



19 мая 2015, Москва

## ЗОСРВ «Нейтрино» на вычислительной платформе Эльбрус

Андрей Сеньков, ООО «СВД Встраиваемые Системы»

# Поддержка платформы Эльбрус в ЗОСРВ «Нейтрино» Актуальность задачи и цели работы



## Актуальность задачи

- ✓ Рост интереса к Эльбрус как наиболее производительной отечественной вычислительной платформе на фоне усиления тенденции к импортозамещению элементной базы в изделиях предприятий госсектора
- ✓ Потребность в отказоустойчивой ОС «жесткого» реального времени, разрешенной к применению, масштабируемой, не требовательной к аппаратным ресурсам и обладающей профессиональными инструментами разработки
- ✓ Значительный опыт предприятий в разработке и отработке программных комплексов под управлением ЗОСРВ «Нейтрино» КПДА.10964-01 и ЗОСРВ КПДА.00002-01

## Цели работы

- ✓ Поддержка в ЗОСРВ «Нейтрино» КПДА.10964-01 архитектуры Эльбрус и вычислительных комплексов на базе микропроцессоров Эльбрус
- ✓ Обеспечение функционирования программно-аппаратных комплексов на базе микропроцессоров Эльбрус в режиме реального времени совместно с выполнением расчетных задач и задач ЧМИ

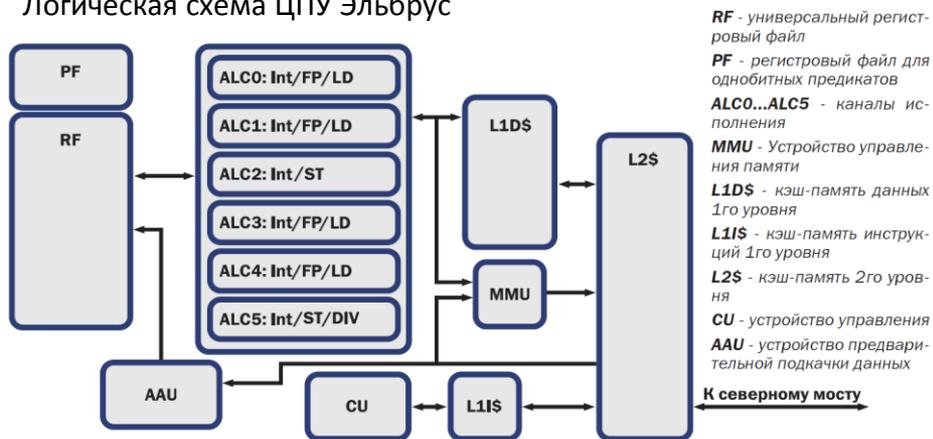
# Отечественная платформа Эльбрус Архитектура

По материалам с сайта [www.mcst.ru](http://www.mcst.ru)

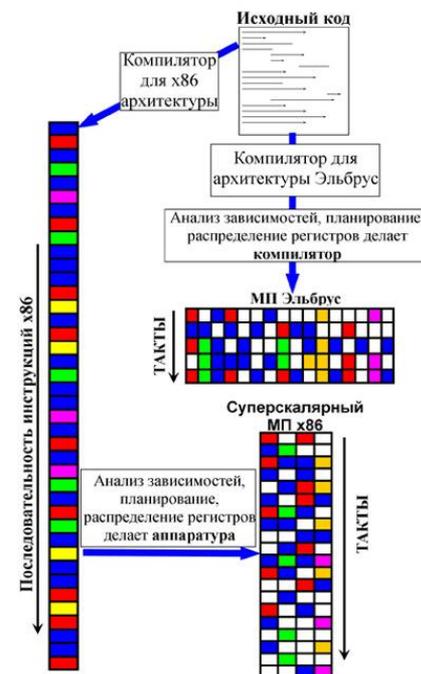
## Ключевые особенности архитектуры Эльбрус

- Широкая команда - до 23 операций за такт
- 6 каналов АЛУ, работающих параллельно
- Аппаратная поддержка циклов
- Устройство предварительной подкачки данных
- Поддержка спекулятивных вычислений
- Энергоэффективность
- Защищенный режим исполнения программ
- Эмуляция архитектуры x86

Логическая схема ЦПУ Эльбрус



Отличие от суперскалярного МП x86  
Роль оптимизирующего компилятора



# Отечественная платформа Эльбрус Микропроцессоры и ВК



**Микропроцессоры Эльбрус:** Эльбрус-1С+, Эльбрус-2С+, Эльбрус-S, Эльбрус-4С  
**Перспективные МП Эльбрус:** Эльбрус-8С (2015) Эльбрус-16С (2018)

## Эльбрус-2С+ (1891ВМ7Я)



- 2 CPU ядра Эльбрус 500 МГц
- 4 DSP ядра Elcore-09
- Технология - 90 нм, КМОП
- Потребление - 25 Вт
- Темп. диапазон: – 60...+85°C

## Эльбрус-4С (1891ВМ8Я)



- 4 CPU ядра Эльбрус 800 МГц
- Технология - 65 нм, КМОП
- Потребление - 45 Вт
- Темп. диапазон: – 60...+85°C

## ВК Монокуб-РС



- Микропроцессор Эльбрус-2С+
- Контроллер КПИ (1991ВГ1Я)
- 4GB RAM, 500GB SATA HDD
- Интерфейсы:
  - Gigabit Ethernet (1)
  - SATA (4)
  - PCIe x8 (1)
  - RS-232 (1)
  - USB 2.0 (8)
  - Video (VGA, DVI)
  - Audio (2)
  - GPIO (6)



## ВК на базе микропроцессора Эльбрус-4С

### Сервер Эльбрус-4.4



### АРМ Эльбрус-401



# ЗОСРВ «Нейтрино» на платформе Эльбрус Текущий уровень поддержки



Работы по обеспечению функционирования ЗОСРВ «Нейтрино» КПДА.10964-01 на отечественной вычислительной платформе Эльбрус

**2013**

*Проработка задачи*

**2014 - 2015**

*Разработка, Отладка, Оптимизация, Отработка*

**2016**

*Сертификация  
Развитие поддержки*

Архитектура	Микропроцессоры	Пакеты поддержки ВК
<ul style="list-style-type: none"> <li>Среда сборки для целевой архитектуры E2K</li> <li>Интеграция компилятора LCC (v1.19.10)</li> <li>Поддержка архитектуры E2K в модуле procnto</li> <li>Адаптация системной библиотеки libc</li> <li>Загружаемые образы ЗОСРВ</li> <li>Статическая и динамическая линковка программ</li> <li>Korn Shell и командно-строковые утилиты</li> <li>Подсистемы io-hid, io-pkt, qnet, io-blk, io-usb, io-audio</li> <li>Графическая подсистема io-display и среда Photon</li> </ul>	<p><b>Эльбрус-2С+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Контроллер памяти</li> <li>Контроллер прерываний</li> <li>Системный таймер</li> <li>Механизмы отладки</li> <li>Обработка исключений</li> <li>Поддержка устройства AAU</li> <li>Поддержка DSP ядер Elcore</li> </ul>	<p><b>ВК Монокуб-РС (Эльбрус-2С+)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Загрузчик IPL и стартовый модуль Startup</li> <li>Драйвер UART</li> <li>PCI сервер</li> <li>Драйвер контроллера USB</li> <li>Драйверы устройств ввода</li> <li>Драйвер USB Mass Storage</li> <li>Видеодрайвер SM718</li> <li>Драйвер Gigabit Ethernet</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>SMP ядро — procnto-smp</li> <li>Инструментальное ядро procnto-instr</li> <li>Интеграция отладчика GDB</li> <li>Графическая среда Qt</li> <li>Пакет 3D графики MESA 3D</li> </ul>	<p><b>Эльбрус-2С+</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Поддержка режима SMP</li> <li>Тестирование и оптимизация</li> </ul>	<p><b>ВК Монокуб-РС</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Драйвер SATA/IDE</li> <li>Видеодрайвер AMD Radeon HD 6450</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Базовая и расширенная среды исполнения ЗОСРВ</li> <li>Комплекс средств защиты информации</li> <li>Адаптация дополнительных пакетов ПО</li> <li>Отработка и оптимизация</li> </ul>	<p><b>Поддержка Эльбрус-4С</b></p>	<p><b>ППМ для ВК на базе Эльбрус-2С+</b> <b>ППМ для ВК на базе Эльбрус-4С</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Сертификация, поставка и сопровождение среды исполнения ЗОСРВ Нейтрино-Эльбрус</li> <li>Сертификация, поставка и сопровождение пакетов поддержки ВК и ПМ</li> <li>Развитие программной платформы и поддержка перспективных процессоров семейства Эльбрус</li> </ul>		

# ЗОСРВ «Нейтрино» на платформе Эльбрус

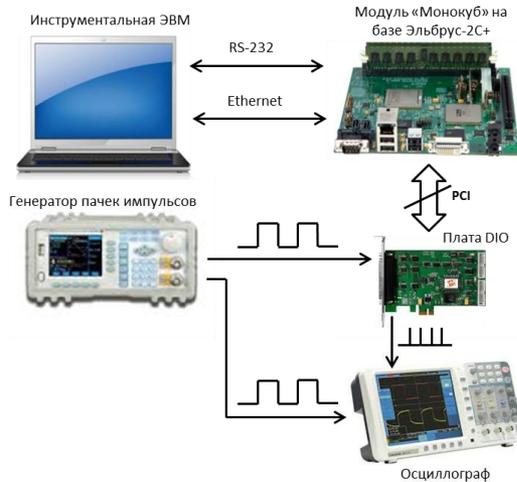
## Особенности реализации

- ✓ Новая целевая процессорная архитектура E2K LE
- ✓ 64-х разрядная ОС - первая в семействе КПДА
- ✓ Применение оптимизирующего компилятора LCC
- ✓ Поддержка 3-х уровней оптимизации
- ✓ Интеграция со средой разработки, отладки и анализа IDE Momentics
- ✓ Управление приоритетами аппаратных прерываний

# ЗОСРВ «Нейтрино» на платформе Эльбрус Характеристики реального времени



## Стенд для получения характеристик РВ



## Задержки при обработке аппаратных прерываний



## Результаты ЗОСРВ «Нейтрино» на микропроцессоре Эльбрус-2С+

Характеристика РВ	t, мкс
Среднее время реакции на прерывание в обработчике	<b>4</b>
Макс. время реакции на прерывание в обработчике	<b>9</b>
Среднее время реакции на прерывание в потоке	<b>7</b>
Макс. время реакции на прерывание в потоке	<b>14</b>
Мин. период обработки прерываний без потерь	<b>12</b>
Мин. период обработки прерываний без потерь в потоке	<b>17</b>

Примечание: результаты предварительные, продолжаются работы по оптимизации

# ЗОСРВ «Нейтрино» на платформе Эльбрус

## Тесты вычислительной производительности

### Предварительные результаты тестов вычислительной производительности ЗОСРВ «Нейтрино» на микропроцессоре Эльбрус-2С+

Тест	Примечание	Результат
Dhrystone 2.1	100000000 runs through Dhrystone, оптимизация -O2	1123595.5 DpS
Dhrystone 2.1	100000000 runs through Dhrystone, оптимизация -O3	1265822.8 DpS
Whetstone	256000 циклов, оптимизация -O2	984.6 MIPS
Whetstone	256000 циклов, оптимизация -O3	1600.0 MIPS
CoreMark	Параметры 0x0 0x0 0x66 0 7 1 2000, оптимизация -O2	1225.6 Iterations/Sec
CoreMark	Параметры 0x0 0x0 0x66 0 7 1 2000, оптимизация -O3	1189.8 Iterations/Sec
CoreMark MT	Multithread, экспериментальное ядро procnto-smp, -O2	2452 Iterations/Sec
Linpack	Array size 200 X 200, оптимизация -O2	85906.7 KFLOPS
Linpack	Array size 200 X 200, оптимизация -O3	380799.7 KFLOPS

# Спасибо за внимание

**Андрей Сеньков**

Руководитель отдела разработки

E-mail: [a.senkov@kpda.ru](mailto:a.senkov@kpda.ru)

Тел.: (812) 346-89-56 доб. 106

[www.kpda.ru](http://www.kpda.ru)

[forum.kpda.ru](http://forum.kpda.ru)



СВД Встраиваемые Системы