УДК 517.977

Б. І. Мокін, І. О. Чернова (Вінниця)

УЗАГАЛЬНЕННЯ ФУР'Є-ІНТЕГРАЛЬНОГО МЕТОДА ІДЕНТИФІКАЦІЇ НА ЕКВІВАЛЕНТНІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ НЕЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ З ДРУГИМ ПОРЯДКОМ ЇХ ІНЕРЦІЙНОЇ СКЛАДОВОЇ

В роботі [1] було запропоновано Фур'є-інтегральний метод ідентифікації (ФІМІ) нелінійних динамічних систем з поліноміальними нелінійностями та інерційною складовою першого порядку, розрахункові співвідношення якого були отримані з використанням ідеології, викладеної в роботі [2], з залученням розкладу у ряди Фур'є вхідного *x(t)* та вихідного *y(t)* сигналів. У роботі [3] було створено алгоритм, який автоматизував отримання розрахункових рівнянь для ФІМІ на усі форми вхідного та вихідного сигналів, а в роботі [4] отримано розрахункові співвідношення для його спрощеного варіанту, коли вхідний сигнал являв собою синусоїду лише однієї частоти ω_1. У роботі [5] доведено, що алгоритм ФІМІ, розрахункові співвідношення якого було отримано за умови, що інерційна складова нелінійної динамічної системи має перший порядок, шляхом прийнятного ускладнення може бути розповсюджений і на нелінійні динамічні системи з довільним порядком інерційної складової.

В даній роботі нами показано, як узагальнити алгоритм ФІМІ на нелінійні динамічні системи з другим порядком інерційної складової, тобто, на системи для яких імпульсну перехідну характеристику *g(t)*, яка є оберненим перетворенням передаточної функції другого порядку, можна представити у вигляді:

$$g(t) = L^{-1}\{W(p)\} = L^{-1}\left\{\frac{K}{a_2 p^2 + a_1 p + 1}\right\} = \sum_{i=1}^{2} \frac{K}{2a_2 p_i + a_1} e^{p_i t} = g_1(t) + g_2(t),$$

де p_i, i = 1, 2 – полюси передаточної функції *W(p)* або, що одне і те ж, корені характеристичного рівняння: $a_2 p^2 + a_1 p + 1 = 0$. Нами виведено розрахункові співвідношення для отримання числових значень параметрів еквівалентної математичної моделі нелінійної динамічної системи $K, a_1, a_2,, v_1, v_2, v_3$ для випадку, коли вхідний сигнал матиме вигляд –

$$x(t) = c_0 + A sin\,\omega_1 t = c_0 + A\left(e^{j\omega_1 t} - e^{-j\omega_1 t}\right)\big/ 2j = c_{-1}e^{-\omega_1 t} + c_0 + c_1 e^{\omega_1 t},$$

поліноміальна нелінійність матиме вигляд: $y = v_1 x + v_2 x^2 + v_3 x^3$, а зрізаний ряд Фур'є, який містить постійну складову та три перші гармоніки, розрахований з використанням реалізації на відрізку *T* вихідного сигналу *y*(*t*), матиме вигляд –

$$y(t) = q_{-3}e^{-j3\omega_1 t} + q_{-2}e^{-j2\omega_1 t} + q_{-1}e^{-j\omega_1 t} + q_0 + q_1 e^{j\omega_1 t} + q_2 e^{j2\omega_1 t} + q_3 e^{j3\omega_1 t}.$$

Висновки. Побудована система 7 рівнянь з 6 невідомими: $v_1, v_2, v_3, K, a_1, a_2$, для чисельного визначення яких відбираємо і розв'язуємо будь-які 6 рівнянь із цієї системи з 6 невідомими, а 7-е рівняння використовуємо в якості критерію правильності отриманих результатів.

Література

1. Мокин Б.И. Восстановление входных сигналов измерительных систем с нелинейными характеристиками преобразования // Методы теории идентификации в задачах измерительной техники и метрологии: Тез. докладов 3-го Всесоюзного симпозиума, Новосибирск: Сиб.НИИМ, 1982. – С. 207-209.
2. Ван-Трис Г. Синтез оптимальных нелинейных систем управления / Г. Ван-Трис. – М.: Мир. – 1964. – 167 с.
3. Mokin O.B., Mokin B.I. Renewal of input signals of nonlinear Measuring converters by Fourier-integral method/ Proceedings of XVII IMEKO World Congress, Dubrovnik, Croatia, 2003.- p.468-471.
4. Мокін О.Б., Мокін Б.І. Моделювання та оптимізація руху багатомасових електричних транспортних засобів поверхнями зі складним рельєфом / О.Б. Мокін, Б.І. Мокін. – Вінниця: ВНТУ. – 2013. – 192 с.
5. Мокін О.Б., Мокін Б.І., Хом'юк Я.В. / Умови еквівалентування нелінійних динамічних систем зі степеневими нелінійностями в частотній області // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2016. – №5, с.40-44.