Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ДИНАМИКИ СИСТЕМ И ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ
имени В.М. Матросова
Сибирского отделения Российской академии наук

ЛЯПУНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

3 – 5 декабря 2018 года

Материалы конференции

Иркутск – 2018

УСТОЙЧИВОСТЬ ИНТЕРВАЛЬНОГО СЕМЕЙСТВА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

А.Д. Кононов.
Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН.
my_official@rambler.ru

Рассматривается вопрос об асимптотической устойчивости интервального семейства дифференциально-алгебраических уравнений

$$(A_0 + \gamma \Delta_A)x'(t) + (B_0 + \gamma \Delta_B)x(t) = 0, \quad t \in T, \tag{1}$$

где A_0, B_0 - заданные вещественные $(n \times n)$-матрицы; $\Delta_A = (\alpha_{i,j})$ и $\Delta_B = (\beta_{i,j})$ - матрицы неопределенностей, $|\alpha_{i,j}| < g_{i,j}$, $|\beta_{i,j}| < h_{i,j}$, $i, j = \overline{1,n}$; $x(t)$ - искомая n-мерная вектор-функция. Матрицы $G = (g_{i,j})$ и $H = (h_{i,j})$ задают масштабы изменения элементов матриц A_0 и B_0 соответственно, величина $\gamma > 0$ определяет размах неопределенностей. Предполагается, что $\det A = 0$ и матричный пучок $\lambda A + B$ регулярен. Такого рода системы называют дифференциально-алгебраическими уравнениями (ДАУ). Важнейшей характеристикой ДАУ является индекс неразрешенности, отражающий сложность внутренней структуры системы. Допускается произвольно высокий индекс неразрешенности.

Исследуется вопрос об устойчивости системы вида (1) в предположении, что номинальная система

$$A_0 x'(t) + B_0 x(t) = 0, \quad t \in T, \tag{2}$$

асимптотически устойчива.

На основании результатов статьи [1] показано, что для ДАУ (1) существует обратимый оператор $\Re = R_0(t) + R_1(t)\frac{d}{dt} + \cdots + R_r\left(\frac{d}{dt}\right)^r$, действие которого преобразует систему (1) к виду

$$\begin{pmatrix} O & O \\ E_{n-d} & O \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x'_1(t) \\ x'_2(t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} J_1 & E_d \\ J_2 & O \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix} = 0, \tag{3}$$

где E_d - единичная матрица указанного порядка; J_1 и J_2 - некоторые матрицы соответствующих размеров; $colon(x_1(t), x_2(t)) = Qx(t)$, Q - матрица перестановки строк; r - индекс неразрешенности. При этом множества решений систем (2) и (3) совпадают.

Получены достаточные условия, гарантирующие сохранение внутренней структуры рассматриваемой системы (1). В предположениях, обеспечивающих сохранение структуры, получены условия робастной устойчивости ДАУ (2).

В дополнение получены условия робастной устойчивости ДАУ (1) с использованием свойства сверхустойчивости системы (2).

1. Щеглова А.А. Существование решения начальной задачи для вырожденной линейной гибридной системы с переменными коэффициентами / Известия вузов. Математика. 2010. № 9. С. 57–70.