

откуда функция $Q(x(t))$ ограничена: $Q(x(t)) \leq Q(x(0))$. Поскольку $Q(x(t))$ не возрастает, существует предел $\lim_{t \rightarrow \infty} Q(x(t)) = Q_\infty$. Если $Q_\infty = 0$, то цель достигается и теорема доказана. Если $Q_\infty > 0$, то, значит, хотя бы одно слагаемое вида $(2y_i - y_{i-1} - y_{i+1})$ не стремится у нулю и, следовательно, хотя бы одна функция $g_i(x_i) \nabla h_i(x_i)^T$ стремится к нулю. При дополнительном выполнении условий (A3),(A4), аналогично [15] устанавливается достижение исходной цели (8).

4. Заключение

Поставлена задача обеспечения заданного соотношения инвариантов в нелинейных системах и показана возможность ее решения на основе модифицированного метода скоростного градиента. Предложены условия достижения цели управления для произвольного числа подсистем. Полученные результаты могут иметь применения в медицине и в технике, поскольку применимы как к живым организмам, так и к техническим системам.

Работа выполнена в ИПМаш РАН и поддержана грантом РФФ 23-41-00060.

Список литературы

1. Wiener N. Cybernetics: or, control and communication in the animal and the machine. MIT Press, 1948.
2. Ashby W. R. Experimental Homeostat. *Electroencephalography And Clinical Neurophysiology*. 1949, Vol. 1, No. 1. P. 116–117.
3. Ashby W. R. Design for a Brain: The origin of adaptive behaviour / 2nd ed. Chapman & Hall, 1960.
4. Pask G. An approach to cybernetics. New York: Harper & Brothers, 1961.
5. Herrmann J. M., Holicki M., Der R. On Ashby's homeostat: A formal model of adaptive regulation // From animals to animats 8: Proc. 8th Int. Conf. Simulation of Adaptive Behavior. 2004. P. 324–333.
6. Lombarte M., Lupo M., Campetelli G. et al. Mathematical model of glucose-insulin homeostasis in healthy rats // *Mathematical Biosciences*. 2013. Vol. 245, No. 2. P. 269–277.
7. Gaohua L., Kimura H. A mathematical model of brain glucose homeostasis // *Theoretical biology & medical modelling*. 2009. Vol. 27, No. 6. P. 26.
8. Raposo J.F., Sobrinho L.G., Ferreira H.G. A minimal mathematical model of calcium homeostasis // *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 2002. Vol. 87, No. 9. P. 4330–4340.
9. Chifman J., Kniss A., Neupane P. et al. The core control system of intracellular iron homeostasis: A mathematical model // *Journal of Theoretical Biology*. 2012. Vol. 300. P. 91–99.
10. Vargas P., Moioli R., de Castro Leandro N. et al. Artificial Homeostatic System: A Novel Approach // *Advances in Artificial Life / Ed. by Mathieu S. Capcarrere, Alex A. Freitas, Peter J. Bentley et al. Berlin, Heidelberg: Springer, 2005. P. 754–764.*
11. Man K., Damasio A. Homeostasis and soft robotics in the design of feeling machines // *Nature machine intelligence*. 2019. Vol. 1. P. 446–452.
12. Oka M., Abe H., Ikegami T. Dynamic homeostasis in packet switching networks // *Adaptive Behavior*. 2015. Vol. 23, No. 1. P. 50–63.
13. Golubitsky M., Stewart I. Homeostasis, singularities, and networks // *J. Math. Biol.* 2017. Vol. 74. P. 387–407.
14. Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л. Метод скоростного градиента и его приложения // *Автоматика и телемеханика*. 2021. № 9. С.3-72.
15. Shiriaev A.S., Fradkov A.L. Stabilization of invariant sets for nonlinear non-affine systems // *Automatica*. 2000. Vol. 36, No. 11. P. 1709–1715.