

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

P11-86-484

Я.Бан, Я.Коллар<sup>1</sup>, К.Харчаруфкова<sup>2</sup>

**ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССОРА  
ТИПА RISC**

Направлено в журнал "Приборы  
и техника эксперимента"

---

<sup>1</sup> УПИШ, Кошице, ЧССР

<sup>2</sup> ИЭФ САН, Кошице, ЧССР

**1986**

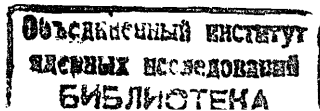
## Введение

С точки зрения программирования разработанную вычислительную систему можно характеризовать следующими фактами. Система микропрограммируема пользователем до уровня генерации протокола ввода-вывода. Пользователь системы имеет возможность полностью определить свои машинные инструкции, реакцию процессора на прерывание, специальные инструкции для работы с системой КАМАК. Очень выгодно определять простые машинные инструкции, так как в процессоре предусмотрено выполнение их в одном такте процессора.

Основным принципом работы процессора является "конвейерная обработка" ( PIPELINING ), которая остается непрерывной и для инструкций управления ( JUMP ), так как использована техника " DELAYED CONTROL TRANSFER ". Объем оперативной памяти до 128К байт, время выполнения одной машинной операции 300-350 нс в зависимости от типа операции. Процессор имеет 16 универсальных 16-разрядных регистров. Длина слова процессора 16 разрядов, длина микроинструкции 90 разрядов. Процессор может выполнять инструкции переноса, арифметическо-логические, управляющие, инструкции ввода-вывода, в том числе специально ориентированные на систему КАМАК. Так как вычислительная система микропрограммируется пользователем, она открыта и представляет пользователю возможность определять инструкции, наиболее удобные для решения конкретной задачи. Подробное описание аппаратных средств данной ВС приведено в<sup>1/2/</sup>.

## Программное обеспечение

Для кодирования микропрограмм система снабжена языком АМДАСМ-29<sup>3/</sup>. Язык был определен фирмой ADVANCED MICRO DEVICES (США), и нами был создан компилятор этого языка /АМДАСМ-29Ц/, который написан на языке Паскаль. АМДАСМ - очень эффективный мета-ассемблер, работающий в двух фазах. В фазе определения ( DEFINITION PHASE ), которая предшествует фазе ассемблирования ( ASSEMBLY PHASE ), пользователь определяет символы для форматов, символы для констант и ставит в соответствие им определенный двоичный код, далее определяет длину микроинструкций (слов), используемых в фазе ассемблирования.



Длина слова может быть от 1 до 128 разрядов, что подходит для большинства реальных микропрограммных машин. В нашем случае длина микроинструкции равна 90 разрядам. У пользователя имеется возможность определить собственный ассемблер для собственной архитектуры машины. Результаты фазы определения можно повторно использовать для других микропрограмм в фазе ассемблирования, которая практически идентична работе обычных ассемблеров. В этой фазе вводится символическая программа и генерируется двоичный код, различные листинги и перекрестные ссылки. В отличие от стандартного ассемблера АМДАСМ вырабатывает кроме того файл, содержащий информацию о так называемых входных точках микропрограммы ( ENTRY POINTS FOR MAPPING PROM ), которые возможно декларировать в фазе ассемблирования. Запись микропрограммы на языке АМДАСМ очень наглядна, при этом входные файлы компилятора АМДАСМ служат хорошей документацией разрабатываемых микропрограмм. Входные и выходные файлы компилятора АМДАСМ, так же, как и файлы для других компонентов программного обеспечения, хранятся во внешних устройствах хост-компьютера ЭВМ СМ4 как стандартные дисковые файлы в виде, удобном для редактирования или просмотра текстовых наборов стандартными программными средствами операционной системы хост-компьютера (ЭВМ СМ4).

Для программирования процессора на машинном уровне в программном обеспечении имеется кросс-ассемблер, компоновщик и загрузчик.

Кросс-ассемблер для процессора типа RISC - это двухпроходный транслятор, работающий с таблицами, которые помещены на дисковом файле. Дисковый файл содержит таблицу машинных операций, которая определяет для каждой инструкции символическую мнемонику, двоичный машинный код, тип инструкции, длину расположения полей в инструкции. Сначала кросс-ассемблер читает этот дисковый файл. Преимущество этого подхода - возможность делать простым способом изменения форматов и кодов инструкций, добавлять пользовательские инструкции на уровне машины, что очень удобно, так как процессор микропрограммируется пользователем. Требуемые изменения касаются только набора таблиц, а не кросс-ассемблера. Эта система позволяет определение любого ассемблера при использовании определенных типов полей в формате инструкции. При необходимости добавить новые типы полей в формате инструкции надо добавить в кросс-ассемблер модули для их трансляции. Для работы с таблицами машинных операций и форматов инструкций была разработана программа, работающая в интерактивном режиме, позволяющая пользователю определять мнемонику, делать изменения и расширять таблицы команд.

Механизм компонования отдельно транслированных программных модулей реализован следующим образом: в каждом модуле есть возможность

определять входные точки программы, которым может быть передано управление из других модулей. В каждом модуле можно также ссылаться на определенные точки в других модулях. Любой программный модуль имеет доступ к данным в так называемой нулевой странице оперативной памяти ( ZERO PAGE ).

Кросс-ассемблер передает компоновщику информацию об определенных входных точках модуля и информацию о точках, на которые есть ссылки в данном модуле. На основе этих данных и сведений о длинах объединяемых модулей компоновщик организует ссылки между модулями. Результат работы компоновщика - двоичный файл программы вместе с информацией о перемещении.

Загрузчик определяет ячейки программы, зависящие от перемещения и загружает оперативную память процессора двоичным файлом программы. Кросс-ассемблер, компоновщик и загрузчик написаны на языке Фортран 77.

Программное обеспечение работы вычислительной системы с хост-компьютером обеспечивает ряд функций, связанных с началом работы специализированного процессора, отладкой микропрограмм, отладкой программ, обменом данными между специализированным процессором и прерыванием работы специализированного процессора хост-компьютером и наоборот.

Перед началом работы (после включения питания) специализированного процессора хост-компьютер загружает микропрограммную память микропрограммами, оперативную память - машинными инструкциями. Независимо от работы специализированного процессора хост-компьютер имеет возможность читать/писать любые данные из/в оперативной памяти специализированной системы. Программное обеспечение работы вычислительной системы с хост-компьютером обеспечивает эффективными средствами процессы отладки микропрограмм и отладки программ на уровне машины. Оно позволяет пользователю загружать любой разряд в микропрограммную память, в память входных точек микропрограмм ( MAPPING PROM ), начинать выполнение программы с заданного адреса, писать входные данные отлаживаемых машинных инструкций в оперативную память, читать результаты из оперативной памяти после выполнения машинных операций и т.д.

Программное обеспечение работы вычислительной системы с хост-компьютером написано на языке Фортран 77.

#### Заключение

Описанное программное обеспечение специализированного процессора типа RISC существенно повышает эффективность работы пользователя при программировании процессора. Пользователь получает эффективные средства для создания и отладки микропрограмм, а также программ на

языке ассемблера и для обмена данными между специализированным процессором и хост-компьютером. В плане развития программного обеспечения предлагается создать кросс-компилятор языка высокого уровня.

Авторы выражают благодарность М.Семану, Л.Шандору и В.М.Котову за поддержку работы и полезные советы.

#### Литература

1. Антюхов В.Л. и др. ОИЯИ, Р13-84-562, Дубна, 1984.
2. Бан Я., Семан М. ОИЯИ, Р11-86-483, Дубна, 1986.
3. AMDASM - Language Reference Manual, AMD, USA, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел  
15 июля 1986 года.

Бан Я., Коллар Я., Харчаруфкова К. Р11-86-484  
Программное обеспечение специализированного процессора  
типа RISC

Для сбора, контроля и экспресс-анализа данных, поступающих с электронных экспериментов в физике высоких энергий на спектрометрическом комплексе "Гиперон", была разработана микропрограммируемая пользователем быстрая КАМАК-ориентированная вычислительная система с RISC-архитектурой процесса. Работа содержит описание программного обеспечения системы.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод авторов

Ban J., Kollar J., Harcarufkova K. P11-86-484  
Software of RISC Architecture  
Specialized Processor

Fast, user microprogrammable, CAMAC oriented computer system with the RISC architecture of the central processor unit has been designed for the data acquisition system for high energy physics experiments on the "Hyperon" spectrometer. Software of the computer system is described.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986