

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПЛАТФОРМЕННЫХ ИНЕРЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ ОРИЕНТАЦИИ С УЧЕТОМ ШУМОВ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ГИРОСКОПОВ

Баландин А. И.

НИИ прикладной механики имени академика В. И. Кузнецова (филиал ФГУП «ЦЭНКИ»),
г. Москва, Россия

В настоящей конкурсной работе представлены результаты моделирования бесплатформенной инерциальной системы ориентации (БИСО) на основе экспериментальных данных натуральных испытаний первого экспериментального образца 4-осного волоконно-оптического гироскопа (ВОГ) разработки НИИ прикладной механики имени академика (НИИ ПМ) В.И. Кузнецова. Комментируются особенности накопления во времени шумов гироскопов в бесплатформенных инерциальных системах ориентации.

Целью исследования является разработка методов и алгоритмов моделирования БИСО и отладка многофункционального программного комплекса (МПК) для моделирования БИСО на основе ВОГ различных модификаций (и других гироскопов), разрабатываемых и изготавливаемых в НИИ.

Объект разработок и поставок навигационной техники НИИ ПМ – комплексы командных приборов (ККП) платформенного и бесплатформенного типа для систем управления (СУ) ракетно-космической техники (РКТ). В состав ККП входят гироскопы и акселерометры, но вычислительные средства, реализующие алгоритмы БИСО и бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС), в состав ККП, как правило, не входят. Проверку качества (точности) ККП естественно проводить в условиях максимально приближенных к условиям эксплуатации в составе СУ изделий РКТ. При этом естественный критерий качества (точности) ККП – результирующая точность БИСО и БИНС, для которых ККП предназначен. Массивы первичных данных накапливаются в процессе экспериментальных испытаний ККП (на неподвижном основании – на поворотно-наклонных стендах, на вибрационных и ударных стендах, на центрифугах, в температурных и климатических камерах, на стендах вращения – одноосных, двухосных и трехосных). Данные, полученные во время испытаний, можно использовать не только для оценок точности чувствительных элементов (ЧЭ) по методикам оценки точности одноосных ЧЭ, (например, для ВОГ [1]), но и для оценок точности БИСО и БИНС в условиях, соответствующих условиям испытаний ККП.

В процессе выполнения конкурсной работы был создан МПК, который позволяет:

- оценить точность любого численного алгоритма интегрирования кинематических уравнений (КУ) БИСО (например, [2, 3] и др.) в условиях произвольного вращения объекта
- вычислять ориентацию посредством БИСО в реальном времени (и быстрее) на основании данных экспериментальных испытаний (с учетом реальных погрешностей и шумов гироскопов)
- вычислять ошибку определения пространственной ориентации посредством БИСО на основании данных экспериментальных испытаний (с учетом погрешностей и шумов гироскопов) с учетом модели реального вращения
- обеспечить визуализацию возмущенного и реального вращения объекта.

В настоящей работе приведен экзотический пример, иллюстрирующий различия вращения твердого тела вокруг оси и вокруг точки. Гироскопы имеют точность порядка 0.001 град/час, а построенная на их основе БИСО – около 1 град/час. В этом несоответствии парадокса нет – причина кроется в структуре шумов.