

Дубовицкий Яков Владимирович

студент

ФГБОУ ВПО «Хакасский государственный

университет им. Н.Ф. Катанова»

г. Абакан, Республика Хакасия

ТРОИЧНАЯ ЭВМ «СЕТУНЬ»

Аннотация: симметричная троичная система счисления обладает определёнными преимуществами перед двоичной при использовании в ЭВМ. Однако в мире повсеместно используется именно последняя. Данная статья посвящена троичным вычислительным устройствам.

Ключевые слова: система счисления, троичный код, Сетунь, интерпретирующие системы, ПОЛИЗ, трит, трайт, стек, метод Дейкстры.

Мало кто знает, что 1-й в мире компьютер, работающий в троичном коде, был разработан в нашей стране. Троичная ЭВМ «Сетунь» была разработана, смонтирована и введена в эксплуатацию за короткое время (1956–1958) силами небольшого (8 выпускников МЭИ и МГУ, 12 техников и лаборантов) коллектива в вычислительном центре МГУ [1]. Используя всего 24 одноадресные команды, «Сетунь» имела индекс-регистр, значение которого можно как прибавлять, так и вычитать при модификации адреса, предоставляла возможность вычислений с плавающей и фиксированной запятой, проводила операцию сложения с произведением, оптимизирующую вычисление полиномов, операцию поразрядного умножения и три команды условного перехода по знаку результата. Уже в 1959 г. машина оснастили собственной системой программирования и набором прикладных программ, а в следующем году она прошла междуведомственные испытания. После успешного прохождения этих тестов «Сетунь» признали первым действующим образцом универсальной троичной ЭВМ на безламповых элементах, которой были свойственны «высокая производительность, достаточная надёжность, малые габариты и простота технического обслуживания». По рекомендации Междуведомственной комиссии Совет Министров СССР постановил

начать серийное производство на Казанском заводе математических машин. Но почему-то троичный компьютер пришелся не по нраву чиновникам радиоэлектронного ведомства: они не обеспечили разработку серийного образца машины. После же того как он все-таки был осуществлен с использованием конструктивов выпускавшейся на том заводе ЭВМ М-20, не содействовали наращиванию выпуска в соответствии с растущим числом заказов, в том числе и из-за рубежа, а наоборот, жестко ограничивали выпуск, отклоняя заказы, и в 1965 г. полностью прекратили. Интересно, что к производству «Сетуни» проявили интерес в ЧССР, там даже планировали ее крупносерийное производство, но проект отклонили советские чиновники.

Существенно то, что электромагнитные элементы «Сетуни» позволили осуществить пороговую реализацию трехзначной логики на редкость экономно, естественно и надежно. Опытный образец ЭВМ за 17 лет эксплуатации в ВЦ МГУ, после замены на первом году трех элементов с дефектными деталями, не потребовал никакого ремонта внутренних устройств и был уничтожен в состоянии полной работоспособности. Серийные образцы устойчиво функционировали в различных климатических зонах по всему СССР при отсутствии какого-либо сервиса и запчастей. К сожалению, из-за давления бюрократии удалось выпустить только 46 этих необычных ЭВМ.

Благодаря простой и естественной архитектуре, а также рационально построенной системе программирования, включающей интерпретирующие системы, такие как: ИП-2 (плавающая запятая, 8 десятичных знаков), ИП-3 (плавающая запятая, 6 десятичных знаков), ИП-4 (комплексные числа, 8 десятичных знаков), ИП-5 (плавающая запятая, 12 десятичных знаков), автокод ПОЛИЗ (польская инверсная запись) с операционной системой и библиотекой стандартных подпрограмм (плавающая запятая, 6 десятичных знаков), машины «Сетунь» успешно осваивались пользователями в вузах, на промышленных предприятиях и в НИИ, оказываясь эффективным средством решения практически значимых задач в самых различных областях, от научно-исследовательского моделирования и конструкторских расчетов до прогноза погоды и оптимизации управления

предприятием [2, с. 242]. На семинарах пользователей вычислительных машин «Сетунь», проведенных в МГУ (1965), на Людиновском тепловозостроительном заводе (1968), в Иркутском политехническом институте (1969) были представлены десятки сообщений о результативных народнохозяйственных применениях этих компьютеров. «Сетунь», благодаря естественности троичного симметричного кода, идеально зарекомендовала себя, например, как техническое основа обучения вычислительной математике более чем в трёх десятках вузах.

Вычислительная машина «Сетунь» может быть охарактеризована как одноадресная, последовательного действия, с 9-тритным кодом команды, 18-тритными регистрами сумматора S и множителя R , 5-тритными индекс-регистром модификации адреса F и счетчиком-указателем выполняемых команд C , а также однобитным указателем знака результата?, управляющим условными переходами.

Оперативная память – 162 9-тритных ячейки – разделена на 3 страницы по 54 ячейки для постраничного обмена с основной памятью – магнитным барабаном емкостью 36 либо 72 страницы. Считывание и запись в оперативную память возможны 18-тритными и 9-тритными словами, причем 9-тритное слово соответствует старшей половине 18-тритного в регистрах S и R . Содержимое этих регистров интерпретируется как число с фиксированной после второго из старших разрядов запятой, т. е. по модулю оно меньше 4,5. При вычислениях с плавающей запятой мантисса M нормализованного числа удовлетворяет условию $0,5 < |M| < 1,5$, а порядок представлен отдельным 5-тритным словом, интерпретируемым как целое со знаком.

Страничная двухступенная структура памяти с пословной адресацией в пределах трех страниц ОЗУ, обходящейся 5-тритными адресами и соответственно 9-тритными командами, обусловила необыкновенную компактность программ и вместе с тем высокое быстродействие машины, несмотря на то, что в интерпретирующих системах магнитный барабан функционирует как оперативная память.

В 1967–1969 гг. на основе опыта создания и практических применений ЭВМ «Сетунь» была разработана усовершенствованная троичная цифровая машина

«Сетунь 70», опытный образец которой вступил в строй в апреле 1970 г. Это была вычислительная машина нетрадиционной двухстековой архитектуры, ориентированной на обеспечение благоприятных условий дальнейшего развития ее возможностей методом интерпретирующих систем [3, с. 164].

Принятие арифметического стека (стека 18-тритных операндов) обусловлено использованием в качестве машинного языка так называемой польской инверсной записи программ (ПОЛИЗ), положительно зарекомендовавшей себя в одноименном интерпретаторе на «Сетуни». ПОЛИЗ-программа состоит не из команд той или иной адресности, а является последовательностью коротких слов – 6-тритных трайтов (троичных байтов). Как элемент программы трайт может быть либо адресным, либо операционным. Адресный трайт либо используется в качестве операнда предшествующим операционным, либо воспринимается как предписание заслать в стек операндов из оперативной памяти адресуемое слово от одного до трех трайтов. В оперативной памяти всего 9 страниц по 81 трайту, причем открыты для доступа в данный момент три страницы, номера которых указаны в так называемых «регистрах приписки».

Операционный трайт указывает операции, а вернее процедуры, выполняемые над стеком операндов, а также над регистрами процессора. Всего предусмотрена 81 операция – 27 основных, 27 служебных и 27 программируемых пользователем.

Второй (системный) стек, содержащий адреса возврата при обработке прерываний и при выполнении вложенных подпрограмм, позволил успешно реализовать на «Сетуни 70» идею структурированного программирования Э. Дейкстры, введя операции вызова подпрограммы, вызова по условию и циклического выполнения подпрограмм. Осуществление процедурного структурированного программирования на практике подтвердило заявленные Дейкстрой преимущества его метода: трудоемкость создания программ сократилась в 5–7 раз, благодаря исключению традиционной отладки тестированием на конкретных примерах, причем программы обрели надлежащую надежность, упорядоченность, понятность и модифицируемость.

К сожалению, уже упомянутые бюрократические институты не дали запустить «Сетунь 70» в серийное производство. В целом, проект «Сетунь» доказал, что можно успешно создать и эксплуатировать троичную ЭВМ. Сам факт, что такая сложная задача оказалось по силам небольшому коллективу, говорит о благодатности троичной симметричной системы счисления для использования в кодировании. Более того, хотя в компьютерах «Сетунь» и было некое, по сравнению с двоичными, усложнение элементов памяти и элементарных операций, но сама троичная архитектура стала проще и надежней. В настоящее время идут разработки троичного оптического компьютера. Можно сказать, это будет «Сетунь» на новой элементной основе.

Список литературы

1. Стахов А.П. Троичный принцип Брусенцова, система счисления Бергмана и «золотая» троичная зеркально-симметричная арифметика // Академия Тринитаризма. – М.: Эл. №77–6567, публ. 12355, 15.08.2005.

2. Брусенцов Н.П. Электромагнитные цифровые устройства с однопроводной передачей трехзначных сигналов // Магнитные элементы автоматики и вычислительной техники: XIV Всесоюзное совещание (Москва, сентябрь 1972 г.). – М.: Наука, 1972. – С. 242–244.

3. Брусенцов Н.П. Диаграммы Льюиса Кэррола и аристотелева силлогистика // Вычислительная техника и вопросы кибернетики. – 1976. – Вып. 13. – С. 164–182.

4. Брусенцов Н.П. Троичные ЭВМ «Сетунь» и «Сетунь 70» / Н.П. Брусенцов, Рамиль Альварес Хосе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.computer-museum.ru/histussr/setun_b.htm