

УДК. 518.5+681.142.2

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ  
АВТОПОЕЗДОВ НА СИСТЕМЕ "МИНСК-222"

А.И.Петрович, Ю.Г.Косарев

При разработке новых моделей автомобилей Минского автомобильного завода решается многовариантная задача по определению влияния параметров подвески на плавность хода автопоезда [1]. Расчеты сводятся к решению системы дифференциальных уравнений второго порядка, правые части которых содержат табличные функции, характеризующие микропрофиль участка реальной дороги:

$$\begin{aligned} z_1'' &= \frac{1}{M_1} (P_{n_1} + F_{n_2} - F_5); & \zeta_1'' &= \frac{1}{m_1} (F_{m_1} - F_{n_1}); \\ z_2'' &= \frac{1}{M_2} (F_{n_3} + F_5); & \zeta_2'' &= \frac{1}{m_2} (F_{m_2} - F_{n_2}); \\ & & \zeta_3'' &= \frac{1}{m_3} (F_{m_3} - F_{n_3}); \\ Q_1'' &= \frac{S_3 (h_1 m_1 + h_2 m_2) - S_1 (m_1 + m_2 + M_1)}{(J_1 + h_1^2 m_1 + h_2^2 m_2)(m_1 + m_2 + M_1) - (m_1 h_1 + m_2 h_2)^2}; \\ Q_2'' &= \frac{S_4 h_3 m_3 - S_2 (M_2 + m_3)}{(J_2 + h_3^2 m_3)(M_2 + m_3) - m_3^2 h_3^2}; \\ x_1'' &= \frac{1}{m_1 + m_2 + M_1} \left[ S_3 + (m_1 h_1 + m_2 h_2) \times \right. \\ & \times \left. \frac{S_3 (h_1 m_1 + h_2 m_2) - S_1 (m_1 + m_2 + M_1)}{(J_1 + h_1^2 m_1 + h_2^2 m_2)(m_1 + m_2 + M_1) - (m_1 h_1 + m_2 h_2)^2} \right]; \\ x_2'' &= \frac{1}{M_2 + m_3} \left[ S_4 + m_3 h_3 \frac{S_4 h_3 m_3 - S_2 (M_2 + m_3)}{(J_2 + h_3^2 m_3)(M_2 + m_3) - m_3^2 h_3^2} \right] \end{aligned}$$

с начальными условиями: при  $t=0$   $x_1 = z_2 = \zeta_1 = \zeta_2 = \zeta_3 = Q_1 = Q_2 =$   
 $= x_1' = x_2' = z_1' = z_2' = \zeta_1' = \zeta_2' = \zeta_3' = Q_1' = Q_2' = x_1'' = x_2'' = 0.$

Система решалась методом Рунге-Кутты с постоянным  $h = 0,005.$

По программе, составленной для машины "Минск-2", высота неровности под колесом  $z_L$  в каждый момент времени  $t_L$  вычислялась интерполированием по Ньютону ( $n=3$ ). Силы упругости и вязкого сопротивления передней подвески тягача  $F_{c_1}$  и  $F_{k_1}$ , задней подвески  $F_{c_2}$  и  $F_{k_2}$ , подвески полуприцепа  $F_{c_3}$  и  $F_{k_3}$ , а также силы упругости в седле - вертикальная  $F_{c_5}$  и горизонтальная  $F_{c_6}$ , - заданные таблично, - определялись по интерполяционной формуле Лагранжа ( $n = 2$ ).

Задача содержит порядка  $10^3$  вариантов. Вариант на машине "Минск-22" считается в среднем 66 минут. Основную часть этого времени составляет интерполирование табличных функций, входящих в правые части уравнений, и выборка значений функций из таблиц, которые имели неравномерный шаг.

2. При построении параллельного алгоритма исходили из схемы, предложенной в [2], заключающейся в том, что каждая из  $\ell$  машин решает  $n/\ell$  уравнений, что позволяет уменьшить время счета примерно в  $\ell$  раз.

Применительно к данной задаче существенное сокращение времени достигается при использовании 2-3 машин, хотя в принципе, без изменения схемы алгоритма и программы число машин может быть доведено до 9. Кроме увеличения скорости счета из-за параллельной работы  $\ell$  машин, система "Минск-222" дает дополнительное сокращение времени благодаря увеличению объема ОП в системе по сравнению с одной машиной. Это позволяет применить таблицы с достаточно малым постоянным шагом и тем самым исключить интерполяцию и упростить выборку. Каждая из таблиц увеличилась при этом до  $n=800$ , зато для нахождения каждой из компонент правых частей потребовалось всего 3 операции вместо 44, а именно:

35 00 <с> 0040  
17 00 <N> 0000  
72 00 <<> <i>

В 0040 находится аргумент, для которого необходимо выбрать из таблицы соответствующее значение функции;

< i > - индексная ячейка, в которую запишется по I адресу искомый адрес;

$\langle N \rangle$  - константа 0200  $A_1, A_2$ , которая подбирается для каждой таблицы следующим образом: в разрядах I7-28 записывается адрес значения функции, соответствующей наименьшему по абсолютной величине значению аргумента; в разрядах 3I-36 записывается некоторый порядок  $P$ , который находится из линейного уравнения  $P \alpha = 33$ , где  $\alpha$  - восьмеричный порядок шага  $h$ .

$\langle K \rangle$  - константа выделения I адреса 0000 7777 0000.

$\langle C \rangle$  - константа, приводящая шаг таблицы  $h$  к виду  $h = 2^\alpha$ , где  $\alpha$  - целое положительное или отрицательное число. (Например, если  $h$  таблицы =  $0,01 \neq 2^\alpha$ , тогда  $C = 100, h = 1 = 2^0, \alpha = 1, P = 33 + 1 = 34$ ). Поэтому, если выбрать  $h = 2^\alpha$ , то достаточно двух команд для получения нужного адреса в таблице:

I5 00  $\langle N \rangle$  0040

72 00  $\langle K \rangle \langle C \rangle$

Отметим, что на одной машине "Минск-22" разместить такие таблицы в оперативной памяти не удастся.

Применение системы "Минск-222" из двух машин сокращает время решения данной задачи в 3,88 раза.

#### Л и т е р а т у р а

1. Ю.Ю. Беленький, А.М. Маринич, А.И. Петрович. Влияние некоторых параметров на плавность хода седельных тягачей. - Доклад на семинаре по подвескам автомобилей, НАМИ, Москва, 1966.
2. Э.В. Евреинов, Ю.Г. Косарев. О решении задач на универсальных вычислительных системах. - Вычислительные системы, Новосибирск, Изд-во "Наука", Сиб.отд., 1965, вып. 17, стр. 106-164.

Поступила в редакцию  
30.IX.1966 г.