

УДК 004.324

И. Ю. Личагин, аспирант  
НИУ «Московский институт электронной техники»

## СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ РЕКОНФИГУРАЦИИ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ НА КРИСТАЛЛЕ

*В данной статье рассмотрены основные подходы к созданию и развитию реконфигурируемых процессоров. На базе архитектуры фон Неймана представлены три главных принципа, которые легли в основу всех компьютеров. Также в работе освещены три основных подхода к созданию реконфигурируемых процессоров. Достаточно убедительно обосновано стоимостное преимущество реконфигурируемого компьютеринга.*

**Ключевые слова:** реконфигурируемость, архитектура процессора, компьютеринг.

Идея создания реконфигурируемых процессоров впервые была озвучена практически в одно время с принятием классической или фоннеймановской архитектуры как наиболее перспективной для создания электронных компьютеров. Выдвинул ее коллега фон Неймана, физик и математик Джон Паста, который считал, что производители коммерческих компьютеров с самого начала потеряли интерес к разработке альтернативных компьютерных архитектур, целиком сосредоточившись на архитектуре фон Неймана. Своими соображениями относительно адаптируемых компьютерных архитектур он поделился с Джеральдом Эстрином. Эстрин сформулировал идею, которая заключалась в возможности разработки вычислительных систем, отличающихся от традиционных тем, что они представляли собой набор модулей для сборки специализированных компьютеров под определенную задачу. Но реализовать идею на технологическом фундаменте начала 60-х было невозможно, тем не менее теоретические основы были сформулированы.

В основе архитектуры фон Неймана постулировались три принципа.

Первый принцип – программное управление. Программа состоит из последовательности машинных команд, выбираемых из памяти с помощью счетчика команд. Счетчик – это обычный регистр, он либо автоматически увеличивается на единицу по завершении текущей команды, либо его состояние меняется принудительно при выполнении команд условного или безусловного переходов.

Второй принцип – однородность памяти. И программы, и данные хранятся в общей памяти; над кодами команд можно выполнять такие же действия, что и над кодами данных. Следовательно, программу можно модифицировать в процессе выполнения, например можно управлять выполнением циклов и подпрограмм; программа может быть результатом действия другой программы, на этом основаны методы компиляции.

Третий принцип – адресация. Память состоит из перенумерованных ячеек, и процессору в любой момент времени доступна любая ячейка [1].

У этих положений есть очень важное следствие: аппаратура является неизменной частью вычислительной машины, а программы – переменной. Архи-

тектура фон Неймана служит основой всех компьютеров, за исключением небольшого количества специализированных микроконтроллеров, построенных с использованием «гарвардской схемы», основное отличие которой заключается в разделении потока данных и команд. Устройства, основанные на такой схеме, обладают производительностью, необходимой для работы в технических системах в режиме реального времени.

За последнее десятилетие удельная производительность процессоров, построенных по классической архитектуре, в пересчете на число транзисторов упала на один-два порядка. Дальнейшее развитие полупроводниковых технологий не может компенсировать неэффективность современных процессоров, что подтверждает закон Мура. Поэтому появились предпосылки возвращения к идее Эстрина.

В настоящее время активно развивается идея реконфигурируемых процессоров. Существуют три основных подхода к созданию реконфигурируемых процессоров.

Первый – создание специализированных процессоров узкого применения. Процессоры с набором команд, адаптированных к определенным приложениям.

Второй – конфигурируемые процессоры. Процессоры, которые содержат в себе необходимый набор компонентов, адаптируемых к требованиям приложений. Своего рода «заготовки» для создания специализированных процессоров.

Третий – динамические реконфигурируемые процессоры. Процессоры, содержащие стандартное ядро, и расширяющее его возможности устройство, которое может быть запрограммировано в процессе исполнения, обычно это бывает программируемая логическая матрица (Field Programmable Gate-Array, FPGA).

Наиболее перспективными для выполнения обработки данных и вычислений в режиме реального времени являются динамически реконфигурируемые процессоры.

С развитием технологий создания устройств на основе программируемой логики (устройств ПЛИМ, ПЛИС) появились реальные предпосылки создания реконфигурируемых процессоров, включающих в состав кристалла различные вспомогательные функ-

циональные блоки так называемых систем-на-кристалле (СНК) [2]. В настоящее время в разработке таких систем имеется ряд проблем, связанных с созданием достаточно гибкой системы программирования этих процессоров, особенно если в состав платформы входят несколько расширяющих устройств различного назначения. Также остро стоит вопрос снижения трудоемкости разработки новых систем с использованием реконфигурируемого компьютеринга.

Стоимость разработки новой системы на основе реконфигурируемого компьютеринга существенно снижается по сравнению с проектированием нового микропроцессора, во-первых, поскольку системы реконфигурируемого компьютеринга представляют собой регулярные структуры с близкими связями, во-вторых, потому что может быть формализовано и в значительной степени автоматизировано проектирование их на системном уровне. Поэтому решение

вопроса обеспечения возможности динамического изменения функций аппаратуры путем реконфигурирования системы (в пределах реконфигурирование может выполняться в темпе реального времени) является одной из приоритетных задач в области реконфигурируемого компьютеринга. Решение этой проблемы может облегчить как программирование этих процессоров, так и создание различных по составу дополнительных расширяющих возможностей устройств СНК под специфические задачи.

#### Библиографические ссылки

1. Корнеев В. В. Параллельные вычислительные системы. – М. : Нолидж, 1999.
2. Хамахер К., Вранешич З., Заки С. Организация ЭВМ. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2003.

\* \* \*

*Lichagin I. Yu.*, Post-graduate, National Research University "Moscow Institute of Electronic Technology"

#### The means of providing dynamic reconfiguration in multiprocessor systems in the crystal

*This article discusses the main approaches to the creation and development of reconfigurable processors. Based on the von Neumann architecture three main principles are presented, which formed the basis of all computers. Also, the paper highlights three main approaches to creation of reconfigurable processors. The cost advantage of reconfigurable computing is conclusively substantiated.*

**Keywords:** reconfiguration, processor architecture, computer engineering.

Получено: 01.07.15