Учреждение Российской академии наук
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ СИСТЕМНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ РАН

Системы на кристалле с архитектурой КОМДИВ

Аряшев С.И
Зав. отделением ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН
aserg@cs.niisi.ras.ru

09 июня 2016 г.

Изделия ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН

- **Основной заказчик –** Министерство промышленности и торговли Российской Федерации

- **Встраиваемые применения, управление технологическими процессами**

- **32-разрядные сбоеустойчивые и радиационно-стойкие СнК, 64-разрядные высокопроизводительные и высоконадёжные СнК, контроллеры и коммутаторы**

- **Модули и системы на основе собственных микросхем**

- **Микросхемы и документация – собственность заказчика!!!**

Требования к изделиям

- Надежность:
  - Технологический процесс
  - Методы разработки
- Доверенность:
  - Собственный ядро, интерфейсы и физические уровни
- Жесткие условия эксплуатации
- Высокая производительность
- Долгосрочная поддержка:
  - Возможность перевода на другое производство

Область применения

- Системы и комплексы «специального» назначения
- «Доверенные» устройства
- Государственные учреждения
- Производство
- Банки
- Ответственные гражданские области
- Коммерческие устройства

Импортозамещение, степень «отечественности»

- Собственное производство СБИС на собственном оборудовании с собственными масками
- Собственное производство, импортное оборудование и маски
- Собственный проект на основе собственных IP
- Собственное ядро, покупные IP
- Покупные IP, собственная разработка
- Заказанная разработка

Разработка собственной СнК

- Ядро микропроцессора, набор сопроцессоров, 3D графика
- Логические уровни контроллеров (RapidIO, PCIe, USB, SATA, …)
- Физические уровни (RapidIO, PCIe, USB, SATA, …)
- САПР (верификация, синтез, топология, аналоговое проектирование)
- Разработка RTL и топологии
- Изготовление масок, пластин, корпуса
- Испытания и серийное производство

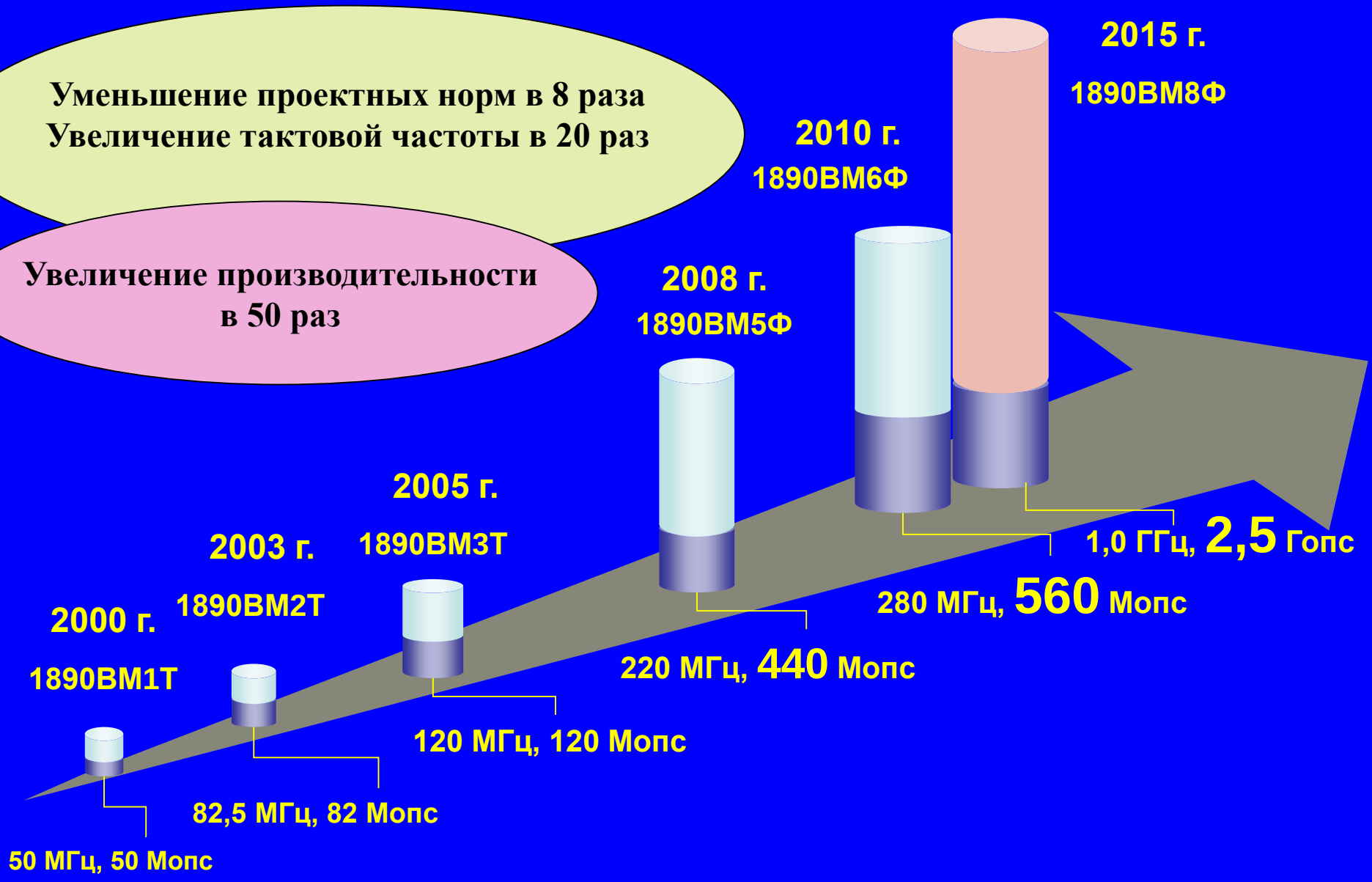
Пути повышение производительности

- Увеличение частоты
- Увеличение количества ядер
- Усложнение ядра
- Специализированные сопроцессора

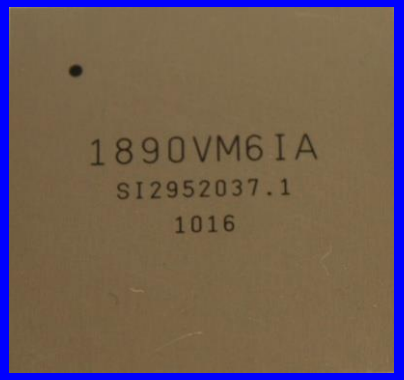
Условия успешного применения

- Доступная и достаточная документация
- Наличие и доступность открытых загрузчиков, ОС, компиляторов
- Наличие библиотек и программирование в известных парадигмах
- Наличие и широкая доступность макетных плат
- Поддержка
- Стоимость изделий

Рост производительности микропроцессоров КОМДИВ



Микросхемы для создания суперЭВМ промышленного назначения с каналами RapidIO (серия с 2011 г.)



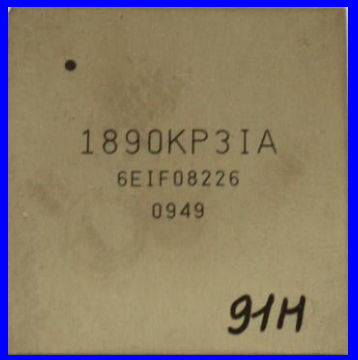
64-разрядный суперскалярный микропроцессор/СнК 1890ВМ6Я (КМОП 180нм)

- 270 МГц
- кэш-память 1 и 2-го уровня 16+16+256 Кбайт;
- встроенные интерфейсы: DDR, PCI66, USB, Flash, ПЗУ, Ethernet 10/100 Мб/с, RS232 – 2 шт., I2C, JTAG;
- параллельный и последовательный каналы RapidIO 1 Гбайт/с;

Цифровой процессор сигналов 1890ВМ7Я (КМОП 180нм)

- 200 МГц, пиковая производительность 8 Гфлопс
- встроенные интерфейсы: DDR, PCI66, ПЗУ, RS232, I2C, JTAG;
- параллельный RapidIO 1 Гбайт/с;

ЭВМ на основе 1890ВМ6Я и 1890ВМ7Я



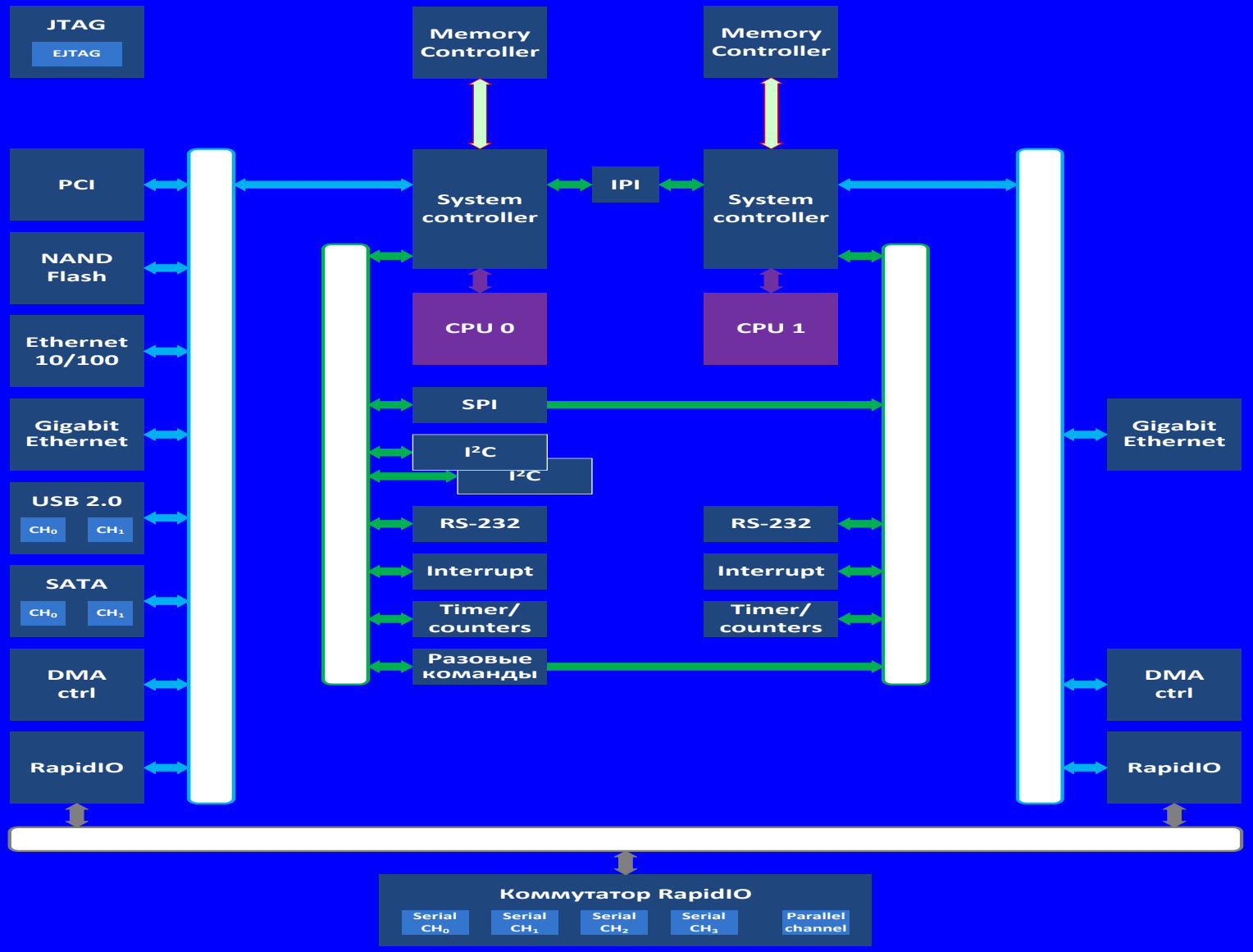
Микропроцессоры:
1890ВМ6Я - 4 шт.
1890ВМ7Я - 30 шт.
ОЗУ - 32 Гбайт
Пиковая производительность - 261,6 Гфлопс
Мощность - 900 Вт
Коммутационная система – RapidIO: внутренняя магистраль – параллельный RapidIO; внешние каналы – сериальный RapidIO - 18 по 1 Гбайт/с

СЕМЕЙСТВО СнК III ПОКОЛЕНИЯ

- Системы на кристалле с встроенной коммуникационной системой и приемниками/передатчиками, встроенными сопроцессорами для повышения производительности выделенного класса задач и снижения потребляемой мощности, оптимизация по параметру производительность/потребляемая мощность для создания многопроцессорных систем с плотной упаковкой
- Встраивание широкого комплекта интерфейсов для возможности создания аппаратуры разного класса – планшеты, моноблоки, серверы, коммутаторы и маршрутизаторы, программируемые логические контроллеры (ПЛК), системы управления
- Доверенные вычислительные системы с использованием только собственных разработок
- Обеспечение безопасности за счет комплексного аппаратно-программного решения
- Развитые средства повышения надежности и сбоеустойчивости

1890ВМ8Я

Двухядерный 64-разрядный MIPS совместимый СнК собственной разработки



1890ВМ9Я

Двухядерный 64-разрядный MIPS совместимый СнК с сопроцессорами цифровой обработки сигналов.

Технология – 65нм TSMC;
Частота 800МГц;
Корпус BGA1294;
Потребляемая мощность 12-15 Вт.

Планшет

Маршрутизатор

многофункциональный

микропроцессор

ВМ8

РАЗРАБОТКИ

НИИСИ РАН

Моноблок

Сервер

Контроллер нефтегазового оборудования

Основные технические характеристики микросхемы 1890ВМ8Я

Обозначение параметра		Величина параметра
Количество ядер процессора для обработки 64-х разрядных чисел с фиксированной запятой		2
Количество арифметических процессоров для обработки чисел с плавающей запятой одинарной и двойной точности		2
Количество команд		289
Размер кэш-памяти первого уровня для каждого ядра: инструкций, Кбайт данных, Кбайт		 32 16
Размер кэш-памяти второго уровня для каждого ядра, Кбайт		512
Количество внешних интерфейсов		14
Разрядность интерфейса для подключения памяти DDR2/3		2 × (64+8 ECC)
Разрядность интерфейса для подключения шины SATA		1 диф. пара
Количество портов (разрядность) последовательного интерфейса RapidIO		4 шт. 1X/4X
Максимальная динамическая потребляемая мощность, Вт		15,0
Частота ядра микропроцессора, МГц		800/1000
Производительность микропроцессора:	операции с фиксированной точкой, Гопс;	2
	операции с плавающей точкой (64 разряда), Гфлопс;	16
Пропускная способность каналов памяти, Гбайт/с		12,8
Максимальная скорость передачи последовательного интерфейса RapidIO на канал, Гбайт/с		3,125

Моноблок на базе микропроцессора 1890ВМ8Я

Микропроцессор 1890ВМ8Я: 2 ядра 1 ГГц,
корпус 1294 BGA

Встроенные интерфейсы:

DDR2/3,
звук AC97,
2D графика, интерфейсы DVI, LVDS
2 канала SATA 3.0,
2 канала USB 2.0
2 канала Ethernet 1 Гб/с,
ПЗУ, SPI, JTAG

Плата в конструктиве мини ATX
4 канала USB 2.0: видеокамера,
беспроводные мышь и клавиатура,
выходной разъём
До 2 дисков SATA
Монитор до 2Кх4К

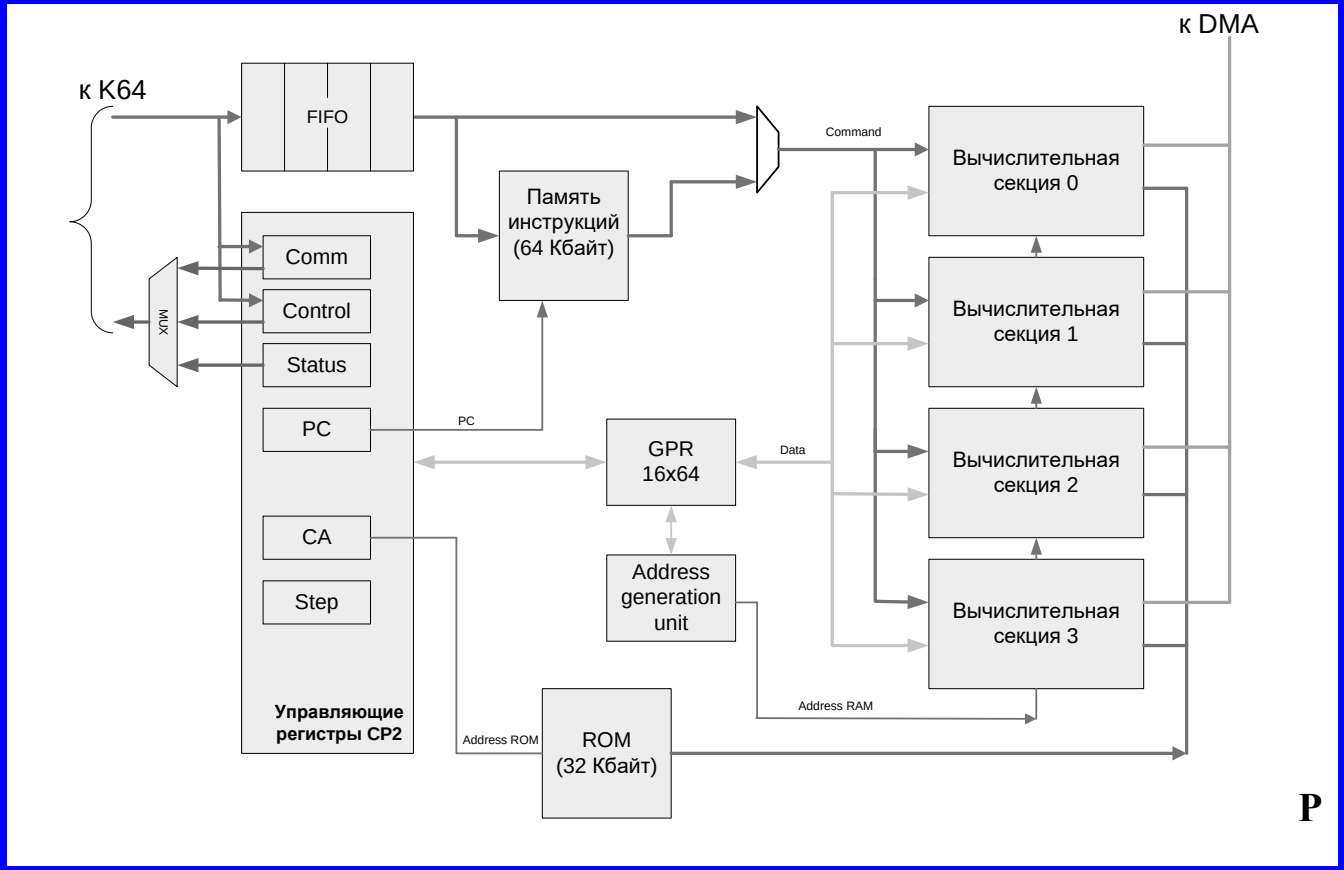
Планшет на базе микропроцессора 1890ВМ8Я

Микропроцессор 1890ВМ8Я: 2 ядра 500 МГц, корпус 1294 BGA, потребление 2 Вт.

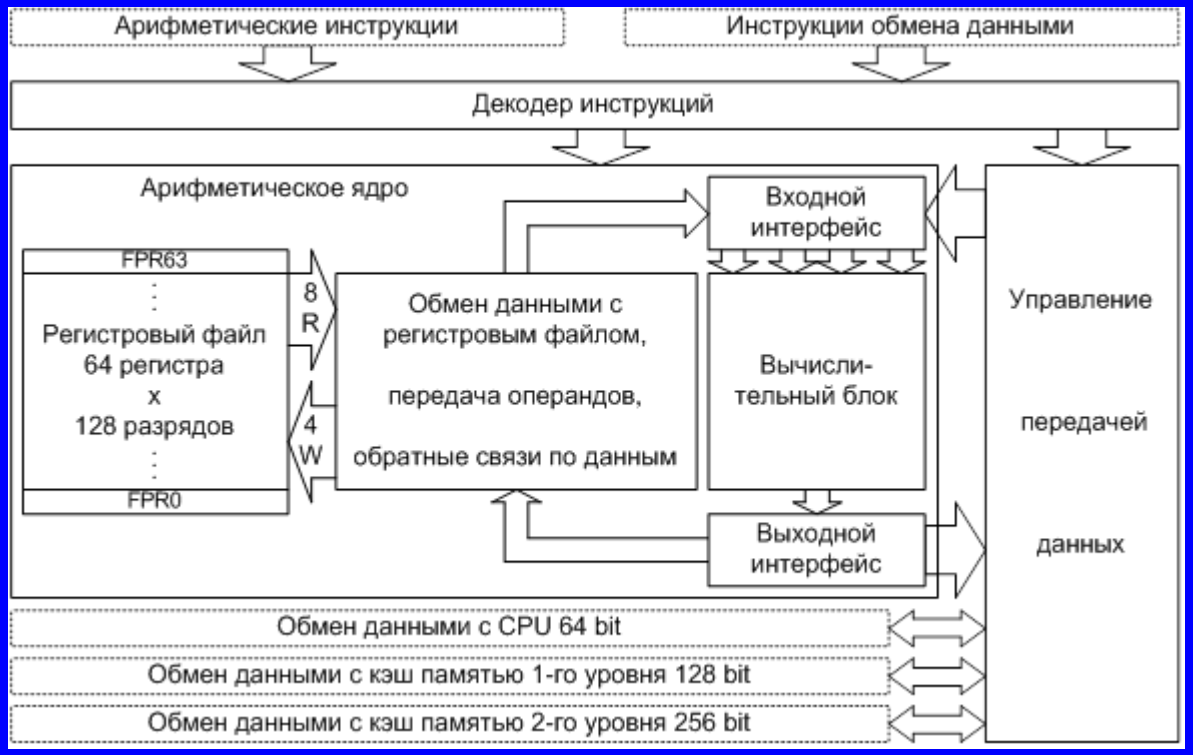
Встроенные интерфейсы:

- DDR2/3,
- звук AC97,
- 2D графика, интерфейс LVDS
- SATA 3.0,
- 2 канала USB 2.0
- Ethernet 1 Гб/с,
- ПЗУ, SPI, JTAG

Сопроцессор СП2



Сопроцессор CPV



Особенности

- выполнение до 10 арифметических операций над вещественными числами двойной точности и до 20 арифметических операций над вещественными числами одинарной точности за один такт
- команда MTVMADD - перемножения элементарной матрицы размерностью 2x2 элемента на вектор длиной в два элемента с накоплением результата
- Команда CMADDSUB – «бабочка Фурье» 10 операций за такт
- возможность загрузки/сохранения 128-разрядного вектора через кэш память 1-го уровня или пары 128-разрядных векторов через кэш память 2-го уровня.

Производительность СП2

СП2 на задачах пользователя при использовании специальных библиотек Dsplib оптимизированных специалистами НИИСИ РАН дает производительность 60-80% от пиковой.

Производительность CPV

- **Линейная алгебра BLAS**
- **60% от пиковой, что при тактовой частоте процессора 1ГГц составляет величину 4,8 Гфлорс**
- **LINPACK и NPB (NAS Parallel Benchmarks)**
- **ЦОС на примере БПФ – 20-40%**
- **Тест FFTW – 10-20%**

Результаты определения показателей SPEC CPU2006

SPECint2006 / GHz (целочисленные операции)

Тип МП раб.частота/частота памяти	Показатель SPEC CPU2006
1890ВМ8Я 850/175	2,93
1890ВМ8Я 1000/533	3,43
XLP316 1000/533	3,32
Intel Atom C2750 2400/1600 [1)]	6,88
ARM A8X 1500/-[1,2)]	3,41
ARM A9X 2250/-[1,2)]	5,39

SPECfp2006 / GHz (операции с вещественными числами)

1890ВМ8Я 850/175	2,0
1890ВМ8Я1000/533	2,34
XLP316 1000/533	2,32
Intel Atom C2750 2400/1600	Данных нет
ARM A8X 1500/-	Данных нет
ARM A9X 2250/-	Данных нет

СнК специального назначения

- 1907ВМ04 (1Х1 КНИ 0,25 мкм, тактовая частота 66 МГц, ядро КОМДИВ32 с 3-х кратным резервированием, резервируемый контроллер интерфейса SpaceWire, резервируемый контроллер канала, оконечного устройства, монитора интерфейса по ГОСТ Р 52070-2003)
- 1907ВМ038 (1Х1 КНИ 0,25 мкм, 32-разрядное управляющее ядро, 128-разрядный вычислительный сопроцессор, набор интерфейсов, в том числе SPI, DDRII, RS232, Rapid IO)
- 1907ВМ066 (КНИ024 ОАО «НИИМЭ и завод «Микрон», радиационно-стойкий 32-разрядный микропроцессор со встроенным сопроцессором обработки и сравнения изображений для навигационных и других бортовых комплексов)

Перспективные СнК

ОКР «Базис-Б2» (импортозамещение, управляющий микропроцессор с низким энергопотреблением, 64-разрядное ядро 1890ВМ8Я, два порта PCIe, два контроллера GEthernet с интерфейсами RJMII и SGMII, два порта USB с Phy собственной разработки, CAN, два интерфейса по ГОСТ Р 52070-2003)

НИИСИ и суперкомпьютеры

- Высокая производительность для встраиваемых применений
- Собственные ядра и коммуникационная среда
- Опыт использования OpenCL
- Разработки в областях нефтедобычи и задачи горения

МЕХАНИЗМЫ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И ДОПОНИТЕЛЬНЫЕ АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА САМОКОНТРОЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ 1890ВМ8Я И 1890ВМ9Я

- Средства внутреннего самотестирования основных функциональных блоков
- Использование сторожевых таймеров и таймеров для контроля времени выполнения функций;
- Контроль длительности цикла на шинах;
- Схемотехнические и топологические приемы создания сбоеустойчивых узлов (специальные ячейки памяти DICE, перемежение ячеек памяти, охранные кольца, троирование и пр.)
- Контроль по коду Хсяо (модернизированный код Хэмминга) кэш памяти и ОЗУ с исправлением одной ошибки и регистрацией двух;
- Встроенный контроль температуры различных узлов кристалла микросхемы, динамическое изменение частоты функционирования;
- Отечественная архитектура и ПО, отказ от зарубежных IP блоков, контроль технологических процессов.

Спасибо за внимание!