



Math-Net.Ru

All Russian mathematical portal

V. L. Arlazarov, A. S. Kronrod, V. A. Kronrod, A
new type of electron computer,
Dokl. Akad. Nauk SSSR, 1966, Volume 171,
Number 2, 299–301

<https://www.mathnet.ru/eng/dan32687>

Use of the all-Russian mathematical portal Math-Net.Ru implies that
you have read and agreed to these terms of use
<https://www.mathnet.ru/eng/agreement>

Download details:

IP: 18.97.9.175

May 20, 2025, 10:27:29



В. Л. АРЛАЗАРОВ, А. С. КРОНРОД, В. А. КРОНРОД

О НОВОМ ТИПЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

(Представлено академиком М. В. Келдышем 16 VIII 1966)

1^о. Несоответствие между временем обращения к памяти и временем выполнения операций в ЭВМ. В существующих конструкциях ЭВМ не делается различия между ячейками, хранящими числа, и ячейками, содержащими команды. Важная идея Джона фон-Неймана как раз и состояла в том, чтобы над командами машина оперировала точно так, как над числами. В настоящее время медленное чтение слов из памяти (не менее 10^{-6} сек. для лучших образцов ферритной памяти) сдерживает скорость работы машины, так как современные транзисторы позволяют производить операции в несколько раз скорее. Применение же каскадного принципа Н. И. Бессонова может ускорить в 5—10 раз выполнение арифметических действий.

Применение сверхбыстрой памяти на активных элементах для хранения только что использованных операндов (числа, логические слова) улучшает дело, но теперь техническую скорость машины начинает определять время чтения программы.

2^о. При большом числе индекс-регистров (ИР) не нужна переадресация команд. Опыт работы на машине БЭСМ-6, где есть 15_{10} ИРов, показал, что действия над командами в такой машине практически не нужны. В. А. Кронродом и В. Л. Арлазаровым составлена для БЭСМ-6 библиотека Б-65, не содержащая ни одной переадресации и ни одного формирования команд, хотя авторы Б-65 вовсе не ставили себе целью избегать переадресаций, а лишь заботились о скорости работы программ и экономии памяти.

3^о. Разделение памяти. Теперь ясен один из возможных путей серьезного увеличения скорости ЭВМ — для хранения программы надо создать отдельную память, допускающую быстрое считывание, причем можно допустить сравнительно медленную запись. Кроме того, останется, конечно, обычная активная память для хранения чисел и изменяемых слов.

4^о. Разрядность памяти. Разделение памяти на «числовую» (активную) и «программную» (полуактивную) позволяет иметь разную разрядность ячеек в этих блоках. Для вычислительных задач «числовая» ячейка может содержать, например, 45 разрядов (1 разряд — знак, 8 разрядов — порядок, 36 — мантисса) или даже 42 разряда (33 разряда в мантиссе).

Для невычислительных задач желательно иметь побольше разрядов, например 66 или даже 72. Однако и здесь можно пойти на сокращение, скажем, до 33 разрядов, если это будет оправдано экономически. При длинной ячейке активной памяти для плавающих чисел можно спокойно использовать лишь часть разрядов, от этого сократится объем оборудования и ускорятся плавающие действия. Объем активной памяти желателен в $2^{15} = 32\,768$ ячеек, но допустимы и меньшие объемы. Для программной памяти также хорошо иметь 2^{15} ячеек. Желательное число индекс-регистров $63_{10} = 77_8$.

По адресности возможны 5 основных вариантов:

А. Одноадресные машины. 15—18 разрядов на адрес, 6— на ИР, 7—8 на код операции, итого 28—32 разряда. Если считывание из памяти идет практически без времени, запись двух команд в ячейку не помогает.

В. Полутораадресные машины с коротким дополнительным адресом. Если ячеек на активных элементах 63_{10} , то короткий адрес естественно сделать 6-разрядным. 1 разряд пойдет на указание того, I или II адрес в данной команде короткий, еще 3—6 разрядов на ИР для короткого адреса. Итого получается 38—45 разрядов.

С. Двухадресные машины. На каждый адрес пойдет 15—18 разрядов и на указание ИРа еще 6. Всего получается 49—56 разрядов.

Д. $2\frac{1}{2}$ -адресные машины. Добавляется 6-разрядный короткий адрес и 3—6 разрядов на указание ИРа к нему. Еще 2 разряда нужны, чтобы указать, какой адрес — короткий. Всего имеем 60—70 разрядов.

Е. Трехадресные машины. При тех же объемах памяти нужно 45—54 разряда на адреса, 18 разрядов на ИРы и, например, 9 разрядов на код (в 3-адресной машине полезно иметь набор операций побогаче). Всего выходит 72—81 разряд. При этом, поскольку команды квазистационарны, действий с ними делать не придется, и оборудование АУ и УУ не возрастает.

5⁰. Выбор адресности машины. Опыт работы математиков как у нас, так и за рубежом, показал, что больше половины времени идет не на счет, а на отладку программ. Более того, если в целях экономии времени на отладку начинают упрощать программу, такое упрощение обходится зачастую в увеличение времени счета в 10, 100 и более раз. Потому при выборе адресности машины в первую очередь надо прислушаться к мнению потребителя-математика.

Авторы работали на одно- (БЭСМ-6), двух- (Минск) и трех- (М-2, М-20, БЭСМ-3м) адресных машинах. Оказалось, что трехадресные машины заметно экономят силы и время математика. Общая производительность системы человек — машина резко повышается. Поэтому авторы настоятельно высказываются за переход (возврат) к трехадресным машинам. Кстати, в этом случае система программирования в содержательных обозначениях А. Л. Брудно снимает целый ряд проблем, связанных с трансляторами, а это чувствительно ускоряет ввод в эксплуатацию новых моделей машин. Для 1— $2\frac{1}{2}$ -адресных машин упомянутая система тоже годится, но привычное почти «староматематическое» написание содержательной части трансформируется в невыгодную сторону, программирование утяжеляется, а в результате теряются время и деньги.

6⁰. Быстрые ячейки. В машинах рассматриваемого типа необходимо выделить как минимум 7, а много лучше $77_8 = 63_{10}$ «числовых» ячеек на активных элементах, иначе не будут реализованы возможности машины.

Заметим, что при наличии быстрых ячеек полностью теряется преимущество в скорости одноадресных машин по сравнению с трехадресными, связанное с уменьшением числа промежуточных записей.

7⁰. Различные замечания.

1. Ячейки для команд могут иметь те же номера, что и ячейки для чисел. Однако, если разрядность команды позволяет, лучше иметь эти номера разными — среди команд можно тогда держать логические константы, да и постоянные числа.

2. Все регистры машины, включая ИРы, должны получить адреса. Польза этого несложного мероприятия убедительно подтверждена двухлетним опытом эксплуатации таким образом переделанной машины М-20 в Институте теоретической и экспериментальной физики.

3. Система команд наших серийных машин * устарела. Следует обсудить ее в печатной дискуссии, в которой авторы охотно примут участие.

* По крайней мере 3-адресной.

4. В число команд обязательно должны быть включены все элементарные машинные операции типа передачи из регистра в регистр, логического сложения (умножения) без выхода в ферритную память и т. д. Это даст возможность прямо программировать новые машинные операции без перестройки машины. Коммутатор Н. И. Бессонова должен быть в каждой большой машине — небольшая добавка оборудования окупается быстротой сдвигов, ускорением сложения и облегчением сложных логических операций.

5. Ячейкам на активных элементах надо придать малые номера. Тогда в одной ячейке-команде можно будет записать несколько элементарных машинных операций. Для машины с быстрой программной памятью, это, правда, почти не сэкономит времени, но зато выиграется место. Для машины с обычной памятью выигрывается и время.

6. Во всех машинах следует предусмотреть команду ФА⁽¹⁾. Опыт показал, что программирование от этого сильно упрощается и ускоряется.

7. Число «минус ноль» должно: а) не выдаваться как результат плавающих действий; б) служить стоп-командой; в) давать Авест при попытке совершить с этим числом какое-либо арифметическое действие.

8. Выполнение сказанного в п. 4 при наличии быстрой памяти для команд заменяет микропрограммирование. Если почему-нибудь создание полуактивной памяти натолкнется на серьезные трудности (паяная память годится только для библиотеки), микропрограммированием придется заняться всерьез. Дело в том, что невычислительные задачи (игровые, логические, задачи узнавания и т. д.) быстро становятся наиболее важным из всего, что делается на ЭВМ.

А именно в этих задачах, как показали предварительные исследования, микропрограммирование при наличии хотя бы десятка быстрых регистров даст выигрыш в скорости в 8—10 и больше раз.

Институт теоретической
и экспериментальной физики

Поступило
18 VI 1966

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Г. М. Адельсон-Вельский, А. Л. Брудно и др., ДАН, 154, № 3 (1964).