

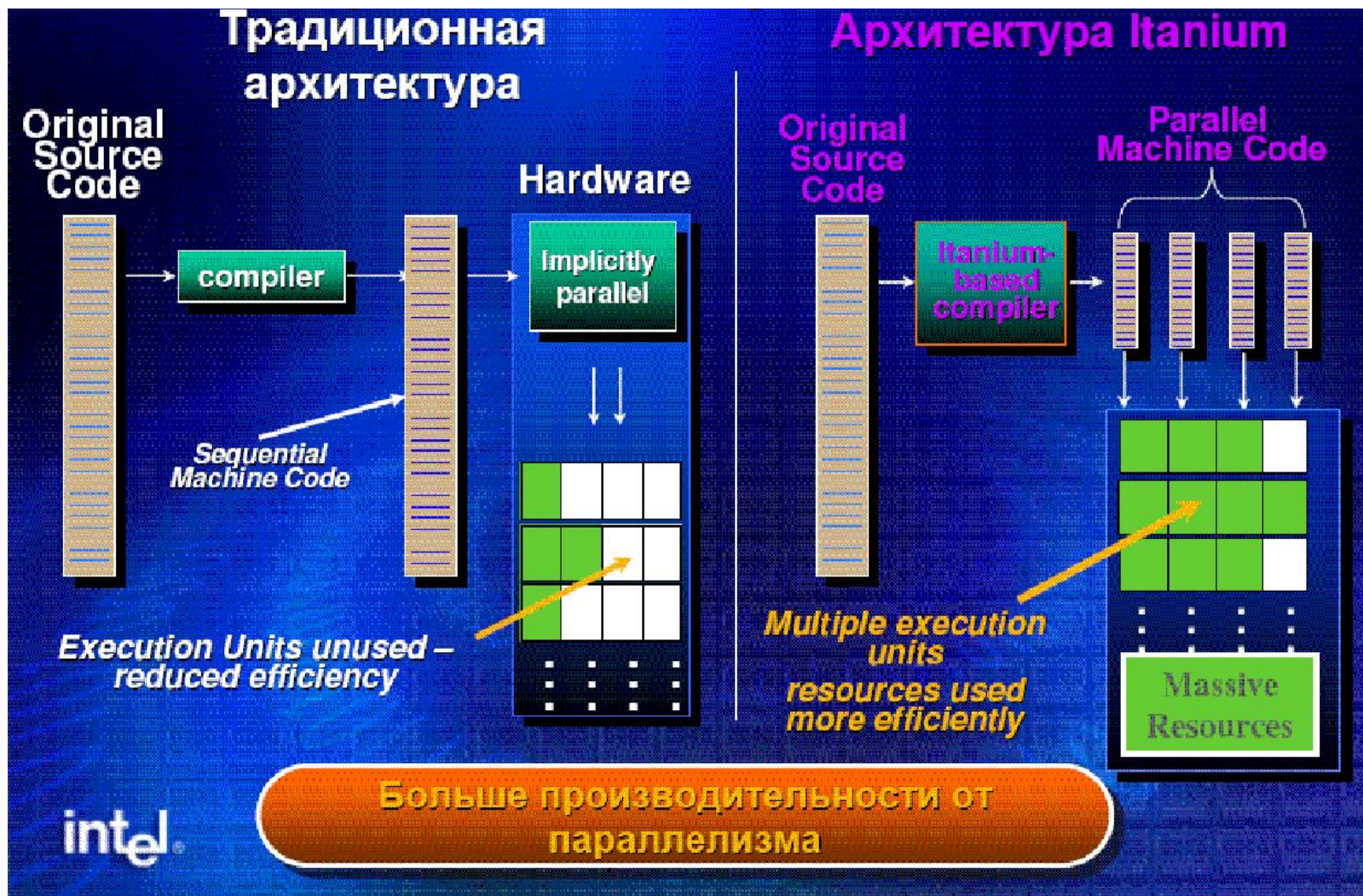
# Современные микропроцессоры

## Тенденции развития

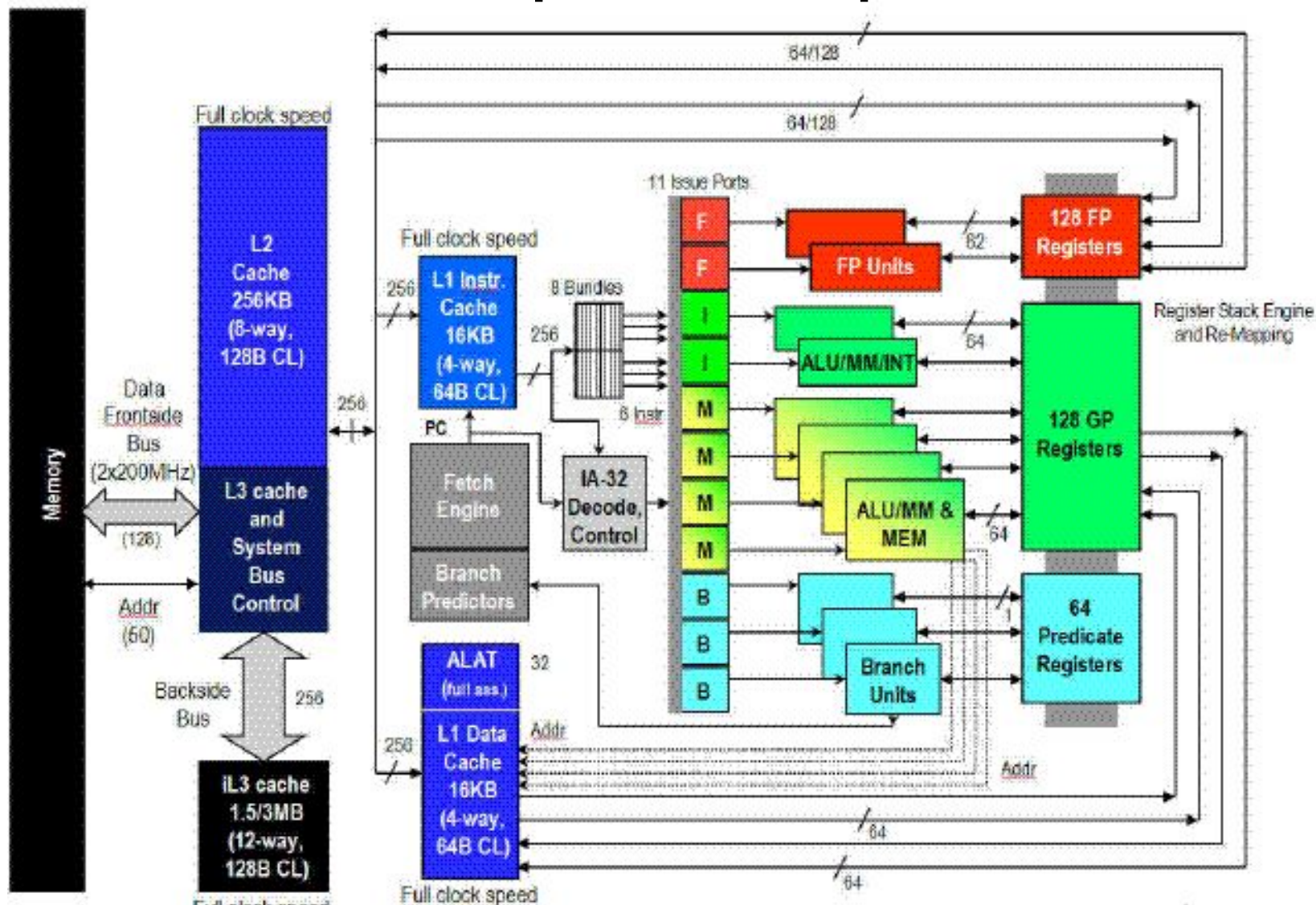
# Рассматриваемые процессоры

- Intel Itanium 2
- Intel Core 2 Duo
- IBM Cell

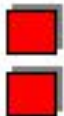
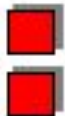
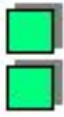
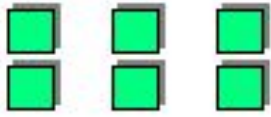
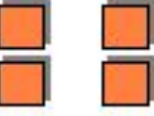
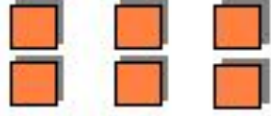

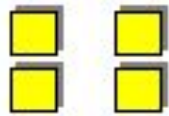
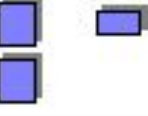
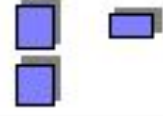
# Неявный и явный параллелизмы



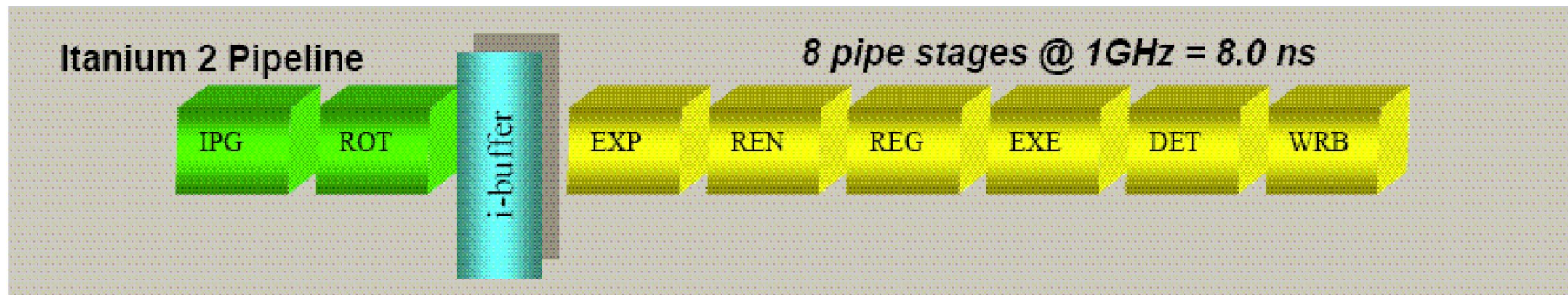
# Блок-схема процессора Itanium 2



# Исполнительные устройства

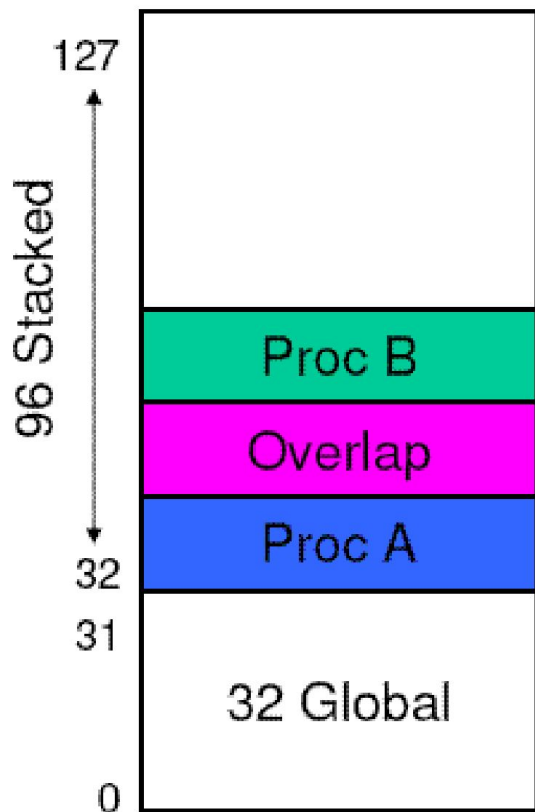
	PowerPC	Itanium® 2
<b>F.P.</b>		
<b>Integer</b>		
<b>Multimedia</b>		
<b>Load/Store</b>		
<b>Branch</b>		

# Конвейер Itanium 2



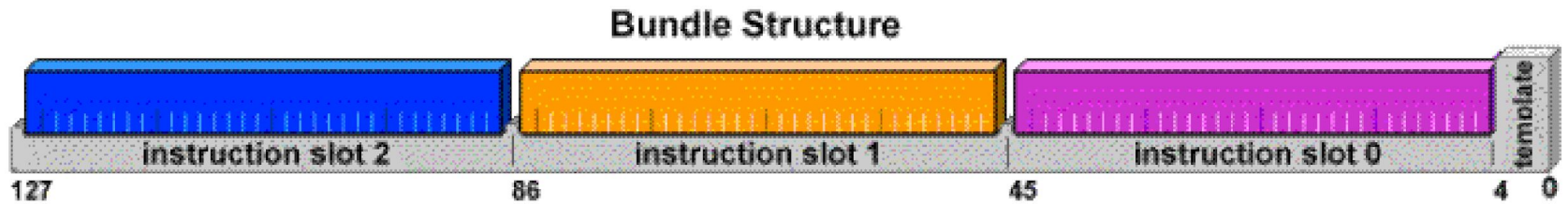
- Основной конвейер 8 стадий

# Регистровый файл



- 128 целочисленных регистров
- 128 регистров с плавающей запятой
- 64 предикатных регистра
- 128 регистров приложений
- Register Stack Engine

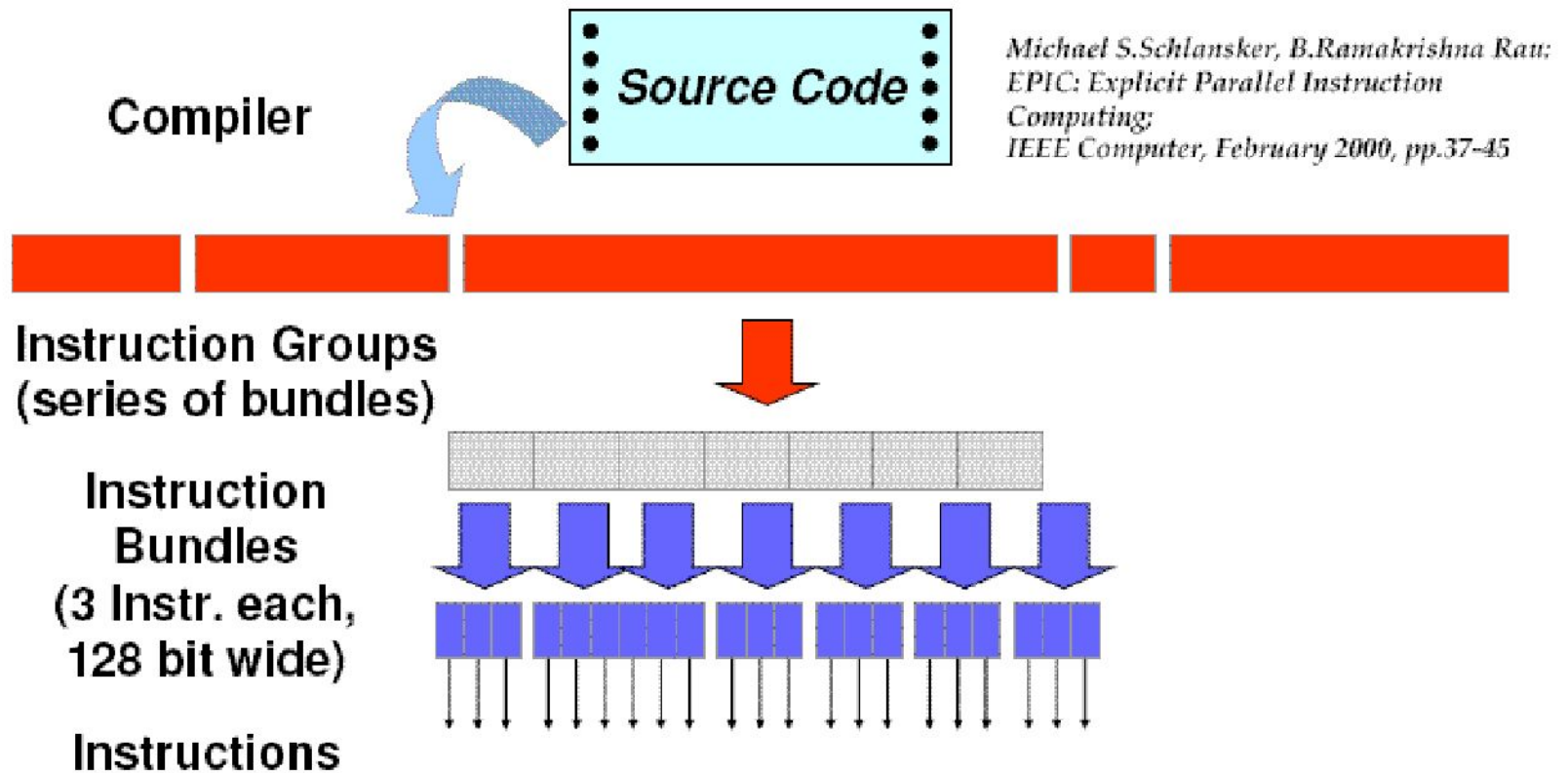
# Связка



- 3 инструкции + шаблон
- Объединяются в группы без RAW зависимостей



# Структура кода



**Up to 6 instructions executed per clock**

# Предикатные регистры

## Unpredicated Code

```
cmp a, b
jump EQ
y=3
jump END
```

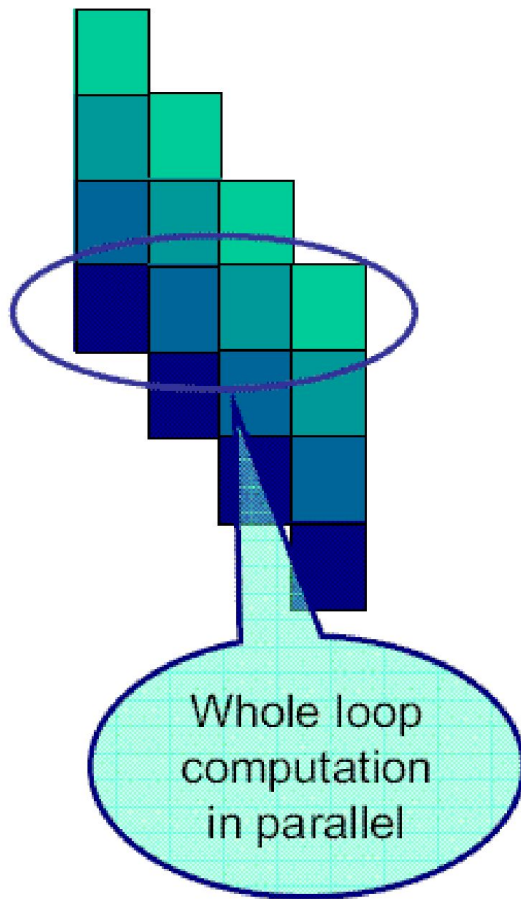
```
EQ: y=4
```

```
END:
```

## Predicated Code

```
cmp.eq p1, p2=a, b
p1 y=4
p2 y=3
```

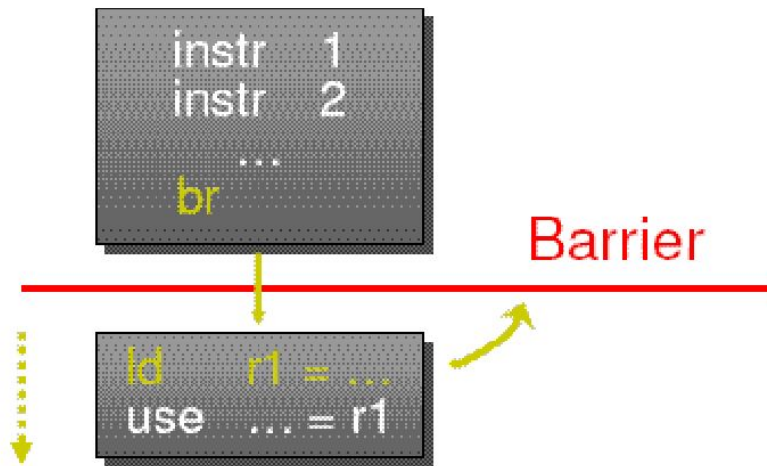
# Программно-конвейеризуемые ЦИКЛЫ



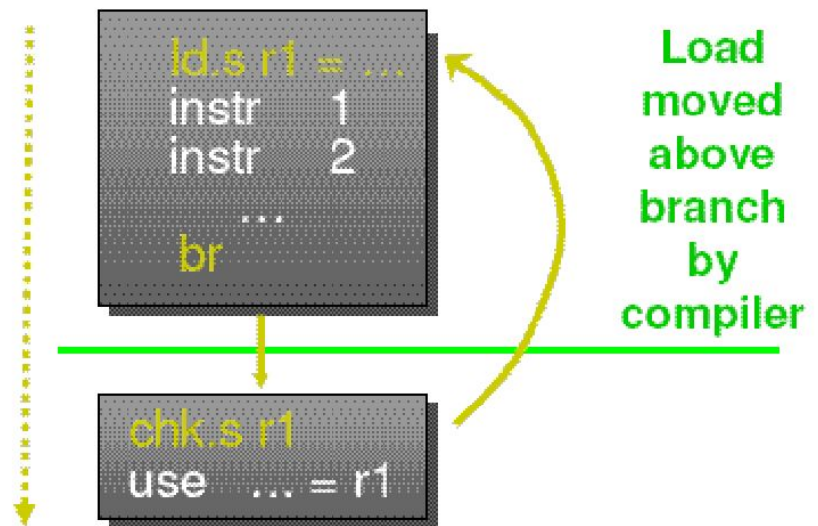
- Аппаратная поддержка SWP-циклов
  - Стадии пролога и эпилога
  - Вращение регистров
  - Предикаты

# Спекуляция по данным

## Traditional Architectures



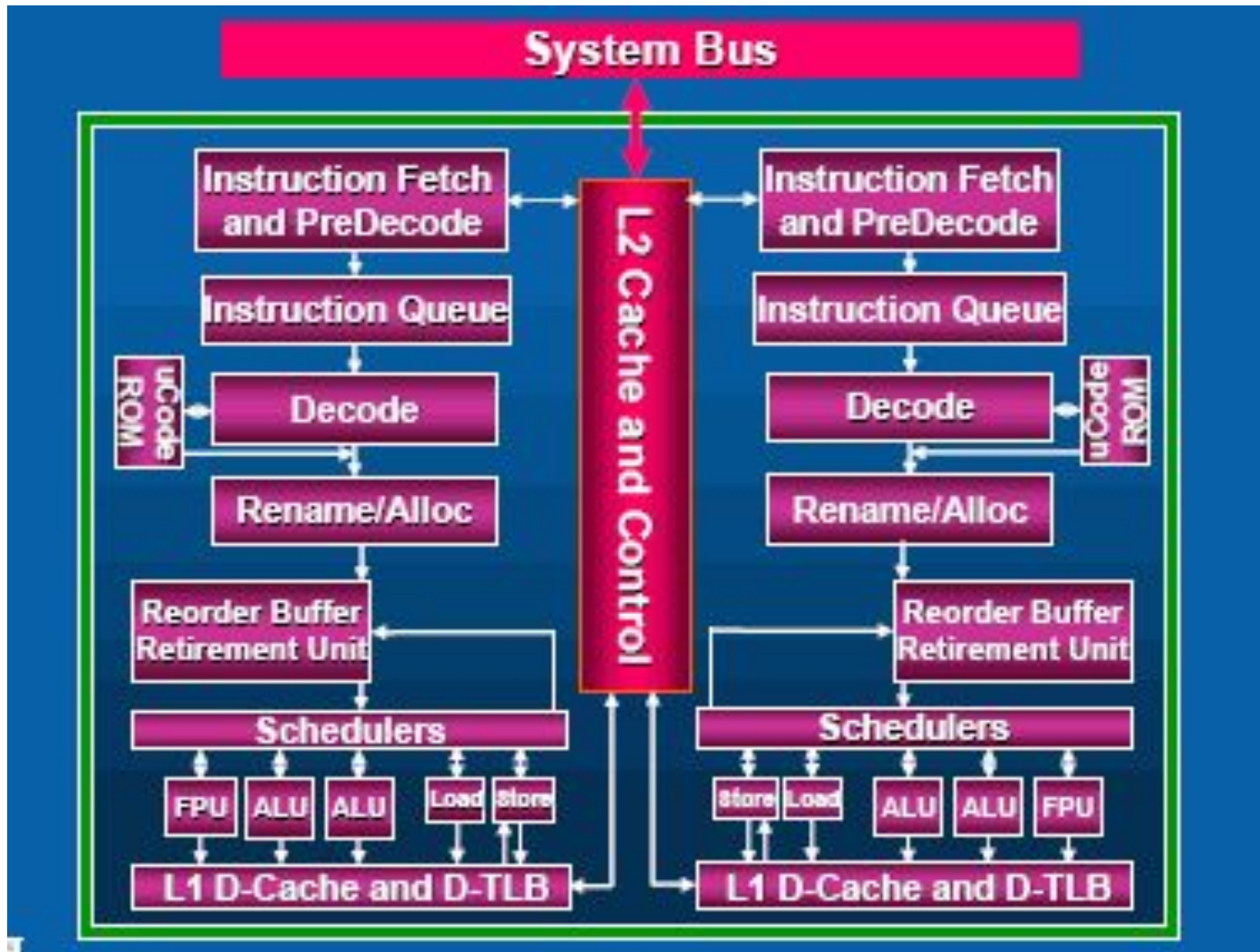
## IA-64



# Технические характеристики Itanium 2

- L1 DCache 16K 4-way
- L1 ICache 16K 4-way
- L2 Cache 256K 8-way
- L3 Cache 6M 12-way
- Устройства
  - 6 Integer
  - 4 Load/Store
  - 2 FP
  - 6 Multimedia
  - 4 Branch

# Core 2 Duo



# Core 2 Duo

- Двухъядерная 64-битная архитектура
  - За основу ядра взято ядро Pentium Pro
- Широкое динамическое исполнение
- Разделяемый КЭШ 2го уровня
- Поддержка мультимедиа
- Micro-ops fusion и Macrofusion
- Энергосберегательная система

# Intel® Wide Dynamic Execution

## EACH CORE

*EFFICIENT  
14 STAGE  
PIPELINE*

*DEEPER  
BUFFERS*

*4 WIDE -  
DECODE TO  
EXECUTE*

*4 WIDE -  
MICRO-OP  
EXECUTE*

*MICRO  
and  
MACRO  
FUSION*

*ENHANCED  
ALUs*

## CORE 1

INSTRUCTION FETCH  
AND PRE-DECODE

INSTRUCTION QUEUE

DECODE

RENAME / ALLOC

RETIREMENT UNIT  
(REORDER BUFFER)

SCHEDULERS

EXECUTE

## CORE 2

INSTRUCTION FETCH  
AND PRE-DECODE

INSTRUCTION QUEUE

DECODE

RENAME / ALLOC

RETIREMENT UNIT  
(REORDER BUFFER)

SCHEDULERS

EXECUTE

Perf ↑

Energy ↓

## ADVANTAGE

- 33% Wider Execution over Previous Gen
- Comprehensive Advancements
- Enabled In Each Core



# With Intel's New Macro-Fusion

Read five Instructions from Instruction Queue

Send fusable pair to single decoder

Single uop represents two instructions

Instruction Queue

inc ecx

store [mem3], ebx

jne targ

cmp eax, [mem2]

load eax, [mem1]

dec0

dec1

dec2

dec3

Cycle 1

inc ecx

store [mem3], ebx

cmpjne eax, [mem2], targ

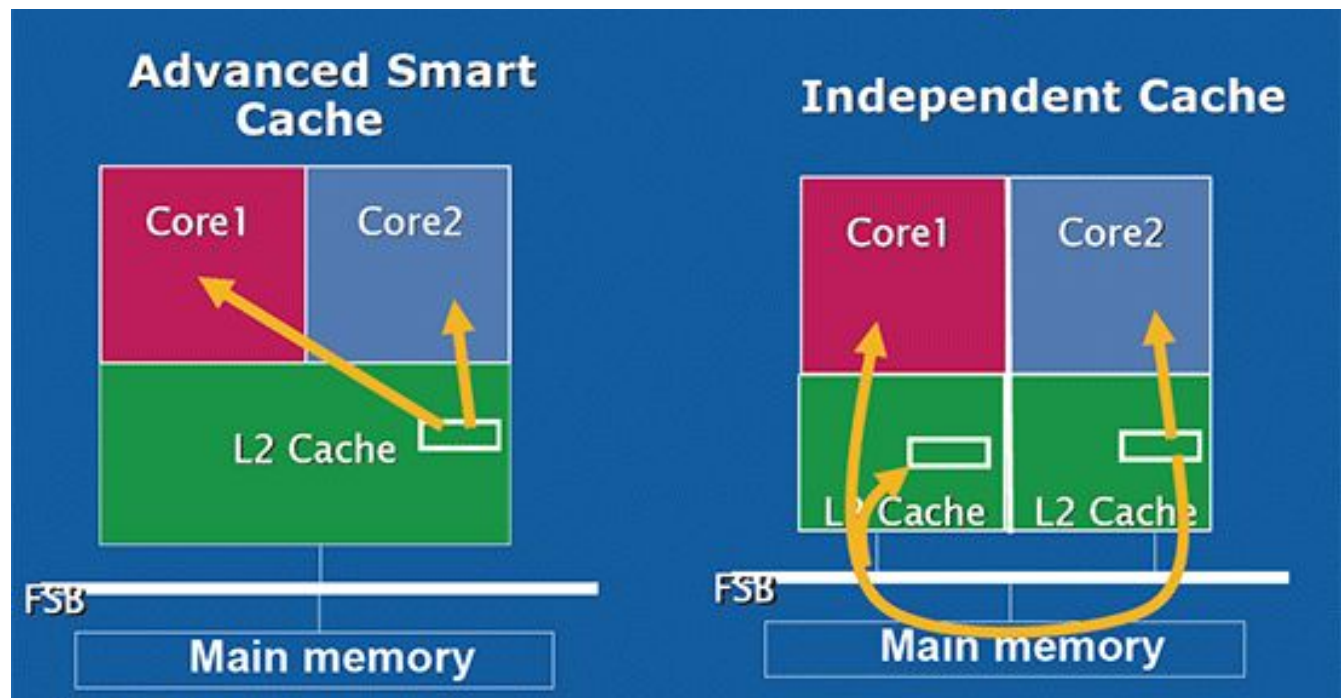
load eax, [mem1]

Intel Developer  
FORUM



# Разделяемый КЭШ 2го уровня

- Нет необходимости поддерживать когерентность
- Динамически распределяется между ядрами



# Smart Memory Access

- 6 Блоков предвыборки
  - 2 для КЭШа 2го уровня
  - По 2 для КЭШей 1го уровня
- Memory Disambiguation
  - Спекуляция по данным (RAW зависимость)

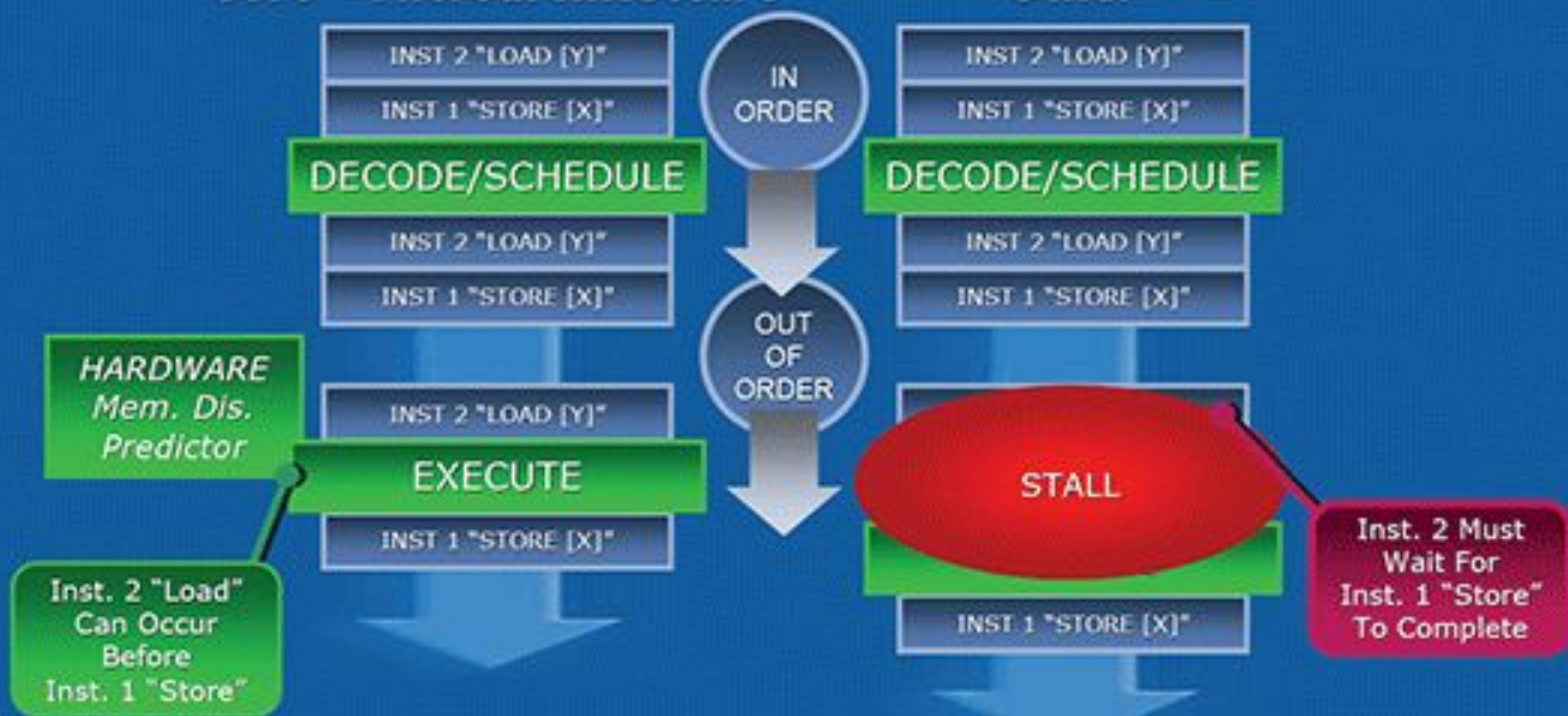
# Intel® Smart Memory Access

## Hardware-based Memory Disambiguation

© 2013 Intel Corporation. All rights reserved.

### Core™ Microarchitecture

### Other



Perf ↑

Energy ↓

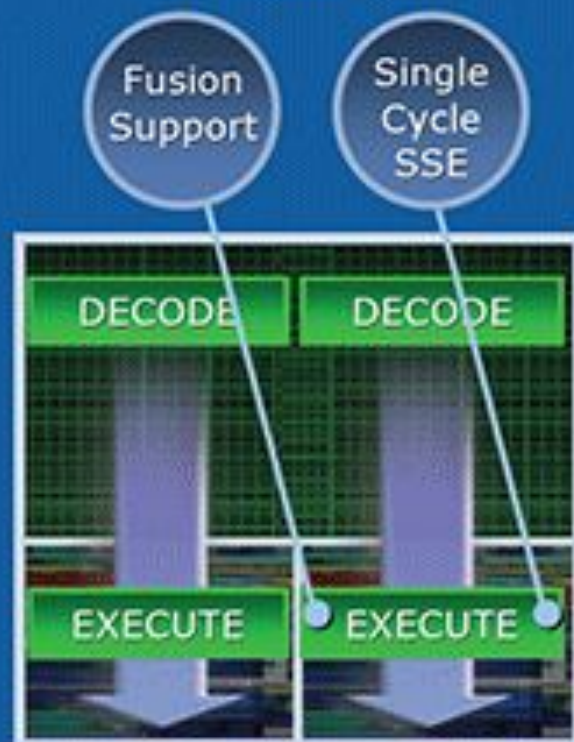
**ADVANTAGE**

- Higher Utilization of Pipeline
- Masks latency to data access
- Higher Performance

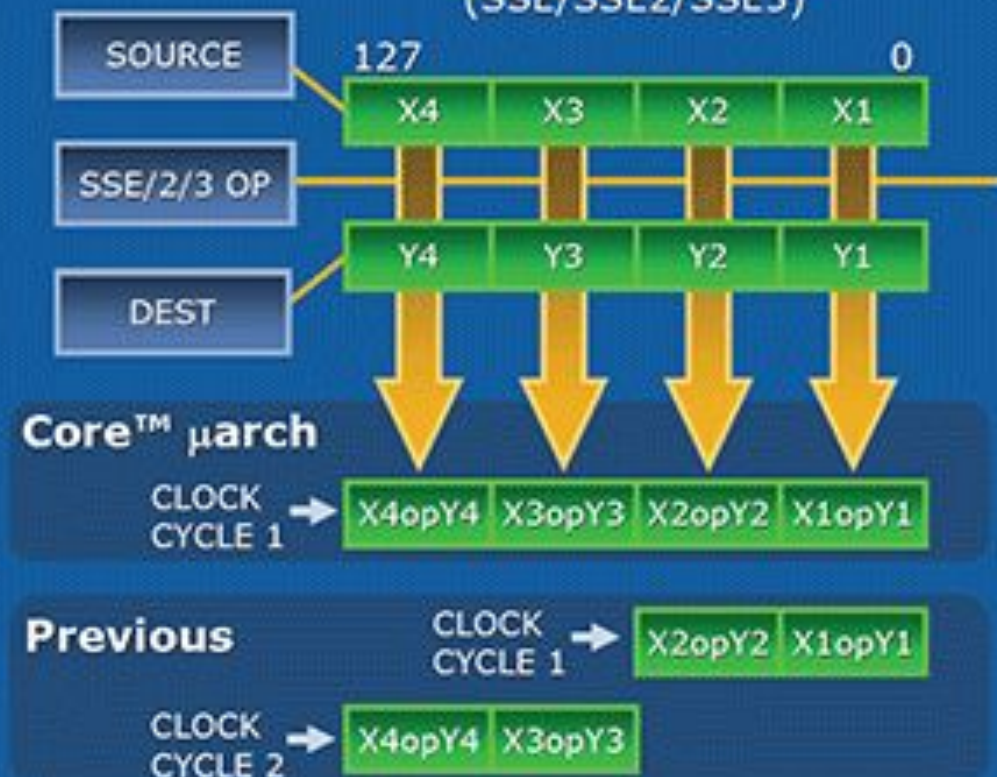
# Intel® Advanced Digital Media Boost

## Single Cycle SSE

### In Each Core



### SSE Operation (SSE/SSE2/SSE3)



Perf ↑

Energy ↓

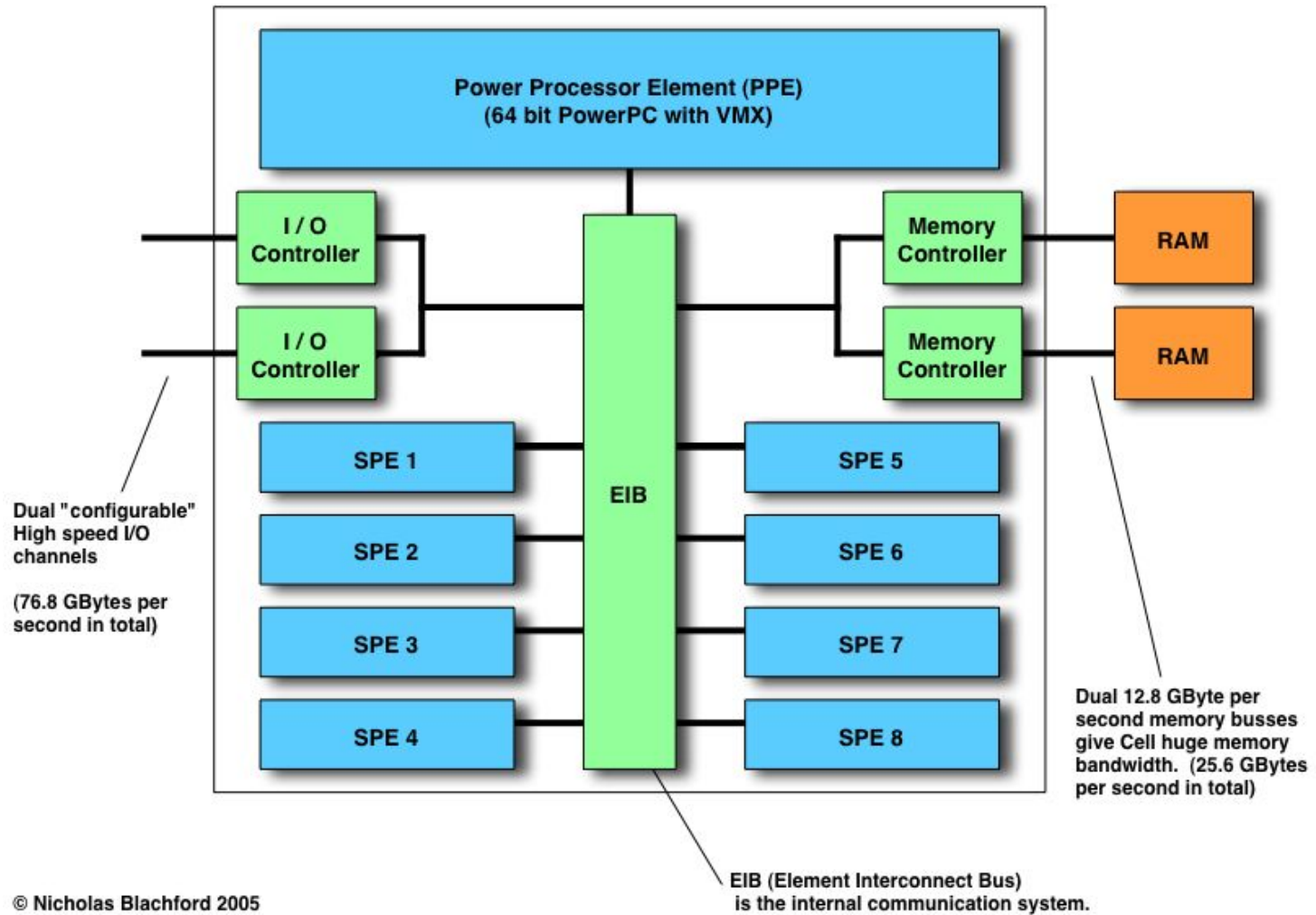
### ADVANTAGE

- Increased Performance
- 128 bit Single Cycle in each core
- Improved Energy Efficiency

# Технические характеристики Core 2 Duo

- L1 DCache 32K 8-way
- L1 ICache 32K 8-way
- L2 Cache 4M / 2 Cores
- ITLB 128 ent
- DTLB 256 ent
- Устройства
  - 5 Integer 3 ALU + 2 AGU
  - 2 Load/Store (1 Load + 1 Store)
  - 4 FP (FADD + FMUL + FLOAD + FSTORE)
  - 3 SSE (128 bit)

# Cell



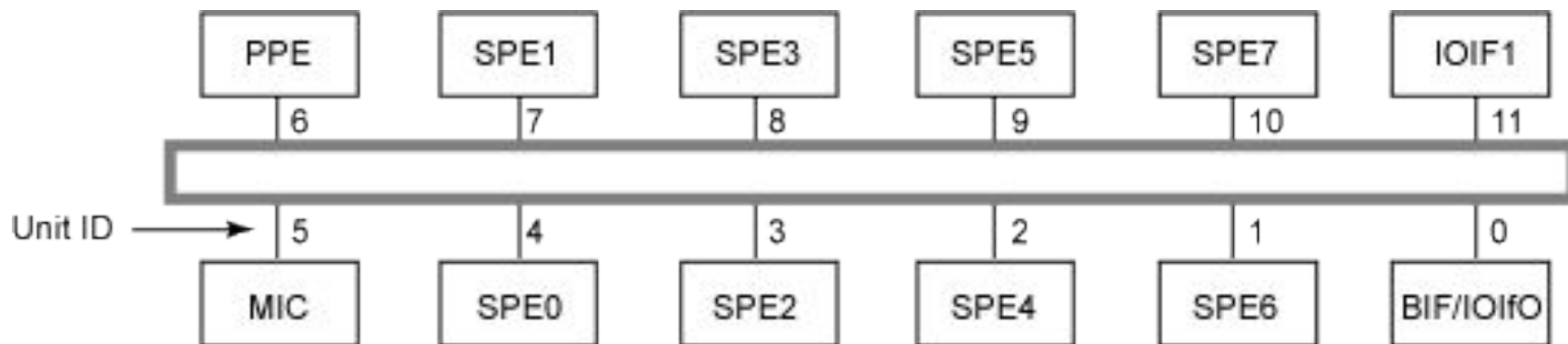
# Cell

- Главный процессорный элемент
  - Упорядоченное исполнение
  - Поддержка работы с двумя потоками
- 8 синергетических процессорных элементов
  - Ядро на основе 286 архитектуры
  - Поддержка векторных вычислений 128 бит
  - Отсутствие КЭШей
  - Локальная память 256 Кбайт с прямым доступом
- Шина ввода вывода
  - Пропускная способность 76,8 Гбайт/с



# Шина взаимосвязанных элементов

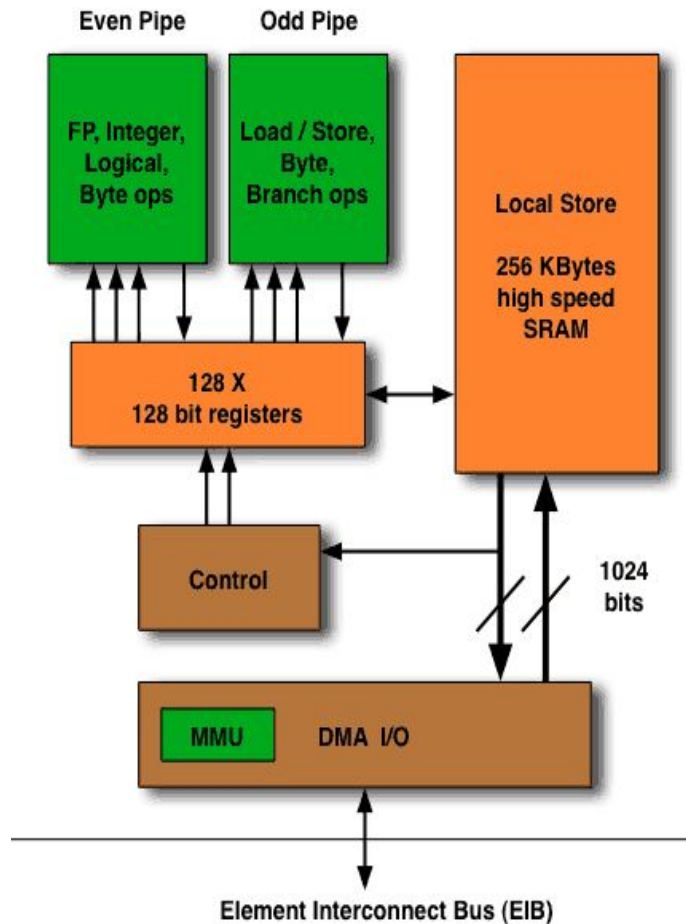
- Передает 96 байт/цикл
- Более 100 уникальных запросов



# Power Processor Element

- Два 64-битных ядра на основе архитектуры POWER
- Упорядоченное исполнение команд
- Поддержка SMT (многопоточность)
- КЭШ
  - 1го уровня: 32+32 Кбайт
  - 2го уровня: 512 Кбайт

# Synergistic Processor Element



- 4 целочисленных векторных устройства
- 4 векторных устройства с плавающей запятой
- 128 регистров по 128 бит
- 256 Кбайт локальной памяти
- Динамическая защита доступа к памяти

# Производительность Cell

(для 4GHz)

- 256 GFLOPS с плавающей запятой
- 256 GOPS целочисленная арифметика
- 25 GFLOPS с плавающей запятой  
двойной точности

