Краткое содержание сегодняшнего материала

- Принцип черного ящика
- Организация памяти компьютера
- Как компьютер выполняет программу?
- Использование среды Keil

Принцип черного ящика

Чтобы пользоваться черным ящиком, не обязательно знать его внутреннее устройство

Инкапсуляция

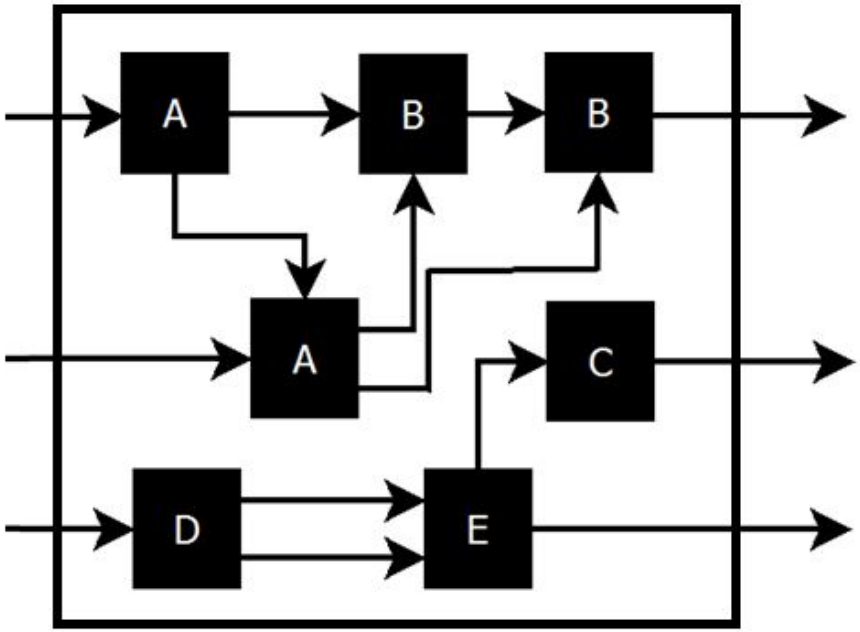
Чтобы пользоваться классом или библиотекой через интерфейс, необязательно понимать, как они реализованы

Магия

Как работает заклинание или ритуал? Просто работает! Причины не важны!

А что у черного ящика внутри?

Много черных



«Закон дырявых абстракций»

Все нетривиальные абстракции дырявы

(Дж. Спольски)

Следствие 1: единственный компетентный способ залатать эти дыры - выучить, как работают абстракции, и какие подробности они скрывают.

Следствие 2: абстракции экономят наше *рабочее* время, но не экономят *учебное* время.

Абстракции имеют ограниченную область применимости

Сложение скоростей в классической механике:

$$\vec{v_a} = \vec{v_r} + \vec{v_e}$$

Сложение скоростей в релятивистской механике:

$$\mathbf{v}_{rel} = \frac{v_1 + v_2}{1 + \frac{v_1 v_2}{c^2}}$$

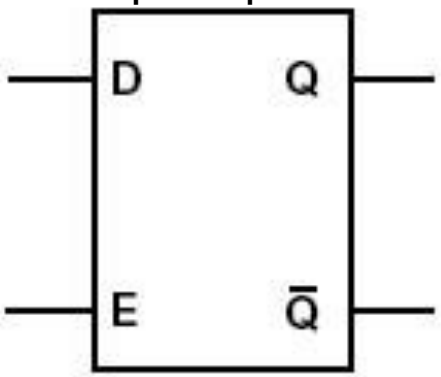
Как устроена память?

Позволяет хранить 1 бит информации:

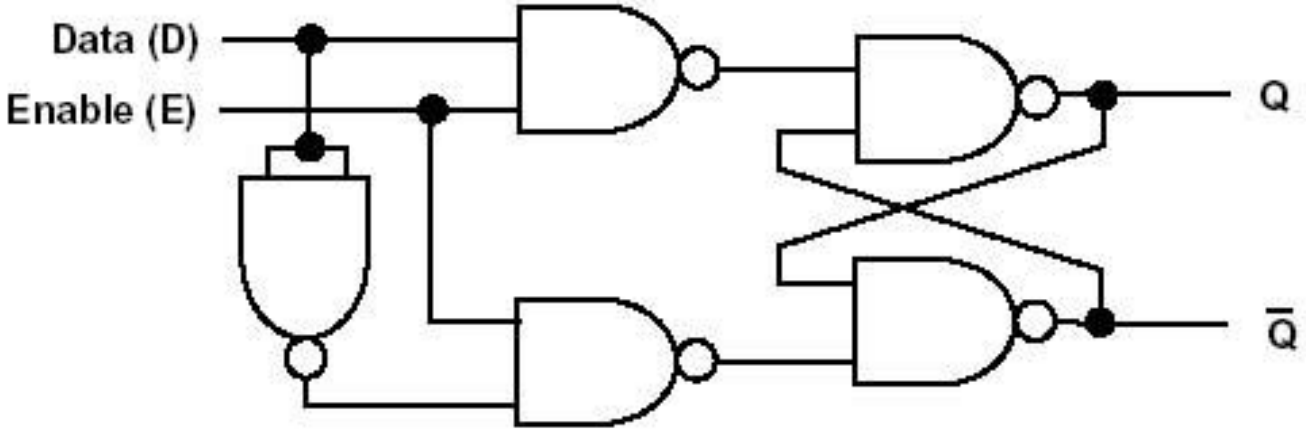
D – вход данных;
E – включение: триггер запоминает состояние входа D при логической единице на входе E

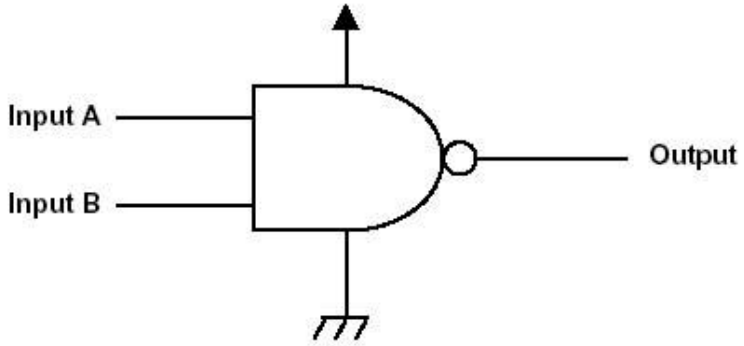
Q – прямой выход (совпадает с хранимым состоянием)
$\overline{Q}$ – инверсный выход (инверсия хранимого состояния)

D-триггер



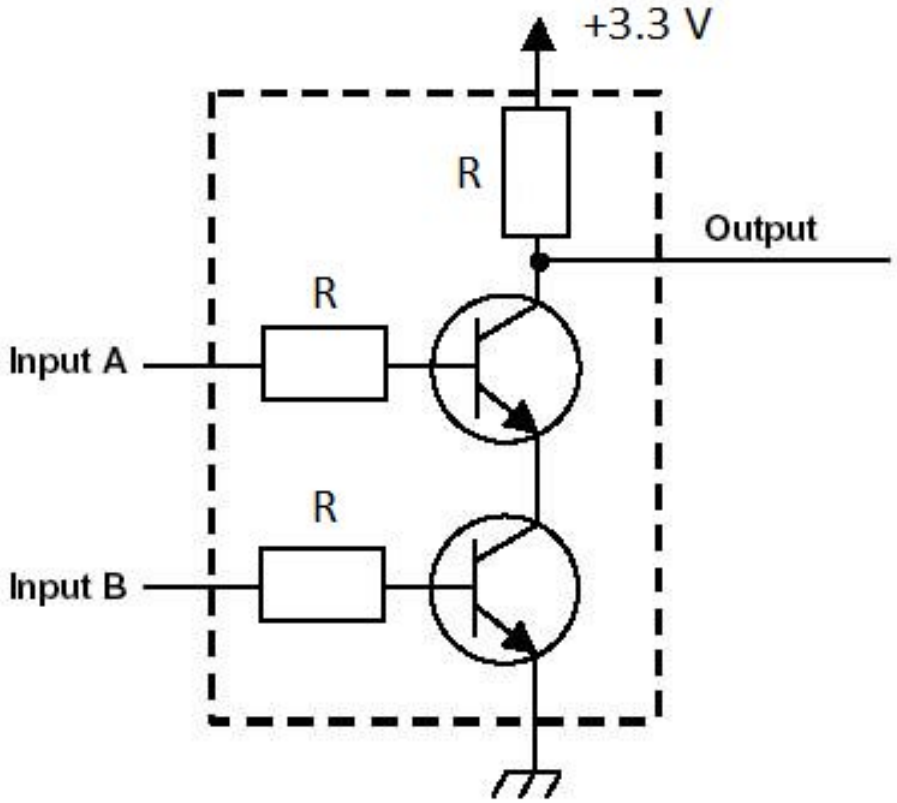
Как устроен D-триггер?





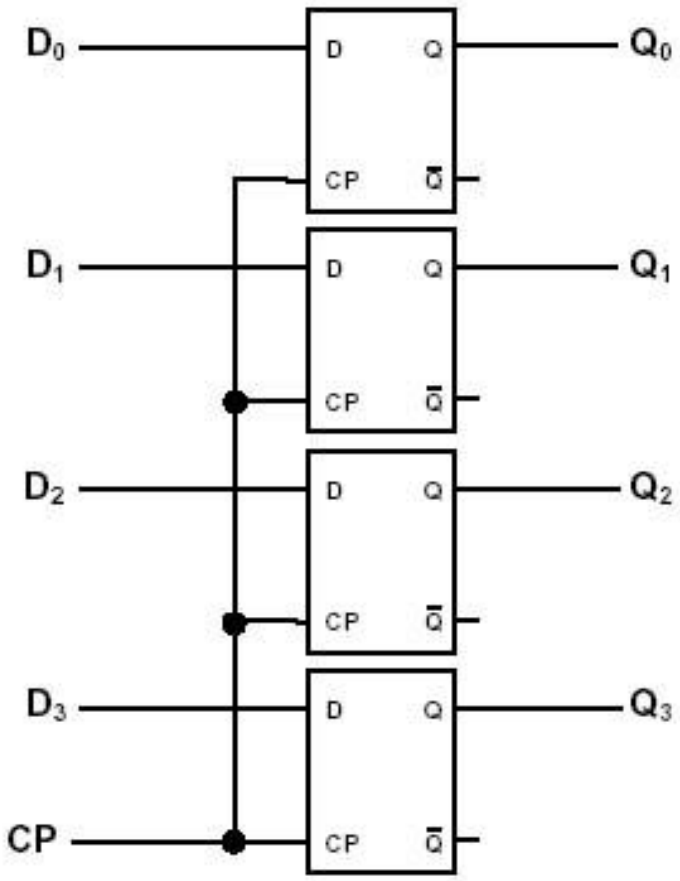
- Элемент НЕ-И (NAND GATE): на выходе 0 только когда на обеих входах 1

А как устроен элемент НЕ-И?



А как устроен транзистор?

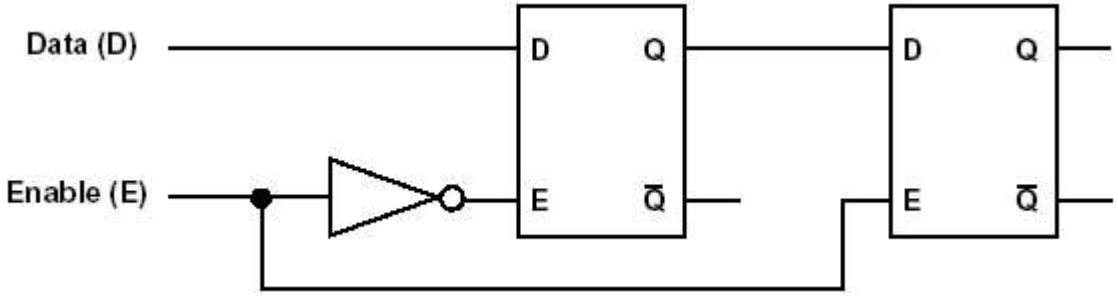
Как хранить несколько бит?



Емкость	Кол-во проводов
1 бит 4 бита	3 4 входа данных
	4 выхода данных 1 вход E (всего 9)
8 бит	17
N бит	2*N + 1
4 гигабайта	4 миллиарда?!

Как хранить много-много бит?

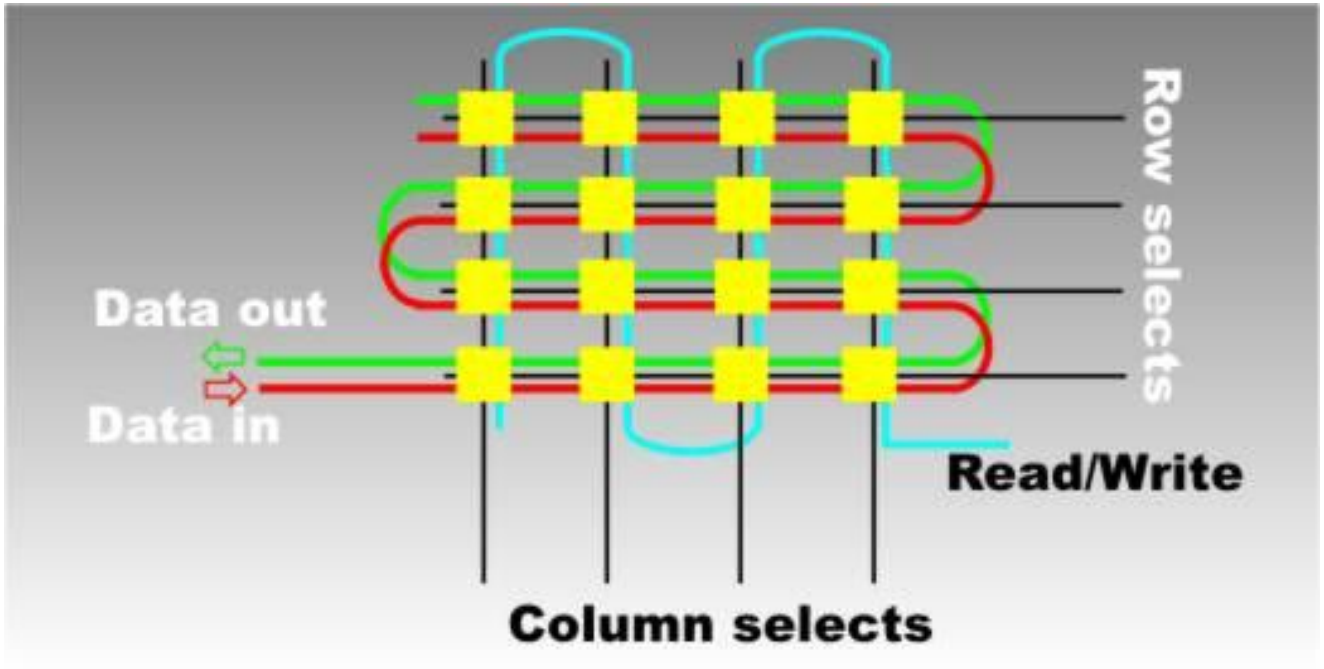
Последовательно: - N бит – 3 провода (но N тактов)



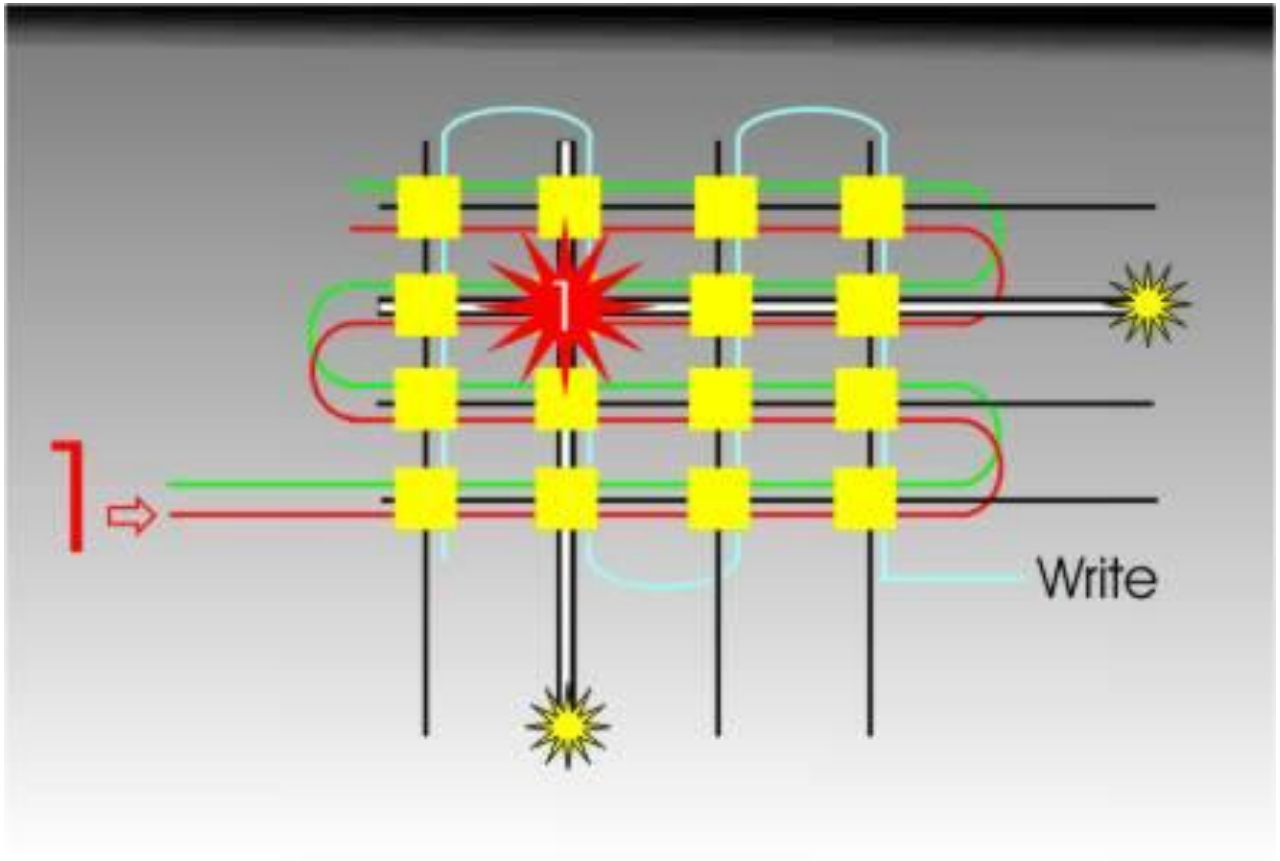
Обычно все же байтами или группами байт. Такой подход используется
в стримерах, винчестерах, дискетах, CD/DVD/BD и так далее

Как хранить много-много бит?

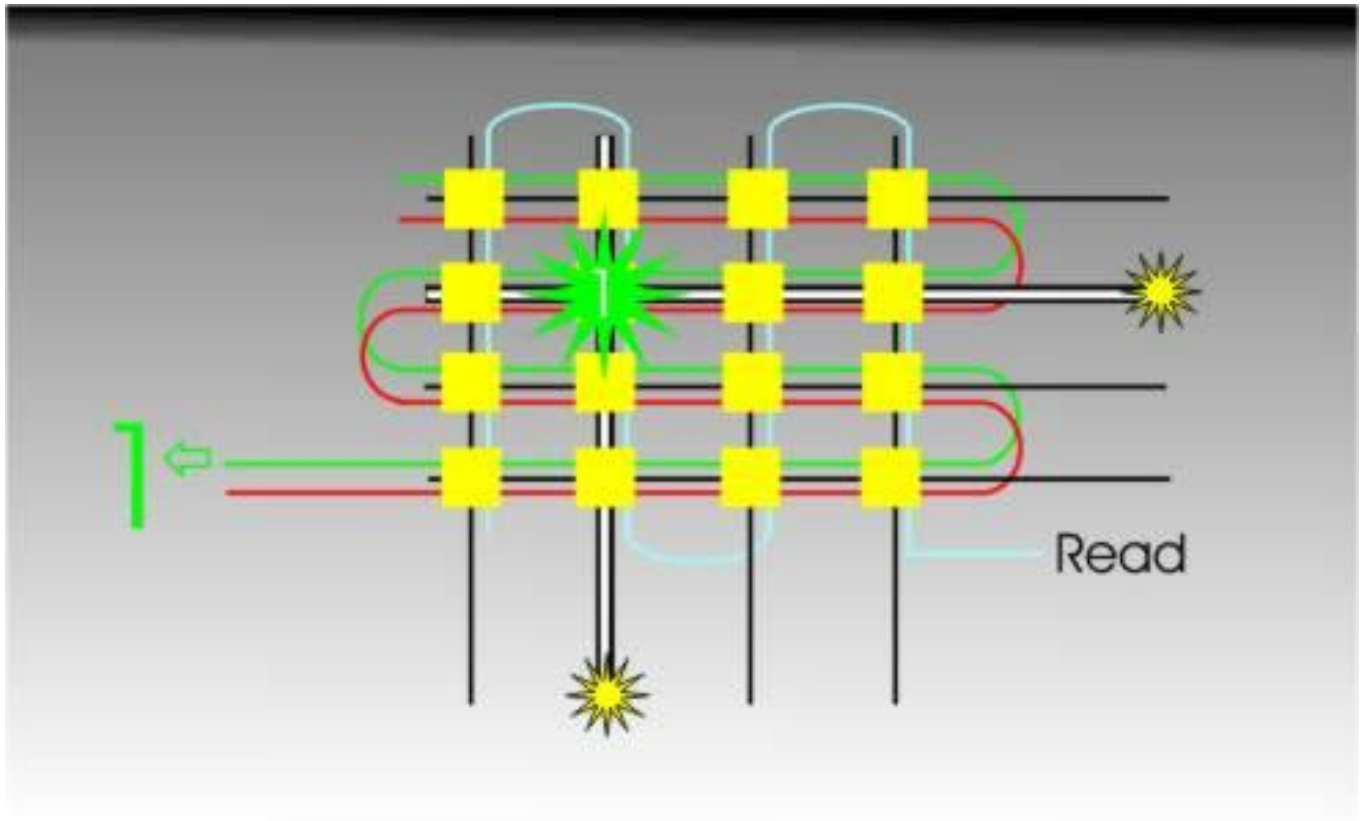
В виде матрицы: N бит – 3 + $\sqrt{N}$ проводов



Запись

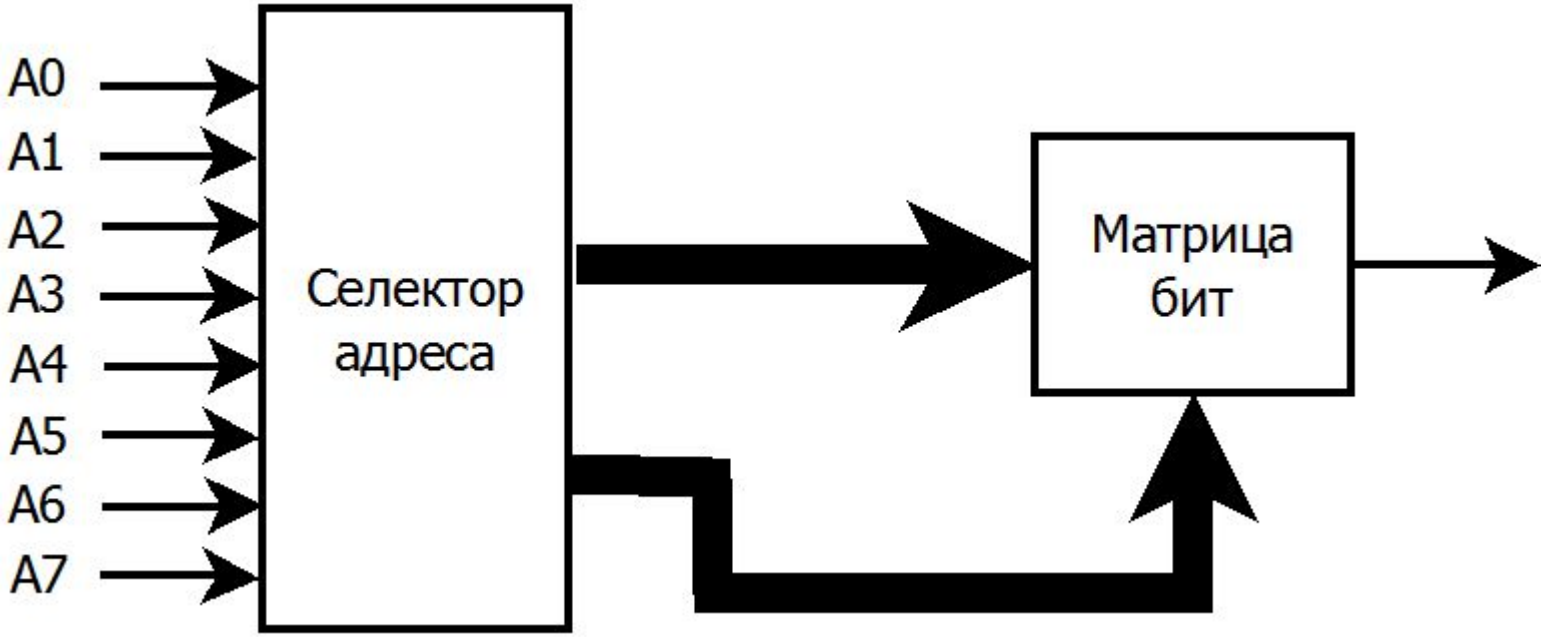


Чтение



Как хранить много-много бит?

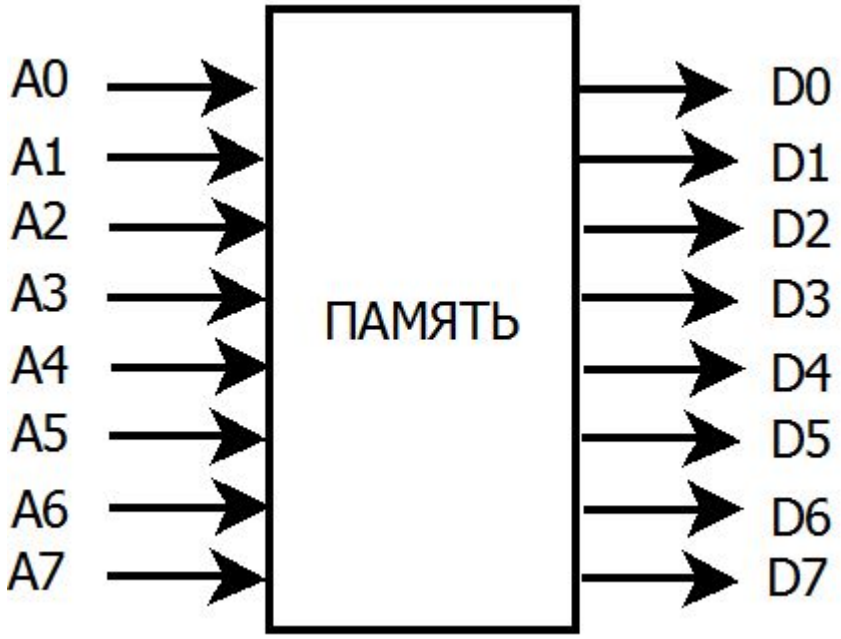
Использовать АДРЕСА: - N бит – ~$\log_2 N$



В реальности минимальная адресуемая единица (МАЕ) – не бит, а байт или более.

Как хранить много байт?

8*N бит данных (N байт) – $\log_2 N$ проводов для шины адреса + N для шины данных



Память с адресной структурой

- Начальный адрес – необязательно 0
- «Памятей» может быть несколько, причем адреса могут численно совпадать
- Может хранить разные по смыслу данные

А как хранятся многобайтные объекты?

Объекты в смысле «штуковины», а не экземпляр класса C++

Как хранится массив char a[5]?

Подряд !

А ближе к началу адресов элемент a[0] или элемент a[4]?

a[0]

Допустим, int занимает 4 байта.
Как они хранятся?

Подряд !

А в каком порядке?

Возможны варианты

Endianness (порядок байт)

Little-endian

В меньшем адресе младший байт

Big-endian

В меньшем адресе старший байт

Int x = 0x11223344;

Значение	Адрес
0x44	0
0x33	1
0x22	2
0x11	3

Значение	Адрес
0x11	0
0x22	1
0x33	2
0x44	3

Еще бывает смешанный, но давайте лучше не будем про него вспоминать

А как хранится код?

- Код на языке высокого уровня компилируется в ассемблерные инструкции – машинные команды
- Эти команды и выполняет процессор
- Каждая инструкция – это число
- Числа хранятся в памяти!
- Код – это данные!

Архитектуры ЭВМ

Признак	**Гарвардская**	**фон Неймана**	**ARMv7**
Единое адресное пространство для кода и данных	иногда	всегда	да
Код может выполняться из памяти данных	иногда	всегда	да
Данные могут храниться в памяти кода	иногда	всегда	да
Две шины (для данных и для кода)	всегда	иногда	да

ARM официально считает ARMv7 “модифицированной гарвардской архитектурой»

Какие бывают инструкции ассемблера?

- Арифметика (сложить два числа, вычесть, умножить, разделить и т.д.).
- Битовые операции (сдвиг, ИЛИ, И, НЕ и т.д.).
- Перемещения между ячейками памяти (из переменной в переменную и т.д.).
- Условные и безусловные переходы (if-else и goto).
- Прочие

Что такое процессорные регистры?

- «Сверхоперативная память»
- В них сохраняются результаты промежуточных вычислений
- В RISC процессор не имеет прямого доступа к оперативной памяти
  - Есть спец-команды «загрузить значение из памяти в регистр» и
  - «выгрузить значение из регистра в память»

Приблизительное превращение из C в ассемблер

```
int x = 5 + 7;
```

1) загрузить в регистр 0
число 5
2) загрузить в регистр 1
число 7
3) сложить числа в регистрах 0 и 1;
результат поместить в регистр 2
4) выгрузить число из регистра 2
в память по адресу &x