

решение, то выполняется оценка

$$\text{rank}_{\text{col}} \tilde{A}(t) < n. \quad (2)$$

Оказывается, что в случае разрешимости между компонентами искомого решения системы (3) существует линейная зависимость, тесно связанная с оценкой (2) леммы. Имеет место

Теорема. Пусть для системы (1) разрешима задача возбуждения асинхронных колебаний и $x = x(t) = \text{col}(x_1, \dots, x_n)$ – сильно нерегулярное периодическое решение системы (1). Тогда найдутся два набора попарно различных упорядоченных натуральных индексов

$$1 \leq i_1 < \dots < i_{n-r_2} \leq n; \quad 1 \leq i_{n-r_2+1} < \dots < i_n \leq n$$

и некоторая постоянная $r_2 \times (n - r_2)$ -матрица H такие, что между координатами вектора x имеется линейная зависимость вида

$$\text{col}(x_{i_{n-r_2+1}}, \dots, x_{i_n}) = F \text{col}(x_{i_1}, \dots, x_{i_{r_2}}).$$

Благодарности. Результат получен по ГПНИ “Конвергенция”, подпрограмма “Математические модели и методы” в рамках гранта Президента Республики Беларусь.

Литература

1. *Massera J.L.* Observaciones sobre les soluciones periodicas de ecuaciones diferenciales. *Bol. de la Facultad de Ingenieria.* (1950). V. 4, № 1. 37–45.
2. *Курицевейль Я., Вейвода О.* О периодических и почти периодических решениях систем обыкновенных дифференциальных уравнений. *Чехосл. матем. журнал* (1955). Т. 5, № 3. 362–370.
3. *Еругин Н.П.* О периодических решениях дифференциальных уравнений. *Прикл. матем. и механика.* (1956). Т. 20, вып. 1. 148–152.
4. *Гайшун, И.В.* Уравнения в полных производных с периодическими коэффициентами. *Докл. АН БССР.* (1979). Т. 23, № 8. 684–686.
5. *Грудо Э.И., Деменчук А.К.* О периодических решениях с несоизмеримыми периодами линейных неоднородных периодических дифференциальных систем. *Дифференц. уравнения.* (1987). Т. 23, № 3. 409–416.
6. *Борухов В.Т.* Сильно инвариантные подпространства неавтономных линейных периодических систем и их решения с периодом, несоизмеримым с периодом системы. *Дифференц. уравнения.* (2018). Т. 54, № 5. 585–591.

Асимптотическая устойчивость двухкаскадной виброизоляции машиностроительных конструкций

Н. А. Докукова, П. П. Ситковская (Минск, Беларусь)

Во многих технических устройствах, инженерных сооружениях в мобильной технике присутствуют биения соприкасающихся частей конструкций как неотъемлемая часть функционирования подобных механизмов. Возникающие при этом вибрации приводят к разрушению деталей, снижению производительности оборудования и даже опасным условиям труда для операторов [1]. Поэтому разработка эффективных моделей виброгашения, обеспечивающих асимптотическую устойчивость, является одной из актуальных задач. Новые двухкаскадные модели виброгашения позволяют контролировать и уменьшать уровни вибраций, обеспечивая стабильную работу систем.

Представлено несколько конструктивных вариантов гидроопор, использующих перечисленные свойства, для которых записаны математические модели, получены зависимости законов движений виброизолируемых тел, позволяющих обеспечить стабильный устойчивый режим колебаний, возникающий от действия внутренней и внешней периодических нагрузок, с минимально допустимыми амплитудами и амплитудами собственных колебаний, асимптотически убывающими до нуля. Для новых конструкций гидроопор получены зависимости между физическими и геометрическими параметрами, обеспечивающие асимптотически устойчивые собственные колебания и минимально возможные амплитуды законов движений виброизолируемых тел. Установлена закономерность соотношений собственных и парциальных частот механической системы с новыми видами виброопор с использованием критериев устойчивых, асимптотически устойчивых и устойчивых с запасом движений [2]. Выведенные формулы, закономерности и зависимости, связывающие основные физические параметры, могут быть использованы в конструкторских бюро машиностроительного комплекса РБ [3, 4].

Благодарности. Работа выполнена в рамках задания ГПНИ “Конвергенция–2025”, “Математические модели и методы - 1.7.01.7”.

Литература

1. *Biderman V.L. Theory of Mechanical Oscillations.* М.: Higher School (1980).
2. *Voronov V.S. Stability indicators of robust control systems. Proceedings of the RAS. Theory and control systems.* No. 6 (1995), 49–54.
3. *Dokukova N.A., Konon P.N. Dynamic oscillations of deformable elastic spring with free end. Free boundary problems: theory, experiment and applications : book of abstracts VIII All-Russian Conference with foreign participants (July 3-7, 2023, Tomsk, Russia).* Tomsk: TSU Press. (2023), 88–90.
4. *Докучкова Н.А. Выбор рациональных параметров гидроопоры с пористым элементом. Проблемы машиностроения и надежности машин.* No. 4 (2003), 15–18.

Способы и инструменты визуализации операторов обобщенного сдвига В. В. Игнатенко (Великий Новгород, Россия)

Операторы обобщенного сдвига имеют многочисленные применения как в прикладных исследованиях, например, в цифровой обработке сигналов, так и в теоретических, в частности, при построении теории почти периодических функций. Особую роль операторы обобщенного сдвига играют в теории дифференциальных уравнений, где с их помощью конструируются различные операторы типа свёртки.

Часто операторы обобщенного сдвига являются интегральными, могут содержать специальные функции и бывают достаточно громоздкими. Это усложняет не только их исследование, но и приложение к решению различных задач. Визуализация действия операторов обобщенного сдвига позволяет понять особенности изучаемых математических объектов, выдвинуть гипотезы, касающиеся их свойств и получить наглядный образ при анализе.

В докладе представлены различные подходы к визуализации операторов обобщенного сдвига, они демонстрируются на конкретных примерах. Дается обзор различных инструментов, которые могут быть использованы для подобной визуализации. В дальнейшем предполагается применение полученных результатов для наглядного представления обобщенных свёрточных конструкций, которые используются при решении дифференциальных уравнений.