

К. т. н. Н. И. СИНЕГУБ

Украина, Одесский национальный политехнический университет

Дата поступления в редакцию  
19.11 2008 г.

Оппонент д. т. н. В. С. СИТНИКОВ  
(ОНПУ, г. Одесса)

## МИКРОПРОЦЕССОР ЗВЕЗДООБРАЗНОЙ СТРУКТУРЫ

*Предложенная структура позволяет повысить быстродействие микропроцессора путем увеличения выполняемых им команд без соответствующего увеличения VLIW-команд.*

За последнее время характеристики микропроцессоров (МП), разработанных на основе различных архитектурно-структурных решений [1], значительно улучшились. Так, тактовая частота МП превысила 2 ГГц, а пиковая производительность — 7 млрд операций в секунду. И это не предел.

За более чем четвертьвековую историю микропроцессоры прошли большой путь развития [2, 3] — от однокристальных микропроцессоров с фиксированной системой команд до однокристальных микроЭВМ. При этом для повышения быстродействия МП используются следующие основные технические решения: предсказания переходов, выполнение микропрограмм с изменением порядка следования команд, условное (предикативное) исполнение команд и др. Но несмотря на достигнутые успехи, задача повышения быстродействия МП остается актуальной.

Одним из путей решения данной задачи является разработка архитектур процессоров с повышенным параллелизмом уровня команд. Такой архитектурой обладают VLIW-процессоры (VLIW — very long instruction word) [1], в командном слове которых задается некоторая совокупность параллельно выполняемых команд. Например, ядро микропроцессора

TriMedia компании Philips способно обрабатывать 5 команд за один такт (рис. 1). Другие модули этого микропроцессора, взаимодействуя с VLIW-ядром, выполняют обработку, специфичную для конкретного типа данных.

Характерной особенностью VLIW-процессоров является однозначное соответствие количества выполняемых МП-команд числу команд, задаваемых командным словом, т. е. для увеличения количества выполняемых МП-команд необходимо увеличивать длину VLIW-команд ядра микропроцессора. Так, например, у микропроцессора TM8000 Astra компании Transmeta длина VLIW-команд ядра увеличена со 128 до 256 разрядов, что позволяет обрабатывать за такт 8 команд длиной в 32 бита. Однако такое архитектурное решение ограничивает применение в микропроцессорах арифметических устройств (АУ), не требующих команд для задания режимов работы.

Другим частным случаем архитектур процессоров с повышенным параллелизмом уровня команд являются суперскалярные микропроцессоры, система команд которых не содержит никакого указания на параллельную обработку внутри процессора. Здесь параллелизм обеспечивается аппаратным способом.

В настоящей работе предложена оригинальная структура микропроцессора с высоким внутренним параллелизмом, обеспечивающим повышение быстродействия благодаря получению в одном такте нескольких скалярных результатов, причем количество выполняемых МП-команд может превышать число команд, задаваемых командным словом (рис. 2). Данный микропроцессор включает арифметические устройства, выполняющие одну либо несколько операций [4]. Различные АУ встраиваются в МП по мере необходимости, и количество АУ ограничивается лишь нагрузочной способностью элементов используемой элементной базы. Через шины данных АУ связаны с регистрами (Рг) данных, в которые по фронту синхроимпульса заносится информация. С помощью коммутаторов с тремя состояниями на выходе шины данных подключаются к кольцевым шинам [1]. МП также содержит память, кэш-память, устройство управления (УУ) и др. На регистры ядра данного МП по соответствующим шинам данных поступают операнды  $A, B, C, D, \dots$ , а также управляющие сигналы, задающие режимы работы арифметических устройств. Сформированные на выходах АУ резуль-

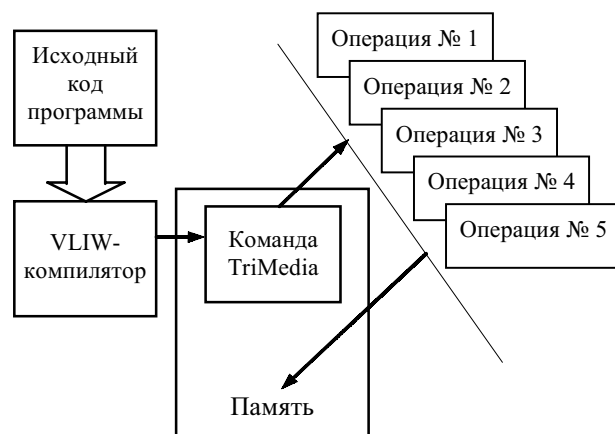


Рис. 1. Выполнение команд микропроцессором TriMedia

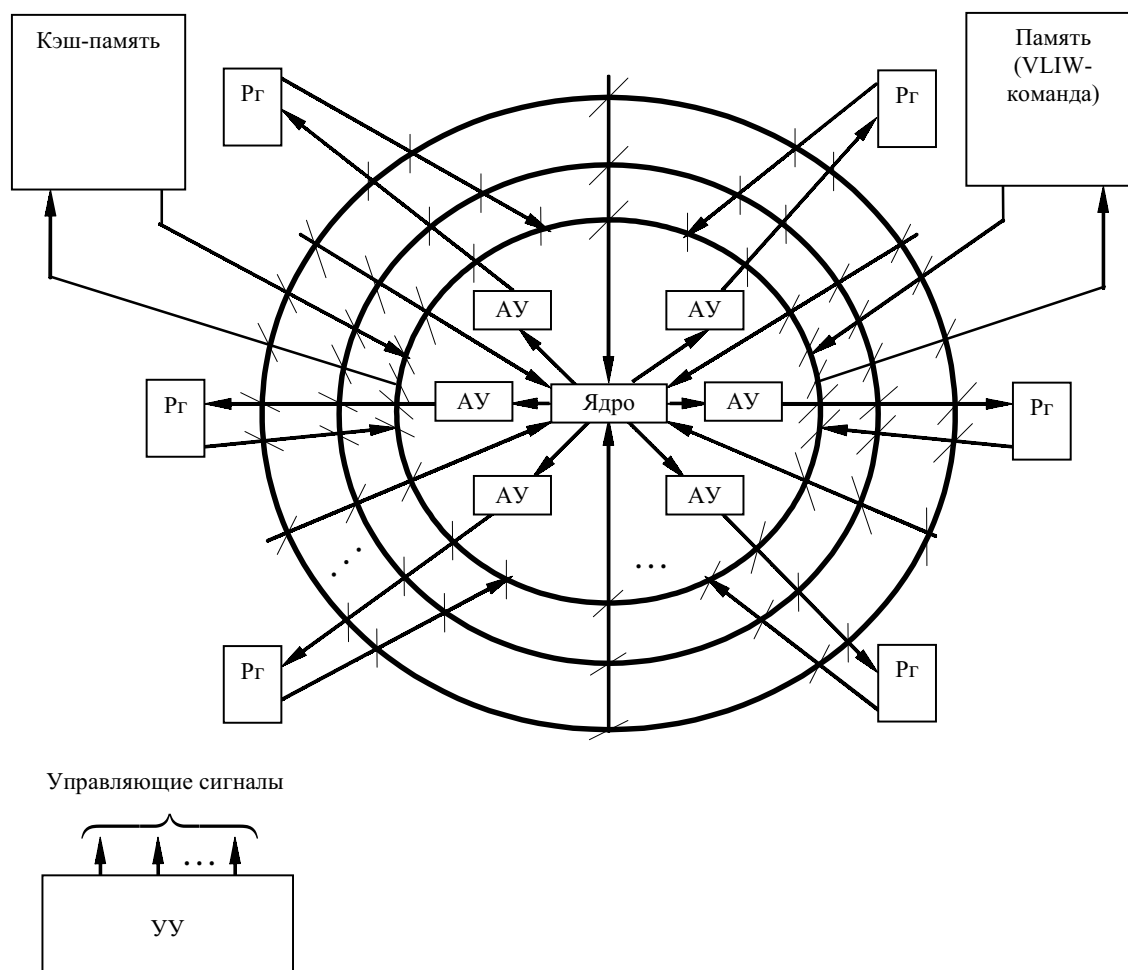


Рис. 2. Микропроцессор звездообразной структуры

таты обработки данных заносятся в регистры данных (кэш-память, память, др.). Далее, в соответствии с управляющей командой, информация из любого Рг (кэш-памяти, памяти и др.) может быть либо записана в любой регистр ядра и обработана арифметическими устройствами, либо выведена на внешнее устройство МП.

Режимы работы АУ могут задаваться следующим образом. Пусть, например, АУ<sub>1</sub> выполняет операцию  $(\pm A) \cdot (\pm B) \pm C$ . Если с помощью управляющих сигналов задать  $A=+1$ , то в АУ<sub>1</sub> сформируется операция  $\pm B \pm C$ . Если задать  $C=0$ , то сформируется операция  $(\pm A) \cdot (\pm B)$  и т. д. Аналогично могут задаваться режимы работы и другим АУ. Возможна также иная организация работы предлагаемого МП.

Таким образом, в МП звездообразной структуры объединены архитектуры суперскалярного микропроцессора и VLIW-процессора, что позволяет повысить быстродействие путем увеличения количества парал-

лельно выполняемых МП команд без соответствующего увеличения длины VLIW-команд микропроцессора. Это достигается за счет использования присущего предлагаемой структуре внутреннего параллелизма, когда в МП применяются не только управляемые АУ, но и АУ, не требующие команд для задания режимов работы.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Корнеев В. В., Киселев А. В. Современные микропроцессоры.— СПб.: БХВ-Петербург, 2003.
2. Костров Б. В., Ручкин В. Н. Архитектура микропроцессорных систем.— М.: Диалог-МИФИ, 2007.
3. Бойко В. И., Гуржий А. Н., Жуйков В. Я. и др. Схемотехника электронных схем. Микропроцессоры и микроконтроллеры.— СПб.: БХВ-Петербург, 2004.
4. Синегуб Н. И. Синтез устройств умножения/суммирования // Матер. міжнар. наук.-практ. конф. «Розвиток наукових досліджень». Т. 8.— Полтава: «ІнтерГрафіка», 2005.