

УДК 629.7

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ ВЕЛИЧИН В СКАНИРУЮЩЕЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

Шафранюк А.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор Щипицын А.Г.
Южно-Уральский государственный университет

В докладе рассматривается сканирующая навигационная система. Принцип её работы состоит в сканировании пространства осями чувствительности датчиков по образующей конуса относительно корпуса объекта. Такая схема установки чувствительных элементов (акселерометров, ДУСов и т.п.) позволяет осуществлять трёхкомпонентный съём измеряемых величин (ускорения, угловой скорости и т.п.) однокомпонентным датчиком.

Для решения классической задачи навигации или ориентации объекта требуется знать все три составляющие соответствующих инерциальных величин в каждый момент времени. Однако в описанной системе данное условие не соблюдается. В связи с этим возникает задача восстановления неизвестных векторов инерциальных величин по показаниям датчиков.

Первоначально проблема решалась для случая съёма информации каждым из датчиков в трёх точках, при прохождении оси чувствительности вблизи оси ортогональной системы координат, связанной с объектом. Далее недостающая информация восстанавливалась по каждой оси каждого датчика в отдельности различными способами, например, сплайнами. Однако данный подход имел ряд недостатков: большие методические уходы системы, сложность реализации в реальном времени, неполное использование информации поступающей с датчика.

Для их устранения была рассмотрена задача восстановления с использованием показаний датчиков на всём периоде их работы. В математической постановке задача заключается в восстановлении неизвестного вектора по его проекции на подвижную ось. Таким образом:

1. $g(t) = (V, e)$, где g – показания инерциального датчика, e – орт оси чувствительности, а V – неизвестный измеряемый вектор;
2. $\dot{e} = \Omega \times e$, где Ω – угловая скорость сканирования.

Требуется найти некоторую вектор-функцию $\tilde{V}(t)$, которая является решением обратной для п.1 задачи. При этом невязка $\delta = |V - \tilde{V}|$ должна быть минимальной на определённом классе вектор-функций $V(t)$.

Данная задача была решена, с использованием математического эксперимента, для двухкомпонентной системы, когда сканирования происходит не по образующей конуса, а по кругу. В результате получена формула, позволяющая построить алгоритм восстановления неизвестного вектора.

По данному методу построена компьютерная модель в среде Simulink MatLab 6.5. Результаты моделирования показали увеличение точности на три порядка по сравнению с ранее применявшимся методом и позволили довести методические уходы системы до единиц градусов в час при ограничении спектра восстанавливаемых величин частотой порядка мГц. Данную систему можно использовать на спутниках и баллистических ракетах для сокращения массогабаритных характеристик и/или повышения отказоустойчивости систем за счёт избыточности информации.