



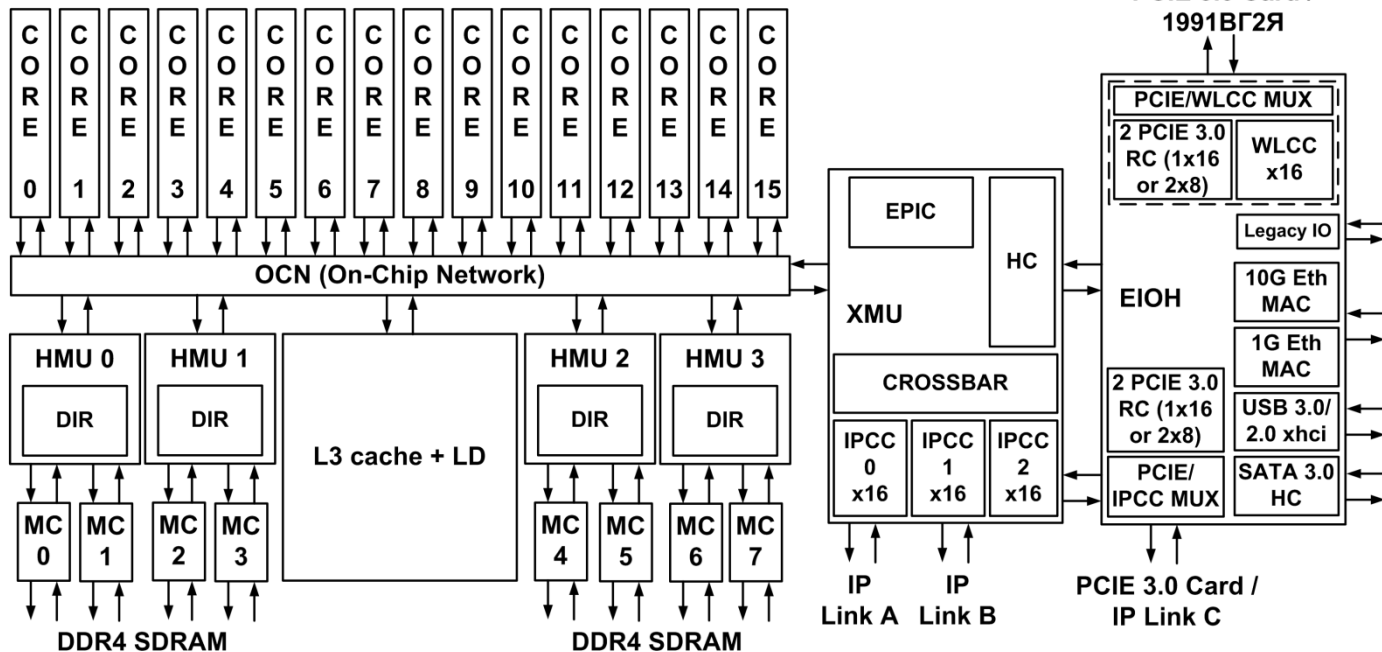
СИСТЕМА-НА-КРИСТАЛЛЕ ЭЛЬБРУС-16С

Эльбрус-16С

- 1.5 TFLOPS(32) / 0.75 TFLOPS(64)
- 16 ядер Эльбрус v6 @2 ГГц (128 SIMD, FMA, ...)
- Виртуализация
- Система-на-Кристалле
- 32 MB L3 кэш
- Распределенная сеть-на-кристалле (2d-torus-mesh)
- 8 каналов памяти DDR4-2666*
- 3 канала межпроцессорных обменов x16 @12Gbs*
- 32 PCIe 3.0 lanes, канал для подключения КПИ-2
- Порты SATA 3.0, 10 GbE, 1 GbE, USB 3.0/2.0
- I2C, SPI, RS-232, GPIO, INTEL HDA
- Встроенные средства Power Management, RAS

*Estimated

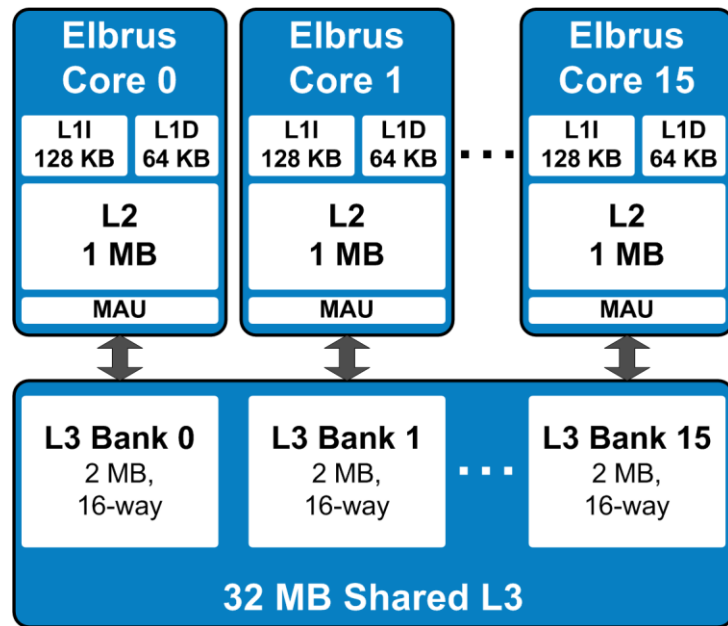
Структурная схема



- HMU – Home Memory Unit
- LD – локальный справочник когерентности
- DIR – глобальный справочник когерентности
- MC – Memory Controller
- OCN – сеть-на-кристалле
- XMU – eXternal Memory Unit
- EIOH – Embedded IO-Hub
- HC – Host-контроллер
- EPIC – Elbrus Programmable Interrupt Controller
- IPCC – контроллер межпроцессорного линка
- WLCC – контроллер линка ввода/вывода

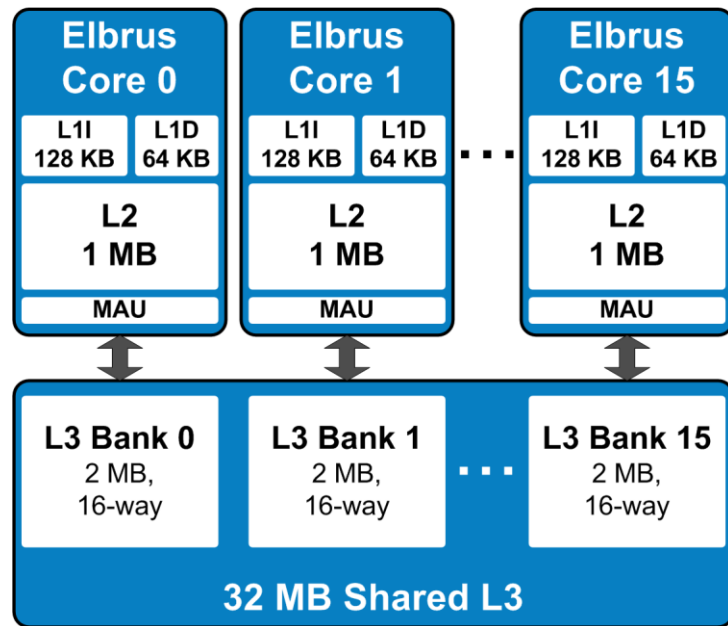
Подсистема кэш-памяти

- Кэш-память ядра:
 - L1I: 128 KB, 256B line, 4-way
 - L1D: 64 KB, 32B line, 4-way
 - L2: 1 MB, 64B line, 4-way, неинклюзивная
- Кэш-память L3:
 - 32 MB, 64B line, общая для всех ядер
 - Неинклюзивная
 - 16-way (data)
 - 16 независимых банков (S-NUCA)
 - По умолчанию разделение по 9,8,7,6 битам адреса
 - Average Latency 28нс (estimated)
- Суммарный объем кэш-памяти 51 МБ



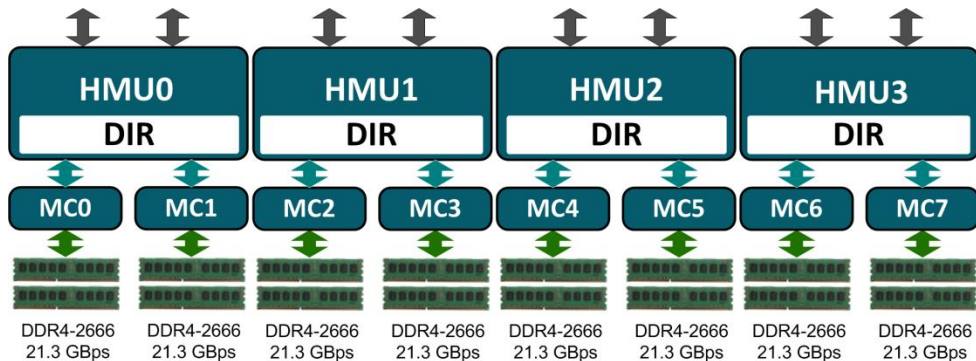
Кэш-память третьего уровня

- Интегрированный локальный справочник LD
- Байпассирование данных
- Cache or Victim Mode
- Адаптивная политика замещения
- DCA: Direct Cache Access по DMA
- Настраиваемый интерливинг банков, хэш-функции для равномерного распределения
- QoS с программным управлением
 - Way Partitioning
 - 32 QoS ID
 - Way Mask для кода/данных для каждого QoS ID



Подсистема доступа в свою память

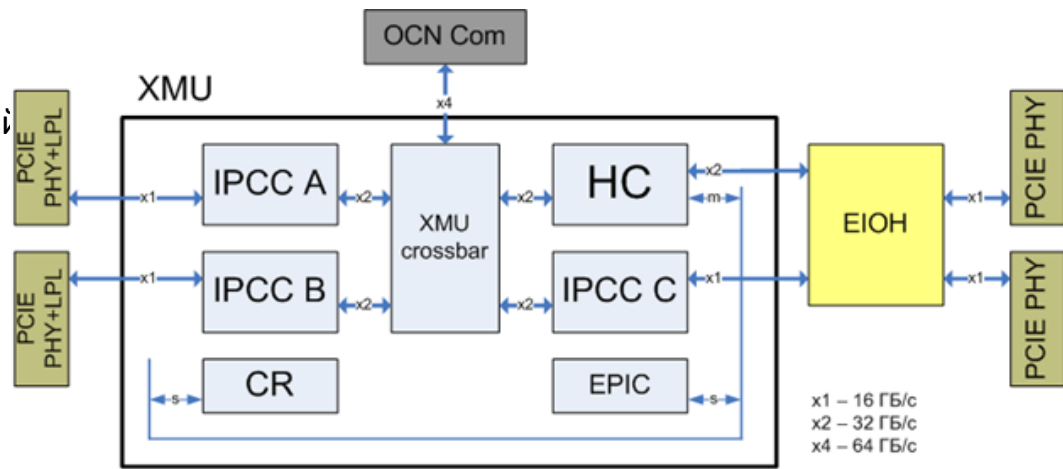
- 4 независимых блока НМУ
 - Сериализация запросов в память и поддержка когерентности
 - По умолчанию разделение по 9,6 битам адреса
- Глобальный справочник DIR
 - Фильтр снуп-запросов
 - Уменьшение когерентного DDR трафика и времени доступа в память
 - Эффективное покрытие справочника 64 МБ
 - Один адресный тэг на две строки данных, не хранит информацию о состоянии строк в своем процессоре
- 8 контроллеров памяти MC (Memory Controller)
 - 8 каналов памяти, 16 слотов DIMM
 - Теоретическая пропускная способность до 170 Гбайт/с (DDR4-2666), estimated 130 Гбайт/с
 - Объем – до 4 TB на процессор, до 16 TB в 4-процессорной системе
 - Поддержка модулей UDIMM, RDIMM, LRDIMM и 3DS
- Core Latency (estimated): ~90нс (своя память), ~180нс (чужая память, 2/4P NUMA)



Подсистема доступа во внешнюю память

- ХМУ (eXternal Memory Unit) – устройство доступа в память других процессоров и в пространство ввода-вывода

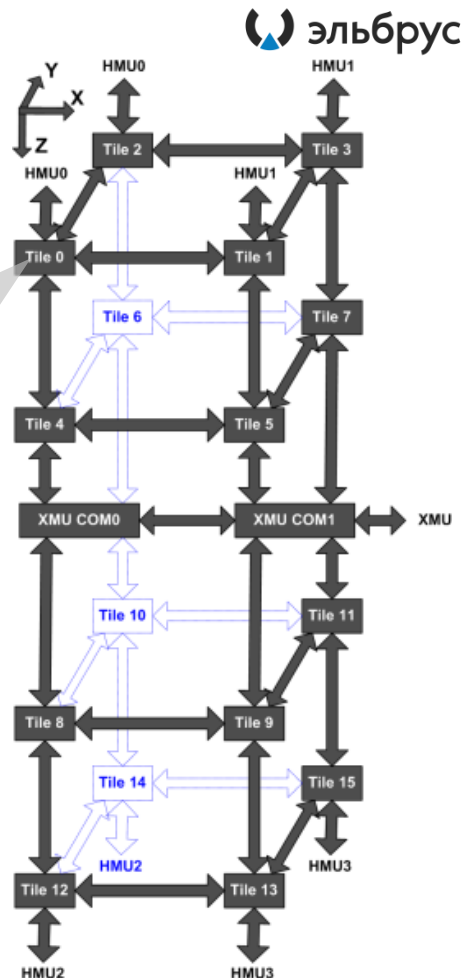
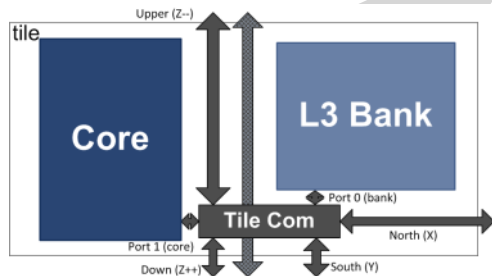
- Хост-контроллер (НС)
- PIO, DMA, маршрутизация сообщений о прерываниях
- Контроллеры межпроцессорных линков IPCC
- Программируемый контроллер прерываний EPIC
- Блок конфигурационных регистров CR
- Коммутатор ХМУ crossbar



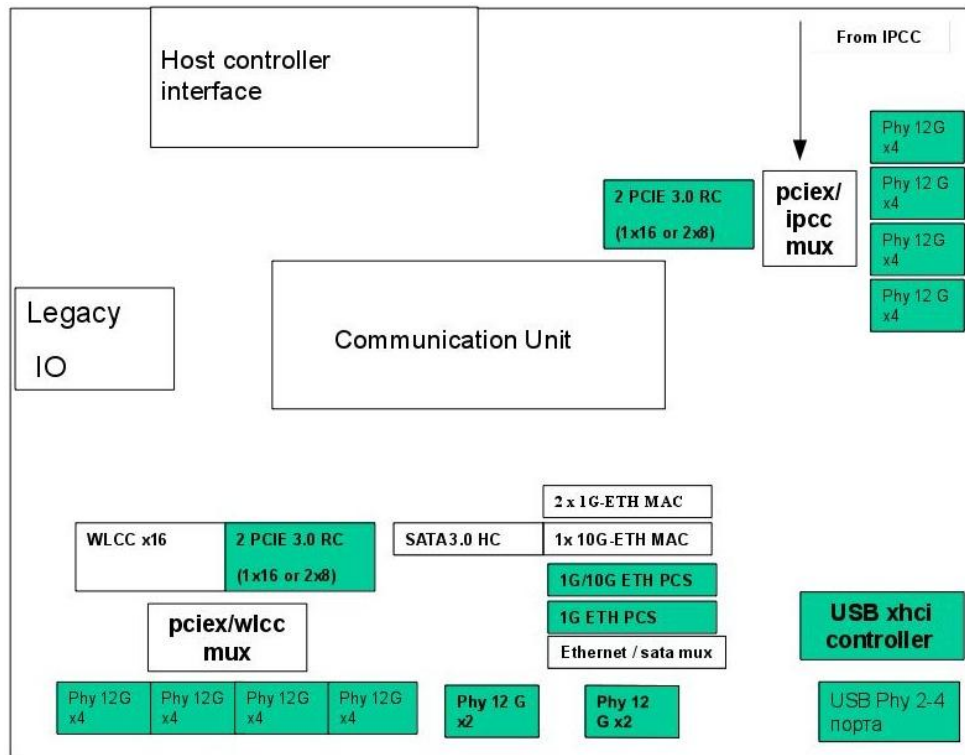
- Пропускная способность межпроцессорных линков (4P)
 - Теоретическая: 96 Гбайт/с (3 линка по 16 ГБ/с + 16 ГБ/с)
 - Estimated: 60 Гбайт/с (3 линка по 10 ГБ/с + 10 ГБ/с)
- Мультилинк: поддержка агрегирования 2 или 3 линков в один расширенный линк (2P)

Сеть-на-кристалле

- On-Chip-Network, OCN
- 16 тайлов (ядро + банк L3 кэша) + 4 НМУ + ХМУ
- Топология 2d-torus-mesh 4x5
- Статическая маршрутизация
- Пропускная способность
 - Каждого канала: 64 + 64 ГБ/с
 - Суммарная: до 2 ТБ/с
 - Bisectinal Bandwidth: до 512 ГБ/с
- Unicast & Multicast, поддержка работы мимо L3 кэша, Quality-of-Service
- Поддержка отключения банков L3, НМУ, МС
- Настраиваемый интерливинг L3, НМУ, МС, настраиваемые хэш-маски
- Sub-NUMA Clustering (1, 2, 4 Sub-NUMA кластера)



Контроллер периферийных интерфейсов



EIOH (Embedded IO Hub)

- 2 PCIE 3.0 / IPCC
 - 1x16 PCI-Express 3.0
 - 2x8 PCI-Express 3.0
 - 1x16 IPCC
 - 1x8 PCI-Express 3.0 + 1x8 IPCC
- 2 PCIE 3.0 / WLCC
 - 1x16 PCI-Express 3.0
 - 2x8 PCI-Express 3.0
 - 1x16 WLCC
 - 1x8 PCI-Express 3.0 + 1x8 WLCC
- USB 3.0/2.0
 - 4 порта
- SATA / ETH
 - 4x SATA 3.0
 - 2x SATA 3.0 + 2x 1Gb Ethernet
 - 2x SATA 3.0 + 1x 1 Gb Ethernet + 1x 10Gb Ethernet
- LEGACY IO
 - I2C, SPI, RS-232, GPIO, INTEL HDA

Встроенные датчики:

- DDA (12 шт.)
- Process Detectors (22 шт.)
- Voltage Monitors (6 шт., более 60 измерительных точек)
- Temperature Sensors (6 шт.)

Блоки управления:

- PVT-controller: конфигурация и настройка PVT-датчиков
- Power Management Controller
 - программно доступные регистры
 - режимы и политики управления частотами
 - настройка системных событий (Faults, Events, Interrupts, etc.)
 - отладочный интерфейс JTAG (TAP-контроллер)
- FAN-controllers: конфигурация двух независимых PWM-интерфейсов
- I2C-slave: интерфейс для внешнего system-/power-менеджера

- Кэш-память ядра
 - Четность и ECC SECDED
- L3 кэш
 - ECC SECDED для памяти тэгов, ECC SECDED с перемешиванием для памяти данных
 - Demand & Patrol Scrubbing для тэгов и данных
 - Dynamic Bad Line Disabling
- Оперативная память
 - ECC SECDED
 - Patrol Scrubbing
 - Повтор выдачи последовательности команд после обнаружения ошибок чётности на адресно-командной шине и ошибок CRC для данных записи
 - Улучшенная диагностика повторяющихся (постоянных) сбоев на интерфейсе DDR4
- Четность для всех пакетов сети-на-кристалле и интерфейсов всех устройств
- BIST с column redundancy (2), Don't Use bits
- EFUSE