

# АЛГОРИТМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ НЕВЫПУКЛЫХ РЕЛЕЙНЫХ ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ<sup>1</sup>

Т.С. Зароднюк

*Институт динамики систем и теории управления СО РАН, Иркутск*  
*e-mail: tz@icc.ru*

Рассматривается задача оптимального управления (ЗОУ) с управляющим воздействием релейного типа

$$\dot{x} = f(x, u, t), x(t_0) = x^0, t \in T = [t_0, t_1] \quad (1)$$

$$u \in U = [u_j \in \underline{u}_j; \bar{u}_j], j = \overline{1, r} \quad (2)$$

$$I(u) = \varphi(x(t_1)) \rightarrow \min. \quad (3)$$

Вектор-функция  $f(x, u, t)$  и скалярная функция  $\varphi(x)$  предполагаются непрерывно дифференцируемыми по всем аргументам, кроме  $t$ .

Разработаны модификации алгоритмов исследования невыпуклых релейных ЗОУ (1)–(3), опирающиеся на учет специфики структуры управляющих воздействий. Используются элементы теории машинного обучения (реализовано построение аппроксимации полученных на первом этапе данных о значениях целевого функционала для разных случайных управляющих воздействий с помощью функции Шепарда [1, 2]) и генетического поиска (применены оригинальные механизмы скрещивания и мутации для построения релейных управлений [3]). Проведено сравнение предложенных подходов с методом мултистарта, ориентированного на исследование многоэкстремальных ЗОУ [4], и туннельным методом глобального поиска, опирающимся на построение кривых на множестве достижимости для выхода из уже найденного локального экстремума [5]. Результаты выполненного тестирования позволили продемонстрировать эффективность разработанных алгоритмов для релейных задач оптимального управления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. D. Shepard *A two-dimensional interpolation function for irregularly-spaced data.* — Proc. of the 23 ACM National Conference, ACM Press, New York. — 1968, p. 517–524.
2. А.Ю. Горнов, И.А. Веялко *The global extremum searching algorithm for bang-bang optimal control problem based on the Shepard operator.* — J. Studia Informatica Universalis. — 2011, No. 3, p. 91–104.
3. А.Ю. Горнов, И.А. Веялко *Метод генетического поиска для решения релейных задач оптимального управления.* — Труды XVI Байкальской Всероссийской конференции Информационные и математические технологии в науке и управлении; Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Иркутск. — 2011, Часть 1, с. 22–29.
4. Т.С. Зароднюк, А.Ю. Горнов *Computing technique based on multistart method for obtaining global extremum in optimal control problems.* — J. Glob Optim. — 2014 (in print).
5. А.Ю. Горнов, Т.С. Зароднюк *Tunneling algorithm for solving nonconvex optimal control problems.* — Optimization, Simulation, and Control, Springer Optimization and Its Applications. — 2013, Volume 76, p. 289–299.

<sup>1</sup>Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект № 12-07-33021-мол\_a\_вед