УДК 629.113.012

Моделирование колебательных систем на основе экспериментальных данных

Красовский С.П., Ерохина Д.А., Рейзина Г.Н.
Белорусский национальный технический университет

Предлагаемая задача решается методом построения и оптимизации экспериментальной полиномиальной модели на базе статистических данных при наличии функциональных ограничений.

Данная методика использована для построения нелинейной статистической модели одной технической задачи изменения тормозного момента (ограничение) от величины коэффициента продольного сцепления колеса с дорогой (δ) в зависимости от скорости движения (v), общий вид которой:

$$F(x_1, x_2, \lambda) = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_1 x_2 + \lambda(c_0 + c_1 x_2 + c_2 x_2^2 - \frac{x_1}{b_0 + b_1 x_1^2}),$$

где a_i – коэффициенты полиномиальной модели;

b_i – коэффициенты уравнений связи;

λ – множитель Лагранжа.

Для получения математических моделей в виде полинома был реализован дробный факторный эксперимент 2^3. В качестве факторов рассматриваются скорость движения v (км/час) и величина коэффициента продольного сцепления колеса δ с дорогой. На основании обработки результатов получена следующая модель:

$$F(x_1, x_2, \lambda) = 0{,}4 - 1{,}36 \cdot 10^{-2} x_1 - 3{,}28 \cdot 10^{-2} x_2 - 0{,}28 x_1 x_2 +$$
$$+ \lambda(-6{,}3 \cdot 10^{-4} + 3{,}2 \cdot 10^{-2} x_2 - 4{,}8 \cdot 10^{-4} x_2^2 - \frac{x_1}{0{,}321 + 2{,}13 x_1^2}).$$

Дифференцируя F по x_1, x_2 и λ и определив, что значения x_1, x_2 находятся на поверхности радиуса $\rho(\rho = x_1^2 + x_2^2)$, получим систему 3-х нелинейных уравнений. Результаты решений этой системы дают следующие оптимальные значения уровней факторов δ=0,63, v=93 км/ч.

Это позволило дать аналитическую оценку эксплуатационных качеств (факторов v и δ) автотранспортного средства.

УДК 629.113-585

Выбор оптимальных параметров колебательной системы

Петрашкевич А.А., Марцинкевич В.С.
Белорусский национальный технический университет

В работе рассматривается колебательная система, которая состоит из двух масс $m_1 = m_2 = m$, соединенных жесткостями $c_1 = c_2 = c$ и c_0. Такая система зависит от трех параметров c, c_0 и m. По конструктивным соображениям они находятся в пределах:

$$\begin{cases} c^* \le c \le c^{**} \\ c_0^* \le c_0 \le c_0^{**} \\ m^* \le m \le m^{**} \end{cases} \quad (1)$$

Требуется выбрать параметры оптимальным образом так, чтобы они удовлетворяли двум критериям.

Эти критерии будут следующими:

$$W_1 = (c + 2c_0)/m \to \min, \quad (2)$$

$$W_2 = m \to \min. \quad (3)$$

Собственные колебания системы описываются системой дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} m_1\ddot{x}_1 + c_1x_1 + c_0(x_1 - x_2) = 0, \\ m_2\ddot{x}_2 + c_2x_2 + c_0(x_2 - x_1) = 0. \end{cases} \quad (4)$$

Решение системы (4) будем искать в виде