









**Теорема 2.** Если в предположениях **A1–A5** прокси-функция  $U(\cdot)$  выбрана так, что ее минимум на множестве  $\mathcal{D}_{adm}$  достигается в начале координат, то на траекториях  $\delta_{1,t}$  в объекте (4), управляемом  $u_t = u_{comp,t} + u_{disc,t}$  (8), выполняется

$$F(\delta_{1,t}) - \min_{\delta_1 \in \mathcal{D}_{adm}} F(\delta_1) \leq [F(\delta_{1,0}) - F(0)] \frac{\theta}{t + \theta}, \quad \forall t \geq t_0 = 0.$$

## 5. Заключение

Таким образом, задача оптимизации слежения за эталонной траекторией при заданном допустимом выпуклом компакте решается с использованием дифференциально управляемого многомерного объекта 2-го порядка с неизвестной ограниченной правой частью модели. Желаемая динамика переменных ошибки отслеживания рассчитывается на основе инерционного МЗС. Установлена сходимости целевой функции к минимуму и получена связанная с ней неасимптотическая верхняя граница. Доказано, что данный робастный регулятор при определенной связи его параметров с начальными условиями обеспечивает определенный скользкий режим с начала процесса управления. Этот метод может иметь несколько применений при разработке робастного управления в механических системах [8, 9].

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 21-71-30005), <https://rscf.ru/project/21-71-30005/>.

## Список литературы

1. Поляк Б.Т. Введение в оптимизацию. М.: Наука, 1983. 384 с.
2. Нестеров Ю.Е. Введение в выпуклую оптимизацию. М.: МЦНМО, 2010. 278 с.
3. Boyd S., Vandenberghe L. Convex optimization. Cambridge University Press, 2004. 727 с.
4. Растрингин Л.А. Системы экстремального управления. М.: Наука, 1974. 632 с.
5. Dechter R. Constraint Processing. Morgan Kaufmann Publisher, 2003. 481 с.
6. Leader J.J. Numerical Analysis and Scientific Computation. Pearson Addison Wesley, 2004. 590 с.
7. Sieniutycz S., Jezowski J. Brief review of static optimization methods // Energy Optimization in Process Systems. Elsevier, 2009. P. 1–43.
8. Poznyak A.S., Nazin A.V., Alazki H. Integral Sliding Mode Convex Optimization in Uncertain Lagrangian Systems Driven by PMDC Motors: Averaged Subgradient Approach // IEEE Trans. Autom. Control. 2021. Vol. AC-66, No. 9. P. 4267–4273.
9. Nazin A.V., Alazki H., Poznyak A.S. Robust Tracking as Constrained Optimization by Uncertain Dynamic Plant: Mirror Descent Method and ASG-Version of Integral Sliding Mode Control // Mathematics. 2023. Vol. 11. P. 4112.
10. Solis C.U., Clempner J.B., Poznyak A.S. Extremum seeking by a dynamic plant using mixed integral sliding mode controller with synchronous detection gradient estimation // Int. J. of Robust and Nonlinear Control. 2018. Vol. 29, No. 3. P. 702–714.
11. Utkin V. Sliding Modes in Control Optimization. Berlin: Springer, 1992. 286 p.
12. Fridman L., Poznyak A., Bejarano F.J. Robust Output LQ Optimal Control via Integral Sliding Modes. New York: Birkhäuser, 2014. 161 p.
13. Utkin V., et al. Road Map for Sliding Mode Control Design. Springer Briefs in Mathematics. Cham, Switzerland: Springer, 2020. 127 p.
14. Назин А.В. Алгоритмы инерционного зеркального спуска в выпуклых задачах стохастической оптимизации // Автомат. и телемех. 2018. № 1. С. 100–112.
15. Юдицкий А.Б., Назин А.В., Цыбаков А.Б., Ваятис Н. Рекуррентное агрегирование оценок методом зеркального спуска с усреднением // Пробл. передачи информ. 2005. Т. 41, № 4. С. 78–96.