

О взаимодействие продольных и поперечных волн в колебаниях упругой нити с грузом на конце

Научный руководитель – Малашин Алексей Анатольевич

Храмов Дмитрий Александрович

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра газовой и волновой динамики, Москва,
Россия

E-mail: diman3366@mail.ru

Исследование колебательных систем всегда было важно для механики, физики и технических отраслей. В настоящее время актуальна тема нелинейных колебаний маятниковых систем с несколькими степенями свободы[1-8]. Особый интерес вызывает возникновение внутреннего резонанса, возникающего в следствии перекачки энергии между движениями, соответствующим различным степеням свободы.

В данной работе рассматривается задача колебания маятника на упругой нити. Такой системе соответствуют 4 характерных времени (соот-но степени свободы): период колебаний пружинного и математического маятника и продольные и поперечные колебания самой нити. Используя соотношения между этими периодами, нелинейные дифференциальные уравнения в частных производных, описывающие плоское движение идеальной однородной упругой нити с грузом в постоянном поле тяжести, сводятся к безразмерным уравнениям с малым параметром. Разделяя быстрые и медленные процессы системы, решаем задачу с помощью асимптотических методов. Это позволяет изучать особенности взаимодействия различных типов колебаний, в данной работе рассматривается взаимодействие продольных и поперечных колебаний нити. Задача становится аналогичной задаче о пограничном слое, но с переменным временем. Предлагается составное решение, состоящее из асимптотических рядов, соответствующих медленным и быстрым процессам системы.

Выявлено возникновение передачи энергии от продольных колебаний массы к поперечным колебаниям струны. Данное явление подтверждено экспериментальными исследованиями.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 23-21-00230.

Источники и литература

- 1) Магнус К. "Колебания: введение в изучение колебательных систем", Изд-во "Мир", Москва, 1982, 304 с.
- 2) Витт А. А., Горелик Г. С. "Колебания упругого маятника как пример двух параметрически связанных линейных систем", ЖМТ, 1933, том 3, выпуск 2-3, с. 294-307.
- 3) Кузнецов Д. С. "Специальные функции", Изд-во Высшей школы, Москва, 1965, 423 с.
- 4) Петров А.Г. Нелинейные колебания качающейся пружины для получения резонанса. Механика. Твердые тела 40(5) (2006).
- 5) Nayfeh A.H. (1973) Perturbation Methods. N. Y.: Wiley.
- 6) R. Starosta, G. Sypniewska-Kamińska, J. Awrejcewicz, Asymptotic analysis of kinematically excited dynamical systems near resonances, Nonlinear Dynamics, 68(4) (2012) 459 – 469.

- 7) Sypniewska-Kamińska, G., Starosta, R. & Awrejcewicz, J. Quantifying nonlinear dynamics of a spring pendulum with two springs in series: an analytical approach. *Nonlinear Dyn* 110, 1–36 (2022).
- 8) V.F. Edneral, A.G. Petrov. Nonlinear Oscillations of a Spring Pendulum at the 1:1:2 Resonance by Normal Form Methods. *Math. Comput. Sci.* 14, 295–303 (2020)

Иллюстрации

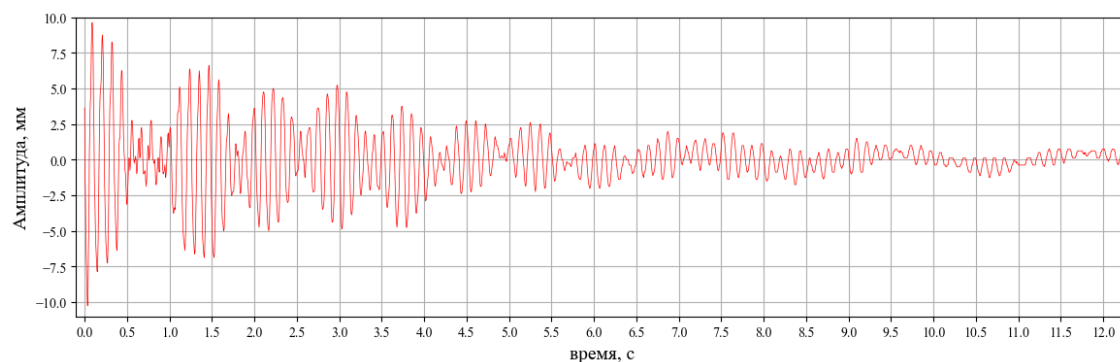


Рис. : Пример колебания середины нити в резонансном случае