

*Каримов Б.Т., Каримова Г.Т.*

**МУЛЬТИКИЧИПРОЦЕССОРДУК СИСТЕМАЛАРДА КӨП КЫРКАЛУУ  
КОММУТАЦИЯЛЫК ТАРМАКТАРДЫ КОЛДОНУУ**

*Каримов Б.Т., Каримова Г.Т.*

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОКАСКАДНЫХ КОММУТАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В  
МУЛЬТИМИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ**

*B.T. Karimov, G.T. Karimova*

**APPLICATION OF MULTI-CASSED SWITCHING NETWORKS IN  
MULTIMICROPROCESSOR SYSTEMS**

УДК: 004.773:004.312.24

*Бул макалада мультикичипроцессордук системалар үчүн көп кыркалуу коммутациялык тармактар сунуш кылынган. Алардын түзүмдүк уюштуруусу көрсөтүлгөн. Мультикичипроцессордук системалардын тутумунда берилген тармактардын иштөөсү жазылган. Бөгөттөлгөн, кайра курулуучу жана бөгөттөлбөгөн тармактардын аныктамалары берилген.*

**Негизги сөздөр:** *мультикичипроцессордук системдер, байланыш системалары, көп кыркалуу коммутациялык тармактар, коммутациялык элемент, бөгөттөлгөн тармактар, кайра курулуучу тармактар, бөгөттөлбөгөн тармактар.*

*В данной статье представлены многокаскадные коммутационные сети для мульти-микропроцессорных систем. Показана их структурная организация. Описана работа данных сетей в составе мультимикропроцессорных систем. Даны определения неблокируемым, перестраиваемым и блокируемым сетям.*

**Ключевые слова:** *мультимикропроцессорные системы, многокаскадные коммутационные сети, коммутирующий элемент, неблокируемые сети, перестраиваемые и блокируемые сети.*

*In this scientific article presented multi-stage switching networks for multimicroprocessor systems. Their structural organization is represented. The operation of these networks as part of multi-microprocessor systems is described. In paper defined the non-blocking, tunable and blocked networks.*

**Key words:** *multi-microprocessor systems, multi-stage switching networks, switching element, non-blocking networks, tunable and blocked networks.*

К настоящему времени наименее исследованными в мультимикропроцессорных системах (ММПС) являются многокаскадные коммутационные сети (МКС). МКС в архитектуре ММПС отводится одно из центральных мест. По своей сложности, стоимости и влиянию на основные характеристики ММПС они выступают наравне с такими основными компонентами, как устройства памяти и процессоры. Когда количество портов коммутационной сетью, исчисляются сотнями тысячами, использовать матричные коммутаторы невозможно из-за их высокой сложнос-

ти и стоимости. Решением проблемы здесь является использование МКС. Под многокаскадной коммутационной сетью размерностью  $N \times M$  понимают сеть связи, имеющую  $N$  входных полюсов (источников) и  $M$  выходных полюсов (приемников), состоящую из некоторого числа каскадов коммутирующих элементов КЭ (при использовании КЭ размерностью  $2 \times 2$  число каскадов обычно  $\log_2 N$ ). КЭ может сам представлять некоторую соединительную сеть, например, матричный коммутатор. Чаще всего на практике используются простые КЭ с двумя входами и двумя выходами [1]. Теоретически доказано, что такой элемент обеспечивает наименьшее число точек соединения [2]. Кроме того, алгоритмы управления сетями, реализованными на двухвходовых элементах, являются наиболее простыми. На рис.1 представлены допустимые состояния для переключателя ( $2 \times 2$ ). При практической реализации с учетом возможностей интегральной технологии разрядность по входу такого КЭ может находиться в диапазоне от одного бита до одного слова (16-24 бит).

Следует отметить, что при построении коммутационной сети возможности элементной базы могут обусловить выбор в качестве КЭ схемы с числом переключаемых каналов, отличным от двух. Так, например, актуальным является вопрос построения МКС большой размерности на матричных коммутаторах ( $3 \times 8$ ).

МКС представляет собой множество взаимосвязей (отображений) между двумя наборами узлов - входами и выходами сети. Для  $N$  входов и  $M$  выходов существует  $N!$  отображений от входов до выходов. Чтобы такие отображения не были пустыми, сеть, которая выполняет  $N!$  отображений, должна иметь столько же входов, сколько и выходов.

МКС делятся на следующие три основные типы [4]: неблокируемые сети, перестраиваемые и блокируемые сети.

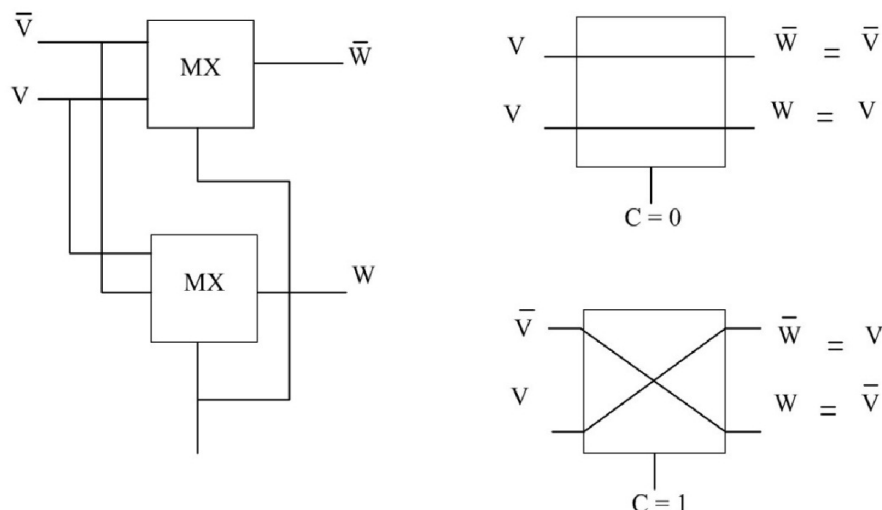


Рис. 1. Допустимые состояния для переключателя (2 x 2)

Неблокируемыми называют такие сети, в которых всегда можно найти путь соединения для свободной пары портов. В качестве примера неблокируемых сетей можно привести матричный коммутатор, сети Клоза и Кантора [2]. Близки к неблокируемым сетям так называемые перестраиваемые МКС. Перестраиваемыми они называются потому, что могут выполнить все возможные соединения между входными и выходными портами, перестраивая существующие связи так, как этого требует установление незаблокированного пути для новой заданной пары портов. К перестраиваемой сети относится сеть Бенеша [3]. Неблокируемые и перестраиваемые сети, обеспечивая гибкость и полноту коммутации, остаются все же достаточно сложными по структуре и соответственно требуют сложного управления [1,3].

Блокируемыми сетями называют сети, которые могут выполнять многие, но не все возможные соединения между входными и выходными портами. В литературе, посвященной многокаскадным коммутационным сетям, блокируемые сети встречаются под названием баньяновидные сети (на рис.2 в качестве примера приведена Баньян-сеть с КЭ 2 x 2). Баньяновидные сети с числом узлов на каждом каскаде  $N=2^k$ , построенные на КЭ 2 x 2 называют также двоичными перестановочными сетями. К ним относятся также такие широко известные сети как Омега-сети (Omega Network), Баньян-сеть (Banyan Network), сети типа двоичный n-Куб (Indirect Binery n Cube Network), модифицируемый манипулятор данных (Modified Data Manipulator), базисная сеть (Baselina Network), Дельта-сеть (Delta Network) и другие [2,3,4].

Обобщенная баньяновидная сеть представляет собой  $\log_2 N = k$  каскадов коммутационных элементов, соединенных между собой по определенному закону. Сеть, рассматриваемая как однонаправленная, осуществляет передачу данных от входа к выходу. Каждый каскад сети содержит два устройства, выполняющие последовательно две перестановки (рис. 3). Одна из них – статическая (*St*) осуществляется за счет того, что линии связи между каскадами могут изменять позицию при входе в следующий каскад.

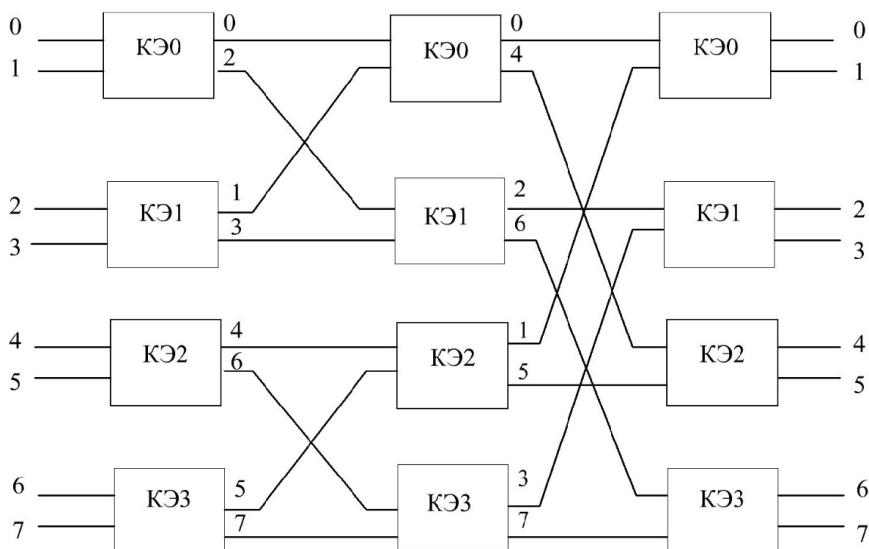


Рис. 2. Баньян-сеть с коммутирующими элементами (2 x 2)

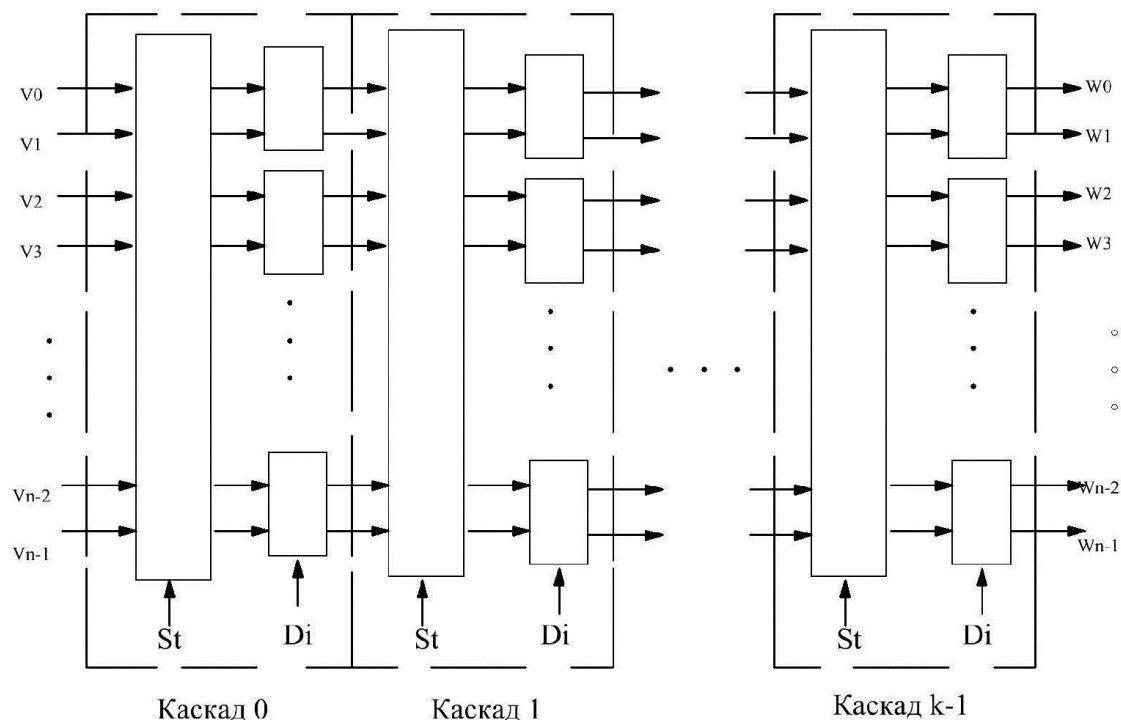


Рис.3. Однонаправленная ( $N \times N$ ) – сеть с многокаскадным соединением

Статическая перестановка определяется выбранным законом каскадных соединений, она зафиксирована для конкретного вида сети. Вторая, динамическая перестановка ( $D_i$ ), осуществляется коммутационными элементами, и ее содержание определяется выбранным способом управления сетью, а также видом КЭ [2].

Динамическая перестановка полностью определяется состоянием управляющих сигналов, подаваемых на коммутационные элементы соответствующих каскадов, и, следовательно, при одинаковом управлении динамические перестановки в разных  $k$ -каскадах баньяновидных сетей совпадают. Общие перестановки, выполняемые этими сетями, различаются только вследствие разных межкаскадных соединений, то есть разных статических перестановок.

Независимо от конкретной разновидности, все ( $N \times N$ ) – сети с многокаскадным соединением обладают следующими свойствами. Существует единственный путь, соединяющий входной канал с выходным. Установление такого соединения может быть осуществлено децентрализованно с использованием процедуры самомаршрутизации. Во всех сетях возможно одновременное установление не более  $N$  соединений входов с выходами. Число таких соединений зависит от конкретной комбинации выходных запросов, имеющих на входах. В частности, невозможно установление соединений при наличии выходных конфликтов. К тому же, не все перестановки реализуемы, поскольку число различных состояний, в которых может находиться

сеть, равно  $2^k$ , что и определяет количество проходимых перестановок.

К числу реализованных и проектируемых в настоящее время вычислительных систем, в которых используется МКС рассмотренного класса, относятся STARAN, Ultracomputer, RVAP (Reconfigurable Varistructured Array Processor), PASM (Partitionable SIMD/MIMD - разработка университета Пэрдью), RP3 фирмы IBM, некоторые системы военного назначения и системы с управлением потоками данных (data flow machines) [3,4].

**Выводы:** Баньяновидные сети обладают регулярной модульной структурой, что особенно удобно для реализации их на сверхбольших интегральных схемах (СБИС) и, кроме того, позволяет строить большие сети из меньших без необходимости модификации физической компоновки или алгоритмов. Недостатком баньяновидных сетей остается наличие внутренних конфликтов и вытекающие отсюда ограничения пропускной способности.

**Литература:**

1. Архитектура многопроцессорных вычислительных систем/ Под.ред. Тимохина В.И. – Л.: ЛГУ, 1981, - 145с.
2. Балабанова А.С. Многопроцессорные системы. Основы принципы организации. – Управляющие системы и машины, 1983, № 3, С. 3-10
3. Балашов Е.П., Пузанков Д.В. Проектирование информационных управляющих систем.–М.: Радио и связь, 1987.– 256с.
4. Скорик В.Н., Степанов А.Е., Хорошко В.А. Мультипроцессорные системы. – Киев: Техника, 1989. – 198с.

Рецензент: к.т.н., доцент Кармышакова А.К.