

## Многоядерные процессоры MALT

**MALT** (Manycore Architecture with Lightweight Threads) – это семейство энергоэффективных процессоров с сотнями программируемых ядер на одном кристалле. Линейка **MALT** представлена моделями со скалярной, векторной и смешанной архитектурой. **MALT** приближаются к заказным системам на базе новейших ПЛИС по показателю Ops / Watt, в разы выигрывая в пересчёте на \$ / Watt. По простоте программирования архитектура **MALT** сравнима с универсальными многоядерными системами x86/GPU/ARM, на порядок превосходя их по показателю Ops / Watt.

## Программирование

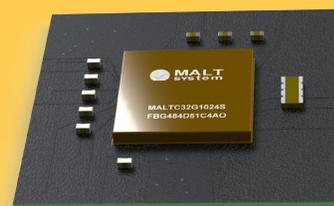
Программировать **MALT** не многим сложнее, чем универсальные многоядерные процессоры. Пользователь, в зависимости от своих предпочтений и требований к оптимизации прикладного кода, может выбрать один из следующих подходов:

- **C++ для MALT** (в разработке). Наиболее простой путь начала работы с MALT. Для программирования скалярных ядер поддерживается стандарт C++17. Работа с потоками осуществляется через конструкции STL (std::thread, std::mutex и другие). MALT выступает в роли классического многоядерного процессора, поэтому портировать существующее ПО и библиотеки легко.
- **OpenCL для MALT** (в разработке). Реализация стандарта OpenCL для работы со скалярными и векторными ядрами MALT. OpenCL уже включен в библиотеку проблемно-ориентированных оптимизированных алгоритмов. Теперь перейти на MALT для пользователей ускорителей AMD, NVIDIA, ARM стало проще.
- **MALTCC**: функциональный аналог NVCC от NVIDIA. Собственный front end к базовым компиляторам для скалярных и векторных ядер. MALTCC реализует возможности архитектуры и позволяет автоматически распараллеливать программы целевых классов.

## Технические характеристики\*

- Производительность до 9.8 Топ/с
- Рабочая частота до 1200 МГц
- До 256 универсальных процессорных ядер
- До 1024 специализированных процессорных ядер
- До 8 Мбайт ОЗУ на кристалле
- До 96 Гбайт внешней DDR3 памяти
- Интерфейсы процессора: PCIe, 1Gb Eth, SATA
- TDP не более 50 Вт
- Тех. процесс TSMC 28 нм.

\*Рабочие характеристики могут зависеть от принадлежности к конкретной модели.



## Область применения

Решения MALT вполне могут выступать в роли универсальных процессоров, однако наибольшую эффективность они демонстрируют на задачах, для выполнения которых спроектированы:

### Блокчейн и криптовалюты

**MALT-C** – универсальный процессор для выполнения вычислительно-сложных криптопреобразований и, в частности, блокчейн транзакций с предельной энергоэффективностью.

- Обработка смарт-контрактов на базе Ethereum
- Создание доверенных блокчейн-решений
- Потокное шифрование, проверка целостности информации
- Майнинг современных криптовалют

### Большие данные

**MALT-D** – процессоры для параллельной работы с большими массивами данных, которые хранятся в оперативной или внешней памяти и характеризуются сложной логикой обработки.

- Работа с большими графовыми структурами
- Массивно-параллельная работа с B-деревьями
- Глубокий анализ социальных сетей
- Ускорение операций в SQL и NoSQL базах данных

### Математическая физика

**MALT-F** – процессоры для энергоэффективного решения задач математической физики, требующих нерегулярного доступа к памяти.

- Клеточные автоматы для задач газовой динамики
- Численные расчёты на адаптивных сетках
- Метод Монте-Карло для физики элементарных частиц
- Операции над нерегулярными разреженными матрицами

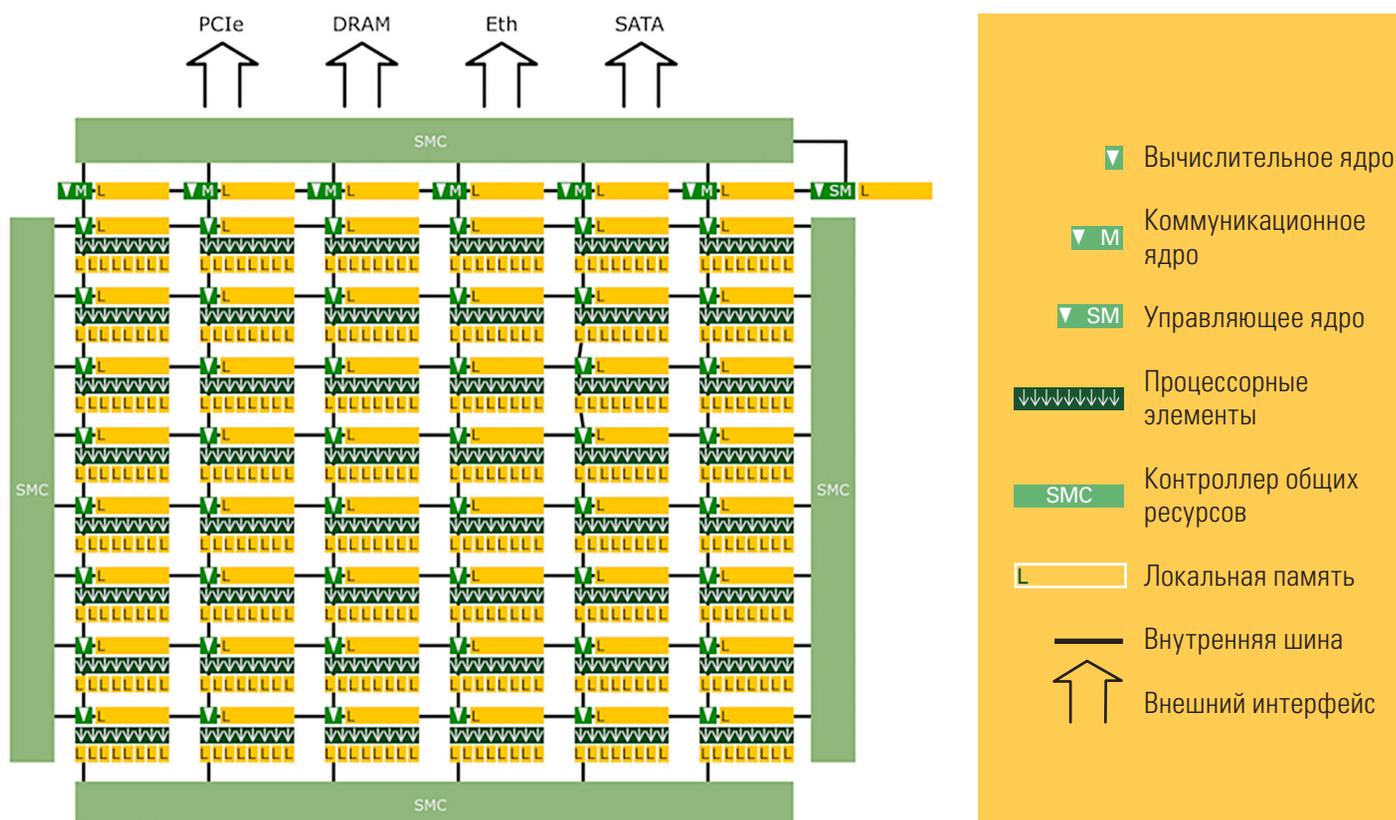
**MALT – по-настоящему многоядерный процессор**

Разработано  
в России

## АРХИТЕКТУРА

### Как это работает?

Около 80% любого из разрабатываемых нами кристаллов, занимают однотипные вычислительные элементы, спроектированные «с нуля» специально под целевой класс задач. Эти элементы определяют производительность и энергетику чипа. Их на кристалле от сотен до тысяч! Все вычислительные элементы программируемы на языке C или его подмножестве. Вычислительные элементы объединены в группы, управляемые компактными универсальными RISC процессорами, объединенными в вычислительный массив, «выглядящий» для программиста как обычный, программируемый на C/C++ многопоточковый процессор. Классические проблемы многопоточного программирования (механизмы разрешения конфликтов одновременного доступа к общим данным, в том числе атомарные операции) мы решили аппаратно на уровне контроллера памяти.



### Краткий взгляд на архитектуру MALT

Основу архитектуры MALT составляют десятки или сотни, в зависимости от модели, компактных асинхронных универсальных вычислительных ядер, объединенных одной или несколькими оригинальными worm-hole сетями с топологией типа fat-tree. Коммуникация между сетями – программно-аппаратная. Иерархия универсальных ядер включает три уровня: supermaster – управляющее ядро, master – коммуникационные ядра, slave – доступные для задач пользователя вычислительные ядра. Slave ядра, в зависимости от модели, могут содержать векторные ускорители, выполняющие специализированные задачи целевого класса, каждый ускоритель содержит от 8-ми до 128-ми однотипных процессорных элементов с общей памятью команд. Все вычислительные ядра и ускорители имеют собственную локальную память данных. Все универсальные ядра непосредственно адресуют общую внешнюю динамическую память DRAM и другие общие ресурсы (PCIe, Eth, SATA). Арбитраж доступа к внешним ресурсам обеспечивается smart memory controller'ом (SMC) – аппаратным контроллером «умной памяти» с дополнительным признаком готовности данных. Количество SMC-контроллеров, перечень и конфигурация общих внешних ресурсов зависит от семейства MALT и определяется требованиями целевых задач.

**MALT – по-настоящему многоядерный процессор**