

УДК 581.613

Коррекция навигационной системы космического аппарата адаптивным нелинейным фильтром Калмана с самоорганизующейся моделью гравитационного поля

Суркова Анастасия Дмитриевна^{1(*)}

a.d.surkova@mail.ru

Пролетарский Андрей Викторович¹

pav@bmstu.ru

Куприянов Андрей Олегович²

aoku28@gmail.com

¹ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² Московский государственный университет геодезии и картографии, Москва, Россия

Аннотация. Исследованы особенности функционирования систем КЛА и разработано алгоритмическое обеспечение для повышения точности определения параметров космического летательного аппарата. Для коррекции навигационной системы предложен адаптивный нелинейный фильтр Калмана с построением ускорения силы тяжести методом самоорганизации. Повышение точности измерительной информации алгоритмическим путем позволяет использовать серийные навигационные системы с повышенной точностью, что повысит эффективность маневрирования.

Ключевые слова: космический летательный аппарат, атмосферный участок, гравитационное поле, нелинейный фильтр Калмана, самоорганизация

Введение. При движении КЛА используются алгоритмы самоорганизации для построения прогнозирующих математических моделей ошибок базовой системы навигационного комплекса. Рассматривается задача моделирования полета КЛА и нахождения отклонений от заданного места приземления при различных моделях гравитационного потенциала Земли.

Материалы и методы; результаты. Для КЛА применяются законы движения по плоской орбите. В идеальном случае траектория представляет собой часть эллипса, в одном из фокусов которого находится центр Земли.

В случае, когда g изменяется дискретно, предполагаемый диапазон высот полета разбивается на отрезки с некоторым шагом. На каждом отрезке положим g постоянным и равным значению в одном из концов отрезка.

Глобальная задача повышения точности КЛА включает учет изменений гравитационного поля на участке полета, уточнение информации и учет изменений на активном и возвращающемся в атмосферу участках [1].

Учет влияния гравитационного поля осуществляется в ИНС. На вход поступает сигнал, пропорциональный g . Учет неоднородности поля g , изменяющегося в зависимости от высоты и местоположения КЛА, представляет собой сложную задачу [2]. Предлагается метод получения непрерывной информации об изменении g с использованием подхода самоорганизации.

В некоторых точках траектории могут быть измерены значения g . Задача ставится следующим образом: по нескольким точкам траектории, в которых

известна информация о гравитационном поле Земли, построить модель изменения поля g в плоскости полета методом самоорганизации.

Задача коррекции возвращающегося в атмосферу КЛА осуществляется кратковременно. Коррекцию предполагается проводить в моменты движения над областями с наиболее ярко выраженными особенностями используемых информационных полей. В основу алгоритмического обеспечения систем навигации КЛА положен корреляционно-экстремальный метод. В этом методе предполагается для коррекции «грубой» ИНС использовать нелинейный фильтр Калмана (НФК) [3]. Совмещение текущего изображения поля с априорным изображением поля позволяет определить более точные значения навигационных параметров КЛА. Затем либо корректируется траектория движения КЛА за счет использования аэродинамических сил, либо вводится поправка на вход ИНС, соответствующая значению g в реальном положении КЛА.

Заключение. Для упрощения реализации предлагается использовать адаптивный НФК с непрерывным построением самоорганизующейся модели g . В модели погрешностей ИНС учитывается измеренное или спрогнозированное значение g .

Список источников

- [1] Shen K., Xia Y., Wang M., Neusypin K., Proletarske A. Quantifying observability and analysis in integrated navigation. *Navigation Journal of the institute of navigation*, 2018, vol. 65, no. 2, pp. 169–181.
- [2] Proletarsky A.V., Neusypin K.A. Adaptive filtering for navigation systems of robot-aerocraft. *Science and military*, 2010, vol. 5, no. 1, pp. 75–79.
- [3] Неусыпин К.А., Кэ Ф., Дзя Л.С. Управление и наведение ракет, основанное на теории дифференциальной геометрии. *Автоматизация и современные технологии*, 2012, № 1, с. 16–20.