

Секция «Математика и механика»

**ВЫПУКЛАЯ МИНИМИЗАЦИЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ РАДИАЦИИ  
И РАСХОДА РАБОЧЕГО ТЕЛА ПРИ ДОВЫВЕДЕНИИ  
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

*Старченко Александр Евгеньевич*

*Аспирант*

*Московский физико-технический институт, Факультет аэрофизики и космических исследований, Москва, Россия*

*E-mail: inorsi@yandex.ru*

Доза радиации, поглощенная бортовой электроникой космического аппарата (КА) при довыведении на высокие целевые орбиты с помощью двигателей малой тяги, на порядки больше, чем в случае довыведения двигателями большой тяги. Большие дозы радиации могут существенно снизить срок службы бортовой электроники и всего КА.

Для снижения дозы поглощённой радиации наряду с пассивными методами имеет смысл рассмотреть способ снижения дозы радиации путём выбора специальной траектории довыведения. Для эффективного снижения дозы радиации задачу можно сформулировать в виде двухкритериальной задачи оптимизации с критериями качества — затраты рабочего тела и доза радиации, поглощённая КА.

Для построения парето-фронта указанной задачи оптимизации в работе предлагается метод промежуточных орбит. Суть его состоит в параметризации траектории перелёта с начальной орбиты на целевую орбитальными элементами набора промежуточных орбит, через которые последовательно должна проходить эта траектория. Тогда расход рабочего тела  $\Delta M$  и поглощённая КА доза  $D$  будут функциями параметров промежуточных орбит. В качестве параметров промежуточных орбит используются их наклонения, остальные параметры промежуточных орбит фиксированы. Сворачивая полученный векторный критерий в скалярный, можно перейти к однокритериальной задаче оптимизации:

$$\Phi(i_1, \dots, i_k) = \tau D(i_1, \dots, i_k) + (1 - \tau) \Delta M(i_1, \dots, i_k) \rightarrow \min,$$

где  $i_1, \dots, i_k$  — наклонения промежуточных орбит,  $\tau \in [0; 1]$  — параметр свёртки.

Полученная нелинейная задача оптимизации обладает высокой размерностью и для решения простым перебором требует необозримо много времени. Поэтому в докладе при водится построение нижней выпуклой оценки целевой функции, которая уже поддаётся эффективной численной минимизации. Получены некоторые минимумы оценки и соответствующий им парето-фронт. Минимальную траекторию оценки можно использовать в качестве нетривиального начального приближений для применения алгоритмов глобальной оптимизации исходного функционала.

**Литература**

1. Нестеров Ю.Е. Введение в выпуклую оптимизацию / Под ред. Б.Т.Поляка, С.А.Назина. — М.: МЦНМО, 2010. — 280 с.
2. Grant M., Boyd S.P. *cvx Users' Guide for cvx version 1.22* — [http://cvxr.com/cvx/cvx\\_usrguide.pdf](http://cvxr.com/cvx/cvx_usrguide.pdf), 2012, August