

УДК 517.928

РАЗДЕЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЙ В НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С НЕСКОЛЬКИМИ ВРЕМЕННЫМИ МАСШТАБАМИ

© Костышева Д.С., Воропаева Н.В.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: kostysheva00@mail.ru

Интенсивное развитие науки и техники приводит к необходимости исследования сложных систем, характерной особенностью которых является наличие множества процессов, скорости протекания которых существенно различаются. Для решения задач моделирования и управления такими процессами используются нелинейные сингулярно возмущенные системы дифференциальных уравнений, содержащие несколько малых параметров при производных. Важнейшую роль при анализе таких систем играют методы декомпозиции, позволяющие разделить разнотемповые составляющие [1]. Одним из классов многотемповых систем, для которых расщепляющие преобразования эффективно строятся в виде асимптотических разложений по степеням малых параметров, являются линейные системы, а также системы, линейные по быстрым переменным.

Рассмотрена трехтемповая квазилинейная динамическая система

$$\begin{aligned}\dot{x}_0 &= A_{01}x_1 + A_{02}x_2 + f_0 + \varepsilon g_0 + \mu q_0, \\ \varepsilon \dot{x}_1 &= A_{11}x_1 + A_{12}x_2 + f_1 + \varepsilon g_1 + \mu q_1, \\ \mu \varepsilon \dot{x}_2 &= A_{21}x_1 + A_{22}x_2 + f_2 + \varepsilon g_2 + \mu q_2, \\ x_i &\in R^m, A_{ij} = A_{ij}(t, x_0), f_i = f_i(t, x_0, \varepsilon, \mu), \\ g_i &= g_i(t, x_0, x_1, x_2, \varepsilon, \mu), q_i = q_i(t, x_0, x_1, x_2, \varepsilon, \mu), i = 0..2.\end{aligned}\tag{1}$$

Расщепляющее преобразование строится в два этапа. На первом этапе отделяется подсистема, описывающая самые быстрые движения, а на втором выделяется самая медленная подсистема. Таким образом, рассматриваемая система приводится к блочно-треугольному виду

$$\begin{aligned}\dot{v}_0 &= f_{02}, f_{02} = f_{02}(t, v_0, \varepsilon, \mu), \\ \varepsilon \dot{v}_1 &= C_{11}v_1 + \varepsilon G_1 + \mu P_1, C_{11} = C_{11}(t, v_0, \varepsilon, \mu), \\ \mu \varepsilon \dot{v}_2 &= B_{22}v_2 + \varepsilon G_2 + \mu P_2, B_{22} = B_{22}(t, v_0, \varepsilon, \mu), \\ G_1 &= G_1(t, v_0, v_1, \varepsilon, \mu), P_1 = P_1(t, v_0, v_1, \varepsilon, \mu), \\ G_2 &= G_2(t, v_0, v_1, \varepsilon, \mu), P_2 = P_2(t, v_0, v_1, \varepsilon, \mu).\end{aligned}\tag{2}$$

Получены формулы для коэффициентов асимптотических разложений расщепляющих преобразований.

В качестве примера рассмотрена трехтемповая система, описывающая переходные процессы в синхронной электрической машине. Приведение рассматриваемой системы к блочно-треугольному виду позволило существенно упростить задачу анализа.

Библиографический список

1. Воропаева Н.В., Соболев В.А. Геометрическая декомпозиция сингулярно возмущенных систем. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 256 с.