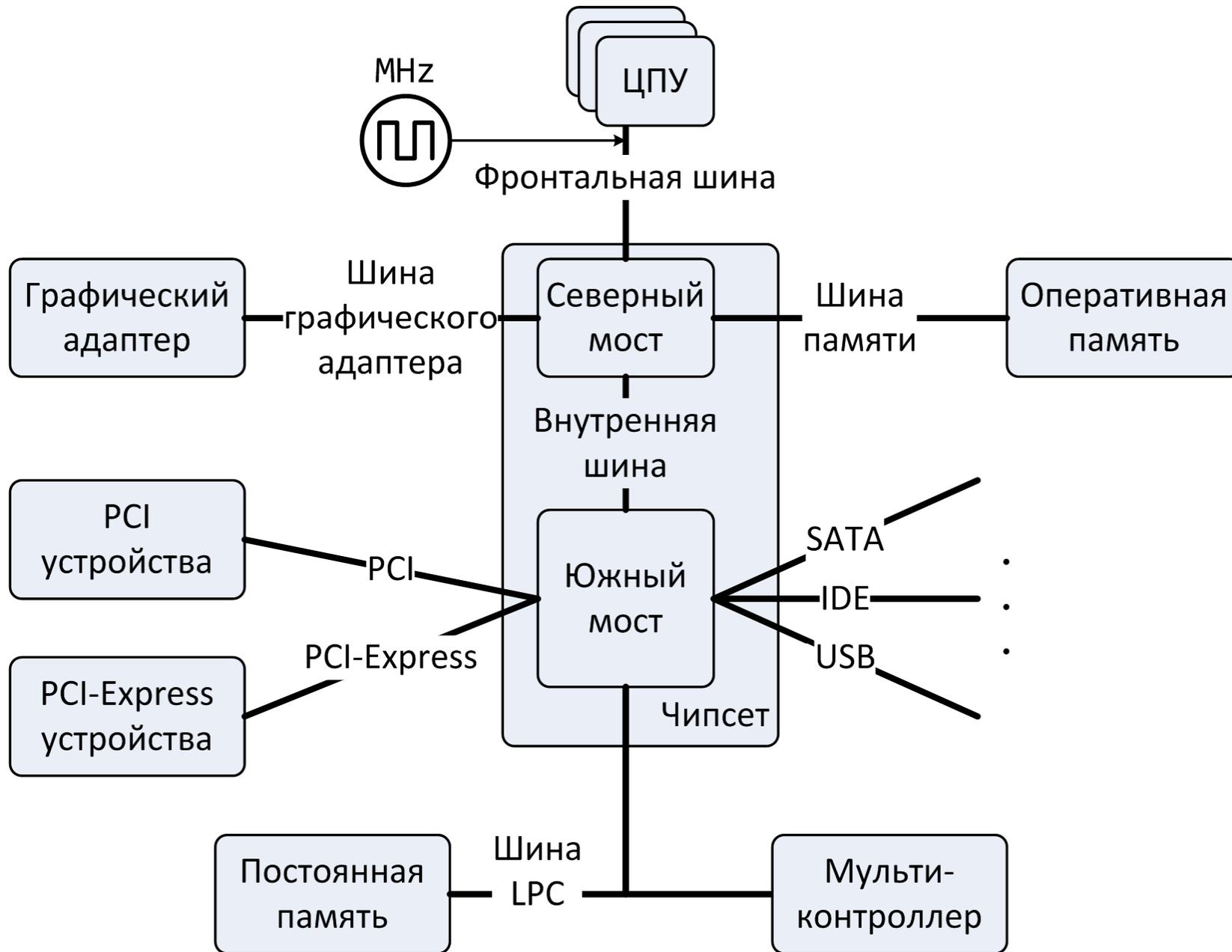


Лекция 17

13 апреля

Характеристики шин

- Ширина
 - Количество линий
- Частота
- Пиковая пропускная способность
 - Ширина (байты или биты) × Частота (1/сек)
- Арбитраж
 - Централизованный
 - Линии запроса и захвата шины
 - Децентрализованный
- Возможность горячей замены устройства
- Физическая организация
 - Выделенные линии данных, адресов, команд
 - Мультиплексированные линии
 - Топология связей
 - Синхронная/асинхронная
 - Ограничения по длине линии



Примеры шин (1/3)

- Фронтальная шина
 - HyperTransport (HT), апрель 2001, AMD. Открытый стандарт - HyperTransport Technology
 - 2 – 32 разряда, двунаправленная
 - 200 – 2600 MHz, DDR
 - QuickPath Interconnect (QPI), ноябрь 2008, Intel
 - 20 линий, двунаправленная, 4 такта = 64 бита
 - 2.4, 2.93, 3.2 GHz, DDR
 - Соединение точка-точка.
 - Гарантированные физические каналы: один отправитель – один приемник.
 - Не требуется арбитраж.

Примеры шин (2/3)

- Общая шина ввода/вывода для подключения периферийных устройств Peripheral component interconnect (PCI), 1992, Intel, открытый стандарт.
 - PCI 1.0 / 2.0
 - Топология - общая шина, децентрализованный арбитраж
 - 32 линии, общие для адресов и данных
 - Передача данных транзакциями, возможна приостановка
 - Частота 33 MHz
 - Расширения
 - PCI 64, PCI 66, PCI 64/66, PCI-X (266 и 533 МГц)
 - PCI Express (PCI-E), июль 2002, Intel
 - Топология – звезда.

Примеры шин (3/3)

- AGP
 - Непосредственный доступ к оперативной памяти
- USB
 - Топология – звезда, до 127 устройств, разветвители, оконечные точки (15/15 + 1/1 управляющие).
 - 4 типа передач: управляющие, поточные, прерывания, изохронные
 - Open Host Controller Interface
 - Сам контроллер является PCI-устройством
- Serial ATA
 - 7 линий, 2 – прием, 2 – передача.
 - 1.5, 3, 6 GBit/s
 - Возможность горячей замены

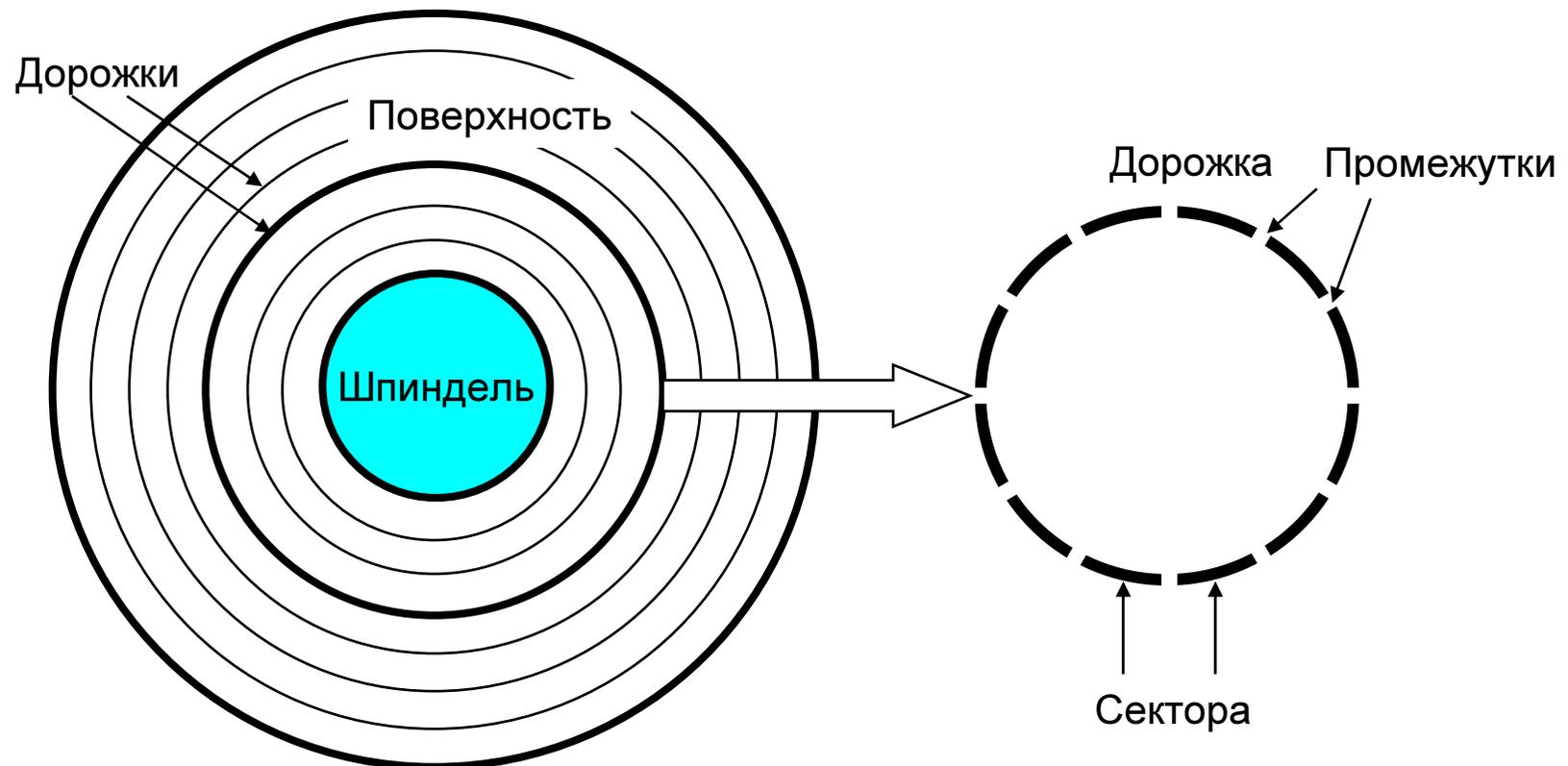
Внутреннее устройство HDD



Изображение является собственностью Seagate Technology

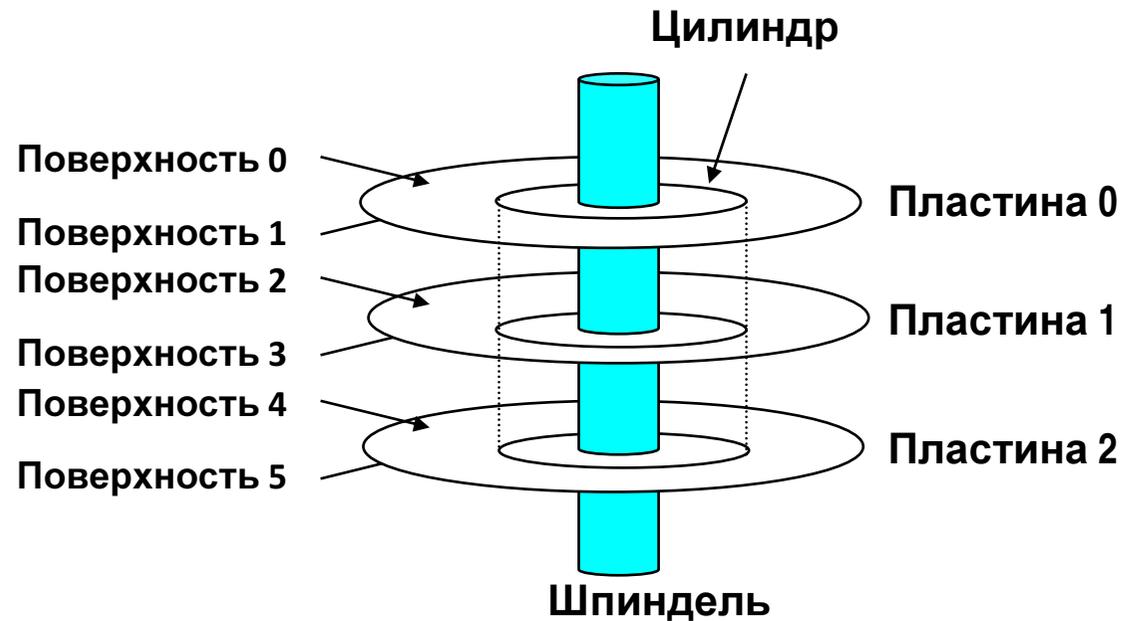
Геометрия диска

- Диск состоит из **пластин**, каждая обладает двумя **поверхностями**.
- Каждая поверхность состоит из концентрических кругов, называемых **дорожки**.
- Каждая дорожка состоит из **секторов**, разделенных **промежутками**.



Геометрия диска (несколько пластин)

- Равноудаленные от шпинделя дорожки образуют **цилиндр**.



Емкость диска

- **Емкость:** максимальное количество сохраняемых бит.
 - Производители выражают емкость в «необычных» гигабайтах, 1 ГБ = 10^9 байтам.
- Емкость определяется следующими технологическими факторами:
 - Плотность записи / линейная плотность (биты/дюймы – BPI): сколько битов может быть размещено на одном дюйме дорожки.
 - Трековая плотность (треки/дюйм – TPI): сколько треков может быть размещено на одном дюйме радиуса.
 - Поверхностная плотность (биты/дюймы²): произведение линейной плотности на трековую плотность.
- Современные диски группируют дорожки в несколько зон записи
 - Каждая дорожка в зоне состоит из одного и того же количества секторов, определяемого длиной самой короткой дорожки.
 - У каждой зоны различное количество дорожек/секторов

Вычисление емкости диска

Емкость = (#байт/сектор) x (среднее # сектор/дорожка) x
(# дорожка/поверхность) x (# поверхность/пластина) x
(# пластина/диск)

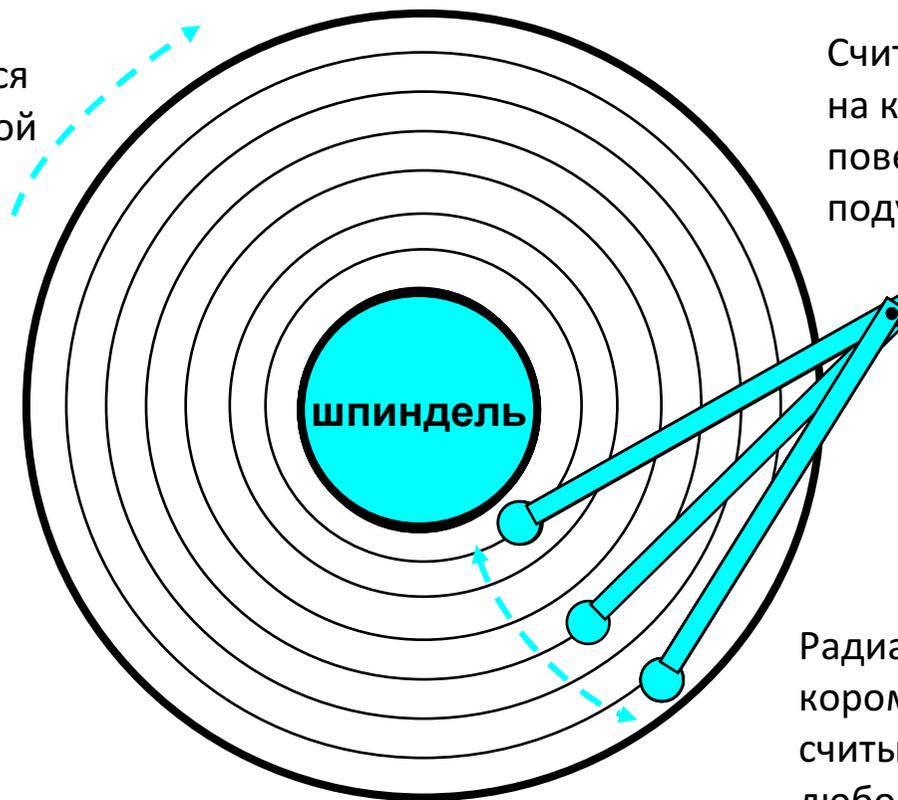
Пример:

- 512 байт/сектор
- 300 сектор/дорожка (в среднем)
- 20,000 дорожка/поверхность
- 2 поверхность/пластина
- 5 пластина/диск

Емкость = 512 x 300 x 20000 x 2 x 5 = 30,720,000,000 = 30.72ГБ

Работа с диском (одна пластина)

Поверхность диска вращается с фиксированной скоростью.

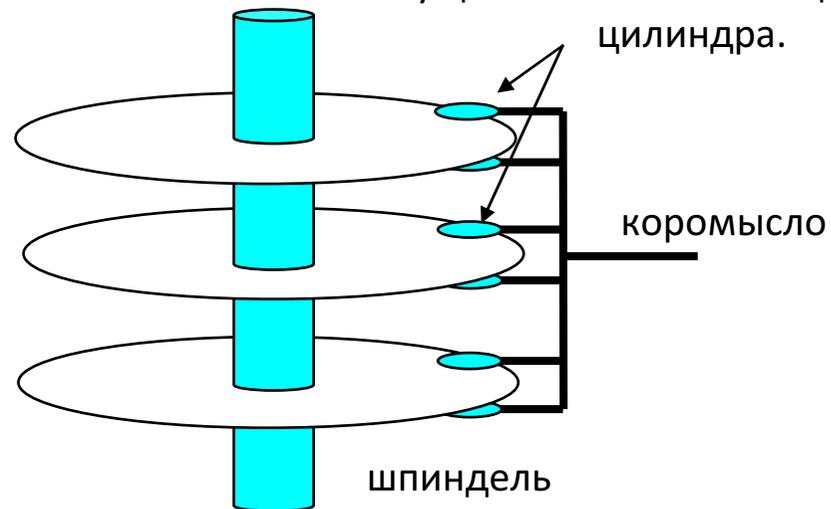


Считывающая головка закреплена на конце коромысла и парит над поверхностью на тонкой воздушной подушке.

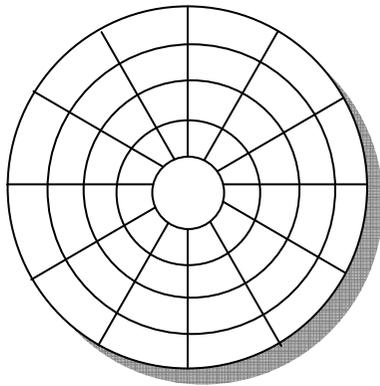
Радиально перемещаясь, коромысло может выставить считывающую головку над любой дорожкой.

Работа с диском (несколько пластин)

Считывающие головки движутся
одновременно. Доступ
осуществляется ко всем дорожкам
цилиндра.



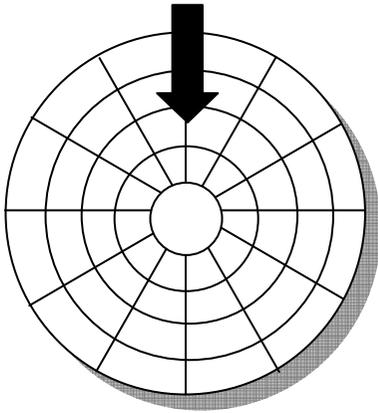
Структура диска – вид сверху на одну пластину



Поверхность разбита на дорожки

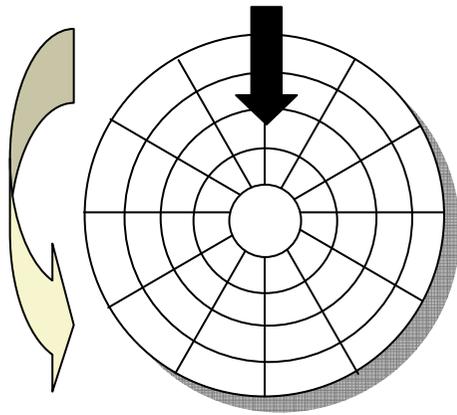
Дорожки разделены на сектора

Доступ к диску



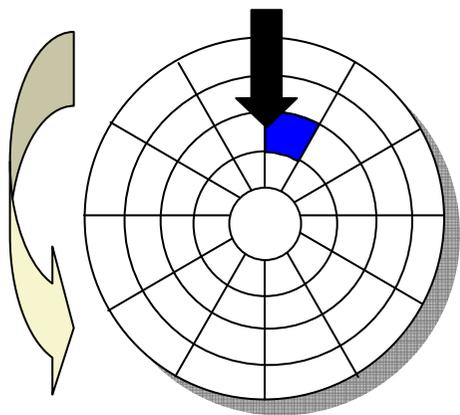
Считывающая головка в указанной
позиции над диском

Доступ к диску



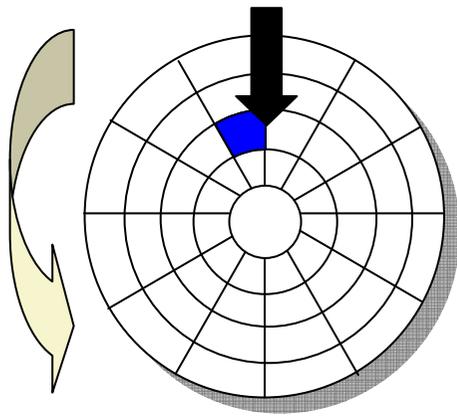
Направление вращения – против
часовой стрелки

Доступ к диску – Чтение



Перед чтением синего сектора

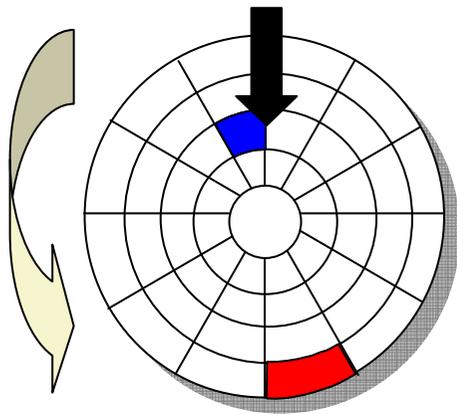
Доступ к диску – Чтение



Синий сектор
считан

После чтения синего сектора

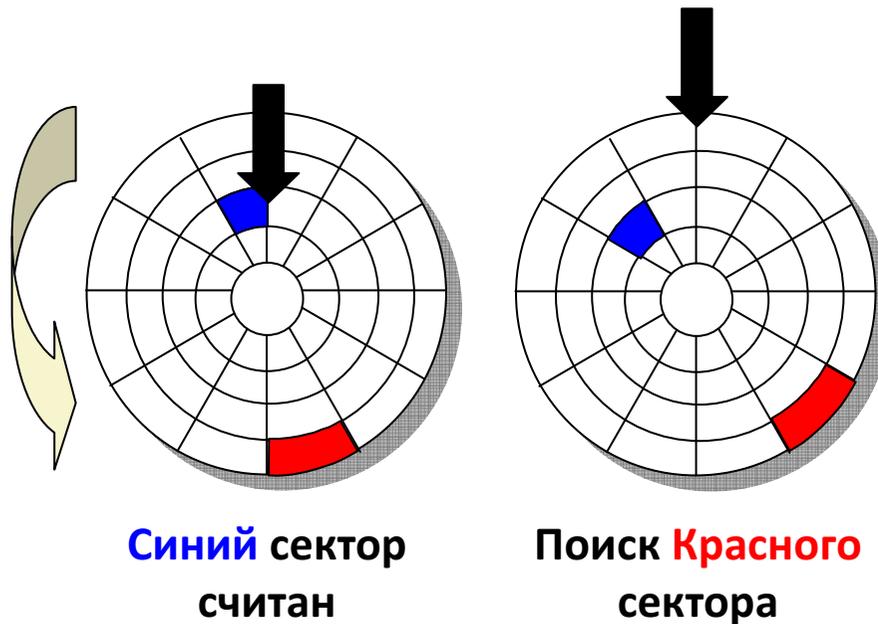
Доступ к диску – Чтение



Синий сектор
считан

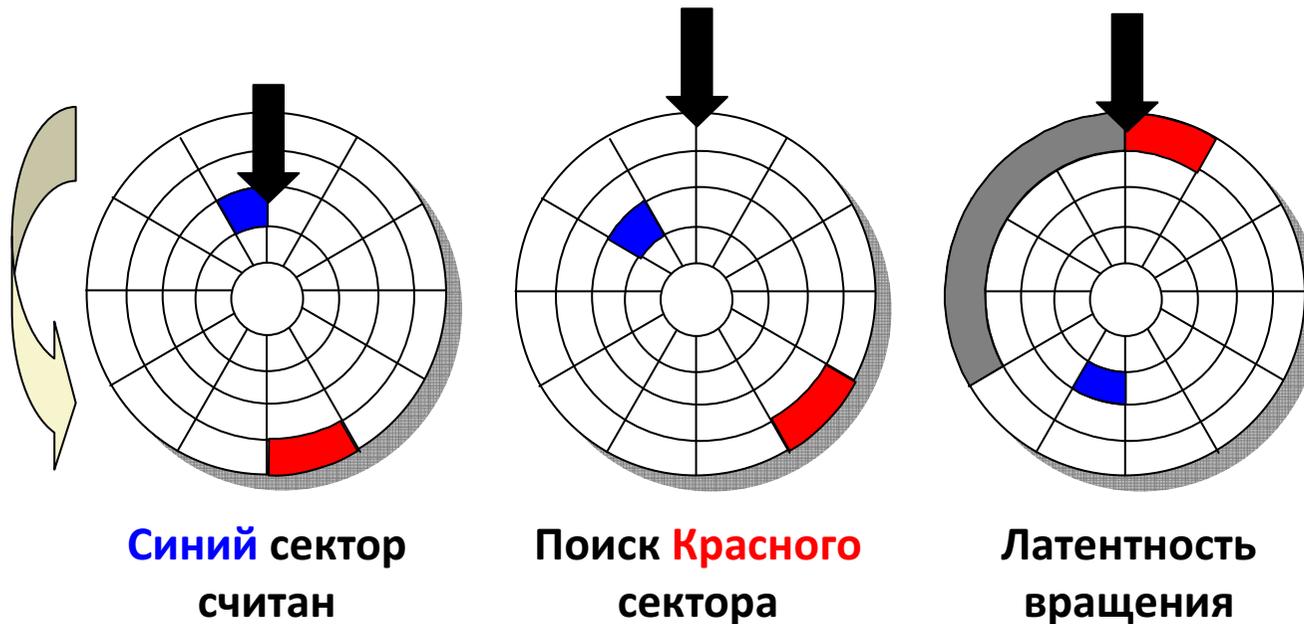
Поступил запрос на чтение красного
сектора

Disk Доступ к диску – Поиск



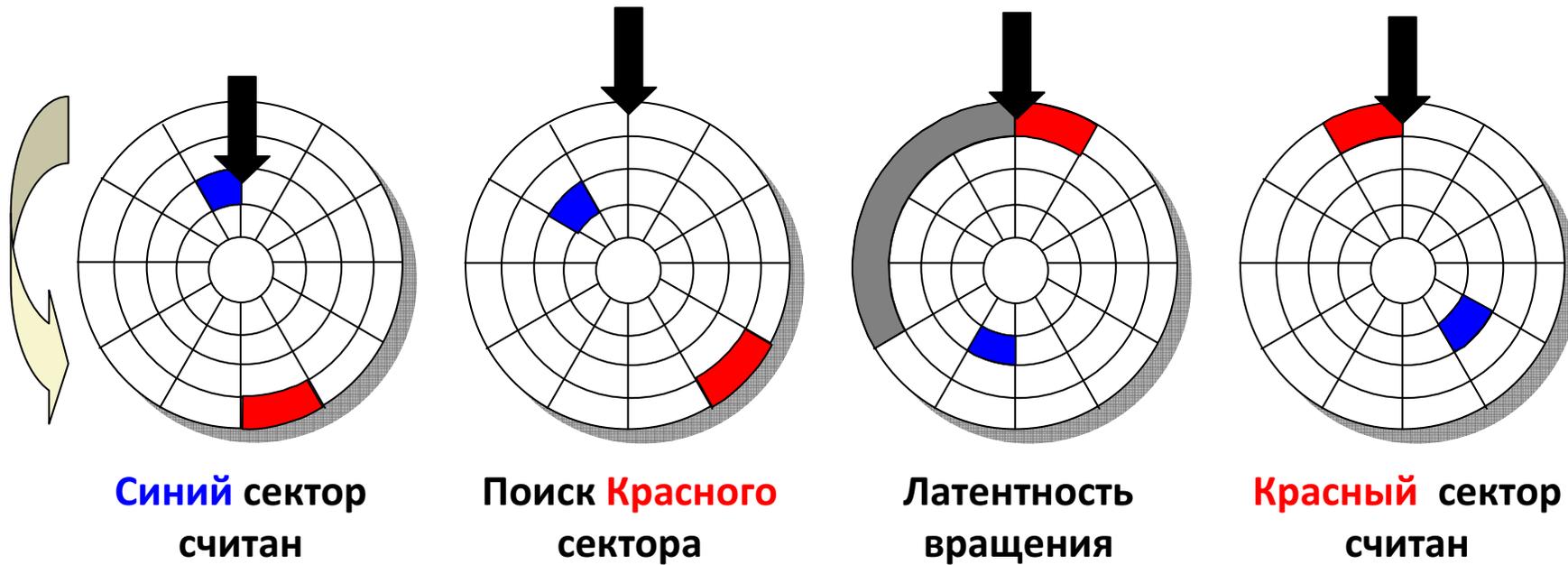
Ищем дорожку на которой расположен красный сектор

Доступ к диску – временная задержка из-за вращения



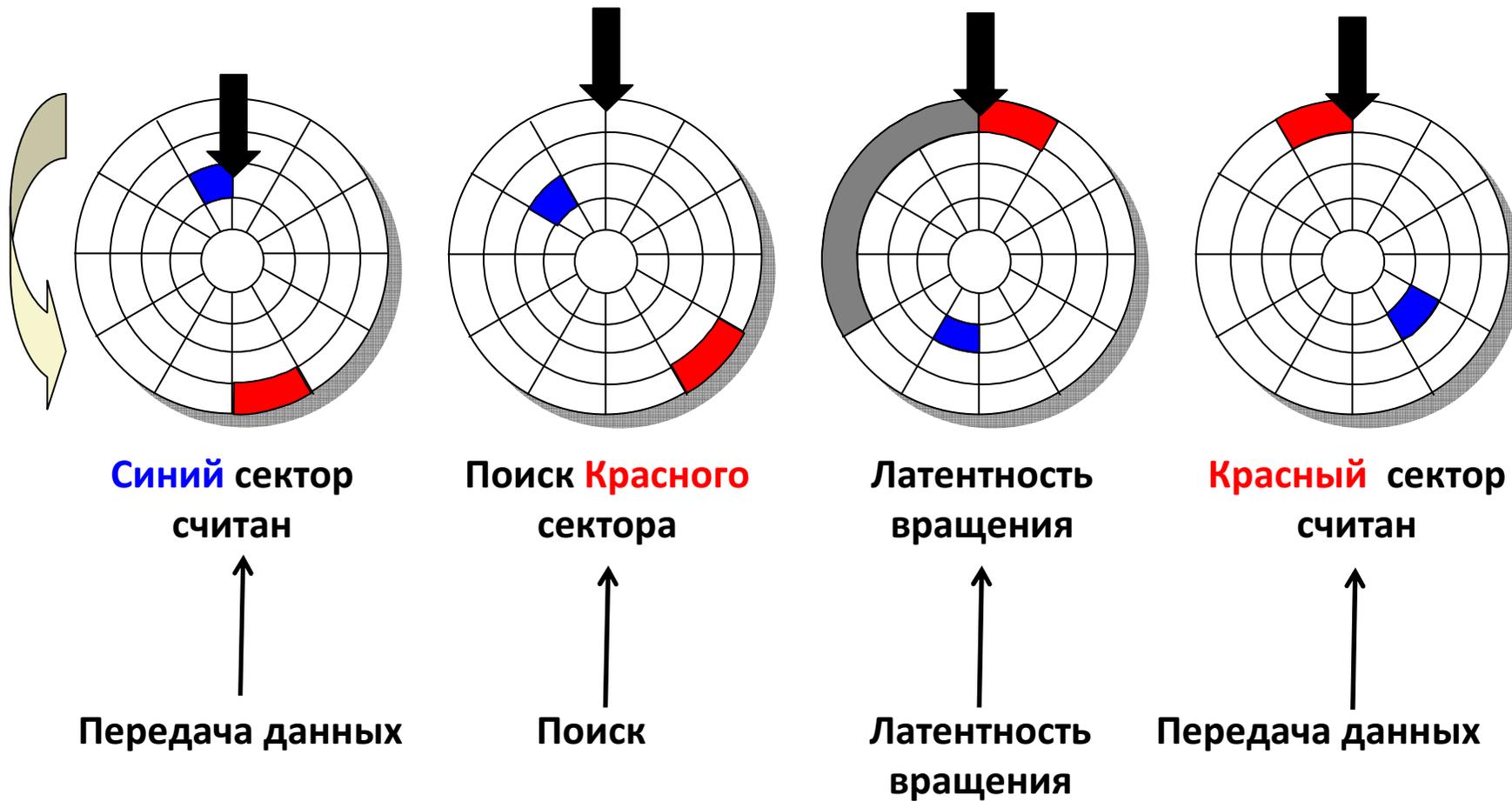
Вынужденное ожидание того момента, когда красный сектор достигнет считывающей головки

Доступ к диску – Чтение



Чтение красного сектора завершено

Доступ к диску – распределение времени



Время доступа к диску

- $T_{\text{доступа}} = T_{\text{ср. поиск}} + T_{\text{ср. вращения}} + T_{\text{ср. передача}}$
- **Время поиска** ($T_{\text{ср. поиск}}$)
 - Время, требуемое для перемещения считывающей головки в цилиндр, содержащий требуемый сектор.
 - Как правило $T_{\text{ср. поиск}}$ занимает 3—9 мс.
- **Латентность вращения** ($T_{\text{ср. вращения}}$)
 - Время ожидания момента, когда первый бит запрашиваемого сектора достигнет считывающей головки.
 - $T_{\text{ср. вращения}} = 1/2 \times 1/\text{RPM} \times 60 \text{ с} / 1 \text{ мин}$
 - Типичная скорость вращения – 7200 RPM. $T_{\text{ср. вращения}} \approx 4 \text{ мс}$.
- **Время передачи** ($T_{\text{ср. передача}}$)
 - Время чтения содержимого сектора.
 - $T_{\text{ср. передача}} = 1/\text{RPM} \times 1/(\text{ср. \# секторов на дорожке}) \times 60 \text{ с./1 мин}$.

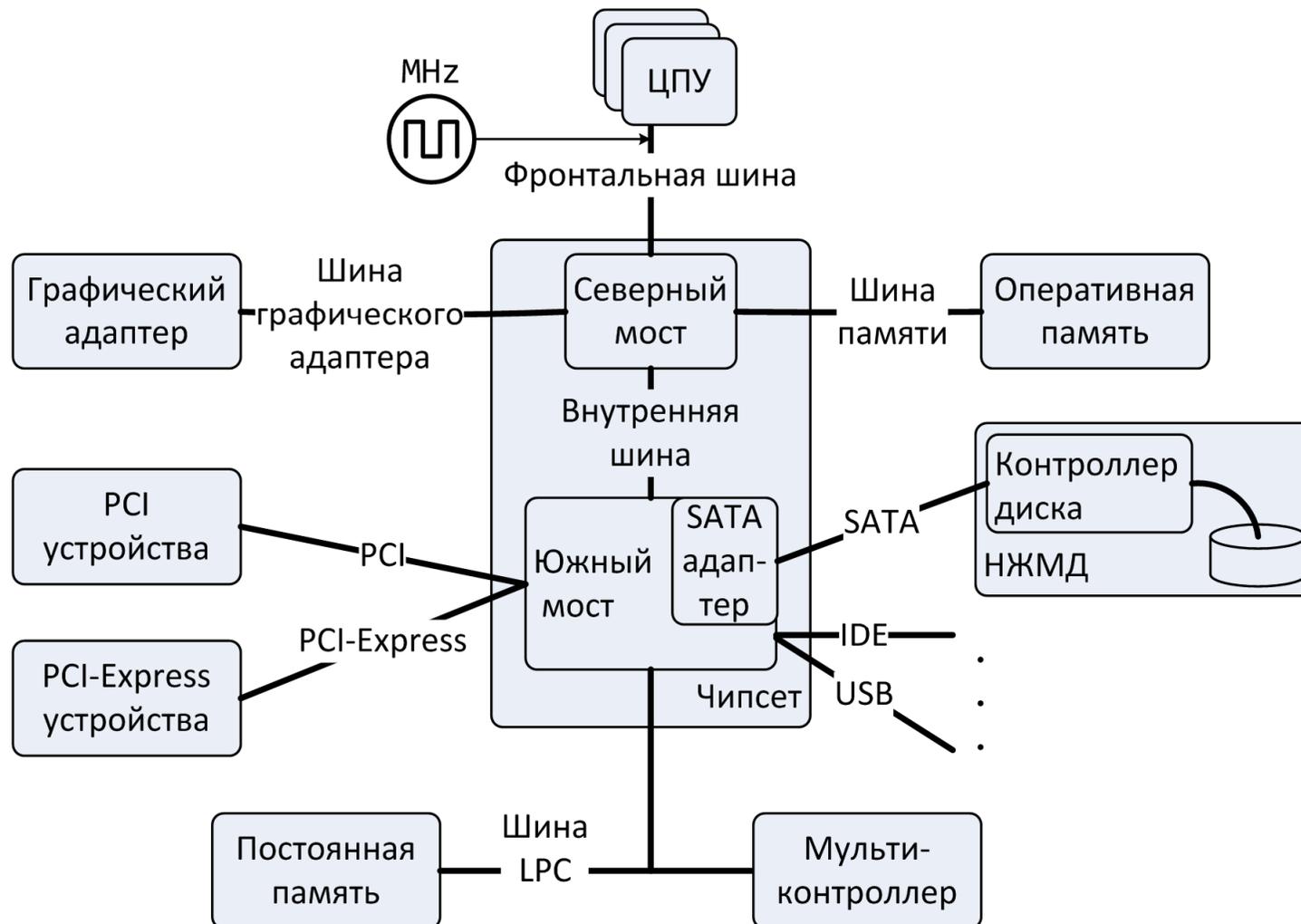
Пример оценки времени доступа

- Исходные характеристики:
 - Скорость вращения = 7,200 RPM
 - Среднее время поиска = 9 мс.
 - Среднее # секторов на дорожке = 400.
- Оцениваем слагаемые и общую сумму:
 - $T_{\text{ср. вращения}} = 1/2 \times (60 \text{ с}/7200 \text{ RPM}) \times 1000 \text{ мс} = 4 \text{ мс}.$
 - $T_{\text{ср. передача}} = 60/7200 \text{ RPM} \times 1/400 \text{ с/дорожка} \times 1000 \text{ мс} = 0.02 \text{ мс}$
 - $T_{\text{доступа}} = 9 \text{ мс} + 4 \text{ мс} + 0.02 \text{ мс}$
- Выводы:
 - Время передачи существенно меньше остальных слагаемых.
 - Считать первый бит из сектора – «дорогая» операция, считывание остальных битов – «дешево».
 - Время доступа SRAM ≈ 4 нс для двойного слова, DRAM ≈ 60 нс
 - Диск медленнее SRAM в 40,000 раз, и ...
 - ... в 2,500 раз, чем DRAM.

Логические блоки

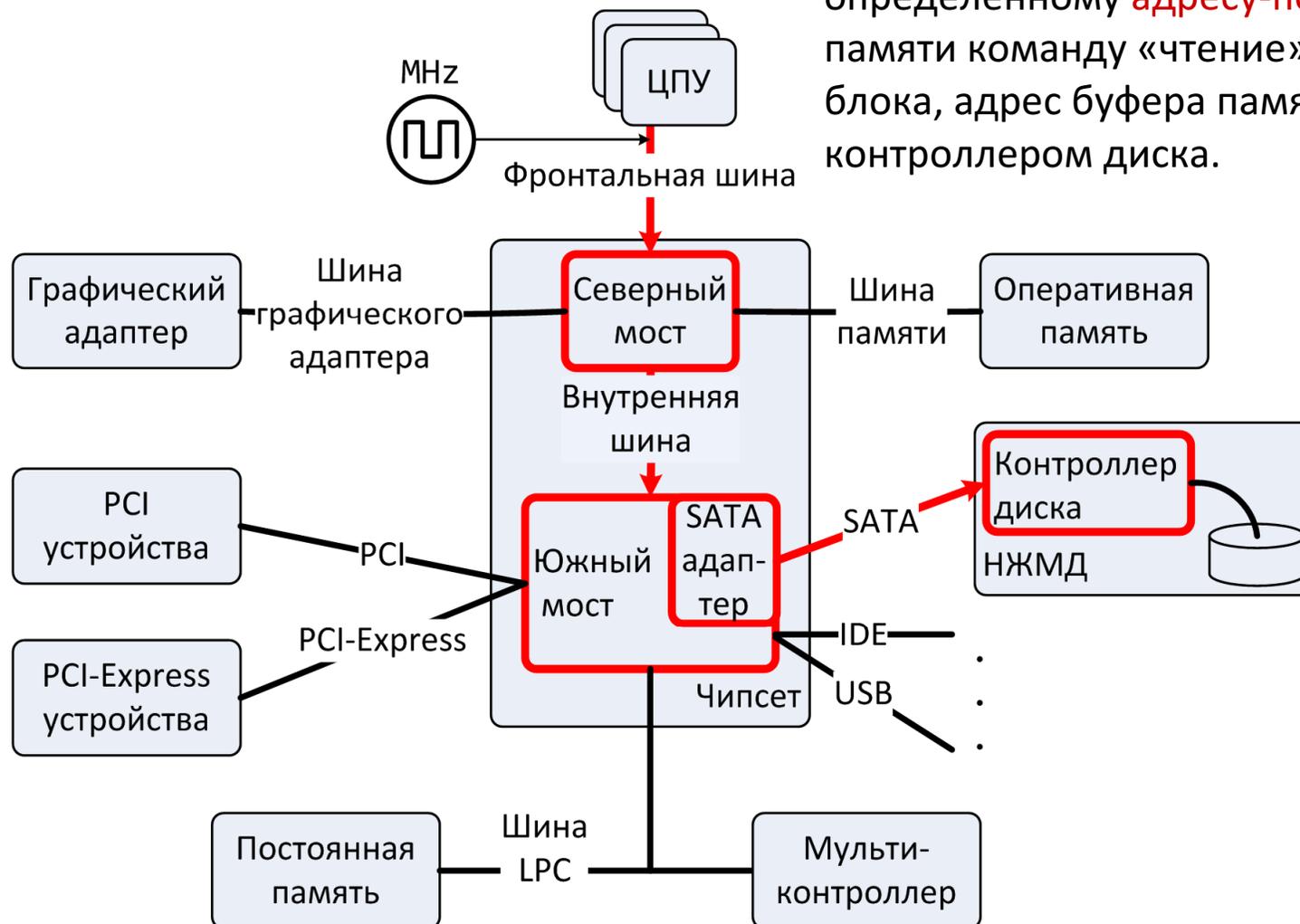
- Более простой метод обращения к данным:
 - Сектора рассматриваются как последовательность **логических блоков** (0, 1, 2, ...)
- Соответствие между логическими блоками и (физическими) секторами
 - Отображение поддерживается аппаратурой + «прошивкой» – контроллером диска.
 - Номер логического блока → (поверхность, дорожка, сектор).
- Защита от выхода из строя отдельных цилиндров. Каждая зона записи содержит запасные цилиндры.
 - Размер диска после форматирования становится ощутимо меньше.

SATA: шина ввода/вывода



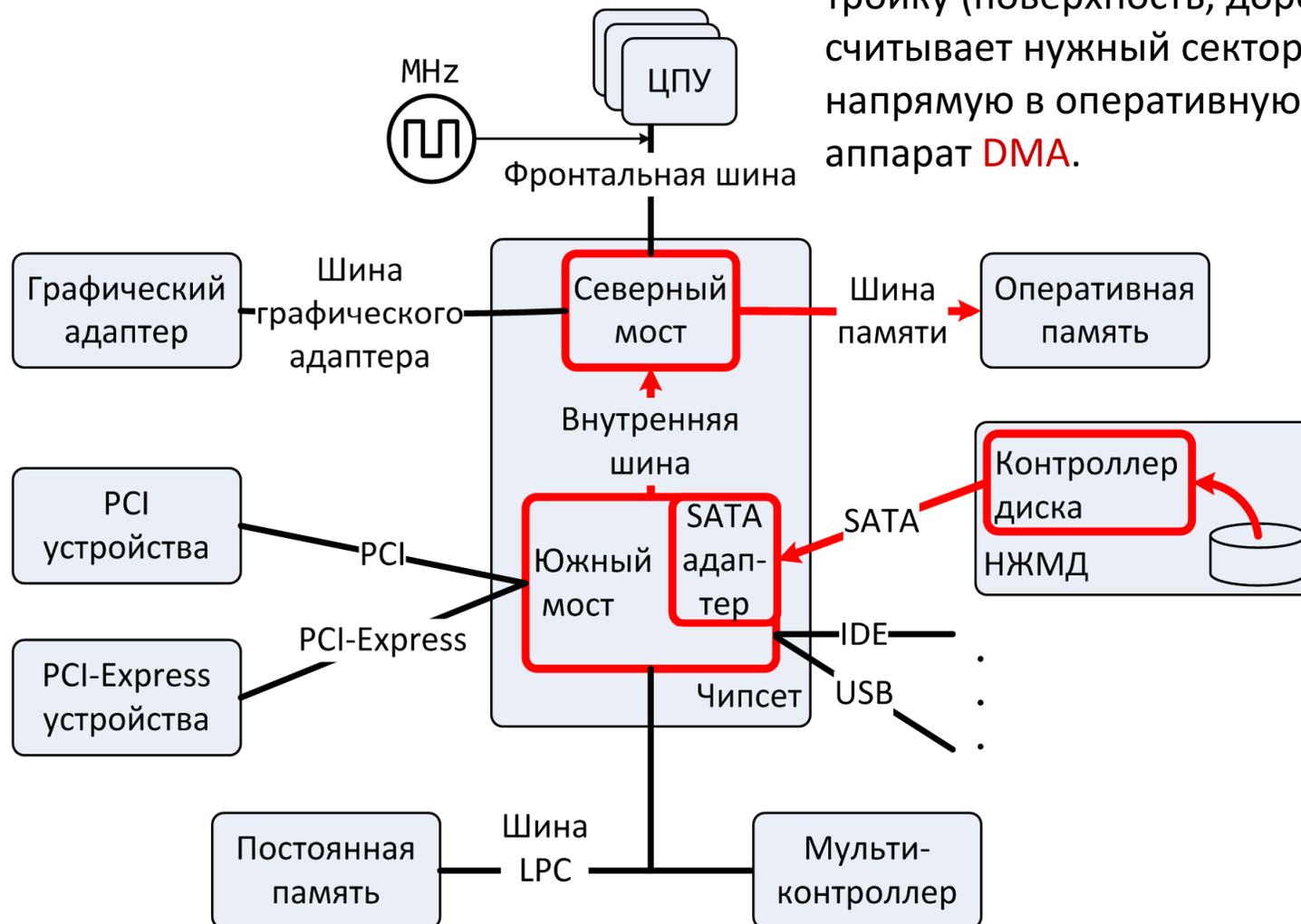
Чтение сектора (1)

ЦПУ запускает чтение диска, записав по определенному **адресу-порту** оперативной памяти команду «чтение», номер логического блока, адрес буфера памяти. Порт связан с контроллером диска.



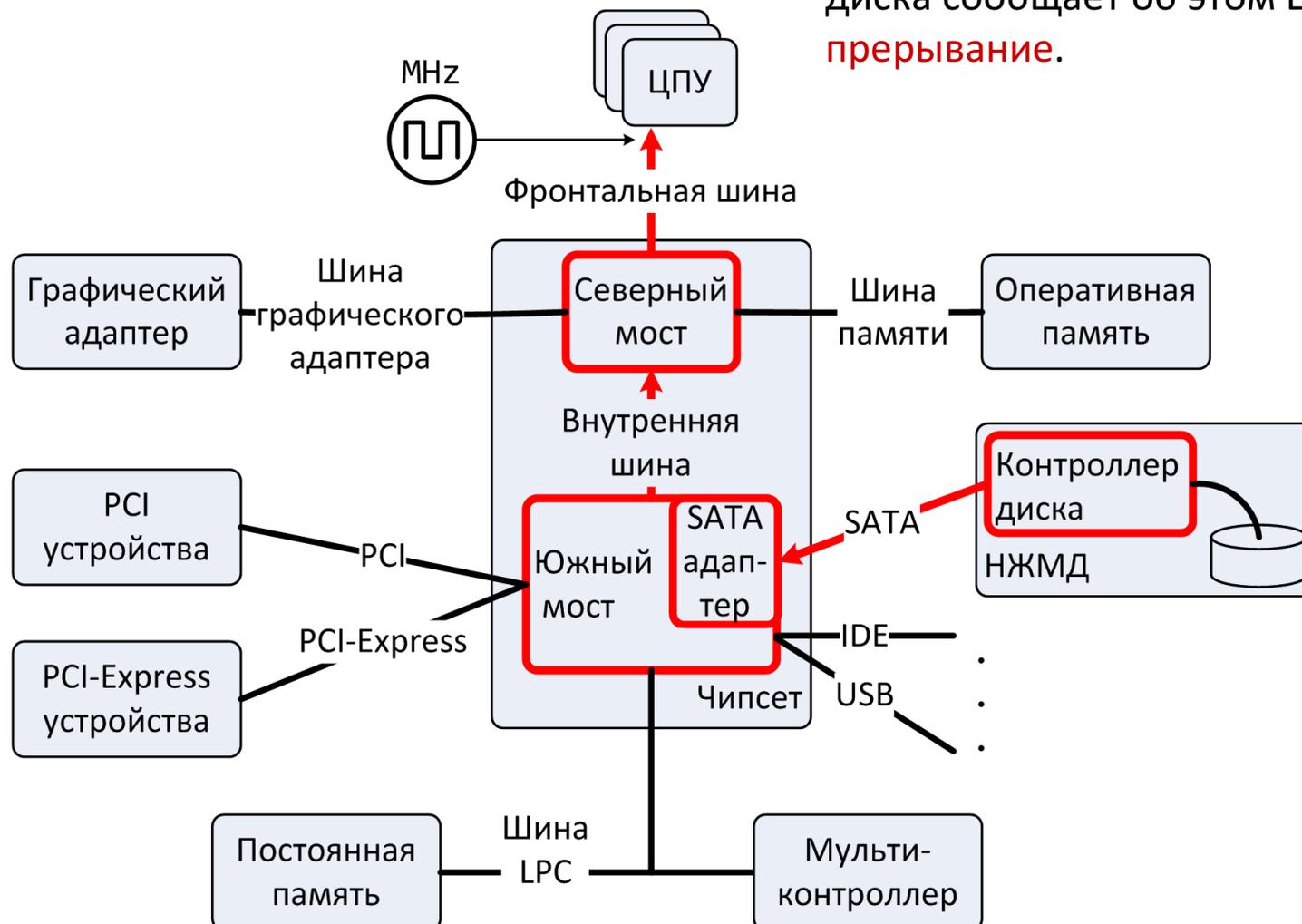
Чтение сектора (2)

Контроллер диска преобразует номер блока в тройку (поверхность, дорожка, сектор), считывает нужный сектор и передает его напрямую в оперативную память, используя аппарат **DMA**.



Чтение сектора (3)

Когда **DMA-трансферт** закончен, контроллер диска сообщает об этом ЦПУ, вызывая **прерывание**.



Port IO vs. Memory Mapped IO

- Port IO: помимо пространства памяти вводится дополнительное пространство портов ввода/вывода
 - Работа с периферией: команды in и out
 - Все данные проходят через ЦПУ
 - Удобно при небольшом размере памяти
- Memory Mapped IO: все управляющие регистры устройств отображаются на определенные адреса оперативной памяти
 - Требуется программировать контроллер памяти/северный мост
 - Перекрытая память не используется
 - Существенно более высокая производительность