

УДК 681.513

Исследование перспективных навигационных комплексов возвращающихся в атмосферу космических летательных аппаратов

Суркова Анастасия Дмитриевна^(*)

a.d.surkova@mail.ru

SPIN-код: 5827-4500

Чернега Елена Владимировна

e.v.chernega@bmstu.ru

SPIN-код: 9958-1472

Задорожная Наталия Михайловна

zanatali@bmstu.ru

SPIN-код: 2946-5485

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены высокоточные навигационный комплексы современных космических летательных аппаратов. Исследованы различные структуры навигационных комплексов с коррекцией в выходном сигнале и в структуре инерциальной навигационной системы, применяемый для высокоточных космических летательных аппаратов на атмосферном участке полета. В алгоритмическом обеспечении навигационных комплексов используются алгоритмы оценивания, управления, прогнозирования и комплексирования.

Ключевые слова: измерительный комплекс, высокоточный летательный аппарат, инерциальная навигационная система, алгоритм управления

Управление космическими летательными аппаратами (КЛА) на атмосферном участке требует высокой точности навигационных определений [1]. Современные навигационные комплексы (НК) объединяют инерциальные навигационные системы (ИНС), спутниковые системы навигации (СНС), астросистемы и радиолокационные системы [2]. Актуальной задачей является разработка методов коррекции погрешностей ИНС и оптимизации структуры НК.

Перспективным направлением является создание селективных НК с адаптивной архитектурой [3]. Комплексирование ИНС с внешними датчиками (СНС, ДИСС, астрокорректоры) позволяет существенно повысить точность. Критерий степени наблюдаемости обеспечивает оптимальный выбор структуры НК в реальном времени.

Внедрение интеллектуальных компонентов на основе теории функциональных систем позволяет создать адаптивные алгоритмы прогнозирования погрешностей ИНС [4]. Акцептор действия обеспечивает сравнение текущих измерений с прогнозом, повышая точность навигационных определений.

Для компенсации нарастающих погрешностей ИНС применяется коррекция в структуре системы. Ансамбль критериев селекции (степени наблюдаемости, управляемости, адаптивности) позволяет оптимизировать выбор источников навигационной информации.

Наиболее точными среди систем коррекции являются астроинерциальные навигационные системы (АИНС), сочетающие инвариантность ИНС к гори-

зонтальным ускорениям и высокую точность астрономических систем, не зависящую от дальности полета. Использование ИНС и астрокорректора позволяет практически исключить присущие им по отдельности недостатки, т. е. совместная обработка информации позволяет минимизировать погрешности ориентации и навигации.

Заключение. Проведенные исследования показали, что использование селективных НК с интеллектуальными компонентами и оптимизированными алгоритмами коррекции позволяет существенно повысить точность навигационных определений КЛА на атмосферном участке полета. Перспективным направлением является дальнейшее развитие адаптивных алгоритмов с улучшенными качественными характеристиками [5, 6].

Список источников

- [1] Shen K. et al. Quantifying observability and analysis in integrated navigation. *Navigation Journal of the Institute of Navigation*, 2018, vol. 65, № 2, pp. 169–181.
- [2] Шэнь Кай, Пролетарский А.В., Неусыпин К.А. Исследование алгоритмов коррекции навигационных систем летательных аппаратов. *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение*, 2016, № 2, с. 28–39.
- [3] Шэнь Кай, Неусыпин К.А. Критерий степени наблюдаемости переменных состояния нестационарных систем. *Автоматизация. Современные технологии*, 2016, № 6, с. 10–16.
- [4] Proletarsky A.V., Kai Shen, Neusypin K.A. Intelligent control systems: Contemporary problems in theory and implementation in practice. *5th International Workshop on Computer Science and Engineering: Information Processing and Control Engineering*, Moscow, 2015, pp. 39–47. <https://doi.org/10.18178/wcse.2015.04.007>
- [5] Суркова А.Д., Селезнева М.С., Неусыпин К.А. Исследование степени адаптивности переменных состояния линейных моделей динамических систем. *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*, 2025, № 10, с. 55–61.
- [6] Неусыпин К.А. Разработка модифицированных алгоритмов самоорганизации для коррекции навигационной информации. *Автоматизация и современные технологии*, 2009, № 1, с. 37–39.