговой традиции. Планка пропускной способности должна вырасти на треть и составить 133 Мбайт/с. Компания представляет лицензию на эту технологию на условиях неразглашения. Как отмечается в пресс-релизе, спецификация направлена на стандартизацию и утверждение в группу Т13 уже упоминавшегося института национальных стандартов ANSI. Продвижением новинки на рынок заинтересовались такие компании, как VIA Technologies, Silicon Integrated Systems (SiS), Promise Technology, и Silicon Image. Ожидается, что в ближайшее время к ним присоединятся ACARD Technology, Acer Laboratories (ALi), Adaptec, Agere Systems, HighPoint Technologies и Pacific Digital.

**Предпосылки к созданию.**

Теперь поговорим об истории виновника обсуждения Serial ATA. Итак, его история начинается с образованием Serial ATA Working Group, создателями которой являются: Intel, APTechnologies, Dell, IBM, Maxtor, Quantum (тогда еще независимо от Maxtor) и Seagate. И уже в 2000 году на очередном Intel Developers Forum - серьезном форуме для разработчиков, анонсируется предварительная спецификация нового стандарта SATA. Кроме того, как тогда планировалось, новый интерфейс войдет в чипсет под Willamette. Дальше - больше, и на августовском форуме появляется первая новинка - жесткий диск, созданный под руководством Seagate, APTechnologies и Vitesse Semiconductor. В конце того же года Serial ATA Working Group завершила Draft Specification 1.0, по которому SATA получил пропускную способность в 1,5 Гбит/с. Какие из этого всего можно сделать выводы? Все очень просто, устаревший стандарт Parallel ATA должен сойти со сцены, уступив место своему младшему приемнику Serial ATA. Intel с сотоварищами подвели черту под долгой историей интерфейса, возможности которого отнюдь не исчерпаны. И последняя графа истории - проходивший не давно Intel Developer Forum дал кроме прочих новинок и новую финальную спецификацию Serial-ATA 1.0, которая позволит в будущем производить обмен данными со скоростью до 3 Гбит/с, а потом и 6 Гбит/с, и потребует применения специального кабеля и разъема на подключаемом устройстве. Seagate уже через год планирует наладить массовый выпуск устройств с этим интерфейсом.

Как показала история Parallel ATA, его долгое существование определено удачным решением появившихся на тех или иных этапах проблем и ограничений. Самое время подытожить сказанное, и выявить истинные причины замены стандарта.

Как известно, жесткие диски характеризуются двумя основными параметрами. Во-первых, внутренней скоростью считывания данных с пластин в буфер HDD (internal transfer rate), а во-вторых, скоростью передачи из буфера в контроллер. Первая во многом зависит от плотности записи, скоростью вращения и т.д. Эти параметры зависят не от типа интерфейса, а от конструкции диска. Вторая - именно от используемого интерфейса, и разрядности его шины, кстати, этот показатель абсолютно не изменился со времени проектирования АТА (доселе 16 бит, хотя, перейдя на PCI "вход" в хост контроллеры стал 32 бит). Изначально общеупотребительным способом передачи данных через интерфейс IDE/ATA был протокол PIO. Последний mode 4 (но пятый по счету) имел пропускную способность 16,6 Мбайт/с. Отличительной стороной, и определенно отрицательной, являлось то, что эти режимы передачи данных серьезно загружали центральный процессор, и, конечно же, были лучшим выбором в однозадачных DOS - операционных системах. Однако не требовали каких-либо драйверов.

Direct Memory Access (DMA) - прямой доступ к памяти - название протоколов, позволяющих устройству передавать информацию непосредственно в системную память без всякого участия центрального процессора. Сегодня этот способ дает возможность в перспективе увеличить скорость передачи данных до 133 Мбайт/с - предел того, что способен выдержать 80-жильный кабель.

Из вышесказанного следует, что основными путями совершенствования PATA является два способа. Первый, и наиболее логичный, - это увеличение скорости передачи информации в буфер устройства. Но тут мы подходим к дилемме: увеличение скорости передачи информации в буфер требует увеличения размера последнего (сейчас наиболее продуктивен, по мнению производителей, размер буфера около 2 Мбайт). Несложно догадаться, что идеальное равновесие такой системы будет при равенстве возможных скоростей на разделе пластина - буфер и жесткий диск - чипсет. Иначе данные просто на просто будут переполнять буфер диска.

Как видим, перспектив развития у Parallel ATA было не так уж мало: увеличивай число Гб на пластину, наращивай буфер диска, расширяй пропускную способность шины и т.д. Особенно если учесть, что современные диски не дотягивают до предела UDMA/66. Что касается других причин, то это, в первую очередь, невыгодная рядовому пользователю замена большого числа компонентов системного блока, от HDD до материнской платы!

Однако у приверженцев Serial ATA есть и неоспоримые доводы в пользу последнего. Среди них в первую очередь отсутствие препятствующих вентиляции внутри корпуса широких шлейфов. Хотя сборщики компьютеров класса brand-name используют направляющие для воздушных потоков, но все же это не решает проблему. Во-вторых, это пониженное напряжение - 3,3 В вместо 5. Вследствие снижения напряжения, а также уменьшения числа проводников всего до двух (плюс шесть на нитание и заземление), возможно удлинение сигнального кабеля до 1 метра, что больше стандарта для параллельного интерфейса в два раза. Также канет в лету и последовательный способ подключения устройств, при котором каждое либо Master, либо Slave. Программное обеспечение посчитает оба устройства главными, "сидящими" на разных портах. Пропускная способность интерфейса составит 1,5 Гбит/с.

**Преимущества интерфейса SATA над PATA.**

Прежде всего, кабель у нового интерфейса принципиально отличается от прежнего 40- или 80-жильного широкого плоского: количество сигнальных проводов кабеля сокращено до четырех (есть еще и земля), и до метра увеличена его допустимая длина. Это способствует более компактной упаковке и лучшим условиям охлаждения внутри корпуса компьютера, удешевляет конструкцию. Тут компактные семиконтактные разъемы соединяются узким уплощенным кабелем шириной примерно 8 мм и толщиной около 2 мм. Внутри кабеля Serial ATA находятся 2 пары сигнальных проводов (одна пара на прием, другая - на передачу), отделенных тремя жилами общего провода («земли»). На разъеме, расположенном на дисках и материнских платах, три «земляных» контакта выступают чуть дальше сигнальных контактов, чтобы облегчить «горячее» подключение (предусмотрено «горячее» подключение накопителей по Serial ATA без специальных адаптеров).

Еще одно преимущество Serial ATA - большая полоса пропускания, чем у Parallel ATA. Первая версия интерфейса Serial ATA обладает пропускной способностью до 1,5 Гбит/с (это около 150 Мбайт/с для полезных данных против 100-130 Мбайт/с у параллельного интерфейса). Однако в дальнейшем второе и третье поколение Serial ATA (примерно через 3 и 6 лет) увеличат скорость до 3 и 6 Гбит/с соответственно.

Существует несколько способов повысить пропускную способность интерфейса: увеличить или разрядность шины данных, или тактовую частоту передачи, или и то и другое сразу. Увеличение разрядности шины данных (то есть когда передача становится все более «параллельной») налагает жесткие ограничения на максимальную частоту передачи. Это вызывает сложности синхронизации, возникновение паразитных модуляционных сигналов при одновременном переключении сигналов в соседних проводах, интерференцию сигналов на высоких частотах и т.д. Поэтому для реализации большей пропускной способности был выбран путь последовательной передачи данных, то есть разрядность шины данных свели к минимуму и повысили тактовую частоту передачи. Именно в этом заключается принципиальное отличие нового интерфейса Serial ATA от интерфейса PATA.

Кроме того, поскольку к каждому кабелю Serial ATA может быть подключен только один накопитель (к параллельным можно подключать два накопителя одновременно), то запас скорости интерфейса сейчас кажется очень большим.

Действительно, если нынешние IDE-винчестеры со скоростью чтения полезных данных с пластин до 50 Мбайт/с практически насытили интерфейс UltraATA/100 (два таких диска на одном IDE-шлейфе уже не могут сосуществовать без теоретической потери скорости, поскольку реально UltraATA/100 дает примерно 90 Мбайт/с потоковой пропускной способности) и подступили вплотную к пределу интерфейса UltraATA/133, то добираться до 150 Мбайт/с одиночным дискам придется еще очень долго (по прикидкам - примерно лет 5, а то и больше), то есть даже первой версии Serial ATA обеспечена долгая жизнь. К тому же соседство на одном шлейфе больше не будет мешать дискам в силу устранения латентностей шины IDE на переключение между соседними устройствами, что также должно повысить скорость работы дисков в компьютерах при грамотной реализации контроллеров на системных платах.

Улучшено и электрическое обрамление интерфейса: теперь вместо более 20 пятивольтовых линий (а пятивольтовые сигналы в современных системах нередко требуют усложнения и удорожания схемотехники, поскольку большинство нынешних цифровых микросхем уже работают при более низких напряжениях питания) используются всего две дифференциальные линии с перепадом уровня всего 0,5 вольт, а это отлично согласуется с современными интегрированными решениями.

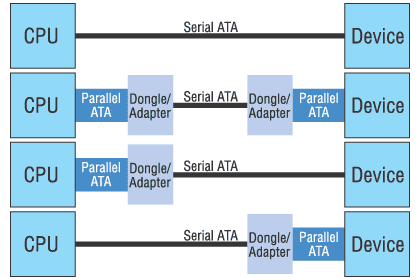
Еще одной важной особенностью Serial ATA является то, что изменения архитектуры интерфейса лежат только в области физического интерфейса, а по регистрам и программному обеспечению он будет полностью совместим с нынешним параллельным ATA. Поэтому не будет необходимости кардинально менять драйверы. Более того, в некоторых случай новых драйверов для Serial ATA вообще не потребуется (!): архитектура Serial ATA прозрачна для BIOS и операционной системы. Кроме того, Serial ATA (в отличие от параллельных ATA) обладает средствами исправления ошибок (по ECC), и целостность передаваемых по кабелю данных будет гарантироваться.

**Обратная совместимость SATA и PATA.**

Обратная совместимость последовательного ATA с параллельным реализована двумя способами:

1. Объединением чипсетов, поддерживающих параллельный ATA-интерфейс, с дискретными компонентами, реализующими Serial ATA физически. Эти дискретные компоненты стали доступны в 2001 году, а в 2002 году появились чипсеты со встроенными компонентами Serial ATA.

2. Применением адаптеров (dongles), превращающих параллельную шину АТА в последовательную, и наоборот (см. блок-схему).



**Общие данные интерфейса SATA.**

В первой версии стандарта Serial ATA (SATA 1.0) предусмотрена максимальная пропускная способность 150 Мбайт/с, а об ограничениях на размеры дисков можно просто забыть на ближайшие лет десять. В следующих версиях SATA предусматривается удвоение скорости передачи, то есть сначала будет 300, а затем и 600 Мбайт/с.

Как уже отмечалось, стандарт SATA подразумевает последовательную передачу данных, а потому в кабелях передачи данных используются всего две дифференциальные пары. Одна из них работает на передачу, а другая — на прием. Всего же в кабеле SATA допускается (опционально) использование семи проводников, три из которых «земля» (рис. 1 и 2). Максимальная длина кабеля при этом составляет 1 м.

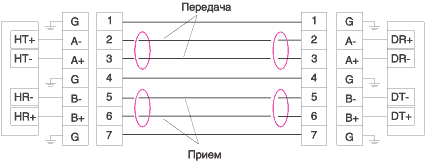


Рис. 1 Структура кабеля передачи данных SATA.

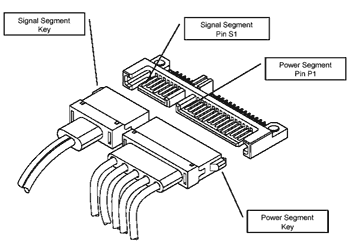


Рис. 2 Разъем шлейфа данных и питания в устройствах SATA.

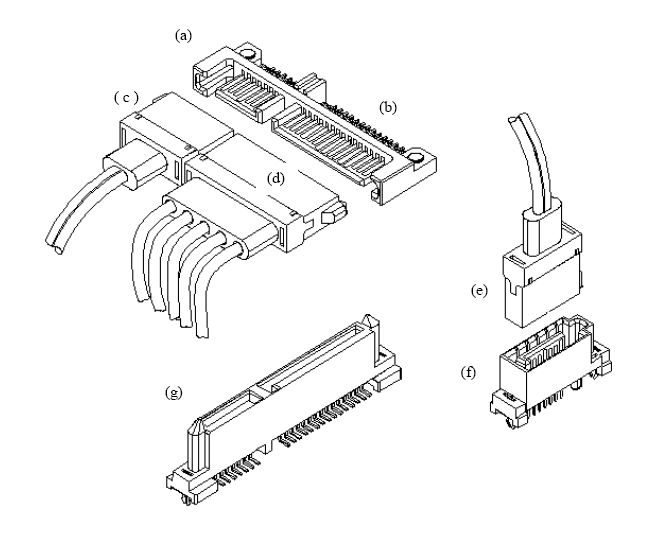


Рис. 3 (a) модуль подключения кабеля передачи данных; (b) модуль подключения кабеля питания; (c) кабель передачи данных; (d) кабель питания; (e) схема подключения кабеля передачи данных, к модулю подключения (f);

По сравнению с традиционным параллельным интерфейсом интерфейс Serial ATA имеет большую помехозащищенность и мало восприимчив к электромагнитным помехам благодаря использованию низкоуровневых дифференциальных сигналов. Уровень сигнала измеряется не по отношению к «земле», а по отношению к уровню сигнала в соседнем проводе, то есть как разница сигналов в двух проводниках. Любая наведенная помеха сказывается на обоих сигналах, однако их дифференциальная разница при этом не меняется.

**Физический уровень.**

Физический уровень занимается передачей битов по физическим каналам связи. Здесь определяются основные характеристики среды используемой для передачи данных и характеристики электрических сигналов.

Сигналы. При современных технологиях использование 5-ти вольтовых сигналов стало очень затруднительно, и кроме того, с ростом скорости работы возникают дополнительные сложности при переключении из одного состояния в другое. С такой проблемой уже однажды столкнулась SCSI, и сейчас, в Serial ATA был использован тот же подход. Уровень сигналов снижен и составляет 250 мв.

Способ передачи. Кроме того, вместо использовавшейся раннее в ATA однополярной передачи, обладающей низкой помехоустойчивостью, применена двухполярная (или еще ее называют дифференциальной. Снова же, так как и SCSI). Преимущество ее в гораздо большей помехозащищенности. При дифференциальной передаче по двум проводам передается один и тот же сигнал, но разной полярности. Шумы наводимые в проводах симметричны, и сложив оба полученных разнополярных сигнала можно получить шум, а вычев его из полученного сигнала - непосредственно чистый переданный сигнал. Собственно использование дифференциальной передачи и дало возможность снизить уровни используемого сигнала.

На физическом уровне для передачи данных используется двухэтапное логическое кодирование 8b/10b.

При логическом кодировании 8b/10b каждые 8 бит исходной последовательности заменяются на 10 бит в соответствии с определенными правилами. В результате для 256 возможных комбинаций из 8 входных бит получаем 1024 возможные комбинации для 10 выходных бит. Но разрешенными из этих 1024 комбинаций являются только 256, а остальные — запрещенными. Как правило, такая избыточность используется для того, чтобы повысить помехоустойчивость кодирования (если при приеме обнаруживается запрещенная последовательность, то распознается ошибка передачи). Кроме того, незначительная избыточность улучшает спектральные характеристики сигнала, поскольку исключает возможность появления в цепочке передаваемых бит длинных последовательностей нулей и единиц. Также повышаются и самосинхронизирующие свойства кода. При приеме данных происходит декодирование 8b/10b, то есть каждой группе из 10 бит ставится в соответствие 8 бит, а лишние биты вырезаются.

Однако в случае протокола SATA разрешенных к использованию комбинаций значительно больше, чем 256. При этом каждой входной последовательности может соответствовать несколько выходных, а какая именно выходная комбинация будет использована, зависит от контрольного сигнала rd, формируемого в процессе передачи. Рассмотрим подробнее два этапа кодирования.

При кодировании 8 исходных бит разбиваются на две подгруппы: из 5 бит и из 3 бит. На первом этапе подгруппа 5 бит подвергается кодированию 5b/6b, то есть каждые 5 бит заменяются на 6. На втором этапе оставшиеся 3 бита подвергаются кодированию 3b/4b.

Целесообразность использования двухэтапного кодирования вызвана тем, что при кодировании каждой группы (сначала 5 бит, а потом оставшихся 3 бит) формируется специальный бинарный контрольный сигнал rd (Running Disparity), который может быть либо отрицательным (rd-), либо положительным (rd+).

При кодировании 5b/6b для 32 возможных 5-битных комбинаций на входе существует 46 6-битных возможных комбинаций на выходе (не 32 и не 64, а именно 46!). Получаются эти 46 возможных комбинаций следующим образом: каждой из 32 возможных 5-битных комбинаций на входе ставится в соответствие две 6-битные выходные последовательности: прямая и инверсная, за исключением тех 6-битных последовательностей, для которых количество «1» совпадает с количеством «0» — отсюда именно 46 возможных комбинаций на выходе.

При кодировании 3b/4b для 8 возможных 3-битных комбинаций на входе существует 14 возможных 4-битных комбинаций на выходе, которые формируются так же, как и прежде.

При кодировании 3b/4b, так же как и при 5b/6b, использование прямой или инверсной выходной последовательности определяется текущим значением контрольного сигнала rd. Если сигнал rd положителен, то используется прямая последовательность, а если отрицателен — то инверсная. При этом текущее значение сигнала rd определяется по предыдущей переданной последовательности из 6 или 4 бит.

Правило для формирования сигнала rd достаточно простое. Сигнал положителен, если количество единиц больше количества нулей в группе закодированных бит. Исключение составляют последовательности с равным количество нулей и единиц. Для последовательностей 000111 (подгруппа 6 бит) и 0011 (подгруппа 4 бит) сигнал считается положительным, а для последовательностей 111000 и 1100 — отрицательным. Во всех остальных случаях сигнал rd нейтрален и не меняет своего состояния.

К примеру, если входная последовательность 5 бит 00001 подвергается кодированию 5b/6b, то при положительном текущем сигнале rd+ последовательность 00001 будет заменена на последовательность 100010. Если текущее значение сигнала rd отрицательно (rd-), то будет сформирована инверсная последовательность 011101. Но в обоих случаях последующее состояние сигнала rd изменится на противоположное, так как при rd+ в последовательности 100010 нулей больше, чем единиц, и, следовательно, сигнал rd примет отрицательное значение, а при rd- в последовательности 011101 единиц больше, чем нулей, и сигнал rd станет положительным.

Аналогичному кодированию в зависимости от текущего значения сигнала rd подвергается и подгруппа из 3 бит (кодированию 3b/4b), причем с учетом того, что сперва происходит кодирование 5b/6b, а потом 3b/4b, текущее значение сигнала rd при кодировании 3b/4b определяется по результату кодирования 5b/6b.

Таким образом, в стандарте SATA предусмотрен довольно нетривиальный метод логического кодирования.

Кроме логического двухэтапного кодирования, при передаче данных используется метод циклического избыточного контроля CRC-32 (Cyclic Redundancy Check) с образующим 32-битным полиномом



и скрэмблирование с образующим полиномом



На физическом уровне используется потенциальный код NRZ (Non Return to Zero).

Другой особенностью стандарта SATA является организация взаимодействия между контроллером и диском по принципу «точка-точка» (peer-to-peer). Напомним, что стандарт Parallel ATA предусматривает подключение на один канал до двух устройств (Master и Slave); соответственно полоса пропускания для обоих устройств не превышает 133 Мбайт/с. В стандарте SATA к одному контроллеру можно подключить только один жесткий диск, поэтому каждому устройству стандарта SATA предоставляется вся полоса пропускания целиком.

Физическая среда. Ключевой момент, ради которого то все и было затеяно: используется не параллельная физическая шина, а последовательная, состоящая из 2-х пар проводов (одной передачи и одной на прием) и несколько нулевых. Всего семь. Провод которыми соединяются устройство последовательной ATA становится таким образом тонким и круглым, гибким и удобным в использовании, не препятствует воздухообмену. С другой стороны, изготовление провода функционирующего на столь высоких скоростях, как у Serial ATA, и при этом обладающего высокими механическими характеристиками, пусть и содержащего всего 7 проводов, обходится вряд ли дешевле, чем обычного 80-ти жильного. И если где-то и содержится возможность снижения стоимости пользования, как обещано разработчиками изначально, то вряд ли здесь. Зато безусловно задача согласования (терминирования) решается теперь намного дешевле. А длина кабелей может достигать 1 метра. SATA может быть не только интерфейсом внутренних устройств хранения, но и… внешниих…

К тому же в стандарте SATA предусмотрена поддержка технологии «hot swap» (использование дисков с горячей заменой), которая уже давно используется в дорогих серверных SCSI-дисках, а с появлением устройств Serial ATA станет стандартом для всех устройств хранения данных.

**Канальный уровень.**

Канальный уровень выполняет функции арбитража и результата выполнения операций передачи данных, скремблирование, а также реализует механизмы обнаружения и коррекции ошибок.

Арбитраж и контроль передачи. Сам по себе физический уровень может только передавать данные, поступившие на его вход. Для предотвращения конфликтов, когда одновременно и устройство, и хост контроллер хотят передать данные, на канальном уровне предусмотрен специальный механизм контроля, получивший название арбитража. Кроме того в обязанности канального уровня входит слежение за тем, были ли данные успешно переданы и сообщение об этом вышестоящему - транспортному уровню. Легко сообразить зачем это нужно.

Обнаружение и коррекция ошибок. В отличие от стандарта ATA, который различными механизмами обнаружения и коррекции ошибок обрастал по мере роста быстродействия, т.е. тогда, когда припирало и без них было не обойтись, в Serial ATA несколько механизмов заложены изначально. Во-первых, хорошей распознаваемостью обладает используемый на физическом уровне NRZ. Но это не главное, ряд ошибок может успешно его миновать. Как говорилось выше, применяется избыточное кодирование 8B/10B. Суть его проста: 8 бит исходных данных дополняются 2-мя дополнительными битами. Итого получается 10 бит - т.е. 1024 возможных битовых комбинаций может быть в получившемся коде, в то время как в исходном - только 256. Из результирующего кода отбирают 256 комбинаций, которые будут соответствовать 256-ти комбинациям исходного кода, а остальные считают запрещенными. Это позволяет распознавать искажение данных - если принята запрещенная последовательность, то при передаче произошла ошибка. Кроме того, в Serial ATA используется CRC код. Кстати то, что жесткие диски с SATA имеют максимальную скорость обмена по интерфейсу в 150 Мбайт в секунду, при том, что для SATA заявлена скорость передачи на физическом уровне в 1.5 Гбит/с, объясняется использованием избыточного 8B/10B кодирования, снижающего полезную пропускную способность интерфейса до 1.2 Гбит/с.

Скремблирование. Код NRZ, используемый на физическом уровне не обладает свойством самосинхронизации, так как при последовательности нулей или единиц сигнал в линии просто превращается в постоянный сигнал определенного уровня. Скремблирование помогает бороться с этим явлением, перемешивая данные, подлежащие передаче определенным образом так, чтобы вероятность появления единиц и нулей на выходе была приблизительно одинаковой. Работает канальный уровень так: получает информационный кадр от транспортного, выполняя логическое кодирование и вычисление CRC, и спускает вниз - к физическому уровню. При получении данных от физического порядок действия обратный.

**Транспортный и прикладной уровни.**

Задачей транспортного уровня является обеспечение вышележащим протоколам передачи с той степенью надежности, которая им требуется. Он упаковывает поступившие от прикладного уровня ATA команды в кадры и предает их следующему, или распаковывает поступившие снизу данные и передает на прикладной уровень.

Задачей прикладного уровня является организация взаимодействия между драйвером контроллера и всего программного, что за ним дальше стоит и самим контроллером через блок регистров и портов.

**Перспективы развития.**

Сравнительно недавно началась работа над последующим стандартом - Serial ATA II,1 который определяет расширения Serial ATA 1.0. Они включают в себя большую скорость передачи данных - 3 Гб/сек (или 300 Мб/сек). Ожидается, что последующие спецификации будут определять скорости передачи данных до 6 Гб/сек (или 600 Мб/сек). Разрабатываются также и такие характеристики, как организация очереди команд, направленная в основном на корпоративные приложения хранения. Эти новые характеристики направлены на то, чтобы отвечать потребностям сред хранения данных, нуждающихся в простоте конфигурации и оптимальном соотношении цена/емкость.

По аналогии с ATA, также происходит развитие последовательного варианта технологии Parallel SCSI. Serial-Attached SCSI (SAS) создан для тех сред хранения данных, которые требуют высокой производительности, масштабируемости и надежности. Кроме того, системы SAS будут поддерживать как диски SAS, так и диски Serial ATA.

Основной целью рабочей группы Serial ATA II является сохранение небольшой стоимости дисков Serial ATA, сходной с нынешними ценами Parallel ATA. По этой причине, ни одна из новых характеристик не будет изменять спецификации Serial ATA 1.0 или требовать внесения изменений в жесткие диски Serial ATA 1.0.

Serial ATA позволит в будущем увеличить производительность клиентских систем, необходимых для того, чтобы не отставать от требований и усовершенствований других систем. Этот переход также облегчит внедрение, потребляемую мощность и вопросы дизайна для компаний, производящих компьютерные системы.

**Используемая литература:**

1. www.storus.ru (“Интерфейс Serial ATA для клиентских систем”)
2. www.ixbt.com (“Serial ATA: в ожидании чуда”)
3. www.cpress.ru (“SATA и SATA II (по материалам весеннего форума IDF 2003)”)
4. www.ferra.ru (“UltraATA/100: последний писк”)
5. www.computerra.ru (“Serial ATA: первые признаки жизни”)
6. www.3dnews.ru (“Реализация стандарта Serial ATA”)
7. www.3dnews.ru (“Parallel ATA умер, да здравствует Serial ATA!”)
8. www.serialata.org (Спецификация интерфейса Serial ATA)