

**Ю.Н.Горелов, О.И.Горелова, С.Б.Данилов** (Самара, И-ПУСС РАН, СамГУ). **О критерии оптимальности при формировании планов дистанционного зондирования Земли из космоса.**

Синтез интегральных программ управления угловым движением космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [1–3] связан с формированием планов зондирования в виде последовательности сканируемых маршрутов съемки (МС) в полосе обзора КА ДЗЗ на заданном интервале наблюдения. Для синтеза планов зондирования в [3, 4] предлагается применять схемы динамического программирования, а в качестве показателей их оптимальности — аддитивную функцию

$$Q = \sum_{k=1}^{K_m} \beta_k q(\tau_k, p_k, U_k), \quad (1)$$

где  $K_m$  — количество заданных МС на интервале наблюдения,  $\beta_k$  — признак включения  $k$ -го МС в план зондирования ( $\beta_k = 0, 1$ ),  $q(\tau_k, p_k, U_k)$  — функция «цены» МС с длительностью  $\tau_k$ , приоритетом  $p_k$  и иными условиями зондирования  $U_k$ .

С учетом предъявляемых к оптимальным планам зондирования требований [2, 4], функция «цены» МС в (1) может быть конкретизирована так:

$$q(\tau, p, U) = C_{\text{кол}}(\tau) C_{\text{кач}}(U) C_{\text{пр}}(p), \quad (2)$$

где  $C_{\text{кол}}(\tau)$ ,  $C_{\text{кач}}(U)$ ,  $C_{\text{пр}}(p)$  — множители, учитывающие зависимость «цены» МС, соответственно, от заданных требований к производительности КА ДЗЗ и качеству сканирования, а также от назначаемых приоритетов МС.

Для множителя  $C_{\text{кол}}(\tau)$  в (2), учитывающего связь между «ценой» МС и показателями производительности КА ДЗЗ, представляется естественным использовать функцию  $C_{\text{кол}}(\tau) = 1 + \xi_\tau(\tau - 1)$ , где  $\xi_\tau$  — заданный весовой коэффициент,  $0 \leq \xi_\tau \leq 1$ ; в случае  $\xi_\tau = 0$  максимизируется число сканируемых МС, а при  $\xi_\tau = 1$  — суммарная длительность их сканирования. Промежуточные значения  $\xi_\tau$  обеспечивают компромисс между указанными показателями производительности КА ДЗЗ.

Введение приоритетов МС обеспечивается в (2) с помощью множителя  $C_{\text{пр}}(p) = \eta^p - 1$ , где  $\eta \geq 1$  — задаваемый параметр, равный относительному увеличению «цены» МС при увеличении его приоритета на единицу. Если  $\eta = 1$ , то приоритеты не учитываются.

Для множителя  $C_{\text{кач}}(U)$ , учитывающего зависимость «цены» МС от качества съемки, предлагается использовать функционал  $C_{\text{кач}}(U) = (s_f^{-1} \int_0^{s_f} G(s, U) ds)^\mu$ , где  $s$  — текущая дуговая координата центральной линии МС,  $s_f$  — ее длина,  $G(s, U)$  — некоторая функция ( $0 \leq G(s, U) \leq 1$ ), характеризующая качество сканирования элементарной полоски  $dP_m(s)$ , образованной пересечением поверхности Земли с сектором сканирования [3, 5]. Отметим, что максимальная оценка качества сканирования  $C_{\text{кач}}(U) = 1$  достигается при съемке в надир, поскольку в этом случае не только обеспечивается максимальное возможное линейное разрешение на местности, но и минимизируются так называемые «смазы» изображения. Задаваемый параметр  $\mu \geq 0$  позволяет регулировать влияние оценки качества съемки на «цену» МС.

Таким образом, предлагаемый подход к определению критерия оптимальности планов зондирования обеспечивает не только возможность учета показателей производительности КА ДЗЗ, качества сканирования и приоритетов МС при формировании планов зондирования, но и применять гибкие механизмы регулирования степени влияния каждого из них на величину критерия оптимальности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аншаков Г. П., Горелов Ю. Н., Мантуров А. И., Усталов Ю. М. Управление угловым движением космического аппарата дистанционного зондирования. — Полет, 2006, № 6, с. 12–18.
2. Горелов Ю. Н. Интегральные программы управления угловым движением космического аппарата дистанционного зондирования Земли. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2008, т. 15, в. 3, с. 1063–1065.
3. Горелов Ю. Н., Данилов С. Б., Мантуров А. И., Пермяков А. В. Оптимальное управление сканированием маршрутов съемки для космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. — Полет, 2009, № 11, С. 49–55.
4. Горелов Ю. Н., Горелова О. И., Данилов С. Б. Формирование оптимальных планов сканирования для космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2009, т. 16, в. 2, с. 310–312.
5. Горелов Ю. Н. Об оптимальном сканировании маршрутов съемки на поверхности Земли космическими средствами дистанционного зондирования. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2009, т. 16, в. 1, с. 141–142.