



# Применяем «Эльбрус»

**Константин Трушкин**  
директор по маркетингу,  
АО МЦСТ



**Михаил Шигорин**  
ведущий специалист,  
ООО Базальт СПО



SECR 2018



# 5 СТАДИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В IT

согласно модели Э. Кюблер-Росс

## ОТРИЦАНИЕ

1



Опиши свой проект специалистам  
команды Эльбрус

Российский компьютер?

Нет, не слышал

Работать на Эльбрусе? Там же снег!

Внутри китайская поделка  
Или американский процессор

Третьего не дано!

Мы отстали навсегда.

Выпьем за российскую электронику, не чокаясь

Распил был, а процессора не было

Санкции скоро снимут

Меня не волнует ваше «импортозамещение»

Эльбрус такой же российский,  
как креветки — белорусские

Всё развалили...

Кто умел работать —

уже давно на Западе...

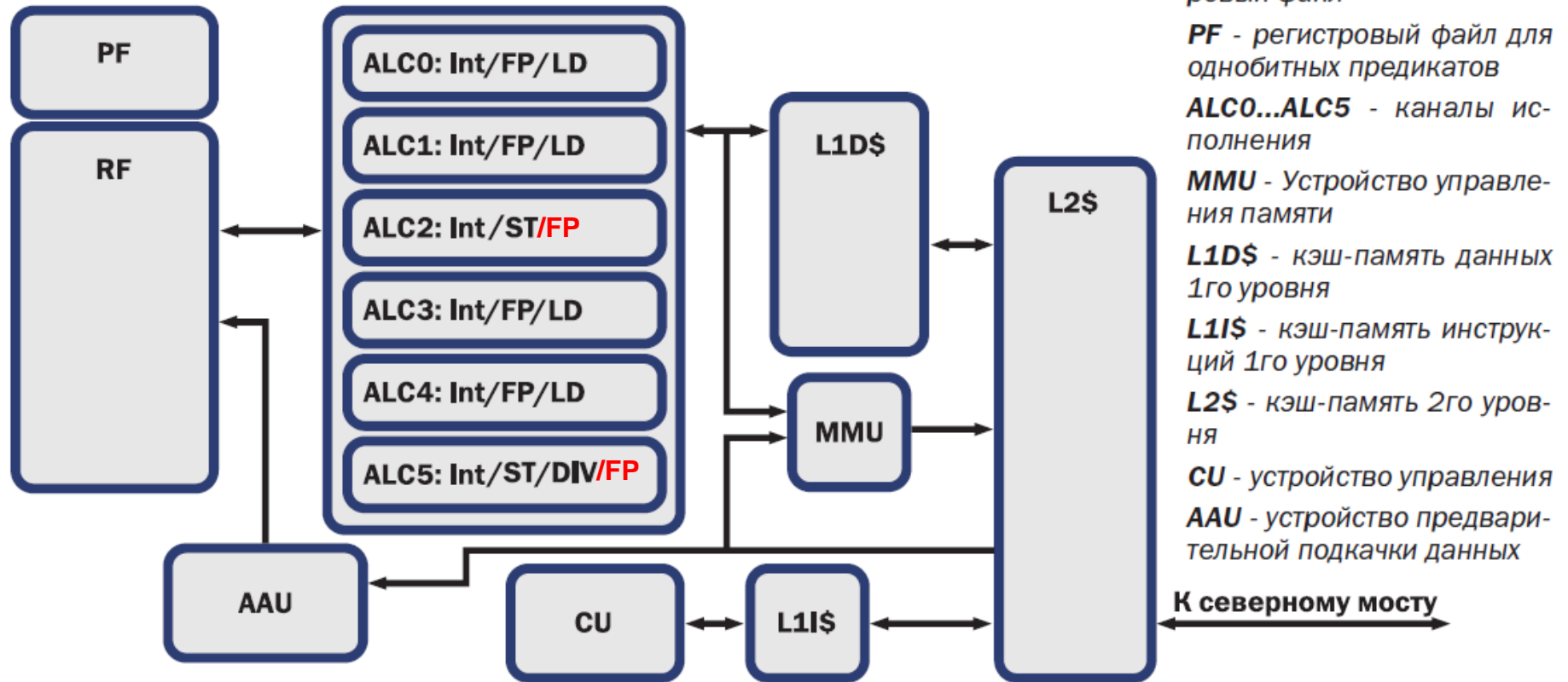
Только переклеивать наклейки и умеют

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- параллельная энергоэффективная архитектура  
явный параллелизм, до 25–48 оп/такт  
высокая однопоточная производительность  
процессор общего назначения  
собственный оптимизирующий компилятор
- быстрый слой двоичной совместимости с x86
- технология безопасных вычислений



# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



*RF* - универсальный регистровый файл

*PF* - регистровый файл для однобитных предикатов

*ALC0...ALC5* - каналы исполнения

*MMU* - Устройство управления памятью

*L1D\$* - кэш-память данных 1го уровня

*L1I\$* - кэш-память инструкций 1го уровня

*L2\$* - кэш-память 2го уровня

*CU* - устройство управления

*AAU* - устройство предварительной подкачки данных

К северному мосту

RF – 256 регистров, из них до 128 с программным переименованием

PF – 32 регистра с программным переименованием

Красным указаны изменения для архитектуры в.4 (Эльбрус-8С)

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Широкая команда Эльбрус, парк устройств

Int, FP, Vect, LD, Cmp		Int, FP, Vect, LD, Cmp			
Int, FP, Vect, Cmp		Int, FP, Vect, Cmp			
Int, LD, ST (,FP с v4)		Int, LD, ST, Div/Sqrt, (,FP с v4)			
CT					
PL		PL		PL	
QP	QP	QP	QP	QP	QP
APB		APB		APB	
LIT32		LIT32		LIT32	

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	лин.уч.	циклы
Int (8) / FP (12) / St (2) / Ld (4)	- 12	+
Обработка предикатов	- 3	+
Передача управления	- 1	+
Литеральные константы 64бит	- 2	+
Асинхронная загрузка в РФ	- 4	+
Адресная арифметика	- 4	+
Обработка счетчика цикла	- 1	+
<hr/>		
Всего:	16	25

# Явный параллелизм и планирование

- Явно программируемый параллелизм исполнения элементарных команд
- Точное последовательное исполнение широких команд
- Дополнительные архитектурные решения для повышения параллелизма
- Нет аппаратного предсказания переходов, есть подготовки перехода
- Нет аппаратного префетча данных в кэш, есть Программно-Управляемая Асинхронная Предварительная Подкачка (AAU/APB)
- Нет аппаратного спекулятивного заброса операций, есть явный признак спекулятивности операции
- Нет аппаратного заброса чтений за записи с контролем адресов, есть механизм DAM
- Программная конвейеризация циклов (совмещения нескольких соседних итераций циклов)
- Нет аппаратного переименования регистров, есть явное базирование регистров в цикловом режиме исполнения

# Конвейеризация циклов

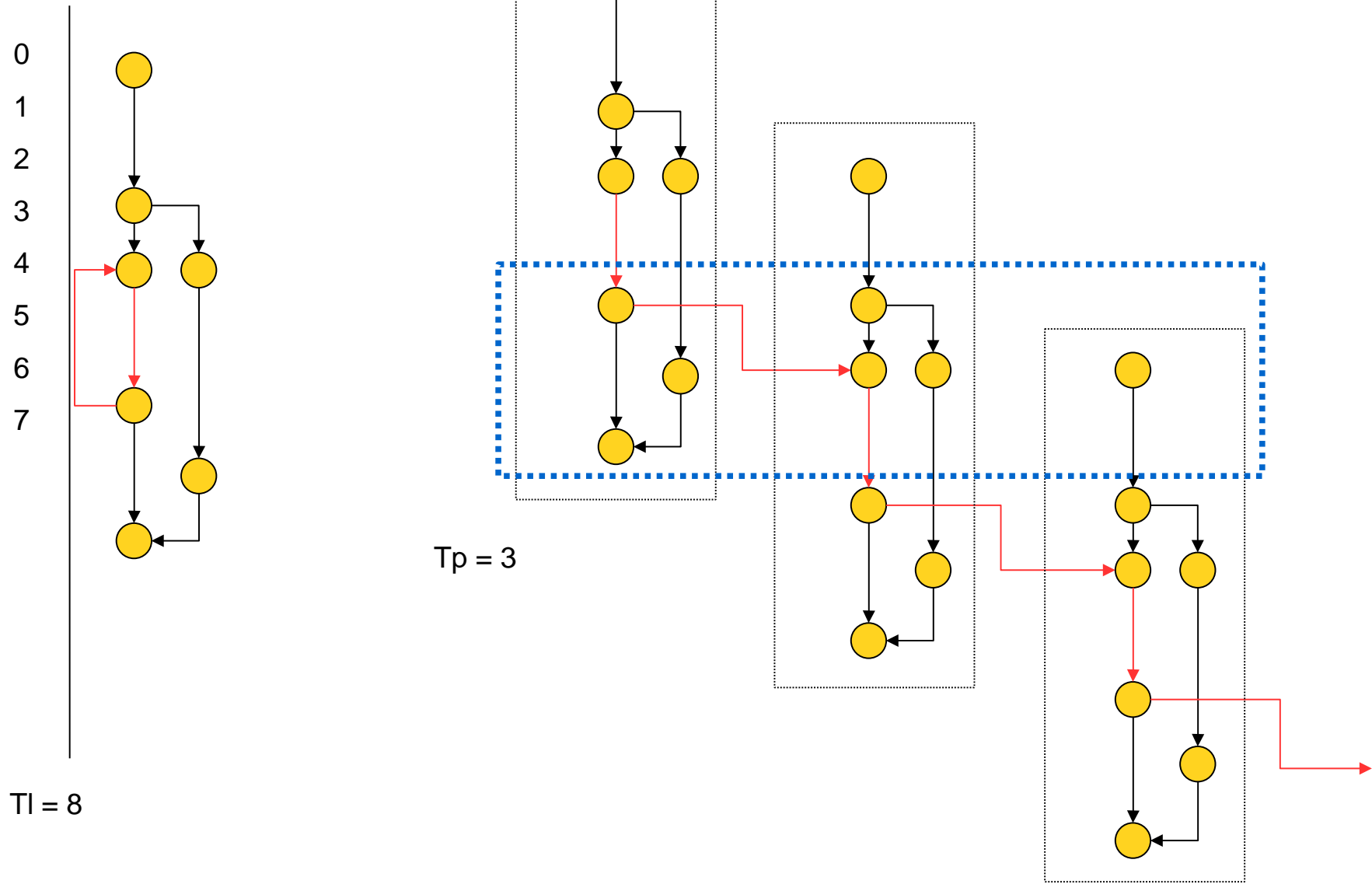
```
for (i = 0; i<n; i++)  
  r+=A[i]*x[jA[i]];
```

Вещественная рекуррентность  $r +=$  приводит к малоэффективному планированию в 4 такта

```
{!T=0  
  loop_mode  
  sxt,2,sm      0x2, %b[9], %b[8]  
  movad,1      area=0, ind=0, am=1, be=0, %b[0]  
}  
{!T=1  
  loop_mode  
  shld,1,sm    %b[8], 0x3, %b[8]  
}  
{!T=2  
  loop_mode  
  ldd,2,sm    %r3, %b[8], %b[1]  
  fmuld,3,sm  %b[6], %b[3], %b[3]  
}  
{!T=3  
  loop_mode  
  alc  alcf=1, alct=1  
  abn  abnf=1, abnt=1  
  ct   %ctpr1 ? %NOT_LOOP_END  
  fadd,3,sm  %r0, %b[5], %r0 ? %pcnt0  
  movaw,3   area=0, ind=0, am=1, be=0, %b[5]  
}
```



# Конвейеризация циклов



# Конвейеризация циклов

```
for (i = 0; i<n; i++)  
{  
  r4 = r0 + A[ i ]*x[ jA[ i ] ];  
  r0 = r1;  r1 = r2;  
  r2 = r3;  r3 = r4;  
}
```

Редукция рекуррентности при помощи пяти вращаемых регистров позволяет спланировать цикл в 1 такт

```
{!T=0  
  loop_mode  
  alc    alcf=1, alct=1  
  abn    abnf=1, abnt=1  
  ct     %ctpr1 ? %NOT_LOOP_END  
  fmuld,0,sm    %b[20], %b[41], %b[30]  
  fadd,1,sm     %b[35], %b[38], %b[27] ? %pcnt0  
  ldgdd,2,sm    %r4, %b[42], %b[35] ? %pcnt7  
  shls,5,sm     %b[30], 0x3, %b[38]  
  movad,1      area=0, ind=0, am=1, be=0, %b[0]  
  movaw,3      area=0, ind=0, am=1, be=0, %b[20]  
}
```

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- параллельная энергоэффективная архитектура
- быстрый слой двоичной совместимости с x86  
эмуляция IA32/AMD64 с аппаратной поддержкой  
два режима: гипервизор и на приложение  
производительность около 80% от нативной
- технология безопасных вычислений

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- параллельная энергоэффективная архитектура
- быстрый слой двоичной совместимости с x86
- технология безопасных вычислений

128-битные указатели

аппаратная защита логической структуры памяти

повышение скорости отладки

обнаружение целых классов уязвимостей

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- технология безопасных вычислений

Гарантии ТБВ



Без ТБВ



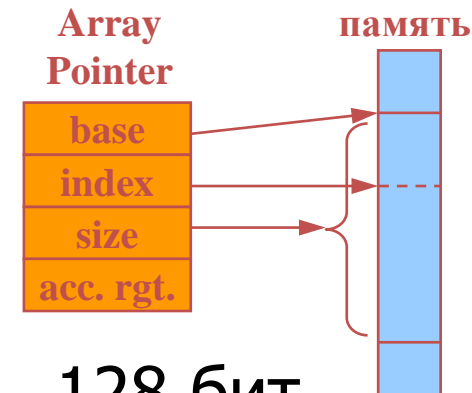
# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Адресная информация должна быть отличима от неадресной



Все данные в процессоре и памяти сопровождаются дополнительным полем – «тегом», содержащим их тип (по 2 разряда на каждые 4 байта), хранящийся в ЕСС

Адресная переменная должна описывать ограниченную область памяти



- ❑ Размер «указателя» (дескриптора) - 128 бит
  - ❑ Адресная арифметика работает согласно стандарту
  - ❑ Запрещены операции преобразования целого в указатель
  - ❑ Можно генерировать дескрипторы подобъектов



# микропроцессоры МЦСТ

Встраиваемые МП



Эльбрус-1СК  
2018



МЦСТ R1000  
2010



Эльбрус-16С  
2021



Эльбрус-1С+  
2015

SPARC: 4 поколения  
Эльбрус: 5 поколений



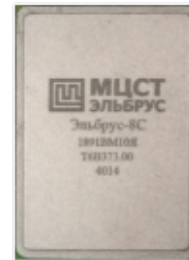
Эльбрус-2С3  
2020



Эльбрус-4С  
2013



МЦСТ R2000  
2018



Эльбрус-8С  
2015



Эльбрус-8СВ  
2018



Эльбрус-12С  
2020

Настольные МП

Серверные МП

# 5 СТАДИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В IT

согласно модели Э. Кюблер-Росс

2

ГНЕВ

А что там с софтом и производительностью?

Срочно закупим импортные компьютеры  
на склад, пока не перекрыли поставки

Запорожец вместо Мерседеса?

Не тратьте моё время!

К моей уникальной системе вы не подходите!

**Проведи тестирование  
с сопровождением специалистов**



# программная экосистема

## ■ средства разработки

Компилятор LCC v1.23

C11, C++11, C++14 (аналог gcc 5.5)

Fortran 2003 (аналог gfortran 4.9)

## ■ Java 8SE (OpenJDK 1.8.0\_152)

Eclipse, Apache Hadoop + Ignite, TomcatEE, дальше надо пробовать

## ■ .NET (Mono 5.4)

## ■ JavaScript (V8 + NodeJS 7.8, SpiderMonkey + Firefox 52.6esr)

## ■ EML (~1500 оптимизированных функций)

# программная экосистема

- собственный BIOS (2НСД, 2НДВ)
- ОС Эльбрус: [Linux](#) 3.14/4.9, ~5000 пакетов
- Нейтрино-Э: ЗОСРВ, основанная на [QNX](#)
- Альт: [Linux](#) 3.14/4.9, ~6000 пакетов
- в работе: ОС Эльбрус-Д  
и Astra Linux «Ленинград»

# программная экосистема



Microsoft®  
**Office**



# 5 СТАДИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В IT

согласно модели Э. Кюблер-Росс

Оптимизация ПО ускоряет его работу на Эльбрусе в разы?  
И думать об этом не хочу

Возьму в тест, но вы весь мой софт отпортируйте бесплатно!  
Аналоги не предлагать

Эффективные ЦОДы на Эльбрусе?  
Невозможно

PostgreSQL вместо Оракл,  
есть Serp и Lustre вместо зарубежных СХД?

Вот когда мой заказчик на Эльбрусы перейдёт —  
тогда и я перейду

Он, наверное, ломается каждые 5 минут...  
Паяльник даёте в комплекте?

Хочу запас производительности в 10 раз  
к моей реальной потребности

Не буду ничего менять, дайте мне ровно то,  
что я использую сейчас!

Достаточно лампочками моргать,  
я его руководству показывать буду

## ТОРГ



3

**Выполни рекомендации**

**Убедись в достаточной производительности**



# ЦОД на Эльбрусе уже есть

ВИД АППАРАТНОГО ИЛИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	ДО ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	ПО ИТОГАМ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ
Серверы	IBM x86, IBM System z	Эльбрус
Сетевые коммутаторы	Cisco, Nortel Networks	Русьтелетех
Операционная система	ОС Z/OS для IBM System z ОС Атликс для x86	ОС Эльбрус
Хранение данных	Дисковые массивы и ленточные библиотеки IBM	Распределенное хранилище Serph на серверах Эльбрус
СУБД	IBM DB2	PostgreSQL
Резервное копирование	IBM Tivoli	Bacula
Мониторинг	IBM Tivoli	Zabbix
Service Desk	IBM Tivoli	OTRS
Организация очередей и гарантированная доставка сообщений	IBM WebSphere MQ	Apache ActiveMQ, Redis



Эльбрус-БД (сервер СУБД)



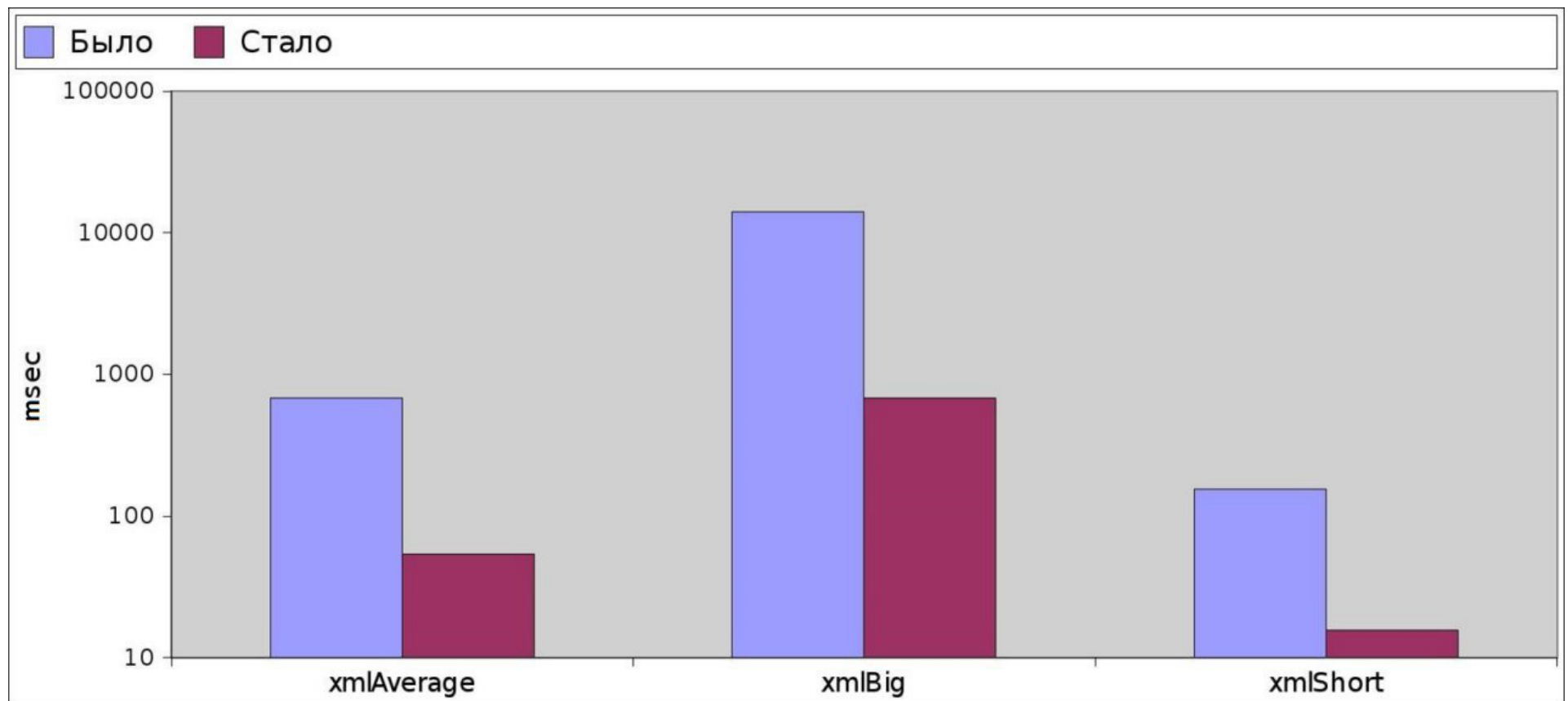
Эльбрус-ЦЭФ (СХД)



Эльбрус-СП (сервер приложений)

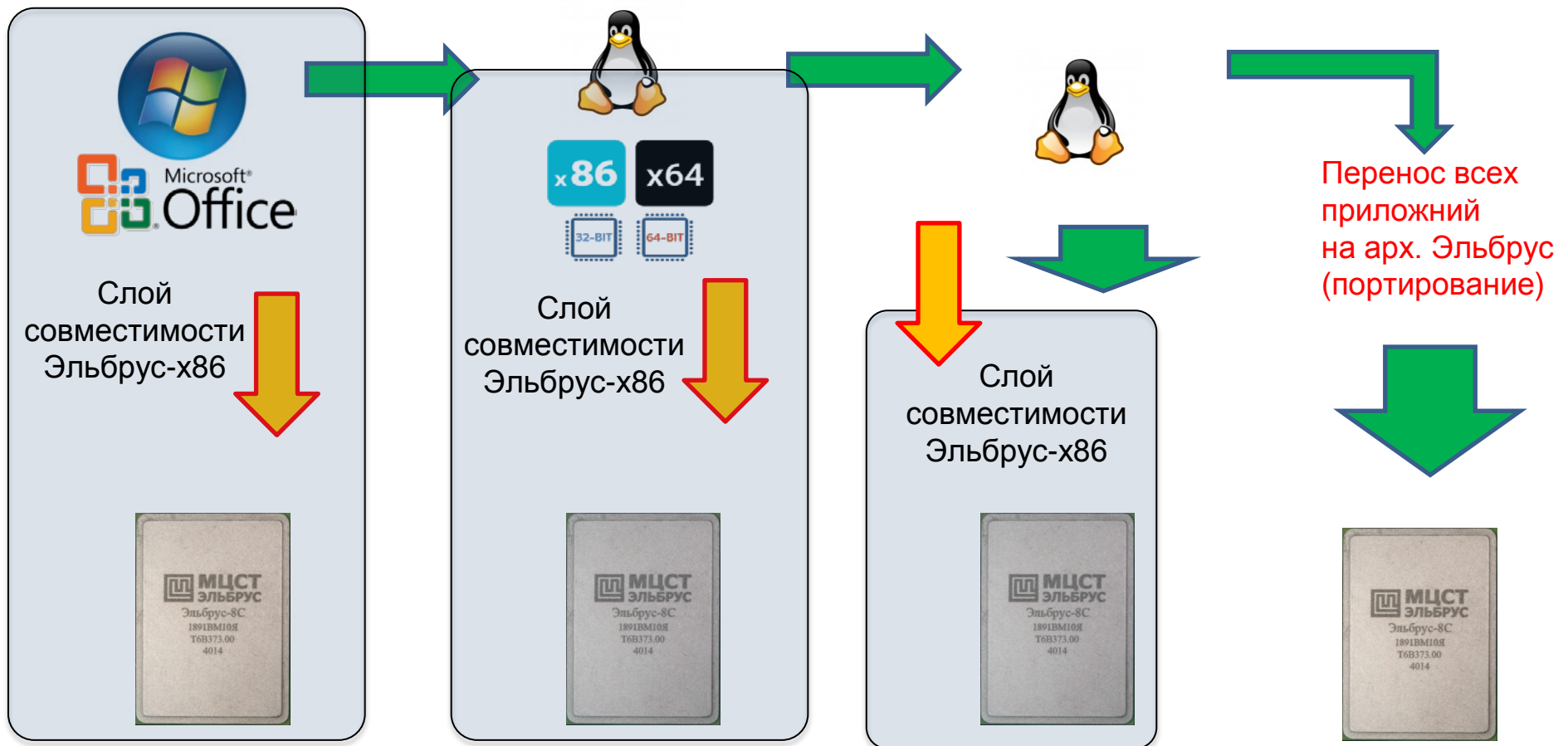
# Оптимизация ПО

- имеет большое значение
- результаты полезны и для других архитектур



# Последовательная миграция

- Реализация максимально возможной подсистемы в кодах Эльбрус, остальные подсистемы последовательно переводить на linux/x86 и до отдельных приложений x86



# 5 СТАДИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ИТ

согласно модели Э. Кюблер-Росс

4

Проведи закупку с услугами по интеграции  
и сервисным обслуживанием

## ДЕПРЕССИЯ



Кто обеспечит интеграцию?  
С кем буду советоваться?

Предложите лучше и дешевле...  
Разве нас волнует, что техника российская?

Сервис 24×365 имеется?  
Сомневаюсь...

А может подождём,  
и импортозамещение отменят?

Ваше решение нас устраивает, но купим года через три

Есть надёжные сведения,  
что санкции скоро снимут...

Даже если заработал...  
он же наверное стоит, как самолёт!

Новая система...  
зачем мне риски и головная боль?

Где я возьму администраторов,  
разве у вас есть учебные курсы?  
И куда мне девать свои сертификаты?

А дайте-ка вы нам скидку 146%!

## **санкции надолго**

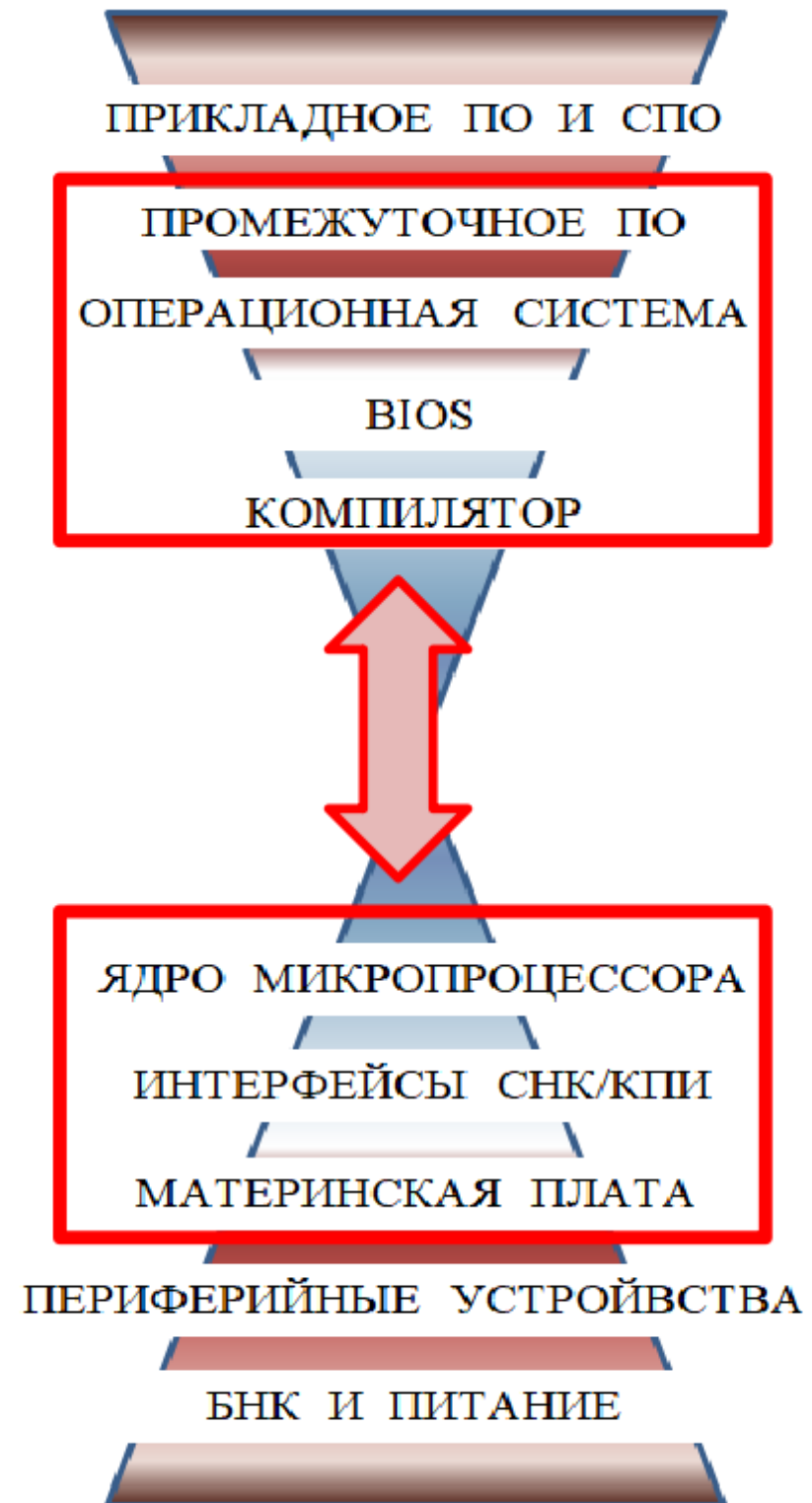
# **Медведев призвал не рассчитывать на скорую отмену санкций против России**

22 января 2017,  
14:28

**России не стоит питать иллюзий о скорой отмене санкций, заявил премьер-министр Дмитрий Медведев на съезде «Единой России», отметив, что санкции введены надолго.**

# ВЕСЬ СТЕК

- схемотехника, средства разработки, прошивка, ОС созданы в России, доступны в исходниках
- производство систем — на российских заводах





# 5 СТАДИЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ИТ

согласно модели Э. Кюблер-Росс

Эльбрус устойчивее к кибератакам!

Создатели платформы — в России,  
можно быстро получить помощь!

Сработали на импортоопережение!

Достойный сервис!  
Есть учебные курсы!

5

Производительности Эльбрусов  
хватает с запасом!

Мы перешли на российское! Мы сделали это!

Оптимизация нашего ПО ускорила его в разы!

Разработка ПО для Эльбруса не сложнее,  
чем для зарубежных платформ!

При расчёте жизненного цикла получается сравнимая цена!

Есть средства для запуска программ в кодах x86  
Даже MS Office!

Мы доказали: на Эльбрусе можно создать полноценный ЦОД!

## ПРИНЯТИЕ



РОССИЙСКОЕ — ЭТО  
ТО, ЧТО МНЕ НУЖНО

Доложи руководству об успешном  
импортозамещении

# реалии разработки

- C/C++ **хорошо** компилируются  
есть возможность автоматической и ручной оптимизации
- скриптовые языки в ассортименте
- с JIT/VM **сложнее**, но Java/JS и C# есть
- golang пока **нет**  
...но его статические бинарники идут под rtc



clojure  
scala

haskell  
golang

lisp

objc

rust

java

C#

javascript

erlang

scratch

guile

perl

ruby

python

C C++  
fortran

php

lua

tcl



clojure  
scala



haskell  
golang

lisp

objc

rust

java

C#

javascript

erlang

scratch

guile

perl

ruby

python

C C++

php

lua

tcl

fortran

# реалии выкатывания

- базовые сервисы в целом есть и работают
- может понадобиться **рашпиль** при сборке  
(если применены уникальные расширения gcc)
- завязанного на специфические языки,  
не имеющие кодогенератора для e2k — **нет**  
(например, docker)



vmware

xen

virtualbox

sogo

kvm

node.js

tomcat

hadoop

ceph

communicate  
samba

alterator

lxc

postfix

sqlite

bdb

apache

mysql

postgresql

openmpi

nginx

**реалии выкатывания**

...а в остальном —  
железо как **железо**,  
**линукс** как линукс

**реалии выкатывания**

...сам на Э-801

**ежедневно работаю,**

**в т.ч. над этими**

**слайдами :)**





# Применяем «Эльбрус»? ;-)



**Константин Трушкин**  
*trushkin\_k@mcst.ru*

«Миру — мир» © 2017, Flamepart  
[youtu.be/J0zb\\_CoPQws](https://youtu.be/J0zb_CoPQws)

**Михаил Шигорин**  
*mike@altlinux.org*