

Российская платформа Эльбрус, её возможности и экосистема решений

Мухин Алексей Анатольевич

Эльбрус

Отечественная и суверенная платформа:

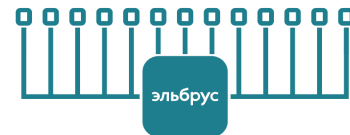
- Архитектура процессора
- Логический и физический дизайн процессора
- Программа начального старта - ПНС (BIOS)
- Отечественные операционные системы
- Средства разработки ПО – компиляторы
- Бинарная трансляция - запуск кодов x86-64, в том числе Windows
- Референсные дизайны
- ВК общего и специального назначения
- **Режим Безопасных Вычислений**



Технологии архитектуры Эльбрус

Параллельная высокопроизводительная архитектура

- До 25 операций в широкой команде за такт в каждом ядре процессора (VLIW)
- Введение «обратной связи» через профиль и перекомпиляцию
- Предсказатель переходов и автоматический prefetch в 7-м поколении



Эффективная двоичная совместимость с Intel x86, x86-64

- Аппаратно-программная технология динамической двоичной трансляции
- Дв. трансляция операционных систем в кодах x86/x86-64 Windows, Linux
- Дв. трансляция приложений в кодах x86/x86-64 в среде Linux
- Накладные расходы на трансляцию – порядка 20%



Информационная защищённость и технологии аппаратной изоляции

- Технология Безопасных Вычислений
 - Аппаратная **защита целостности** структуры памяти **программы**
 - Облегчённая **отладка** приложений
 - Гарантированное обнаружение атак, нарушающих структуру памяти



Микропроцессоры Эльбрус



Эльбрус-8С
28нм

Эльбрус-8СВ
28нм

Эльбрус-16С
16нм

Эльбрус-2С3
16нм

Эльбрус-32С
не более 16 нм

Эльбрус-8v7
не более 16 нм

МЦСТ R2000+
28нм

4 поколение

5 поколение

6 поколение

6 поколение

7 поколение

7 поколение

SPARC V9

250 GFLOPS

580 GFLOPS

1.5 TFLOPS

0,18 TFLOPS

до 60 TFLOPS

до 8 TFLOPS

16 GFLOPS

8 ядер

8 ядер

16 ядер

2 ядра

не менее 32 ядер

не менее 6 ядер

2 ядра

1.3 ГГц

1.5 ГГц

2.0 ГГц

2.0 ГГц

2.5 ГГц

2.5 ГГц

2.0 ГГц

DDR3

DDR4

DDR4

DDR4

DDR5

DDR4

DDR4

Виртуализация

Виртуализация

Виртуализация

Виртуализация

3D GPU+codec

3D GPU+codec

3D GPU+codec

2015

2018

2021

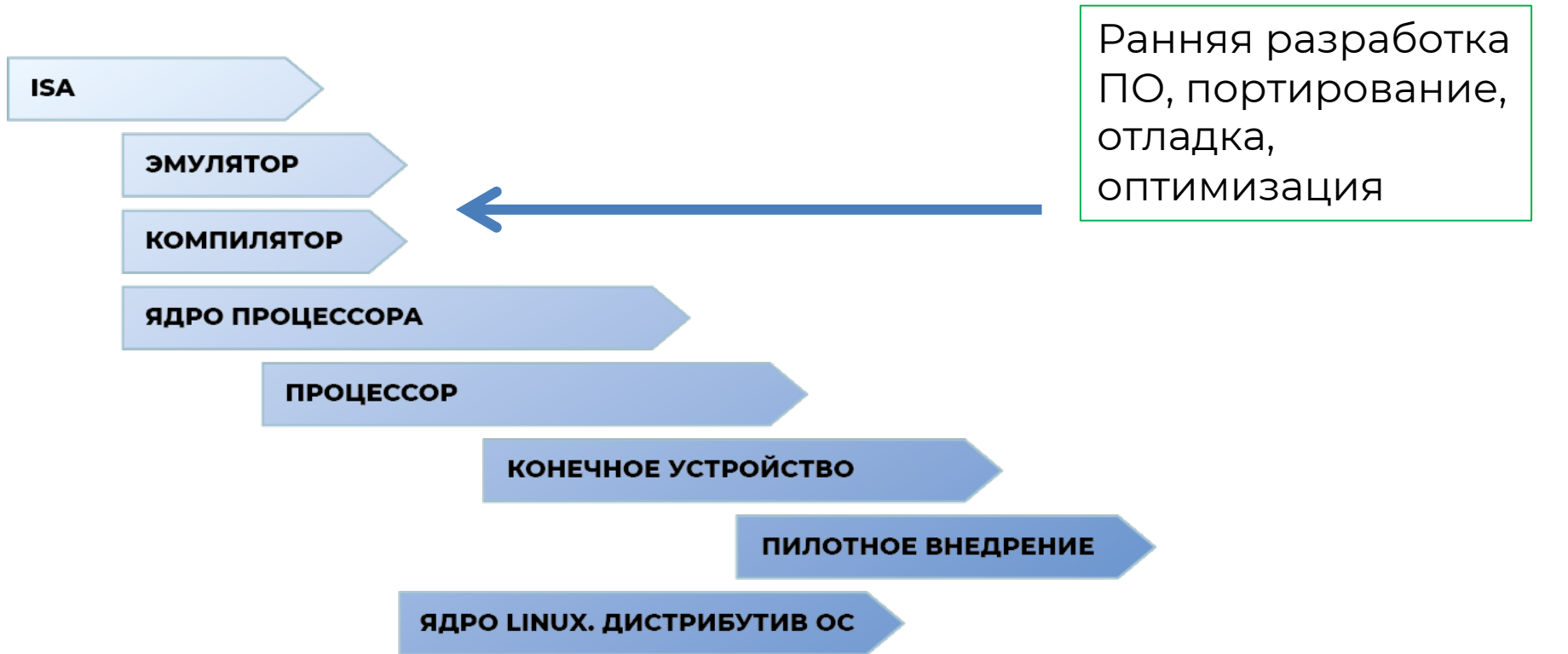
2022

2025 ...

2025 ...

2022

Создание АПП Эльбрус



Программная экосистема

Языковой компилятор lcc:

- C11, Fortran2003, C++ 20
- **llvm** 13.0.1 (17.0.1 в разработке)

Утилиты: gdb, gcov, gprof, dprof

IDE: codeblocks, anjuta, QT Creator

JIT- компиляторы:

- Java 8, 11 (21)
- .NET Mono 3, .NET Core 6 (8)
- NodeJS, v8, SpiderMonkey

- Библиотека EML ~ 3600 функций
- [Двоичный транслятор x86 system / app](#)

- Виртуализация
- Искусственный интеллект
- Российские ОС – Alt Linux, Astra Linux, Эльбрус, Нейтрино
 - Ядра: 6.1, 5.10 и ранние. Версии для Эльбрус, x86-64, SPARC
 - Более 5000 программных пакетов
 - Арх.-зависимые фрагменты и оптимизации



docker



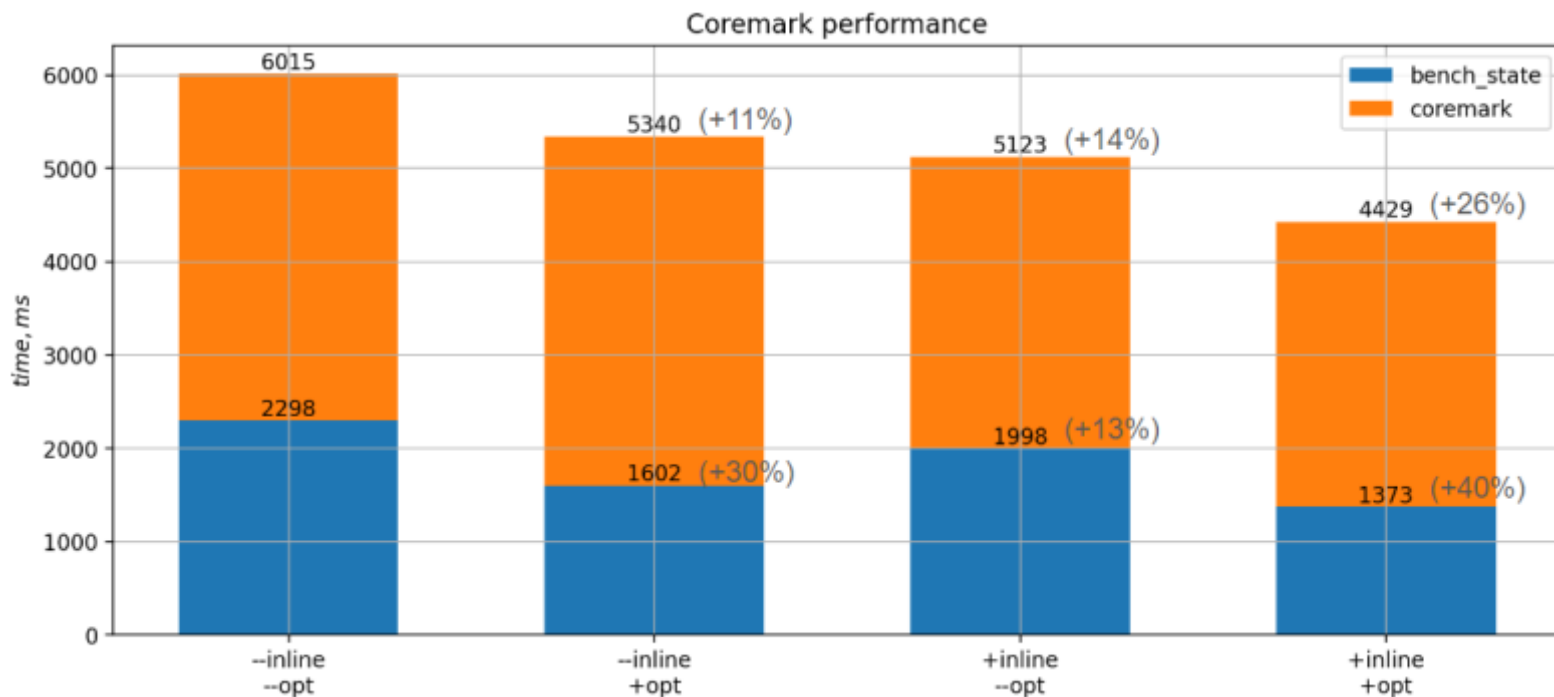
PYTHON



эльбрус линукс

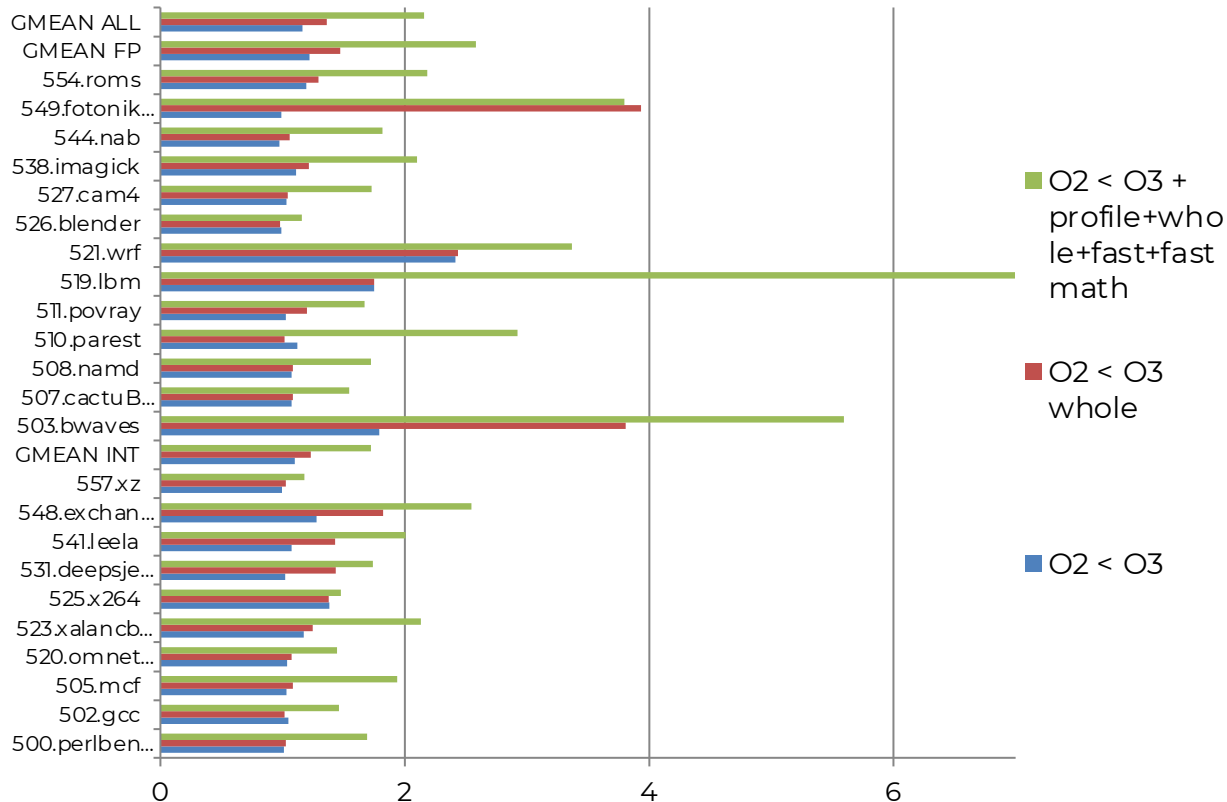


Эльбрус v6 – оптимизация компилятором



Резерв развития: практическая FDO

SPEC CPU 2017

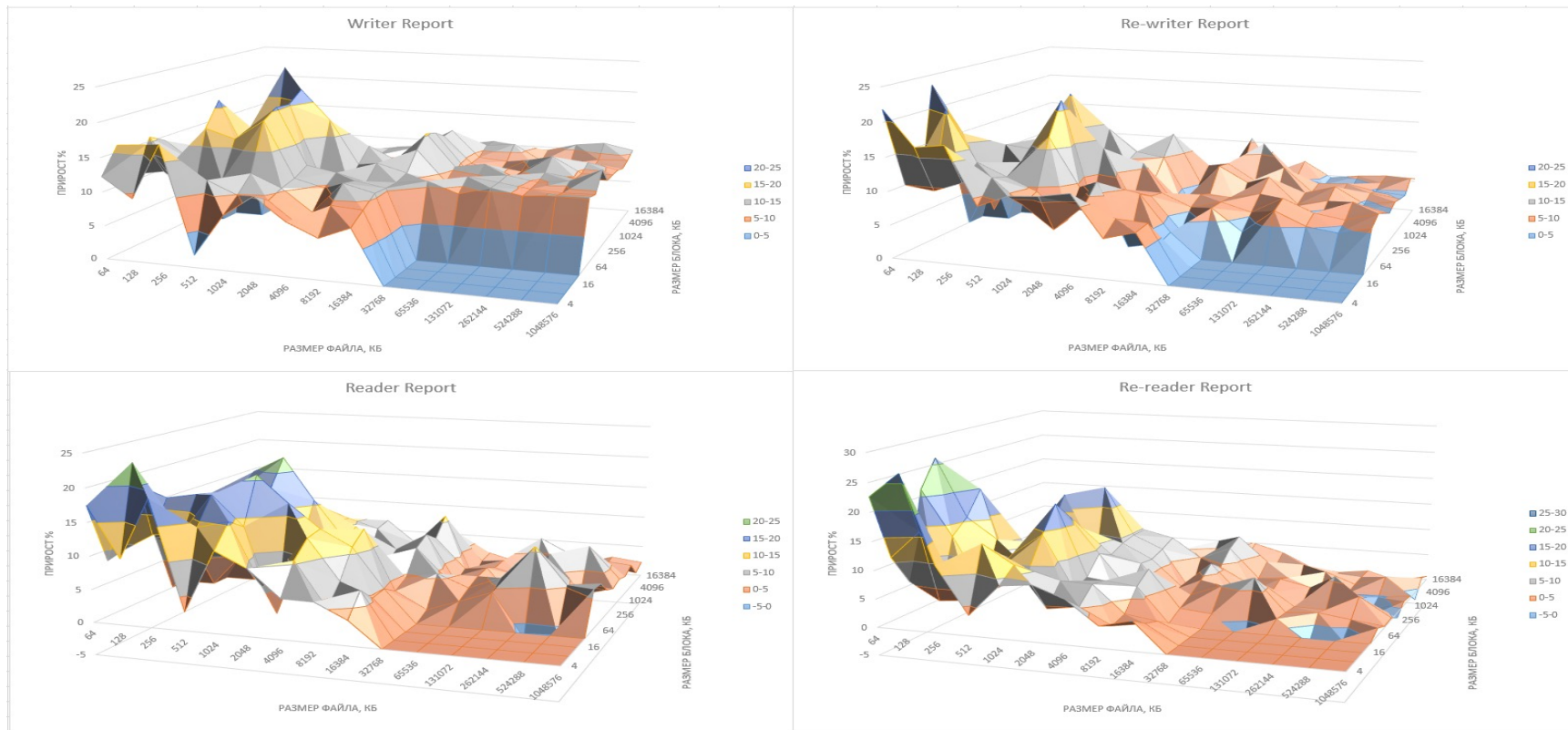


В мире развивается техника AutoFDO – Automatic Feedback-Directed Optimization.

Архитектура Эльбрус и компилятор очень отзывчивы к FDO (она же PGO).

Стратегия развития экосистемы ПО Эльбруса – сквозная поддержка технологии FDO, включая аппаратную поддержку (введена в арх-ре Elbrus v6)

Резерв развития: практическая FDO



Эльбрус v7 – улучшения

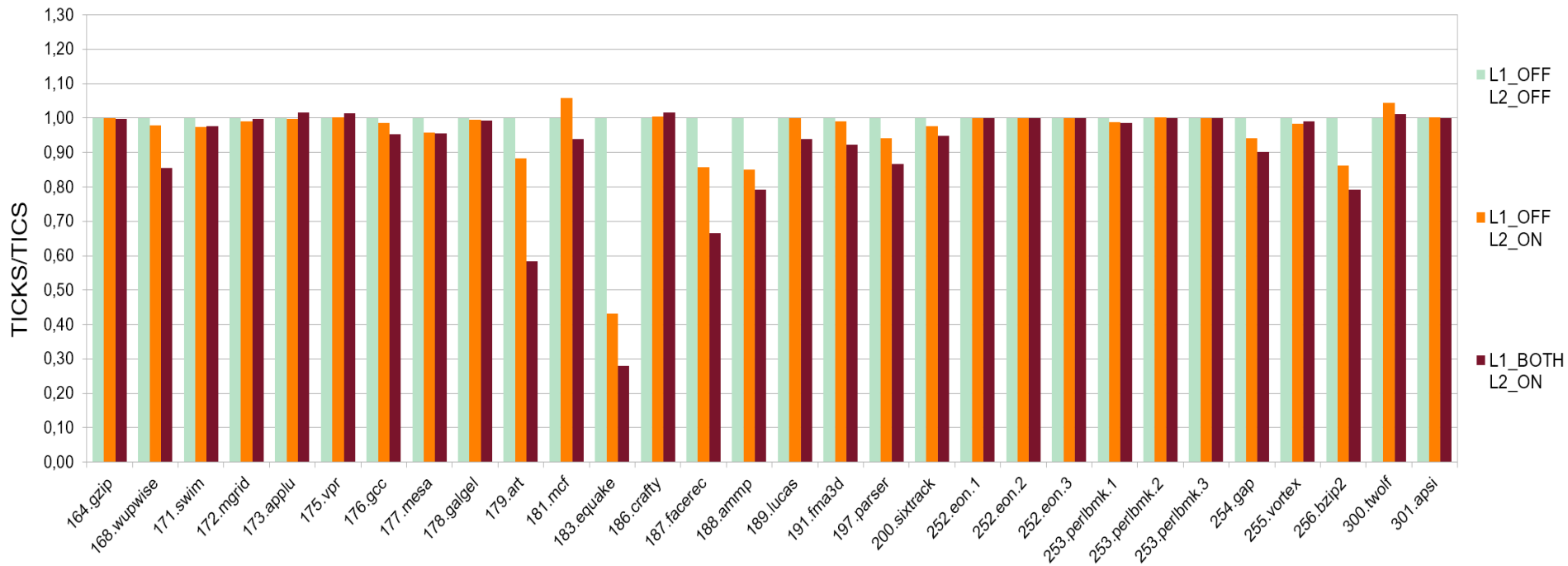
- Аппаратные средства поддержки алгоритмов искусственного интеллекта (малоформатные и тензорные операции) – INT8, BF16
- Аппаратные команды поддержки международной (AES) и российской криптографии (Кузнечик, Магма, Стрибог)
- Аппаратная предподкачка кодов и данных для уменьшения потерь при доступе в память
- Операции переходов без подготовок на базе аппаратного предсказателя переходов для повышения производительности
- Модернизирована технология безопасных вычислений (усиление контроля, снятие ограничений на размеры данных, улучшение совместимости с существующими программами)
- Расширена номенклатура операций над упакованными данными

Эльбрус v7 – криптопримитивы

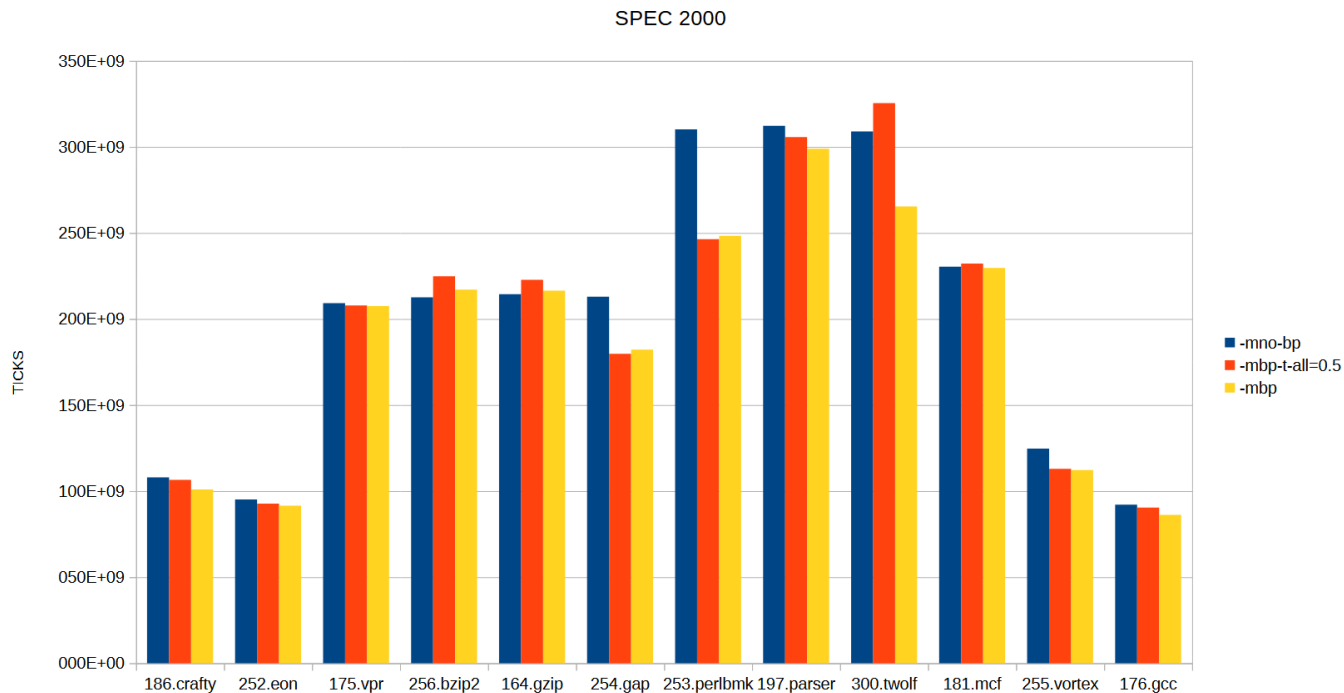
Алгоритм	Ср. время обработки блока (тактов)			Скорость
	Эльбрус-v5	Эльбрус-v7	Intel +AVX-512 (SkyLake)	Эльбрус-v7 @ 2.5 GHz, МБ/сек
“Кузнечик”	256	5.4	170	8000
“Магма”	234	16.25	29	2462
“AES”	177	5.4	2.56	7619
“Стрибог”	1124	181	432	1984

Эльбрус v7 – аппаратный префетч

SPEC2000 TRAIN BASE SPEEDUP



Эльбрус v7 – предсказатель переходов



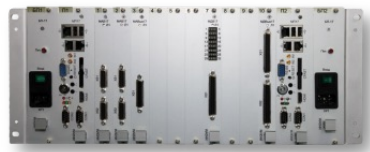
-mno-br = предсказатель выключен, компиляция без поддержки br

-mbp-t-all=0.5 = предсказатель включен, компиляция с полной заменой переходов на неподготовленные

-mbp = предсказатель включен, компиляция с совместным использованием подготовленных переходов и неподготовленных.

Меньше – лучше

ПАК на Эльбрус



Промышленные
контроллеры



Промышленные
компьютеры



Терминалы, тонкие клиенты



Системы ВКС



Кластеры и
СуперЭВМ



Рабочие станции



Системы
хранения данных



Телекоммуникационное
оборудование

Режим безопасных вычислений

- Теговый контроль типов данных на аппаратном уровне
- Адресная информация всегда отличима от не адресной
- Контроль выхода за границы выделенной области памяти
- Запрет конструирования указателей (целое в указатель)
- Запрет на использование неинициализированных данных



Применение РБВ Эльбрус



ПАК с МП Эльбрус РБВ

Устранение уязвимостей



Идентичный
исходный код
ПО



ПАК с зарубежными МП

Формирование открытого сообщества

Раскрыты: исходные коды ядра Linux 5.10
 исходные коды пакетов из состава ОС **~700 пакетов**

Создан портал для разработчиков ПО, совместимого с платформой Эльбрус dev.mcst.ru

- удалённый доступ к серверам Эльбрус в формате контейнеров

- упрощённая форма запроса на удалённый доступ

- прямая связь с разработчиками МЦСТ



Сайт независимого сообщества разработчиков openelbrus.ru

эльбрус