

На пути к созданию отечественного суперкомпьютера субэкзафлопсной производительности

СБИС ЕС8430



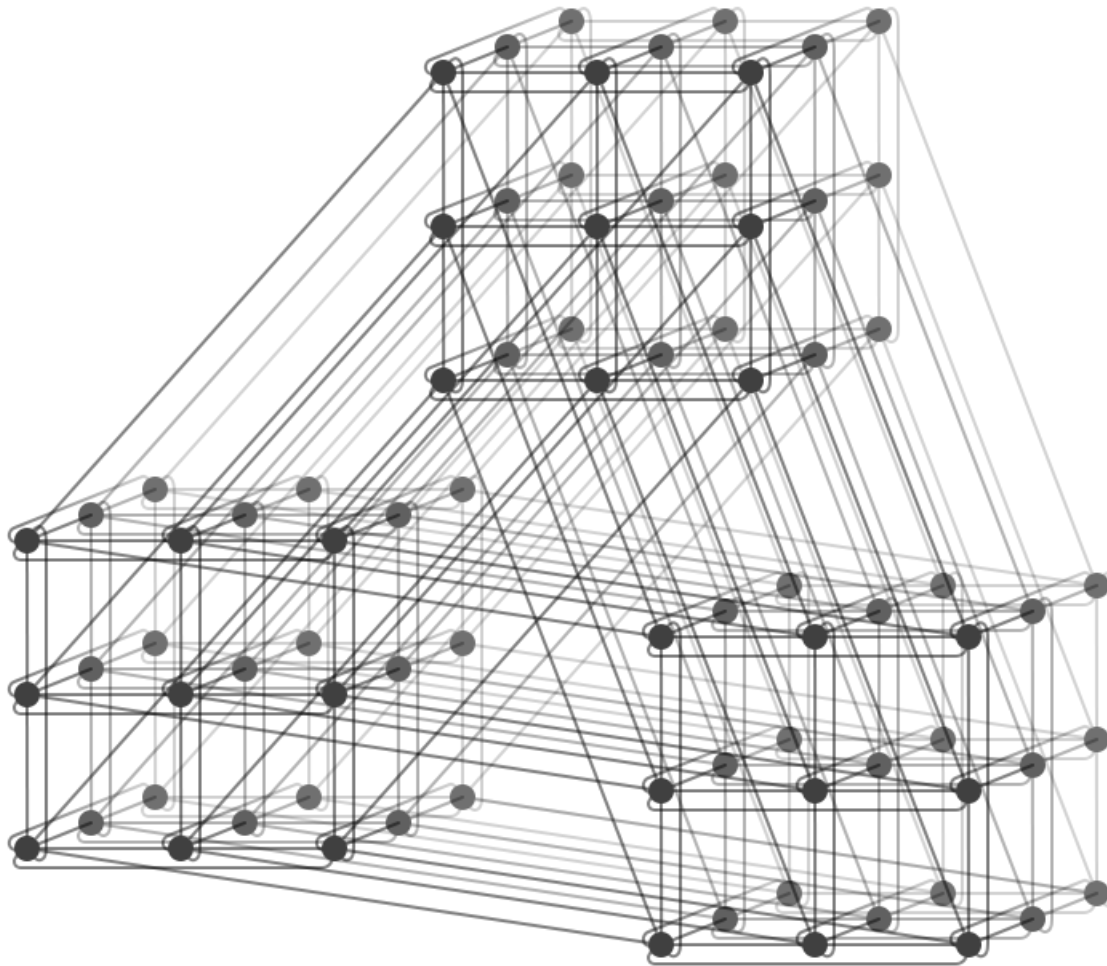
Михеев В.А., Изгалин С.П., Слуцкий А.И., Симонов А.С., Леонова А.Е.,
Куштанов Е., Жабин И., Щербак А., Мошкин Д., Хахаев А., Подшивалов В.,
Десяткова Т., Казаков Д., Семовских В., Макагон Д., Сыромятников Е.,
Поляков Д., Семенов А., Пожилов И., Исмагилов Т., Фролов А., Гильмендинов М.
Бирюков С. и др.



Некоторые значимые мировые тенденции в HPC (2010-н.в.)

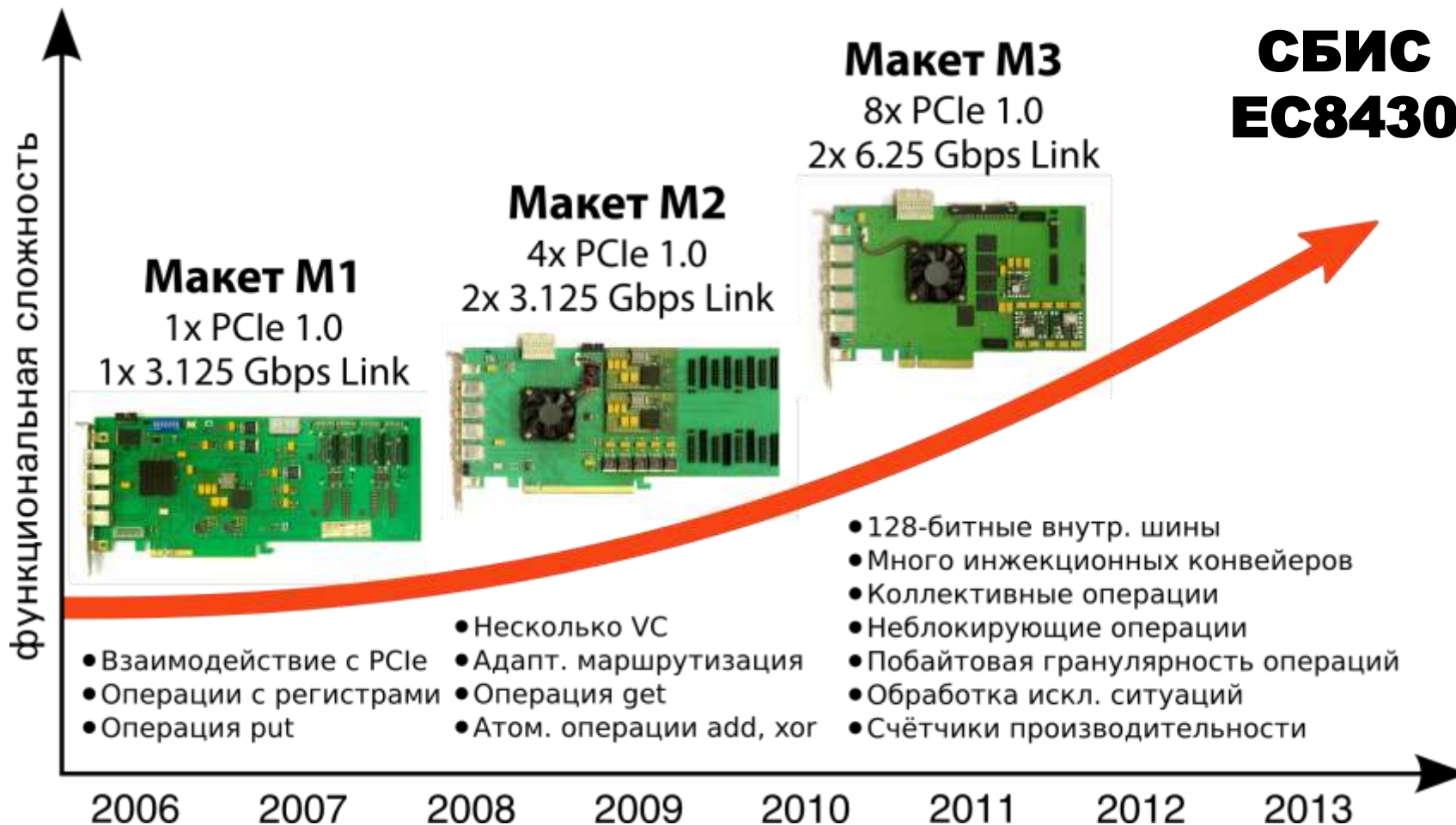
- **Сохранение значимости заказных технологий в топовом сегменте HPC:**
 - преобладание custom-based систем в верхних строчках Top500, Green500, Graph500;
 - доминирование Cray и IBM в национальных лабораториях DoE;
 - программы DARPA: PERFECT (ex. UHPC), UPSIDE, DAHI, ICECool;
 - тотальный контроль Госдепа США над экспортом HPC-технологий.
- **Рывок КНР**
 - программы 863, 973;
 - процессоры серии FT-64, FT-1000 (65 nm), FT-1500 (40nm), Godson 3B1500 (32 nm);
 - интерконнект: TH-Express 2 (NIC/NRC, 90 nm);
 - суперкомпьютеры Top500 №1: Tianhe-1A (2010), Tianhe-2 (2013).
- **Агрессивная политика Intel в области заказных технологий**
 - IBM (Alan Gara), QLogic (IB), Cray (Aries)
 - Intel Paragon 2.0?
- **Зависимость России от США в области HPC**
 - контроль рынка крупными корпорациями Intel, IBM, HP, AMD, Dell.

Высокоскоростная коммуникационная сеть «Ангара»



- Топология «4D-тор»
- Односторонние коммуникации:
 - put (запись в удалённую память)
 - get (чтение из удалённой памяти)
 - атомарные операции add и xor
- Коллективные операции:
 - broadcast
 - reduce
- 10 инжекционных конвейеров
- Адаптивная передача пакетов
- Механизмы синхронизации

Немного истории...





СБИС ЕС8430

Характеристики ЕС8430:

Техпроцесс..... TSMC 65nm GP
Размер.....13.0mm x 10.5mm
Кол-во транзисторов.....180M
Частота.....500MHz
TDP.....36W

Интерфейсы:

GEN II PCI-E.....x16
(5.0Gbps/lane, 80 Gbps total each way)
Links.....x8 (1-12 lanes/link
3.125-6.25 Gbps/lane, max. 75 Gbps/link
each way, total max. 600 Gbps each way)
DDR3 SDRAM.....Peak BW 8.5 Gbyte/s
(72 bit, 1066 MT/s)

Электропитание:

SerDes1.0V±5%
Core.....1.0V±5%
I/O.....2.5V±10%

Темп. диапазон.....0-70°C
Корпус.....FCBGA-1521 40mm x 40mm

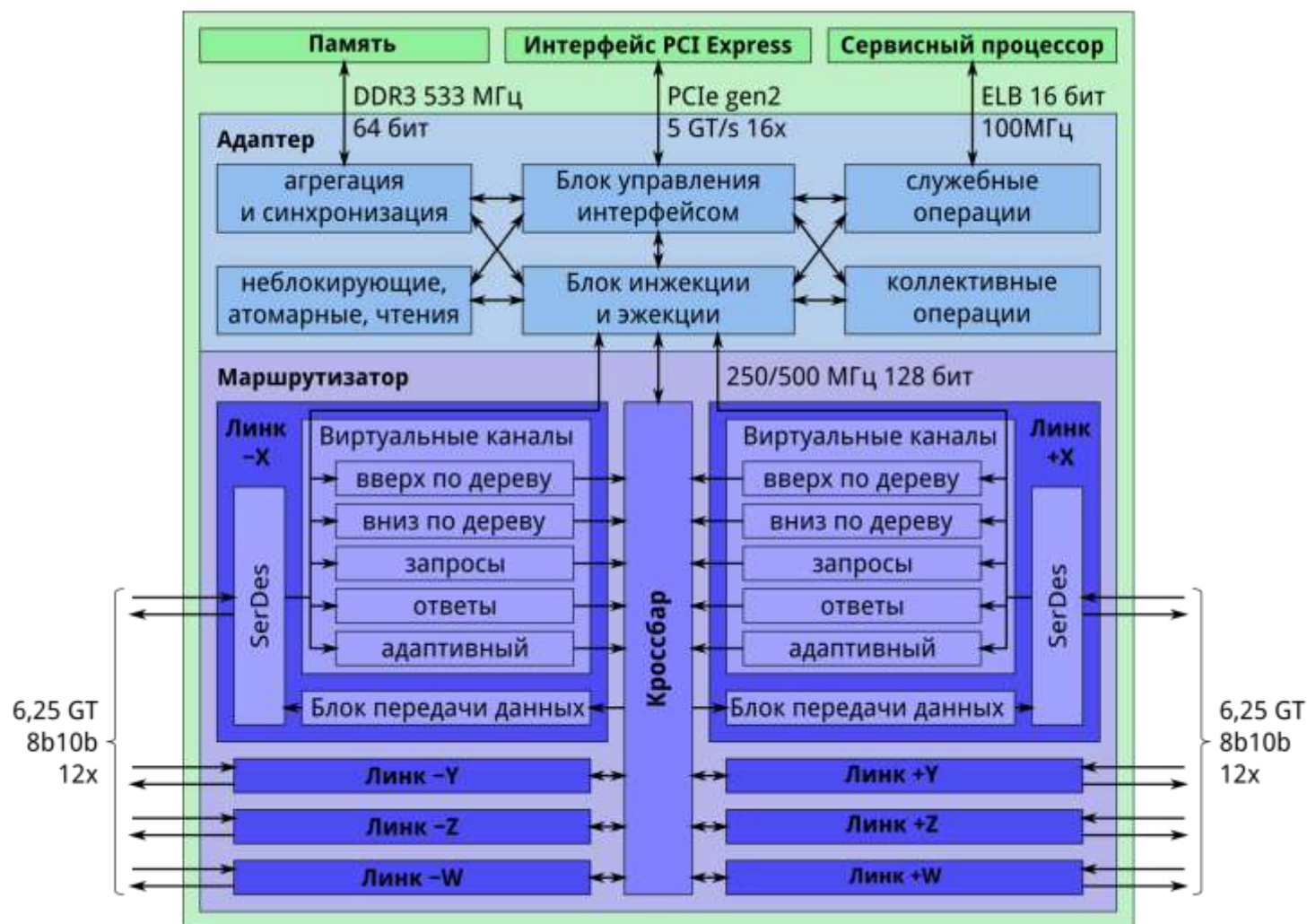




Характеристики сети «Ангара»

Характеристика	Ангара (FPGA)	Ангара (ASIC)	Infiniband FDR 4x	IBM BG/Q (Custom)	Cray XK7 (Custom)
Топология сети	2D-тор	4D-тор	Fat tree	5D-тор	3D-тор
ПС с процессором, Гбайт/с	2	8	6,4	~ 20	9,6
ПС линка, Гбайт/с	0,78	7,5	6,8	2	9,375
Агрегатная ПС линков, Гбайт/с	6,3	120	-	40	186
Задержка между соседними узлами, мкс	2,1	1.0	1,0	< 1,0	1,4
Стоимость, т. руб./узел	≈120	≈38	≈41	-	-

Микроархитектура ЕС8430: функциональная структура СБИС





EC8430 Floorplan

Link SerDes:

- $8 \times 12 = 96$
- Bit rates: 1.25Gbps, 2.5 Gbps, 3.125 Gbps, 5 Gbps, 6.25 Gbps
- Bonding: x4, x8, x12

PCI-E:

- 16
- Bit rates: 2.5Gbps, 5Gbps

DDR3:

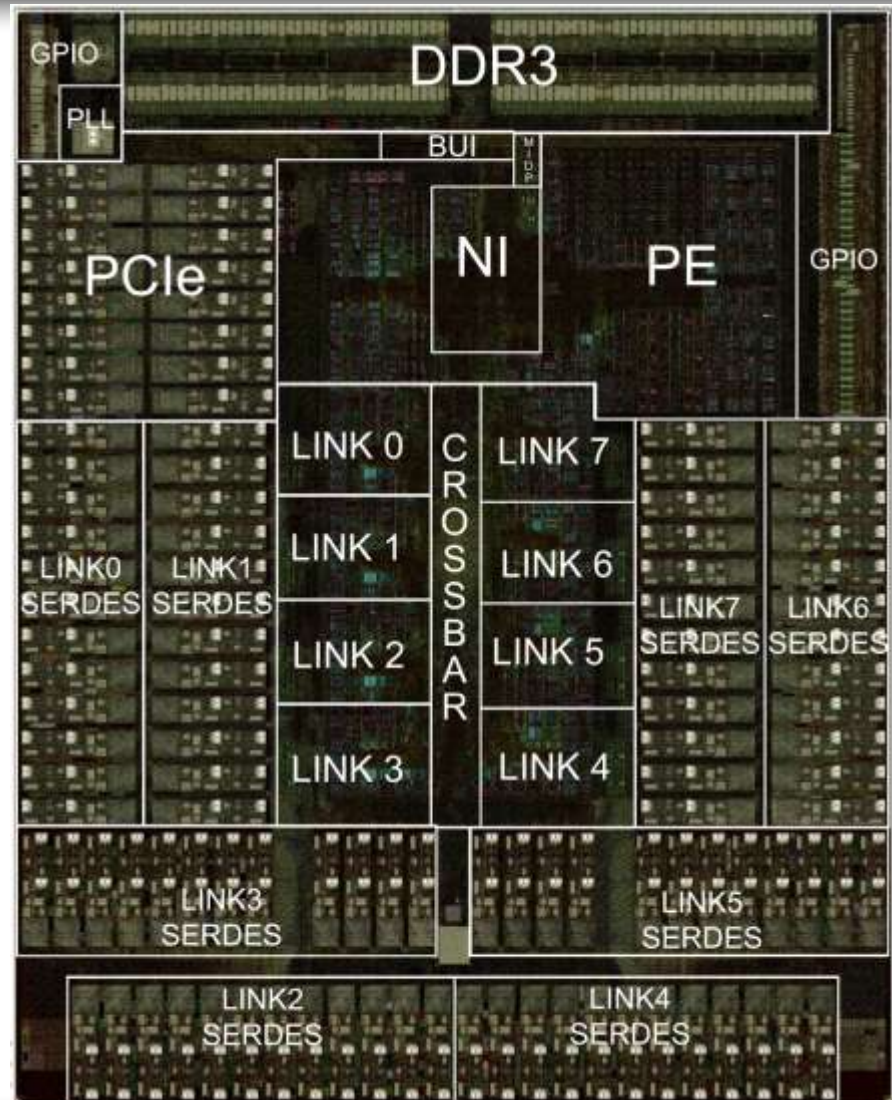
- $64+8=72\text{bit}$
- 533MHz (1066MT/s)

Memories:

- $\approx 8.2\text{Mbit}$
- ECC protection

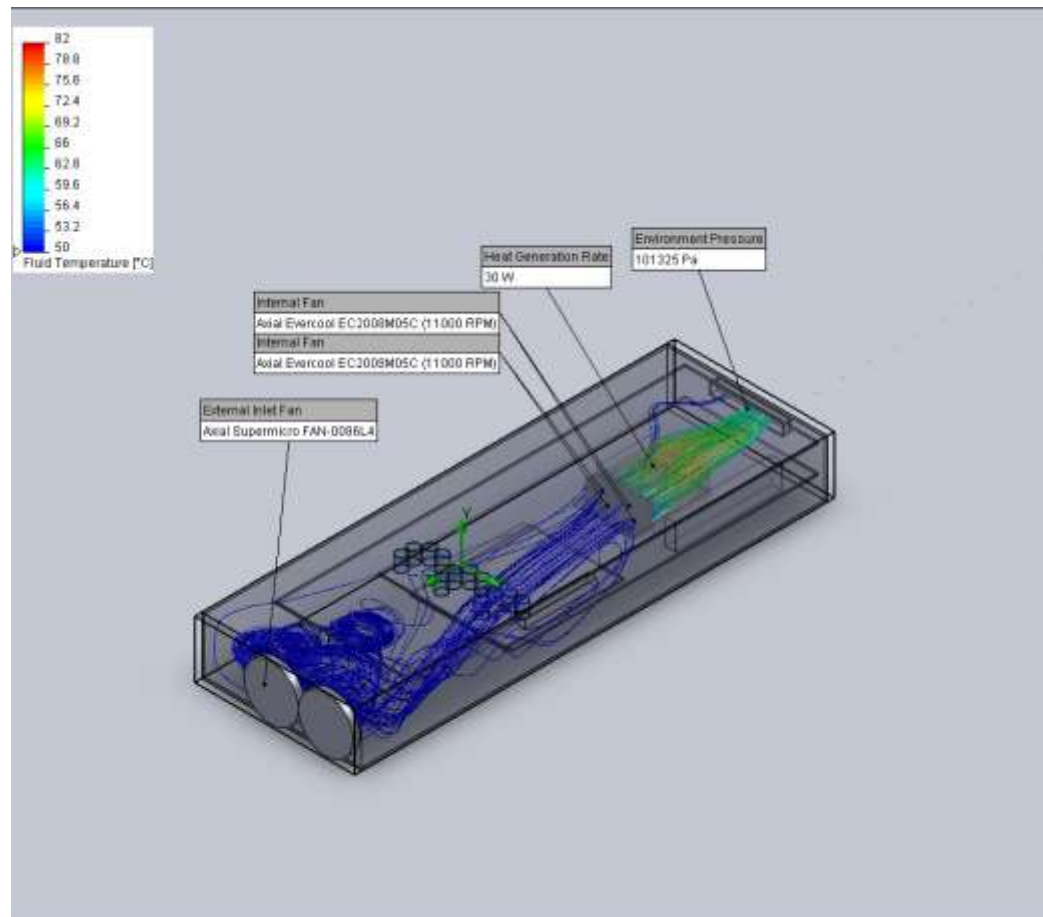
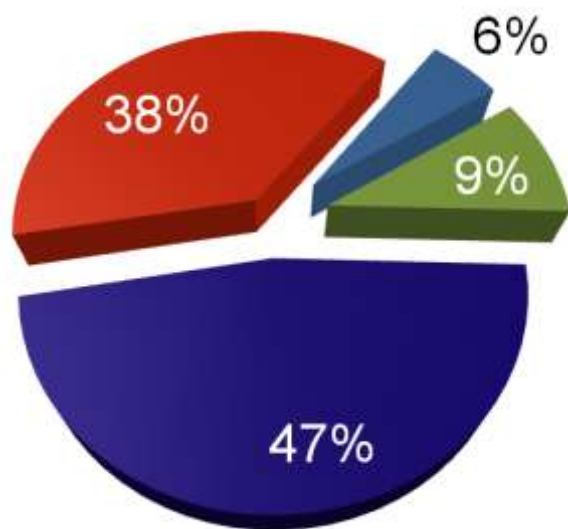
GPIO:

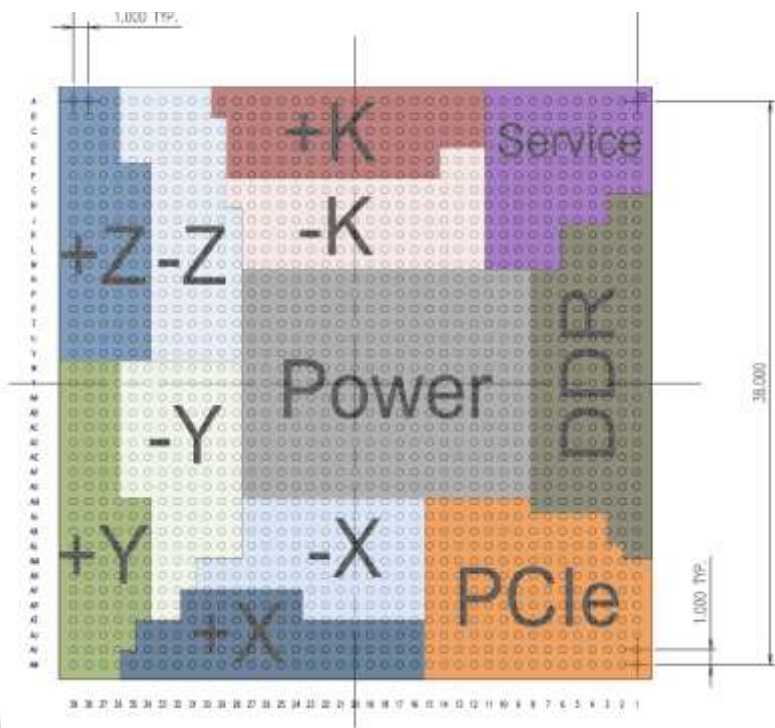
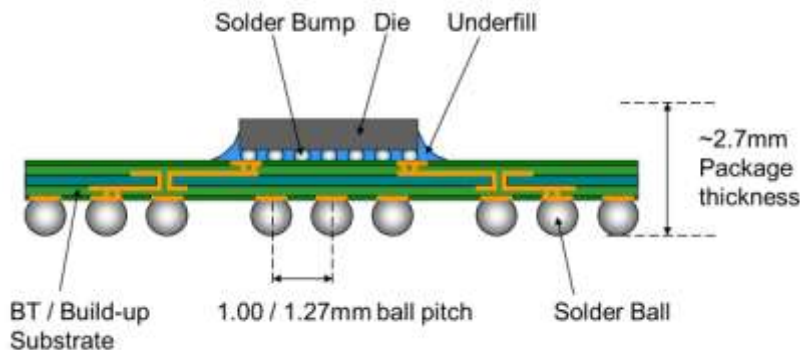
- ELB (32bit)
- JTAG
- Serial Flash
- Bootstrap settings
- Thermal sensor



Профиль энергопотребления, Вт

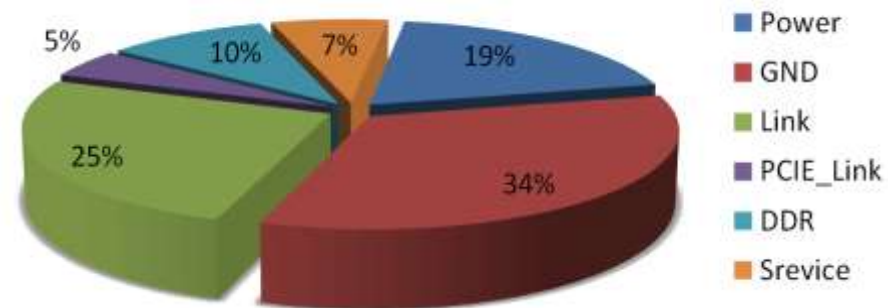
SerDes Link	13.5
SerDes PCIe	2.0
Memory	3.4
Logic	16.6
Всего	35.5





Характеристики:

Тип корпусаFCBGA
 Размеры40мм x 40мм
 ThetaJC (JEDEC)..... 0.1 °C/W
 Кол-во контактов (корпус).....1521
 Кол-во бампов(СБИС).....2422
 Расстояние между контактами
 (корпус).....1мм
 Расстояние между контактами
 (СБИС)..... 190 мкм
 Количество слоев.....12
 Материалы.....RoHS5
 (Leadfree balls, eutectic bumps)



Характеристики:

Количество

высокочастотных линий448

Волновое сопротивление..... 100 Ом

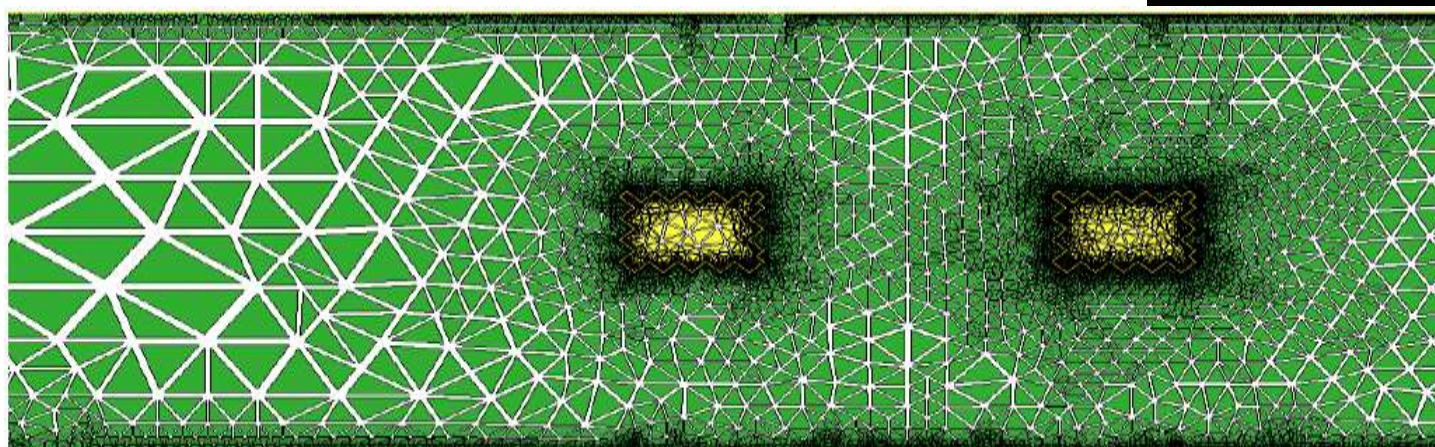
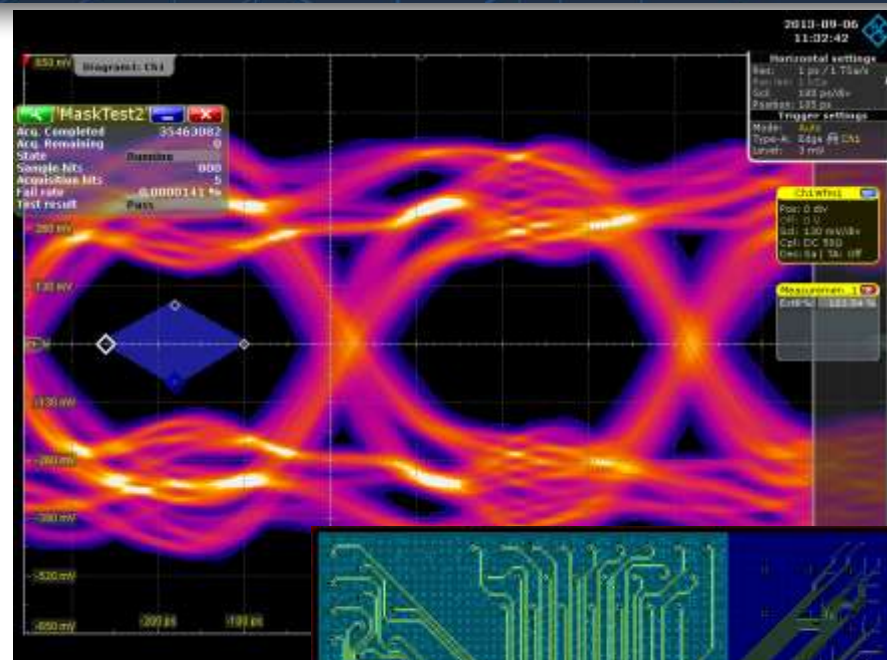
Стандарт SerDes6.25G CEI

Bit error rate (BER)..... 10^{-12}

Моделирование

С учетом влияния характеристик материалов:

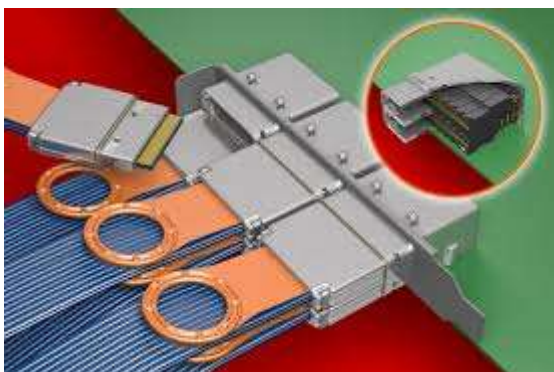
- Тангенс угла диэлектрических потерь
- Зависимость ϵ от частоты
- Шероховатость материалов



Применение: адаптер PCIe (Add-on card) (сегмент кластерных НРС-систем)

Характеристики:

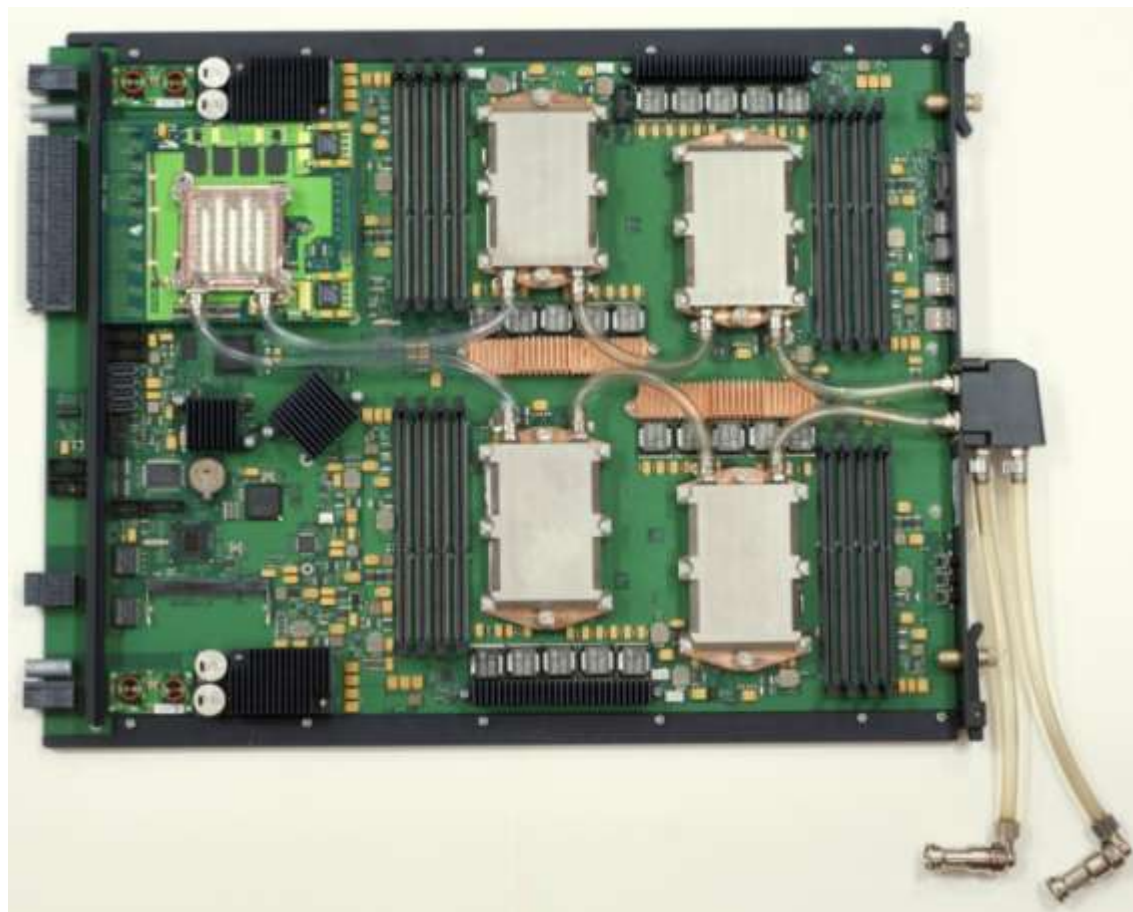
Интерфейс.....	PCI-E Gen2 x16
ПС Интерфейса.....	80Gbps (8GB/s)
Количество линков.....	6(8 double slot)
Ширина линка.....	x4, x8, x12
Скорость SerDes.....	1.25Gbps, 2.5 Gbps, 3.125 Gbps, 5 Gbps, 6.25 Gbps
ПС Линка.....	75Gbps (9.35GB/s)
Тип кабелей.....	Samtec HDLSP
Длина кабелей.....	1 м, 2 м
Форм-фактор.....	Standard height, full length



Применение: интеграция в заказные платформы (сегмент High-End HPC)

Основные характеристики ВП ЕС1740.00001 «Ангара»:

Интерфейс между процессорами	HyperTransport 3.1
Пропускная способность	102,4 Гбит/с
Поддержка процессоров	AMD 6300
Пиковая производительность	640 Gflops
Энергопотребление	650 Вт
Габаритные размеры	520 x 411,5 x 33 мм
Оперативная память	256 Гбайт





- Поддержка прикладных (математических, алгоритмических) библиотек (BLAS, LAPACK, FFTW, GSL, MKL и т.д.).
- Поддержка компиляторов языков Fortran 77/90/95 (GNU, Intel), C/C++ (GNU, Intel), UPC, Co-Array Fortran.



Контрольно-испытательное оборудование сети «Ангара»





Результаты предварительного оценочного тестирования

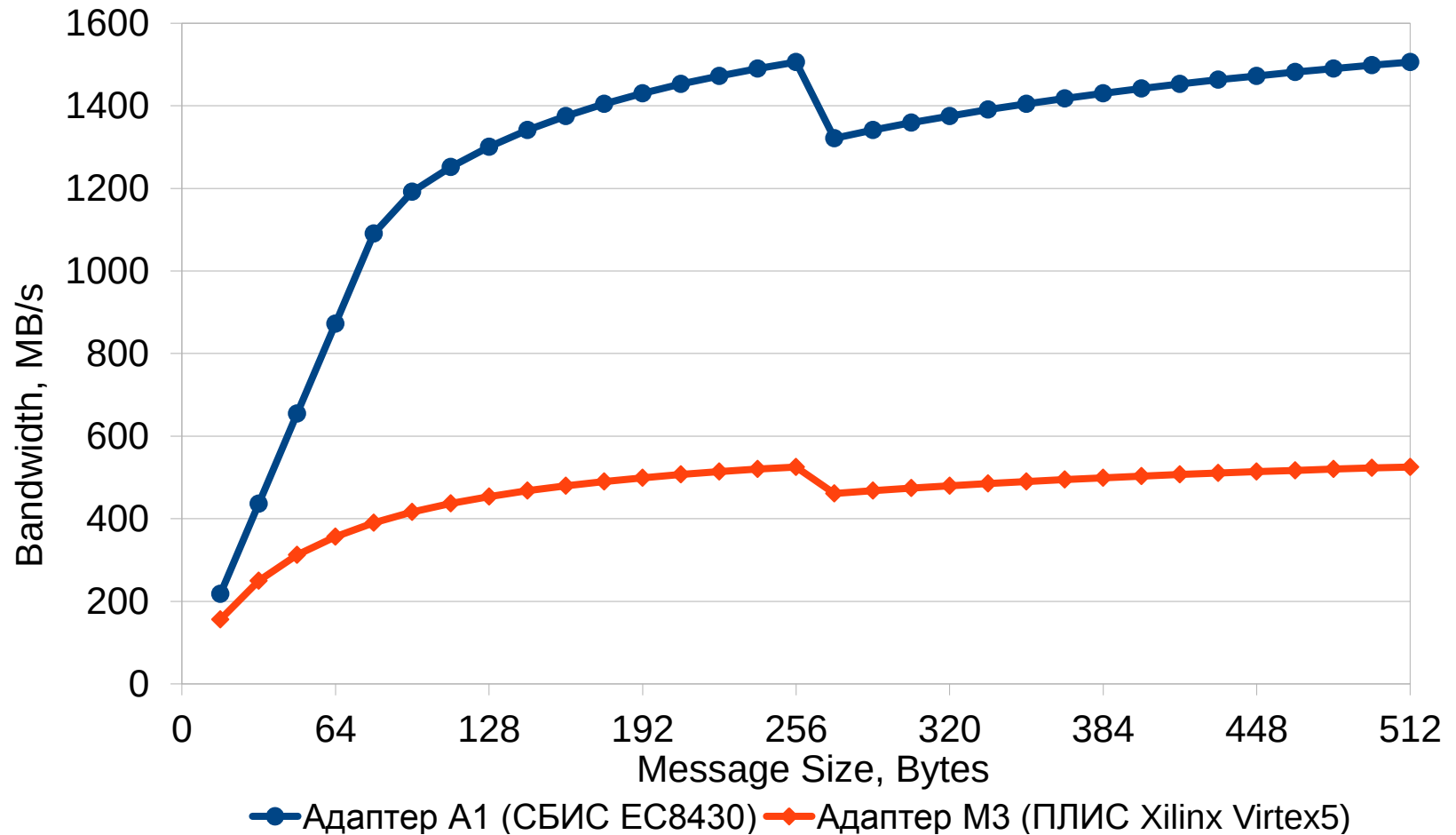
Тестовая
платформа:
Supermicro
4x CPU

Процессоры:
AMD 6234

Чипсет:
SR5690/SP5100

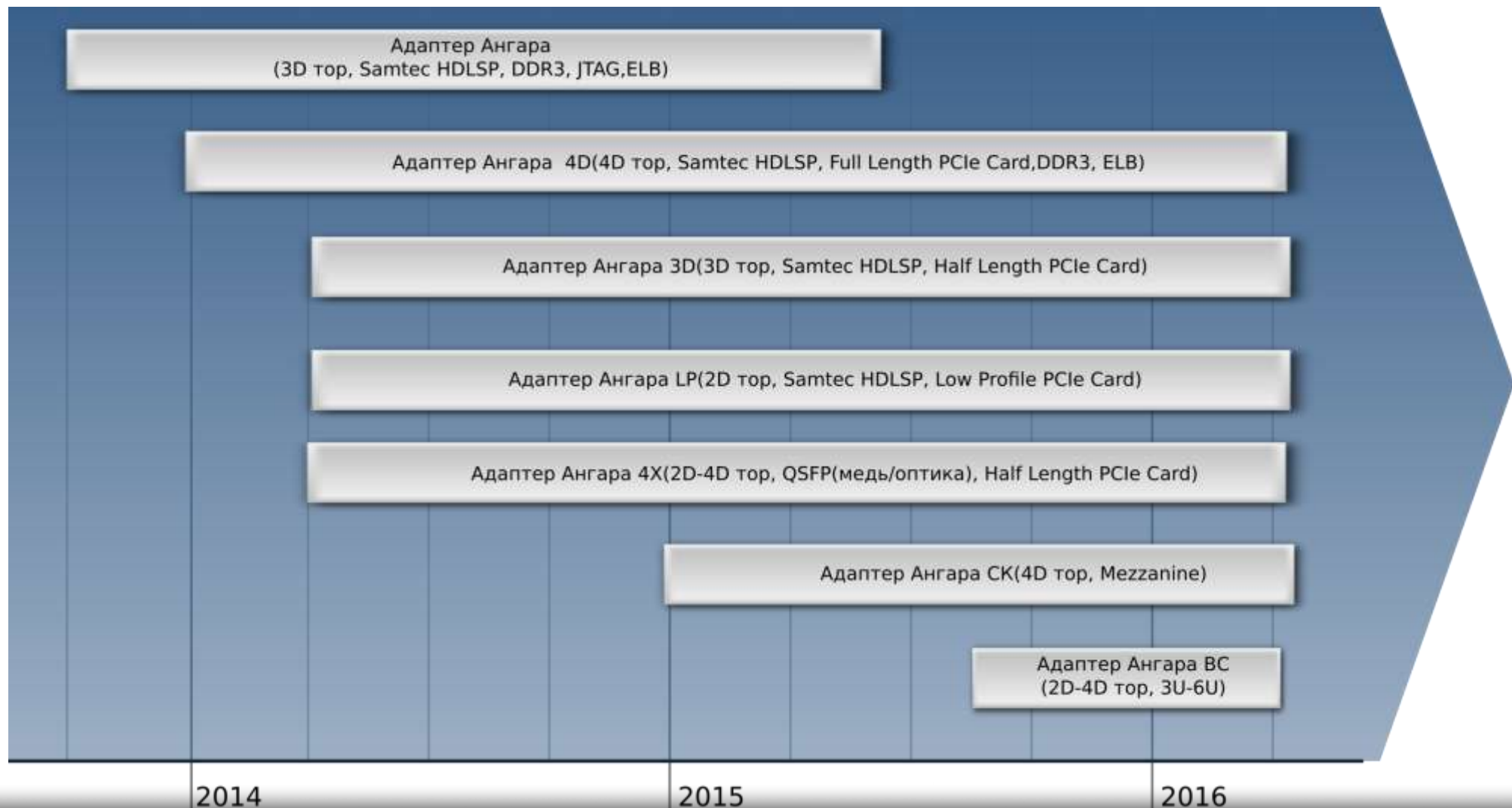
Кол-во узлов:
2

Тест:
rput





Модельный ряд сетевого оборудования «Ангара»



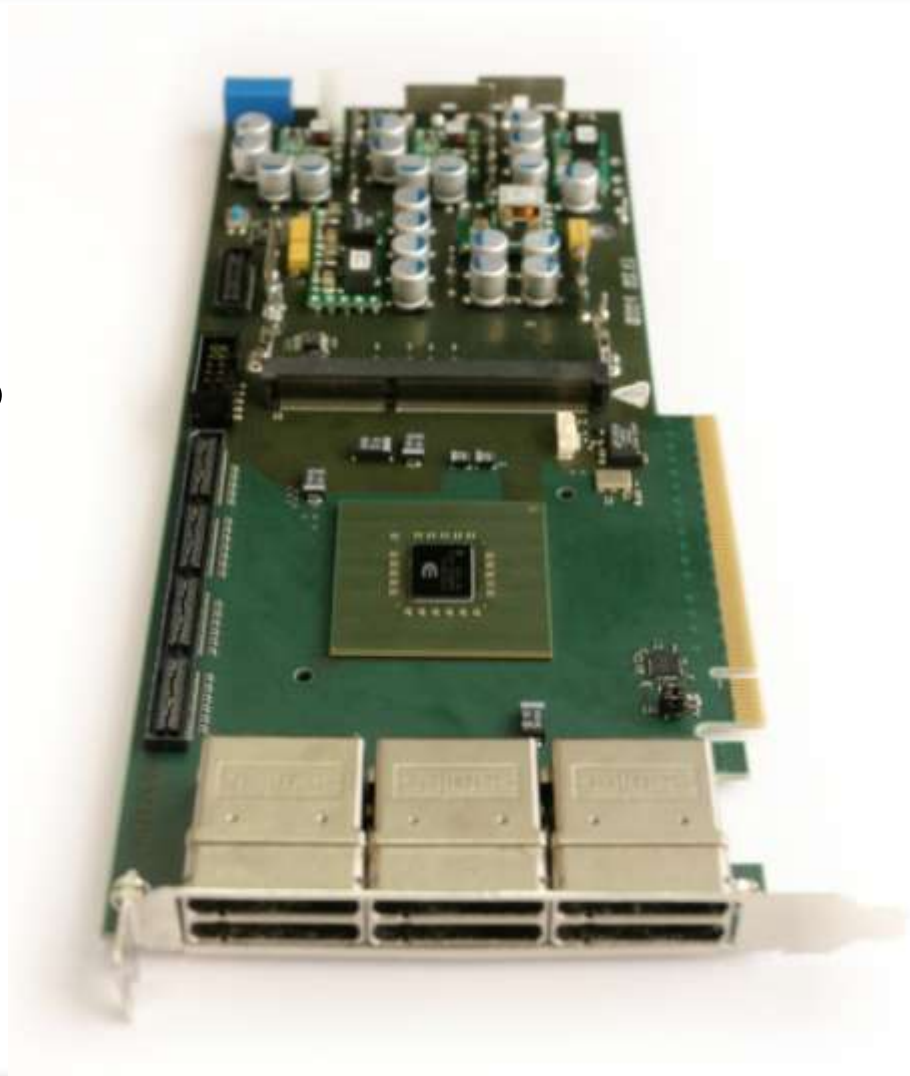


Спасибо за внимание! Вопросы?

Контакты:

117587, Москва, Варшавское ш, 125

angara@nicevt.ru



СБИС ЕС8430

