

Электронная вычислительная техника

УДК 681.14

Б.Н.Гушенисков

В.А.Безруков

АСИНХРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПАМЯТЬЮ В ЕС-1035

Рассматривается метод асинхронного управления памятью и описывается аппаратура асинхронного управления, применяемая в ЭВМ ЕС-1035. Приводится расчет времени выполнения микрокоманд обращения к памяти в ЕС-1035.

Традиционным для управления оперативной памятью (ОП) современных ЭВМ является жесткое согласование временных диаграмм центрального процессора (ЦП) и ОП. Такой синхронный метод является достаточно простым и эффективным в случае использования конкретного оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) с соответствующими характеристиками. Однако ему присущи ряд недостатков, а именно ориентация аппаратуры ЦП на конкретное ОЗУ и неприменимость в случае использования ОЗУ на динамических МОП - микросхемах памяти. Кроме этого, в процессе разработки, а также наладки устройств могут обнаружиться резервы во временных диаграммах. Синхронный метод не всегда позволяет использовать выявленные резервы.

Наряду с синхронным управлением памятью используется асинхронное управление. Так в модели 50 Системы IBM/360 применен асинхронный способ управления ОП [1,2], когда во время работы памяти ЦП либо продолжает выполнение микрокоманд, либо, в случае повторного запроса к памяти, находится в аппаратном цикле ожидания до полного завершения операции в памяти.

В ЭВМ ЕС-1035 применен асинхронный метод управления, позволяющий устранить указанные недостатки [3]. Сущность применяемого метода состоит в том, что микрокоманда обращения к ОП реализуется за два цикла процессора, между которыми производится ОСТАНОВ ЦП в течение промежутка времени, определяемого ОЗУ. В первом цикле осуществляется выдача адреса и формирование запроса обращения к ОП, во втором осуществляется прием считанной информации. Если в момент формирования запроса ОП не занята обработкой предыдущего запроса или процессом регенерации,

то по запросу сразу же осуществляется запуск ОП на обработку. В случае, если память к моменту формирования запроса (в первом цикле) занята, то запрос обращения к ОП запоминается и запуск ОП на обработку запроса осуществляется сразу же после освобождения памяти, без повторения первого цикла микрокоманды обращения ОП (автопуск). В случае использования различных ОЗУ процесс их согласования с ЦП заключается в изменении времени нахождения процессора в состоянии ОСТАНОВ между двумя циклами микрокоманды обращения к памяти. В ЕС-1035 это производится путем установки необходимых задержек в узле сопряжения с памятью. Схема узла асинхронного сопряжения ЕС-1035 приведена на рис.1. В начале выполнения микрокоманды обращения к ОП по синхросигналу ТО

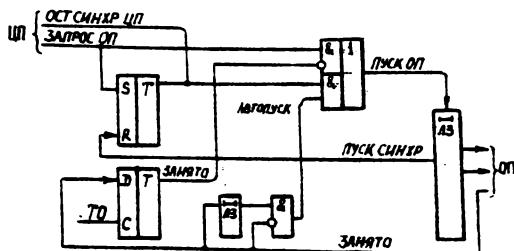


Рис.1. Узел сопряжения с памятью

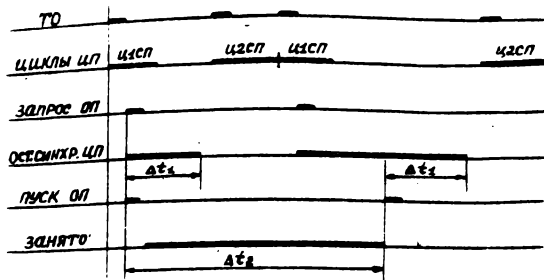
на триггере (см.рис.1) фиксируется состояние ОП. Далее вырабатывается запрос на связь с ОП. Если триггер ЗАНЯТО ОП не установлен, то по запросу осуществляется запуск операции в ОЗУ. Одновременно запрос устанавливает триггер останова синхронизации (см. рис.1), тем самым процессор после обработки первого цикла переходит в состояние ОСТАНОВ.

По готовности данных, считанных из ОП, с соответствующим управлением сбрасывается триггер останова синхронизации и процессор обрабатывает следующий цикл — микрокоманда обращения к ОП завершается.

Если в момент выработки запроса к ОП триггер ЗАНЯТО ОП будет установлен, то запуск операции в ОЗУ произойдет лишь по концу сигнала ЗАНЯТО из ОП (автопуск), сразу же, как только память станет свободной.

На рис.2 приведена временная диаграмма работы узла асинхронного сопряжения в случае двух последовательных микрокоманд обращения к ОП; первый цикл обозначен Ц1СП, а второй — Ц2СП.

При работе с ОЗУ динамического типа запрос на регенерацию при-

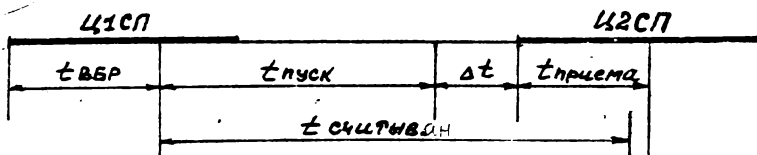


Δt_1 - определяется временем готовности данных памяти;
 Δt_2 - определяется циклом обращения к памяти.

Рис.2. Временная диаграмма работы узла сопряжения

водит к установке с упреждением сигнала ЗАНЯТО. Если за время упреждения в ОП не поступит сигнал запуска операции, то начинается цикл регенерации. В противном случае ОП отрабатывает цикл по запросу из процессора, после чего начинается процесс регенерации.

Временная диаграмма микрокоманды обращения к памяти приведена на рис. 3.



где $t_{всп}$ - время выдачи запроса к ОП в Ц1СП;
 $t_{пуск}$ - время, в течение которого установлен триггер остановки синхронизации ЦП;
 Δt - время запуска синхронизации ЦП после сброса триггера останова;
 $t_{приема}$ - время приема процессором в Ц2СП считанной информации из ОП;
 $t_{считыв.}$ - время, необходимое для считывания информации из ОП.

Рис.3. Микрокоманда обращения к ОП

Очевидно, что в момент приема процессором информации необходимо, чтобы она была уже считана из ОП, т.е. запуск синхронизации

следует производить с упреждением. Поэтому необходимо соблюдение следующего неравенства:

$$t_{\text{считыван.}} \leq t_{\text{пуск}} + \Delta t + t_{\text{приема.}} \quad (1)$$

В ЭВМ ЕС-1035 после сброса триггера останова синхронизации запускается через

$$\Delta t = 6\tau \pm \tau, \quad (2)$$

где 2τ - период задающего генератора.

Из выражений (1) и (2) следует, что $t_{\text{пуск}}$ должно удовлетворять соотношению

$$t_{\text{пуск}} \geq t_{\text{считыван.}} - t_{\text{приема.}} - 5\tau. \quad (3)$$

С увеличением частоты задающего генератора $t_{\text{приема.}}$ уменьшается, следовательно для правильной работы узла сопряжения необходимо выполнение неравенства (3) на верхней границе рабочего диапазона частоты задающего генератора синхронизации ШП.

Оценивается время выполнения N последовательных микрокоманд обращения к ОП. Вводится обозначение $T_{\text{пam}}$ - время цикла записываемого устройства, т.е. время, через которое происходит автопуск временной развертки узла сопряжения с памятью. Рассматривается интервал времени $T_{\text{N пуск}}$, через который сбрасывается триггер останова синхронизации ШП для N -й микрокоманды обращения к памяти.

Из временной диаграммы (см. рис. 3) следует:

$$T_{\text{N пуск}} = t_{\text{вбр.}} + (N-1)T_{\text{пam.}} + t_{\text{пуск.}} \quad (4)$$

С другой стороны, это время можно оценить исходя из временной диаграммы ШП, в соответствии с которой

$$T_{\text{ц1сп}} = \frac{11}{2}\tau, \quad T_{\text{ц2сп}} = \frac{13}{2}\tau, \quad \Delta t = 5\tau$$

и время останова синхронизации ШП кратно 2τ

Поэтому можно записать

$$T'_{\text{N пуск}} = (T_{\text{ц1сп}} + T_{\text{ц2сп}})(N-1) + T_{\text{ц1сп}} + \tau(2K-5) = 2e\tau + \frac{\tau}{2},$$

где $e = 6(N-1) + K$, K - целое число.

Очевидно, что e должно быть минимальным числом, при котором удовлетворяется неравенство

$$T_{\text{N пуск}} \leq T'_{\text{N пуск.}}$$

Отсюда

$$e = \left\lceil \frac{T_{\text{N пуск}} - \frac{\tau}{2}}{2\tau} \right\rceil + 1.$$

Окончательно получается, что время выполнения N последовательных микрокоманд обращения к памяти равно:

$$T_N = T'_{\text{пуск}} + 5\tau + T_{\text{цсп}} = 2\tau(\epsilon + 6). \quad (5)$$

В табл. 1 приведены данные, полученные с помощью выражений (4) и (5) при следующих исходных данных, соответствующих ОЗУ ЕС-3237 на ферритовых сердечниках:

$T_{\text{пам}} = 2000$ нс; $2\tau = 85$ нс; $t_{\text{счит}} = 1000$ нс;

$t_{\text{вбр}} = 140$ нс.

Из выражения (3) определяется $t_{\text{пуск}} = 640$ нс, учитывая, что при максимальной частоте ($\tau = 40$ нс) $t_{\text{приема}} = 160$ нс.

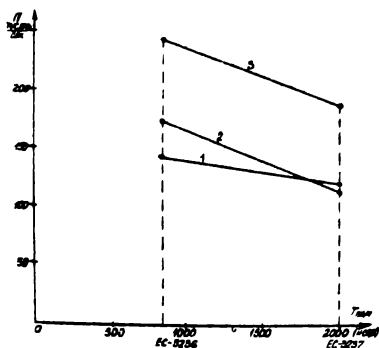
Таблица 1

№ п. п.	Число последова- тельных микро- команд N	Время выполнения N последователь- ных микрокоманд T_N , мкс	Среднее время на одну микрокоман- ду T_N/N , мкс
1.	1	1,445	1,445
2	2	3,400	1,700
3	3	5,440	1,813
4	4	7,395	1,849
5	10	19,38	1,938
6	50	99,45	1,989
7	100	199,41	1,994

Из таб. 1 видно, что ожидание конца цикла ОП приводит к существенному увеличению времени выполнения последовательных микрокоманд обращения к памяти. Поэтому в случае применения медленной памяти целесообразно избегать последовательного расположения микрокоманд обращения к памяти, если это позволяет сделать логика микропрограммы.

Приведенная методика использовалась при расчете времени выполнения операций в ЕС-1035. Опыт разработки и эксплуатации ЭВМ ЕС-1035 показал высокую эффективность описанного способа подключения ОЗУ. Номенклатура ОП, которые могут быть подключены к ЕС-1035, приведена в табл. 2. Процесс стыковки с новой памятью сводится, по существу, к перестройке линий задержки в узле сопряжения, не затрагивая логику ОП и ЦП.

Таким образом, пользователь имеет возможность выбирать ОЗУ с наиболее подходящими параметрами, исходя из своих требований к объему ОП и к быстродействию процессора. Для примера сравнение по производительности конфигураций ЕС-1035 с ЕС-3226 и



- 1 - научно-техническая смесь, длинные операнды;
- 2 - планово-экономическая связь;
- 3 - научно-техническая смесь, короткие операнды.

Рис. 4. Производительность ЭВМ ЕС-1035
с памятью ЕС-3236 или ЕС-3237

ЕС-3237 приведено на рис. 4, из которого следует, что с подключением ЕС-3236 производительность процессора существенно возрастает.

Таблица 2

Память	Тип	Объем, Кбайт	Цикл, мкс
ЕС-3235	Ферритовая	1024	0,8
ЕС-3236	МОП	1024	0,85
ЕС-3237	Ферритовая	512	2,0
ЕС-3238	МОП	4096	1,2

Литература

1. Хассон С. Микропрограммное управление. М., "Мир", 1974.
2. Флорес А. Организация вычислительных машин. М., "Мир", 1972.
3. Устройство управления обращением к памяти. Авторское свидетельство № 556444, кл. Б06 13/06, 1977.

Статья поступила в феврале 1979 г.