

ДИНАМИКА СИСТЕМЫ ДВУХ НЕЛИНЕЙНО СВЯЗАННЫХ МАЯТНИКОВ

С. О. Хрисанфова, Е. Ю. Кадина, Е. В. Губина, Л. В. Коган, Г. В. Осипов

Институт информационных технологий, математики и механики,
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Россия, 603950 Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23
E-mail: svetlana.khrisanfova@gmail.com, gubinael@mail.ru, elena.kadina@itmm.unn.ru,
lyudmila.kogan@itmm.unn.ru, grosipov@gmail.com

В работе исследовалась динамика двух упруго связанных между собой маятников одинаковой массы, находящихся под действием разных постоянно действующих внешних вращательных моментов. Исследование мотивировано многочисленными физическими и биологическими приложениями рассматриваемой модели. Такие системы входят в число базовых физических моделей и представляют широкий научный интерес. На сегодняшний день существует немало работ, изучающих маятниковые ансамбли более высокого порядка. Представляется важным подробно и полно изучить динамику системы двух маятников, нелинейно связанных друг с другом, как базу для понимания поведения более сложных ансамблей фазовых осцилляторов. При изучении динамики двух нелинейно связанных маятников наибольший интерес представляет рассмотрение режима синхронизации, являющегося одним из основных режимов, наблюдаемых при взаимодействии нескольких осцилляторов в природе. Также в работе описываются и другие режимы, характеризующие динамику системы. Цель исследования состоит в изучении динамики системы в зависимости от параметров. Рассмотрены периодический и квазипериодический режимы колебаний, синхронизация и режим отсутствия колебаний. В работе получены оригинальные результаты, касающиеся аналитической оценки границы области синхронизации в плоскости $\{d, \alpha\}$, где d – сила связи между осцилляторами, а α – параметр синхронизации. Для получения вышеуказанной оценки были проведены элементы качественного анализа систем нелинейно связанных уравнений Адлера. Аналитическая оценка была подтверждена результатами прямого численного моделирования системы. В работе использовался метод Рунге–Кутты четвертого порядка с контролем локальной погрешности. Были построены бифуркационные диаграммы в плоскости $\{\gamma_1, \gamma_2\}$ для различных значений параметра связи. Исследовано влияние параметров системы на существующие в ней режимы.

Ключевые слова: Синхронизация, осциллятор, нелинейная динамика.

DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-3-4-20

Ссылка на статью: Хрисанфова С.О., Кадина Е.Ю., Губина Е.В., Коган Л.В., Осипов Г.В. Динамика системы двух нелинейно связанных маятников // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2016. Т. 24, № 3. С. 4–20.

THE DYNAMICS OF TWO NONLINEARLY COUPLED OSCILLATORS

S. Khrisanfova, E. Kadina, E. Gubina, L. Kogan, G. Osipov

Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod – National Research University Prospect Gagarina, 23, 603950 Nizhny Novgorod, Russia E-mail: svetlana.khrisanfova@gmail.com, gubinael@mail.ru, elena.kadina@itmm.unn.ru, lyudmila.kogan@itmm.unn.ru, grosipov@gmail.com

In this paper the dynamics of two elastically coupled pendulums is studied. The pendulums oscillate under the influence of external rotational moments, their masses are considered to be equal. The current work is motivated by multiple applications in physics and biology that the model has. Due to the fact that most of the previous studies focused on similar systems of higher order, we believe that the current research can serve as a basis for understanding the functioning of more complex oscillatory ensembles. It is, therefore, vital to provide a complete study of the system dynamics for different parameter values. Throughout the study different regimes of the system activity are examined. Thus, non-oscillatory mode, synchronization, periodic and quasi-periodic regimes are discussed in the paper. Synchronization is often considered to be one of the most important forms of interaction between oscillatory elements of various nature. For this reason the synchronization domain is thoroughly investigated in this paper. The main results of the current research are as follow. An analytical approximation of the synchronization domain border is obtained in (d, α) parameter plane. Here d denotes the coupling strength, whereas α is the synchronization parameter. By means of numerical integration methods the approximation is also shown to be accurate. In order to provide better understanding of the regimes that exist in the system for various parameter values, bifurcation diagrams for several values of the coupling parameter in (γ_1, γ_2) plane are drawn.

Keywords: Coupled pendulums, nonlinear coupling, synchronization.

DOI: 10.18500/0869-6632-2016-24-3-4-20

Paper reference: Khrisanfova S., Kadina E., Gubina E., Kogan L., Osipov G. The dynamics of the two nonlinearly coupled oscillators // Izvestiya VUZ. Applied Nonlinear Dynamics. 2016. Vol. 24, No 3. P. 4–20.