

# МультиТредовые архитектуры

# Пути увеличения производительности

- Нарращивание тактовой частоты
- Реализация параллелизма на уровне команд (ILP)
- Реализация параллелизма на уровне нитей (TLP)

# Многопоточность

- **Многопоточность** – это свойство платформы или программы, позволяющее процессу состоять из нескольких потоков команд, исполняющихся параллельно, без предписанного порядка во времени.
- **Цель** – более эффективное использование ресурсов компьютера

# Многопоточное программирование

- Все потоки находятся в едином адресном пространстве процесса, т.е. имеют общую память
- Создание потока и переключение между ними менее трудоемко, чем аналогичные операции над процессами
- Исключение некорректной работы с памятью обеспечивается использованием средств синхронизации

# Средства многопоточной синхронизации

- **Mutex** (Mutual Exclusion Lock) – объект, который может быть захвачен одновременно только одним потоком. После выполнения необходимых действий мьютекс освобождается.
- **Семафор** – объект, который может быть захвачен одновременно ограниченным числом потоков.
- **Событие** – объект, сообщающий ожидающему потоку (или потокам) о возникновении какого-либо события

# Пример использования нитей

```
void mul(int start, int end)
{
    for (int i=start; i<end; i++)
        c[i] = a[i] + b[i];
}
```

```
mul(0, N);
```

```
CreateThread(mul, 0, N/2);
CreateThread(mul, N/2, N);
```

# Аппаратная поддержка МНОГОПОТОЧНОСТИ

- Coarse-grained MT (крупнозернистая многопоточность)
- Fine-grained MT (мелкозернистая многопоточность)
- SMT (Одновременная многопоточность)

# Крупнозернистая многопоточность (Coarse-grained MT)

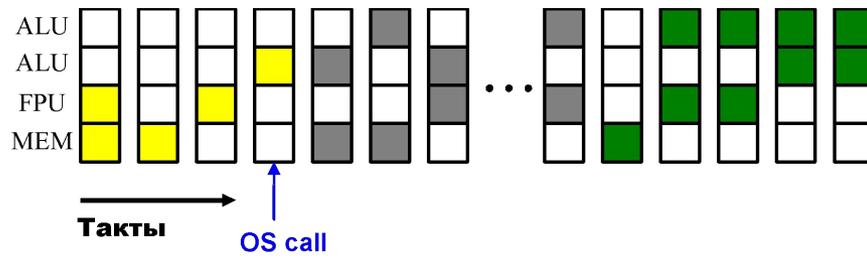
- 2 и более аппаратных контекстов
  - Регистры общего назначения
  - Счетчик команд
  - Буфер выборки инструкций
- Одновременно не более 1 нити
- Аппаратное переключение контекстов при прерывании

# Мелкозернистая многопоточность (Fine-grained MT)

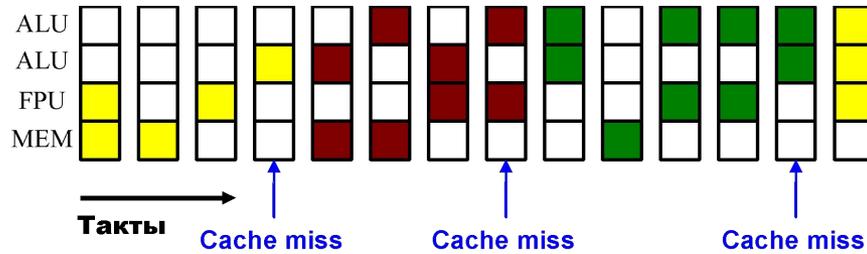
- 2 и более аппаратных контекстов
  - Регистры общего назначения
  - Счетчик команд
- Одновременно не более 1 нити
- Аппаратное переключение на каждом такте

# Одновременная многопоточность (Simultaneous MT)

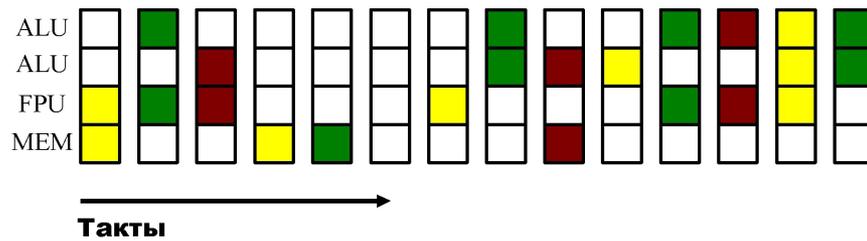
- 2 и более аппаратных контекстов
  - Регистры общего назначения
  - Буфер выборки инструкций
  - Буфер переупорядочивания
  - Стек возврата
- Привязка команд и нитей
- До нескольких нитей одновременно
- Контексты активны, переключения не происходит



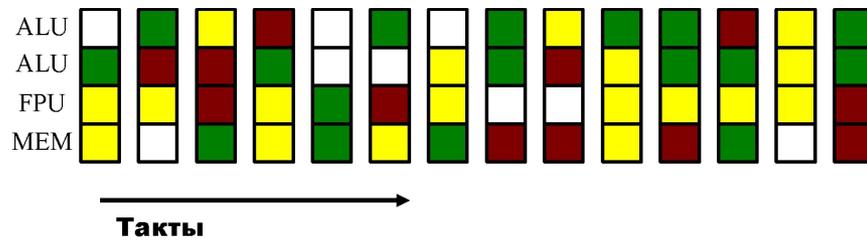
Software



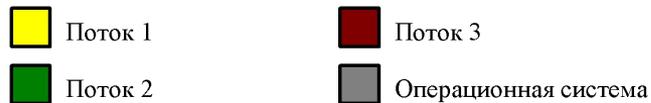
Coarse-grained



Fine-grained



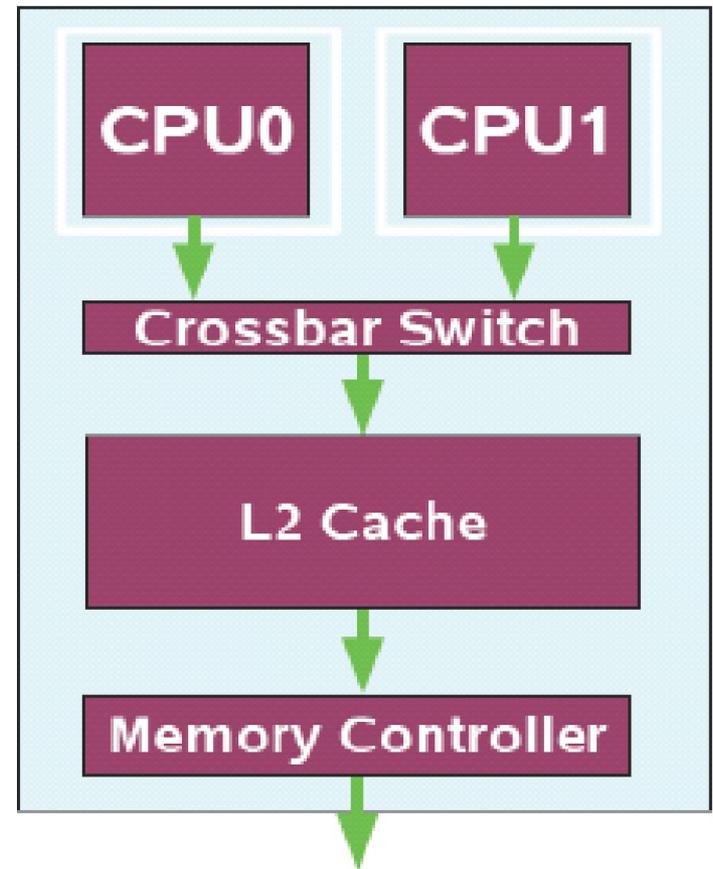
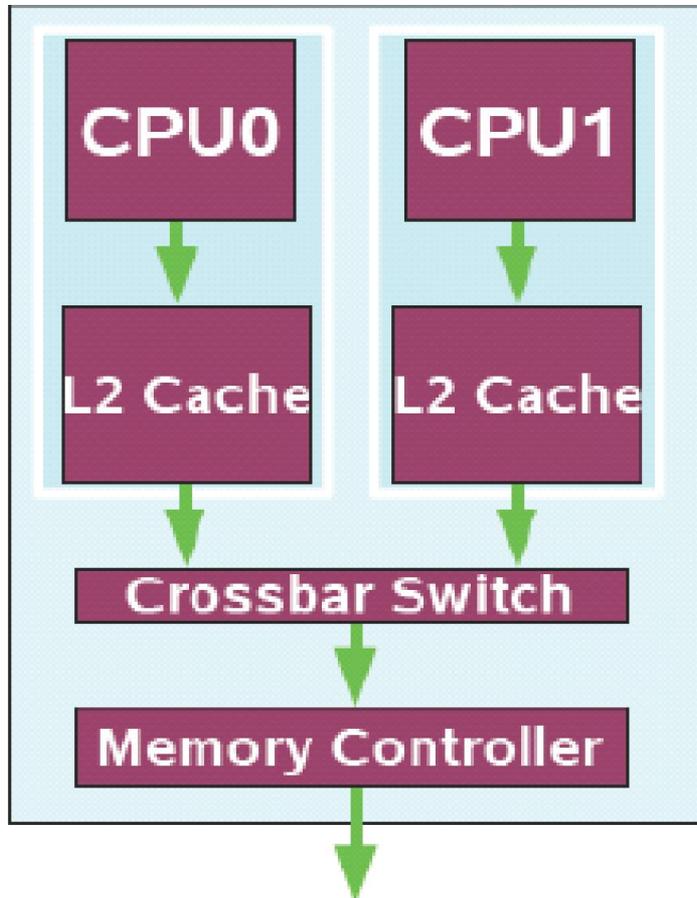
Simultaneous



# Многоядерность vs многопроцессорность (CMP – Chip Multiprocessors)

- Меньше стоимость при той же производительности
- Выше скорость обмена между ядрами
- Меньше места, меньше выделяемого тепла, меньше потребляемая мощность

# Структура SMP-процессора



# Многопоточность на основе SMP

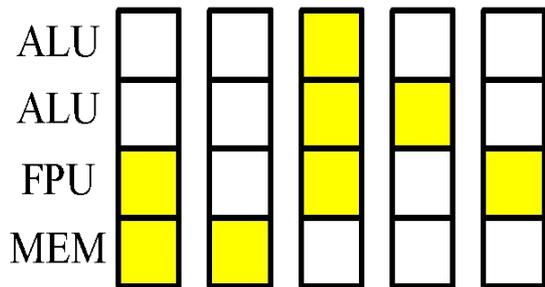
- Простая логика, один поток на ядро
- Масштабируемость за счет локальности
- Условная многопоточность (Speculative MultiThreading) для ускорения последовательного кода

# Распределение ресурсов

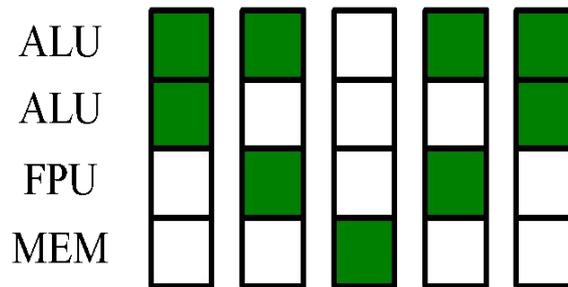
MT	Общие ресурсы	Переключение контекстов
нет	Все	Явное переключение ОС
Fine-grained	Все кроме регистров и управляющей логики	На каждом такте
Coarse-grained	Все кроме регистров, управляющей логики и буферов выборки инструкций	При остановке конвейера
SMT	Все кроме регистров, управляющей логики, буферов выборки инструкций, стека адресов возврата, буфера переупорядочивания, очереди записи и т.п.	Все контексты активны, переключения нет
CMP	Кэш второго уровня, системное межсоединение ядер	Все контексты активны, переключения нет

# CMP+SMT

**Ядро А**



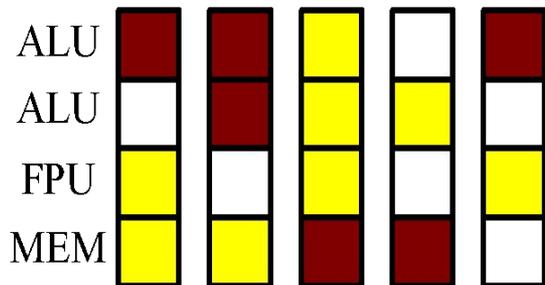
**Ядро Б**



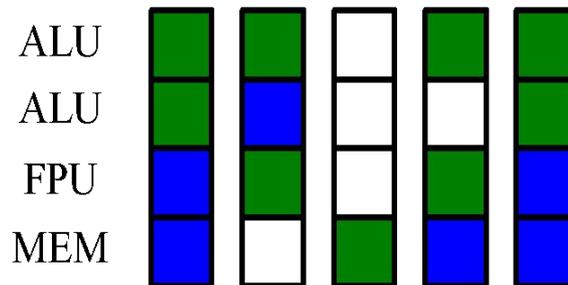
**CMP**

**Такты**

**Ядро А**



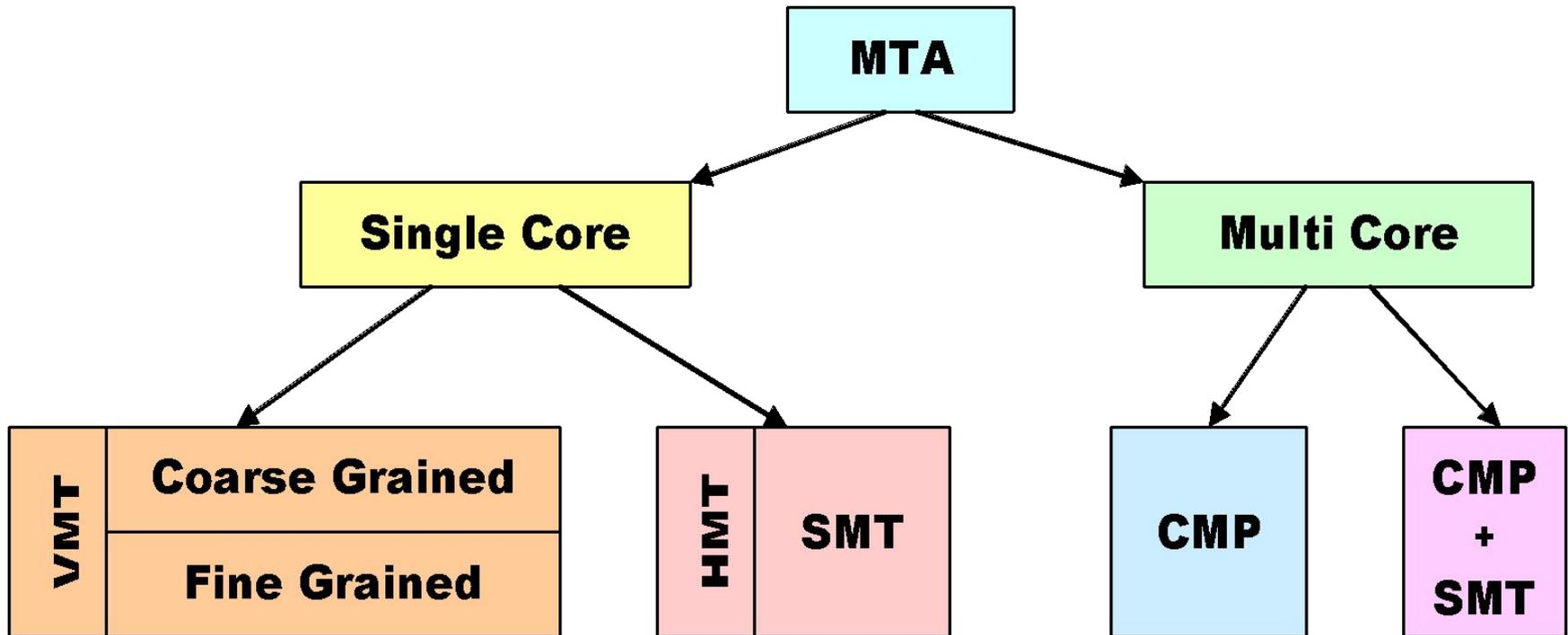
**Ядро Б**



**CMP + SMT**

**Такты**

# Многопоточные архитектуры



# Примеры многопоточных архитектур

- **CMP**

- POWER 4
- Barcelona
- Clovertown
- Opteron

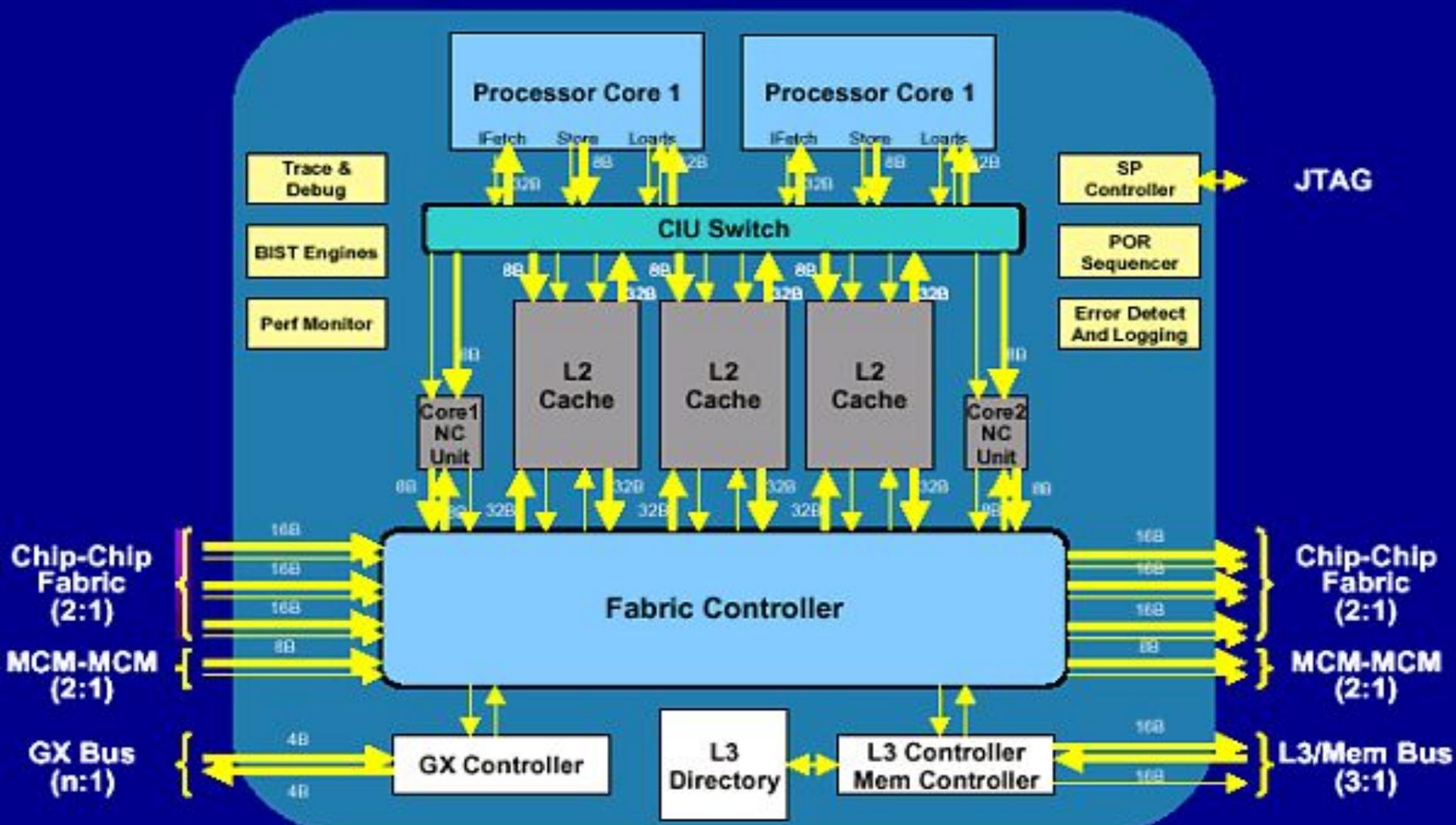
- **SMT**

- Alpha 21464
- Pentium 4
- Itanium 2

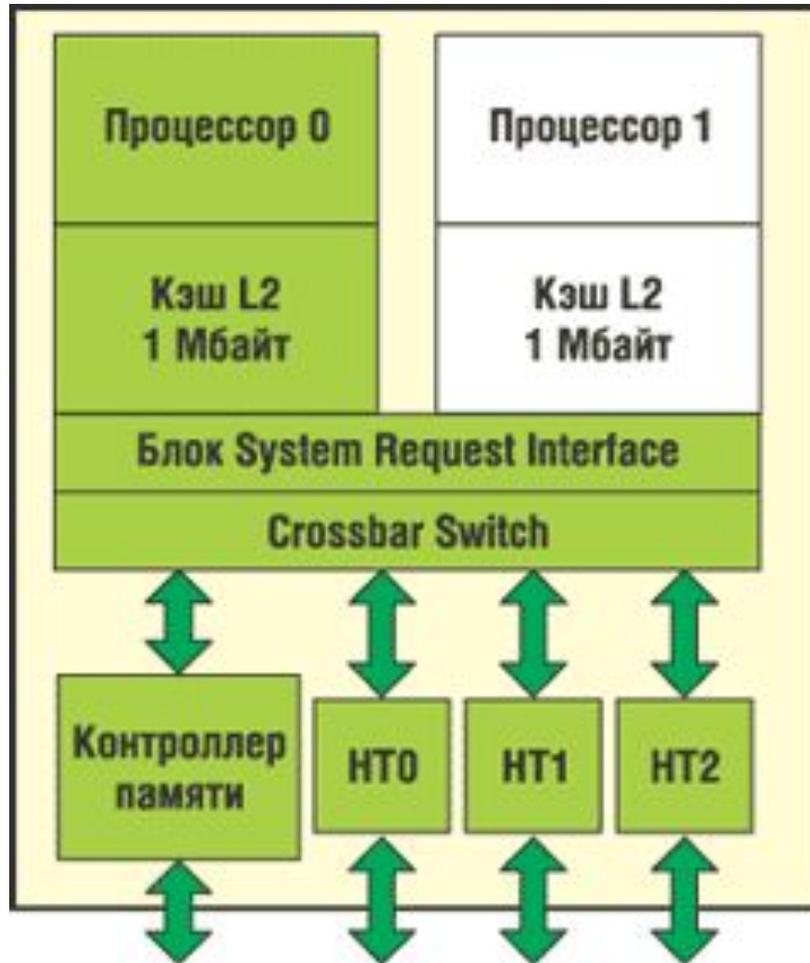
- **CMP + SMT**

- POWER 5
- UltraSPARC T2
- Keifer

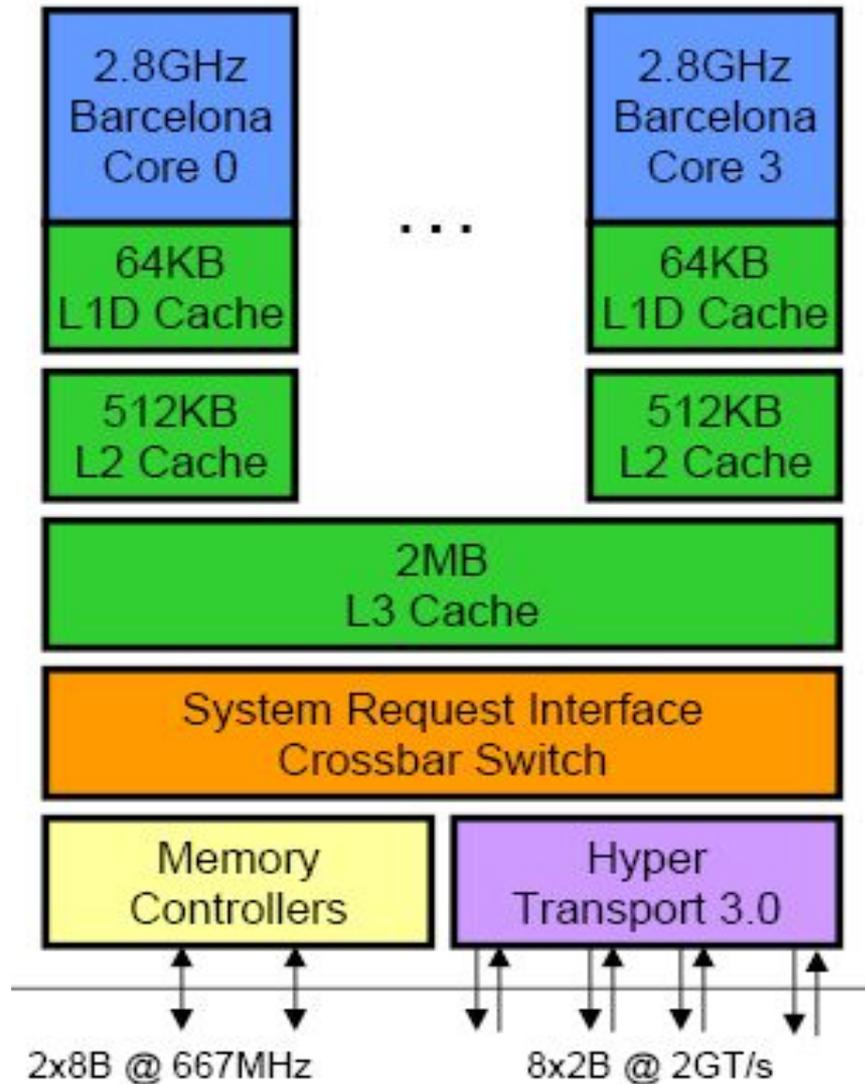
# POWER 4 (2 ядра)



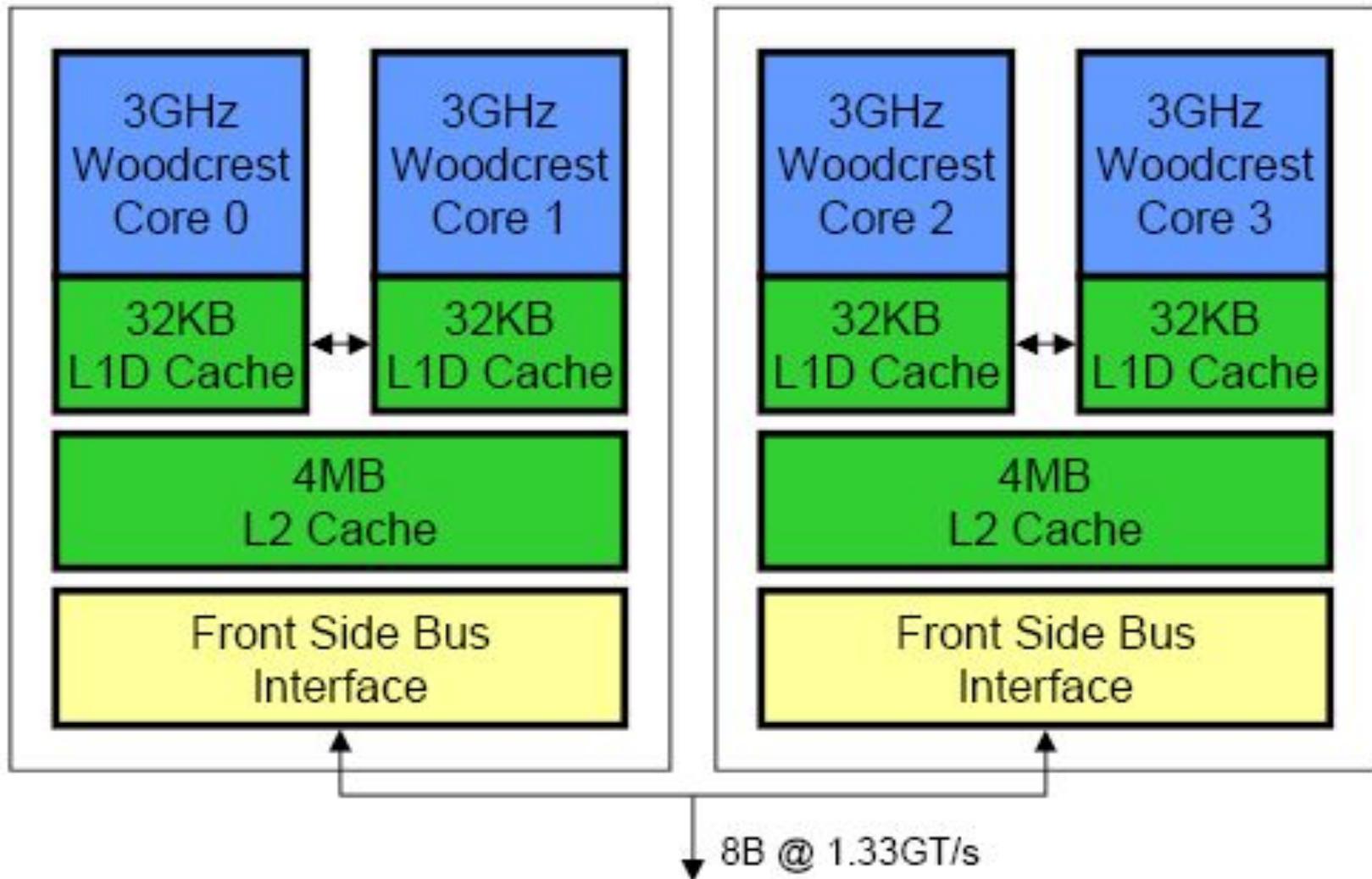
# Dual core Opteron (2 ядра)



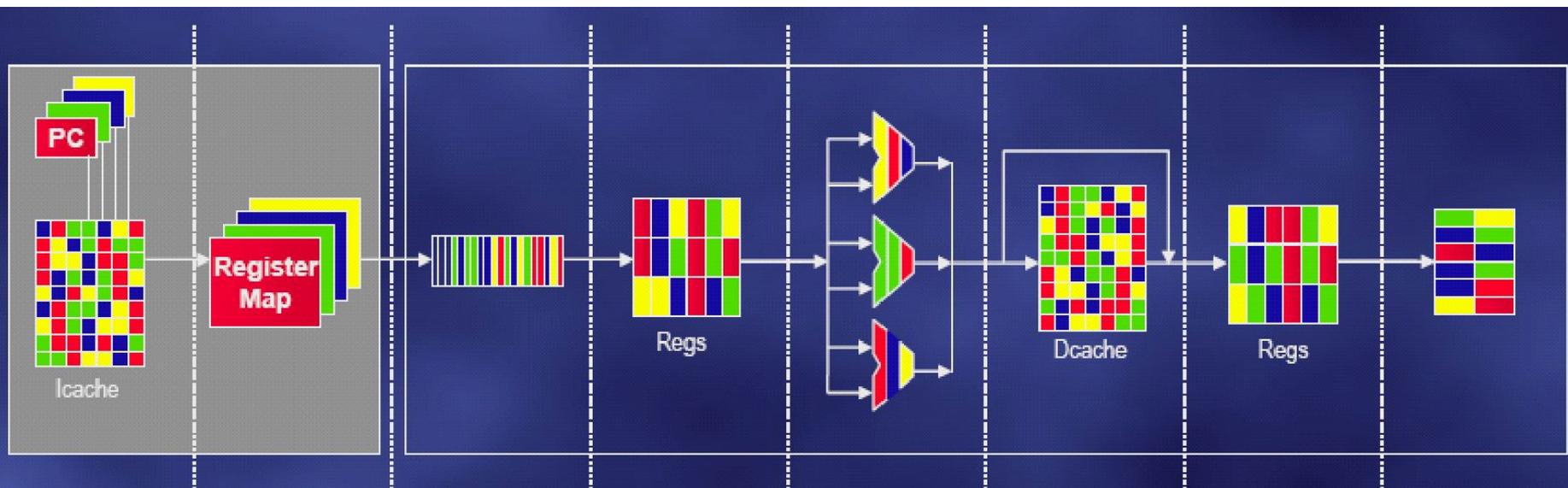
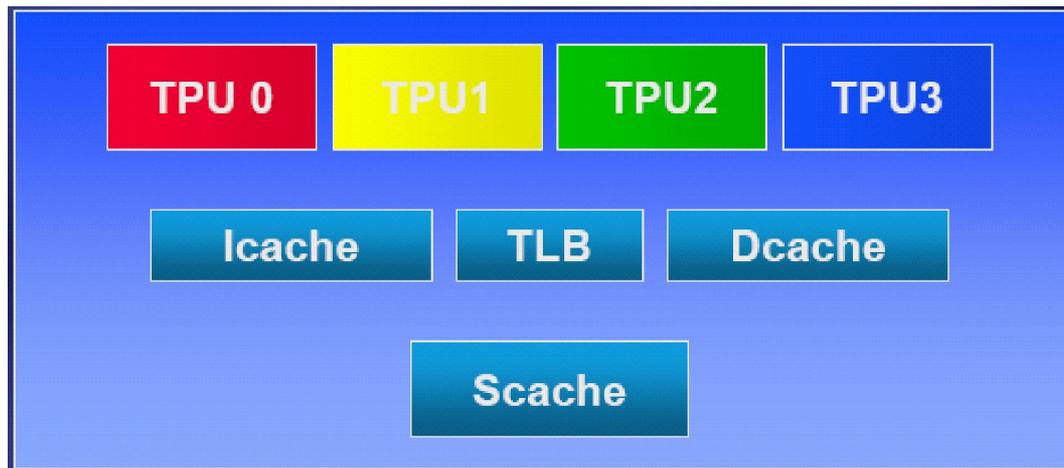
# Barcelona (4 ядра)



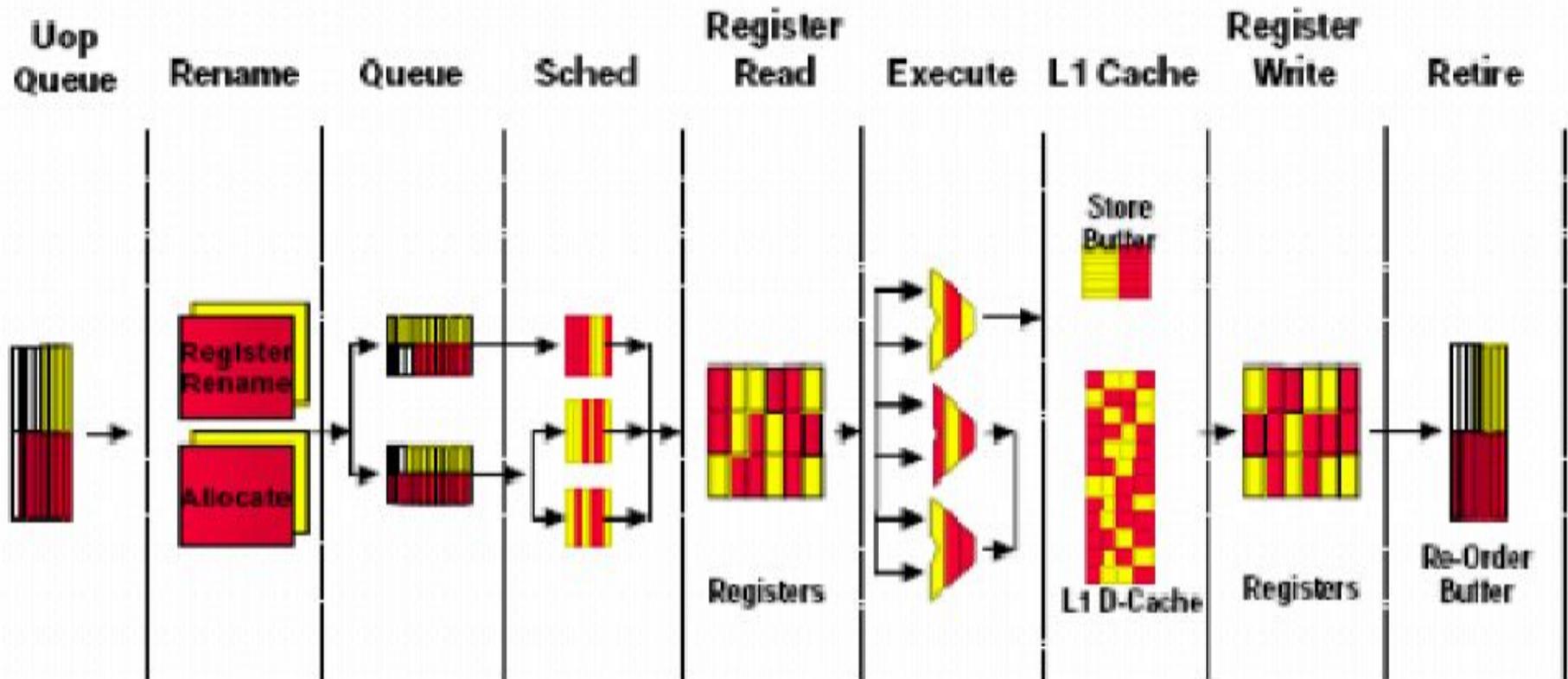
# Clovertown (4 ядра)



# Alpha 21464 (4 потока)

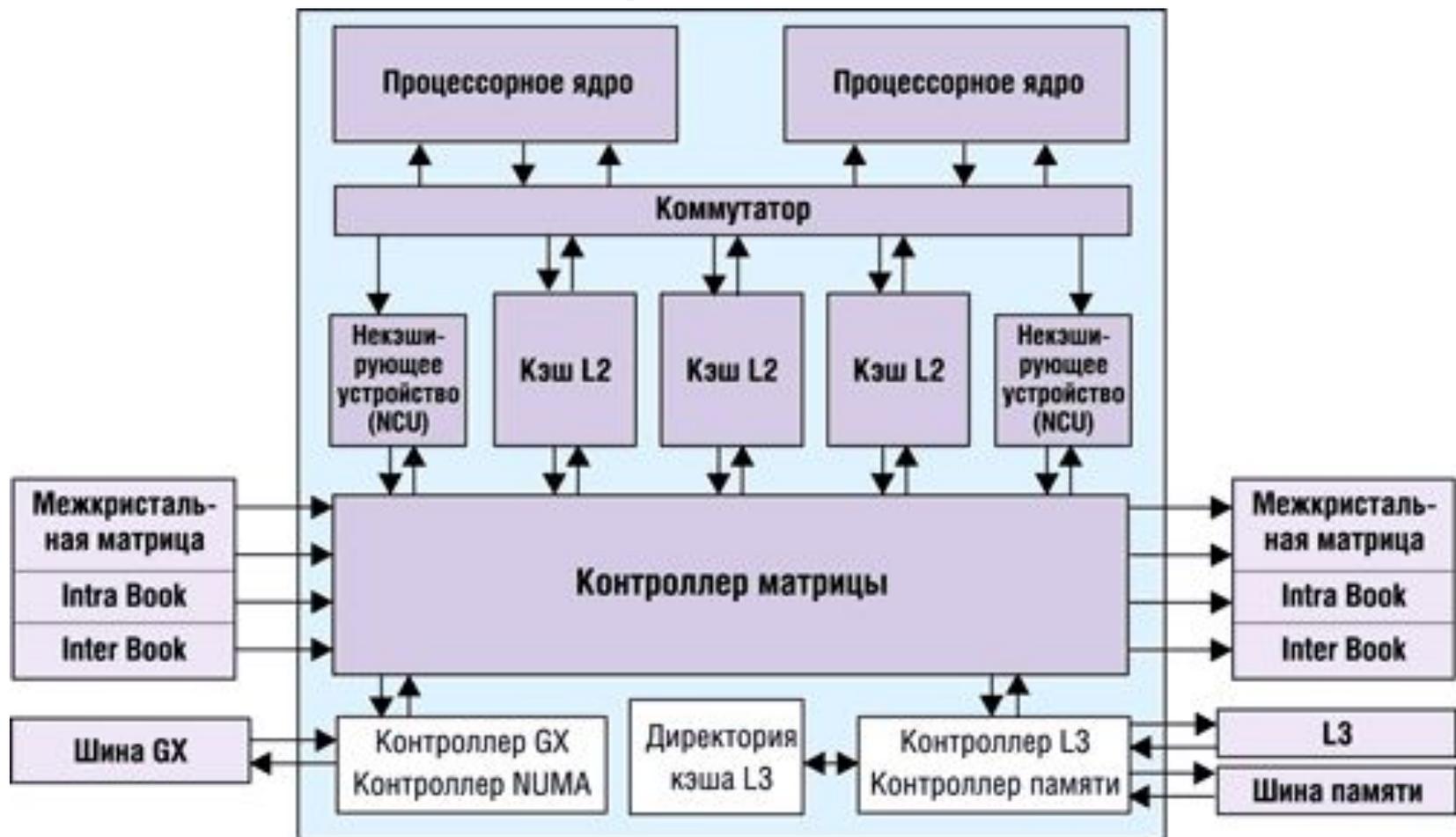


# Pentium 4 (2 потока)

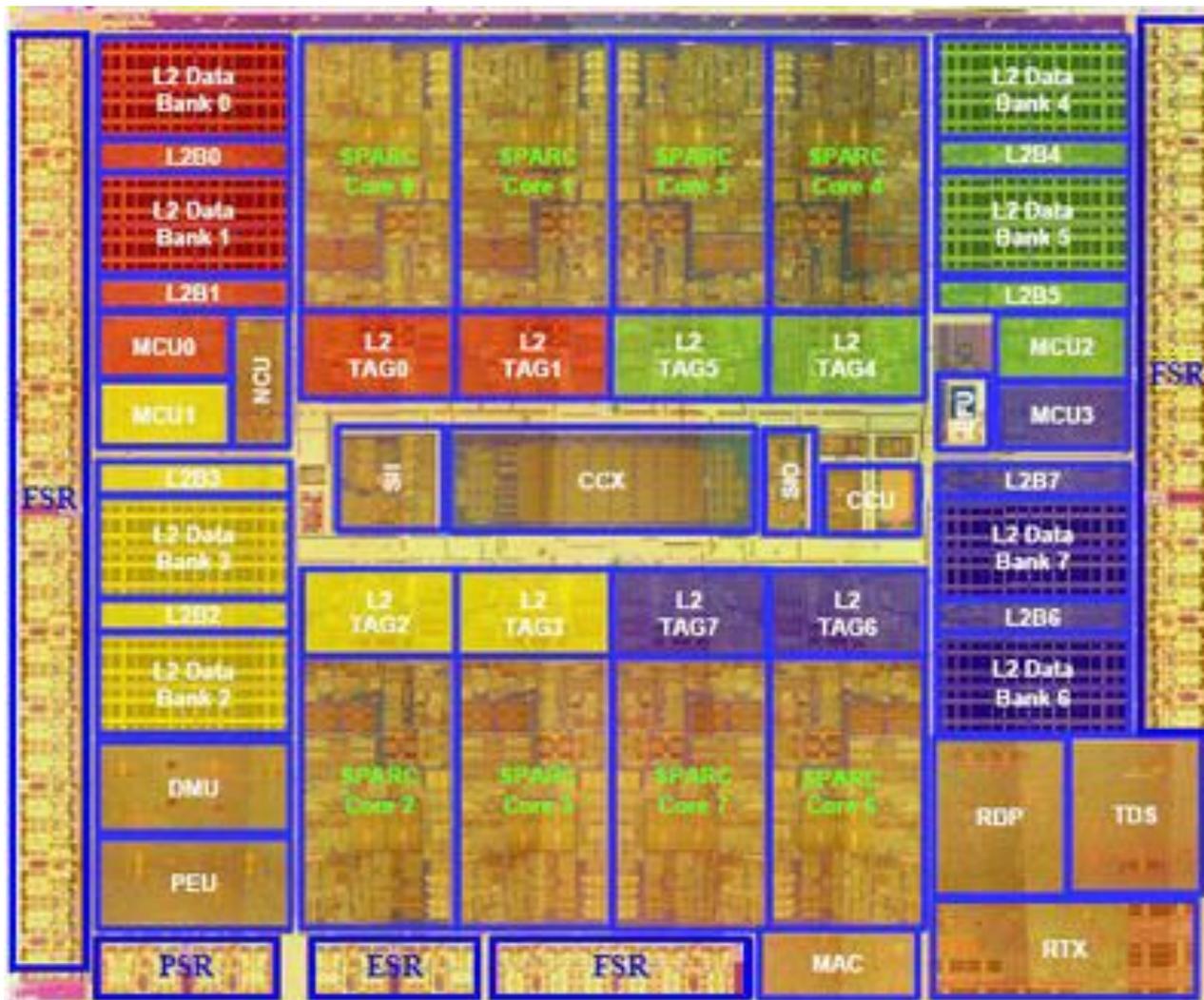


# POWER 5

## 2 ядра 2 нити



# UltraSPARC T2 (8 ядер x 8 потоков)



# Keifer

(8 узлов x 4 ядер x 4 потока)

