

# Операционная система Эльбрус и микропроцессоры серии Эльбрус

# Разработки МЦСТ

- ❑ **МЦСТ-R1000**: 1 ГГц, 4 ядра SPARC V9
- ❑ Процессоры **Эльбрус** (VLIW) 4-х поколений
  - ❑ **Эльбрус-2С+**, 500 МГц, 2 ядра «Эльбрус» + 4 ядра DSP
  - ❑ **Эльбрус-4С**, 800 МГц, 4 ядра «Эльбрус»



# Эльбрус-4С

- ❑ Тактовая частота 800 МГц
  - ❑ 4 ядра
    - ❑ L2\$ 8 МБ,
    - ❑ До 23 операций/такт на ядро
  - ❑ 3 канала памяти DDR3-1600
  - ❑ 3 межпроцессорных канала (16 ГБ/с)
  - ❑ 1 канал IO-link (4 ГБ/с)
  - ❑ Улучшения в микроархитектуре
- ❑ Количество транзисторов – 968 млн
- ❑ Рассеиваемая мощность – ~45 Вт
- ❑ Технология – 65 нм, 9 слоев металла
- ❑ Площадь кристалла - 380 мм<sup>2</sup>



**Процессор прошёл  
Государственные  
испытания в марте 2014  
года**

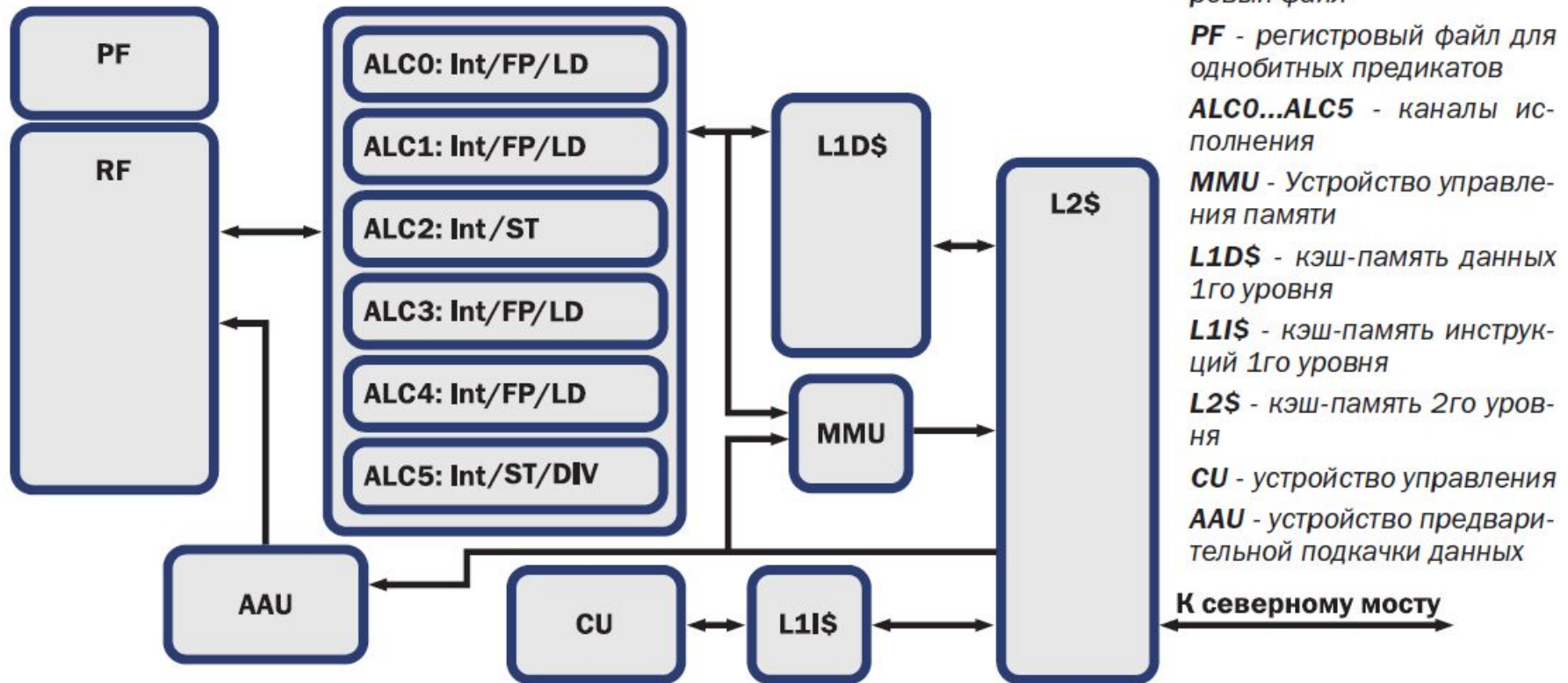
# Эльбрус-2СМ

- ❑ Тактовая частота 300 МГц,
  - ❑ 2 ядра «Эльбрус»
  - ❑ L2\$ 2 \* 1 МБ
- ❑ 2 канала DDR2-533
- ❑ 3 межпроцессорных канала (по 4 ГБ/с)
- ❑ 2 канала IO-link (2 ГБ/с)
  
- ❑ Количество транзисторов: 300 млн
- ❑ Рассеиваемая мощность: ~20 Вт
- ❑ Технология: 90 нм, 10 слоёв металла
- ❑ Площадь кристалла: 320 мм<sup>2</sup>
- ❑ Производство на фабрике Микрон

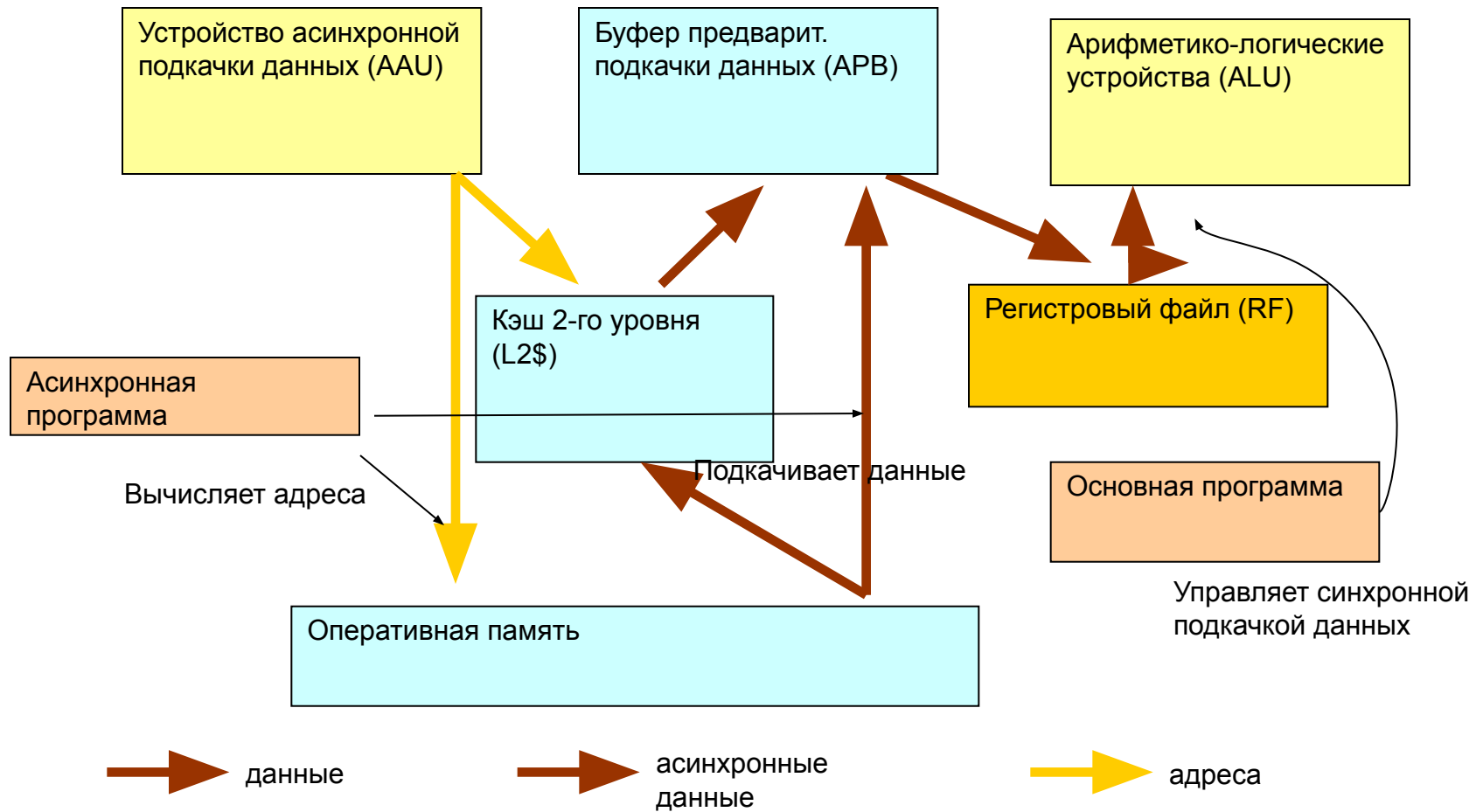


**Процессор завершил гос.  
испытания в 2014 году**

# Структура м/п Эльбрус



# Асинхронная предподкачка



# Пиковая производительность

	лин.уч. циклы		
Int (8) / FP (9) / St (2) / Ld (4)	- 10	+	+
Обработка предикатов	- 3	+	+
Передача управления	- 1	+	+
Загрузка литерала 32/64	- 4/2		+
Асинхронная загрузка в РФ	- 4		+
Адресная арифметика	- 4		+
Обработка счетчика цикла	- 1		+
-----			
Всего:	18/16	23	

# Сводная таблица результатов

	Intel(R) Core(TM) i5 CPU 650	Эльбрус-2С+	Отношение
Частота	3.20 ГГц	500 МГц	6.4
Простой алгоритм	3016ms	7356ms	2.4
Оптимизированный алгоритм	2551ms	4666ms	1.8
Компилятор	gcc 4.6 x86-64	lcc, вер. 18	



# ВК на базе МП Эльбрус



# 2015: Эльбрус-8С

- ❑ 1.3 ГГц
- ❑ 8 ядер Эльбрус
- ❑ 250 Гигафлопс
- ❑ L2\$ 8\*512КБ, L3\$ 16 МБ
- ❑ 4 канала памяти DDR3-1600
- ❑ 3 межпроц. канала по 16 ГБ/с
- ❑ 1 канал IO-link (16 ГБ/с)
- ❑ 320 мм<sup>2</sup>, 2,7 млрд транзисторов
- ❑ **28 нм**, энергопотребление ~60 Вт



**Получены первые инженерные образцы**

# 2015: КПИ-2

- ❑ 1 канал IO-link (16 ГБ/с)
- ❑ PCI Express 2.0 x20
- ❑ 3 \* Gigabit Ethernet
- ❑ 8 \* SATA 3.0
- ❑ 8 \* USB 2.0
- ❑ 32 \* GPIO
- ❑ ...
- ❑ Технология 65 нм
- ❑ Энергопотребление 12 Вт

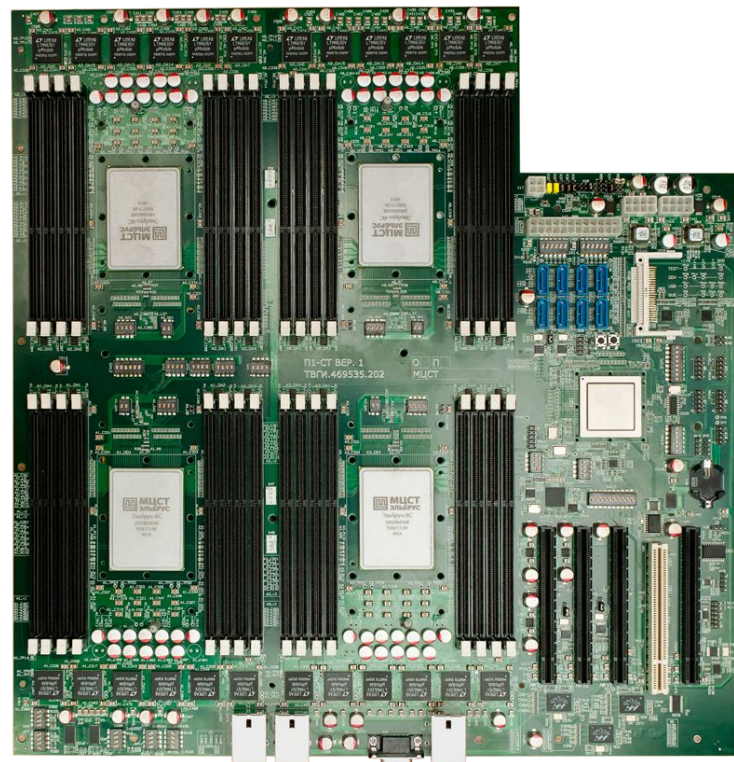


**Получены первые инженерные образцы**

# Сервер Эльбрус-8С

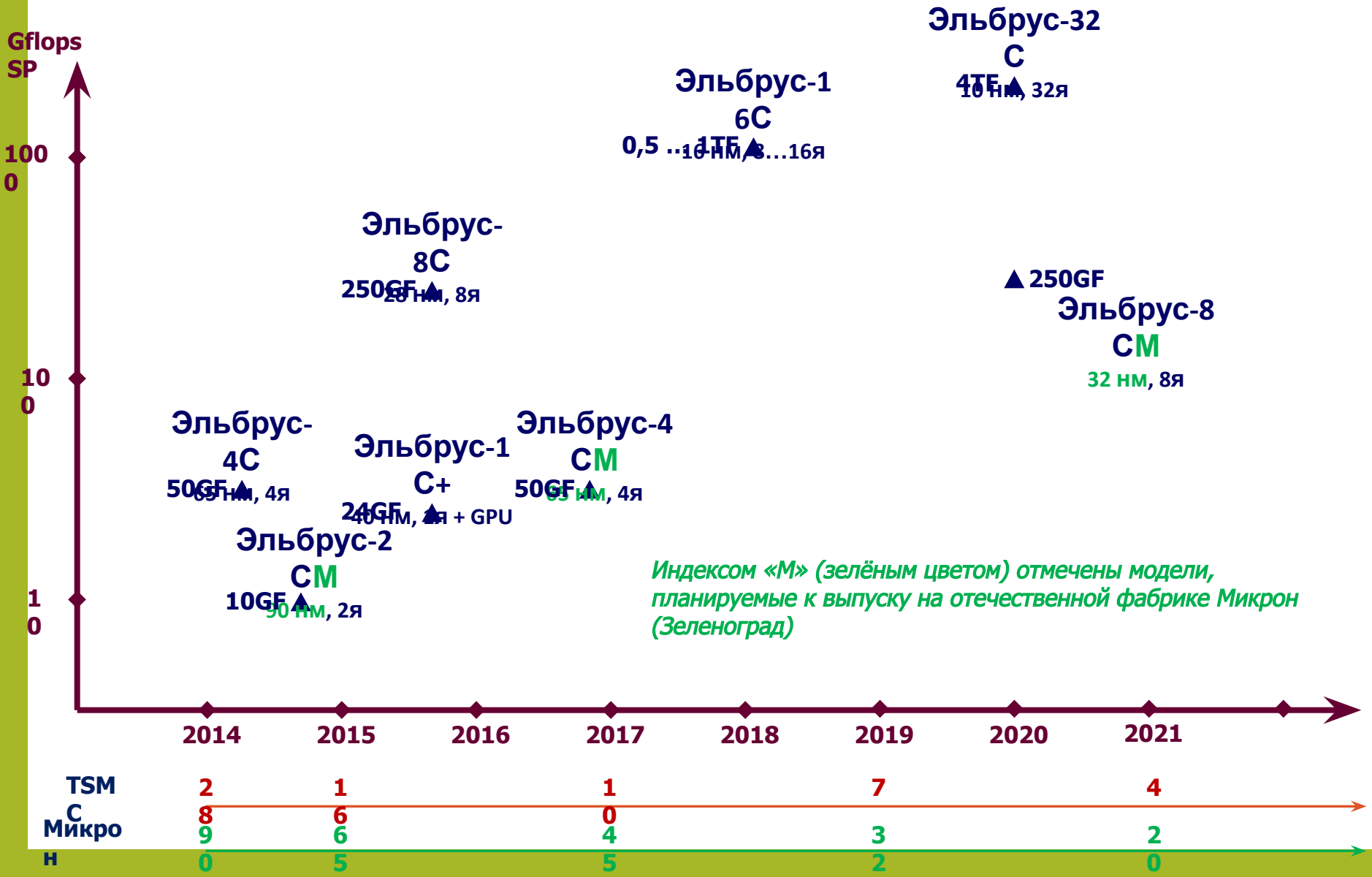
## Сервер на базе четырёх процессоров Эльбрус-8С

- ❑ 4 процессора Эльбрус-8С
- ❑ Южный мост КПИ-2
- ❑ Оперативная память до 256 Гбайт на сервер
- ❑ Интерфейсы: SATA 3.0 – 8 каналов, Gigabit Ethernet – 3 канала, PCI Express 2.0 x20, PCI, интерконнект
- ❑ Высота корпуса 1U
- ❑ Мощность сервера –  
**1 Терафлопс**
- ❑ 40 Тфлопс в стойке

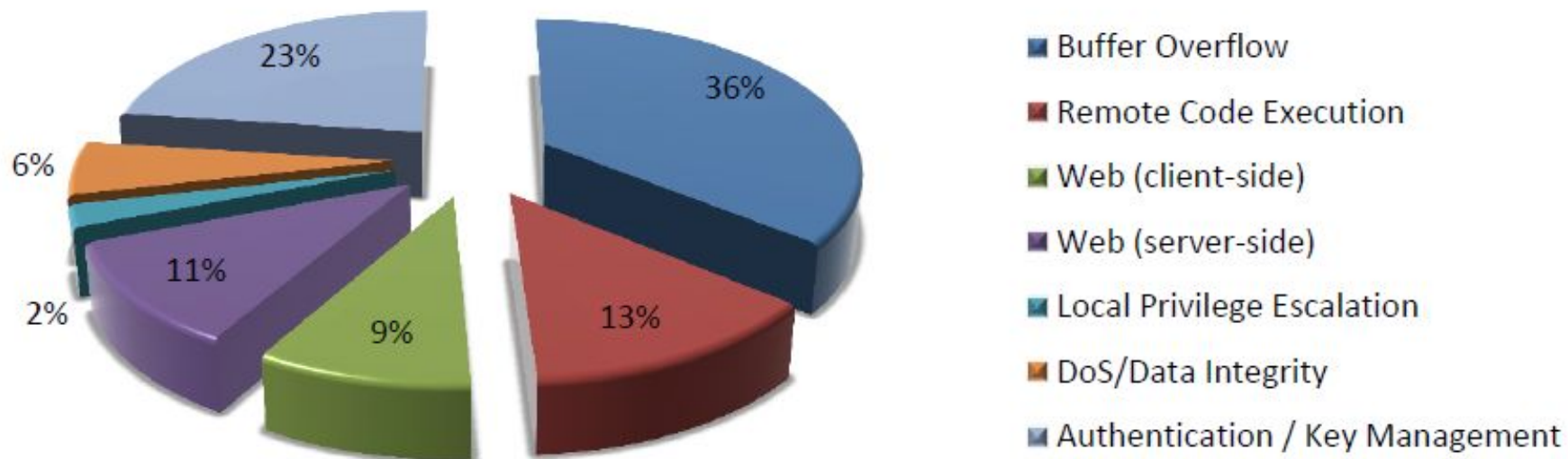


**Макетный образец  
четырёхпроцессорного  
сервера**

# Дорожная карта



## Распределение уязвимостей АСУ ТП по типам



Отчёт «Безопасность промышленных систем в цифрах v2.1», Positive Technologies, 2012

# «Защищённый режим»: контроль ошибок во время исполнения

Аппаратно контролируются ошибки программы в работе с памятью и гарантируется целостность указателей

- ❑ Обращение за границы **объекта** (массива)
- ❑ Обращение по указателю на уже освобождённую память объекта, закончившего жизненный цикл
- ❑ Чтение неинициализированных данных
- ❑ Обращение по неадресным данным как по указателю

## Результат:

- ❑ Рост производительности труда программиста – **на порядок**
- ❑ **Возможность создавать надёжные программы, устойчивые к кибернетическим атакам**
- ❑ Замедление скорости работы программ – около 20%

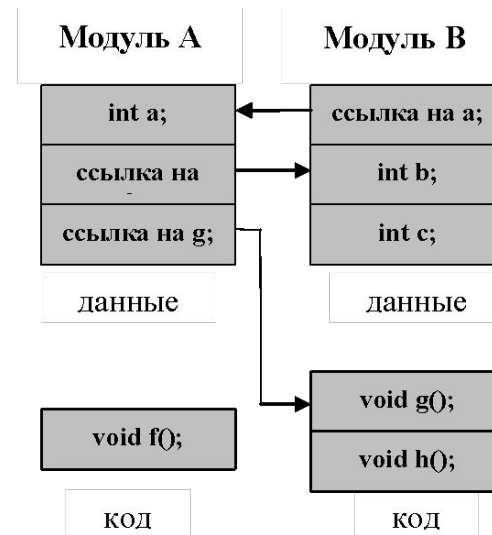
# Межмодульная защита

```
/* модуль А */
    int a; /* экспорт в модуль В */
extern int b; /* импорт из модуля В */

extern void g(); /* импорт из модуля В */
static void f(); /* внутренняя модуля А */

/* модуль В */
extern int a; /* импорт из модуля А */
    int b; /* экспорт в модуль А */
    static int c; /* внутренняя модуля В */

    void g(); /* экспорт в модуль А */
static void h(); /* внутренняя модуля В */
```

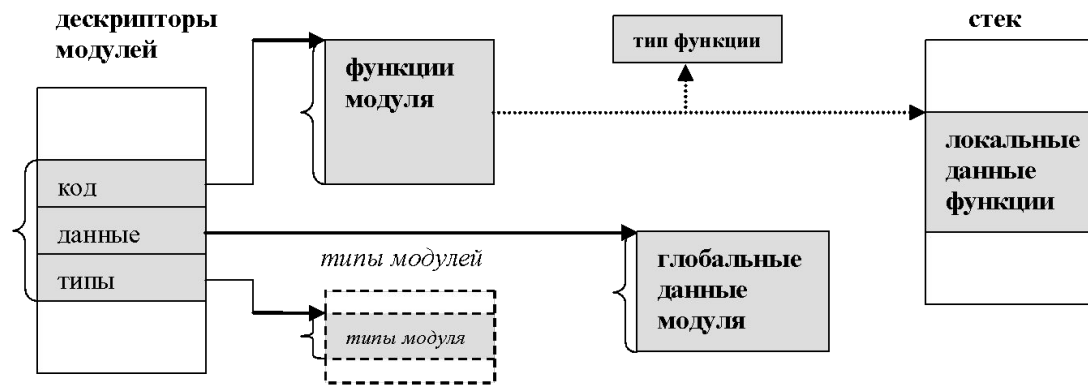


## Контексты модулей А и В

- объявленные в них объекты и функции
  - ссылки на объекты и функции других модулей
- Контексты модулей А и В не пересекаются



# Межмодульная защита



Каждому модулю соответствует свой дескриптор

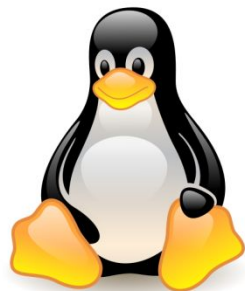
Дескриптор модуля хранится при исполнении на аппаратных регистрах, недоступных пользователю

При вызове функции другого модуля происходит смена дескриптора модуля

# ОС Эльбрус

**Основана на ядре Linux  
2.6.33**

**Встроена поддержка  
режима реального  
времени  
Средства разработки –  
компиляторы  
С/С++/Fortran, Java-  
машина (OpenJDK 6)**



**Используется структура пакетов  
Debian**

**Отпортировано более 3000 базовых  
пакетов из набора Debian 5.0  
(Lenny) и многие другие, в том  
числе:**

- LibreOffice 3.6
- Firefox 3.6.28
- PostgreSQL 9.2
- Qt 5.0

**Двоичный транслятор  
приложений: слой кросс-  
архитектурной виртуализации  
x86<->Elbrus, совместимый с  
эмулятором WINE**

**Спасибо за внимание!**

