

где $\gamma_1, \gamma_{21}, \gamma_{22}, \gamma_{31}, \gamma_{32}, \gamma_{41}, \gamma_{42} = \text{const} > 0$, значения которых подбираются на этапе имитационного моделирования системы.

В этом случае для эквивалентной (10) и, следовательно, для исходной (1) – (7) систем будет выполнена вспомогательная (9) и основная (8) цели управления.

Для автоматического поиска значений параметров синтезированного регулятора (12) был разработан программный модуль, реализующий работу генетического алгоритма, направленного на достижение критерия качества, относящегося к семейству критериев обобщенной работы: $I = \int_0^t (k_1 u^2(\zeta) + k_2 (r(\zeta) - y(\zeta))^2) d\zeta \rightarrow \min$.

На рис. 1 представлены динамические характеристики системы управления (1) – (7), (12) полученные в ходе одного из вычислительных экспериментов и подтверждающие выполнение целевых условий функционирования.

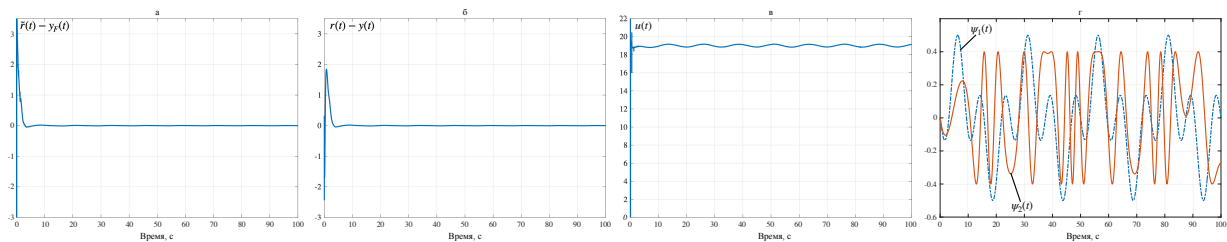


Рис. 1. Ошибка по основному контуру (а), ошибка регулирования (б), сигнал управления (в) и внешние возмущения системы (1) – (7), (12)

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00246, <https://rscf.ru/project/23-29-00246/>.

Список литературы

1. Еремин Е.Л., Шеленок Е.А. Периодическое робастное управление одним классом неаффинных объектов в условиях неопределенности // Датчики и системы. 2023. № 2(267). С. 44–50.
2. Eremin E.L., Nikiforova L.V., Shelenok E.A. Combined Nonlinear System of Control of a Structurally-Parametrically Uncertain Nonaffine Plant with State Delay and Neutral Type Delay // Automation and Remote Control. 2021. Vol. 82, No. 12. P. 2192–2203.
3. Еремин Е.Л., Никифорова Л.В., Шеленок Е.А. Комбинированное нелинейное управление системой перевернутых маятников при ограничении управляющих сигналов // Автометрия. 2021. Т. 57, № 4. С. 74–84.
4. Попов В.М. Гиперустойчивость автоматических систем. М.: Наука, 1970. 456 с.
5. Khalil H. K. Nonlinear Systems. New Jersey: Prentice Hall, 2002.