

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

Задирака О.О., 3 курс

Науковий керівник: Дюжаєв В.П., к.т.н., доцент

Таврійський державний агротехнологічний університет

Постановка проблеми. Для дослідження динамічних систем доцільно використовувати методи математичного моделювання, серед яких раціонально вибрати метод статистичного (імітаційного) моделювання. Методику імітаційного моделювання розглянемо на прикладі дослідження динамічної системи «корпус плуга на пружно-шарнірної підвіски-грунт».

Мета статті. Дослідження динамічної системи проводиться з метою визначення раціональних параметрів пружної підвіски корпусу плуга.

Основні матеріали дослідження. Метод імітаційного моделювання складається з проведення на комп'ютері статистичних експериментів, що імітує функціонування системи при дії випадкових факторів, та обробітку одержаних у цих експериментах результатів за допомогою методів математичної статистики для визначення відповідних статистичних характеристик [1]. Рівняння руху нелінійної стохастичної коливальної системи з жорсткою кубічною характеристикою пружності з діючими на систему стаціонарними гаусовськими центрованими випадковими збуреннями мають вигляд [2]

$$\ddot{x} + 2b\dot{x} + \omega^2(x + \gamma x^3) = y(t), \quad (1)$$

Математичну модель перетворено в моделюючий алгоритм, експериментально визначено узагальнені коефіцієнти диференційного рівняння руху системи та проведено дослідження вхідної дії – опору ґрунту у вигляді фільтруючого фільтру дії при русі плуга

$$\dot{y} + \alpha V_0 y = \sigma_y \sqrt{2\alpha V_0} \cdot \eta(t), \quad (2)$$

Запишемо рівняння (1) та (2) в нормальній формі Коши

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = U_2, \\ \dot{U}_2 = -2bU_2 - \omega^2(U_1 + \gamma U_1^3) + U_3, \\ \dot{U}_3 = -\alpha V_0 U_3 + \sigma_y \sqrt{2\alpha V_0} \cdot \eta(t). \end{cases} \quad (3)$$

та чисельне інтегруємо рівняння (3) при заданій реалізації білого шуму методом Рунге-Кутта і відповідної стандартної програми. Статистично обробивши реалізації рішення знаходимо оцінки статистичних характеристик тягового опору корпусу плуга на пружній підвісці. В якості критерію оптимізації вважаємо максимум спектральної щільності вихідного показника системи $S_x(\omega) \rightarrow \max$. Моделювання виконувалось при наступних параметрах: $b=0,084$, $\gamma=0,173 \cdot 10^{-3}$, $\alpha=0,29 \text{ м}^{-1}$, $\sigma_y=252 \text{ Н}$, шаг інтегрування $0,01 \text{ с}$, шаг дискретизації дії $h=0,005 \text{ с}$. Розрахунок жорсткості пружного елемента виконувався для ґрунтів твердістю від 10 до 80 кг/см^2 з шагом 5 кг/см^2 та для швидкості руху агрегату V_0 від $1,5 \text{ м/с}$ до $2,25 \text{ м/с}$ з шагом $0,25 \text{ м/с}$. За результатами моделювання складено номограму яка дає можливість визначати, пружину якої жорсткості необхідно встановити на пружну підвіску при заданій швидкості руху та відомій твердості ґрунту.

Висновки. Таким чином, змінюючи у широких межах параметри підвіски та режими роботи плуга, у відповідності критерію оптимізації, маємо можливість визначення раціонального режиму роботи плуга на ґрунтах з різноманітною твердістю.

Список використаних джерел.

1. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / В.Н. Бусленко. – М: Наука, 1977. - 239 с.
2. Дюжаєв В.П. Методика імітаційного моделювання ґрунтообробних знарядь з корпусами, що коливаються / В.П. Дюжаєв. // Праці ТДАТУ. – Вип. 12, Т. 5. - Мелітополь, 2012. - С. 66-72.