Список литературы

1. *Айзекс Р.* Дифференциальные игры. М.: Мир, 1967.
2. *Красовский Н.Н., Субботин А.И.* Позиционные дифференциальные игры. М.: Наука, 1974.
3. *Kumkov S.S., Patsko V.S.* Construction of singular surfaces in linear differential games // Annals of the International Society of Dynamic Games, Vol. 6, E.Altman, O.Pourtallier eds. Birkhäuser, Boston, 2001. P. 185–202.
4. *Исакова Е.А., Логунова Г.В., Пацко В.С.* Построение стабильных мостов в линейной дифференциальной игре с фиксированным моментом окончания // Алгоритмы и программы решения линейных дифференциальных игр, под ред. А.И.Субботина и В.С.Пацко, Свердловск: Институт математики и механики, 1984. С. 127–158.
5. *Shinar J., Medinah M., Biton M.* Singular surfaces in a linear pursuit-evasion game with elliptical vectograms // Journal of Optimization Theory and Applications. 1984. Vol. 43. № 3. P. 431–458.
6. *Shinar J., Zarkh M.* Pursuit of a faster evader — a linear game with elliptical vectograms // Proceedings of the Seventh International Symposium on Dynamic Games, Yokosuka, Japan, 1996. P. 855–868.
7. *Кумков С.С., Пацко В.С.* Максимальные стабильные мосты в контрольном примере Л.С.Понтрягина // Вестник Удмуртского университета, серия «Математика, механика», Ижевск. 2000. № 1. С. 92–103.

РОБАСТНАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ И СИНТЕЗ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

В.М. Кунцевич

Институт космических исследований НАН Украины и НКА Украины, проспект Академика Глушкова, 40, корпус 4/1, 03680, МСП, Киев 187 Украина

gvf@ikd.kiev.ua

В докладе рассматриваются две взаимосвязанные задачи: определение достаточных условий робастной устойчивости в заданной области $\mathbf{X}$ семейства систем

$$X_{n+1} = F(X_n, L_n), \;\; X_0 \in \mathbf{X}, \tag{1}$$

где $X_n \in \mathbf{R}^m$ — вектор состояния, $L_n \in \mathbf{R}^k$, $F(\cdot)$ — однозначная непрерывная функция, такая, что $F(0, L_n) = 0 \;\; \forall n \in [o; \infty)$; $L_n \in \mathbf{R}^k$ — вектор параметров, для которого задана его априорная оценка, $L_n \in \mathbf{L} \;\forall n \in [0, \;\infty)$ — ограниченное выпуклое множество.

Для анализа робастной устойчивости семейства систем (1), где $L_n \in \mathbf{L}$ вводится функция Ляпунова в виде

$$v_n = \|X_n\|. \tag{2}$$

Ее первая разность, вычисляемая в силу (1), равна

$$\Delta v_n = v_{n+1} - v_n = \|F(X_n, L_n)\| - \|X_n\|. \tag{3}$$

Выполнение нижеследующего неравенства

$$\max_{X_n \in \mathbf{X};\, L_n \in \mathbf{L}} \{\|F(X_n, L_n)\| - \|X_n\|\} < 0 \;\; \forall n \in [0; \infty) \tag{4}$$

является достаточным условием робастной устойчивости рассматриваемого семейства систем в области $\mathbf{X}$.

Для получения конструктивно проверяемых достаточных условий, следуя Е.А. Барбашину, нелинейную систему (1) представим в квазилинейной форме, используя соотношение

$$X_{n+1} = F(X_n, L_n) = \Phi(X_n, L_n, S)X_n, \tag{5}$$

где $\Phi(\cdot)$ — функциональная матрица $(m \times m)$, S — вектор параметров, оптимальный выбор которого получен в докладе.

Во второй части доклада рассматривается задача синтеза управления в области $\mathbf{X}$ для семейства систем

$$X_{n+1} = F(X_n, L_n) + BU, \tag{6}$$

где $U \in \mathbf{R}^m$ — вектор управления, B - матрица $(m \times m)$.

Используя соотношение (5), уравнение (1) записываем в квазилинейной форме

$$X_{n+1} = \Phi(X_n, L_n, S)X_n + BU_n. \tag{7}$$

Целью управления является обеспечение робастной устойчивости семейства систем в области $\mathbf{X}$.

АНАЛОГ ТЕОРЕМЫ БАРБАШИНА - КРАСОВСКОГО ДЛЯ СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

А.А. Леваков, Т.А. Новик

Белгосуниверситет, Независимости 4, 220050 Минск, Беларусь

Теорема Барбашина - Красовского является одним из наиболее используемых при исследовании асимптотической устойчивости дифференциальных систем, результатом. Утверждение, являющееся аналогом теоремы Барбашина - Красовского для стохастических дифференциальных включений, было получено авторами ранее, но при предположениях , некоторые из которых могут быть опущены, что и делается в настоящей работе.

Рассмотрим стохастическое дифференциальное уравнение

$$dx(t) = f(t, x(t))\,dt + g(t, x(t))\,dW(t), \quad x \in R^d, \tag{1}$$

с измеримыми по Борелю функциями $f:\ R_+ \times R^d \to R^d$, $g:\ R_+ \times R^d \to R^{d\times d}$.

Выберем строки матрицы g с номерами $\beta_1, \ldots, \beta_l$, $\beta_1 < \cdots < \beta_l$, и пусть $\beta_{l+1} < \cdots < \beta_d$ — номера оставшихся строк. Построим матрицу

$$\sigma_{\beta_1,\ldots,\beta_l}(t, x_1, \ldots, x_d) = \begin{pmatrix} g_{\beta_1} g_{\beta_1}^\top & \ldots & g_{\beta_1} g_{\beta_l}^\top \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ g_{\beta_l} g_{\beta_1}^\top & \ldots & g_{\beta_l} g_{\beta_l}^\top \end{pmatrix},$$

где g_{β_j} – строка с номером β_j матрицы g, а также построим множество $H(\beta_1, \ldots, \beta_l) = \{(t, x_{\beta_1}, \ldots, x_{\beta_l})|$ для любой открытой окрестности $U(t, x_{\beta_1}, \ldots, x_{\beta_l})$ точки $(t, x_{\beta_1}, \ldots, x_{\beta_l})$ существует $a > 0$ такое, что интеграл

$$\int\limits_{U(t, x_{\beta_1}, \ldots, x_{\beta_l})} \sup_{(x_{\beta_{l+1}}, \ldots, x_{\beta_d}) \in D_2(0,a)} (\det \sigma_{\beta_1,\ldots,\beta_l}(t, x_1, \ldots, x_d))^{-1}\, dt\, dx_{\beta_1}\, \ldots\, dx_{\beta_l}$$

либо не определен, либо равен $\infty\}$, где $D_2(0, a) = \{(x_{\beta_{l+1}}, \ldots, x_{\beta_d})|\ (x_{\beta_{l+1}}^2 + \ldots + x_{\beta_d}^2)^{1/2} \le a\}$ (под открытой окрестностью понимаем окрестность, открытую в пространстве переменных $(t, x_{\beta_1}, \ldots, x_{\beta_l})$.

Будем говорить, что вещественная функция $h(t, x) = h(t, x_1, \ldots, x_d)$ удовлетворяет **условию C),** если существуют строки $g_{\beta_1}, \ldots, g_{\beta_l}$ матрицы g такие, что функция h при каждых фиксированных $(t, x_{\beta_1}, \ldots, x_{\beta_l})$ непрерывна по оставшимся компонентам $(x_{\beta_{l+1}}, \ldots, x_{\beta_d})$ вектора x и множество $\{(t, x_1, \ldots, x_d)|\ (t, x_{\beta_1}, \ldots, x_{\beta_l}) \in H(\beta_1, \ldots, \beta_l)\}$ содержится во множестве точек непрерывности отображения h.