

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:

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

с начальными условиями: при $t=0$ $z_1=z_2=\zeta_1=\zeta_2=\zeta_3=Q_1=Q_2=$
 $=x_1=x_2=x'_1=x'_2=\zeta'_1=\zeta'_2=\zeta'_3=Q'_1=Q'_2=x'_1=x'_2=0$.

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

По программе, составленной для машины "Минск-2", высота неровности под колесом q_i в каждый момент времени t_i вычислялась интерполированием по Ньютону ($\tau=3$). 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 ($\tau = 2$).

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 ℓ машин решает n/ℓ уравнений, что позволяет уменьшить время счета примерно в ℓ 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 ℓ 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 <к> 0000

72 00 <к> <с>

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

<с> - 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 ρ , который находится из линейного уравнения $\rho \alpha = 33$, где α - восьмеричный порядок шага h .

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

$\langle c \rangle$ - константа, приводящая шаг таблицы h к виду $h=2^\alpha$, где α - целое положительное или отрицательное число. (Например, если h таблицы = 0,0I $\neq 2^\alpha$, тогда $c = I00, h = I=2^0, \alpha = I, \rho = 33+I = 34$). Поэтому, если выбрать $h = 2^\alpha$, то достаточно двух команд для получения нужного адреса в таблице:

I5 00 $\langle N \rangle$ 0040

72 00 $\langle \kappa \rangle \langle i \rangle$

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. I7, стр. I06-164.

Поступила в редакцию
30.IX.1966 г.