

## 26. Хранение данных. Дисковая подсистема, ч. 1. Интерфейсы SCSI, SAS, FibreChannel.

**SCSI** (англ. Small Computer System Interface, произносится «скази»[1][2] (встречается вариант эс-си-эс-ай)) — представляет собой набор стандартов для физического подключения и передачи данных между компьютерами и периферийными устройствами. SCSI-стандарты определяют команды, протоколы и электрические и оптические интерфейсы. Разработан для объединения на одной шине различных по своему назначению устройств, таких, как жёсткие диски, накопители на магнитооптических дисках, приводы CD, DVD, стримеры, сканеры, принтеры и т. д. Раньше имел неофициальное название Shugart Computer Systems Interface в честь создателя Алана Ф. Шугарта, разработанный в 1978 г. и опубликованный в 1981 году.

Теоретически возможен выпуск устройства любого типа на шине SCSI.

После стандартизации в 1986 году SCSI начал широко применяться в компьютерах Sun Microsystems. В компьютерах, совместимых с IBM PC, SCSI не пользуется такой популярностью в связи со своей сложностью и сравнительно высокой стоимостью и применяется преимущественно в серверах.

SCSI широко применяется на серверах, высокопроизводительных рабочих станциях; RAID-массивы на серверах часто строятся на жёстких дисках со SCSI-интерфейсом (однако в серверах нижнего ценового диапазона всё чаще применяются RAID-массивы на основе SATA). В настоящее время устройства на шине SAS постепенно вытесняют устаревшую шину SCSI.

Система команд SCSI на уровне программного обеспечения употребляется в единых стеках поддержки устройств хранения данных в ряде операционных систем, таких, как Microsoft Windows.

Существует реализация системы команд SCSI поверх оборудования (контроллеров и кабелей) IDE/ATA/SATA, называемая ATAPI — ATA Packet Interface. Все используемые в компьютерной технике подключаемые по IDE/ATA/SATA приводы CD/DVD/Blu-Ray используют эту технологию.

Также система команд SCSI реализована поверх протокола USB, что является частью спецификации класса Mass Storage device[3][4]. Это позволяет подключать через интерфейс USB любые хранилища данных (от флеш-накопителей до внешних жёстких дисков), не разрабатывая для них собственного протокола обмена, а вместо этого используя имеющийся в операционной системе драйвер SCSI.

### SCSI-1

Стандартизован ANSI в 1986 г. Использовалась восьмибитная шина с пропускной способностью в 1,5 Мбайт/сек в асинхронном режиме и 5 Мбайт/сек в синхронном режиме[7]. Максимальная длина кабеля — до 6 метров.

## Технология на практике

Все устройства, которые вы хотите подсоединить к одной шине, работают через специальный адаптер, который, в свою очередь, вставляется в свободный слот на материнской плате. Контроллер имеет собственный биос, посредством которого вы можете управлять девайсами. Операционная система распознает и связывается с ними, как обычно, с помощью [драйверов](#).



Наличие у SCSI адаптера означает то, что с центрального процессора снимается часть нагрузки, следовательно, железо работает быстрее.

Так как данная технология является последовательной, то и девайсы следует подключать соответственно. Причем каждый должен иметь уникальный ID, и все они — одинаковый интерфейс.

<https://ru.wikipedia.org/wiki/SCSI>

<http://profi-user.ru/scsi/>

<https://thedifference.ru/chem-otlichaetsya-sas-ot-sata/>

**Serial Attached SCSI (SAS)** — последовательный компьютерный интерфейс, разработанный для подключения различных устройств хранения данных, например, жёстких дисков и ленточных накопителей. SAS разработан для замены параллельного интерфейса SCSI и основывается во многом на терминологии и наборах команд SCSI.

SAS обратно совместим с интерфейсом SATA: устройства 3 Гбит/с и 6 Гбит/с SATA могут быть подключены к контроллеру SAS, но не наоборот.

Инициаторы (англ. *Initiators*)

Инициатор — устройство, которое порождает запросы на обслуживание для *целевых устройств* и получает подтверждения по мере исполнения запросов. Чаще всего инициатор выполняется в виде [СБИС](#).

Целевые устройства (англ. *Targets*)

Целевое устройство содержит логические блоки и целевые порты, которые осуществляют приём запросов на обслуживание, исполняют их; после того, как закончена обработка запроса, инициатору запроса отсылается подтверждение выполнения запроса. Целевое устройство может быть как отдельным жёстким диском, так и целым дисковым массивом.

Подсистема доставки данных (англ. *Service Delivery Subsystem*)

Является частью системы ввода-вывода, которая осуществляет передачу данных между инициаторами и целевыми устройствами. Обычно подсистема доставки данных состоит из кабелей, которые соединяют инициатор и целевое устройство. Дополнительно, кроме кабелей, в состав подсистемы доставки данных могут входить *расширители SAS*.

Расширители (экспандеры) (англ. *Expanders*)

Расширители (экспандеры) SAS — устройства, входящие в состав подсистемы доставки данных и позволяющие облегчить передачу данных между устройствами SAS; например, расширитель позволяет подключить несколько целевых устройств SAS к одному порту инициатора. Подключение через расширитель является абсолютно прозрачным для целевых устройств.

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Serial\\_Attached\\_SCSI](https://ru.wikipedia.org/wiki/Serial_Attached_SCSI)

<https://www.ixbt.com/storage/sas-sata.shtml>

<https://habr.com/ru/post/175313/>

# Fibre Channel

**Fibre Channel (FC)** ([англ. fibre channel](#) — волоконный канал) — семейство протоколов для высокоскоростной передачи [данных](#). Изначальное применение FC в области [суперкомпьютеров](#) впоследствии практически полностью перешло в сферу [сетей хранения данных](#), где FC используется как стандартный способ подключения к [системам хранения данных](#) уровня предприятия.

**Fibre Channel Protocol (FCP)** — [транспортный протокол](#) (как [TCP](#) в [IP-сетях](#)), [инкапсулирующий](#) протокол [SCSI](#) по сетям Fibre Channel. Является основой построения сетей хранения данных.

История Fibre Channel началась в 1988 году, а в 1994 году был утверждён ANSI как стандарт, упрощавший интерфейс HIPPI, для которого применялся массивный 50-парный кабель с громоздкими коннекторами. Первоначально интерфейс Fibre Channel должен был повысить дальность и упростить подключение линий передачи, а не увеличить скорость.

Fibre Channel variants

Name ⇄	Line-rate (gigabaud) ⇄	Line coding ⇄	Nominal throughput per direction; MB/s ⇄	Availability ⇄
133 Mbps	0.1328125	8b10b	12.5	1993
266 Mbps	0.265625	8b10b	25	1994 <sup>[6]</sup>
533 Mbps	0.53125	8b10b	50	?
1GFC	1.0625	8b10b	100	1997
2GFC	2.125	8b10b	200	2001
4GFC	4.25	8b10b	400	2004
8GFC	8.5	8b10b	800	2005
10GFC	10.51875	64b66b	1,200	2008
16GFC	14.025	64b66b	1,600	2011
32GFC "Gen 6"	28.05	256b257b	3,200	2016 <sup>[10]</sup>
64GFC "Gen 7"	28.9 with PAM-4	256b257b (FC-FS-5)	6,400	2019 <sup>[11]</sup>
128GFC "Gen 6"	28.05 ×4	256b257b	12,800	2016 <sup>[10]</sup>
256GFC "Gen 7"	28.9 ×4 with PAM-4	256b257b	25,600	2019 <sup>[12]</sup>
128GFC "Gen 8"	57.8 with PAM-4	256b257b	12,800	2022

# Топологии Fibre Channel

Топологии FC определяют взаимное подключение устройств, а именно передатчиков (трансммиттеров) и приёмников (ресиверов) устройств. Существует три типа топологии FC:

## Точка-Точка (point-to-point)

Устройства соединены напрямую — трансмиттер одного устройства соединён с ресивером второго, и наоборот. Все отправленные одним устройством кадры предназначены для второго устройства.

## Управляемая петля (arbitrated loop)

Устройства объединены в петлю — трансмиттер каждого устройства соединён с ресивером следующего. Перед тем, как петля сможет служить для передачи данных, устройства договариваются об адресах. Для передачи данных по петле устройство должно завладеть «эстафетой» (token). Добавление устройства в петлю приводит к приостановке передачи данных и пересобираанию петли. Для построения управляемой петли используют концентраторы, которые способны размыкать или замыкать петлю при добавлении нового устройства или выходе устройства из петли.

## Коммутируемая связная архитектура (switched fabric)

Основана на применении коммутаторов. Позволяет подключать большее количество устройств, чем в управляемой петле, при этом добавление новых устройств не влияет на передачу данных между уже подключёнными устройствами. Так как на основе коммутаторов можно строить сложные сети, на коммутаторах поддерживаются распределённые службы управления сетью (fabric services), отвечающие за маршруты передачи данных, регистрацию в сети и присвоение сетевых адресов и проч. Fibre Channel изначально разрабатывался как высокоскоростная сеть, пригодная для работы в реальном времени. В транспорте Fibre Channel заложены механизмы регулирования потока (flow control), синхронизации портов по времени и возможность повтора сбойной информации без обращения к протоколу верхнего уровня. Упрощенно, без подробностей зонирования и виртуализации, в Fibre Channel при подключении порта обязательным является выполнение login, так что коммутатор о всех портах сети всегда знает, какой порт где находится и что может. Когда в коммутатор Fibre Channel приходит кадр данных, то коммутатор уже знает, где находится адресат и куда этот кадр маршрутизировать (в отличие от Ethernet, в котором коммутатор после прихода кадра сначала ищет, где находится адресат, и только после его ответа посылает ему этот кадр, и, если истекло время старения, коммутатор Ethernet вновь будет искать маршрут для другого кадра данных от того же источника к тому же адресату, хотя оба порта были online). Очевидно, что подход Fibre Channel требует больше ресурсов, поэтому коммутаторы по этой технологии значительно дороже, чем для Ethernet.

Иногда под топологией FC ошибочно подразумевают топологию сети хранения данных, то есть взаимное подключение оборудования инфраструктуры и конечных устройств.

Тип среды	Скорость (MByte/s)	Передачик	Модификация	Расстояние
Одномодовое волокно	400	1310 нм Длинноволновой лазер	400-SM-LL-I	2 м — 2 км
	100	1550 нм Длинноволновой лазер	100-SM-LL-V	2 м — >50 км
		1310 нм Длинноволновой лазер	100-SM-LL-I	2 м — 2 км
	200	1550 нм Длинноволновой лазер	200-SM-LL-V	2 м — >50 км
		1310 нм Длинноволновой лазер	200-SM-LL-L	2 м — 10 км
		1310 нм Длинноволновой лазер	200-SM-LL-I	2 м — 2 км
Многомодовое волокно (50µм)	400	850 nm Коротковолновой лазер	400-M5-SN-I	0.5 м — 150 м
	200		200-M5-SN-I	0.5 м — 300 м
	100		100-M6-SN-I	0.5 м — 300 м
			100-M6-SL-I	2 м — 175 м

## Сферы применения Fibre Channel

**SAN-Свитч Qlogic с подключёнными к нему FC (оптическими) коннекторами.**

Fibre Channel широко применяется для создания сетей хранения данных (Storage Area Networks). Благодаря высокой скорости передачи данных, малой задержке и расширяемости практически не имеет аналогов в этой области. Однако, в последние годы, область его применения постепенно перемещается в сегмент высокопроизводительных систем и решений, а бюджетный сегмент с успехом осваивается недорогими решениями iSCSI на базе Gigabit Ethernet и 10G Ethernet. Наметилась также тенденция к переносу транспортного уровня протокола FC в тот же Gigabit и 10G Ethernet при помощи протоколов FCoE и FCIP.

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Fibre\\_Channel](https://ru.wikipedia.org/wiki/Fibre_Channel)  
<http://www.xserver.ru/computer/nets/razn/69/>  
<https://habr.com/ru/post/216369/>