№ 10 2008

531.383

УСТОЙЧИВОСТЬ ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Канд.техн.наук, доц. П.А.КОТОВ

Рассматриваются нерелятивистские модели механических систем, представимые дифференциальными уравнениями с вещественными коэффициентами в классе непрерывных измеримых функций действительного нестационарного переменного t и предлагаются теоретические основы устойчивости динамических состояний, синтеза скалярного управления.

Механические системы в известных задачах определяются как динамические системы представляемые дифференциальными безрезонансными уравнениями с вещественными измеримыми коэффициентами [1]. Рассматривается синтез детерминированного управления. Определить параметры закона управления, обеспечивающего расчетное перемещение в однородном пространстве.

Обоснование выработки измеримых начальных условий в задачах проблем механики составляет научно-теоретический интерес, что в соответствующих источниках [2] не раскрывается. Полагать актуальным обоснованное задание начальных условий для моделируемых динамических систем с классическим законом управления. Затруднения вызывает формирование расчетного закона управления систем представимых вещественными дифференциальными уравнениями с переменными коэффициентами, инерционными характеристиками при многозначных начальных данных.

1. Постановка задачи.

Известны опубликованные сообщения [1, С.468; 479], в которых рассматриваются возможные теоретические аспекты проектирования динамических систем с вещественными переменными коэффициентами и детерминированным скалярным управлением. Так в опубликованных материалах [1, С.468] рассматривается управляемая линейная система с ограниченными локально-интегрируемыми коэффициентами:

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u; \;\; u \in R^m, \; t \geq 0 \qquad (1)$$

$$x \in R^m$$

Управление задается по принципу линейной обратной связи $u = U(t)x$, где матрица U(mxn) предполагается ограниченной и измеримой, тогда исходная система (1) переходит в однородную замкнутую систему с ограниченными вещественными коэффициентами:

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)U(t)x \tag{2}$$

и показателями Ляпунова

$$\lambda_1 (A+BU) \leq \ldots \leq \lambda_n (A+BU)$$

Если матрицу U рассматривать как управляющий параметр, то возникает задача глобального управления характеристическими показателями Ляпунова, в которой требуется построить для исходной системы такую обратную связь $u = \upsilon(t)x$, которая обеспечила бы равенство $\lambda i\ (A + BU) = \mu i$; i=1;…;n, где $\mu 1 \leq \ldots \leq \mu n$ – заранее заданные вещественные числа. Исходная система называется σ – равномерно вполне управляемой, если существует такое $\gamma > 0$, что для любых $t_0 \geq 0$ и $x_0 \in R^2$ в отрезке $[t_0, t_0+\sigma]$ найдется такое измеримое и ограниченное управление $u \in R^m$, $\|u(t)\| \leq \gamma \|x_0\|$, $t \in [t_0, t_0+\sigma]$, что решение задачи Коши рассматриваемой системы с этим управлением и начальным условием $x(t_0) = x_0$ в точке $t_0+\sigma$ обращается в нуль. Представляется актуальным формирование матрицы $U(t)$, обоснование предполагаемого решения при наличии коэффициентов из произведения ограниченных функций, знакопостоянных начальных данных с учетом рассматриваемых вариантов интегрирования скалярного подынтегрального выражения: $2\cos t \sin t$

Возможный первоначальный вариант интеграла от рассматриваемого подынтегрального выражения предлагается разработанным так: $-\cos t \cos t + C$

Другой возможный вариант интеграла от рассматриваемого подынтегрального выражения сформирован так: $-0.5\cos 2t + C$

Иной возможный вариант интеграла от рассматриваемого подынтегрального выражения из произведения скалярных периодических функций с удельной частотой изменения предлагается записанным так:

$$\sin t \sin t + C$$

Представленные соображения заслуживают внимания для моделирования и формирования требуемого закона управления, математического обеспечения испытаний изделий с различным спектром собственных частот, обоснования предлагаемых элементов теории интегрирования.

2. Схема решения.

Предлагаемый вариант схемы решения возможного формирования перспективного закона управления детерминированной механической системы, представимой безрезонансным дифференциальным уравнением (1) с фиксированными начальными условиями полагать базирующимся выражением приобретенной кинетической энергии:

$$2^{-1}\,(A(t)x + B(t)u)\,(A(t)x + B(t)u)$$

Разработанный вариант диагностирования устойчивости движения детерминированной системы предлагается таким соотношением:

$$\partial 2^{-1}\,(A(t)x + B(t)u)\,(A(t)x + B(t)u)/\,\partial t < 0$$

Для рассматриваемого исходного варианта динамической модели с пропорциональным управлением следует учитывать такое разработанное выражение приобретенной кинетической энергии:

$$(A(t)x + B(t)U(t)x)\,(A(t)x + B(t)U(t)x) - 2^{-1}\,(A(t)x + B(t)U(t)x)^2$$

Возможный вариант перемещения механической системы, представимой исходным вещественным безрезонансным дифференциальным уравнением с переменными коэффициентами в детерминированном классе нестационарных функций непрерывного неотрицательного переменного полагать устойчивым при выполнении разработанного неравенства:

$$\partial 2^{-1}(A(t)x + B(t)U(t)x)\,(A(t)x + B(t)U(t)x)/\partial t$$
$$+ d2^{-1}(A(t)x + B(t)U(t)x)\,(A(t)x + B(t)U(t)x)/dt < 0$$

Возможный вариант представления матрицы υ рассматриваемого закона управления предлагается таким выражением:

$$B^{-1}(t) - A(t)B^{-1}(t) = U(t)$$

Предлагаемый подход построения непрерывного вещественного решения с учетом возможного интегрирования в соответствующем пространстве функций с заданной нормой состоит в следующем:

Возможный вариант неопределенного интеграла вещественного скалярного выражения $2\cos t/2\sin t/2$ в пространстве ограниченных функций с нормой [3] $(\cos t/2\cos t/2)^{1/2}$ разработан так: $-2\cos t/2\cos t/2+C$

Другой вариант неопределенного интеграла искомого вещественного скалярного выражения в соответствующем пространстве функций с нормой $(\sin t/2\sin t/2)^{1/2}$ предлагается таким: $2\sin t/2\sin t/2+C$

Иной вариант неопределенного интеграла искомого вещественного скалярного выражения в соответствующем пространстве функций с нормой $(\cos t\cos t)^{1/2}$ предлагается разработанным так: $-\cos t+C$

Формированию эффективного управления способствуют предлагаемые подходы диагностирования устойчивости движения динамических систем, перспективные основы интегрирования в соответствующем пространстве функций с заданной нормой, выработка действительных однозначных начальных условий [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Материалы конференции «Общие проблемы управления и их приложения. Проблемы преподавания математики» 8-12 октября 2007. Тамбов // Вестник ТГУ им. Г.Р. Державина– Т.12 –Вып.4.
2. Основы автоматического управления/ Под ред. В.С. Пугачева изд. второе, испр. и дополн. Наука. Главная редакция физико-математической литературы 1967.- 680с.
3. Тихонов А.Н., Васильева А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения: Учеб. для вузов – 4-е изд. Физматлит, 2005- 256с.
4. Котов П.А. Разработка конструктивного основания системы начальных условий // Известия вузов. Машиностроение. 2008. №2- с.11.