

Раздел 2. Лекция 5.

Специализированные интерфейсы
подключения накопителей. Часть 2

Основные вопросы лекций

1. Интерфейс eSATA.
2. Интерфейс SCSI, iSCSI.

1. eSATA

eSATA (external SATA) 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.

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.

1. 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-метровым 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.

2. Шина SCSI

Small Computer System Interface - специализированная внешняя параллельная шина, предназначенная для обмена данными по внешним каналам как между компьютерами, так и между компьютером и устройствами ввода/вывода и обработки данных. Изначально разрабатывался как расширение системной шины, но популярность приобрел в качестве периферийного.

Шина SCSI учитывает специфику устройств различного класса:

- хранения данных;
- управления носителями данных;
- графического ввода (сканеры);
- вывода на твердый носитель (принтеры);
- коммуникации (модемы).

Она позволяет использовать различные физические интерфейсы для передачи данных. Имеется возможность встраивать новые интерфейсы в виде нижнего уровня протокола (например, FireWire, TCP/IP).

2. Особенности SCSI

SCSI не является «хост-центрическим».

В рамках архитектуры SCSI-устройством является как хост-адаптер (*контроллер SCSI с точки зрения системы*), так и контроллер ПУ. Причем количество хост-адаптеров в принципе не ограничено, что позволяет, например, организовать совместный доступ к ПУ нескольких систем.

Все устройства равноправны, могут выступать как инициаторами, так и целью транзакций.

У каждого устройства имеется свой физический адрес, и каждое может содержать до 8 логических устройств (LU - Logical Unit).

Устройства поддерживают выполнение цепочек команд, способны работать независимо и адресовать ресурсы друг друга. Этим обеспечивается высокая эффективность работы в многозадачных средах.

2. Стандарты, описывающие SCSI

Различие по нескольким параметрам:

- по методу передачи (типу сигнала): S/E, Differential;
- по уровню напряжения: Differential HVD, LVD;
- по разрядности шины (типу разъема): Narrow, Wide;
- по тактовой частоте (быстродействию): Slow, Fast, Ultra, Ultra2;
- по длине кабеля (до 12 м);
- по кол-ву подключаемых устройств.

Стандарт SCSI-1.
5 МГц

Стандарт SCSI-2.
10 МГц

Стандарт SCSI-3
20 , 40, 80 МГц Ultra-640 -160 МГц

Стандарт	Вид	Скорость на шине, Мбайт/сек	Ширина шины, биты
Narrow/Wide		N/W	N/W
SCSI-1		5/—	8/—
SCSI-2	Fast	10/20	8 /16
	Ultra	20/40	8/16
	Ultra 2	40/80	8/16
SCSI-3	Ultra 160	—/160	—/16
	Ultra 320	—/320	—/16

2. Стандарты, описывающие SCSI (дополнение)

Наименование	Разрядность шины	Частота шины	Пропускная способность	Максимальная длина кабеля	Максимальное количество устройств
SCSI	8 бит	5 МГц	5 Мбайт/сек	6 м (25 м с HVD)	8
Fast SCSI	8 бит	10 МГц	10 Мбайт/сек	3 м (25 м с HVD)	8
Wide SCSI	16 бит	10 МГц	20 Мбайт/сек	3 м (25 м с HVD)	16
Ultra SCSI	8 бит	20 МГц	20 Мбайт/сек	1,5—3 м (25 м с HVD)	4—8
Ultra Wide SCSI	16 бит	20 МГц	40 Мбайт/сек	1,5—3 м (25 м с HVD)	4—16
Ultra2 SCSI	8 бит	40 МГц	40 Мбайт/сек	12 м (25 м с HVD)	8
Ultra2 Wide SCSI	16 бит	40 МГц	80 Мбайт/сек	12 м (25 м с HVD)	16
Ultra3 SCSI	16 бит	40 МГц DDR	160 Мбайт/сек	12 м	16
Ultra-320 SCSI	16 бит	80 МГц DDR	320 Мбайт/сек	12 м	16
Ultra-640 SCSI	16 бит	160 МГц DDR	640 Мбайт/сек	10 м	16

2. SCSI-1, 2

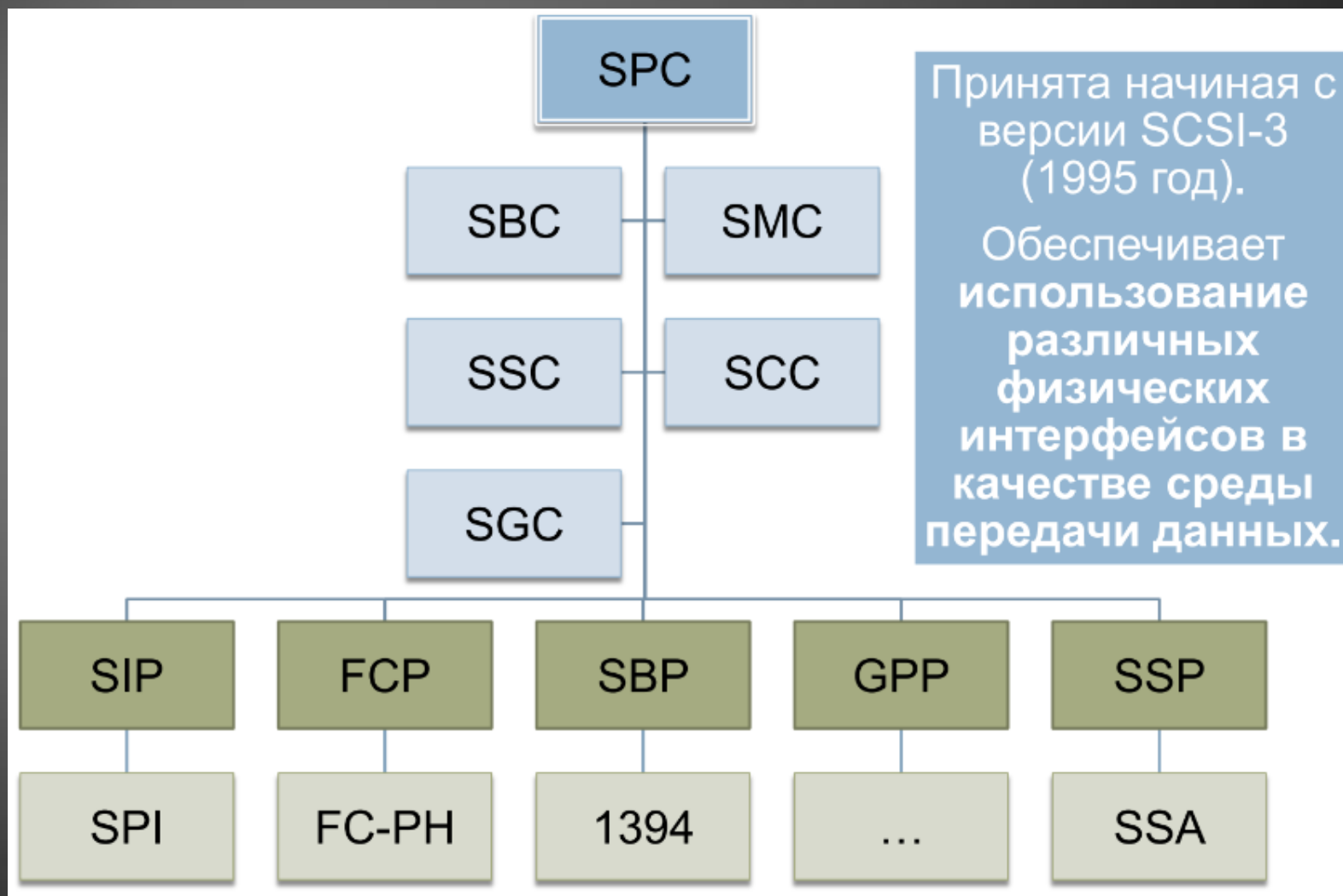
- **SCSI-1** (1986 г.) – имел максимальную скорость передачи в 5 Мбайт/с в синхронном режиме.
 - ❖ Реальная пропускная способность была намного ниже из-за накладных расходов со стороны самого устройства SCSI, главного адаптера шины, оборудования хоста, драйвера ввода/вывода и операционной системы.
 - ❖ Кроме того, собственно передача данных занимала лишь часть времени при выполнении команды, а передача команд осуществлялась в асинхронном режиме.
 - ❖ **В результате влияния всех факторов общие накладные расходы могли достигать 90%! К тому же практически все ранние реализации использовали *асинхронный режим*, для которого пиковая скорость равнялась 1, в лучшем случае 2 Мбайт/с.**
- **SCSI-2** – «быстрый SCSI» (**Fast SCSI**).

2. SCSI-3

Стандарт **SCSI-3** описывается документами:

- **SIP** (SCSI Interlock Protocol);
 - **SPI** (SCSI Parallel Interface).
-
- ❖ Стандарт **SPI**, 1995 г. Определяет Fast SCSI (Fast Wide SCSI).
 - ❖ Стандарт **SPI-2**, 1999 г. Определяет Ultra2 SCSI (Wide Ultra2 SCSI).
 - ❖ Стандарт **SPI-3**, 2000 г. Определяет Wide Ultra3 SCSI (Ultra 160).
 - ❖ Стандарт **SPI-4**, 2001 г. Определяет Ultra320 SCSI.
 - ❖ Стандарт **EPI** (Enhanced Parallel Interface). Описывает построение SCSI-систем.

2. Обобщенная архитектурная модель SCSI



2. Наборы команд

Модель включает несколько наборов команд: первичный набор общих команд SPC (SCSI Primary Commands) расширяется за счет наборов команд для устройств конкретных классов:

- **SBC** – команды блока (Block Commands), устройства хранения данных блочного типа (прямой доступ к памяти).
- **SSC** – команды потока (Stream Commands), устройства хранения данных потокового типа (последовательный доступ к памяти).
- **MMC** - мультимедийные команды (Multimedia Commands) для CD-ROM.
- **SGC** – команды преобразователя среды для ориентированных на графику устройств ввода/вывода (сканеры, принтеры, самописцы). (Medium Changer Command).
- **SMC** – устройства смены носителей (диски и кассеты).
- **SCC** – команды контроллера (Controller Commands).

2. Типы протоколов и интерфейсов

- **SIP** (SCSI Interlock Protocol) – стандартный протокол транспортного уровня (сообщения, сигналы, статус и т.п.), используемый в SCSI с самого начала.
- **SPI** – параллельный электрический интерфейс, реализующий протокол SIP (несколько расширен по отношению к исходному варианту SCSI).
- **FCP** – последовательный протокол обмена по оптоволоконному интерфейсу.
- **FC-PH** – (Fibre Channel Physical and Signaling Interface) оптоволоконный интерфейс.
- **SBP** – протокол последовательного интерфейса.
- **1394** – последовательный интерфейс FireWire/IEEE1394 (один из вариантов для протокола SBP).
- **SSP** (Serial Storage Protocol) – протокол последовательной памяти. Реализуется через архитектуру SSA (Serial Storage Architecture).
- **GPP** – обобщенный (Generic Packetized Protocol) пакетный протокол. Реализуется любым физическим интерфейсом (напр., беспроводным).

2. Подключение жестких дисков

Наиболее распространенный вариант подключения жестких дисков — **SPC+SBC+SIP+SPI-4**. Это параллельный интерфейс с шириной шины 16 бит, набор команд — базовый плюс подмножество команд для блочных устройств.

Последние жесткие диски с поддержкой SCSI используют протокол SPI-4, а весь интерфейс в целом получил маркетинговое название *Ultra320 SCSI*.

На замену параллельному интерфейсу SPI был создан интерфейс **SAS (Serial Attached SCSI)**, который заимствует физический/электрический уровень у интерфейса SATA и является полностью с ним совместимым (на уровне включения этого протокола в свой состав). На сегодня SAS практически полностью вытеснил Ultra320 SCSI.

Кроме этого, существуют винчестеры с поддержкой физического интерфейса FC-AL (Fiber Channel Arbitrated Loop, оптоволоконное кольцо с арбитражем), которые, впрочем, используются редко.

2. Интерфейс SPI-4.2

- Интерфейс SPI-4.2 считывает или записывает данные в FIFO, и затем с помощью пакетных пересылок передает данные на выход через 16-битные SPI-4.2-порты LVDS.
- Для достижения стабильно высоких скоростей интерфейса SPI-4.2 большинство высокопроизводительных сетевых процессоров используют *схему динамического выравнивания*. Ее особенность — в побитной передаче данных в соответствии с тактовым сигналом. При использовании схемы динамического выравнивания 16 LVDS-портов ввода/вывода могут работать на скоростях вплоть до 1 Гбит/с каждый. При этом максимальная суммарная полоса пропускания составит 16 Гбит/с. Ввиду того, что данный интерфейс работает на таких больших скоростях, он зачастую потребляет несколько Вт (без учета тысяч LUT в FPGA).

2. Различия между SCSI и ATA

ATA	SCSI
настольных ПК и ноутбуках, сейчас – и в бытовой электронике	, в том числе в серверах и суперкомпьютерах
только жесткие диски	Поддерживаются на всех уровнях устройства нескольких типов, в том числе процессоры и графические устройства
Управление интерфейсом выполняется только хостом	Шина активно использует арбитраж, управление могут брать на себя различные устройства, поддерживаются отложенные

2. Различия между SCSI и ATA

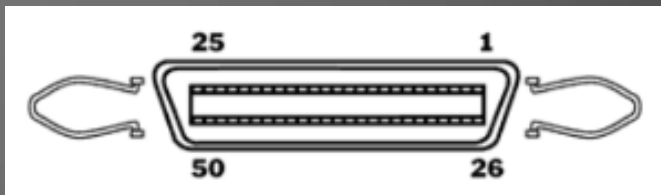
ATA	SCSI
Программирование интерфейса стандартизовано, он поддерживается BIOS, имеет фиксированные порты ввода-вывода	Хост-контроллер имеет собственный BIOS, эмулирующий работу с винчестерами через прерывания (Int13h и т.п.)
Программный интерфейс предполагает адресацию фиксированных регистров или обмен DMA, специальных фаз передачи команд/данных/сигналов не предусмотрено	Требуются специализированные драйверы, имеется несколько программных интерфейсов работы со SCSI (например, ASPI)
Управление интерфейсом ограничено: только два состояния – занят или нет, сигнал сброса, режимы чтения/записи	По шине передаются данные, сообщения, сигналы, команды
Контроль достоверности – только для данных (Ultra DMA)	Контроль достоверности – только для данных (Ultra DMA)

2. Разъемы

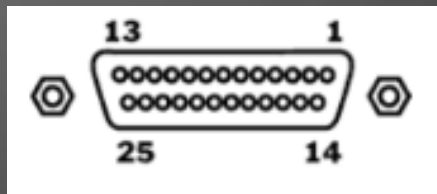
В рамках SCSI было создано множество самых различных разъемов, вот только несколько из них.

Разъемы для 8-битной шины SCSI:

- IDC-50 – для внутреннего подключения, аналогичен разъему для интерфейса ATA, но на 50 контактов.
- CX-50 – разъем для внешнего подключения, типа «Centronics», аналогичен разъему принтера с интерфейсом IEEE 1284:

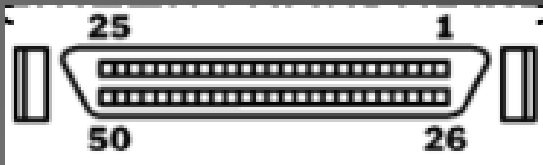


- DB-25 – разъем для внешнего подключения, аналогичен разъему порта LPT у ПК:



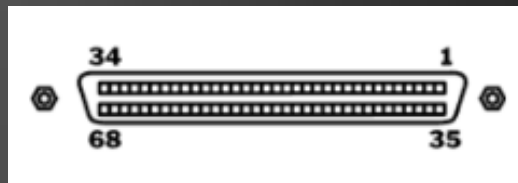
2. Разъемы

- HD-50 – разъем для внешнего подключения с повышенной плотностью контактов:

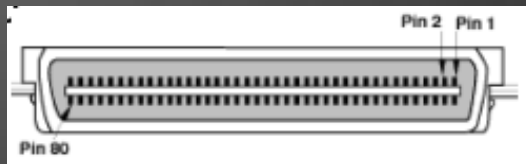


Разъемы для 16-битной шины SCSI, применяются в жестких дисках:

- HD-68 (Mini-D 68) – разъем как для внешнего, так и внутреннего подключения с высокой плотностью контактов:



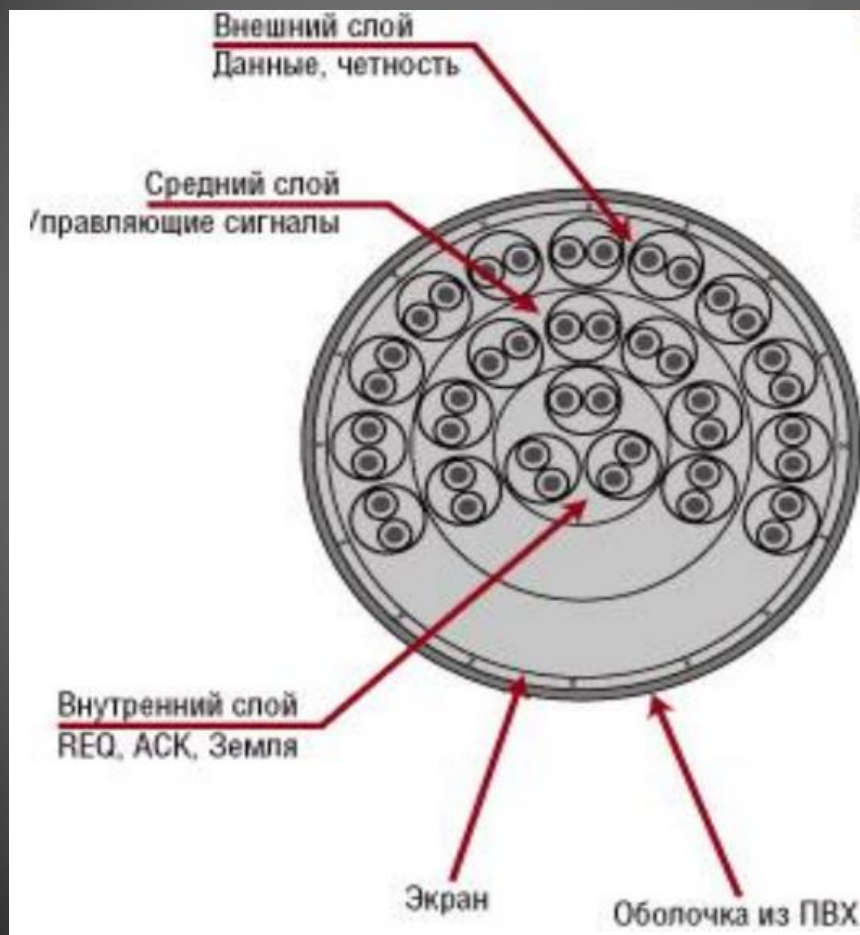
- SCA80 (MCX-80) – разъем для внутреннего «горячего» подключения устройства «встык» на backplane (используется в модульных корзинах серверов). Помимо интерфейсных, имеются линии питания, индикации и пр.



2. Типы кабелей

- **А-кабель** предназначен для «узкого» 8-битного интерфейса. Есть варианты внутренние (плоский ленточный кабель) и внешние (круглый экранированный кабель) с 25 парами проводов. Внутренний кабель использует разъемы IDC-50, внешний – CX-50 или HD-50.
- **Р-кабель** применяется для «широкого» 16-битного интерфейса, поддерживая для совместимости 8-битные устройства (могут быть включены вместе с 16-битными). Существуют плоский (обычно с перевитыми парами) и круглый варианты. Внутренний кабель использует разъемы HD-68 без фиксаторов, внешний – разъемы Mini-D 68 с фиксаторами или VHDCI-68 (мини-Centronics).
- **Q-кабель** позволяет расширять интерфейс до 32-битного при использовании в паре с Р-кабелем.
- Кабель «**Mac SCSI**» применяется для подключения некоторых внешних устройств, использует разъемы DB-25.
- Разъемы SCA устанавливаются не на кабеле, а на специальном шасси на задней стенке корзины «горячего» монтажа дисков. Существуют переходники SCA-HD68.

2. Круглый



Три концентрических слоя:

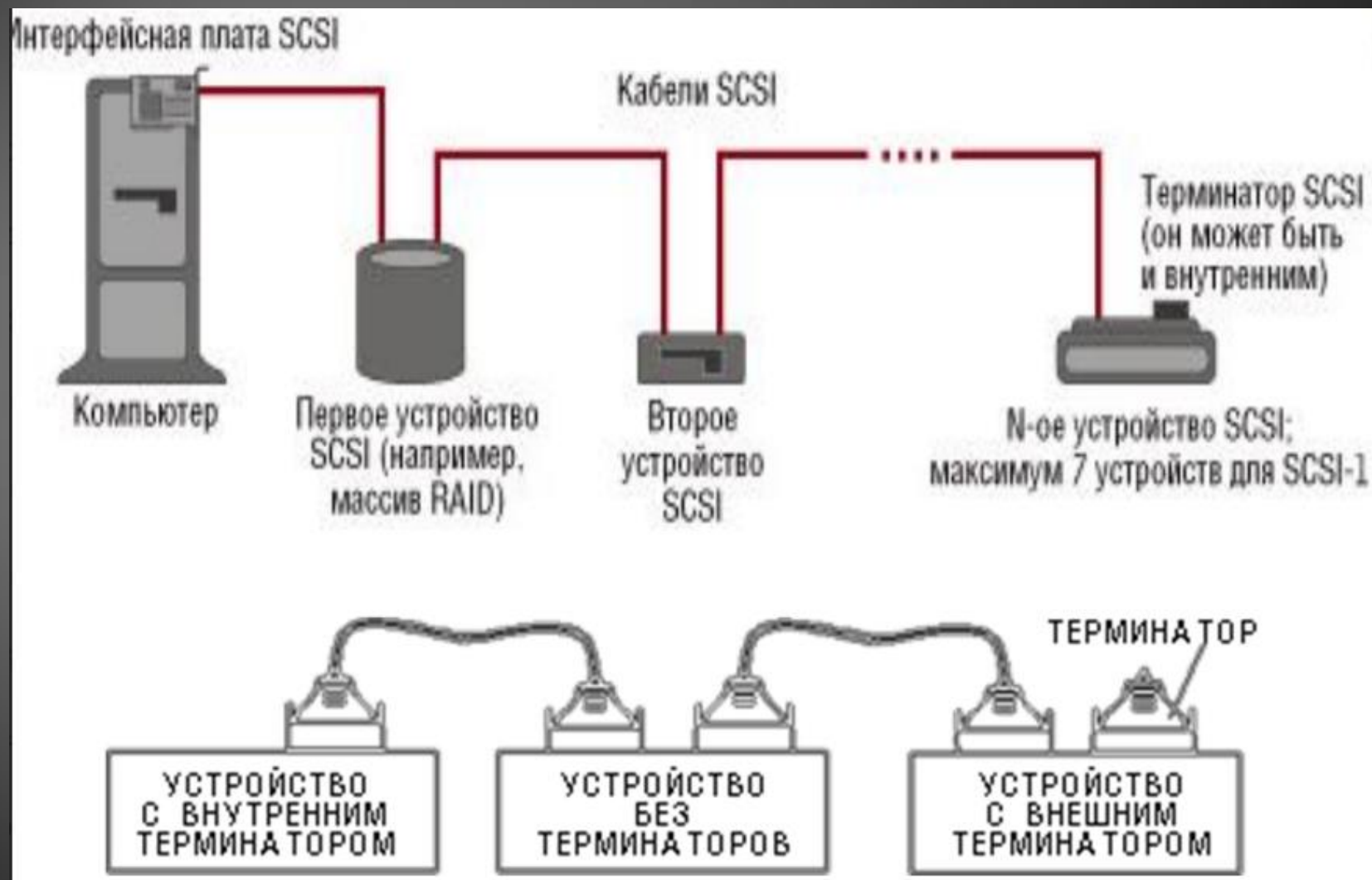
1. Центральный (внутренний) слой содержит три пары:

- Request («Запрос»),
- Acknowledge («Подтверждение»),
- Ground («Земля»).

2. Средний (промежуточный) слой служит для передачи управляющих сигналов.

3. Третий (внешний) слой предназначен для передачи данных и информации о четности.

2. Схема подключения ПУ



2. Терминаторы

Ввиду возможности подключения к SCSI большого количества устройств и весьма серьезной максимальной длины кабеля требуется принимать меры для:

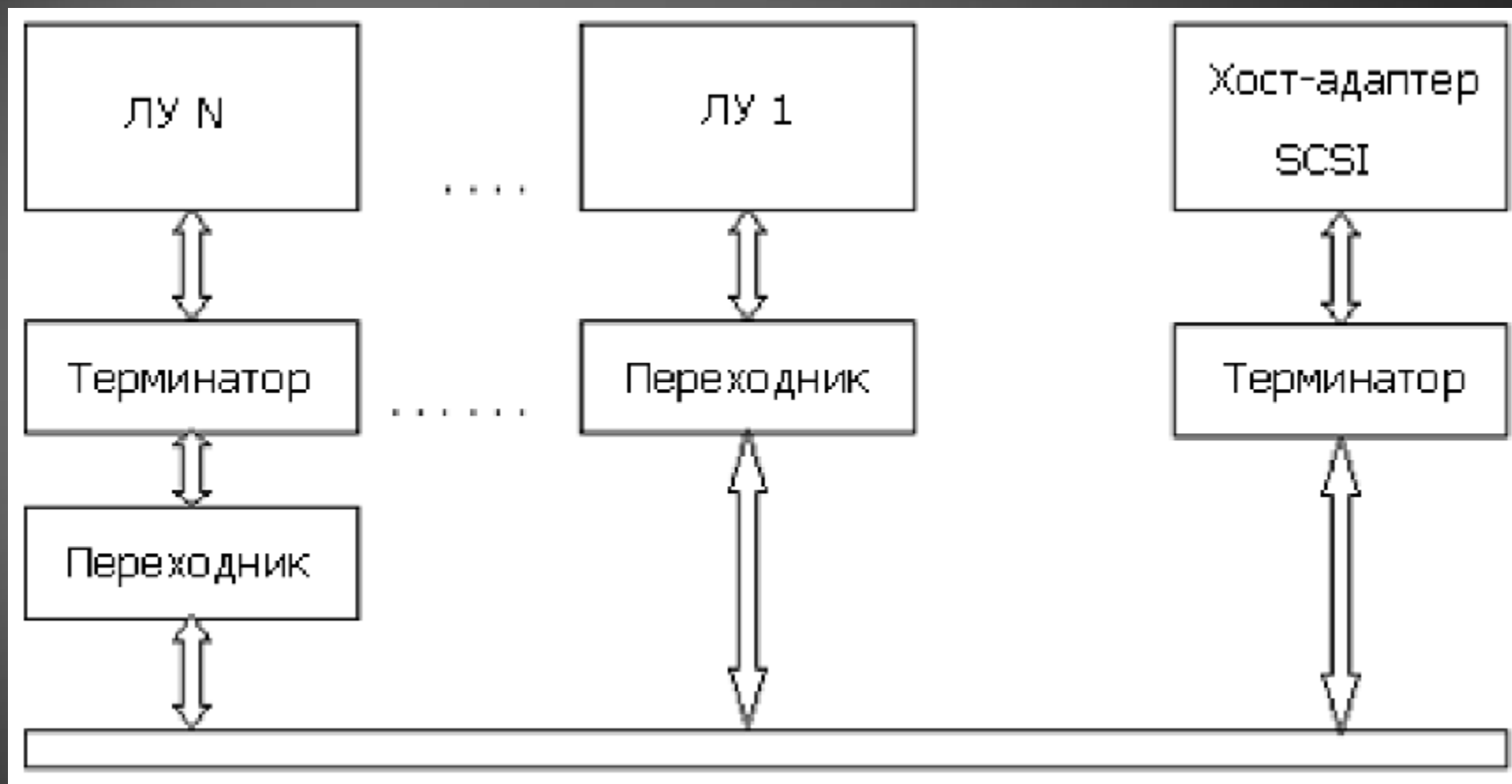
- терминирования концов линий;
- для быстрого возврата состояния линий к пассивному высокому уровню.

Для этих целей используются **терминаторы** шины – нагрузочные резисторы) которые должны быть установлены на последних устройствах (или разъемах) с обоих концов кабеля.

При отсутствии терминаторов как минимум возникают отражения сигнала от концов линий, которые дают сильные помехи и препятствуют работе шины.

Есть проблема подключения терминаторов для устройств с разными интерфейсами (вызвана тем, что интерфейсы Wide и Narrow отличаются количеством линий передачи данных в составе шины).

2. Структурная схема подключения ПУ



Во многих современных устройствах терминирование включается автоматически, если прибор оказывается крайним в цепочке.

2. Виды терминаторов

- **Сквозные (или проходные)** терминаторы SCSI. Можно использовать с адаптерами SCSI и некоторыми накопителями на магнитной ленте. Если накопитель на магнитной ленте находится на конце шины, в качестве терминатора шины можно подключить сквозной терминатор SCSI.
- **Внутренние** терминаторы в накопителе на магнитной ленте должны быть отключены. Рекомендуется использовать данный метод.
- **Пассивные** терминаторы лучше не применять в одной цепочке с активными или ставить такие устройства на проходе.

2. Терминаторы: варианты реализаций

Терминаторы могут быть как **встроенными** (в хост-адаптер, устройства), так и **внешними**, выполненными в виде панели, подключаемой к разъемам SCSI.

Встроенные обычно имеют средства коммутации – либо механические, либо электронные, иначе устройство можно будет располагать только на последнем разъеме кабеля.

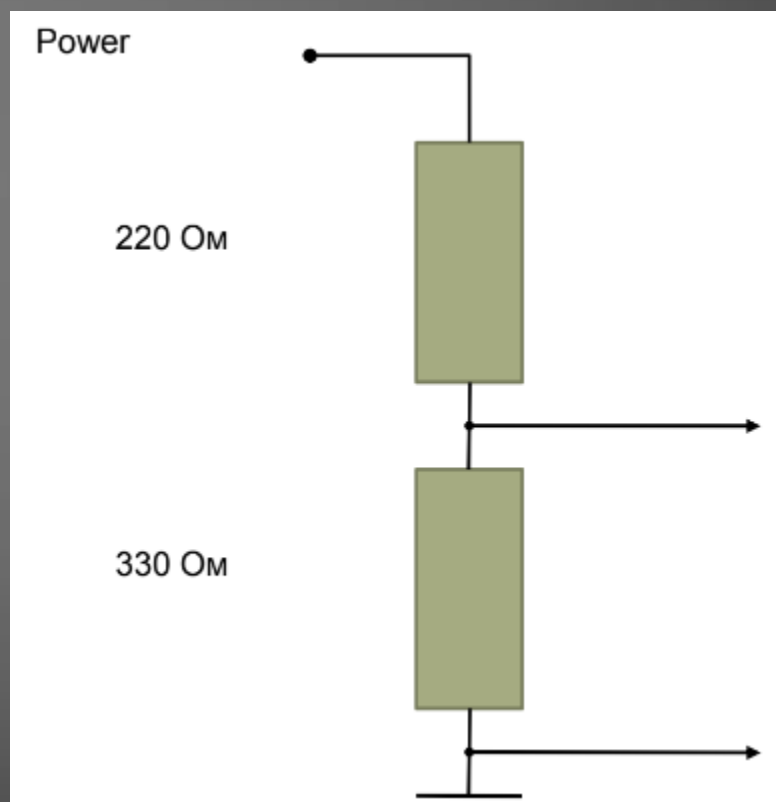
Терминаторы могут иметь различные варианты реализации:

- Пассивными для SE
- Активными для SE
- Активными для LVD

2. Схема терминатора, *пассивного* для SE

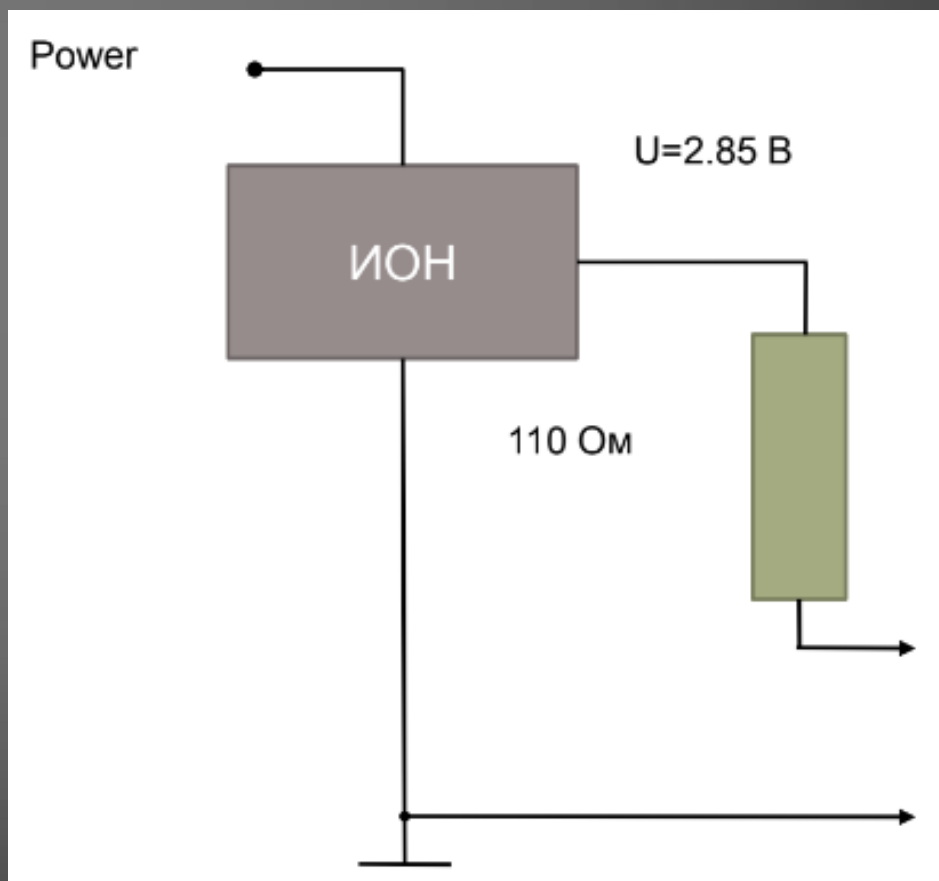
С импедансом 132 Ом, для SCSI-1: каждая линия соединяется с «землей» резистором 330 Ом и с линией питания +5 В резистором 220 Ом.

Применяются только для низкоскоростных устройств.



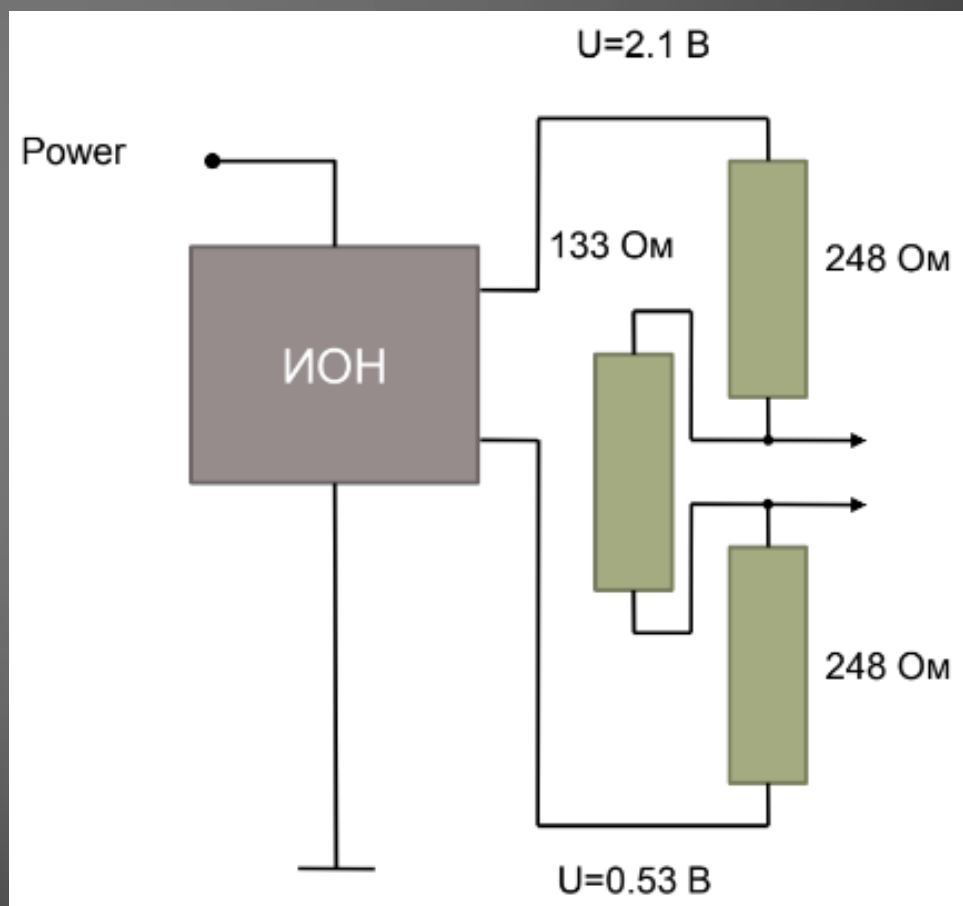
2. Схема терминатора, *активного* для SE

Имеют источник опорного напряжения (стабилизатор), к которому через резистор 110 Ом подключена каждая линия, Ultra SCSI



2. Схема терминатора, *активного* для LVD

Имеют два источника опорного напряжения для каждой из двух парафазных линий с номиналами 2.1 и 0.53 В.



2. Сигналы интерфейса SPI SCSI

DB[0:15]# - шина данных, может быть также 8- и 32-битной.

DP[0:1]# - биты четности, дополняют количество единичных бит байта до нечетного (DP[0] относится к DB[0:7]).

BSY# - сигнал занятости шины, означает захват шины устройством или хостом.

SEL# - сигнал выставления на шине данных двух адресов – источника и приемника данных (выбор ЦУ инициатором (Select) или инициатора ЦУ (Reselect)).

C/D# - сигнал различения фаз данных (0) и управления (1).

I/O# - направление передачи относительно ИУ: 0 – от инициатора к приемнику (чтение), 1 – от приемника к инициатору (запись). Используется для различия прямой (Select) и обратной (Reselect) выборки – фазе Selection соответствует низкий уровень (1).

MSG# - передача сообщения. ЦУ

TERMPWR – питание терминатора

2. Сигналы интерфейса SPI SCSI

ATN# - предупреждение о грядущей передаче сообщения устройству (выставляет инициатор) ИУ.

REQ# - сигнал стробирования данных от приемника (запрос от ЦУ на пересылку данных), выставляется при его готовности.

ACK# - сигнал стробирования от инициатора, подтверждение приема или выставления на шину данных (ответ на REQ).

RST # - Сброс.

Между фазами передачи информации сигналы Busy, Select, REQ, ACK должны оставаться в неизменном состоянии, меняться могут только значения сигналов Msg, C/D, I/O.

2. Адресация шины SCSI

В зависимости от разрядности шины данных поддерживается 7, 15 или 31 устройство.

Идентификатор (SCSI ID) представляет собой номер в позиционном коде, напр., 00000001, 00010000, 10000000. Устройство с большим номером – наиболее приоритетное.

Выбор идентификатора у каждого устройства выполняется перемычками или программно. Обычно у хост-адаптера ID=00001000.

ID выставляется на шину для выбора устройства, являясь таким образом физическим адресом устройства. Также есть понятия LUN (логическое устройство) и TRN (целевая программа), которые адресуются через сообщения и команды.

Физическое устройство может иметь до 8 LUN и 8 TRN.

2. Фазы шины

Шина SCSI может находиться в одном из перечисленных состояний:

- **Bus Free:** низкий уровень BSY# и SEL#, шина свободна;
- **Arbitration:** борьба за доступ к шине.

Каждое из устройств, требующих обмена, выставляет на шину данных свой адрес (ID) и поднимает сигнал BSY#.

Устройство, которому соответствует самый старший бит шины данных, выигрывает арбитраж.

- **Selection/Reselection:** выбор устройств для обмена данными.

Устройство, выигравшее арбитраж, поднимает линию SEL# и выставляет на шину два ID – свой и другого устройства.

Если фазу вводит инициатор, он добавляет сигнал ATN# (Selection).

Если фазу вводит приемник, запросивший продолжение транзакции, он выставляет сигнал I/O#. После этого BSY# снимается и ожидается сигнал BSY# от второго устройства (подтверждение связи). Если сигнал не появляется, срабатывает тайм-аут, и шина считается свободной.

2. Фазы шины

- **Message:** фаза сообщений используется для управления шиной.

Сообщения бывают однобайтными, двухбайтными и расширенными (с аргументами, например, тайминги синхронного обмена, управление указателями, разрядность обмена данными).

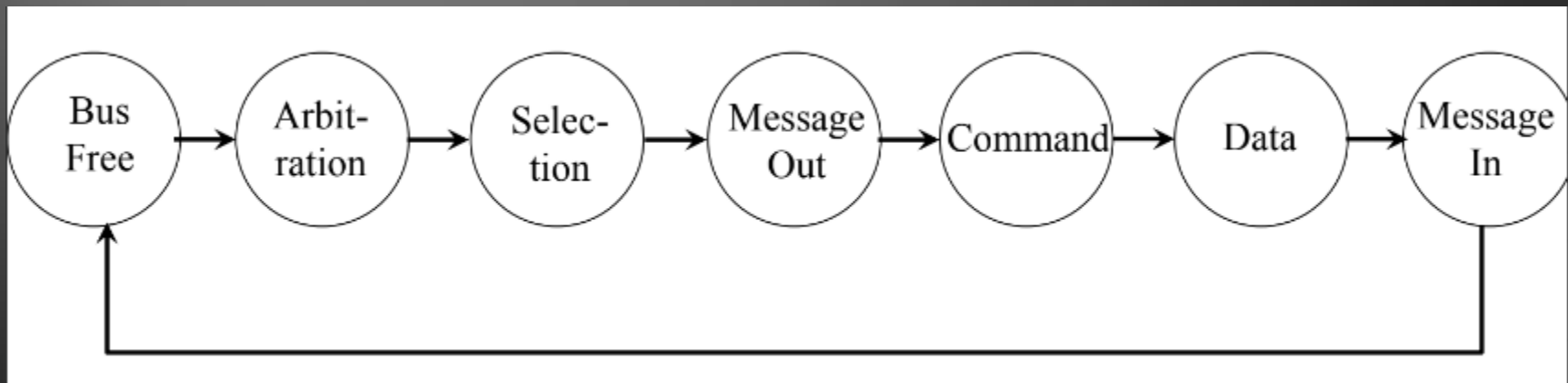
Сообщения позволяют адресовать конкретное логическое устройство (Identify), подтверждать успешное выполнение команды (Command Complete), отключаться на время от шины для выполнения отложенной транзакции (Disconnect), управлять очередями и цепочками команд, сообщать об ошибках. Фаза сообщений опознается по сигналу MSG#.

- **Command:** фаза передачи команды. Команды могут занимать 6, 10 и 12 байт, в них указывается код, номер LUN, адрес логического блока, количество блоков (секторов), признак цепочки. C/D#=1, I/O#=0.
- **Status:** фаза состояния, завершающая выполнение команд (кроме специальных команд Abort, Hard Reset, Bus Device Reset и т.п.). Байт статуса сигнализирует об успешном завершении команды или цепочки либо об отказе из-за резервирования, заполнения очереди, занятости. C/D#=1, I/O#=1

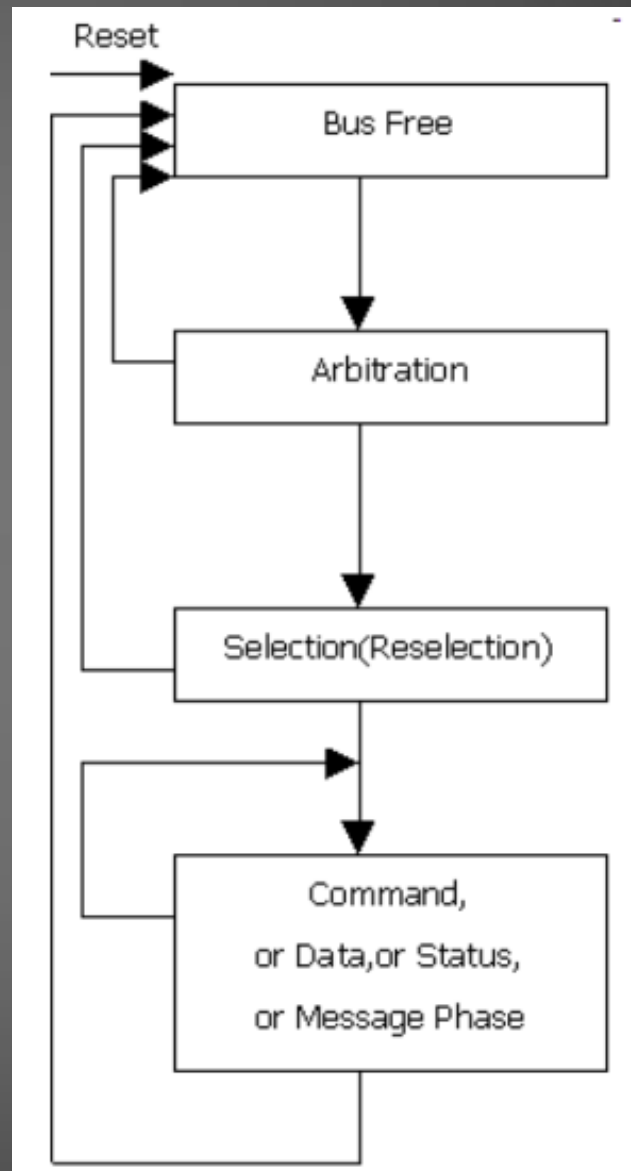
2. Информационные фазы передачи информации

- Data Out (In),
- Command,
- Status,
- Message Out (In).

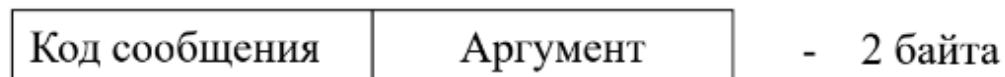
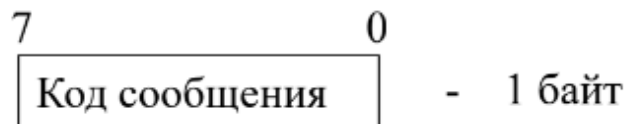
ЦУ управляет сигналами Msg, C/D, I/O, в зависимости от комбинации которых идентифицируются фазы шины Data Out (In), Command, Status, Message Out (In).



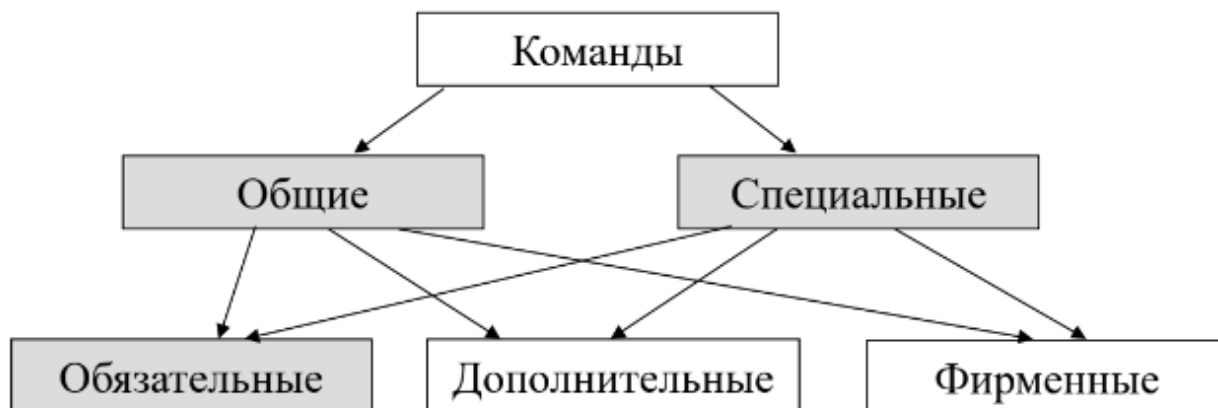
2. Последовательность фаз шины SCSI



2. Фазы сообщений. Команды



Все команды делятся на три категории: mandatory; optional; vendor specific.



2. Команды

Команды SCSI посылаются в виде блоков описания команды (*Command Descriptor Block, CDB*). Длина каждого блока может составлять 6, 10, 12 или 16 байт. В последних версиях SCSI блок может иметь переменную длину. Блок состоит из однобайтового кода команды и параметров команды.

Все команды SCSI делятся на четыре категории: N (non-data), W (запись данных от инициатора целевым устройством), R (чтение данных) и V (двусторонний обмен данными).

Всего существует порядка 60 различных команд SCSI, из которых наиболее часто используются:

- Test unit ready — проверка готовности устройства, в т.ч. наличия диска в дисковом.
- Inquiry — запрос основных характеристик устройства.
- Send diagnostic — указание устройству провести самодиагностику и вернуть результат.
- Request sense — возвращает код ошибки предыдущей команды.
- Read capacity — возвращает ёмкость устройства.
- Format Unit
- Read (4 варианта) — чтение.
- Write (4 варианта) — запись.
- Write and verify — запись и проверка.
- Mode select — установка параметров устройства.
- Mode sense — возвращает текущие параметры устройства.

Каждое устройство на SCSI-шине имеет как минимум один номер логического устройства (*LUN — Logical Unit Number*). В некоторых более сложных случаях одно физическое устройство может представляться набором LUN.

2. Последовательность фаз шины SCSI

После фазы Selection ИУ может проводить процедуру тайм-аута выбора (Selection Time-Out), которая может быть реализована двумя методами:

- Hard Reset.
- Переход в фазу Bus Free.

Для реализации фазы Reselection во всех вышеприведенных фазах Initiator и Target меняются местами в вопросах выполнения действий. В любом случае завершающей фазой является фаза Message In, в которой передается сообщение Disconnect или Command Complete, после чего шина переходит в состояние Bus Free.

2. Последовательность фаз шины SCSI

В любой системе SCSI предусмотрена возможность сброса системы (Reset), для чего имеется линия Reset, на которую может быть выставлен сигнал сброса в любое время и любым устройством. Обработка сигнала Reset может быть реализована двумя методами:

- Жёсткий сброс (Hard Reset) – аналогичен отключению питания для всех устройств системы SCSI.
- Мягкий сброс (Soft Reset) – позволяет одному инициатору выполнить сброс шины SCSI, не нарушая работы других инициаторов в системе, где таких инициаторов несколько.

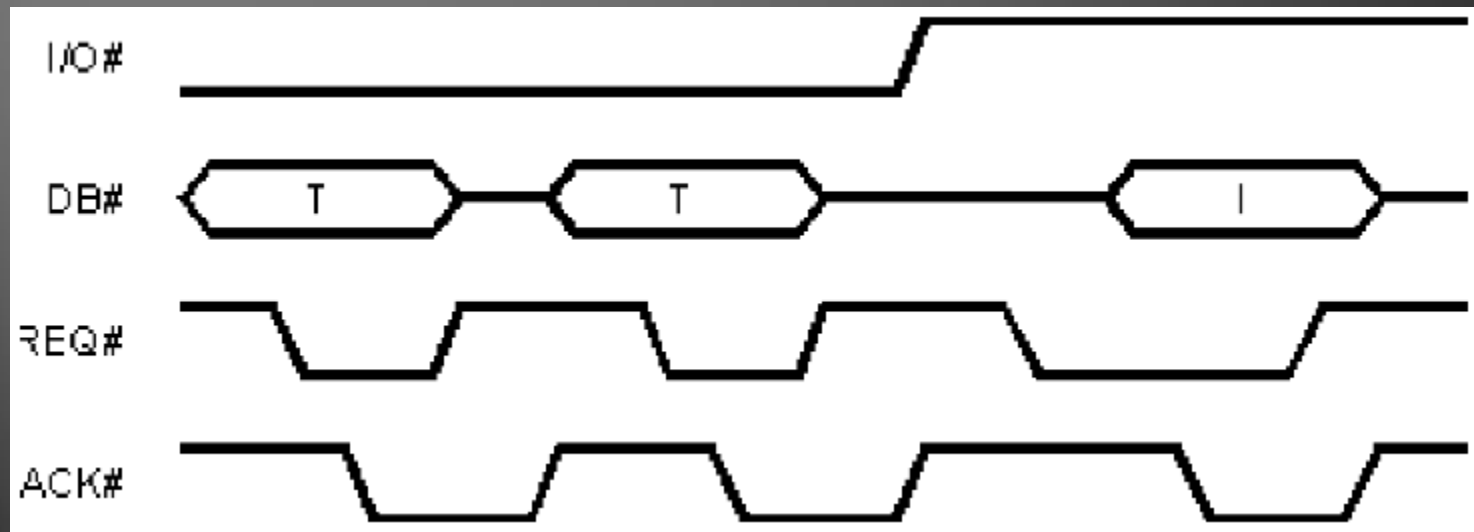
2. Асинхронная передача данных

Является обязательной для всех устройств SCSI и всех фаз передачи информации. ЦУ управляет направлением передачи информации с помощью сигнала I/O:

I/O = «0» – передача Initiator => Target,

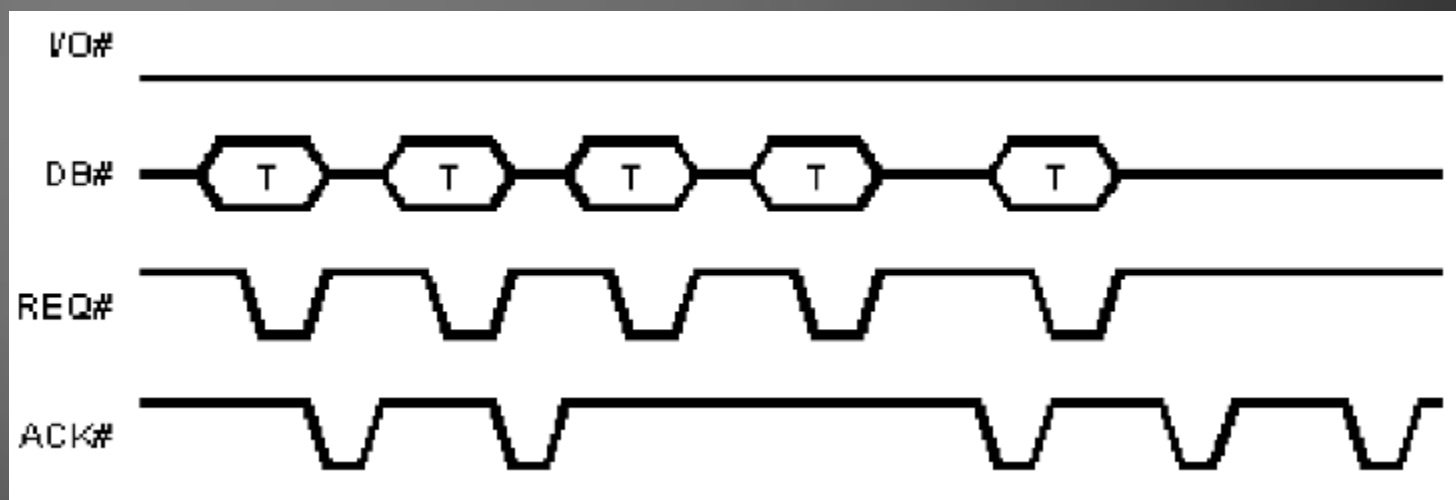
I/O = «1» – передача Initiator <= Target.

Передача каждого байта сопровождается взаимосвязанной парой сигналов REQ/ACK. Initiator фиксирует принимаемые данные по отрицательному перепаду сигнала REQ, Target считает принимаемые данные действительными по отрицательному перепаду сигнала ACK.



2. Синхронная передача данных

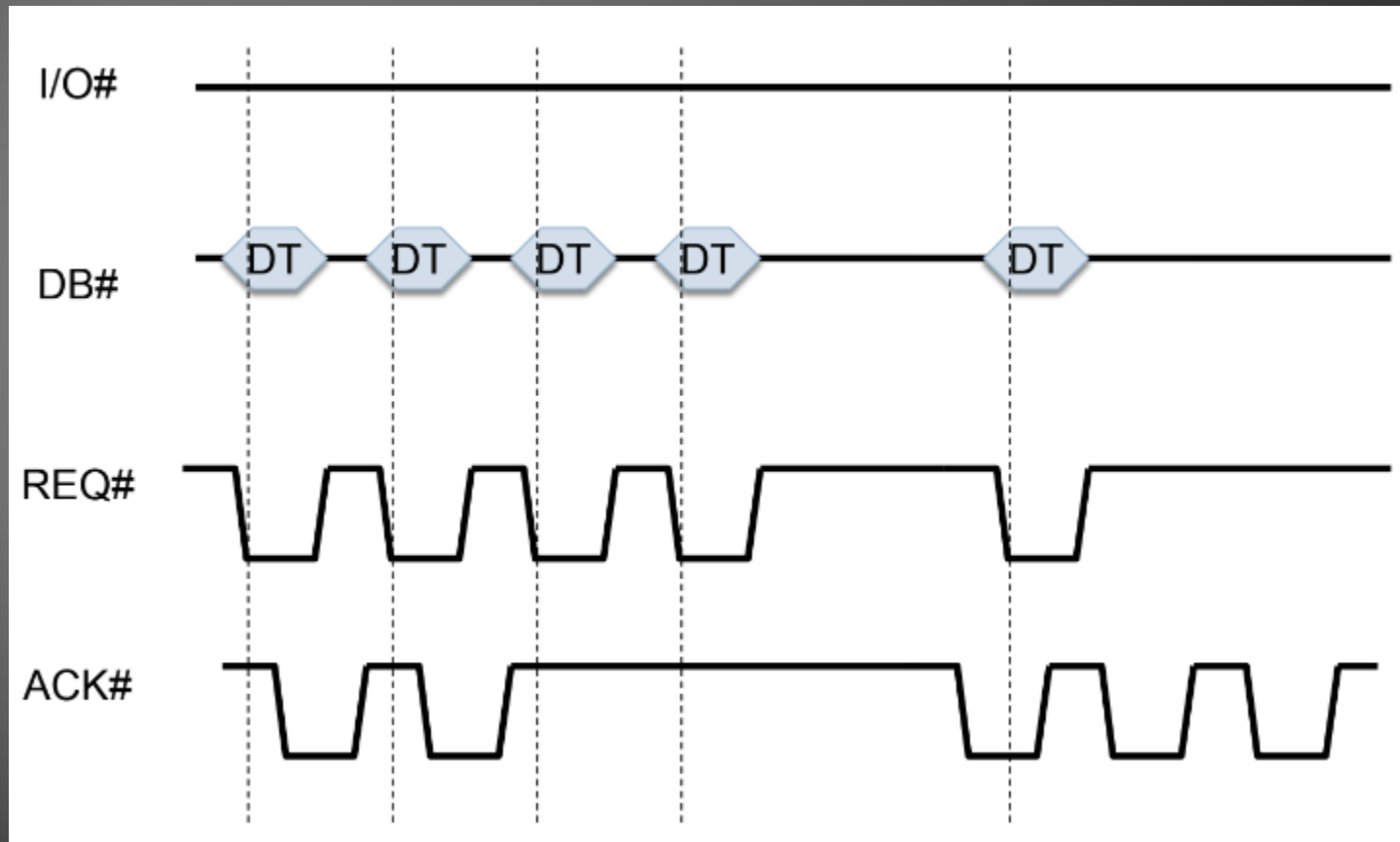
Является опцией и может использоваться в фазах Data Out и Data In и только по результатам предварительной договорённости, которая реализуется посредством сообщений «Synchronous Data Transfer Request».



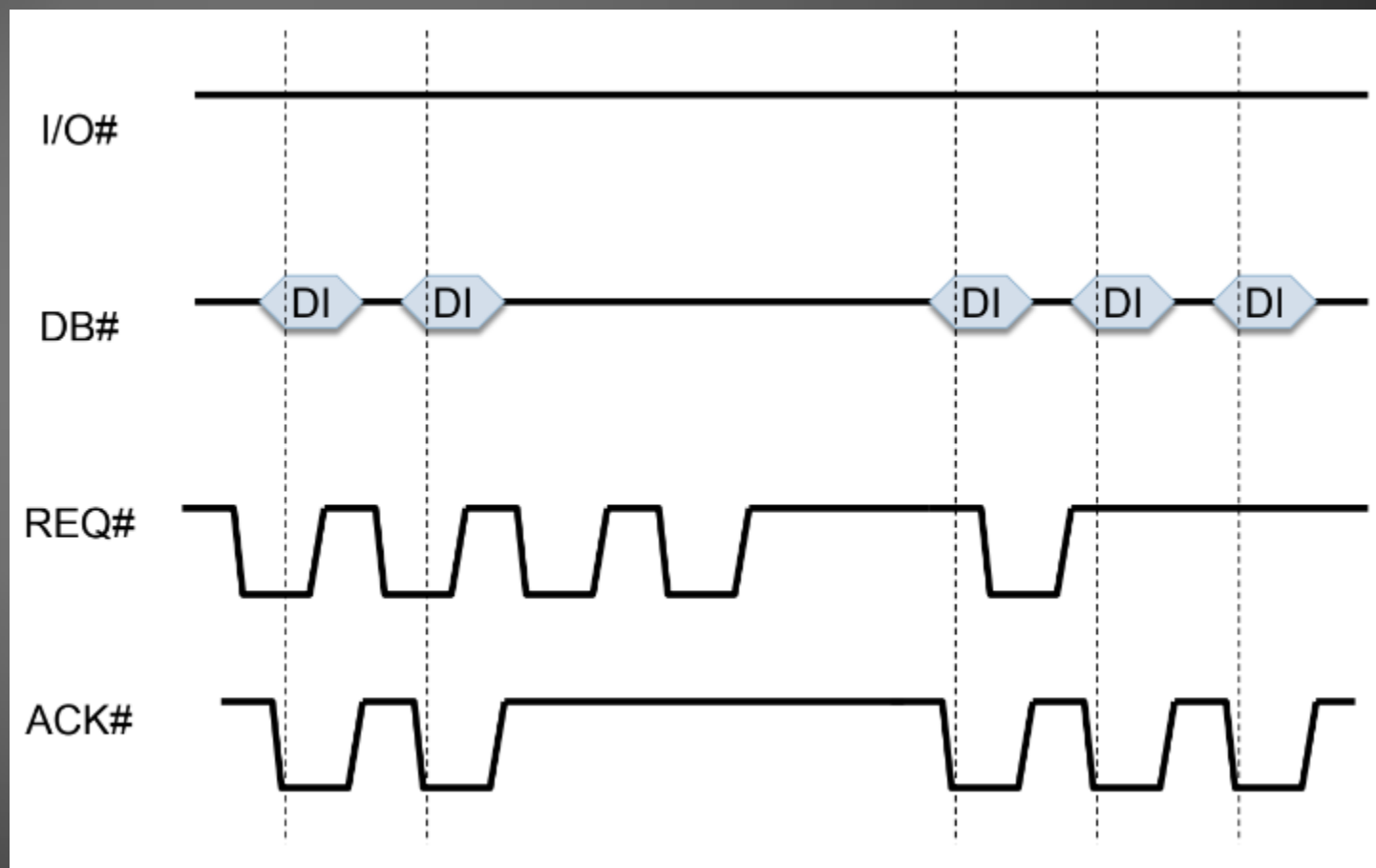
Временные диаграммы синхронной передачи данных:

T – источник данных Target, I – источник данных Initiator

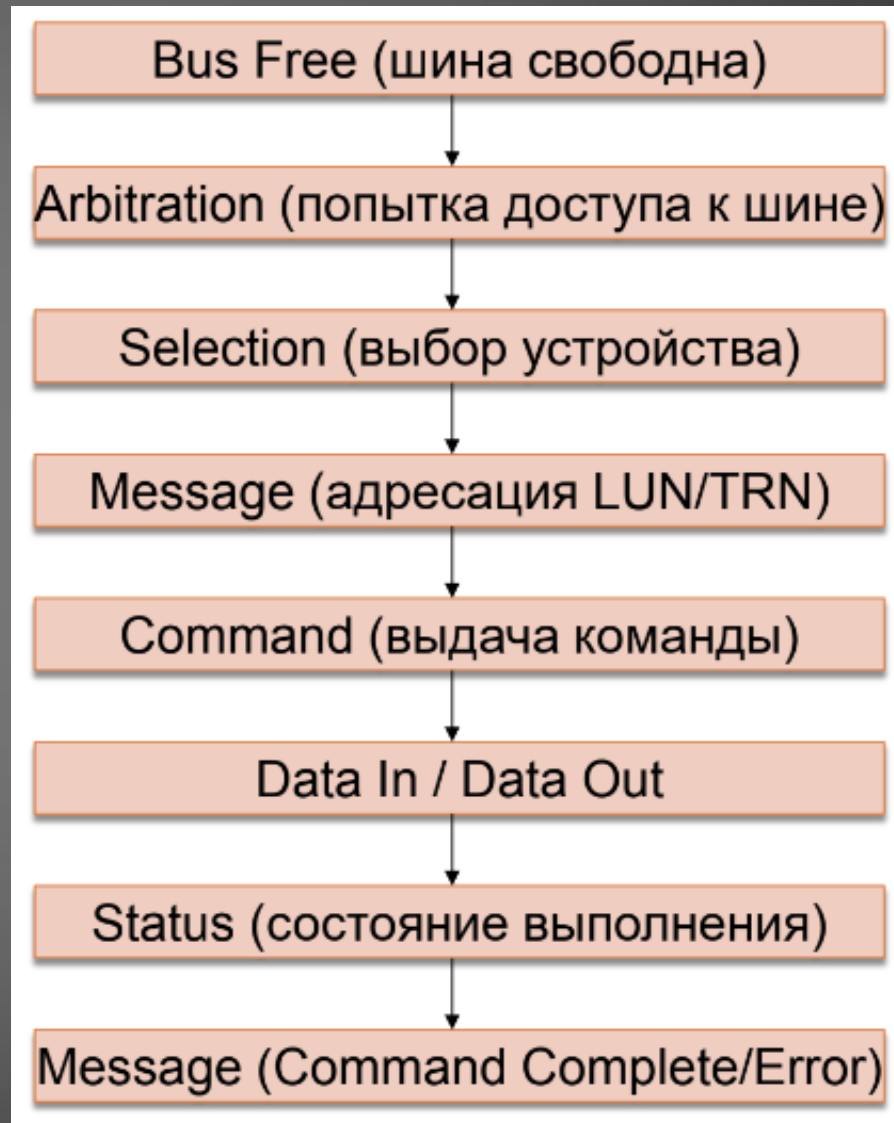
2. Фаза синхронной передачи (запись)



2. Фаза синхронной передачи (чтение)



2. Последовательность фаз при обмене данными



2. Порядок следования фаз при возобновлении обмена



2. Управление интерфейсом

Для управления интерфейсом служит система сообщений. Всего сообщений – 28.

Форматы сообщений стандартизированы, существуют:

- однобайтные,
- двухбайтные
- расширенные сообщения.

В двухбайтном сообщении второй байт является аргументом сообщения.

В расширенных сообщениях второй байт задаёт длину сообщения, а последующие байты несут код и аргументы сообщения.

2. Хост-адаптер SCSI

Интерфейс SCSI никак не документирует архитектуру или интерфейс программирования хост-адаптера. Однако ряд производителей позаботились о создании универсального интерфейса, работающего «верхним слоем» над различными типами драйверов и устройств SCSI. Задача таких интерфейсов – предоставить единую схему обмена данными и подачи команд устройствам, подключенным к SCSI.

Чаще всего используется один из двух интерфейсов, аналогичных по функциональности:

- ASPI (Advanced SCSI Programming Interface) – разработан Adaptec для контроллеров жестких дисков, обычно используется и для работы с оптическими накопителями, сканерами, стримерами и т.д. Предоставляет набор функций для обмена данными.
- SPTI (SCSI Pass-Through Interface) – разработан Microsoft в качестве альтернативы ASPI, используется как расширение DeviceIoControl в WinAPI. Обычно применяется для работы с оптическими дисками (как порт SCSI-ATAPI).

2. iSCSI

iSCSI (*Internet Small Computer System Interface*) — протокол, который базируется на TCP/IP и разработан для установления взаимодействия и управления системами хранения данных, серверами и клиентами.