

Е. А. Б у р м и с т р о в (Москва, ОАО «НПК «СПП»»). **Ускоренная калибровка периодики угловых датчиков мобильной квантово-оптической системы.**

Космические аппараты с высотой орбиты около 20000 км вынуждают сужать диаграмму лазера до 5 угловых секунд для обеспечения приемлемой энергии отраженного сигнала. Система наведения должна при этом обеспечивать качество слежения порядка 2–3 угловых секунд для нахождения лоцируемого объекта в зоне максимума диаграммы передатчика. Одной из ошибок, подлежащих калибровке, является периодическая составляющая ошибки угловых датчиков. В докладе представлен разработанный метод ее ускоренного устранения в сравнении с общепринятым методом, основанном на часовом ведении опорных звезд.

По результатам проведенных исследований установлено, что причина периодической ошибки в угловых датчиках индукционного типа в основном определяется их многополюсностью, поэтому носит периодический характер. Снятые характеристики часовым ведением каталожной звезды позволяют определить период главной гармоники $2\pi/64$ ошибки, ее фазу и амплитуду (12–25 угловых секунд в зависимости от точности установки датчиков и массы навесной аппаратуры). Компенсация более высоких гармоник периодической ошибки угловых датчиков требует неприемлемо больших затрат времени на накопление рассогласований измеренных положений каталожных звезд относительно расчетных значений проводками длительностью 3–5 периодов главной гармоники в различных участках азимутально-угломестной сетки координат.

В этих условиях в качестве опорного более выгодно использовать любой объект, движущийся по баллистической траектории и провести несколько «быстрых» опытов. Таким объектом может быть низкий спутник, не находящийся в тени Земли. Отсутствие прогноза движения компенсируется построением полиномиального тренда 3–5 степени на участке слежения длительностью в 8–10 периодов главной гармоники ошибки. Это позволяет выделить периодическую составляющую ошибки относительно собственного тренда. Время проведения такого эксперимента на порядок ниже ввиду более высоких угловых скоростей рассматриваемых объектов по сравнению со звездами.

Для сравнения результатов проведен анализ периодической ошибки двумя способами относительно расчетного прогноза движения и относительного собственного тренда. В обоих случаях качестве исходных данных взяты результаты регистрации угловых координат каталожной звезды в течение времени ее прохождения нескольких периодов главной гармоники ошибки по обеим координатам.

При помощи численного интегрирования исходные данные были разложены в ряд Фурье $S = \frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(kx) + b_k \sin(kx))$. При этом аргумент x является функцией времени $x = G(t)$, а выражение вида $\arctan(b_k/a_k)$ позволяет определить фазу k -й гармоники.

Последовательное вычитание различных гармоник снижают среднее квадратичное отклонение СКО ошибки единичного измерения (с учетом калибровки низкочастотной составляющей) до 4,28" при использовании прогноза движения и 4,25" при использовании собственного тренда.

Таким образом, различие функций, характеризующих высокочастотную нелинейность датчиков при рассмотренных методах компенсации, составляет десятки доли угловых секунд на всем интервале исходных данных, при этом количество экспериментов, проводимых за единицу времени, отличается на 1–2 порядка. Для компенсации нелинейности на всем диапазоне азимутально-угломестной сетки с использованием нескольких траекторий опорных объектов в требуемое (короткое) время это играет решающую роль.