

Ю.В. УШАКОВ

ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ МАШИНЫ «СЕТУНЬ»

Вычислительная машина «Сетунь» [1] эксплуатируется на кафедре «Строительная механика» Московского института инженеров железнодорожного транспорта с 1964 г. В течение 1965–1968 гг., при 1,5-сменном режиме, машина наработала 14900 час, причем коэффициент полезного времени составил в среднем 92%. Важными достоинствами машины являются высокая устойчивость в работе и простота обслуживания. За все время эксплуатации ее обслуживали два человека – инженер и лаборант.

За указанное время на машине решено большое количество научных и инженерных задач по строительной механике, расчету мостовых конструкций, теоретической механике и другим дисциплинам.

Кроме этого, начиная с 1965 г. машиной пользовались группы студентов 3, 4, 5-го курсов при выполнении домашних заданий, курсовых и дипломных проектов. В 1966/67 учебном году на машине работало 360 студентов, а в 1967/68 году их количество возросло до 710.

Зонная структура памяти машины оказалась очень удобной для решения задач матричной алгебры, составляющих основную массу задач по тематике кафедры. Однако для ряда задач емкость памяти была недостаточной.

Основная память машины «Сетунь» реализована на магнитном барабане (МБ) емкостью 36 зон по 54 девятиразрядных троичных слова. Оперативная память (куб) на магнитных сердечниках состоит из трех таких же зон. Обмен информацией между кубом и МБ производится полными зонами.

При решении задач на машине применяются интерпретирующие системы, которые занимают на магнитном барабане значительное число зон. Например, интерпретирующая система ИП-2 [2] со стандартными подпрограммами и программами перевода чисел занимает 14 зон, что составляет 39% от объема памяти машины. Интерпретирующая система ИП-Т [3] занимает 14 зон, а с библиотекой подпрограмм, выполняющих операции с матрицами, – 19 зон, что составляет более 50% памяти машины.

Было принято решение освободить МБ от интерпретирующих программ и «защитить» их в долговременное запоминающее устройство ДЗУ. Для «зашивки» в ДЗУ была разработана специальная интерпретирующая система ИП-Д, в которую дополнительно к подпрограммам, имеющимся в ИП-2, включен широкий набор подпрограмм, выполняющих операции с матрицами. В системе ИП-Д применено более компактное по сравнению с ИП-2 и ИП-Т размещение чисел, позволяющее записать в каждую зону 18 чисел вместо 13.

Операция обращения к ДЗУ построена по образцу операции считывания с МБ. В качестве кода этой операции принята комбинация 40, не используемая в серийных машинах «Сетунь». Структура команды обращения к ДЗУ в точности идентична структуре команды считывания с МБ. Первый разряд адресной части команды является номером зоны куба, в которую учитывается содержание зоны ДЗУ. Номер считываемой зоны ДЗУ содержится в четырех

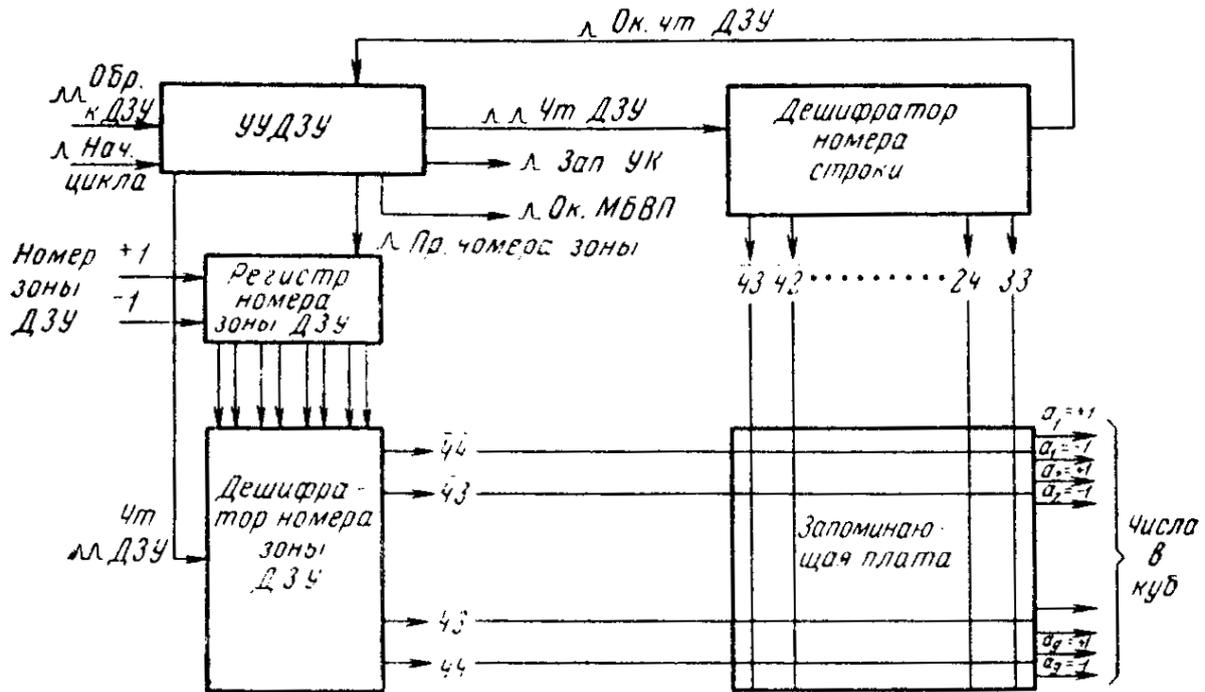


Рис. 1

младших разрядах адресной части команды. Таким образом, максимально допускаемое число зон ДЗУ равно 81.

По условиям работы интерпретирующей системы ИП-Д зона ДЗУ была выбрана состоящей из 43 девятиразрядных слов. При считывании такой зоны из ДЗУ в зону куба, которая состоит из 54 слов, содержимое последних 11 слов зоны куба сохраняется. В этих словах находятся рабочие ячейки u и v интерпретирующей программы, адреса зоны и ячейки рабочей программы и некоторые другие данные, необходимые для работы ИП-Д.

Устройство ДЗУ состоит из следующих основных узлов (см. блок-схему на рис. 1):

1. Устройство управления ДЗУ (УУДЗУ).
2. Регистр адреса зоны ДЗУ.
3. Дешифратор адреса зоны ДЗУ.
4. Дешифратор строки ДЗУ.
5. Запоминающая плата.

Устройство управления ДЗУ осуществляет связь ДЗУ с устройством управления машины. При поступлении в УУДЗУ из устройства управления машины сигнала « $_/_/_/_$ операция обращения к ДЗУ» и импульса « $_/_/_/_$ начало цикла» УУДЗУ вырабатывает следующие управляющие сигналы:

1. Импульс приема кода в регистр номера зоны ДЗУ.
2. Серию из 43 импульсов чтения ДЗУ с интервалом в 9 тактов в дешифратор зон и дешифратор строк.
3. Импульсы записи в блок управления кубом (УК).
4. Импульс окончания работы ДЗУ в схему МБВП устройства управления машины.

Регистр номера зоны ДЗУ принимает поступающий из устройства управления машины номер зоны ДЗУ и хранит его до поступления нового номера зоны при очередном обращении к ДЗУ.

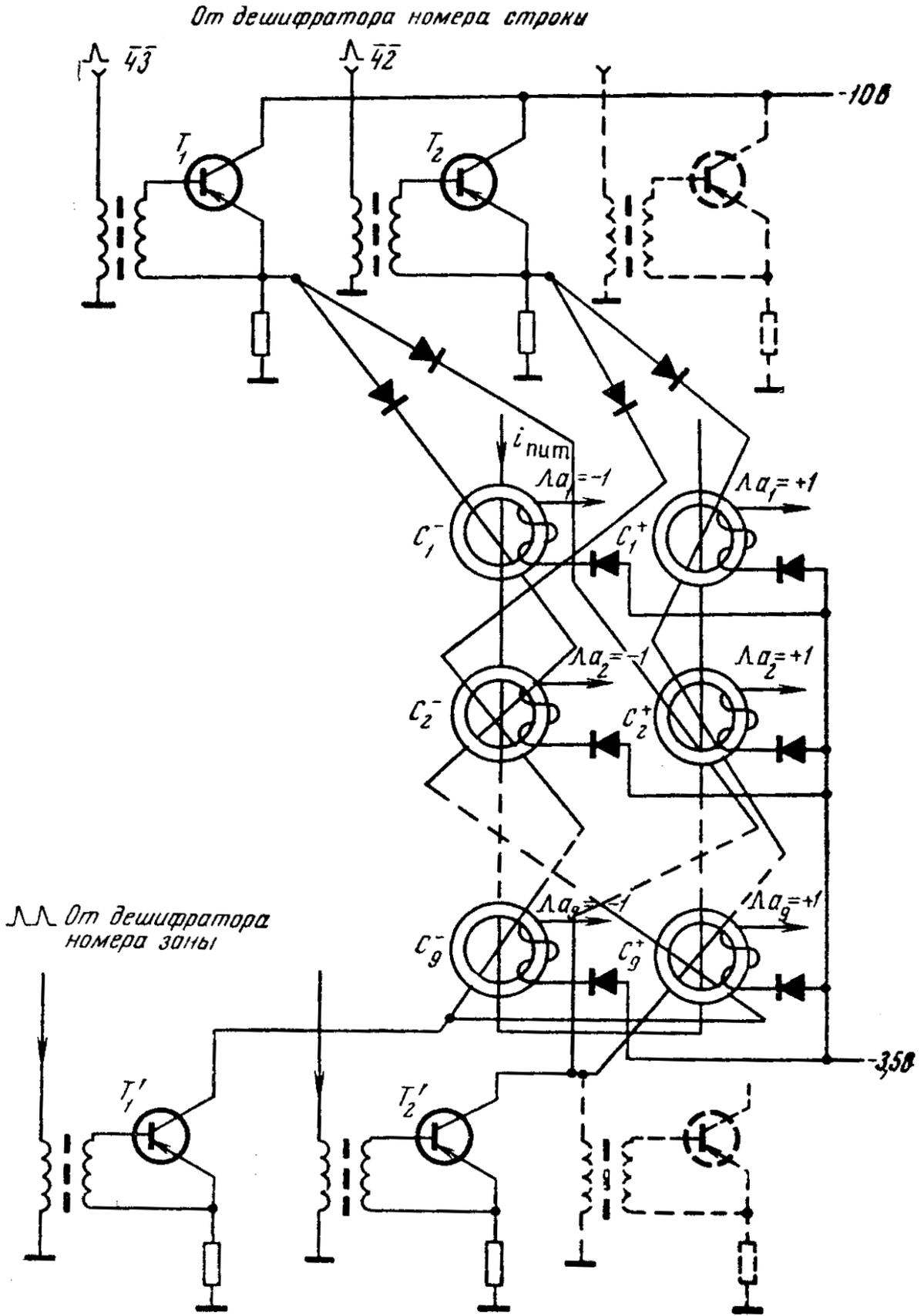


Рис. 2

Дешифратор номера зоны ДЗУ расшифровывает хранящийся в регистре номера зоны ДЗУ код и в зависимости от этого кода выдает по одному из каналов выбора зоны ДЗУ серию из 43 импульсов. Конструкция дешифратора рассчитана на 80 зон, из которых в действующем варианте ДЗУ осуществлено 48.

Дешифратор строк ДЗУ распределяет импульсы серии 43 в каналы считывания строк 43, 42, ..., 33 по одному импульсу в каждый канал. После выхода импульса в канал строки 33 в УУДЗУ посылается импульс окончания чтения ДЗУ.

Схема, поясняющая работу запоминающих элементов ДЗУ, изображена на рис. 2. Запоминающий элемент выполнен на основе типовой ячейки, применяемой в логических схемах машины «Сетунь». В ячейке используется два кольцевых сердечника из феррита К-272 с размерами 4×2 , $5 \times 0,9$ мм. Параметры цепей выхода и питания ячейки сохранены неизменными. Управление по входу, в отличие от типовой ячейки, осуществляется одновитковыми обмотками, которые образуются в результате прошивки ряда из 9 ячеек проводом выбора данной строки ДЗУ. При запоминании цифры 1 провод прошивает сердечник C^+ ячейки соответствующего разряда. При запоминании цифры -1 провод прошивает сердечник C^- той же ячейки, а при запоминании цифры 0 прошивка не производится. Ряд из 9 ячеек (18 сердечников) позволяет «записать» 86 слов, т. е. 2 зоны ДЗУ.

Выборка нужного слова производится возбуждением соответствующего этому слову прошивающего провода. Провод выбирается одновременной подачей импульсов от дешифратора номера зоны на вход транзистора T_1' и импульса, указывающего номера строки, на вход одного из транзисторов T_1, T_2, \dots, T_{43} , определяющих выбор строк. Сердечники, прошитые выбранным проводом, перемагничиваются под действием возникающего в этом проводе импульса тока в состояние, противоположное установленному током питания. Затем импульс тока питания перемагничивает эти сердечники в исходное состояние, причем на выходах ячеек возникают импульсы тока стандартной для устройств машины «Сетунь» амплитуды и длительности. Эти импульсы без дополнительного усиления подаются непосредственно на входы ячеек РГ, осуществляющих запись слова в куб машины.

Устройство управления ДЗУ, регистр адреса зоны, дешифратор зоны и строки выполнены полностью на стандартных ячейках типа «Сетунь». Для изготовления ДЗУ на 48 зон требуется 198 ячеек, 91 триод типа П-605, 2064 диода типа Д-12, 432 запоминающих сердечника.

Считывание одной зоны из ДЗУ в оперативную память происходит за 1935 мксек, а среднее время считывания одной зоны с барабана в оперативную память составляет 7500 мксек. Таким образом, время считывания рабочих подпрограмм уменьшилось более чем в 3 раза.

В качестве примера, характеризующего увеличение скорости вычислений, обусловленное введением ДЗУ и новой интерпретирующей системы, в таблице приведены сравнительные данные по затратам машинного времени на получение обратных матриц различных порядков.

Из таблицы видно, что при использовании ДЗУ время на получение обратной матрицы уменьшилось в несколько раз. Чем выше порядок матрицы, тем больше выигрыш времени. Так, например, для матриц 6-го и 13-го порядков время на вычисления уменьшается соответственно в 11 и 17 раз.

Таблица

Время, затрачиваемое на обращение матриц

Порядок матрицы	затрата времени (в секундах)	
	серийная машина с ИП-Т	машина с ДЗУ в системе ИП-Д
6	40	3,5
13	385	22
18	—	50

Введение ДЗУ вместе с использованием компактной записи чисел, при которой в каждой зоне размещается 18 чисел, вместо 13, размещаемых при работе в ИП-2, позволило эффективно решать задачи с матрицами до 18-го порядка. Скорость выполнения вычислений, не связанных с использованием матричных подпрограмм, увеличилась приблизительно в 2 раза. Память машины, не занятая интерпретирующими программами, увеличилась в 2,2 раза. Кроме того, упростилось программирование и сократился объем рабочих программ приблизительно в 3 раза. С учетом сокращения рабочих программ и компактного размещения чисел в зонах общий объем числовой информации, которую можно поместить в память машины, увеличился более чем в 3 раза.

Включение в состав машины «Сетунь» ДЗУ позволило ценой незначительных затрат получить значительное увеличение производительности машины и расширить класс решаемых на ней задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брусенцов Н.П., Маслов С.П., Розин В.П., Тишулина А.М. Малая цифровая вычислительная машина «Сетунь». Изд-во МГУ, 1965.
2. Жоголев Е.А. Интерпретирующая система ИП-2. В серии «Математическое обслуживание машины «Сетунь» вып. 19, Изд-во МГУ, 1967.
3. Петров В.П. Программирование для электронной машины «Сетунь» и трехадресная интерпретирующая система с библиотекой матричных программ. Изд-во Моск. ин-та инж. транспорта. 1967.