

УДК 623-9

Анализ возможности применения совмещенной системы траекторных измерений на базе ГНСС и наземных дальномерных станций

Киреев Дмитрий Сергеевич^(*)

kirey.7051996@yandex.ru

ФГБУ «4 ЦНИИ» Минобороны России, Королев, Московская обл., Россия

Аннотация. Рассмотрены вопросы обеспечения высокоточного решения навигационной задачи в условиях нарушения целостности радионавигационного поля глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) на основе использования совмещенных систем траекторных измерений. Совмещение систем траекторных измерений на базе ГНСС и наземных дальномерных станций позволит повысить качество получаемых траекторных измерений активного участка испытываемого объекта при пусках.

Ключевые слова: испытания, измерительный комплекс, траекторные измерения, спутниковая навигация, навигационный космический аппарат

Введение. Основным средством траекторных измерений активного участка полета изделия является система, использующая сигналы ГНСС. Использование СТИ ГНСС в ходе испытаний обусловлено глобальностью, высокой точностью, низкой стоимостью. Проблемным вопросом применения является ее уязвимость к нарушениям целостности радионавигационного поля (РНП), формируемого ГНСС. Причинами нарушения являются:

- условия проведения измерений;
- помеховая обстановка;
- многолучевость;
- вращение изделия, приводящее к смене созвездий навигационных космических аппаратов (НКА);
- высокая динамика и удары при разделении ступеней [1].

Нарушение целостности РНП приводит к появлению в измерениях неизвестных подставок произвольной величины. Использование традиционных методов обработки приводит к недостоверности навигационного решения (высокой погрешности). Это приводит к неоднозначности между «кажущимися» навигационными параметрами, получаемыми с борта объекта и данными СТИ ГНСС.

Материалы и методы; результаты. Для учета возможных нарушений целостности РНП метод обработки измерений СТИ ГНСС помимо решения навигационной задачи дополнен двумя функциями: функцией обнаружения сбойных НКА и исключения.

В качестве критерия эффективности метода обработки используется защищенный уровень точности, определяемый как радиус сферы с центром в точке истинного положения объекта, в которой с заданной вероятностью

находится навигационное решение. Контролируемыми параметрами метода являются: вероятность ложного обнаружения сбоя, вероятность пропуска сбоя, вероятность ложного исключения сбоя и вероятность ошибки функции исключения [2].

В ходе исследований разработан метод обработки измерений СТИ ГНСС, включающий автономный контроль целостности РНП. Проведенное моделирование показало, что он обеспечивает прецизионное решение навигационной задачи только в условиях небольших искажений навигационного поля. Ограничение связано как с недостаточной избыточностью формируемого уравнения наблюдения, так и с особенностями геометрии: спутники находятся в верхней полусфере над контролируемым объектом.

Для снятия жестких ограничений по уровню нарушения целостности РНП и исключения сбойных НКА предлагается использовать совмещенную СТИ, использующую дополнительные источники навигационных данных — комплекс РЛС. Применение РЛС в автономном режиме не обеспечивает приемлемой точности, однако включение их в качестве функционального дополнения к СТИ ГНСС позволяет улучшить геометрический фактор уравнения наблюдения и создать сеть доверенных источников информации.

Для оценки предложенного подхода была проведена модификация алгоритмов обработки в части учета измерений наклонной дальности при реализации функций поиска и исключения НКА, содержащих сбой, а также решения навигационной задачи. Предварительные результаты математического моделирования подтверждают эффективность предложенного подхода.

Заключение. Проведенные работы показывают перспективность данного направления исследований, следующим этапом работы по обоснованию облика совмещенной СТИ является разработка программного комплекса для экспериментальной отработки предложенных алгоритмов решения навигационной задачи по данным совмещенной системы измерений и оценки достижимых уровней точности.

Список источников

- [1] Cheng Q., Chen P., Sun R. A New Faulty GNSS Measurement Detection and Exclusion Algorithm for Urban Vehicle Positioning. *Remote Sens*, 2021, vol. 13 (11), art. no. 2117. <https://doi.org/10.3390/rs13112117>
- [2] Сафронов С.А., Короленко В.Н. Критерий эффективности обнаружения сбоев. *Двойные технологии*, 2019, № 4, с. 31–35.