

# МЕТОДЫ ВОЗМУЩЕНИЙ В НЕЛИНЕЙНЫХ ЗАДАЧАХ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ<sup>1</sup>

А.С. Булдаев

*Бурятский государственный университет, Улан-Удэ*  
*e-mail: buldaev@mail.ru*

Предлагаемые методы возмущений иллюстрируются в рамках задачи оптимального управления со свободным правым концом

$$\Phi(u) = \varphi(x(t_1)) + \int_T F(x(t), u(t), t) dt \rightarrow \min_{u \in V}, \quad (1)$$

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t), t), \quad x(t_0) = x^0, \quad u(t) \in U, \quad t \in T = [t_0, t_1], \quad (2)$$

в которой  $x(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))$  - вектор состояния,  $u(t) = (u_1(t), \dots, u_m(t))$  - вектор управления. В качестве допустимых управлений рассматривается множество кусочно-непрерывных на  $T$  векторных функций со значениями в выпуклом множестве  $U \subset R^m$ . Начальное состояние  $x^0$  и интервал  $T$  заданы. Функция  $\varphi(x)$  непрерывно дифференцируема на  $R^n$ , векторные функции  $F(x, u, t)$ ,  $f(x, u, t)$  и их частные производные  $F_x(x, u, t)$ ,  $F_u(x, u, t)$ ,  $f_x(x, u, t)$ ,  $f_u(x, u, t)$  непрерывны по совокупности аргументов на на множестве  $R^n \times U \times T$ .

Методы возмущений применяются для реализации условий нелокального улучшения управлений, конструируемых либо в форме специальных краевых задач в пространстве фазовых и сопряженных переменных, либо в форме специальных задач о неподвижной точке определяемых операторов в пространстве управлений. Методы возмущений сводят решение рассматриваемых задач улучшения управлений к решению последовательности попеременно чередующихся специальных возмущенных задач Коши для фазовых и сопряженных переменных. Расчет возмущенных задач осуществляется до первого улучшения исходного управления. Далее строится новая задача улучшения для полученного управления, для которой процесс решения методом возмущений повторяется.

Таким образом, методы возмущений для решения задач улучшения управления позволяют строить релаксационные последовательности управлений. Методы характеризуются отсутствием операций выпуклого или игольчатого варьирования управлений на каждой итерации улучшения и принципиальной возможностью улучшения неоптимальных управлений, удовлетворяющих принципу максимума. Такая возможность появляется в случае неединственности решения краевых задач и задач о неподвижной точке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. А.С. Булдаев. *Новый подход к оптимизации управляемых систем на основе краевых задач*. — Автоматика и телемеханика. — 2011, №6, С. 87-94.
2. А.С. Булдаев, И.-Х. Хишектуева. *Метод неподвижных точек в задачах параметрической оптимизации систем*. — Автоматика и телемеханика. — 2013, №12, С. 5-14.

---

<sup>1</sup>Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№№ 12-01-00914-а, 12-01-98011-р-сибирь-а, 13-01-92200-Монг-а)