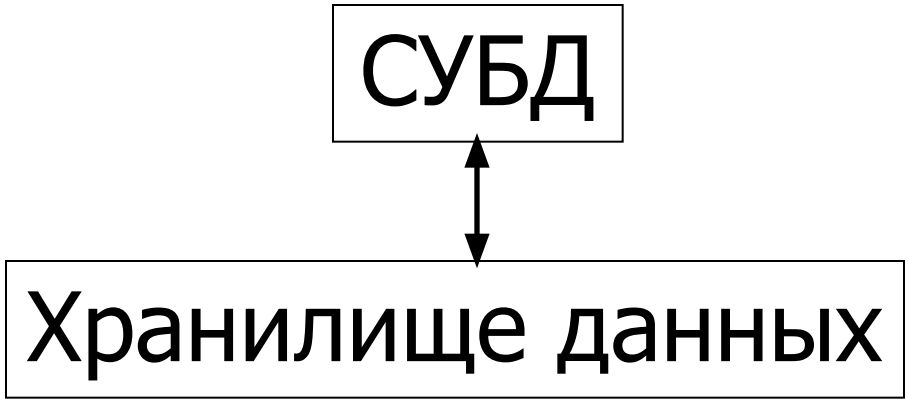
Принципы построения и работы баз данных

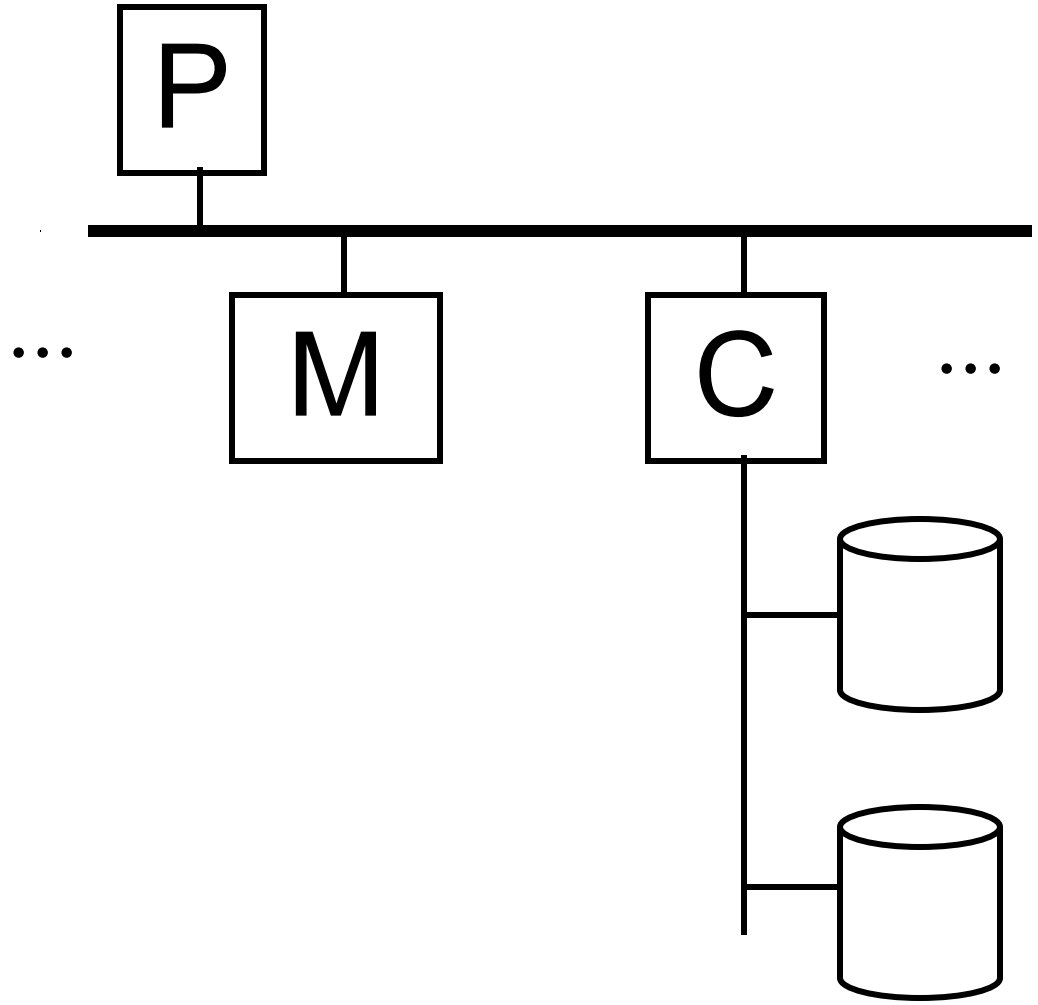
Тема **02: Технические средства и их характеристики**

Основные вопросы

- Оборудование: Дисковая память
- Время доступа
- Пример - Megatron 747
- Оптимизация
- Другие вопросы:
  - Стоимость памяти
  - Использование вторичной памяти
  - Сбои дисков

Оборудование





Типичный компьютер

Вторичная память

Процессор

Быстрый, медленный, RISC/CISC,
со встроенным кэшем, конвейерный,...
Speed: 100 → 500 → 1000 MIPS

Оперативная память

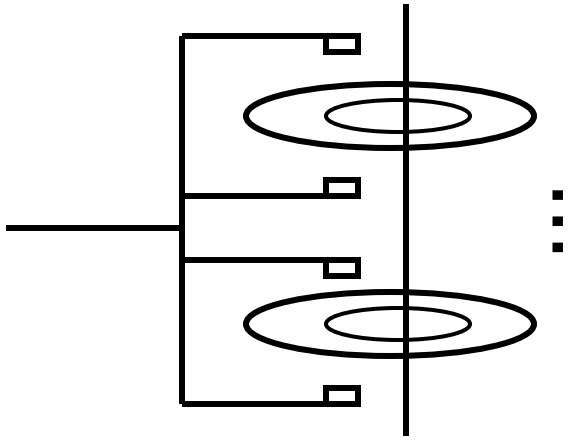
Быстрая, медленная, энергонезависимая,
только для чтения (ROM),...
Время доступа: 10^{-6} → 10^{-9} sec.
1 μs → 1 ns

Вторичная память

Несколько видов:

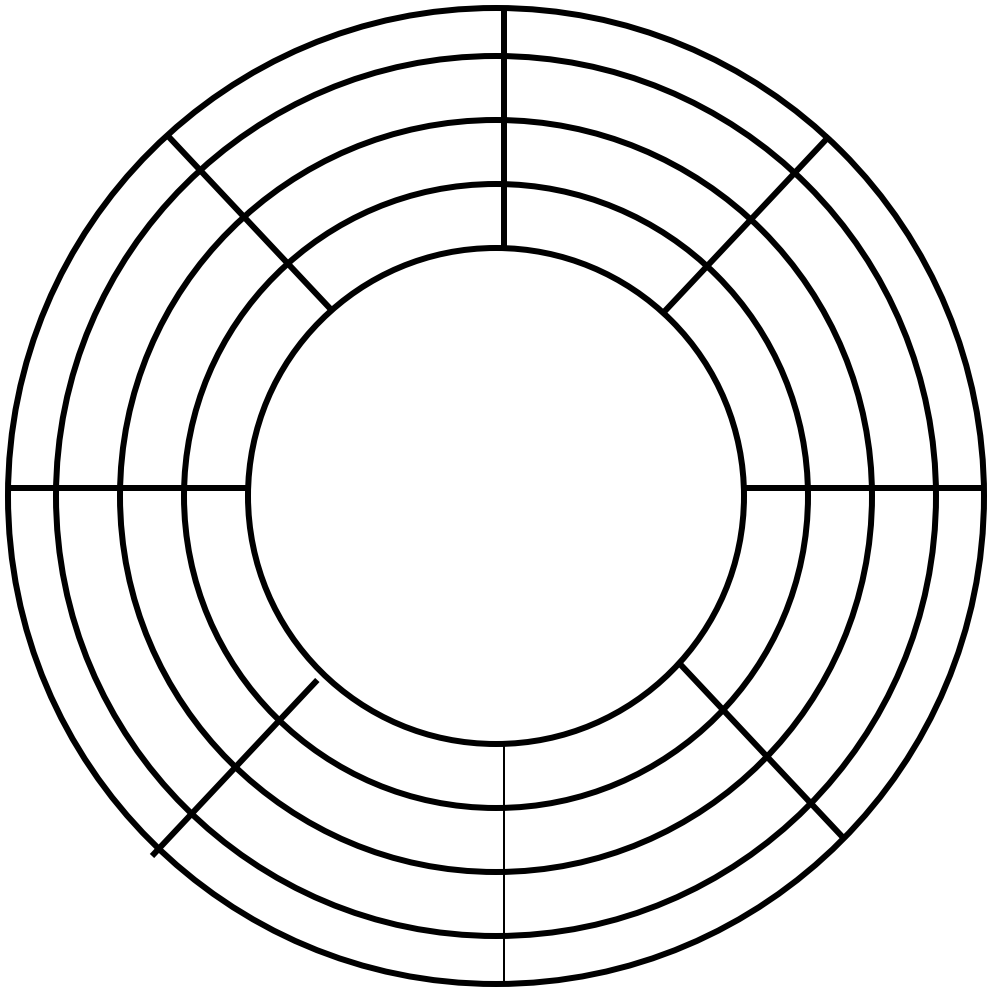
- Диск: Сменные (жесткие, мягкие)
  - Сменные пакеты
  - Обычные жесткие диски с произвольным доступом
  - Оптические, CD-ROM
  - Дисковые массивы
- Ленты: катушечные, кассетные
- Роботизированные хранилища

Основное внимание: “Типичный диск”



Термины: поверхность, головка,
цилиндр, дорожка,
сектор (физический),
блок (логический), промежуток,

Вид сверху



“Типичные” значения

Диаметр: 1 дюйм → 15 дюймов

Цилиндров: 100 → 2000

Поверхностей: 1 (CDs) →

(дор./цил.) 2 (флоппи) → 30

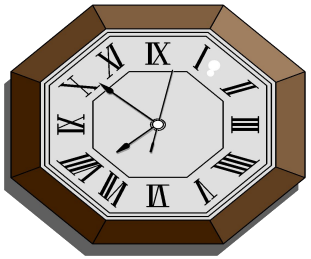
Размер сектора: 512B → 50K

Общая емкость: 360 KB (флоппи)

→ 120 GB

Время доступа

Запрос
на блок X

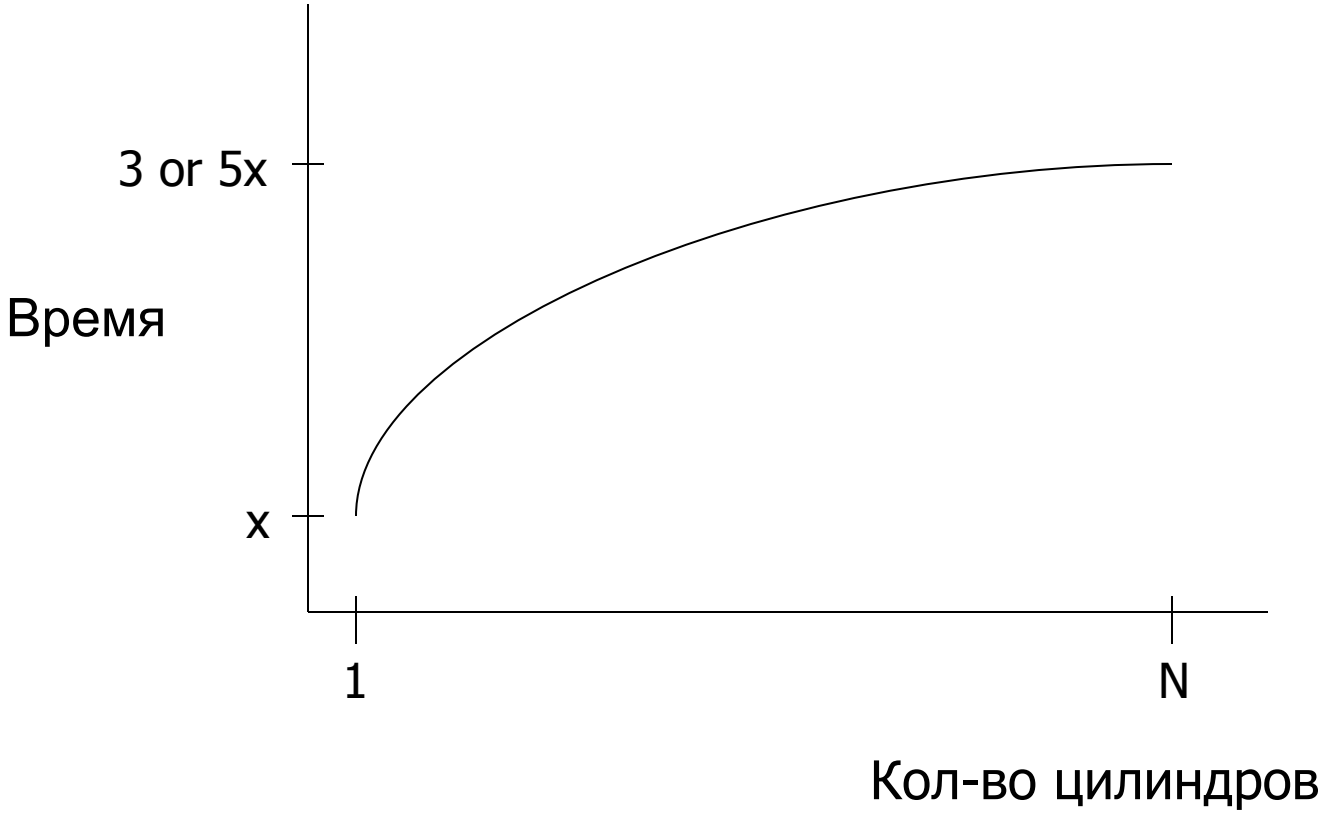


Блок X в
оп.памяти

?

Время = перемещение головок +
задержка вращения +
передача блока +
другое

Перемещение головок (время поиска)

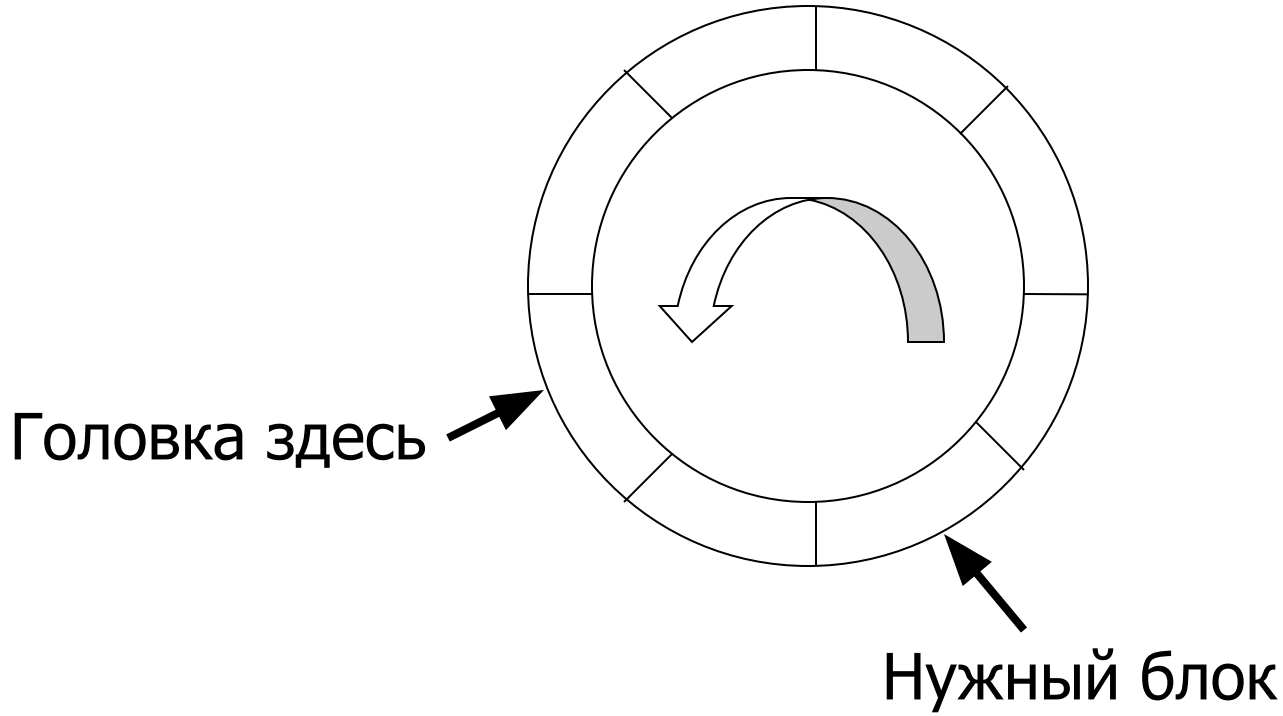


Среднее время поиска

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{N} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} \text{SEEKTIME}\ (i \rightarrow j)}{N(N-1)}$$

"Типичное" S: 5 мсек → 20 мсек

Задержка вращения



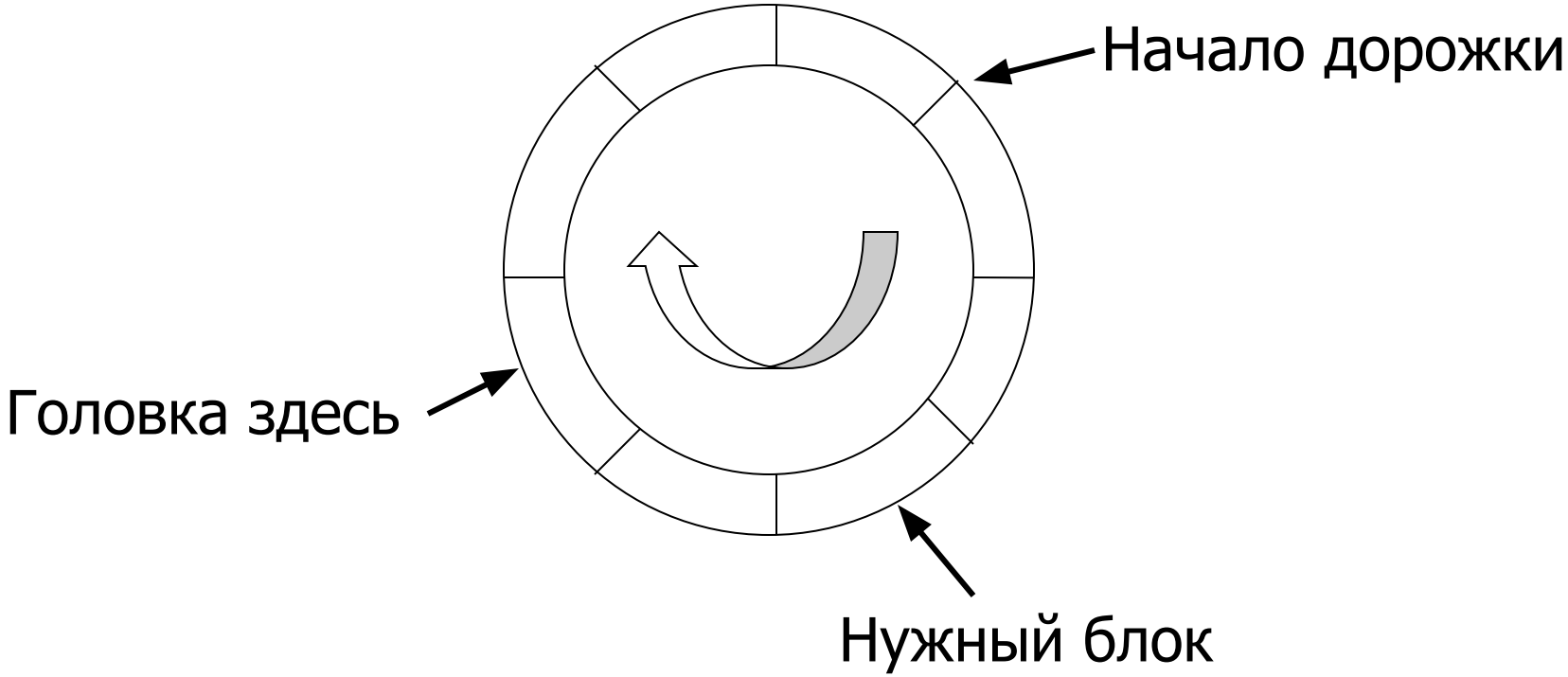
Средняя задержка вращения

R = 1/2 оборота диска

“типичное” R = 4.167 мсек (7200 об/мин)

Дополнительная сложность

- необходимо определить начало дорожки прежде, чем можно читать нужный блок



Скорость передачи: t

- “типичное” t: 60 → 100 MB/сек
- время передачи: $\frac{\text{размер блока}}{t}$

Другие задержки

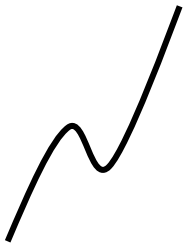
- ожидание доступности процессора для выдачи команды I/O
- ожидание доступности контроллера
- ожидание доступности шины, памяти

“Типичные” значения : 0

- До сих пор речь шла о произвольном (случайном) доступе
- Что изменится при чтении “следующего” блока?

При эффективной организации I/O
(двойной буферизации и других приемах)

Время получения = размер блока + пренебрежимо
блока t малое время



- пропустить промежуток
- перейти на другую дорожку цилиндра
- время от времени перейти на
следующий цилиндр

Главное правило Произвольный (случайный) доступ гораздо медленнее последовательного

- Пример: 1 KB Block
  - » случайный I/O: ~ 10 мсек.
  - » последовательный I/O: ~ 0.5 мсек.

Время записи то же, что и время чтения

За исключением записи с проверкой!
надо добавить (полный) оборот +

$$\frac{\text{размер блока}}{t}$$

Для модификации блока:

(a) прочитать блок

(b) модифицировать в памяти

(c) записать блок

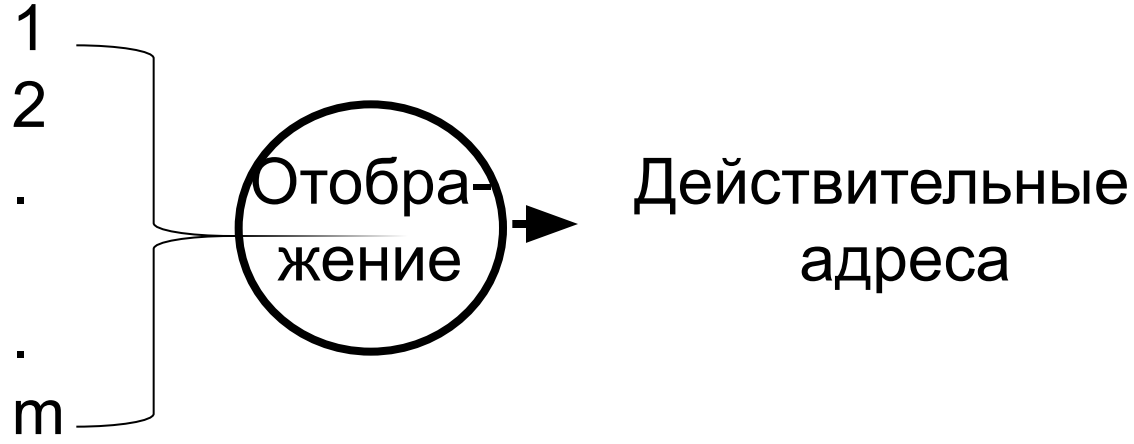
[(d) проверить?]

Адрес блока:

- Номер устройства
- Номер цилиндра
- Номер поверхности
- Номер сектора

Осложнения: дефектные блоки

- Сложно обрабатывать
- Может программно отображаться на последовательность целых чисел



Пример

Megatron 747 диск (устаревший)

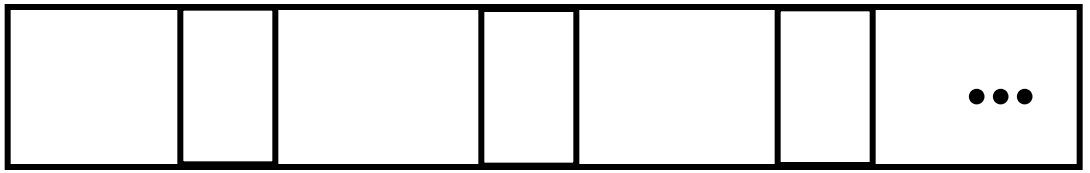
- Диаметр 3.5 дюйма
- 3600 об/мин
- 1 поверхность
- 16 MB полезная емкость (16 X 2^{20})
- 128 цилиндров
- Время поиска: среднее = 25 мсек.
  соседний цилиндр = 5 мсек.

- Размер сектора = 1 KB = 1 блок
- 10% дорожки составляют межблочные промежутки
- емкость = 16 MB = $(2^{20})16 = 2^{24}$
- число цилиндров = 128 = 2^7
- байт/цил. = $2^{24}/2^7 = 2^{17}$ = 128 KB
- блок/ цил. = 128 KB / 1 KB = 128

3600 об/мин 60 оборотов / сек

1 об. = 16.66 ms

Дорожка:



Время над полезными данными: (16.66)(0.9) = 15 мсек.
Время над промежутками: (16.66)(0.1) = 1.66 мсек.
Время передачи 1 блока = 15/128 = 0.117 мсек.
Время перед.1 блока+промеж. = 16.66/128 = 0.13мсек.
Макс.скорость передачи = 1/0.117 = 8.53 блок/мсек =
8.53*1KB*1000мсек/сек*1MB/1024KB = 8.33MB/сек
Реальная скорость передачи (дорожки – 128KB за 16.66 мсек) = 128/16.66 = 7.68 KB/мсек = 7.5MB/сек

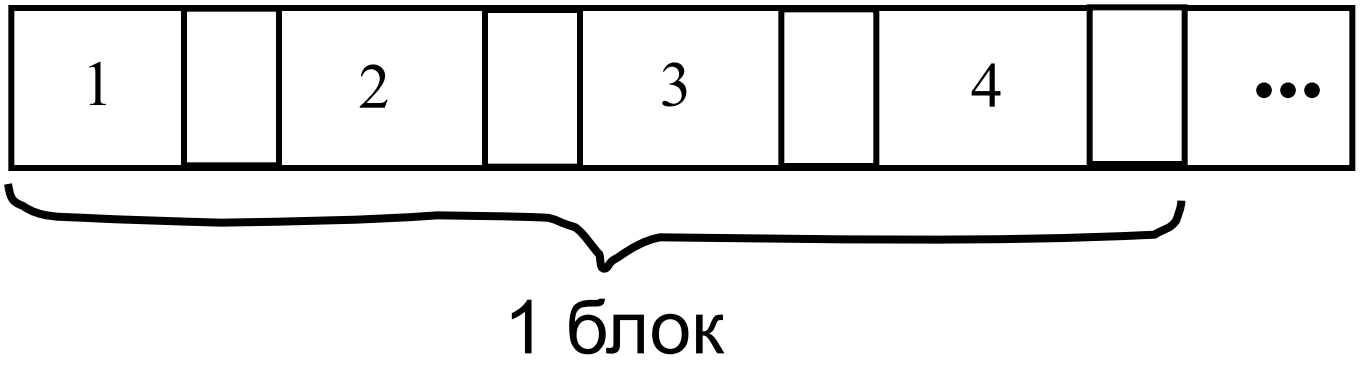
T_1 = Время чтения случайного блока

T_1 = поиск + задержка вращения + передача блока

= 25 + (16.66/2) + .117 = 33.45 мсек.

предполагая, что мы не ждем начала дорожки

Допустим, что ОС работает с блоками размером 4 KB



T4 = 25 + (16.66/2) + (.117) x 1
+ (.130) X 3 = 33.83 мсек

[Сравните с T1 = 33.45 ms]

TT = Время чтения всей дорожки (начиная с любого блока)

$$TT = 25 + (0.130/2) + 16.66^{*} = 41.73 \text{ ms}$$

попасть на начало первого блока

* На самом деле несколько меньше; не нужно читать последний промежуток

Новый Megatron 747 (Пример 11.3)

- 2^4 = 16 поверхностей, 3.5 дюйма диаметр
  - используется только внешний 1 дюйм
- 2^{14} = 16384 дорожек/поверхность
- 2^7 = 128 (в среднем) секторов/дорожку
- 2^{12} = 4096 байт/сектор
- 2^{37} = 128GB – общая емкость
- 2^{19} = 512KB – емкость 1 дорожки
- если все дорожки по 128 секторов, то
  - плотность самой внешней дорожки ~ 420000 бит/дюйм
  - плотность самой внутр. дорожки ~ 990000 бит/дюйм
- Если число секторов увел. с 96 (на внутр.) до 160 (на внеш.), то плотность вырастет с 530000 до 742000 бит/дюйм
- Скорость вращения – 7200 об/мин

Временные характеристики нового Megatron 747 (Пример 11.5)

- Допустим, что для разгона и остановки блока головок требуется 1 мсек плюс 1 мсек на движение на 1000 цилиндров(в ту или другую сторону)
- Максим. время поиска 1+16.383 = 17.383 мсек
- Время полного оборота = 60/7200 = 0.00833 сек
- Угл. радиус 16384-байт блока 36*3/128+324*4/128 = 10.97
- Время чтения 16384-байт блока:
  - Мин.: 10.97/360*8.33 = 0.25 мсек (без задержки вращ.)
  - Max: 17.38+8.33+0.25 = 25.96 мсек
  - Среднее: 1+ 5.641+4.17+0.25 = 10.88 мсек

  (5641 – среднее кол-во цилиндров между 2 случайными)

Способы оптимизации (контроллер,ОС)

- Алгоритмы упорядочения
  - Например, алгоритм «лифта»
- Использование буфера размера дорожки диска (или более)
- Предварительное чтение блока (до запроса)
- Дисковые массивы
- Зеркальные диски

Двойная буферизация

Задача: Имеется файл

Последовательность блоков B1, B2,...

Программа

Обработать B1

Обработать B2

Обработать B3

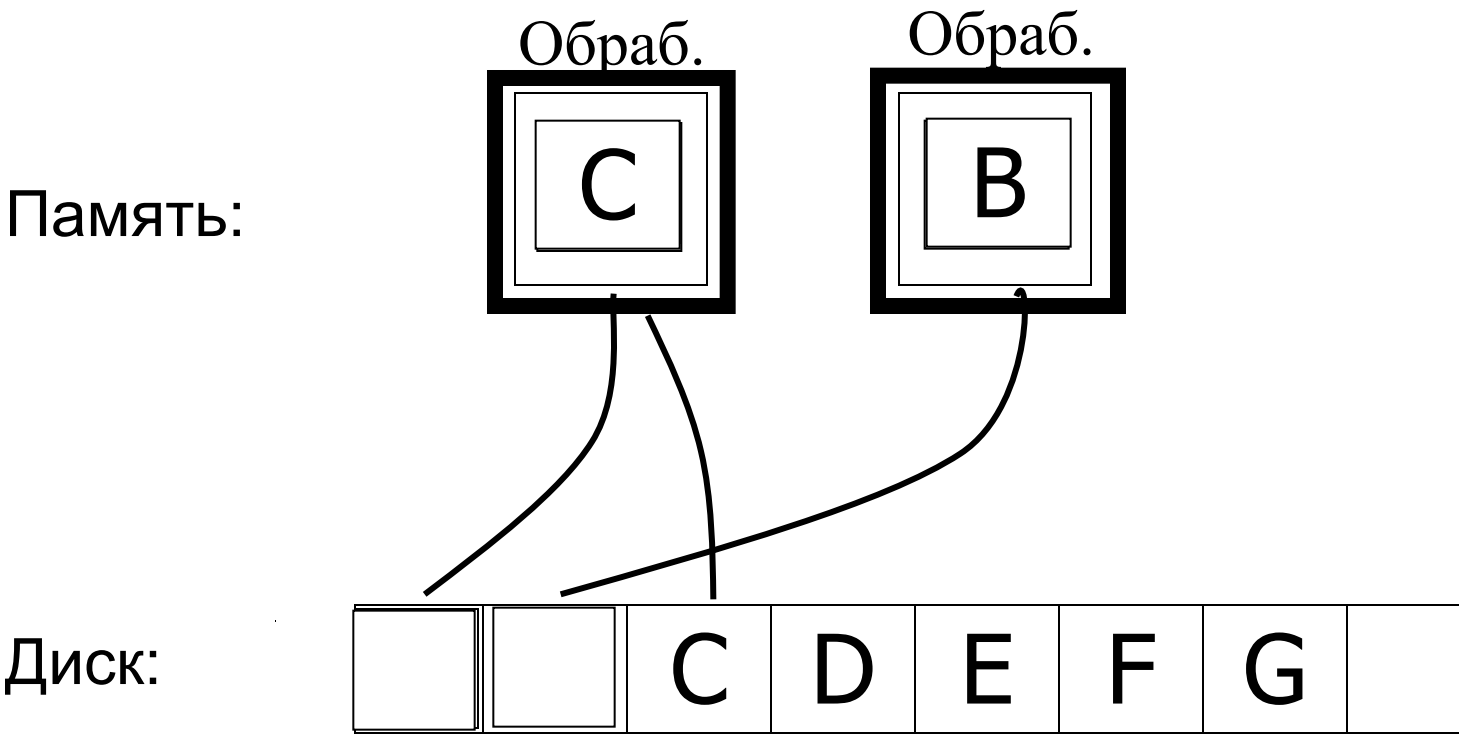
Использование одного буфера

(1) Читать B1 → Буфер
(2) Обработать данные в буфере
(3) Читать B2 → Буфер
(4) Обработать данные в буфере
...

Пусть P = время обработки 1 блока
R = время чтения 1 блока
n = кол-во блоков в файле

Время обработки с одним буфером = n(P+R)

Двойная буферизация



Пусть P ≥ R

P = время обработки 1 блока
R = время чтения 1 блока
n = кол-во блоков в файле

Каково время обработки?

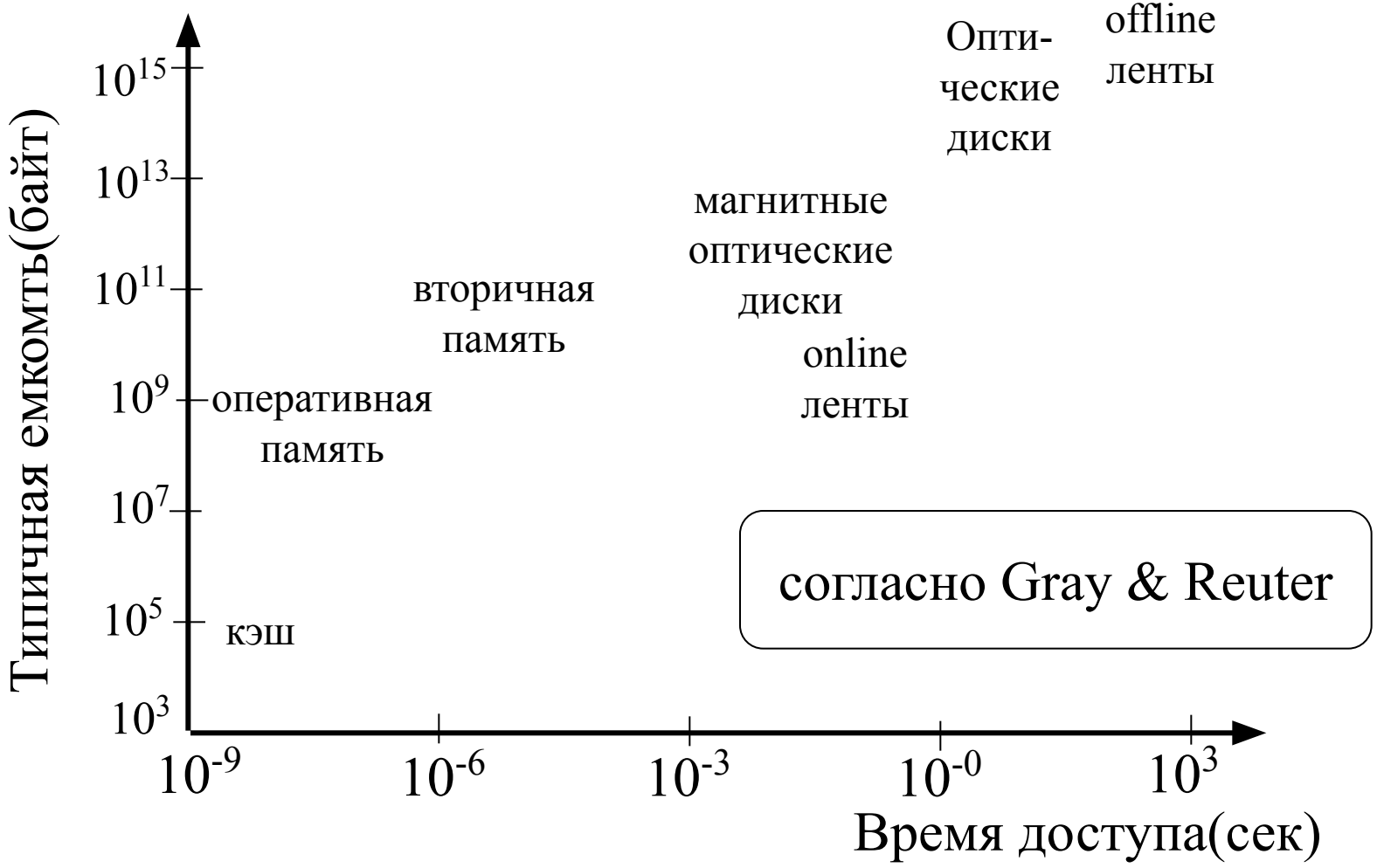
Время обработки с 2 буферами = n(P+R)
Время обработки с 1 буфером = n(P+R)

Выбор размера блока

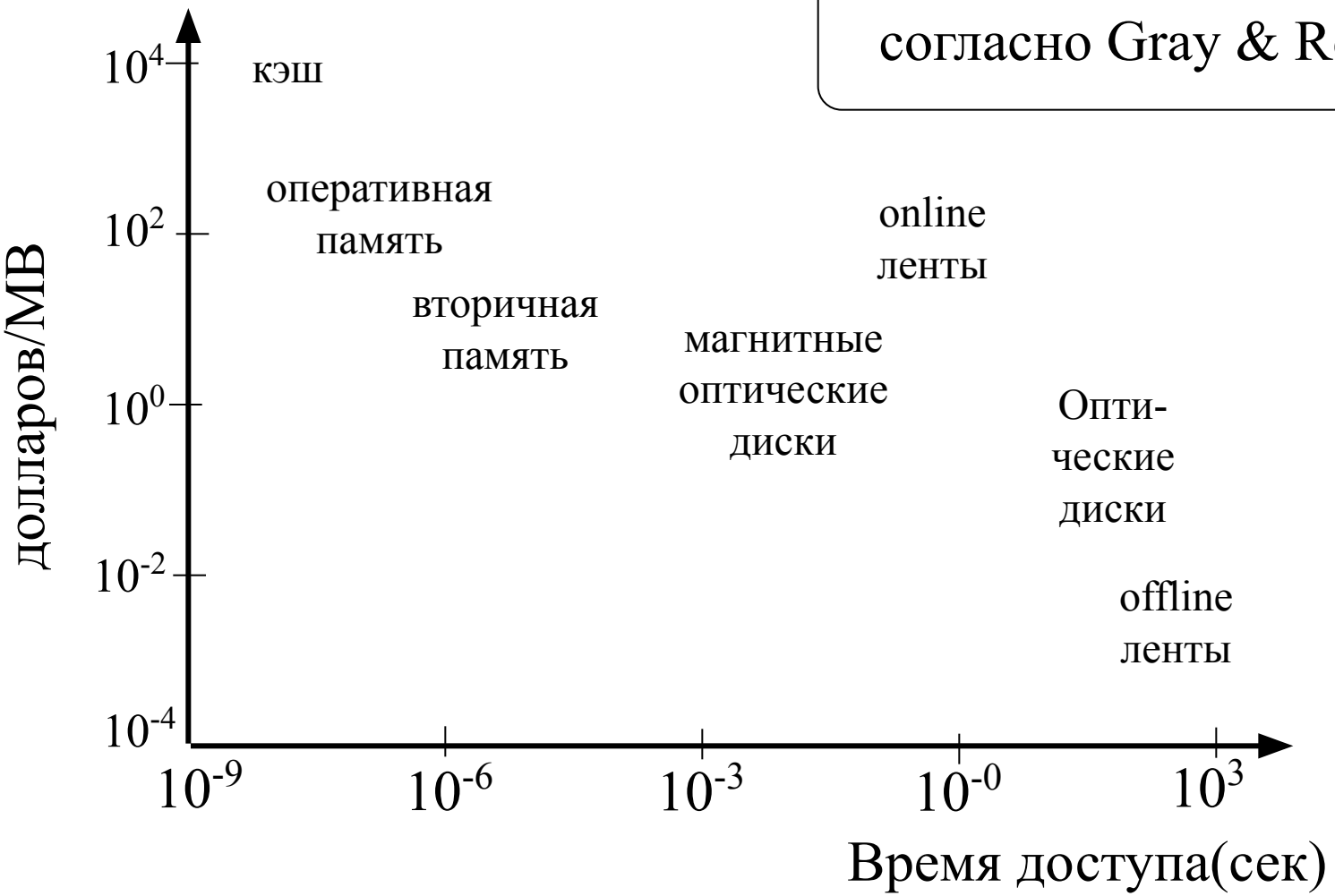
- Большой блок → уменьшает относительную стоимость I/O

- Большой блок ⇒ приходится читать много бесполезной информации, больше затраты на чтение
- Тенденция – по мере удешевления памяти размер блоков увеличивается

Стоимость памяти



Стоимость памяти



Эффективное использование вторичной памяти (Раздел 11.4)

- Пример: внешняя сортировка
- Зоключение:
  - Стоимость I/O доминирует
  - Необходимость розработки алгоритмов по-возможности уменьшающих I/O
- Каков должен быть размер блоков?

Сбои дисков (Раздел 11.6)

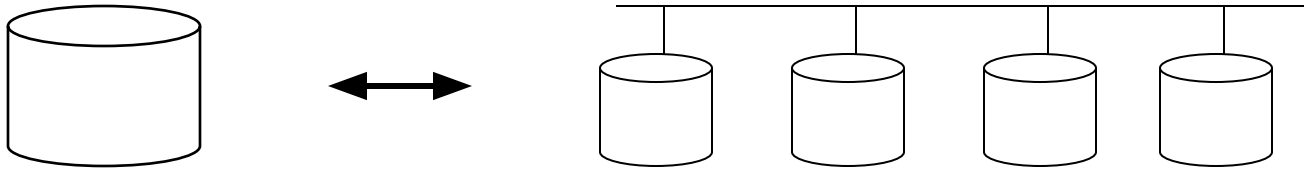
- Частичные → Полные
- Временные → Постоянные

Что делать в таких случаях?

- Детектирование
  - Например, используя контрольные суммы
- Коррекция
  - Использование избыточности

На каком уровне можно бороться со сбоями дисков?

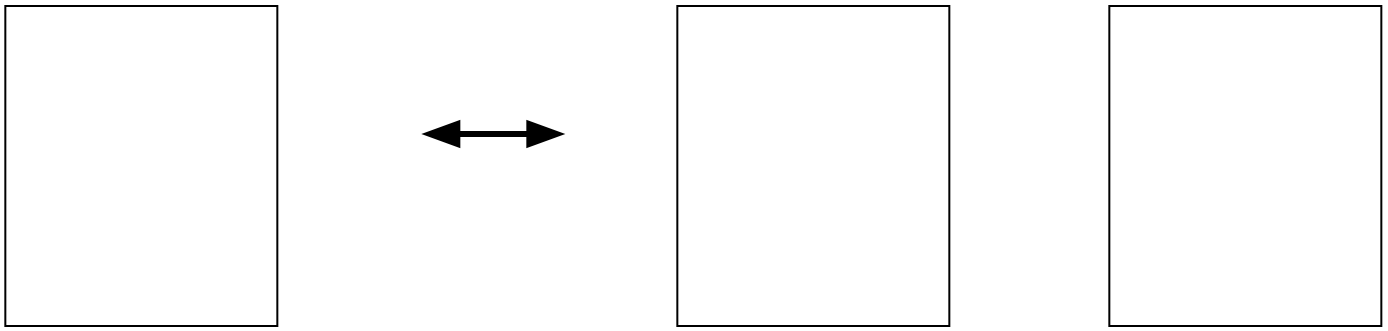
- Отдельный диск
  - Используя коды, корректирующие ошибки
- Дисковые массивы



Логический диск

Физические диски

Уровень ОС, дублирование данных



Логический блок Копия А Копия В

Системы баз данных

- Например,

Итог

- Вторичная память, в основном, дисковая
- Характеристики (время) I/O
- Операций I/O, по-возможности, лучше избегать, особенно случайных (запросы к отдельным случайным блокам в файле или БД).