

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

## **ЛЯПУНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ**

**5 – 7 декабря 2017 года**

**Материалы конференции**



**Иркутск – 2017**

О РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ  
ВЫСОКОГО ИНДЕКСА В УСЛОВИЯХ  
СТРУКТУРИРОВАННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ\*

А.Д. Кононов

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН  
my\_official@rambler.ru

Рассматривается система уравнений вида

$$(A + C_1 \Delta_1 D_1)x'(t) + (B + C_2 \Delta_2 D_2)x(t) = 0, \quad t \in T = [0, +\infty), \quad (1)$$

где  $A, B, C_1, C_2, D_1, D_2$  – заданные вещественные  $(n \times n)$ -матрицы,  $\Delta_1$  и  $\Delta_2$  – матрицы неопределенностей,  $x(t)$  – искомая  $n$ -мерная вектор-функция. 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.

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

$$Ax'(t) + Bx(t) = 0, \quad t \in T \quad (2)$$

асимптотически устойчива.

На основании результатов статьи [1] показано, что для ДАУ (2) существует обратимый оператор  $\mathfrak{R} = R_0(t) + R_1(t)\frac{d}{dt} + \dots + R_r\left(\frac{d}{dt}\right)^r$ , действие которого преобразует систему (2) к виду

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

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

Основная сложность исследования робастной устойчивости ДАУ связана с тем, что возмущения коэффициентов могут изменить структуру и дифференциальный порядок системы даже в случае индекса 1. Поэтому матрицы возмущений не могут быть произвольными.

Найдены достаточные условия, при которых возмущения не меняют внутреннюю структуру ДАУ (1). В предположениях, обеспечивающих сохранение структуры, получены условия робастной устойчивости ДАУ (2). Кроме того, для ДАУ (1) введено понятие радиуса устойчивости и получены соответствующие оценки этого радиуса.

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

---

\* Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проект No 16-31-00101).