

УДК 681.2.083

Определение рационального облика группировки псевдоспутников для обеспечения навигационной услугой высотного потребителя в локальном районе

Баль Михаил Александрович^(*) mba.87@yandex.ru

Сафронов Сергей Александрович safronov65@mail.ru

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

Аннотация. Представлены результаты вычислительных исследований, направленных на определение рациональной структуры группировки псевдоспутников, с целью гарантированного обеспечения навигационной услугой высотного потребителя в локальном районе. Рассмотрены различные структуры построения группировки, выбор наилучшей структуры при заданном числе псевдоспутников осуществлялся путем анализа карты навигационного поля, формируемого группировкой по параметрам связанным с геометрическим фактором. Рассмотрена устойчивость навигационного поля к возможной деградации группировки и нарушению целостности навигационного поля.

Ключевые слова: геометрический фактор, псевдоспутник, навигационный космический аппарат, погрешность, радионавигационное поле, глобальная навигационная спутниковая система

Введение. Проблемным вопросом спутниковой навигации является ее уязвимость к нарушениям целостности радионавигационного поля (РНП), формируемого глобальной навигационной спутниковой системой (ГНСС) [1, 2], что приводит к потере навигационного решения или его недостоверности, когда заявленные точности не соответствуют реальной погрешности навигационных определений. Данная проблема не позволяет использовать ГНСС при выполнении критически значимых операций, когда недостоверность навигационных определений или их отсутствие наносит значительный ущерб [3]. Одним из выходов в сложившейся ситуации является формирование локального навигационного поля с использованием псевдоспутников (ПС), их навигационное поле сложнее заглушить, ввиду большей мощности навигационного сигнала, а его подмена при работе по динамическим объектам является сложной задачей.

Методы и материалы; результаты. Выбор рациональной структуры группировки ПС осуществляется методом анализа формируемого ей навигационного поля локального района по параметрам, связанными с геометрическим фактором [4]: среднее значение геометрического фактора, значение геометрического фактора по квантилю 95 %. Расчет средних значений контролируемых параметров осуществляется для двух вариантов: полной группировки ПС и при ее деградации, когда исключается один ПС по критерию нанесения максимального ущерба. Выбор рациональной структуры при заданном числе ПС производится путем сравнения всех показателей по мажор-

ритарному принципу. Для выбранного рационального варианта построения группировки дополнительно проводится контроль однородности формируемого им навигационного поля локального района, в качестве параметра используется значение геометрического фактора по квантилю 95 %. Также в качестве ограничения выступает требование обеспечения навигационной услуги в локальном районе с вероятностью не ниже заданного порога. Так как возможные места размещения ПС ограничены требованиями удобства их эксплуатации, то при решении оптимизационной задачи используется метод перебора. Для выбранных рациональных структур группировки ПС рассмотрены характеристики совмещенного с ГНСС ГЛОНАСС навигационного поля.

Разработана методика оценки характеристик навигационного поля, формируемого ПС и методика обоснования рационального облика группировки ПС для локального района, их корректность подтверждена на конкретном вычислительном примере.

Заключение. Развертывание группировки псевдоспутников позволяет гарантированно обеспечить высотных потребителей навигационной услугой. Совмещенная группировка ПС и НКА ГНСС ГЛОНАСС обеспечивает эффективный контроль целостности РНП и высокоточный режим навигации в условиях негативных воздействий на РНП

Список источников

- [1] DO-316. Minimum Operational Performance Standards for Global positioning System. Aircraft-Based Augmentation System Airborne Equipment. Washington, RTCA, 2009, 214 p.
- [2] DO-368. Minimum Operational Performance Standards for GPS/GLONASS (FDMA + antenna). L1-only Airborne Equipment. Washington, RTCA, 2009, 194 p.
- [3] Advanced RAIM Reference Airborne Algorithm Description Document. Version 4 draft (includes elements for an evolution of WGC ARAIM ADD v3.1). NASA, ESA, 2022, 43 p.
- [4] Перов А.И. ГЛОНАСС. Модернизация и перспективы развития. Москва, Радиотехника, 2020, 1072 с.