

О ЗАНЕСЕНИИ ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ В МНОГОПУЛЬТОВУЮ ЦВМ ДЛЯ ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТОВ

В. Д. Кожухов

Харьков

В статье «Об одном способе повышения эффективности вычислительной машины для инженерных расчетов»* приведена блок-схема цифровой вычислительной машины для инженерных расчетов с оптимальной ценой эффективного быстрогодействия. Машина является ЦВМ с полным распределением времени и имеет систему автономных пультов вычислителей. Поскольку занесение входной информации в такую ЦВМ должно происходить одновременно с многих пультов, возникает проблема совмещения во времени моментов занесения входной информации. В настоящей статье описывается один из возможных способов практической реализации такой системы. Для краткости и наглядности описание работы всех устройств дается в адресном языке**.

Весь объем буферного запоминающего устройства (БЗУ) разбивается на стандартные «страницы» по количеству пультов вычислителей. Все «страницы» пронумерованы и жестко закреплены за своими пультами. В каждой странице выделено по три служебные ячейки, которые называются ячейками P_k , $[Ark]$ и L_k . При занесении символов входного языка в ЦВМ в ячейке $[Ark]$ хранится адрес той ячейки, куда была произведена последняя запись, а также адрес последней занятой шестерки в этой ячейке (каждый символ входного языка машины представляется шестизначным двоичным кодом).

Числа заносятся по одной цифре (двоичная тетрада), и прежде чем число записывается в ячейку БЗУ, оно формируется в ячейке P_k . В этом случае в $[Ark]$, кроме адреса конца записи, хранится еще и адрес конца записи в ячейке P_k .

Во время выдачи из БЗУ чисел на печать число из ячейки памяти БЗУ вначале переписывается в P_k , а затем по одной цифре печатается печатной машинкой пульта. В $[Ark]$ в этом случае хранится адрес печатаемого числа, адрес печатаемой цифры и адрес конца печати. Ячейка L_k необходима для работы БЗУ с основной по объему памятью машины — накопителем на магнитной ленте (НМЛ).

При записи информации о задаче, решение которой производится без применения операций условного и безусловного переходов, а также формул циклирования (эти задачи имеют приоритет перед всеми остальными), символы входного языка и числа идут вперемешку. В связи с этим для отличия символов от чисел последние пишутся с новой строки, а в 37-й разряд ячейки, куда записано число, заносится единица.

Способ записи информации в НМЛ аналогичен способу записи в БЗУ. Разница заключается в том, что в БЗУ информация пишется параллельно.

* См. сб. «Приборы и системы автоматики», вып. 5. Изд-во ХГУ, Харьков, 1967.

** Е. Л. Ющенко. Адресное программирование. Гостехиздат УССР, Киев, 1963.

ным кодом, а на ленту — последовательным. Перезапись информации из БЗУ на ленту производится «страничками» по мере их заполнения в БЗУ или после прихода с пульта команды «Счет».

БЗУ является устройством, которое совмещает в себе функции буферной памяти, коммутатора пультов и диспетчера очередности. В комплексе с устройством управления вычислительной машины БЗУ управляет работой НМЛ. В машине предусмотрен следующий порядок ввода данных. Вычислитель со своего пульта заносит информацию о задаче в БЗУ, откуда информация по «страницам» переписывается на ленту. После ввода каждый символ печатается печатной машинкой пульта. Кроме того, после заполнения каждой восьмой 37-разрядной ячейки на пульте печатается символ «/» (наклонная палочка), а после перезаписи каждой «страницы» в НМЛ — символ «*». Символы «/» и «*» необходимы при отладке программ.

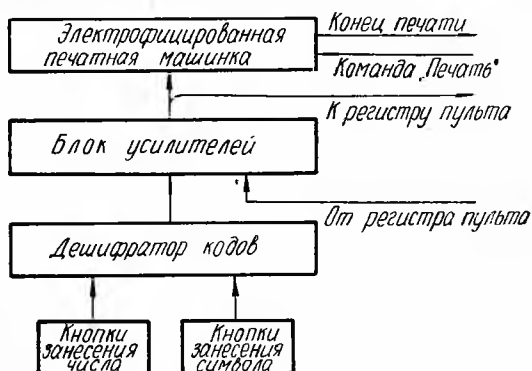


Рис. 1.

БЗУ с одной стороны связано с пультами вычислителей и с НМЛ, а с другой — с ОЗУ машины (рис. 1). Начнем рассматривать работу БЗУ начиная с его связи с пультами вычислителей. Пульт вычислителя содержит (рис. 2) кнопки занесения кода цифр в регистр пульта (РП), кнопки занесения кодов символов в РП, дешифратор кодов и электрифицированную печатную машинку для выдачи информации вычислителю.

Нажатием какой-либо кнопки пульта при условии, что T обслуживания пультов и $T_{сл}k$ (перезаписи в НМЛ содержимого «страницы» k -го пульта) стоят в нуле, заземляются $\bar{T}$ соответствующих триггеров РП (РП гасится автоматически в конце каждого цикла обращения). Затем содержимое РП печатается на пульте вычислителя. По окончании печати срабатывает схема установки в единицу триггера обслуживания пульта.

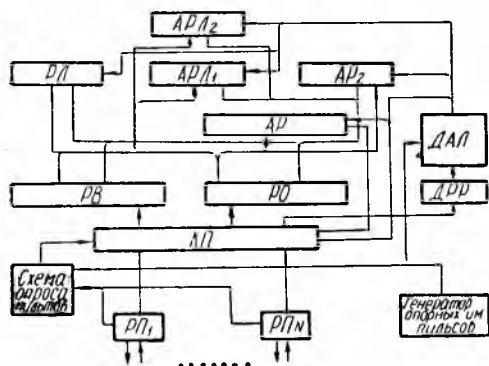


Рис. 2.

Так как пультов вычислителей несколько, может оказаться, что в единичное состояние будет установлено сразу несколько триггеров обращения к БЗУ. Для опрашивания пультов по одному БЗУ имеет схему, с помощью которой поочередно опрашиваются триггера обращения к БЗУ. Если опрашиваемый k -й триггер стоит в единичном состоянии, то схема опроса блокируется и в схему управления БЗУ по k -й шине подается потенциал, по которому БЗУ настраивается на обмен информацией с регистром k -го пульта.

После выбора пульта устанавливается в единицу триггер обращения к БЗУ и код, хранящийся в регистре выбранного пульта, появля-

ется на выходах коммутатора регистров пультов (КП). Выходы коммутатора КП по командам схемы дешифратора алгоритмов (ДАЛ) могут подключаться к входам различных разрядов регистров РО и РВ. Кроме того, выходы коммутатора РП заведены на вход дешифратора рода работ (ДРР), выходы ДРР заведены в ДАЛ. ДРР определяет, какого вида обслуживание должно быть произведено и выдает в ДАЛ потенциал соответствующего алгоритма.

Дешифратор алгоритмов в зависимости от полученного из ДРР потенциала управляет дальнейшей работой БЗУ. Обслуживание может производиться за 6—53 тактовых импульса в соответствии с выполняемыми алгоритмами, адресная запись которых дана ниже.

Обозначим адресный регистр через Ар, Ара — часть адресного регистра, где хранится адрес ячейки, с которой в настоящее время работает БЗУ, Арс — часть адресного регистра, где подсчитывается количество символов, заносимых в одну 37-разрядную ячейку. Арс представляет собой счетчик на шесть, вырабатывающий при переходе из «5» в «0» импульс добавления единицы в Ара. Ара — обычный двоичный счетчик. Арч — часть адресного регистра, в которой подсчитывается количество занесенных в ячейку Рк цифр при вводе чисел в ячейку Рк (по одной в каждой «странице») записываются цифры, заносимые с пульта вычислителя. Здесь они затем формируются в число с разделенными мантисой и порядком. Арк — часть адресного регистра, где хранится адрес последней ячейки «страницы» пульта вычислителя, с которым в настоящее время работает БЗУ. РО — регистр обмена. Сюда читается код из куба БЗУ по команде «Чтение», отсюда по команде «Запись» информация записывается в куб БЗУ. РВ — вспомогательный регистр. РРк — регистр k-го пульта. Ар₂ — адресный регистр, используемый для автономной работы БЗУ с лентой. Если управляющий триггер ТАр₂ стоит в нуле, то куб БЗУ ведет обмен информацией с РО и с ячейкой, номер которой записан в Ар, если в единице, — то куб БЗУ производит обмен информацией с регистром ленты (РЛ). Арк — номер ячейки, с которой начинается «страница» k-го пульта. Арkk — номер ячейки, которой заканчивается «страница» k-го пульта. Lk — номер ячейки, где хранится адрес последнего обращения к ленте. Содержимое Lk делится на две части: в Lks хранится номер зоны ленты, к которой было последнее обращение, в Lkc — номер ячейки «страницы» БЗУ, где записано последнее предназначенное для печати число. Признаком окончания печати массива чисел является 37-й разряд ячейки Lk. Если в 37-м разряде Lk записан «0», значит после окончания вывода на печать содержимого «страницы» пульта вывод результатов вычислений окончен, а если в 37-м разряде Lk записана единица, то после окончания печати содержимого «страницы» в БЗУ необходимо переписать с ленты очередной массив чисел, предназначенных для печати.

Арл — адресный регистр ленты, который делится на две части: Арла и Арлк. В Арла может быть записано содержимое Lks, а в Арлк — номер ячейки, где хранится номер ячейки «страницы» k-го пульта, к которой было последнее обращение.

Алгоритмы занесения символа входного языка (по тактам)

1. $0 \rightarrow \text{Ар}; 0 \rightarrow \text{РО}; 0 \rightarrow \text{РВ}$
2. $|\overline{\text{Ар}k}| \rightarrow \text{Ар}$
3. «Чтение»
4. $0 \rightarrow \text{Ар}$
5. $\text{РО} \rightarrow \text{Ар}$

6. $0 \rightarrow PO$; $'Arc + 1 \rightarrow Arc$
7. «Чтение»
8. $'РПk \rightarrow PO$ по $'Arc$
9. «Запись»
10. $0 \rightarrow PO$
11. $'Ar \rightarrow PO$
12. $0 \rightarrow Ar$
13. $\overline{Ark} \rightarrow Ar$
14. «Запись»
15. $0 \rightarrow Ar$
16. $'PO \rightarrow Ar$
17. $P\{'Ara \neq Ark\} 1 \rightarrow T_{сл}$ («страницы» ленты k -го пульта)
- $T_{сл} = 0$ 18. $0 \rightarrow RP$; $P\{T_{пал} = 0\}$ Запретить выполнение 19-го такта
19. Запуск СОП
20. $\langle \rangle \rightarrow RP$; $0 \rightarrow T_{пал}$
21. «Печатать k »; Запуск СОП
- $T_{сл} = 1$ 33. $P\{T_{нмл} = 0\}$ Запуск СОП
34. $0 \rightarrow Ar$; $0 \rightarrow PO$
35. $Ark \rightarrow Ara$; $0 \rightarrow Ar_2$
36. $'Ara + 1 \rightarrow Ara$; $0 \rightarrow PO$
37. «Чтение»
38. $'Ar_2 + 1 \rightarrow Ar_2$; $1 \rightarrow TAr_2$; $'PO \rightarrow RL$
39. «Запись»
40. $0 \rightarrow TAr_2$; $P\{'Ara = Ark\} Gt = 36$ (возврат генератора тактов к 36-му такту)
41. $0 \rightarrow PO$; $0 \rightarrow AP$
42. $Ark \rightarrow Ara$
43. $'Ara + 1 \rightarrow Ara$
44. «Запись»
45. $P\{'Ara = Ark\} Gt = 43$
46. $\overline{Ark} \rightarrow Ar$; $Ark \rightarrow PO$
47. «Запись»
48. $0 \rightarrow Ar$
49. $Lk \rightarrow Ar$
50. «Чтение»; $0 \rightarrow Arl$
51. $'PO + k \rightarrow Arl$; $\langle * \rangle \rightarrow РПk$
52. $'Arl + 1 \rightarrow Arl$
53. $'Arl \rightarrow PO$
54. «Запись»; $0 \rightarrow T_{сл}$; «печатать k » $1 \rightarrow T_{нмл}$
55. Запуск СОП

Примечания: 1. $T_{пал}$ устанавливается в единицу после отсчета в Ara каждой восьмой ячейки.

2. После заполнения «страницы» пульта входной информацией ее содержимое переписывается в «страницу» ленты, а оттуда в НМЛ. «Страница» ленты представляет собой массив БЗУ, в два раза больший, чем «страница» пульта.

3. При $TAr_2 = 1$ по команде «Чтение» производится чтение в RL содержимого ячейки, номер которой хранится в Ar_2 ; по команде «Запись» производится запись $'RL$ по Ar_2 .

Алгоритмы записи цифры (по тактам)

1. $0 \rightarrow Ar$; $0 \rightarrow PO$; $0 \rightarrow PB$
2. $Rk \rightarrow Ar$
3. «Чтение»
4. $'PO \rightarrow PB$

5. $0 \rightarrow PO; 0 \rightarrow Ap$
6. $\overline{Apk} \rightarrow Ap$
7. «Чтение»
8. $0 \rightarrow Ap$
9. $'PO \rightarrow Ap \quad P \{ 'T_6PP = 0 \}$ Запретить выполнение 10-го такта
10. $'Арч + 1 \rightarrow Арч$
11. $'РПк \rightarrow РВ$ по $'Арч; 0 \rightarrow PO$
12. $'Ар \rightarrow PO$
13. $0 \rightarrow Ap$
14. $\overline{Apk} \rightarrow Ap$
15. «Запись»
16. $0 \rightarrow Ap; 'PB \rightarrow PO$
17. $Pk \rightarrow Ap$
18. «Запись»
19. $0 \rightarrow РПк; \text{Запуск СОП}$

Алгоритм занесения символа «метка» или адреса (по тактам)

1. $0 \rightarrow Ap; 0 \rightarrow PO; 0 \rightarrow PB$
2. $\overline{Apk} \rightarrow Ap$
3. «Чтение»
4. $0 \rightarrow Ap$
5. $'PO \rightarrow Ap$
6. $0 \rightarrow PO; 'Arc + 1 \rightarrow Arc$
7. «Чтение»
8. $'РПк \rightarrow PO$ по $'Arc$
9. «Запись»
10. $0 \rightarrow PO$
11. $'Ар \rightarrow PO$
12. $0 \rightarrow Ap$
13. $\overline{Apk} \rightarrow Ap$
14. «Запись»
15. $0 \rightarrow Ap; 0 \rightarrow PO$
16. $Pk \rightarrow Ap$
17. «Чтение»
18. $1 \rightarrow 1\text{-й разряд } PO$
19. «Запись»
20. $0 \rightarrow РПк; \text{Запуск СОП}$

Примечание. Единица в 1-м разряде Pk говорит о том, что в Pk заносится не число, а метка или адрес.

Алгоритм записи символа «,» и формирования порядка (по тактам)

1. $0 \rightarrow Ap; 0 \rightarrow PO; 0 \rightarrow PB$
2. $Pk \rightarrow Ap$
3. «Чтение»
4. $'PO \rightarrow PB$
5. $0 \rightarrow PO; 0 \rightarrow Ap$
6. $\overline{Apk} \rightarrow Ap$
7. «Чтение»
8. $0 \rightarrow Ap$
9. $'PO \rightarrow Ap$
10. $'Арч + «1» 37\text{-й разряд} \rightarrow 32\text{-й} + 36\text{-й разряды } PB$
11. $0 \rightarrow Ap; 0 \rightarrow PO$

12. $'PB \rightarrow PO; Pk \rightarrow Ap$
13. «Запись»
14. $0 \rightarrow PPK; \text{Запуск СОП}$

Примечание. Единица в 37-м разряде ячейки Pk свидетельствует о том, что на k -м пульте нажималась кнопка «,».

**Алгоритм окончания записи числа, метки или адреса
(символ «;» по тактам)**

1. $0 \rightarrow Ap; 0 \rightarrow PO; 0 \rightarrow PB$
 2. $Pk \rightarrow Ap$
 3. «Чтение»
 4. $'PO \rightarrow PB$
 5. $0 \rightarrow PO; 0 \rightarrow Ap$
 6. $[Apk] \rightarrow Ap$
 7. «Чтение»
 8. $0 \rightarrow Ap$
 9. $'PO \rightarrow Ap$
 10. $P\{ 'T_1 \quad PB = 0 \} \quad 1 \rightarrow T_1$
 $P\{ 'T_{37} \quad PB = 0 \} \quad \text{Запретить выполнение 11-го такта } 1 \rightarrow T_2$
 11. $'Арч + 1 \rightarrow 37\text{-й разряд } PB$
 12. $0 \rightarrow PO; 'Ара + 1 \rightarrow Ара; 0 \rightarrow Арс; 0 \rightarrow Арч$
 13. $'PB \rightarrow PO$
 14. «Запись»
 15. $0 \rightarrow PO$
 16. $'Ар \rightarrow PO$
 17. $[Apk] \rightarrow Ap$
 18. «Запись»
 19. $0 \rightarrow PO; 0 \rightarrow Ap$
 20. $Pk \rightarrow Ap$
 21. «Запись»
 22. $0 \rightarrow Ap$
 23. $[Apk] \rightarrow Ap$
 24. «Чтение»
 25. $0 \rightarrow Ap$
 26. $'PO \rightarrow Ap$
 27. $P\{ 'Ара \neq 'Арк \} \quad 1 \rightarrow T_{сл} \text{ (см. алгоритм занесения символа входного языка)}$
 28. $0 \rightarrow PPK; P\{ 'T_{пал} = 0 \}. \text{ Запретить выполнение 29-го такта}$
 29. Запуск СОП
 30. $\langle / \rangle \rightarrow PPK; 0 \rightarrow T_{пал}$
 31. «Печать k »; Запуск СОП
- $T = 1$
11. Сдвиг $'PB$ вправо по $'Арч; 'Арс + 1 \rightarrow Арс; 0 \rightarrow PO$
 12. «Чтение»
 13. $'PB_1 \rightarrow PO$ по $'Арс$
 14. «Запись»
 15. $'Арс + 1 \rightarrow Арс; 0 \rightarrow PO$
 16. «Чтение»
 17. $'PB_2 \rightarrow PO$ по $'Арс$
 18. «Запись»
 19. $0 \rightarrow PO$
 20. $'Ар \rightarrow PO$
 21. $0 \rightarrow Ap$
 22. $[Apk] \rightarrow Ap$

23. «Запись»
24. $0 \rightarrow \text{Ар}; 0 \rightarrow \text{РО}$
25. $\text{Р}k \rightarrow \text{Ар}$
26. «Запись»
27. $0 \rightarrow \text{Ар}$
28. $[\text{Ар}k] \rightarrow \text{Ар}$
29. «Чтение»
30. $0 \rightarrow \text{Ар}$
31. $\text{'РО} \rightarrow \text{Ар}$
32. $\text{Р} \{ \text{'Ара} \neq \text{'Ар}k \} 1 \rightarrow \text{T}_{\text{сл}}$ (см. алгоритм занесения символа входного языка)
33. $0 \rightarrow \text{РП}k; \text{Р} \{ \text{T}_{\text{пал}} = 0 \}$. Запретить выполнение 34-го такта
34. Запуск СОП
35. $\langle / \rangle \rightarrow \text{РП}k; 0 \rightarrow \text{T}_{\text{пал}}$
36. «Печать k »; Запуск СОП

Примечания: 1. Так как занесение в ячейку $\text{Р}k$ начинается слева направо и номер метки или адреса может быть i -значным, то при $i=1, i=2, \dots, i=j \dots$ номере метки или адреса перед перезаписью всего кода из ячейки $\text{Р}k$ в память машины необходимо содержимое ячейки $\text{Р}k$ сдвинуть на $i - (i - j)$ разрядов вправо.

2. РВ_1 — первые шесть разрядов регистра РВ (слева).
3. РВ_2 — вторые шесть разрядов регистра РВ (слева).

Алгоритм возврата символа (по тактам)

1. $0 \rightarrow \text{Ар}; 0 \rightarrow \text{РО}; 0 \rightarrow \text{РВ}$
2. $[\text{Ар}k] \rightarrow \text{Ар}$
3. «Чтение»
4. $0 \rightarrow \text{Ар}$
5. $\text{'РО} \rightarrow \text{Ар}$
6. $0 \rightarrow \text{РО}$
7. «Чтение»
8. $0 \rightarrow \text{РО} (6) \text{ по 'Арс}$
9. «Запись»
10. $\text{'Арс} - 1 \rightarrow \text{Арс} \quad 0 \rightarrow \text{РО}$
11. $\text{'Ар} \rightarrow \text{РО}$
12. $0 \rightarrow \text{Ар}$
13. $[\text{Ар}k] \rightarrow \text{Ар}$
14. «Запись»
15. $0 \rightarrow \text{РП}k; \text{Запуск СОП}$

Примечание. $\text{РО} (6)$ — шесть каких-либо разрядов регистра РО .

Алгоритм возврата числа (по тактам)

1. $0 \rightarrow \text{Ар}; 0 \rightarrow \text{РО}; 0 \rightarrow \text{РВ}$
2. $\text{Р}k \rightarrow \text{Ар}$
3. «Чтение»
4. $\text{'РО} \rightarrow \text{РВ}; 0 \rightarrow \text{Ар}$
5. $[\text{Ар}k] \rightarrow \text{Ар}; 0 \rightarrow \text{РО}$
6. «Чтение»
7. $0 \rightarrow \text{Ар}$
8. $\text{'РО} \rightarrow \text{Ар}$
9. $0 \rightarrow \text{РО}$
10. $\text{'РВ} \rightarrow \text{РО}$
11. $\text{Р} \{ \text{'РО} \neq 0 \} \quad 1 \rightarrow \text{T}_4$
 $\quad \quad \quad 1 \rightarrow \text{T}_3$
12. $0 \rightarrow \text{РО}; 0 \rightarrow \text{Ар}ч$

13. $Pk \rightarrow Ap$
 14. «Запись»
 15. $0 \rightarrow РПк$; Запуск СОП
 $T_4 = 1$ 12. $'Ara - 1 \rightarrow Ara$; $0 \rightarrow PO$
 13. «Запись»
 14. $'Ap \rightarrow PO$
 15. $[Apk] \rightarrow Ap$
 16. «Запись»
 17. $0 \rightarrow РПк$; Запуск СОП.

Примечание. Триггера $T_1 - T_4$ гасятся по первому импульсу с генератора тактовых импульсов. Как видно из приведенных выше алгоритмов, они содержат одинаковые части, которые для уменьшения аппаратуры можно сделать общими, объединив уровни соответствующих алгоритмов на время действия одинаково выполняемых тактов с помощью сборок.

Каждая строка алгоритма, результатом действия которой является выдача импульсов, выполнена в виде схем совпадения на два входа; на один из них подается уровень алгоритма, на другой — тактовый импульс. Предикаты реализуются двумя схемами совпадения на три входа. На эти входы заведены уровень алгоритма, тактовый импульс (на обе СП), а также потенциалы «Да» и «Нет» логического условия. Выводы схем совпадения заводятся на установочные входы соответствующих триггеров, выводы T которых используются затем для подпора следующих схем совпадения.