

УДК.681.142.2.

ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММ СИСТЕМЫ

Ю.И. Колосова, В.А. Казушик, Ю.Г. Косарев

Описываются программа для измерения времени простоев машин в системе (ПИП) и программа измерения времени работы участков программы (ПИУ). ПИП позволяет в процессе решения данной задачи на вычислительной системе "Минск-222" [1] определять время, расходуемое на синхронизацию машин. ПИУ позволяет измерять время работы участков программы в процессе ее выполнения на одной машине системы. При этом другая машина системы используется для анализа.

1. В системе "Минск-222" машины синхронизируются с помощью команд обобщенного условного перехода ($ОУП_0$). Для определения времени простоев в анализируемой программе (АП) предварительно все команды $ОУП_0$ (α_i) заменяются командой обращения к ПИП ($-31\ 00\ \beta\ 0017$), где β - начальный адрес ПИП. Кроме того, программный останов заменяется командой ($-30\ 00\ \alpha\ 0000$), где α - начальный адрес третьего блока ПИП.

ПИП выполнена в виде стандартной программы. Предполагается, что ℓ - число машин, участвующих в синхронизации, одно и то же для всей задачи. Если это не так, то можно использовать несколько ПИП с различными ℓ либо перед каждым обращением к ПИП изменять величину ℓ с помощью дополнительных подпрограмм.

ПИП состоит из четырех блоков и может употребляться для подсчета как суммарного времени простоев (режим 1), так и для определения простоев при отдельных командах $ОУП_0$ (режим 2). В ячейках α_j , содержащих контролируемые команды $ОУП_0$, $\beta = 7052 + 4(j-1)$, а во всех остальных $\alpha_{i \neq j}$ $\beta = 7000$.

Б.1. (7000-7005) сигнализирует остальным синхронизируемым машинам, что очередная из них вышла на ПИП. Машина, вышедшая на

ПИП последней, передает управление блоку Б.2. Все остальные машины включают часы, реализуемые циклом постоянной длины:

$\alpha+0$)	1000	c'	τ	(I)
$\alpha+1$)	-3000	$\alpha+0$	0000	
c')	0000	0001	0000	

Б.2. (7006-7025) прерывает работу часов, прибавляет их показание к счетчику суммарного времени простоев одной машины (Σ), выполняет команду ОУП₀ и две (одну) следующие команды. После чего передает управление α_i+3 (α_i+2).

Б.3. (7026-7036) выдает на печать время простоев машины в секундах.

Б.4 (7051+7051 + 4 (j-1)) (j=1,2,...,M≤116) работает только в режиме 2. Каждой из команд $\langle \alpha_j \rangle$ соответствует четыре ячейки блока, в первой из которых накапливается время простоев.

И н с т р у к ц и я к п о л ь з о в а н и ю

1. Вызвать все необходимые для АП СП и СП-2I.
2. Ввести АП.
3. Занести в ячейки α_i команду -3100 δ 0017, а в ячейку программного останова -3000 7026 0000.
4. Ввести программу ПИП.
5. Занести

7033)	-3100	СП-2I	0017
7046)	0000	ℓ	0000
7047)	M	0000	0000
6. Пуск АП.

Время работы АП увеличивается за счет программы ПИП на $\approx 1400 \cdot n$ мксек, где n - число обращений к ПИП за время решения задачи.

Программа ПИП применялась для исследования затрат времени на синхронизацию некоторых задач. Как и ожидалось [2, 3], это время оказалось небольшим.

При решении кинетического уравнения методом последовательной релаксации простой составил 1,8%, при обращении матриц методом пополнения - 2,7 - 2,9%. В первом случае большая часть этого времени затрачивалась на предусмотренные алгоритмом простои при счете первого и последнего столбцов, во втором - обуславливалась неравномерностью распределения нулевых элементов.

ПИП

7000)	-02 00 0000	7001	ПУ : 7001								Б1
I	10 00 7040	7043	7043 : 0000	ℓ_i	0000						
2	07 00 7046	0137	$\ell_i = \ell ?$								
3	-34 00 7004	7006	Нет - дальше								
4	10 00 7040	7044	Часы								
5	-30 00 7004	0000									
6	-02 40 0000	7041	ПУ : 7007								Б2
7	10 00 7044	7045	7045 : Σ								
7010)	-10 17 0000	7023	7023 : Команда из $\alpha_i + 1$								
I	-10 17 0001	7024	7024 : Команда из $\alpha_i + 2$								
2	63 00 7002	0000	См : 0000 0000 x								
3	07 00 7042	0000	$x = 67 ?$								
4	-34 00 7015	7017	Нет - дальше								
5	-10 00 0000	7024	7024:0								
6	10 00 7040	0017	0017: -3000 α_i 0000								
7	00 00 0000	0000	ЯОС для блока Б.4								
7020)	-10 00 0000	7017	7017: 0								
I	-75 00 0000	7043	0 → 7043; 7044								
2	-65 00 0000	0000	ОУП ₀								
3	00 00 0000	0000	Команда из $\alpha_i + 1$								
4	00 00 0000	0000	Команда из $\alpha_i + 2$ (0)								
5	-30 17 0002	0000	ПУ на $\alpha_i + 3$ ($\alpha_i + 2$)								
6	-10 00 7047	0016	i_{16} : M 0000 0000								Б3
7	-60 00 1400	7042	Печать (0000 0000 0067)								
7030)	-75 16 7045	0040									
I	13 00 0040	0000	0040 : Число с ПЗ в сек.								
2	36 00 7037	0040	ПУ СП-21								
3	-31 00 0000	0017	10-я печать								
4	-60 00 0400	0041	Цикл по M ; $i_{16} + 0000 0004 0000$								
5	-20 16 7030	7050	Конец								
6	-00 00 0000	0000	0,000192 · 2 ²⁴								
7	62 25 1633	4014									
7040)	00 00 0001	0000	Константы								
I	-30 00 7007	0000									
2	00 00 0000	0067	Ячейка для ℓ_i								
3	00 00 0000	0000	τ								
4	00 00 0000	0000	Σ								
5	00 00 0000	0000	7046 : 0000 ℓ 0000								
6	00 00 0000	0000	7047 : M 0000 0000								
7050)	00 00 0004	0000	Константа								
I	00 00 0000	0000	Ячейка для Σ_1								Б4
2	-31 00 7000	7017									
3	10 00 7044	7051									
4	-30 00 7020	0000	Ячейка для Σ_2								
5	00 00 0000	0000									
6	-31 00 7000	7017									
7	10 00 7044	7055									
7060)	-30 00 7020	0000	Ячейка для Σ_3								
I	00 00 0000	0000									
2	-31 00 7000	7017									
3	10 00 7044	7061									
4	-30 00 7020	0000	Ячейка для Σ_4								
5	00 00 0000	0000									
6	-31 00 7000	7017									
7	10 00 7044	7065									
7070)	-30 00 7020	0000									

2. Перед применением ППУ вся АП разбивается на участки.

Разбиение произвольное, но участок не должен начинаться с команды обращения к магнитной ленте или с команды управления. Далее, для определенности, будем считать, что АП находится в машине m_1 , а основные блоки ПМУ в машине m_2 .

Команда в первой ячейке α_i исследуемого участка i ($i=1, 2, \dots, M \leq 100$) запоминается, а на ее место помещается команда отсылки к подпрограмме обращения к машине m_2 . В m_2 для каждого участка i имеются два счетчика, в которых накапливаются число обращений к участку (n_i) и время его работы (t_i). Часами служит цикл постоянной длины (I).

Программа состоит из пяти блоков. Блоки Б.2 и Б.4 находятся в машине m_1 , а блоки Б.1, Б.3, Б.5 в машине m_2 .

Блок Б.1 (6000-6022) в соответствии с информационной картой (ИК), включающей в себя список адресов α_i , запоминает содержимое ячеек α_i и на их место помещает команды ($-3100 \ v+i \ c$). Здесь v - адрес начала таблицы, состоящей из M одинаковых команд ($-3100 \ d \ e$), d - адрес начала блока Б.2. Кроме того, Б.1 заменяет программный останов командой обращения к блоку Б.4 и передает измененную АП в m_1 .

Блок Б.2 (7000-7010) запоминает значение сумматора, останавливает часы, преобразует адрес α_i в $v+i+1$ и посылает его в машину m_2 . Получает от m_2 команду из α_i , восстанавливает значение сумматора, выполняет команду $\langle \alpha_i \rangle$ и передает управление команде $\langle \alpha_i + 1 \rangle$.

Блок Б.3 (6023-6036) находит по полученному из m_1 адресу $v+i+1$ содержимое ячейки α_i в АП, передает его в m_1 и включает часы. Прибавляет показания часов к соответствующему t_i , накапливает в n_i число обращений к участку.

Блок Б.4 (7011-7012) после окончания АП дает приказ m_2 перейти к блоку Б.5 и останавливает машину m_1 .

Блок Б.5 (6037-6064) выдает на печать для каждого участка α_i , n_i и время t_i и $\sum_i t_i$ в секундах.

Время работы блока Б.1 $t_1 = (796 + 48m + 1092 \cdot M)$ мксек, где m - длина АП.

Общее время всех прерываний АП $t_2 = 1416 \cdot n$ мксек, где $n = \sum_{i=1}^M n_i$, 1416 мксек - время одного прерывания.

Время работы блока Б.5 $t_5 = 21,2$ сек при $M = 100$.

Распределение памяти

В машине m_1	В машине m_2
7000-7012 программа	6000-6064 программа
7013-7014 константы	6065-6072 константы
7015 рабочая ячейка	6075-6142 СП-2I
7016+7016+M Таблица $\theta+i$	6145-6313 ИК
	6314-6457 площадь для $\langle a_i \rangle$
	6460-6623 площадь для t_i
	6624 рабочая ячейка для $\sum_{i=1}^M t_i$
	6625-6770 площадь для π_i
	0001-0003 индексные ячейки
	0040-0044 рабочие ячейки

Информационная карта

Адрес	КОП	A_1	A_2
6145	0000	π	н.п.
6146	0000	0000	к.п.
6147	M-I	0000	0000
6150	0000	a_1	0000
6151	0000	a_2	0000
.....
6147+M	0000	a_M	0000

н.п. - начало АП.

к.п. - ячейка программного останова в АП.

Все параметры задаются в восьмеричной системе.

Инструкция к пользованию

Для машины m_1 .

1. Вызвать необходимые для АП СП.
2. Ввести всю нужную для АП информацию, кроме самой АП.
3. Ввести Б.2 и Б.4.
4. В любые свободные ячейки занести:

$\theta + 1$	-65 00	0000	0000	
$\theta + 2$	-57 00	π	н.п.	
$\theta + 3$	-30 00	п.а.	0000	
- п.а. - пусковой адрес АП.
5. Занести в регистр настройки (010).
6. Если машина m_2 настроена - пуск с $\theta + 1$.
7. Программный останов 7012.

Для машины m_2 .

1. Вызвать СП-2I в 6075.
2. Ввести АП, начиная с ячейки н.п.
3. Ввести Б.1, Б.3, Б.5.

4. Ввести ИК.
5. Занести в регистр настройки (010).
6. Если машина m_1 пущена - пуск с 6000.
7. Программный останов в 6064.

З а м е ч а н и е. Программа измерения времени в машине m_1 может быть размещена с любой свободной ячейки P . Тогда в машине m_2 необходимо изменить три константы

6070)	0000	4777	10000 -	$P - 0016$
1)	-3100	$P + 0016$	$P + 0010$	
2)	-3000	$P + 0011$	0000	

АП для машины "Минск-22" (где возможно прерывание по псевдокоду), не использующей ячейку 0023, можно анализировать с помощью другого варианта программы [2], для которого в машине m_1 достаточно 15 ячеек.

Программа измерения времени

Блоки Б.2 и Б.4 (в машине m_1).

7000)	0600	0000	7015	Запоминание СМ перед α_i	Б.2
1	-0240	0000	7013	Остановить часы в m_2	
2	-6500	0000	0000	ОУП	
3	-5600	0001	0017	$\Pi(0001; 7015 + i)$	
4	-5700	0001	7007	$\text{Пр}(0001; < \alpha_i >)$	
5	-6500	0000	0000	ОУП	
6	0500	0000	7015	Восстановление СМ перед α_i	
7	0000	0000	0000	Выполнение $< \alpha_i >$	
7010)	-3000	0000	0000	Уход на $\alpha_i + 1$	
1	-0240	0000	7014	БП машины m_2 на Б.5	Б.4
2	-0000	0000	0000	Конец	
3	-3000	6034	0000	Константы для передачи в m_2	
4	-3000	6037	0000		
5	0000	0000	0000	Рабочая ячейка	
6	-3100	7000	0017	Таблица	
7	-3100	7000	0017		
7020)	-3100	7000	0017		
1	-3100	7000	0017		
2	-3100	7000	0017		
3	-3100	7000	0017		
4	-3100	7000	0017		
5	-3100	7000	0017		
.....					

Программа измерения времени

Блоки Б.1, Б.3, Б.5 (в машине m_2).

6000)	-1000 6146 0001	i_1 : 0000 0000 н.п.	Б.1
I	-1001 6072 0000	н.п.: -3000 7011 0000	
2	-1000 6147 0001	i_1 : M -I 0000 0000	
3	-1000 6071 0040	0040: -3100 7016 7010	
4	0501 0000 6150	См: 0000 α_i 0000	
5	1200 0000 0003	i_3 : 0000 α_i 0000	
6	1200 0001 0002	i_2 : M -i α_i i-1	
7	-1002 0000 6314	Запоминание $\langle \alpha_i \rangle$	
6010)	6000 6053 0003	i_3 : 0000 0000 α_i	
I	-1003 0040 0000	α_i : -3100 7015 + i 7010	
2	-1001 0000 6460	Чистка площадей для t_i и π_i	
3	-7501 0000 6624		
4	1000 6064 0040	0040: -3100 7015 + i + I 7010	
5	-2001 6004 6067	Цикл по M; i_1 + 0000 0000 0001	
6	-1000 6145 0003	i_3 : 0000 m н.п.	
7	-6500 0000 0000	ОУП	
6020)	-5603 0000 0000	П (m; н.п.)	
I	-1000 0000 0001	i_1 : 0	
2	-3000 6022 0040	Зацикливание, 0040: 0	
3	-6500 0000 0000	ОУП	Б.3
4	-5700 0001 0001	Пр (-3000 7015 + i 0000)	
5	6500 6053 0001	См: -0000 3000 7015 + i	
6	2200 6070 0001	i_1 : -0001 0000 i - I	
7	-5601 0001 6314	П (0001; $\langle \alpha_i \rangle$)	
6030)	-6500 0000 0000	ОУП	
I	-1000 0000 0040	0040: 0	
2	1000 6067 0040	Часы	
3	-3000 6032 0000		
4	1001 0040 6460	Накопление I в t_i	
5	1001 6067 6625	Накопление I в π_i	
6	-3000 6023 0000		
7	2000 6067 6625	6625: 6625 -(0000 0000 0001)	Б.5
6040)	-1000 6147 0002	i_2 : M -I 0000 0000	
I	-1002 6150 0040	Печать	
2	-6000 1400 0040		0000 α_i 0000
3	-7502 6625 0041	Получение π_i с плавающей запятой	
4	1200 0041 0040		
5	-7200 6052 0040		

6	-3100	6075	0017	ПУ СП-2I
7	-6000	0400	004I	Печать t_i
6050)	3400	6065	0040	Получение t_i с плавающей запятой в секундах $\sum_{i=1}^M t_i$
I	-7502	6460	004I	
2	I300	004I	0044	
3	3700	6066	0114	
4	2600	0040	0040	
5	I600	6624	6624	
6	-3100	6075	0017	ПУ СП-2I
7	-6000	0400	004I	Печать t_i
6060)	-2002	604I	6064	Цикл по M ; i_2+0000 000I 0000
I	-I000	6624	0040	0040 : $\sum_{i=1}^M t_i$
2	-3100	6075	0017	ПУ СП-2I
3	-6000	0400	004I	Печать Σt_i
4	-0000	000I	0000	Конец
5	507I	I756	2113	0,0003I2
6	6225	I633	4030	0,000I92 2 ³⁶
7	0000	0000	000I	
6070)	0000	4777	0762	
I	-3100	70I6	70IO	
2	-3100	70II	0000	

Л и т е р а т у р а

1. Э.В. Евреинов, Г.П. Лопато. Универсальная вычислительная система "Минск-222". - Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука", Сиб.отд., 1966 г., вып. 23, стр. 13-20.
2. Ю.Г. Косарев, С.В. Нагаев. О потерях времени на синхронизацию в однородных вычислительных системах. - Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "наука", Сиб.отд. 1967 г., вып. 24, стр. 21-40.
3. Э.В. Евреинов, Ю.Г. Косарев. Однородные универсальные вычислительные системы высокой производительности. Изд-во "Наука" Сиб.отд., Новосибирск, 1966 г.
4. Ю.И. Колосова, Ю.Г. Косарев. Измерение времени работы участков программы. Отчет ИМ АН СССР, 1967 г.

Поступила в редакцию
8.П.1968 г.