

Лекция 0x13

13 апреля

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

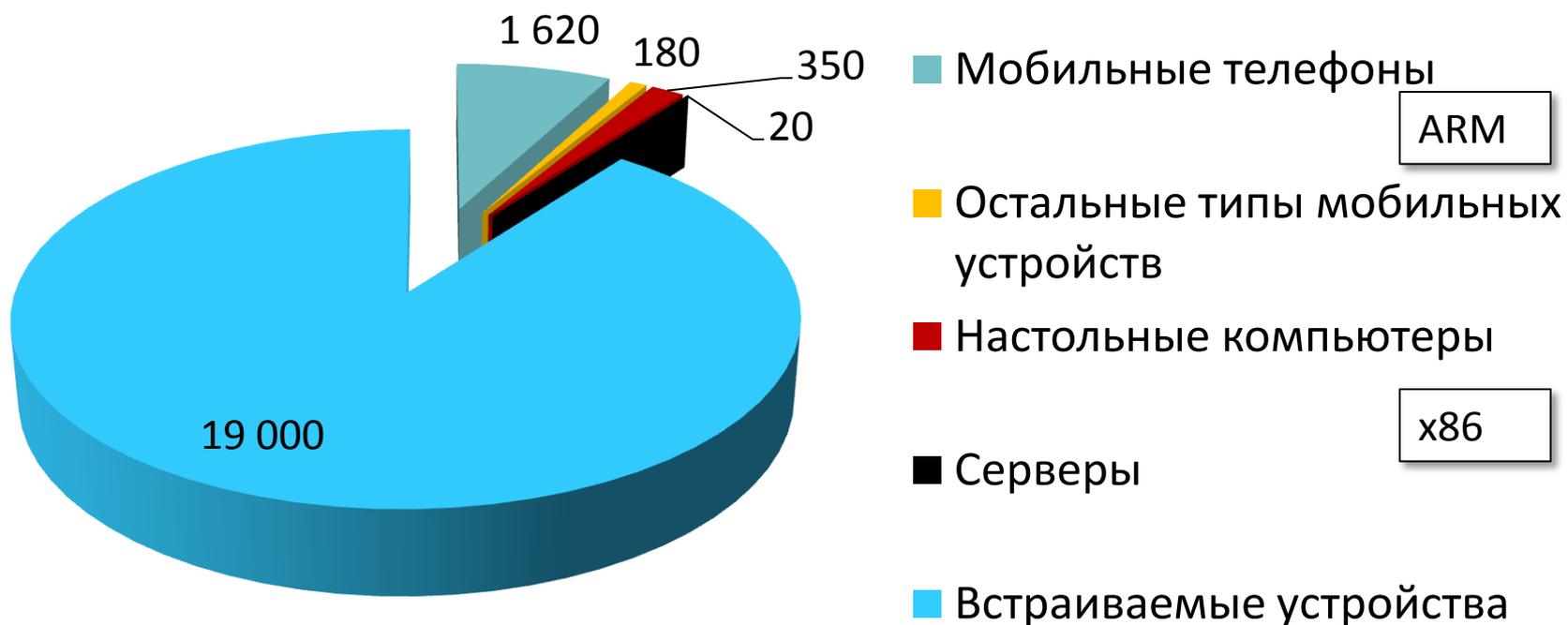
Различные классы компьютеров

RFID

Характеристика	Персональные мобильные устройства	Настольные компьютеры	Серверы	Кластеры / ЦОД	Встраиваемые системы
Цена всей системы	\$100 - \$1000	\$300 - \$2500	\$5000 - \$10000000	\$100000 - \$200000000	\$10 - \$100000
Цена процессора	\$10 - \$100	\$50 - \$500	\$200 - \$2000	\$50 - \$250	\$0.01-\$100
Критические требования	Стоимость, энергопотребление, производительность при работе с аудио/видео, быстрота реакции	Цена/производительность, энергопотребление, производительность графики	Пропускная способность, готовность, масштабируемость, энергопотребление	Цена/производительность, пропускная способность, энергетическая пропорциональность	Цена, энергопотребление, производительность при решении прикладных задач

Различные классы компьютеров: кого больше?

Мировые продажи в 2010 году (млн. шт.)



Процессоры архитектуры ARM:
отгружено с заводов 6.1 миллиарда шт.

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.

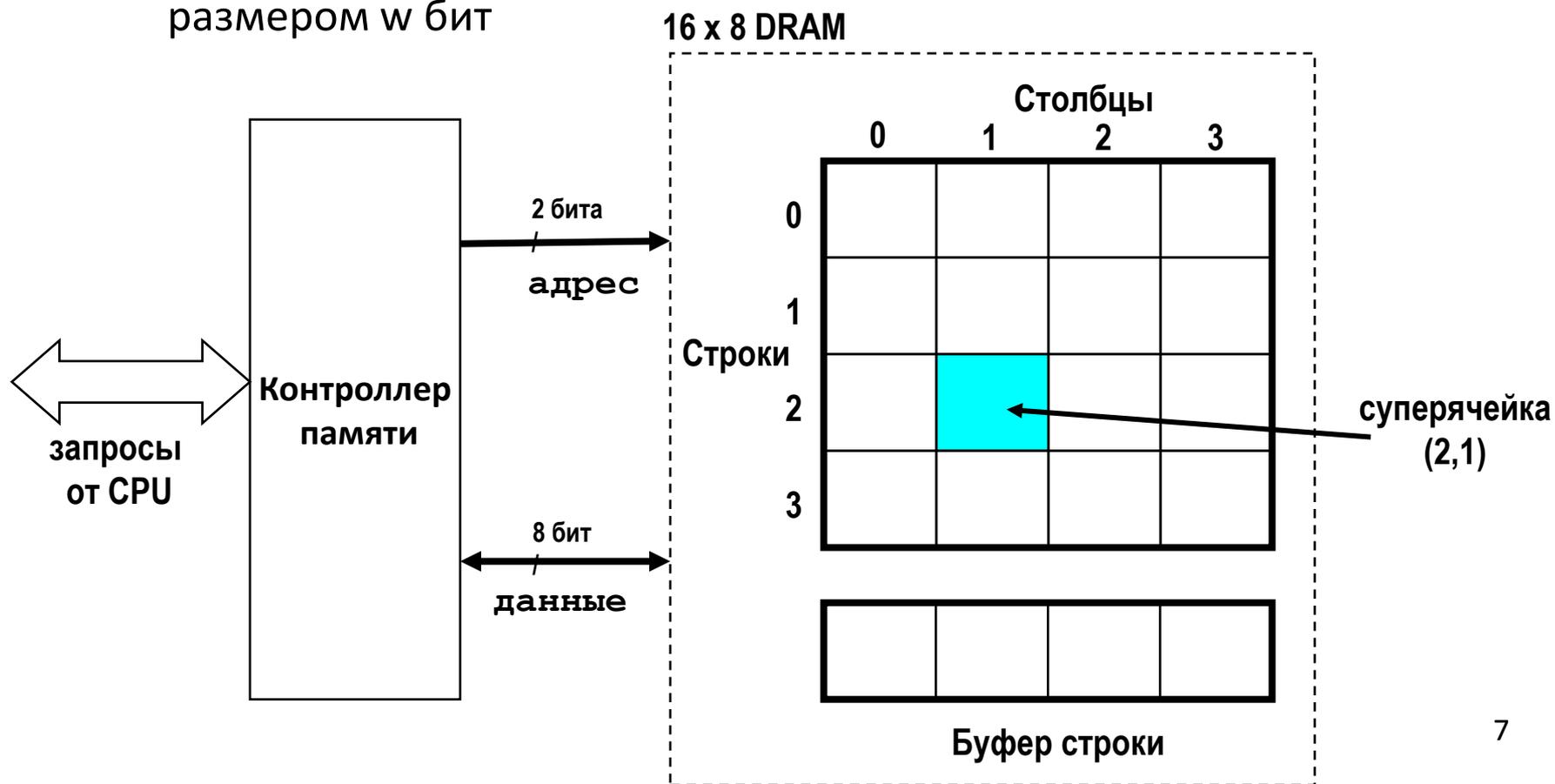
SRAM vs DRAM

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



Типовая организация DRAM

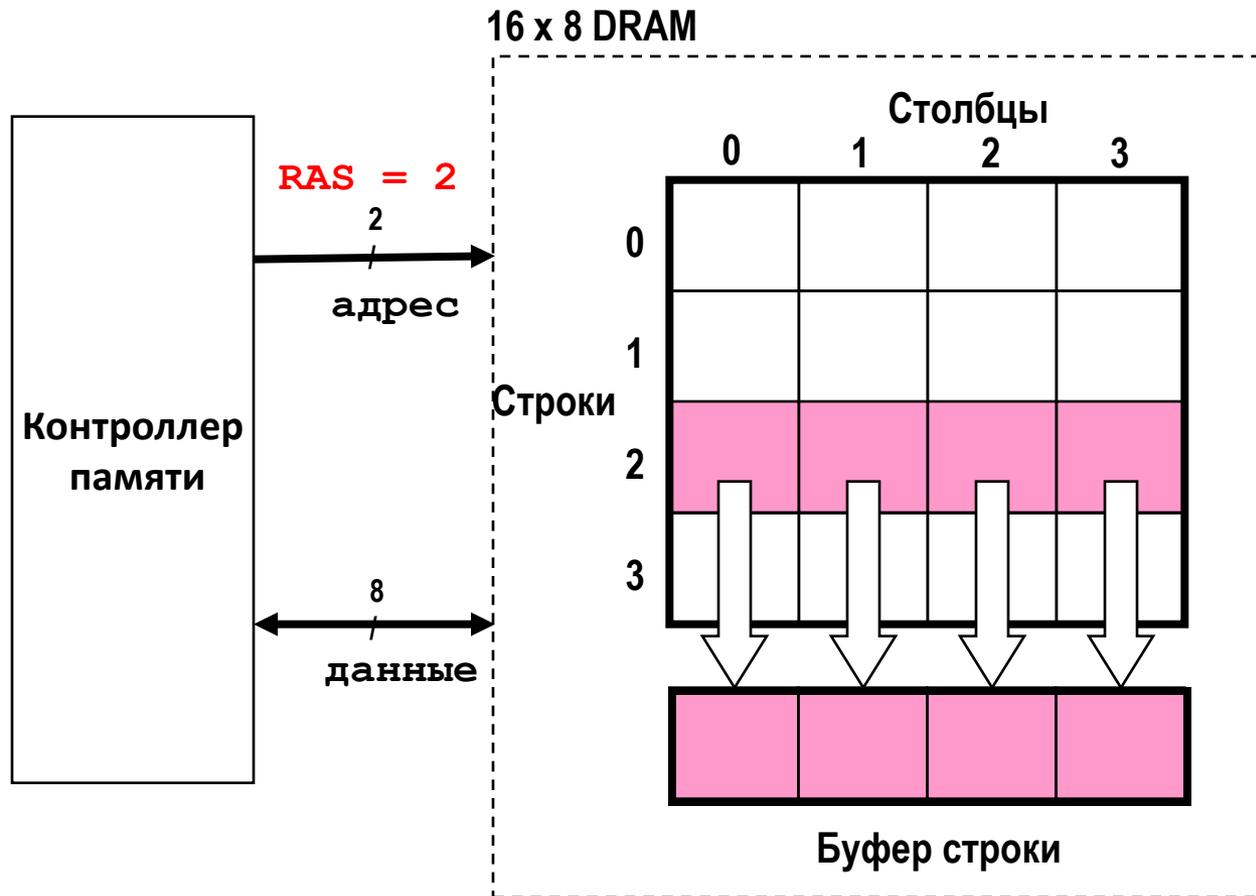
- $d \times w$ DRAM:
 - Общий объем данных dw бит организован как d **суперячеек** размером w бит



Чтение суперячейки DRAM (2,1)

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

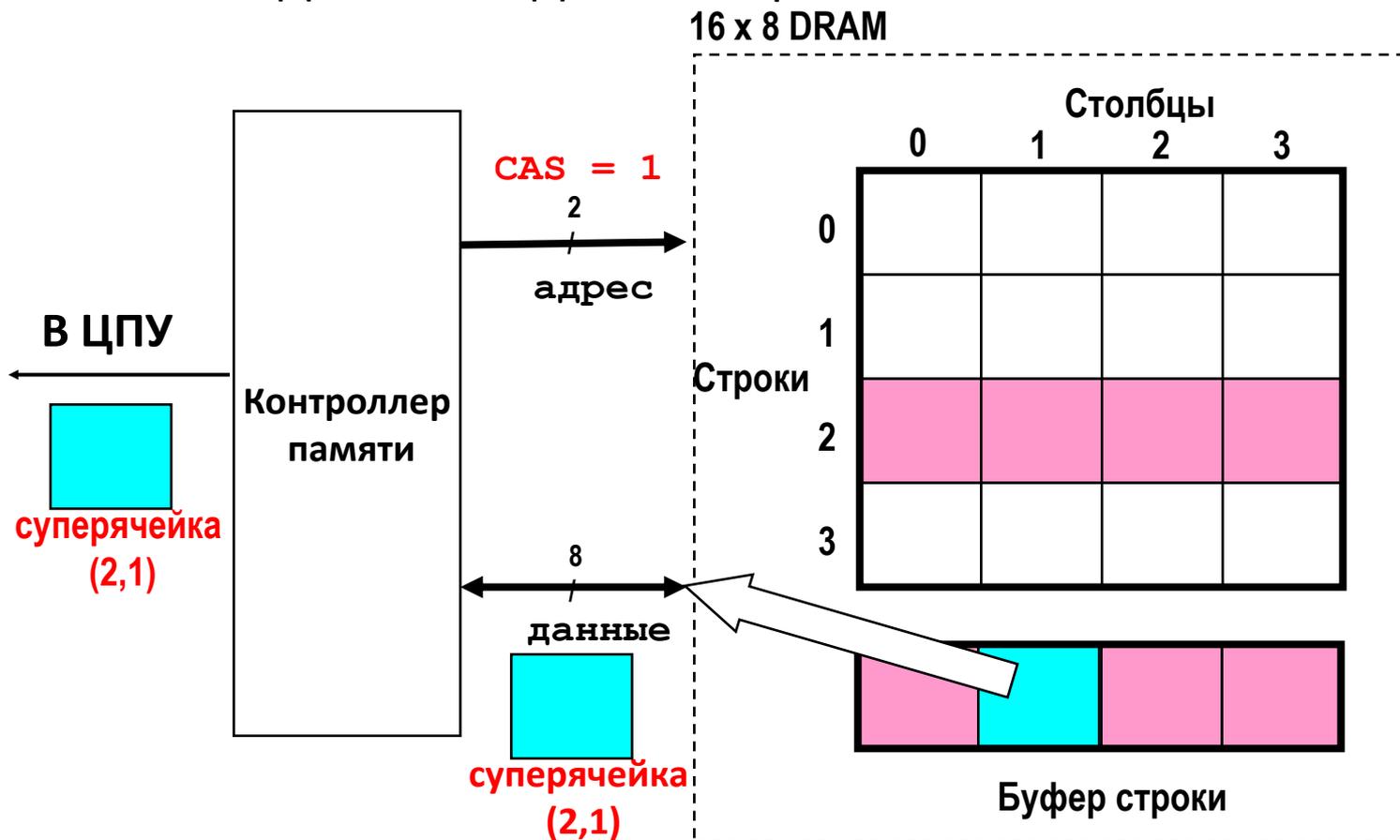
Шаг 1(б): Строка 2 копируется из DRAM в буфер строки.



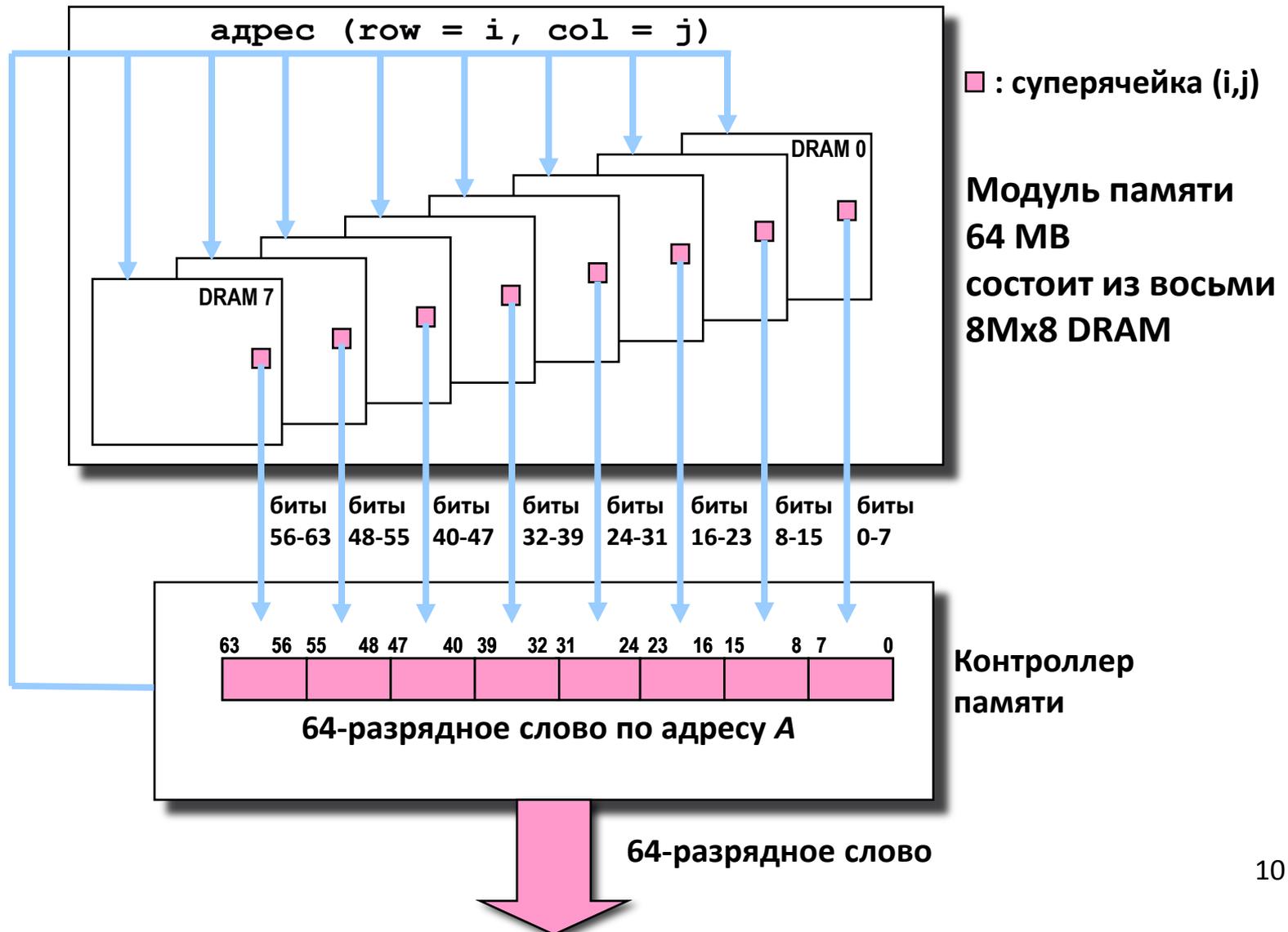
Чтение суперячейки DRAM (2,1)

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
 - В 2016 году, стандартная память для большинства серверов и настольных компьютеров
 - Intel Core (Skylake) поддерживает как минимум DDR3 SDRAM
 - Текущее поколение - DDR4 SDRAM, массовый выпуск с конца 2014 года