









По лемме Шура МН (16) эквивалентно следующему МН в пространстве  $\mathbb{R}^{n+m+1}$ :

$$\begin{aligned} I_{Ts}^{m+1} &\cong \tilde{I}_{Ts}^{m+1} = \begin{pmatrix} I_{Ts}^m & \tilde{p} + (1/\varepsilon_{m+1}^2) \tilde{q} \\ (\bullet)^\top & -2/\varepsilon_{m+1}^2 \end{pmatrix} = \\ &= \begin{pmatrix} A^\top LA - L & A^\top LB_{m+1} + C_{m+1} \tau_{m+1}/2 \\ (\bullet)^\top & B_{m+1}^\top LB_{m+1} - \Gamma_{m+1} \end{pmatrix} < 0. \end{aligned}$$

где  $B_{m+1} = (b_1 b_2 \dots b_m b_{m+1})$ ,  $C_{m+1} = (c_1 c_2 \dots c_m c_{m+1})$ ,  $\Gamma_{m+1} = \tau_{m+1} = \text{diag}\{\tau_1, \dots, \tau_m, \tau_{m+1}\}$ . Символы “ $\bullet$ ” обозначают элементы под главной диагональю симметрической матрицы, совпадающие с соответствующими элементами над главной диагональю.

Таким образом, МН  $\tilde{I}_{Ts}^{m+1} < 0$  приведено к виду МН (12) для системы с  $m + 1$  нелинейностью. Теорема 2 доказана.

## Список литературы

1. Поляк Б.Т., Хлебников М.В., Щербаков П.С. Линейные матричные неравенства в системах управления с неопределенностью // Автоматика и телемеханика. 2021. № 1. С. 3–54.
2. Fradkov A. Early Ideas of the Absolute Stability Theory // 2020 European Control Conference (ECC), May 12–15, 2020. Saint Petersburg, Russia. P. 762–768.
3. Якубович В.А. Частотные условия абсолютной устойчивости систем управления с несколькими нелинейными или линейными нестационарными блоками // Автоматика и телемеханика. 1967. № 6. С. 5–30.
4. Якубович В.А. Абсолютная неустойчивость нелинейных систем управления. II. Системы с нестационарными нелинейностями. Круговой критерий // Автоматика и телемеханика. 1971. № 6. С. 25–34.
5. Якубович В.А. Абсолютная устойчивость импульсных систем с несколькими нелинейными или линейными нестационарными блоками. I, II // Автоматика и телемеханика. 1967. № 9. С. 59–72; 1968. № 2. С. 81–101.
6. Шепелявый А.И. Абсолютная неустойчивость нелинейных амплитудно-импульсных систем управления. Частотные критерии // Автоматика и телемеханика. 1972. № 6. 49–56.
7. Гусев С.В., Лихтарников А.Л. Очерк истории леммы Калмана-Попова-Якубовича и S-процедуры // Автоматика и телемеханика. 2006. №10. С. 77–121.
8. Каменецкий В.А. Абсолютная устойчивость и абсолютная неустойчивость систем управления с несколькими нелинейными нестационарными элементами // Автоматика и телемеханика. 1983. № 12. С. 20–30.
9. Каменецкий В.А. Абсолютная устойчивость дискретных систем управления с нестационарными нелинейностями // Автоматика и телемеханика. 1985. № 8. С. 172–176.
10. Скородинский В.И. Абсолютная устойчивость и абсолютная неустойчивость систем управления с двумя нелинейными нестационарными элементами. I // Автоматика и телемеханика. 1981. № 9. С. 21–29.
11. Каменецкий В.А. Частотные условия устойчивости гибридных систем // Автоматика и телемеханика. 2017. № 12. С. 3–25.
12. Гелиг А.Х., Леонов Г.А., Якубович В.А. Устойчивость нелинейных систем с неединственным состоянием равновесия. М.: Наука, 1978.
13. Каменецкий В.А. Частотные условия устойчивости дискретных систем с переключениями // Автоматика и телемеханика. 2018. № 8. С. 3–26.
14. Каменецкий В.А. Дискретные попарно связанные системы с переключениями и системы Лурье, критерий Цыпкина для систем с двумя нелинейностями // АиТ. 2022. № 9. С. 55–80.