

Д.М.Суринский

ОЦЕНКА ДОСТИЖИМОЙ ТОЧНОСТИ ОРБИТАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ  
О ТОЧНОСТИ ИКПМВ

Для решения большинства задач дистанционного зондирования поверхности Земли требуется орбитальная ориентация КА. Чаще всего такая ориентация осуществляется путем орбитального гирокомпасирования (ОГК) с использованием измерений инфракрасного построителя местной вертикали (ИКПМВ). Имеющиеся теоретические модели погрешностей ИКПМВ не позволяют получить надежных оценок реально достижимой точности орбитальной ориентации с использованием ИКПМВ. Поэтому актуальна задача получения данных о погрешностях ИКПМВ экспериментальным путем.

На протяжении сентября 1990 года во время эксплуатации КА "Космос 2089" были получены около пятидесяти реализаций витковой длительности ошибок ИКПМВ кругового сканирования при работе в диапазоне высот 200-300 км. Реализации ошибок ИКПМВ, сглаженные гиросистемой, были получены с помощью бортовых астросредств. Качественный анализ и статистическая обработка этой достаточно представительной совокупности реализаций показали, что ошибки ИКПМВ весьма нестационарны как по уровню дисперсии в пределах виткового интервала времени, так и по вариациям профиля матожидания ошибки по витку на протяжении месяца полета. Диапазон СКО составил  $\sigma = (0,04-0,1)$  град., а в вариации уровня матожидания ошибки относительно среднегодового широтного профиля систематической составляющей ее достигали 0,2 град. Полученные результаты существенно меняют сложившиеся представления об ошибках ИКПМВ. Учитывая это, необходимо искать новые адекватные действительно характеру ошибок ИКПМВ методы автономного оценивания и компенсации при ОГК квазисистематических составляющих и фильтрации случайных. Особенно это необходимо применительно к КА, на которых для режима ОГК используется только произвольно отводимая часть витка.

Для более простого случая постоянной орбитальной ориентации КА, когда для коррекции орбитального гирокомпаса (ОГК) или соответствующего наблюдающего устройства могут быть использованы измерения ИКПМВ на протяжении всего витка в /Л/ предложен эффективный алгоритм кор-

рекции. Коррекция ОГК осуществляется с использованием осредненных за один виток значений ошибок по тангажу и осредненных на каждой четверти витка ошибок ОГК по крену  $C_{1-4}$ , измеренных с помощью ИКПМВ.

Оценку точности коррекции сделаем на примере канала крена. Ошибка ОГК в канале крена имеет структуру

$$\gamma = a_0 + a_1 \cos \varphi + a_2 \sin \varphi, \quad (1)$$

где  $a_1$  - оцениваемые при коррекции неизвестные параметры,  $\varphi$  - приращение аргумента широты от момента начала оценки. В качестве оценки  $a_0$  принимается среднее значение  $C_{1-4}$ , а  $a_1$  и  $a_2$  вычисляются как комбинации сумм и разностей  $C_{1-4}$ . Чтобы охарактеризовать достижимую при этом точность оценок ошибок ОГК, для каждой витковой экспериментальной реализации ошибок ИКПМВ по крену были вычислены также средние за четыре четверти витка значения и аналогичные упомянутые комбинации из них -  $\Delta a_1$ .

Предельные значения осредненных ошибок составили:  $\Delta a_1 = 0,04$  град.,  $\Delta a_2 = 0,05$  град., разброс  $\Delta a_0$  относительно среднего составил 0,02 град. Поскольку в выражении (1) параметр  $a_0$  характеризует влияние совокупности постоянных на протяжении нескольких витков величин (уход гироскопа, смещение нуля ИКПМВ, ошибки установки его), осреднение  $\Delta a_0$  можно произвести также за несколько витков. При этом совокупная погрешность оценки  $a_0$  может быть снижена и скомпенсирована при коррекции ОГК до пренебрежимо малых величин. После этого погрешность рассматриваемого алгоритма коррекции ОГК по крену и рысканию, обусловленная только ошибками ИКПМВ будет определяться выражением

$$\Delta \gamma = \Delta a_1 \cos \varphi + \Delta a_2 \sin \varphi. \quad (2)$$

Учитывая наличие в (2) переменных множителей и примерно одинаковый разброс случайных параметров  $\Delta a_1$  и  $\Delta a_2$ , можно полагать, что предельная погрешность оценки ошибок ОГК не будет превосходить 0,05 град.

Таким образом, при использовании существующих, удобных в эксплуатации ИКПМВ и гироскопических измерителей с достаточно малым уходом точность орбитальной ориентации КА оказывается потенциально возможно повысить до уровня достигаемого с использованием астросредств. Выгоды использования ИКПМВ вместо астросредств очевидны.

## Список литературы

Precision attitude determination and control using gyros and earth sensor. Raja-ram S., Seiby V.H., Fowler R.Z. - AIAA Pap. - 1986. - N: 249.

УДК 629.7.05: 621.391

Ю.Н.Тарасов, Ю.А.Усачев

### СИНТЕЗ ЭФФЕКТИВНОГО КОМБИНИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ НАВИГАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

Задача обнаружения сигналов почти всегда решается при отсутствии информации об их интенсивности и может быть сформулирована во многих случаях как задача обнаружения квазидетерминированных сигналов  $A_{m1}S_0(t)$  неизвестной амплитуды  $A_{m1}$  на фоне случайной помехи  $n(t)$ . Среди множества способов преодоления параметрической априорной неопределенности наиболее радикальными являются классические методы, основанные на принципах несмещенности, инвариантности и подобия, и адаптивный подход. Качественный анализ соответствующих этим направлениям критериев оптимальности Неймана-Пирсона (Н-П) и байесовского критерия минимума полной вероятности ошибки (БК) показывает, что стратегия Н-П  $\delta_\gamma^N$ , наиболее часто используемая в приложениях, слишком консервативна в силу независимости ее решения от изменения амплитуд  $A_{m1}$  обнаруживаемых сигналов. Поэтому полная вероятность ошибки  $P_e(\delta_\gamma^{N*}; A_{m1})$  несмещенного правила  $\delta_\gamma^{N*}$ , оптимального согласно обобщенного критерия Н-П [1], не может быть меньше вероятности ошибки  $P_e(\delta_\gamma^{B*}; A_{m1})$  БК, оптимального в смысле минимума  $P_e$  для полностью известного сигнала, для каждого значения  $A_{m1}$  так, что

$$P_e(\delta_\gamma^{B*}; A_{m1}) = \inf_{\gamma \in (\delta_\gamma^N)} P_e(\delta_\gamma^{N*}; A_{m1}),$$

где  $(\delta_\gamma^N)$  - множество решающих правил, для которых вероятность ошибки  $P_F \leq P_F = \text{const}$ .