

## **Проблема организации межсоединений в многоядерных СпК серии Эльбрус**

Ю.А. Недбайло

«Институт электронных управляющих машин им. И.С. Брука»

«МЦСТ»

Системы на кристалле серии Эльбрус по мере доступности новых технологических процессов имеют всё большее число ядер. Кроме того, в последних проектах используется кэш третьего уровня, разбитый на банки, число которых пропорционально количеству ядер. Всё более сложной становится задача организации обменов между этими устройствами, обеспечивающей требуемую пропускную способность и максимально низкие задержки.

Организация межсоединений традиционно разбивается на три задачи: выбор топологии, маршрутизацию и управление потоком. При этом, помимо основных показателей производительности, требует внимания предотвращение дедлоков и ливлоков.

Выбор топологии в соответствии с технологией производства микросхем естественно ограничить двумерными топологиями с перпендикулярными связями. Требование максимально низких задержек приводит к выбору между двумерной сеткой и двумерным кольцом, для первой топологии характерна более высокая доля задержек в маршрутизаторах, для второй требуется больше проводов и регистров.

Маршрутизация может быть трёх типов: детерминированная, рассеянная и адаптивная, выбор её типа — компромисс между простотой маршрутизатора и равномерностью распределения трафика по сети.

Управление потоком для максимальной утилизации каналов принято делать основанным на кредитах. Вопрос в том, как лучше согласовать управление высокого уровня — между абонентами сети, и низкого — между соседними маршрутизаторами.

Дедлок — серьёзная проблема сетей, в которых сообщения могут выстроиться в очередь, замкнувшуюся в цикл, если не принять специальных мер: предотвращение такого выстраивания или его обнаружение и ликвидация. Предотвращение — более предсказуемый и менее чреватый потерей производительности подход, который можно реализовать ограничениями на маршруты или дополнительными виртуальными каналами.

Подробно рассматриваются несколько возможных вариантов организации сети межсоединений для систем с несколькими десятками ядер, характеризующиеся разным соотношением между количеством оборудования, сложностью управляющей логики и производительностью. Приводится оценка производительности этих вариантов в разных

сценариях: при равномерной случайной нагрузке на сеть, при наиболее неблагоприятной для сети синтетической нагрузке (перестановочный трафик) и в некоторых реальных задачах, используя трассы их обращений в память.

## **Литература**

1. *William Dally, Brian Towles. Principles and Practices of Interconnection Networks.* – Morgan Kaufmann Publishers Inc. San Francisco, CA, USA, 2003. – 550 с.