

# Российский МП и МК

Россия — одна из очень немногих стран мира, которая может похвастаться современными процессорами собственной разработки. Это очень большое достижение, так как микропроцессоры являются стратегически важным продуктом: особенно «военные», «космические» и «радиационно стойкие» варианты процессоров, которые нельзя так просто купить на свободном рынке.

**Есть 3 варианта разработок:**

# Российская архитектура, российская микроархитектура

- Это полностью отечественный продукт. Такие процессоры труднее продвигать на мировой рынок и, наоборот, на этих процессорах сложнее использовать разработанное за рубежом программное обеспечение.
- К этой категории относятся МЦСТ «Эльбрус», КМ211, Мультиклет и ряд других архитектур

# Лицензированные процессорные ядра

- Россияне сами компонуют закупленные за рубежом ядра на кристалле, добавляют свои вспомогательные блоки. Написанное за рубежом программное обеспечение более-менее гарантированно работает. Процессор можно использовать для продвижения российских аппаратных блоков за рубежом (например, блок обработки видео).
- По такой схеме созданы «Байкал» (MIPS и в перспективе 64-битный ARM), «Миландр» (ARM), «Модуль» (ARM), частично «ЭЛВИС» (MIPS и ARM).

# Международная открытая архитектура, российская микроархитектура

- Занятный компромисс, при котором и написанный за рубежом софтвер работает, и при этом можно говорить «мы спроектировали не только систему на кристалле, но и само процессорное ядро». По трудоёмкости создания схема близка к первому пункту (российские архитектура и микроархитектура), а при продвижении на мировой рынок нужно вдобавок доказывать заказчикам, что архитектура реализована точно.

# Российские фирмы разработчики и производители МП и МК

- МЦСТ
- НИИСИ
- Байкал Электроникс
- НПО «ЭЛВИС» и «ЭЛВИС-Неотек»
- Миландр
- Модуль
- КМ211
- Мультиклет
- КБ «ГеоСтар навигация»
- IVA Technologies
- Syntacore

# АО МЦСТ

- МЦСТ (ранее Московский Центр Спарк-Технологий) разрабатывает две линии процессоров — оригинальной отечественной архитектуры «Эльбрус» и международной архитектуры SPARC

# МЦСТ Эльбрус

## Сильные стороны:

- распараллеливаемые военные/научные/инженерные вычисления с плавающей точкой (возможный пример использования: геологоразведка);
- аппаратные особенности, позволяющие реализовывать высокозащищённые системы.

## Слабые стороны:

- отставание от «переднего края» по технологиям формирования физического уровня (процессор 8С сформирован по техпроцессу 28 нм, например);
- отсутствие компилятора gcc для платформы e2k, закрытость оптимизирующего компилятора lcc и набора архитектурнозависимых правок на системное ПО (по состоянию на осень 2018 года).

# МП «Эльбрус-8СВ» (ТВГИ.431281.023)



- Микросхема центрального процессора **1891ВМ12Я** —вычислитель серверного класса с усовершенствованным набором векторных команд.
  - Содержит 8 ядер архитектуры «Эльбрус» 5-го поколения с тактовой частотой до 1500 МГц.
  - Позволяет строить многопроцессорные серверы и рабочие станции, а также бортовые вычислители, требовательные к скорости обработки и передачи информации.
- 
- Микропроцессор «**Эльбрус-8СВ**» (1891ВМ12Я) — высокопроизводительный процессор общего назначения с улучшенной архитектурой Эльбрус, позволяющей выполнять до 576 млрд. операций с плавающей запятой в секунду. Спроектирован и изготовлен по технологическим нормам 28 нм, реализует технологии энергосбережения.
  - Корпус: 59,5×43,0×4,6 мм, 32,0 г; **2028** контактов FCBGA

# Параметры МП «Эльбрус-8СВ»

- Масштабируемость 8 ядер в процессоре
- 4 процессора в модуле (16 Гбайт/с попарные связи)
- 2 модуля в машине
- Тактовая частота 1500 МГц (1891ВМ12АЯ)
  
- Пиковая производительность 50 операций в такт в каждом ядре (8 цел., 24 веществ.)
- 576 GFLOPS одинарной точности, 288 GFLOPS двойной точности
  
- Кэш-память L1: 64 Кбайт данные + 128 Кбайт команды в каждом ядре L2: 512 Кбайт в каждом ядре, 4 Мбайт суммарно
- L3: 16 Мбайт в процессоре
  
- Оперативная память 4 канала DDR4-2400 registered ECC, до 68,3 Гбайт/с
- 64 Гбайт на процессор
- 1 Тбайт адресное пространство машины

# Особенности «Эльбрус-8СВ»:

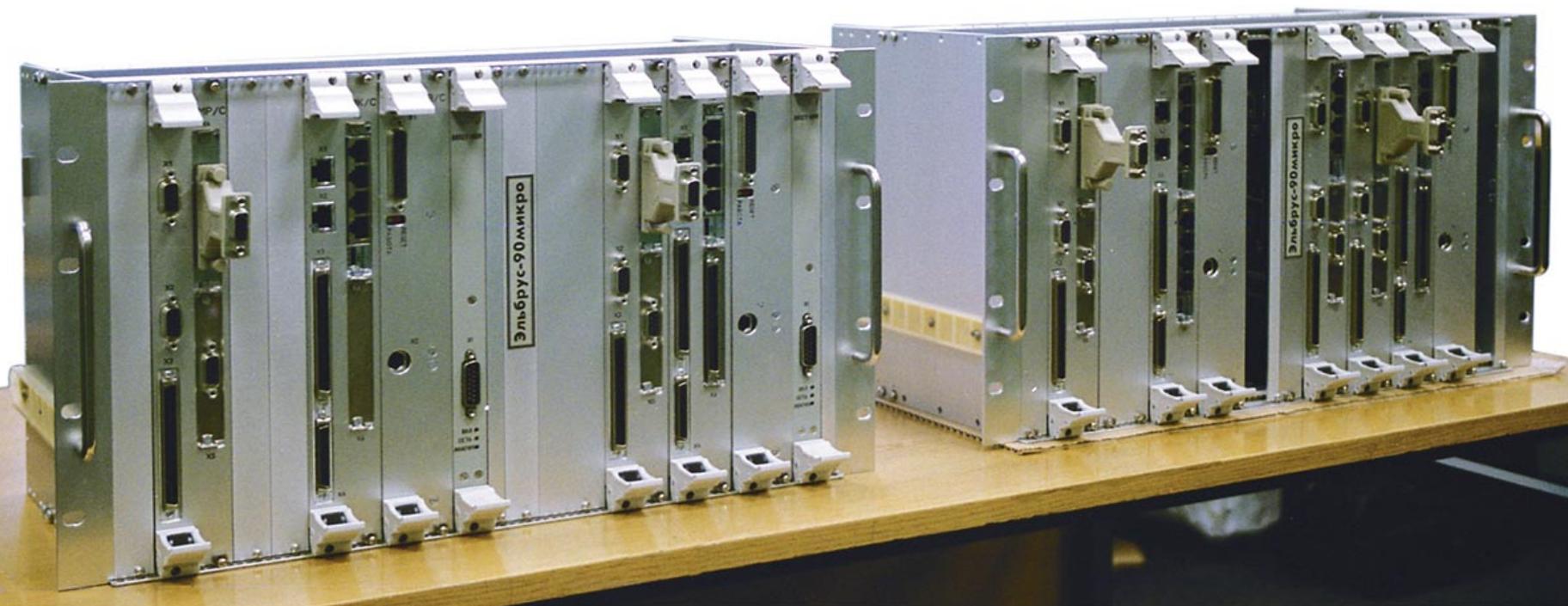
- Оригинальная **архитектура Эльбрус**, обеспечивающая высокую производительность
- в математических расчётах, криптографии, цифровой обработке сигналов.
- Аппаратная поддержка защищенных вычислений. Отдельный стек вызовов, дающий преимущества с точки зрения информационной безопасности.
- Исполнение двоичных кодов в системе команд Intel x86 и x86-64 с помощью динамической трансляции без перекомпиляции программ.
- Расширенный температурный диапазон от -60 до +85 градусов.
- Наличие 4 каналов доступа к памяти и 3 каналов межпроцессорного обмена позволяет строить масштабируемые вычислительные комплексы, обеспечивающие высокую скорость обработки и передачи информации.

# ПЭВМ на базе МП Эльбрус

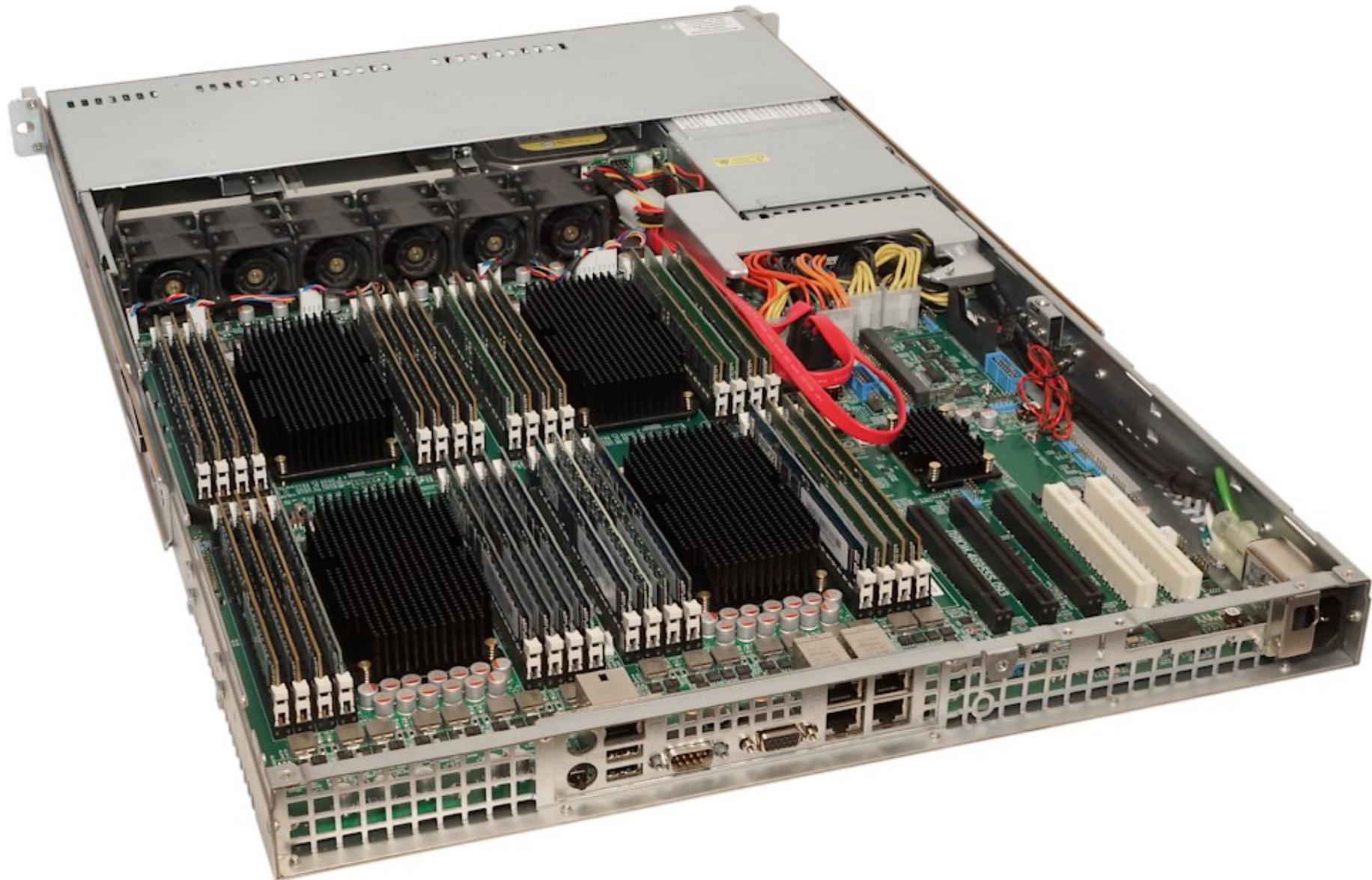




# БЦВМ + стоечные ЭВМ Эльбрус







# Вычислительный многопроцессорный модуль CompactPCI 3U

- Количество микросхем 1891BM3 на модуле – 1
- Общее количество процессоров – 2
- 1,1 GIPS/400 Mflops
- Емкость оперативной памяти - 1 Гбайт DDR 166 MHz
- Flash-диск – 80 ГВ, NVRAM – 32 KB, BOOT – 512 KB, RTC
- Интерфейсы – PCI, RS-232/422/485, Ethernet 10/100/1000 (2), SCSI, SATA(2), USB 2.0 (2), Audio, DVI-I, VGA, Kb/M
- Повышенная отказоустойчивость
- Конструкция – 3U CompactPCI с воздушным охлаждением
- Потребляемая мощность – 10 W
- Группа исполнения – 1.1, 1.3, 2.1.1, 2.1.2, 2.2.1, 2.3.1, 2.3.2
- ОС Эльбрус



# БЦВМ КА

## БОРТОВАЯ ЦИФРОВАЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАШИНА «МАРС 7»



### НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Бортовая цифровая вычислительная машина «МАРС 7» предназначена для систем управления, работающих длительное время в жестких условиях эксплуатации, в том числе в системах управления космических аппаратов, перспективная.

### ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Является четырехкратно резервированным комплексом (4 идентичных канала). Каждый канал содержит два процессора, один выполняет функции центрального (ЦП), реализуя прикладные алгоритмы, другой работает в качестве контроллера ввода-вывода. Процессоры работают параллельно и независимо, за счет чего достигнута двойная производительность.

- ⇒ частота – 50 МГц;
- ⇒ быстродействие – 50 млн.оп/с;
- ⇒ объем ППЗУ: ЦП – 8 192 Кбайт;
- ⇒ объем ОЗУ: ЦП – 4 096 Кбайт;
- ⇒ потребляемая мощность от сети 27 В – не более 20 Вт;
- ⇒ масса – не более 6 кг;
- ⇒ габариты (мм) – 147 X 204 X 158.

# Ноутбук «Эльбрус» для ВС





**БАГЕТ-41-10**

**+**

**МСВС 3.0**

**DMYT.RU**

# ОС «МС ВС»

## Мобильная система вооружённых сил

- основана на [GNU/Linux](#)
- Разработчик ([ВНИИНС](#)) [vniins.ru](#)
- Функционирует на [аппаратных платформах Intel](#), [SPARC \(Эльбрус-90микро\)](#), [IBM System/390](#) и [MIPS](#) (комплексы серии [Багет](#) производства компании [Корунд-М](#)), поддерживает многопроцессорные конфигурации ([SMP](#)). Содержит средства [мандатного управления доступом](#), [списки контроля доступа](#), [ролевую модель](#)<sup>[1]</sup>.
- Сертифицированы:
  - ✓ ОС МСВС 5.0 (ЦАВМ.11004-01) № 1607 от 28.09.2011 г. — для 64-разрядной аппаратной платформы [Intel 64](#);
  - ✓ ОС МСВС 5.0 (ЦАВМ.11004-05) № 1785 от 05.02.2012 г. — для 64-разрядной аппаратной платформы [PowerPC](#).

# ОС «Заря РВ»

- основана на дистрибутиве [Linux](#) корпоративного уровня [Red Hat Enterprise Linux](#)
- ОС «Заря РВ» — является [POSIX](#) (*Portable Operating System Interface*) -совместимой операционной системой и предназначена для использования в качестве операционной системы для систем, работающих в реальном масштабе времени, на 32-разрядных аппаратных платформах: [Intel x86](#), [PowerPC](#), [MIPS](#), [ARM](#), [DLX](#).<sup>[7]</sup>

# Мифы про МЦСТ Эльбрус

- «Эльбрусы трудно продвигать за рубежом» — эльбрусы не продаются за рубеж, для международных поставок сперва потребуется разрешить имеющиеся проблемы совместимости с GPL и формальной засекреченности системы команд;
- «под Эльбрус нет софта» — есть и в количестве тысяч пакетов системного и прикладного ПО под GNU/Linux, на базе которого и создана штатная ОС Эльбрус (OSL);
- «софт на Эльбрус с Linux переносится простой перекомпиляцией» — любые программы, закладываемые на расширения gcc или особенности архитектуры (SSE/AVX/NEON, например), приходится так или иначе адаптировать либо вовсе переписывать (как вышло с Java);
- «взяли бы и сделали x86» — архитектура больше не лицензируется, единственным вариантом является покупка компании с лицензией на руках (например, VIA); в МЦСТ это прекрасно понимали и пошли путём обеспечения программной совместимости, что вылилось в разработку слоя бинарной совместимости (rtc/intel).

По состоянию на осень 2018 года выпущено несколько тысяч экземпляров процессоров «Эльбрус», что в значительной мере обуславливает высокие цены на сами процессоры и системы на их основе; тем не менее и они дешевеют со временем, например, «Эльбрус 801-РС» при выходе имел ценник в **350 тыс.руб., сейчас он доступен юр. лицам уже по 300 тыс.руб.** Динамично развивается программная экосистема — например, уже доступны ОС Эльбрус, КПДА Нейтрино-Э, ОС Альт.

# МЦСТ SPARC

Это российская реализация международной архитектуры SPARC на базе российской микроархитектуры.

На конец 2018 года планируется выпуск образцов процессора R2000 (sparcv9, 2000 МГц).

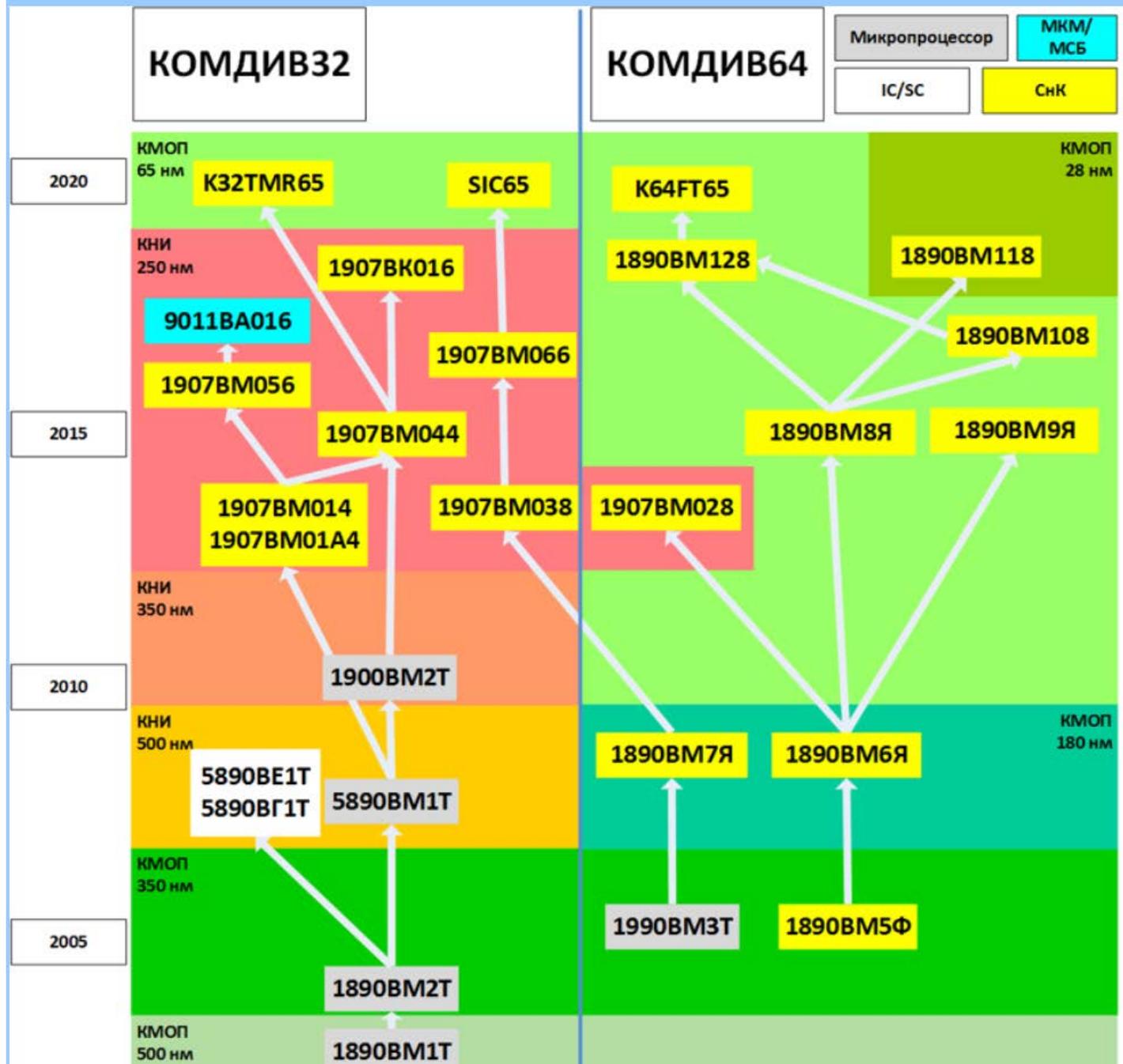


# ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН

## ФГУ ФНЦ НИИ Системных Исследований

- Сильные места НИИСИ: радиационная устойчивость и неафишируемый проект высокопроизводительной микроархитектуры.
- НИИСИ разрабатывает две линии процессоров, — обе по архитектуре MIPS. Кроме того, НИИСИ также подготовила часть кадров для процессорной команды Байкал Электроникс, которая тоже использует MIPS.
- Процессор КОМДИВ-32 сделан довольно давно, возможно, на основе лицензированного у MIPS (тогда Silicon Graphics) ядра. Основная гордость создателей КОМДИВ-32 — устойчивость к радиации, по которой они меряются силами с BAE Systems, Gaisler Aeroflex и Honeywell. Устойчивость к радиации необходима для систем, предназначенных для использования в космосе.
- Суперскалярный КОМДИВ-64 является пока темной лошадкой. При сохранении совместимости с архитектурой MIPS64 и написанным для MIPS64 софтвером, внутреннее строение (микроархитектура) КОМДИВ-64 полностью спроектирована в России и согласно слайдам по ссылке выше позиционируется как высокопроизводительная. Это явный кандидат на коммерциализацию для Linux-компьютеров (рабочих станций, серверов, суперкомпьютеров и встраиваемых систем).

# Развитие микропроцессоров с архитектурой КОМДИВ



# МП 5890ВМ1Т

32-х разрядный микропроцессор для построения резервируемых отказоустойчивых вычислительных систем. Обладает повышенной стойкостью к специальным воздействующим факторам.

- разрядность шины микросхемы и внутренних регистров общего назначения - 32 разряда;
- максимальная рабочая частота микросхемы 5890ВМ1Т не менее 33 МГц;
- система команд совместимая с микросхемами серии КОМДИВ;
- номинальное значение напряжения питания  $U_{CC} = 3,3 \text{ В} (\pm 5\%)$ ;
- корпус планарный керамический 108 выводов.
- Микросхема 5890ВМ1Т включает в себя:
- процессор для обработки целых чисел;
- системный сопроцессор управления СР0;
- арифметический сопроцессор для обработки чисел с плавающей запятой СР1;
- кэш-память программ и данных объемом 8 Кбайт каждая.

Для повышения сбоеустойчивости регистровые файлы выполнены на специальных сбоеустойчивых ячейках, внутренняя кэш-память имеет контроль четности. Сопроцессор СР0 содержит счётчик ошибок.

Дополнительные возможности:

- режим работы внешней шины на половинной частоте (Half-frequency bus);
- режимы работы с уменьшенным потреблением энергии.

Выпускается серийно с 2009 г.

# МК 580BE1T

32-разрядная система на кристалле. Обладает повышенной стойкостью к специальным воздействию факторам.

Микросхема 5890BE1T включает следующие функциональные элементы:

а) Микропроцессор, в состав которого входят:

- процессор для обработки целых чисел;
- системный сопроцессор управления CP0;
- арифметический сопроцессор для обработки чисел с плавающей запятой CP1;
- кэш-память программ и данных объемом 8 Кбайт каждая.

б) Системный контроллер в состав которого входят:

- контроллер памяти (статическое ОЗУ, ПЗУ 8/32 бита, внешние области);
- три программируемых 32-разрядных таймера;
- три контроллера последовательного порта;
- контроллер прерываний;
- контроллер шины PCI (Master / Slave);
- контроллер дискретных сигналов (16 линий).
- Характеристики:
- напряжение питания микросхемы  $U_{CC} = +3,3 \text{ В} \pm 10\%$ ;
- планарный керамический корпус 240 выводов;
- тактовая частота процессора 33 МГц;
- тактовая частота шины PCI 25 МГц.

Микросхема 5890BE1T реализована по КМОП КНИ 0,5 мкм (500нм) технологии.

Выпускается серийно с 2009 г.

# 1900BM2T

Трированный микропроцессор. Функциональный аналог микросхемы 1900BM2T (1890BM2T) с повышенными характеристиками по сбоеустойчивости и радиационной стойкости.

Микросхема 1900BM2T включает в себя:

- процессор для обработки чисел с фиксированной запятой, включая системный сопроцессор управления СР0;
- арифметический сопроцессор для обработки чисел с плавающей запятой СР1;
- кэш-память программ(команд) объемом 4 Кбайт;
- кэш-память данных объемом 4 Кбайт;
- контроллер шины (интерфейсный блок (IFUnit)).
- Общие характеристики:
- 108-выводной керамический корпус с четырехсторонним расположением выводов;
- напряжение питания микросхемы  $U_{CC} = +3,3 \text{ В} \pm 5 \%$ ;
- максимальная рабочая частота 66 МГц;
- система команд совместимая с микросхемами серии КОМДИВ;
- разрядность шины микросхемы и внутренних регистров общего назначения - 32 разряда;
- изготовление по технологии КМОП КНИ 0,35 мкм технологии.
- Для повышения сбоеустойчивости предприняты следующие меры:
- функциональные узлы микропроцессора реализованы по схеме тройного резервирования со схемой мажорирования на выходе. Функциональные блоки обладают свойством самосинхронизации в случае возникновения одиночного сбоя;
- имеется возможность проводить контроль работоспособности доступной кэш-памяти средствами MBIST в процессе работы процессора;
- регистровые файлы выполнены на специальных сбоеустойчивых ячейках типа DICE и защищены схемой коррекции, способной исправлять одиночную и обнаруживать двойную ошибку;
- внутренняя кэш-память данных и инструкций выполнена на специальных сбоеустойчивых ячейках типа DICE и защищена дополнительными битами четности. Схема управления кэш-памятью обеспечивает считывание корректных данных из внешней памяти в случае обнаружения ошибки четности;

Выпускается серийно с 2012 г.

# 1907ВМ014

32-разрядная система на кристалле. Для снижения частоты одиночных сбоев при воздействии ТЗЧ использованы специальные меры повышения сбоеустойчивости: дополнительные биты четности, избыточное кодирование кодами Хэмминга, сбоеустойчивые ячейки памяти, троированная начальная загрузка и др. Технология КМОП КНИ 0.25 мкм. Состав:

а) Микропроцессор, в состав которого входят:

- процессор для обработки целых чисел;
- системный сопроцессор управления СР0;
- арифметический сопроцессор для обработки чисел с плавающей запятой СР1;
- кэш-память программ и данных объемом 8 Кбайт каждая.

б) Системный контроллер, в состав которого входят:

- контроллер памяти (статическое ОЗУ, ППЗУ);
- три программируемых таймера;
- контроллер прерываний;
- контроллер дискретных сигналов (32 линии);
- два контроллера последовательного порта;
- два контроллера МКИО по ГОСТ Р 52070-2003 с резервированием;
- два контроллера интерфейса SpaceWire;
- контроллер SPI;

в) Интерфейс JTAG

Характеристики:

- максимальная рабочая частота 100 МГц в диапазоне температур окружающей среды от минус 60°С до плюс 125°С;
- суммарная скорость приема и передачи данных по каналам связи SpaceWire - до 400 Мбит/сек, но не менее 200 Мбит/сек;
- номинальное значение напряжения питания микросхемы 3,3 В и/или 2,5 В ( $\pm 5\%$ );
- потребляемая мощность на частоте 100 МГц не более 5 Вт, 40 МГц - не более 2 Вт;
- корпус планарный металлокерамический 256 выводов.

Планируется к серии в 2016 г. после модернизации завода.

# 1907ВМ044 ОКР "Обработка-10"

- 32-разрядная резервированная система на кристалле (МК) для создания бортовых управляющих систем космического базирования с повышенными функциональными возможностями, улучшенными массогабаритными характеристиками и высокой сбое- и отказоустойчивостью. Технология КМОП КНИ 0.25 мкм.

# 1907ВМ038 ОКР "Схема-10"

- 32-разрядная система на кристалле для создания бортовых систем цифровой обработки сигналов с повышенной радиационной стойкостью и стойкостью к воздействию частиц космического пространства.
- число разрядов внутренней шины данных к контроллеру ОЗУ не менее 128.
- скорость обмена данными с внешним запоминающим устройством (ОЗУ) не менее 2 Гбит/с.
- производительность на вещественных операциях одинарной точности не менее 2 Гфлопс.
- номинальное значение напряжения питания 3,3 и 2,5 В  $\pm 5\%$ .
- потребляемая мощность в диапазоне температур от минус 60°C до плюс 125°C (повышенная рабочая температура корпуса) не более 8 Вт.  
Корпус керамический матричный 675 выводов

ОКР сдана в 2015 г. Планируется к серии в 2016 г. после модернизации завода

# 1907BM028

- 64-разрядная система на кристалле для построения высокопроизводительных вычислительных комплексов с повышенной радиационной стойкостью и стойкостью к воздействию частиц космического пространства.

# 1890VM7Я

- СБИС 1890VM7Я имеет следующие технические характеристики:
- пиковая производительность на вещественных операциях одинарной точности - не менее 8 Гфлопс;
- пиковая скорость обмена с внешней памятью - не менее 2,56 Гбайт/с;
- пиковая скорость внешнего интерфейса RapidIO - 1 Гбайт/с (500 Мбайт/с на чтение и 500 Мбайт/с на запись).
- управляющий процессор с архитектурой КОМДИВ64 (К64);
- 128-разрядный специализированный сопроцессор CP2, содержащий:
  - 4 вычислительные секции АЛУ;
  - статическое ОЗУ данных объёмом 64 Кбайт в каждой вычислительной секции;
  - регистровый файл объёмом 64 (64-разрядных регистра (FPR) в каждой вычислительной секции;

Проектные нормы КМОП 0,18 мкм; номинальные значения напряжений питания - 1,8 В, 3,3 В.

Корпус 680 BGA.

Серийный выпуск с 2011 г.

# 1890ВМ9Я

Микропроцессор цифровой обработки сигналов.

Основные характеристики:

- технология изготовления 65 нм;
- частота функционирования до 1 ГГц;
- производительность до 80 Гфлопс, 80 арифметических операций/такт.
- В состав микросхемы входят:
- Два универсальных 64-разрядных ядра, каждое содержит 4 вычислительных секции вещественной арифметики одинарной точности;
- 4 коммутируемых канала в стандарте RapidIO 4X со скоростью передачи 3,125 Гб/с на линию;
- 2 контроллера DDR2/3;
- 2 контроллера Ethernet 1Гб/с;
- 1 контроллер SATA 3.0;
- 1 host-контроллер USB 2.0;
- служебные интерфейсы.

Корпус flip-chip BGA **1294** вывода.

Технология изготовления 65 нм КМОП.

Серийный выпуск с 2016 г.

- **1907ВМ056 ОКР "Схема-23"**
- 32-разрядная система на кристалле. Для снижения частоты одиночных сбоев при воздействии ТЗЧ использованы специальные меры повышения сбоеустойчивости: дополнительные биты четности, избыточное кодирование кодами Хэмминга, троированная начальная загрузка и др. Технология КМОП КНИ 0.25. Состав:
- **1907ВМ066 ОКР "Обработка-26"**
- 32-разрядная радиационно-стойкая система на кристалле со встроенным сопроцессором обработки и сравнения изображений.
- **9011ВА016 ОКР "Обработка-17"**
- Микромодуль 9011ВА016 представляет собой радиационно-стойкую "систему в корпусе" (СвК, МКМ), включающей универсальное процессорное ядро, блок статической памяти, программируемую логическую матрицу, интерфейсы по ГОСТ Р 52070-2003 и SpaceWire.

# АО «БАЙКАЛ ЭЛЕКТРОНИКС»

- «Байкал Электроникс» — наиболее понятная российская компания для международного рынка.
- Несмотря на то, что Байкал лицензировал процессорные ядра у Imagination Technologies и произвёл свой микропроцессор на Тайване, что менее «суверенно», чем Эльбрус, роль этой компании в истории может быть довольно высока. Команда «Байкала» отладила процесс проектирования системы на кристалле из высокопроизводительных компонент, а именно суперскалярного [с внеочередным порядком исполнением команд](#) процессорного ядра MIPS P5600, которое было независимо сертифицировано в 2014 году как рекордсмен по метрике Core Mark для одного потока команд.
- Кроме этого, процессор от Байкала является первым в России 28-нм чипом, что вполне вписывается в мировой мейнстрим процессоров этого класса. Сейчас с Байкалом можно разрабатывать станки, принтеры, сетевое оборудование. Если к нему добавить блоки работы с видео — цифровые телевизоры. Используя накопленный опыт, с течением времени байкаловцы могут подготовить плацдарм для коммерциализации процессоров из НИИСИ.
- В первом квартале 2018 года микропроцессоры «Байкал» начали продаваться в розницу, причём по сниженной в четыре раза цене. Одноплатный компьютер БФК 3.1 будет стоить вполне умеренные 50 тысяч рублей, что более чем адекватная цена для тех, кто не хочет зависеть от американской техники

# АО НПЦ «ЭЛВИС» и «ЭЛВИС-Неотек»

- Основные ниши: космос и умные камеры.
- Группа компаний «ЭЛВИС» выросла из советской космической электроники, конструируя приборы ещё для станций «Салют». Они создали свою собственную микроархитектуру микропроцессора общего назначения с системой команд MIPS и свой собственный процессор для обработки сигналов (звук, видео, радар). Затем они решили не изобретать велосипед с микропроцессором общего назначения и лицензировали процессорные ядра средней и высокой производительности у ARM и MIPS, а также заключили сделку по разработке общей микросхемы с Imagination Technologies, которая также разработала часть микросхемы в Apple iPhone.
- С помощью кооперации с Imagination «ЭЛВИС» собираются вывести на внешний рынок свои специализированные процессоры для обработки сигналов и «умные камеры», которые в частности используются для безопасности аэропорта Шереметьево (камера может распознать ситуации типа «нарушитель лезет через забор», «пожар на складе»). «ЭЛВИС» рассматривается как один из локомотивов Зеленограда и вообще российской электроники.
- В 2015 году «ЭЛВИС» выпустило семантический процессор VIP-1 для систем компьютерного зрения (видеокамер со встроенным интеллектом). Процессор производится по технологии 40 нм.<sup>1</sup>
- В 2017 году появился процессор ELISE для систем компьютерного зрения, производимый по технологии 28 нм

# Миландр

- «Миландр» выпускает микроконтроллеры для суровых условий эксплуатации.
- Микроконтроллеры имеют множество применений — от медицинских приборов до дворников на автомашине и управления двигателями. «Миландр» лицензировал процессорные ядра микроконтроллерного класса у британской компании ARM и сделал на них микроконтроллеры для суровых условий со своими периферийными функциональными модулями.
- «Миландр» — одна из немногих компаний, которая активно старается продвигать свои разработки не только на специальные применения, но и в гражданский сектор. Например у них есть микропроцессор для счетчиков электроэнергии с 24-битным сигма-дельта АЦП. Микроконтроллеры на ядре Cortex-M3 в пластиковом корпусе «Миландр» выпускает по конкурентной рыночной цене 250-300руб

# Продукция МИЛАНДР



## Микроконтроллеры и процессоры

2-ядерные микроконтроллеры (RISC+DSP)

32-разрядные микроконтроллеры

32-разрядные процессоры ЦОС

8-разрядные микроконтроллеры



## Программно-отладочные средства NEW

Демонстрационные платы

Отладочные комплекты

Программаторы



## Микросхемы памяти NEW

Оперативные запоминающие устройства

Постоянные запоминающие устройства



## Интерфейсные микросхемы NEW

CAN

Ethernet

LIN

RS-232

RS-485 RS-422

Другие интерфейсы



## Радиочастотные микросхемы



## Микросхемы преобразователей



## Радиационно стойкие микросхемы



## Микросхемы управления питанием



## Микросхемы в пластиковых корпусах



## Корпуса для ИМС и микросборок

# 1986BE4У

**32-разрядный микроконтроллер на базе ядра ARM Cortex-M0.**

Микроконтроллер работает на тактовой частоте до 36 МГц и содержит 128 Кбайт Flash-памяти программ и 16 Кбайт ОЗУ.

Периферия включает в себя 8 каналов 24-битных независимых  $\Sigma\Delta$  АЦП. Каждый канал АЦП имеет предусилитель, фазовую подстройку (для коррекции фазы не хуже 0.1°).

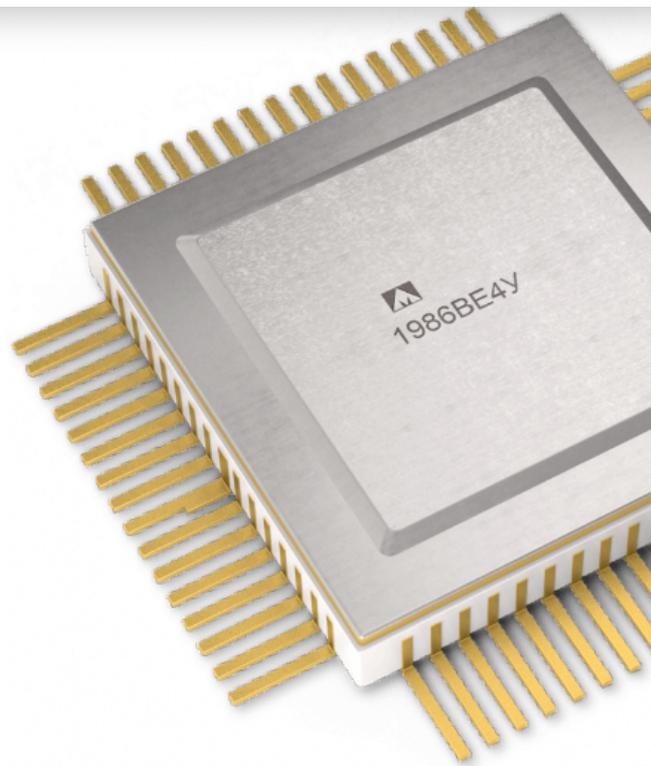
Каждый канал  $\Sigma\Delta$  АЦП может быть включен или отключен независимо от других каналов и имеет отдельный канал прямого доступа в память.

Еще один дополнительный 12-битный АЦП последовательного приближения может быть использован для мониторинга напряжения питания основного или батарейного доменов, а также для измерения температуры или захвата внешнего сигнала.

## В состав микроконтроллера входят:

- 2 UART и 1 SPI интерфейсы;
- два 16-разрядных таймера с 4 каналами схем захвата и ШИМ с функциями формирования «мертвой зоны» и аппаратной блокировки;
- системный 24-разрядный таймер и два сторожевых таймера.

За счет регулировки частоты периферийных блоков архитектура системной шины позволяет уменьшить потребление всей системы.



 **Состояние разработки**  
Опытно-конструкторская работа  
завершена 11.12.2014

 **Изделие поставляется**  
опытные образцы (бесплатно)  
с приемкой ОТК ("1")  
с приемкой заказчика ("5")

 **Тип корпуса**  
Н18.64-1В (металлокерамический)

 **Температурный диапазон**  
минус 60°C...+125°C

 **ТУ**  
АЕЯР.431280.912ТУ

 **Ядро**  
ARM Cortex-M0

[Узнать цену](#)

# 1986BE94

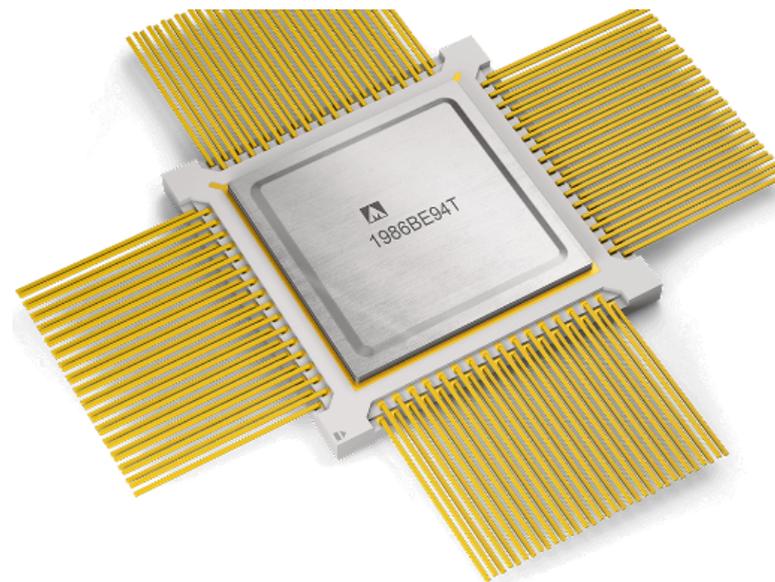
Микроконтроллеры работают на тактовой частоте до 80 МГц.

Периферия микроконтроллера включает контроллер USB интерфейса, интерфейсы UART, SPI и I2C, контроллер внешней системной шины, что позволяет работать с внешними микросхемами статического ОЗУ и ПЗУ, NAND Flash-памятью и другими внешними устройствами.

Микроконтроллеры содержат различные таймеры, блоки АЦП и ЦАП, компаратор с тремя входами и внутренней шкалой напряжений.

Архитектура системы памяти за счет матрицы системных шин позволяет минимизировать возможные конфликты при работе системы и повысить общую производительность.

Контроллер DMA позволяет ускорить обмен информацией между ОЗУ и периферией без участия процессорного ядра.



**Состояние разработки**  
Опытно-конструкторская работа  
завершена 30.05.2013

**Изделие поставляется**  
с формованными выводами  
с приемкой ОТК ("1")  
с приемкой заказчика ("5")

[Узнать цену](#)

**Ближайший аналог**  
STM32F103x

**Тип корпуса**  
4229.132-3

**Температурный диапазон**  
минус 60°C...+125°C (в  
металлокерамическом корпусе)

**TU**  
АЕЯР.431290.711ТУ

**Ядро**  
Cortex-M3

# 1986BE1

## **32-разрядный микроконтроллер для авиационного применения.**

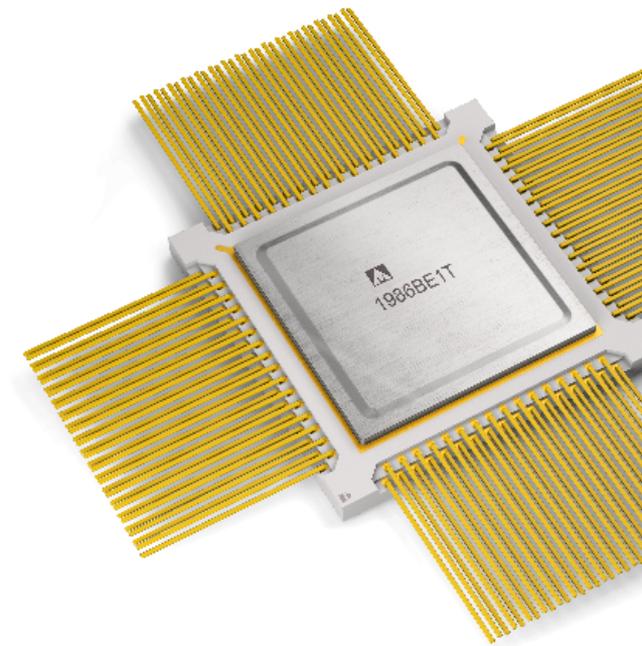
Построен на базе высокопроизводительного RISC ядра с тактовой частотой до 144 МГц. Содержит 128 Кбайт флэш-памяти программ и 48 Кбайт ОЗУ.

Периферия включает в себя контроллер USB интерфейса со встроенным аналоговым приемопередатчиком со скоростью передачи 12 Мбит/с (Full Speed) и 1,5 Мбит/с (Low Speed), стандартные интерфейсы UART и SPI, авиационные интерфейсы по ГОСТ 18977-79 и ГОСТ Р52070-2003, цифровой интерфейс Ethernet со скоростью передачи 10/100 Мбит, интерфейсом MII и со встроенным аналоговым приемопередатчиком физического уровня.

Два контроллера CAN интерфейса. Контроллер внешней системной шины, позволяющий работать с внешними микросхемами статического ОЗУ и ПЗУ, NAND Flash памятью и другими периферийными устройствами.

Микроконтроллер содержит четыре 32-разрядных таймера с 4 каналами схем захвата и ШИМ с функциями формирования «мертвой зоны» и аппаратной блокировки. Также микроконтроллер содержит системный 24-разрядный таймер и два сторожевых таймера.

Микроконтроллер содержит 12-разрядный высокоскоростной (до 512 Квыб/с) АЦП с возможностью оцифровки информации с 8 каналов, встроенного датчика температуры и опорного напряжения. В микроконтроллере имеются два 12-разрядных ЦАП.



**Состояние разработки**  
Опытно-конструкторская работа  
завершена 19.04.2013

**Изделие поставляется**  
с формованными выводами  
с приемкой ОТК ("1")  
с приемкой заказчика ("5")

[Узнать цену](#)

# 1986BE1QI

## Описание и параметры

### 32-разрядный микроконтроллер для авиационного применения.

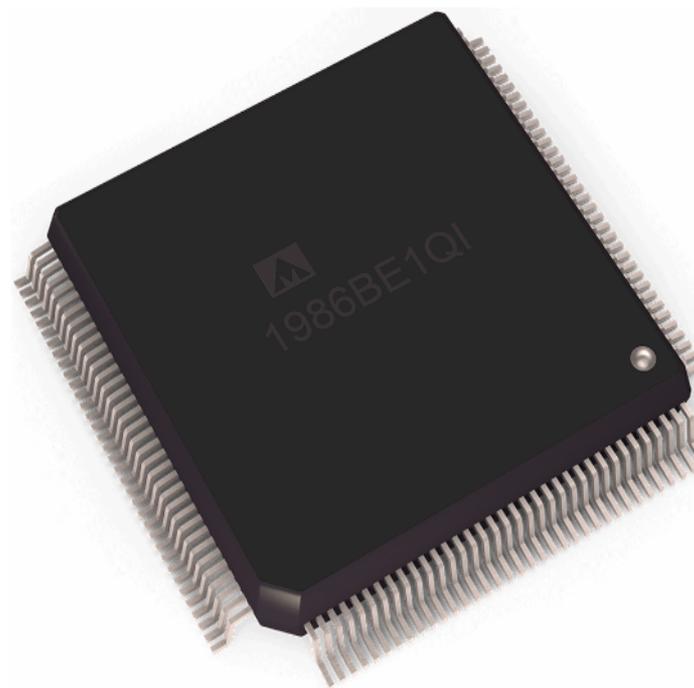
Построен на базе высокопроизводительного RISC ядра с тактовой частотой до 144 МГц. Содержит 128 Кбайт флэш-памяти программ и 48 Кбайт ОЗУ.

Периферия включает в себя контроллер USB интерфейса со встроенным аналоговым приемопередатчиком со скоростью передачи 12 Мбит/с (Full Speed) и 1,5 Мбит/с (Low Speed), стандартные интерфейсы UART и SPI, авиационные интерфейсы по ГОСТ 18977-79 и ГОСТ P52070-2003, цифровой интерфейс Ethernet со скоростью передачи 10/100 Мбит, интерфейсом MII и со встроенным аналоговым приемопередатчиком физического уровня.

Два контроллера CAN интерфейса. Контроллер внешней системной шины, позволяющий работать с внешними микросхемами статического ОЗУ и ПЗУ, NAND Flash памятью и другими периферийными устройствами. Микроконтроллер содержит четыре 32-разрядных таймера с 4 каналами схем захвата и ШИМ с функциями формирования «мертвой зоны» и аппаратной блокировки. Также микроконтроллер содержит системный 24-разрядный таймер и два сторожевых таймера.

Микроконтроллер содержит 12-разрядный высокоскоростной (до 512 Квыб/с) АЦП с возможностью оцифровки информации с 8 каналов, встроенного датчика температуры и опорного напряжения. В микроконтроллере имеются два 12-разрядных ЦАП.

Микроконтроллер в пластиковом корпусе LQFP144 (20x20 мм). Отладочный комплект для K1986BE1QI разработан компанией [LDM-SYSTEMS](#).



☑ **Состояние разработки**  
Опытно-конструкторская работа завершена 19.04.2013

🚚 **Изделие поставляется**  
с приемкой ОТК ("1")

📦 **Тип корпуса**  
LQFP144 (20x20 мм, пластиковый)

🌡️ **Температурный диапазон**  
минус 40°C...+85°C

📁 **ТУ**  
ТСКЯ.431296.008СП

📄 **Ядро**  
RISC-ядро

Узнать цену

# 1986BE8

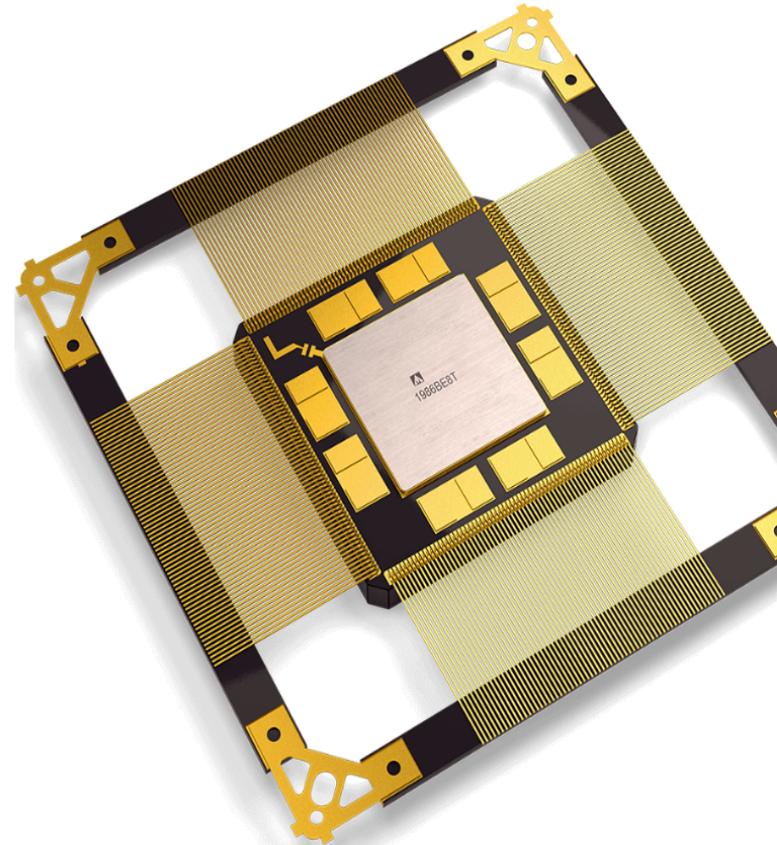
## Описание и параметры

**32-разрядный радиационно стойкий RISC-микроконтроллер на базе процессорного ядра ARM Cortex-M4F.**

Микроконтроллер работает на тактовой частоте до 100 МГц. Содержит 128 Кбайт памяти программ типа COZY с ECC (SEC-DED) и 32 Кбайт статическое ОЗУ памяти данных с ECC (SEC-DED).

**Периферия включает в себя:**

- контроллер EthernetMAC 10/100 Мбит/с;
- встроенный контроллер EthernetPHY 10 Мбит/с;
- контроллер SpaceWire и встроенный SpaceWirePHY до 100 Мбит/с;
- контроллер ARINC 429 (8 приемников, 4 передатчика);
- два контроллера МКПД в режимах КШ, ОУ, монитор;
- 1xCAN, 1xSSP, 2xUART, 1xDMA, 4xTimer;
- часы реального времени (RTC);
- сторожевой таймер (WDG);
- два АЦП с 16 внешними каналами с разрешающей способностью 12 бит;
- два ЦАП с разрешающей способностью 12 бит;
- до 160 выводов общего назначения (GPIO).



**Состояние разработки**

Опытно-конструкторская работа  
завершена 05.11.2019



**Изделие поставляется**

опытные образцы (бесплатно)  
с приемкой заказчика ("5")

## НТЦ «Модуль»

- Потенциальные сферы применения: цифровое телевидение, авиация и космос.
- Как и «Миландр», «Модуль» является лицензиатом ARM, причём плата с их процессором на основе ARM стала широко доступной для разработчиков.

# ООО «КМ211»

- Ниши: смарткарты и чисто российский микроконтроллер.
- КМ211 спроектировала встроенный микропроцессор КВАРК, который может использовать Линукс и микроконтроллер «Кролик». Обе разработки используют как российскую архитектуру, так и российскую микроархитектуру, что делает КМ211 уникальным проектом типа «Эльбруса», но на рынке «малых» процессоров.
- Команда КМ211 имеет большой опыт разработки очень маленьких процессоров для «умных карт», которые трудно взломать. КМ211 изначально были связаны с компанией КМ Core, связанной с Украиной.

# ОАО «Мультиклет»

- Процессоры с универсальной мультиклеточной архитектурой и микроархитектурой российского происхождения. Предыстория создания отмечена, как «Лучший продукт года» в 2003 г. на конференции IEEE в Далласе (США), а также рядом других зарубежных и отечественных наград. На 2015 г. созданы два процессора СнК MultiClet P1 и MultiClet R1, которые позиционируются, как производительные, низкопотребляющие DSP процессоры (последний обладает более развитой периферией и динамической реконфигурацией, позволяющей в максимальной степени использовать возможности четырех клеток процессора).

# КБ «ГеоСтар навигация»

- Ниша: модули для ГЛОНАСС
- Производит чип «ГЕОС-3». Это весьма перспективный рынок объёмом около \$200 млн: с введением системы «Платон» надо оснастить до 7 млн грузовиков тахографами со встроенным ГЛОНАСС. В этих тахографах может использоваться чип «ГЕОС-3. Но, по словам главного директора КБ «ГеоСтар навигация» Анатолия Коркуша, по состоянию на март 2018 года машины оснащаются зарубежными аналогами, которые дешевле

# IVA Technologies

- Входящая в ГК «ХайТэк» компания *IVA Technologies* в сентябре 2018 года сообщила о создании тензорного микропроцессора *IVA TPU*

# Syntacore

- Компания Syntacore, имеющая офис в Санкт-Петербурге, занимается разработкой дизайна процессоров открытой архитектуры RISC-V

# Российские заводы

В России и Белоруссии есть пять крупных микропроцессорных производств:

- Микрон (Зеленоград)
- Ангстрем (Зеленоград, банкрот в 2019),
- секретная фабрика в Курчатове/НИИСИ,
- вспомогательное производство в Воронеже
- и фабрика Интеграл в Белоруссии.

- Микрон и [Ангстрем](#) используют оборудование, купленное у ST, AMD и IBM. На Микроне уже реально производятся микросхемы по нормам 90 нанометров на 200 мм пластинах (SRAM и Эльбрус). Техпроцесс 65 нм неспешно осваивают

# Мифы

Слабоинформированные пессимисты кричат «ужас-ужас, а у Интела — 14 нанометров, а скоро запустят 12» а в России серийно освоено только 65 нм. Это связано с распространённым заблуждением, согласно которому передовые устройства якобы можно делать исключительно на самом свежем «нанометре». Это, разумеется, не так — передовой процесс может быть слишком дорог или не подходить, например, под температурные характеристики, радиацию, космос.

Простейший пример — очень популярный в России, передовой в своём классе микроконтроллер STM32F407 (французско-итальянская компания ST Microelectronics) создан на основе британского ядра ARM Cortex M4, который выпускается с 2011 года и по сегодняшний день. Он сделан на технологии 90 нанометров