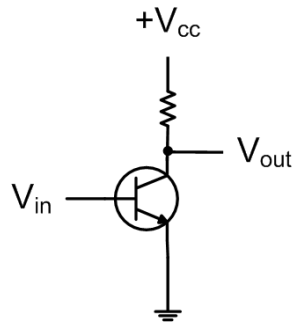


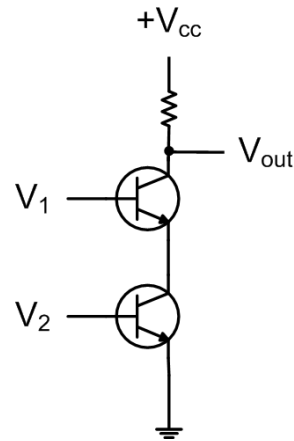
# Лекция 16

6 апреля

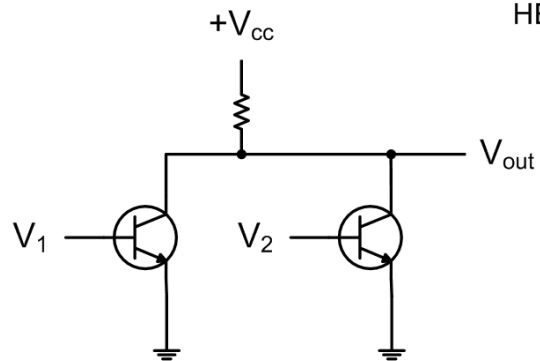
# Логические вентили



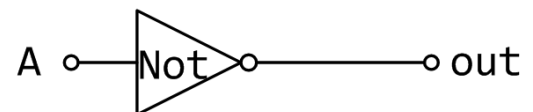
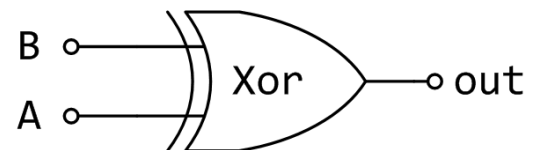
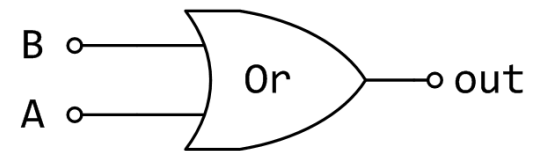
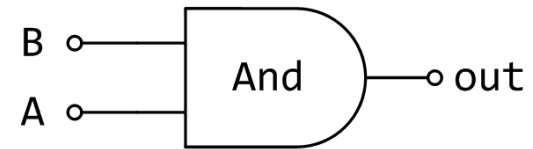
Инвертор



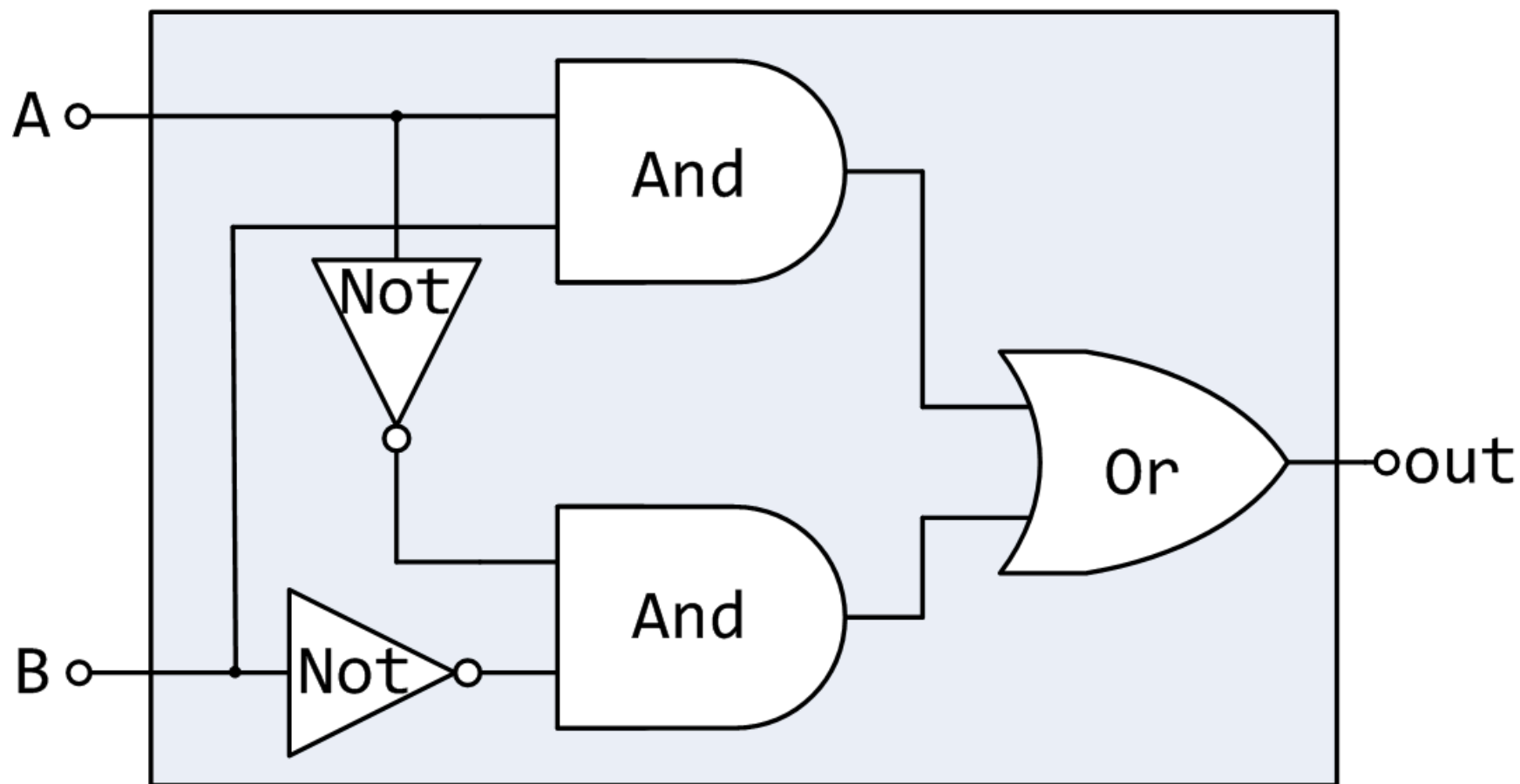
НЕ-И



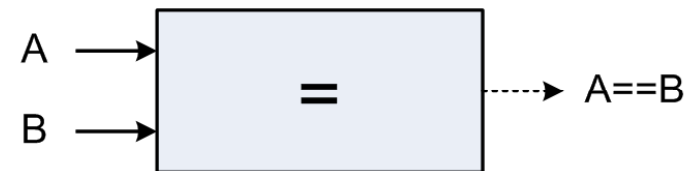
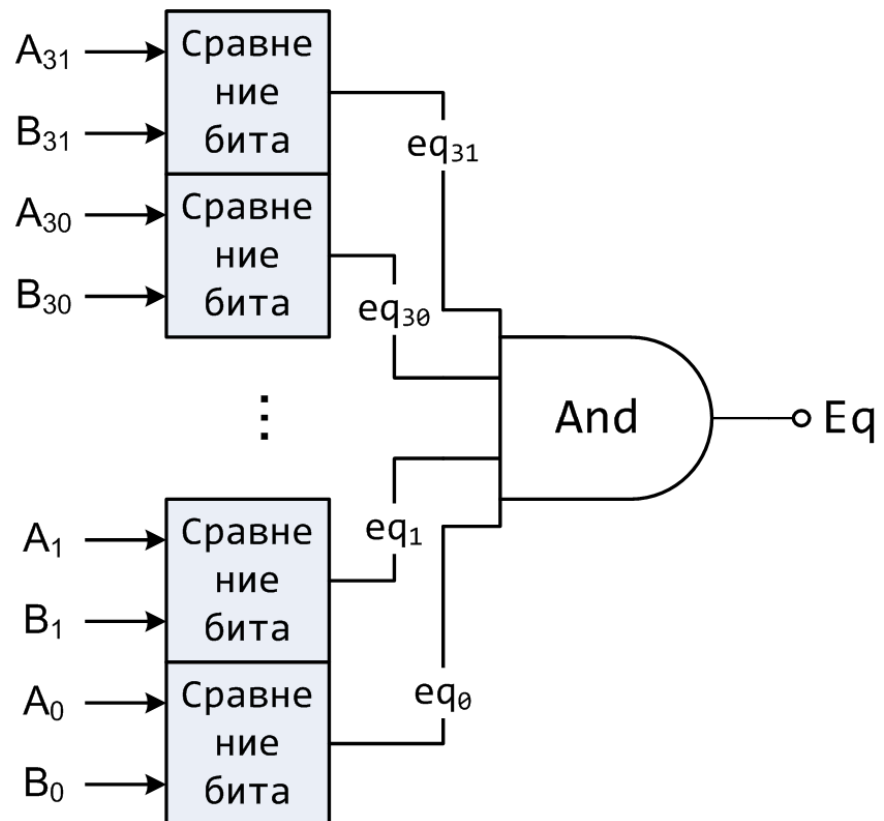
НЕ-ИЛИ



# Сравнение битов

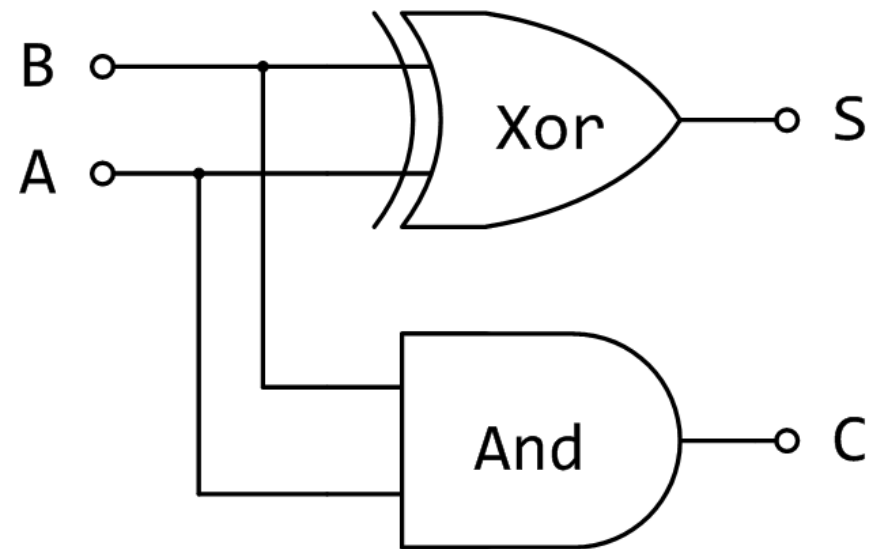


# Сравнение слов

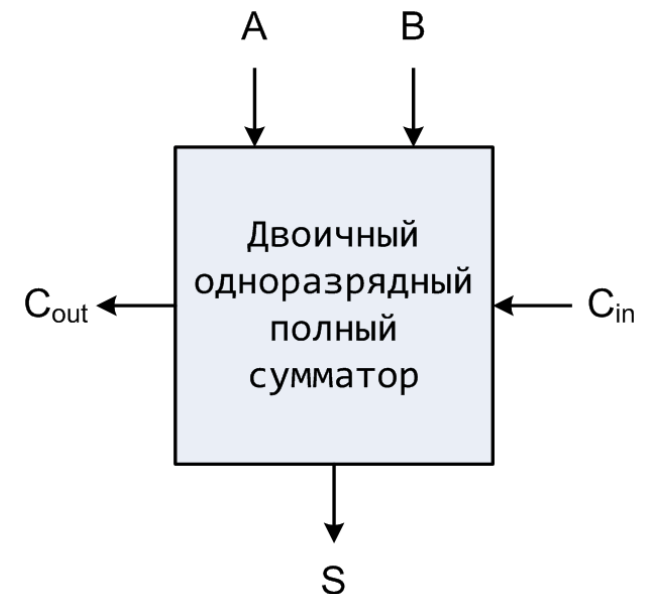
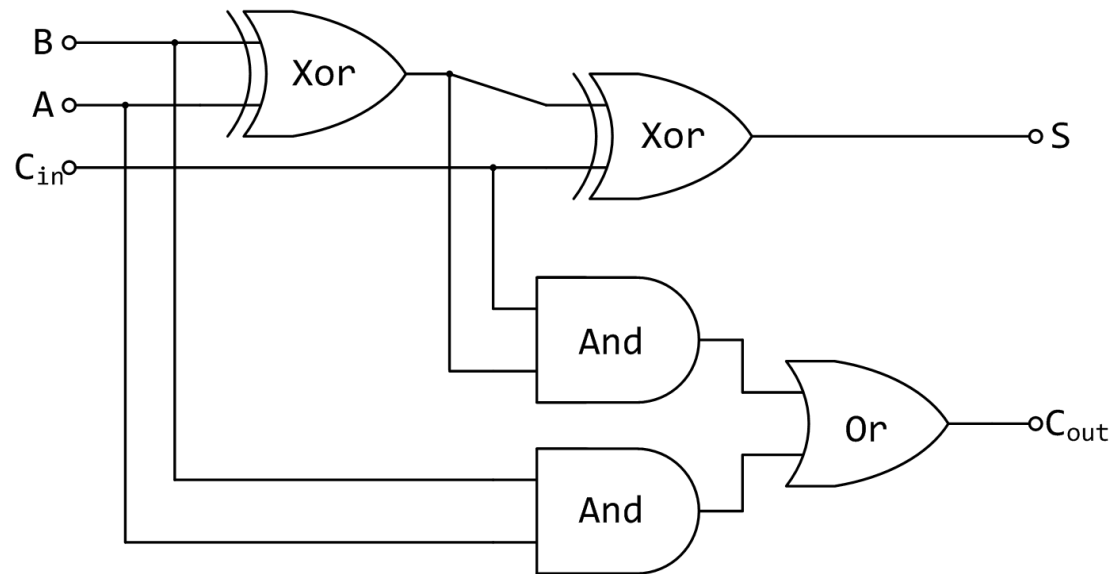


# Полусумматор

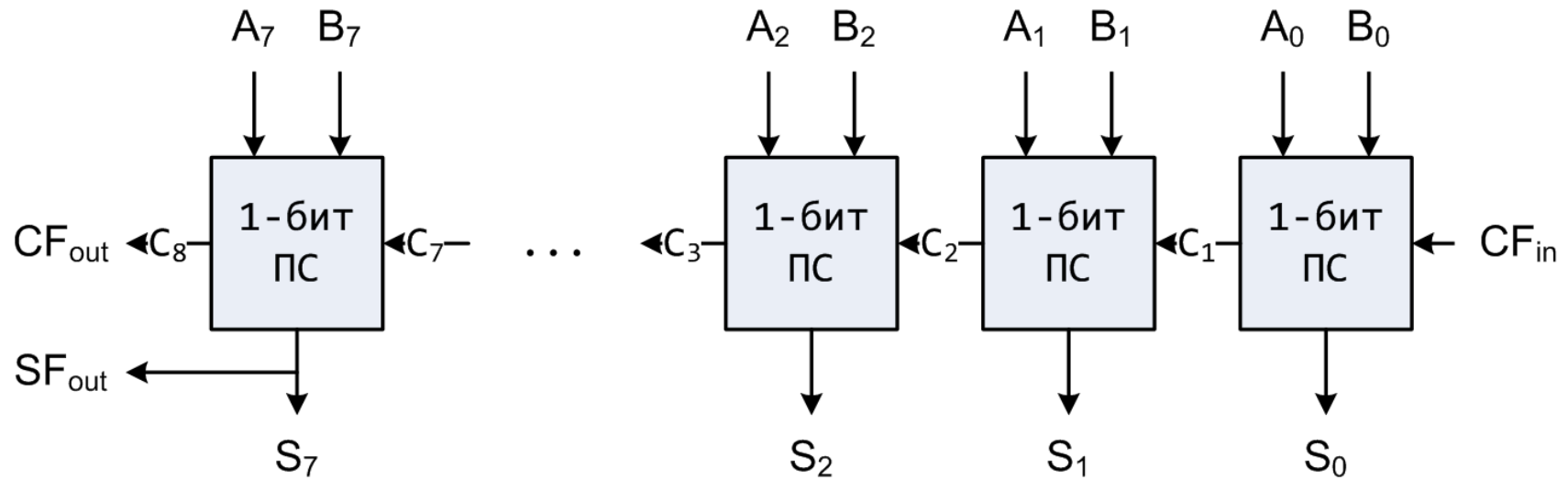
- Суммирует биты A и B
- Результат – бит S
- Перенос – бит C



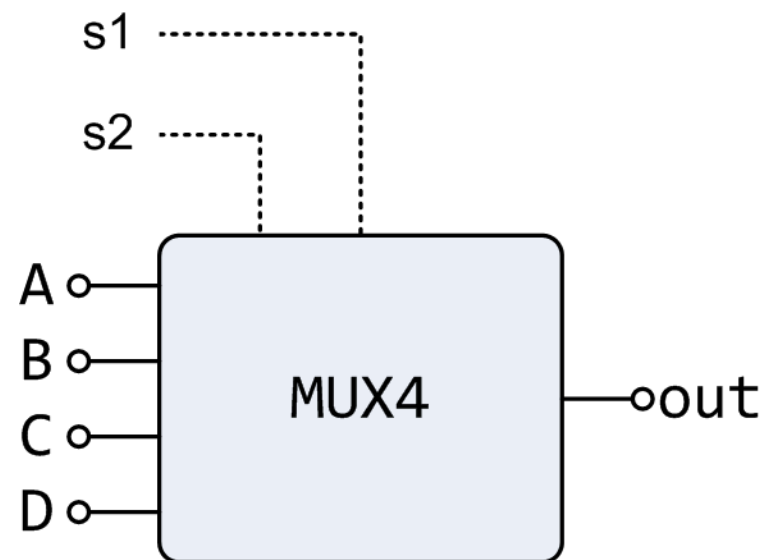
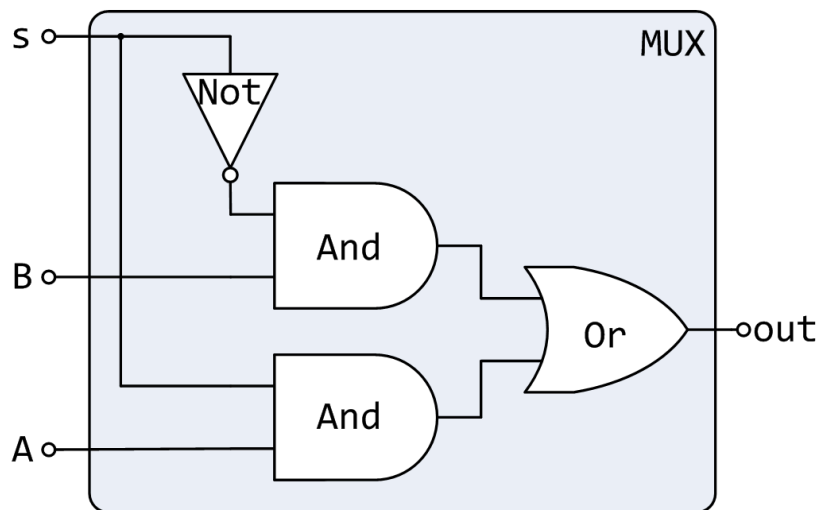
# Полный двоичный сумматор



# Суммирование слов

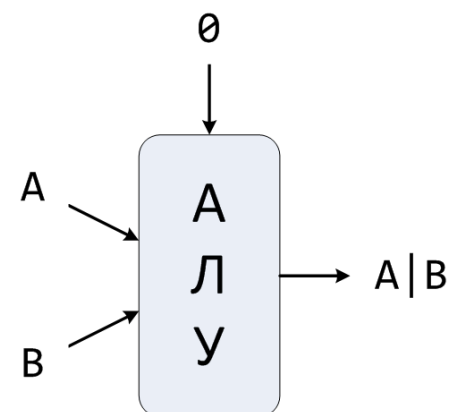
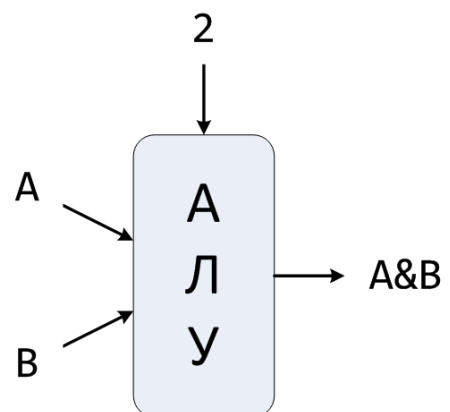
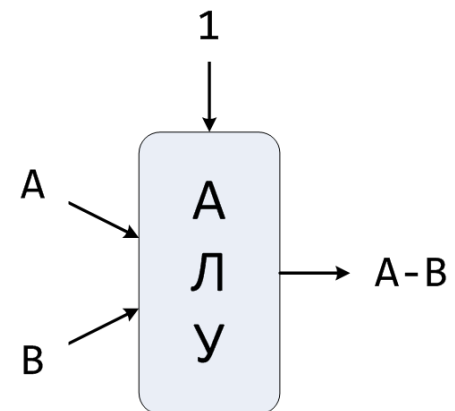
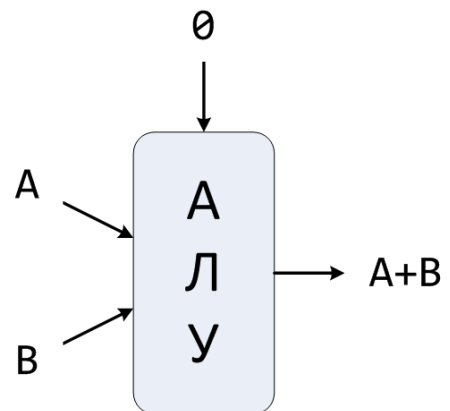


# Мультиплексор

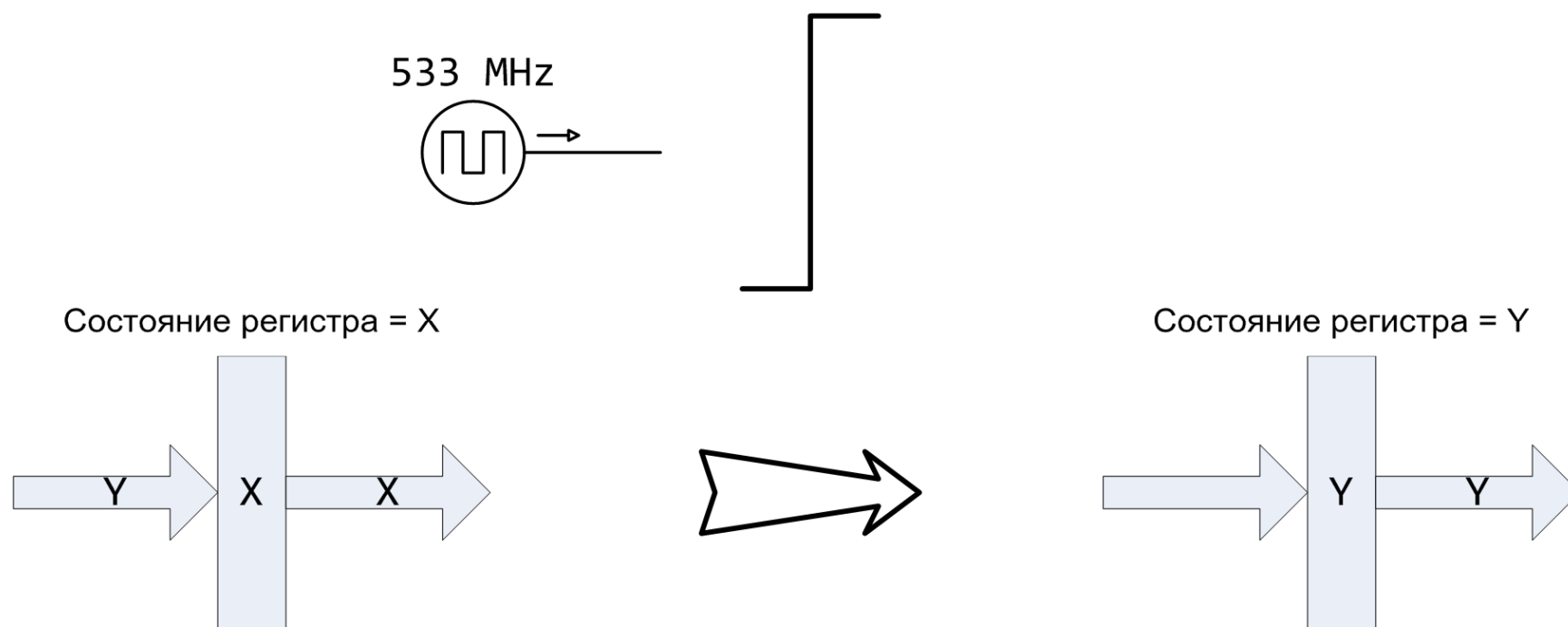


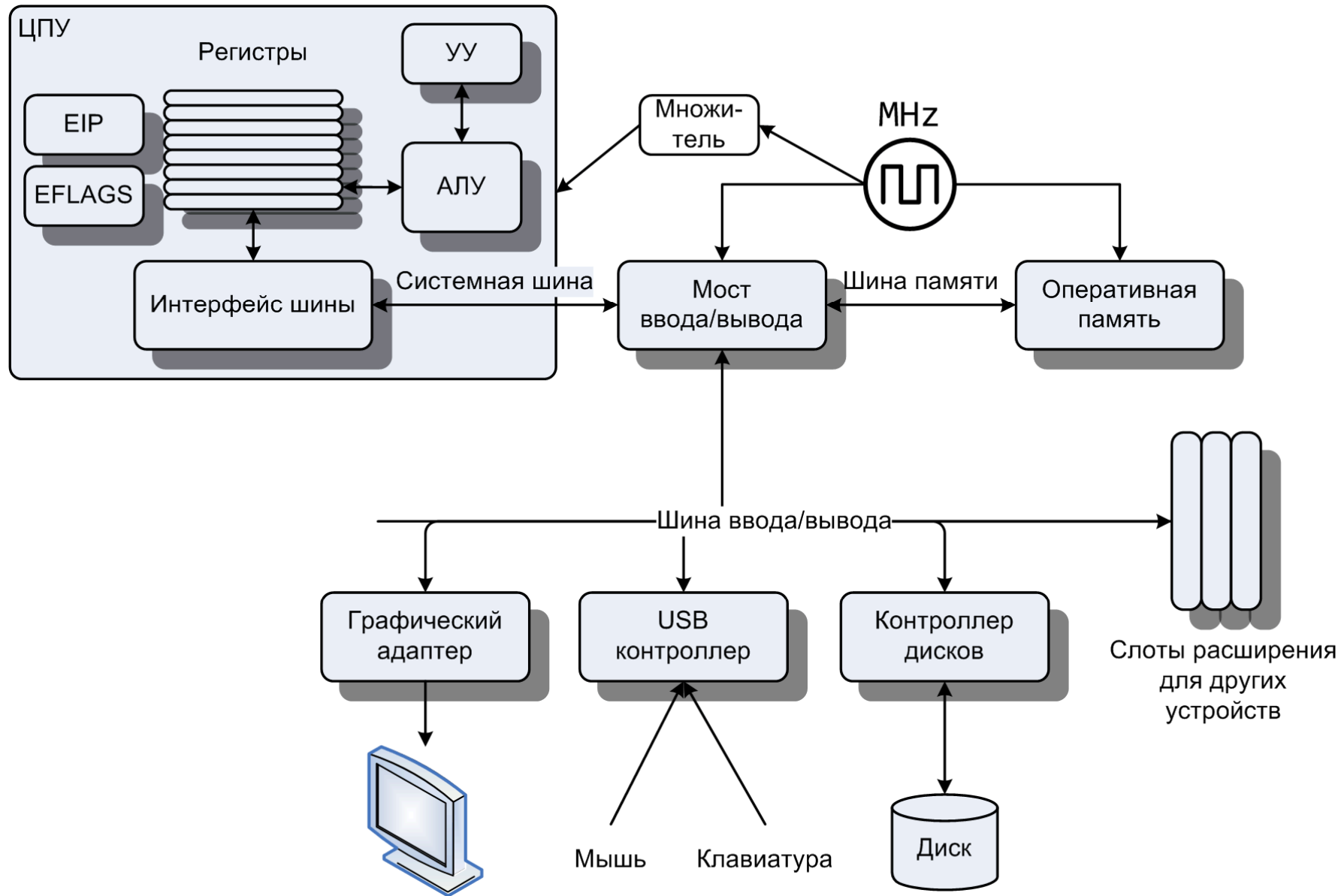


# АЛУ



# Регистр





## Закон Мура (Moore's law)

- Число транзисторов на кристалле будет удваиваться каждые 24 месяца
- Гипотеза выдвинута в 1965 году Гордоном Муром (один из основателей Intel)
- Ограничения
  - Атомарная природа вещества
  - Скорость света
- Негативная сторона – предельно быстрое устаревание вычислительной техники
- Открытый вопрос: область применимости

# Закон Гроша (Grosch's law)

- Производительность компьютера увеличивается как квадрат стоимости
  - Емкость мирового рынка компьютеров – 5 машин
- Гипотеза выдвинута в 1965 году Хербом Грошем (второй ведущий ученый IBM, после Эккерта)
- 1997: закон полностью опровергнут
- Применимость к определенному классу машин
  - Рабочая станция
  - Майнфрейм
  - Суперкомпьютер
- Новые вычислительные/информационные ресурсы
  - Поисковые системы
  - Облачные вычисления

# Оперативная память (RAM)

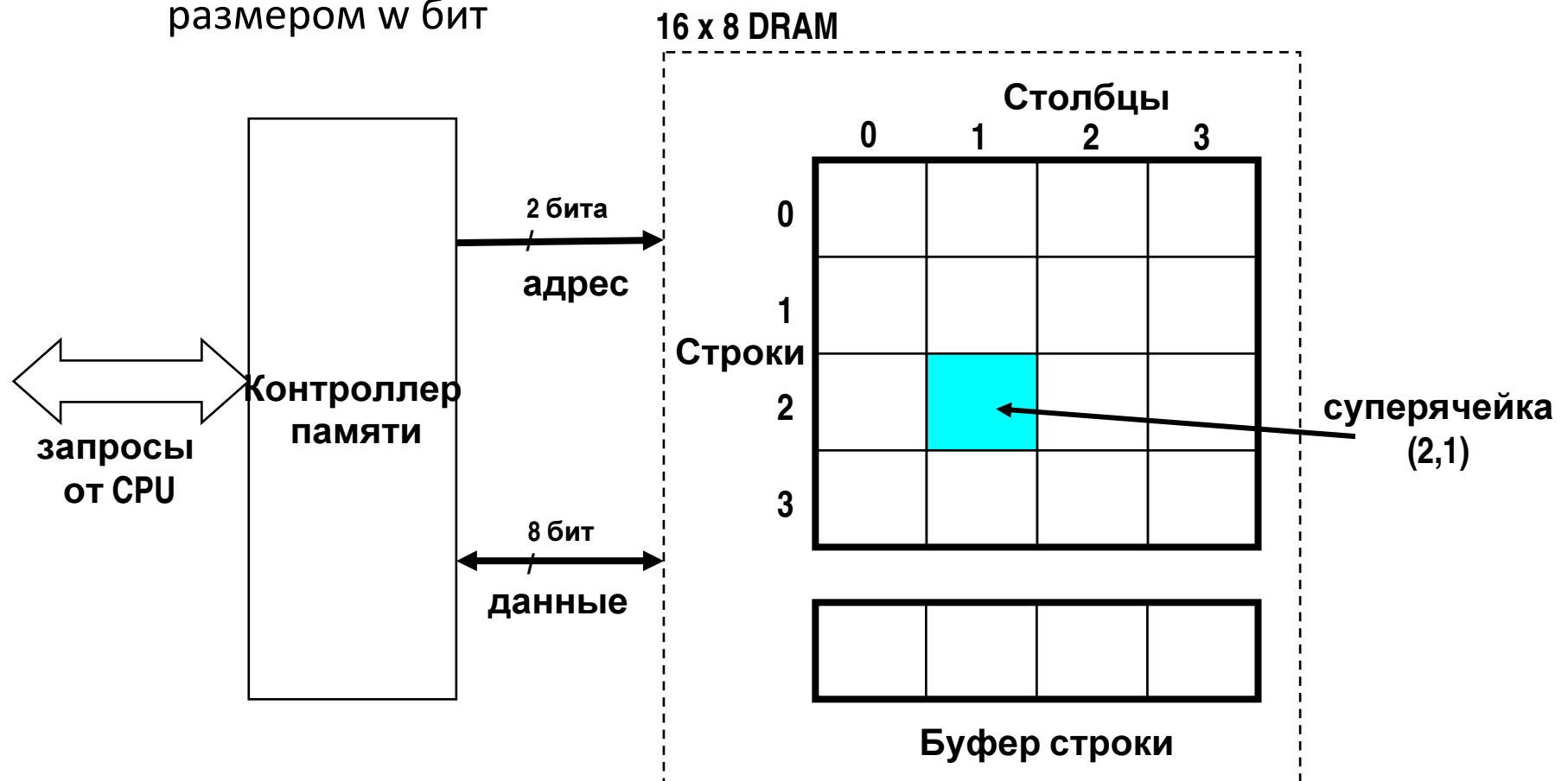
- Основные свойства
  - RAM традиционно оформляется в виде отдельного чипа.
  - Единица хранения – **клетка/ячейка** (один бит на ячейку).
  - Оперативная память состоит из нескольких чипов RAM.
- Статическая память (SRAM)
  - Каждая ячейка хранит значение одного бита с помощью схемы из 4 или 6 транзисторов.
  - При наличии питания, сохраняет значение неограниченно долго.
  - Относительно устойчива к радиации, ЭМП
  - Быстрее и дороже чем DRAM.
- Динамическая память (DRAM)
  - Состоит из конденсатора и транзистора.
  - Сохраняемое значение должно обновляться каждые 10-100 мс.
  - Более чувствительная к воздействиям (ЭМП, радиация,...) чем SRAM.
  - Медленней и дешевле чем SRAM.

# SRAM vs DRAM

	Транз. на 1 бит	Относ. время доступа	Устойчивая	Контроль	Относ. стоимость	Применение
SRAM	4 или 6	1×	Да	Нет	100×	Кеш
DRAM	1	10×	Нет	Да	1×	Основная память

# Типовая организация DRAM

- $d \times w$  DRAM:
  - Общий объем данных  $dw$  бит организован как  $d$  **суперячеек** размером  $w$  бит

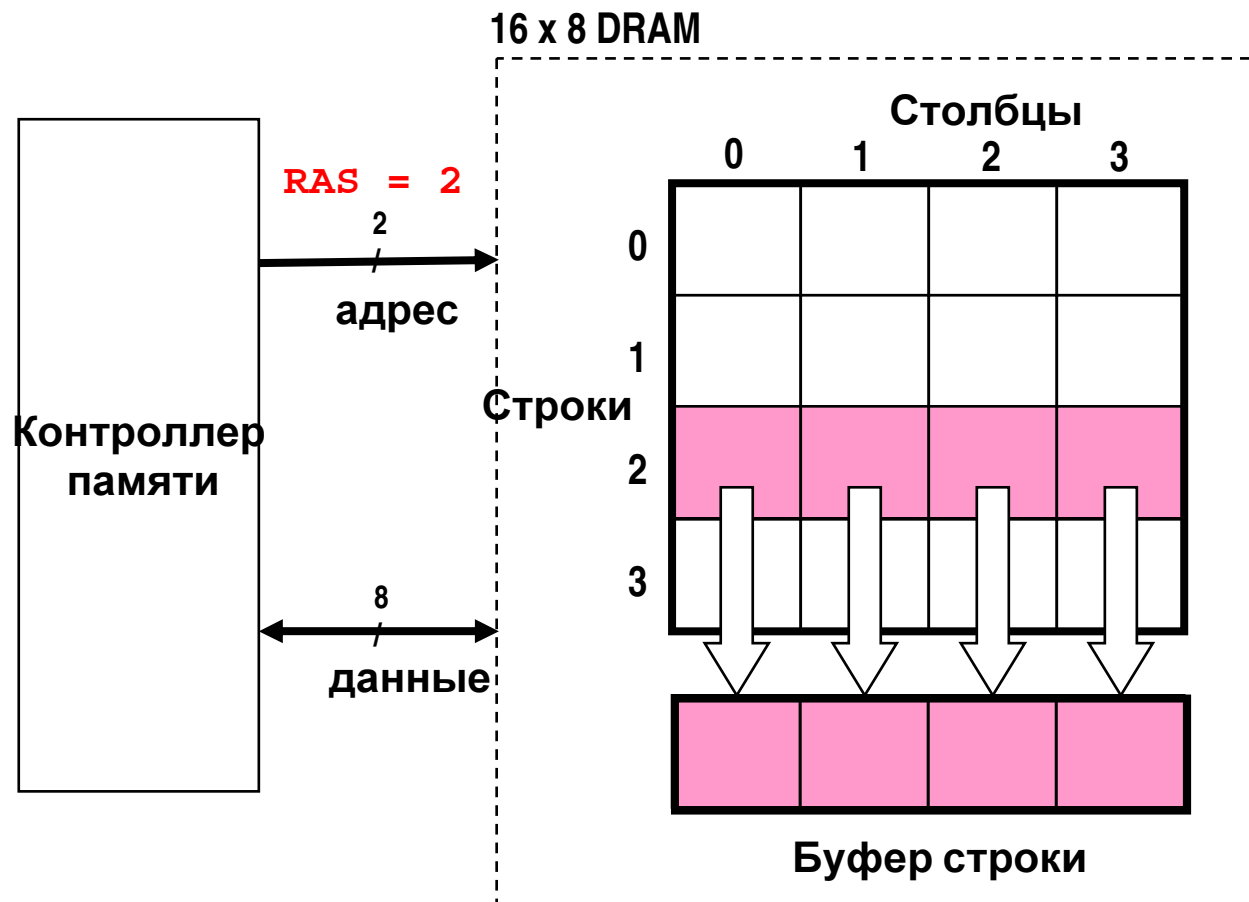




## Чтение суперячейки DRAM (2,1)

Шаг 1(а): Строб адреса строки (**RAS**) указывает строку 2.

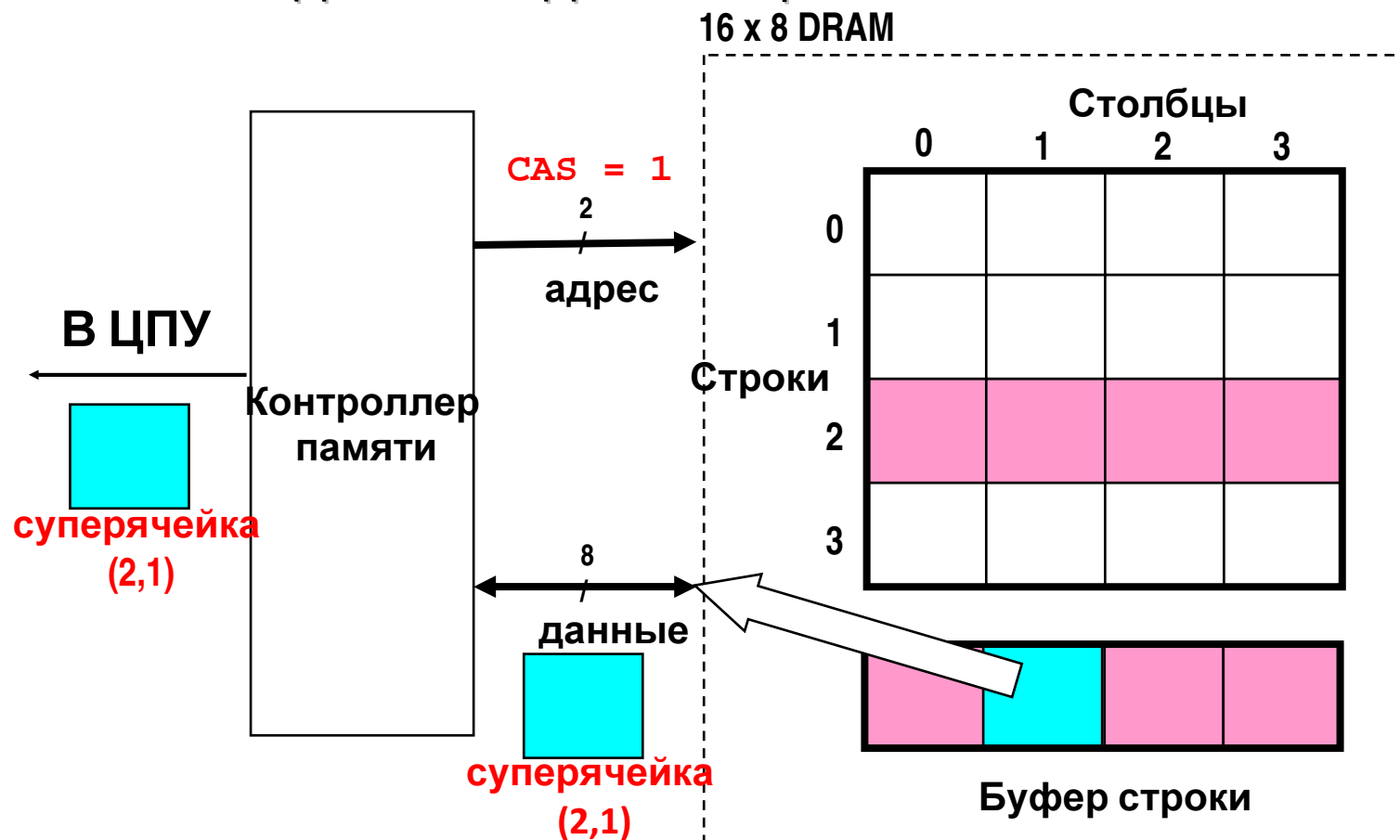
Шаг 1(б): Строка 2 копируется из DRAM в буфер строки.



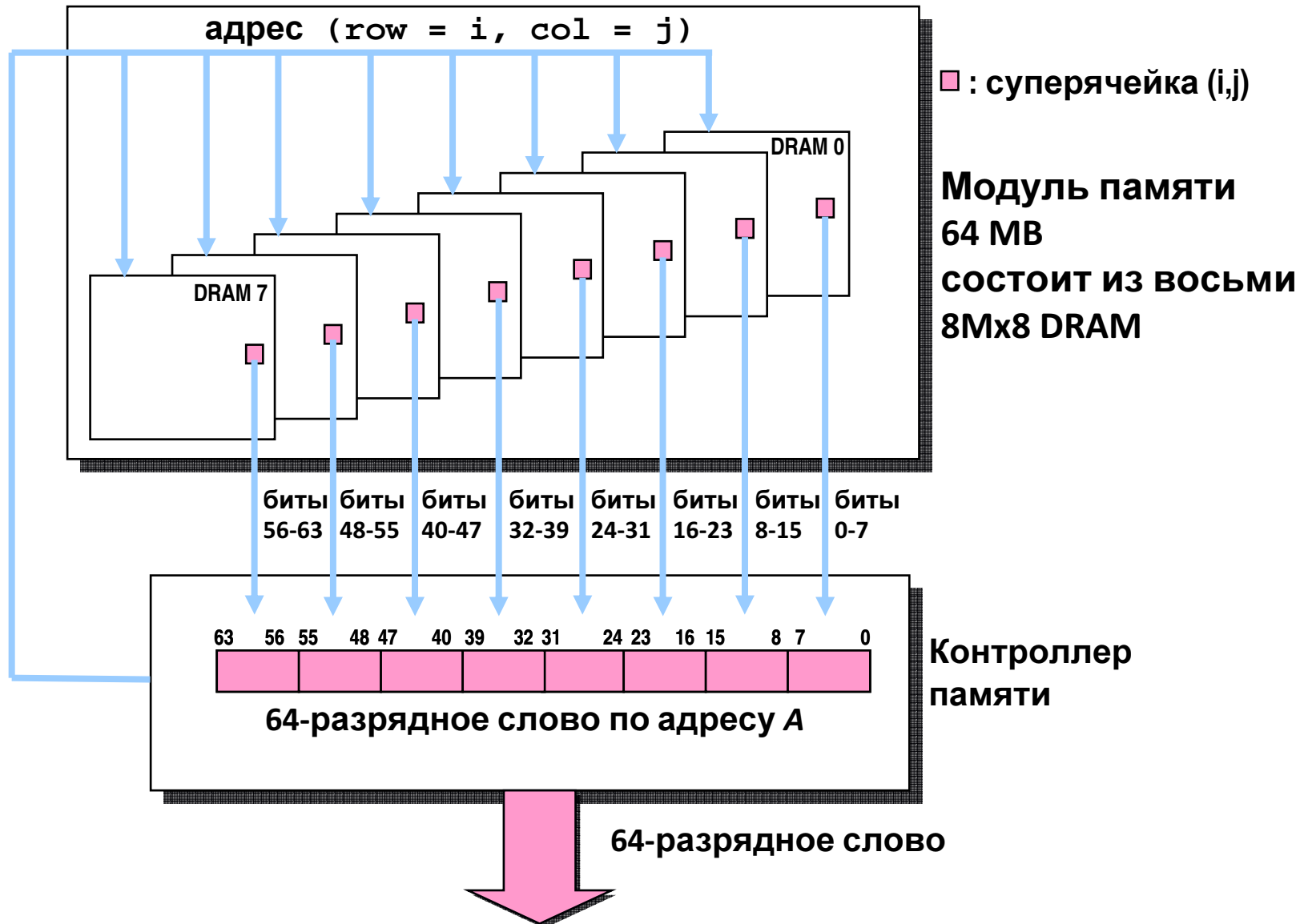
## Чтение суперячейки DRAM (2,1)

Шаг 2(а): Строб адреса столбца (**CAS**) указывает столбец 1.

Шаг 2(б): Суперячейка (2,1) копируется из буфера на линии шины данных и далее в ЦПУ.



# Расслоение памяти



# Развитие DRAM

- Организация ячейки DRAM принципиально не менялась с момента изобретения в 1966 году.
  - Коммерческий выпуск начат Intel в 1970.
- Модули DRAM с улучшенным интерфейсом:
  - Синхронная DRAM (SDRAM)
    - Синхронизируется с системными часами
    - Позволяет повторно использовать адрес строки (т.е., RAS, CAS, CAS, CAS)
  - Синхронная DRAM с удвоенной частотой (DDR SDRAM)
    - Управляется фронтами – две посылки данных за один такт
    - К 2010 году, стандартная память для большинства серверов и настольных компьютеров
    - Intel Core i7 поддерживает только DDR3 SDRAM

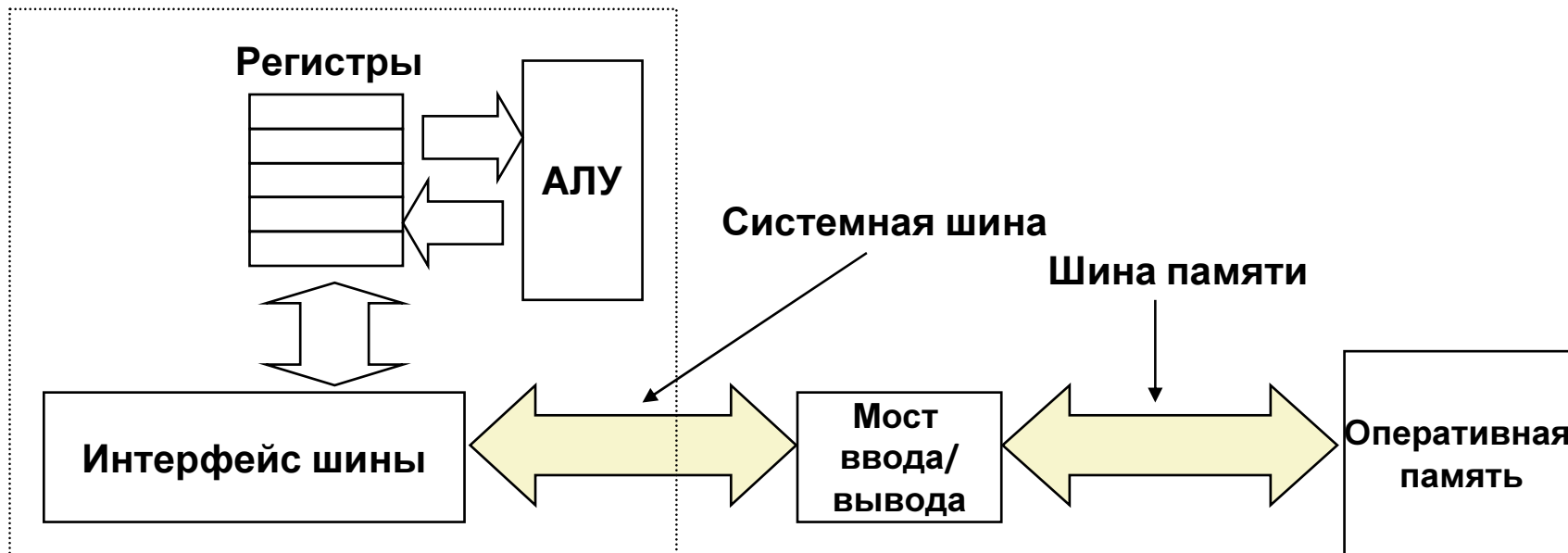
# Энергонезависимая память

- DRAM и SRAM – энергозависимы
  - Информация теряется при отключении электропитания.
- Энергонезависимая память сохраняет свое состояние даже при отключении питания
  - ROM: программируется на этапе производства
  - Программируемая ROM (PROM): может быть запрограммирована пользователем один раз
  - Стираемая PROM (EPROM): может быть стерта (УФ, рентген)
  - Электрически стираемая PROM (EEPROM): стирание происходит через подачу электрического сигнала
  - Флеш-память: EEPROM с частичной возможностью стирания (по секторам)
    - Выдерживает порядка 100,000 циклов перезаписи.
- Сфера применения энергонезависимой памяти
  - Встраиваемые программы размещаются в ROM (BIOS, контроллеры дисков, сетевых и графических адаптеров, аппаратно-криптографические средства,...)
  - Твердотельные диски (заменяют обычные диски в переносных накопителях, смартфонах, плеерах, и т.д.)
  - Кеш в обычных дисковых накопителях.

## Типовое соединение ЦПУ и оперативной памяти

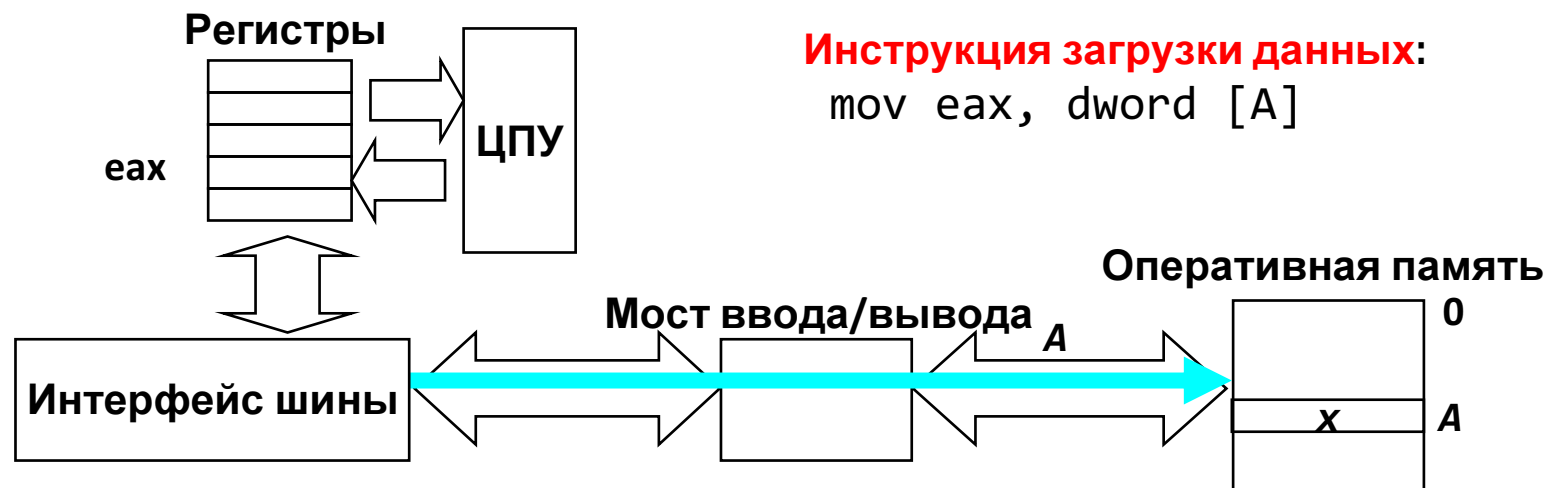
- **Шина** – набор проводов используемых для передачи данных, адресов, управляющих сигналов.
- Шины, как правило, используются несколькими устройствами.

ЦПУ



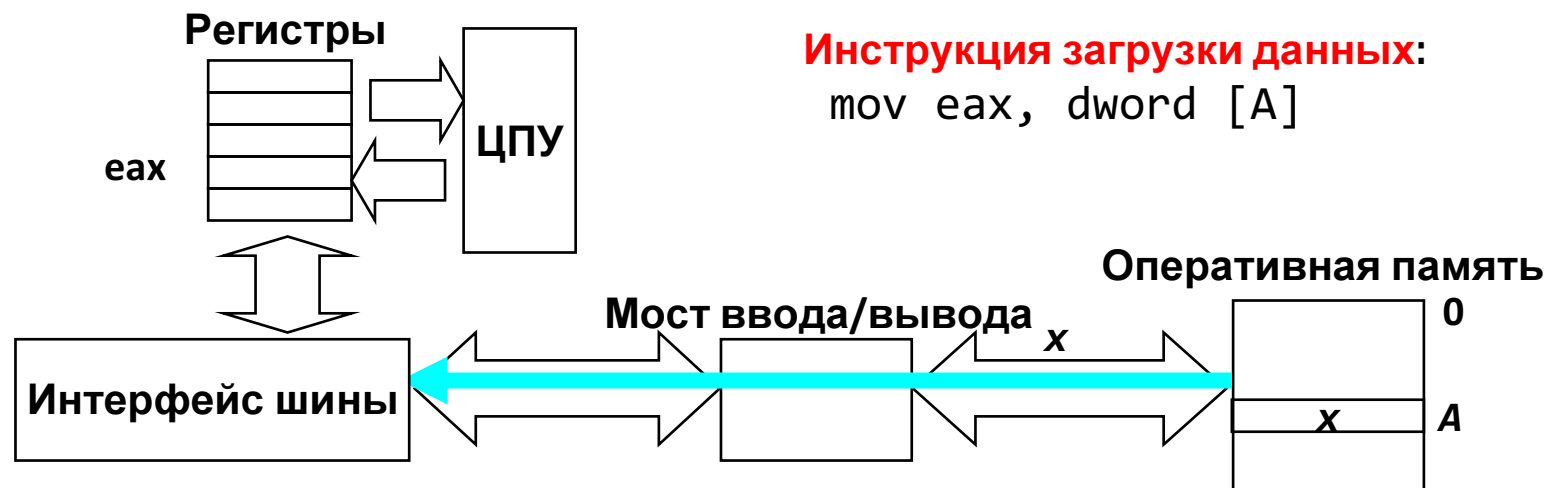
# Чтение данных из памяти (1)

- ЦПУ передает адрес  $A$  интерфейсу шины памяти.



## Чтение данных из памяти (2)

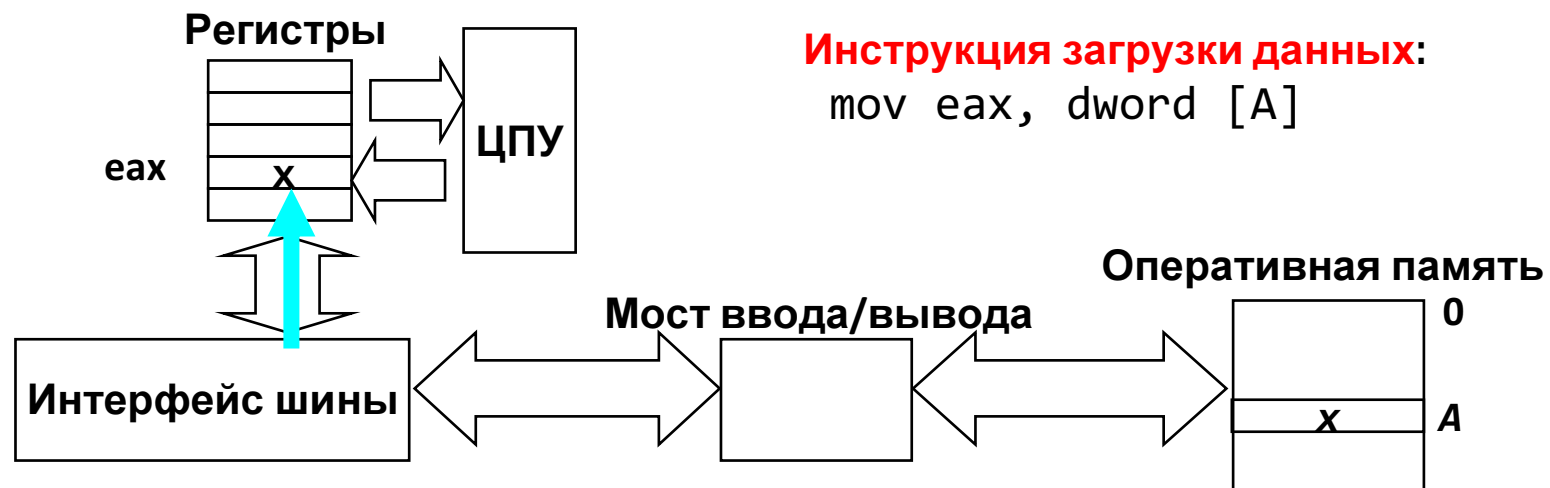
- Оперативная память получает запрос на выборку данных по адресу  $A$  из шины, осуществляет выборку значения  $x$ , и отправляет его назад, в шину.





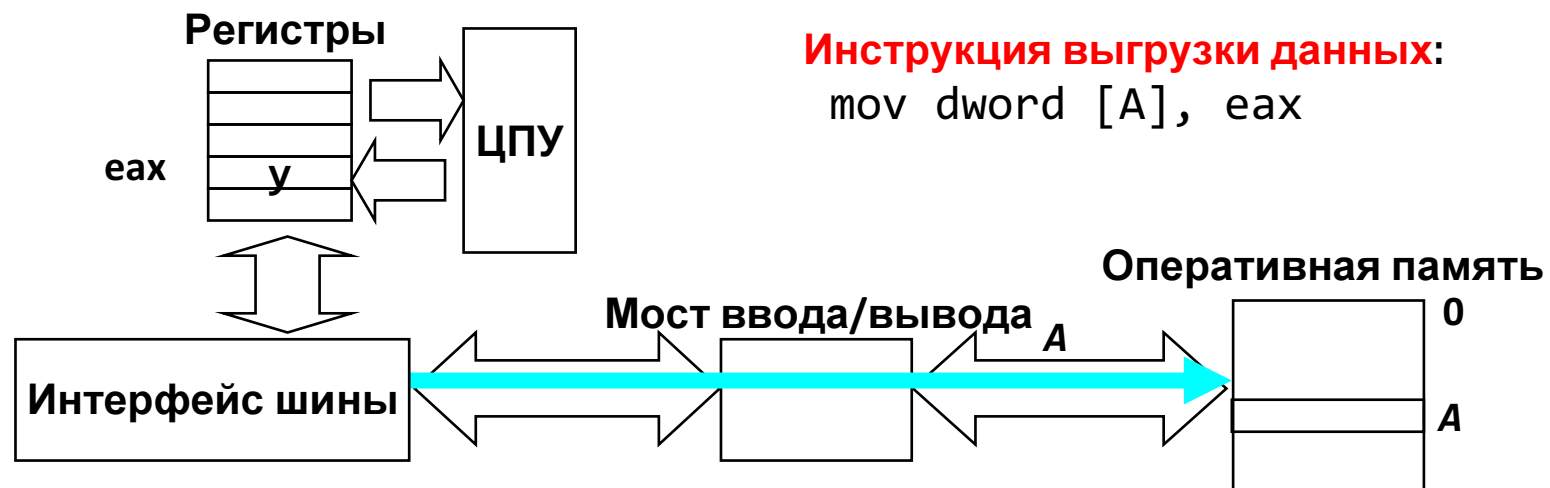
## Чтение данных из памяти (3)

- ЦПУ считывает двойное слово X из шины и пересылает его в регистр еах.



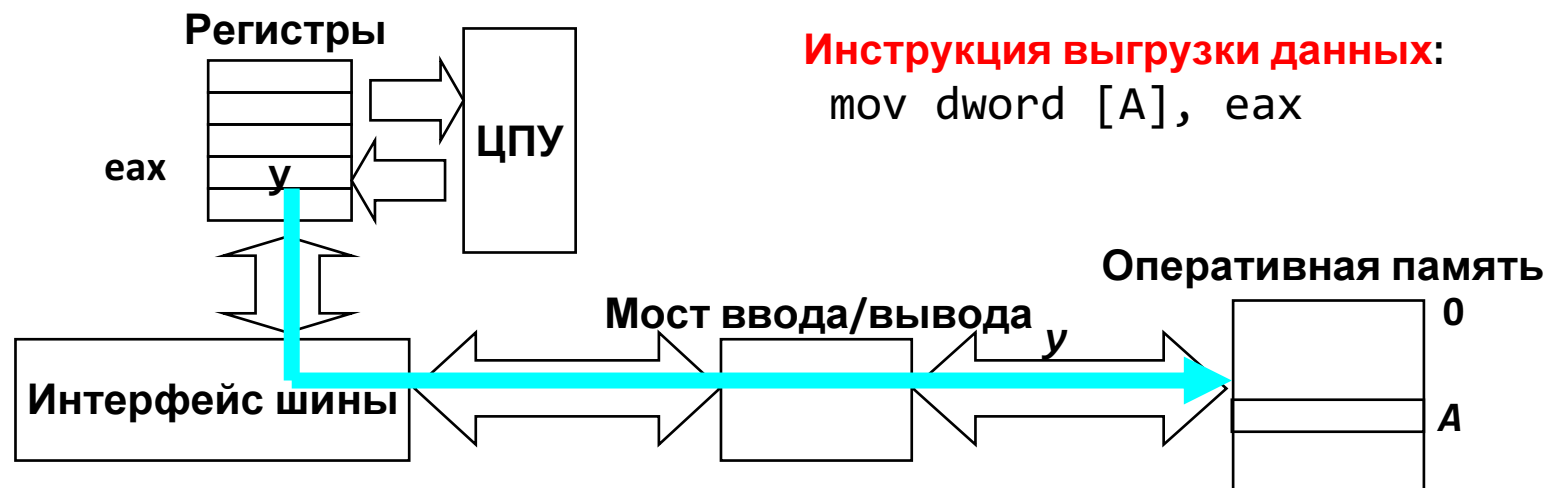
# Запись данных в память (1)

- ЦПУ передает адрес  $A$  интерфейсу шины. Оперативная память считывает адрес и ждет посылки соответствующего значения.



## Запись данных в память (2)

- ЦПУ передает значение  $y$  интерфейсу шины.



## Запись данных в память (3)

- Оперативная память получает двойное слово  $y$  из шины и сохраняет его по адресу  $A$ .

