

УДК 625.513

Алгоритмы коррекции навигационного комплекса с повышенными качественными характеристиками моделей

Селезнева Мария Сергеевна^(*)

ms.selezneva@bmstu.ru

Неусыпин Константин Авенирович

neusipin@bmstu.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Возвращающиеся в атмосферу космические летательные аппараты снабжены высокоточными навигационными комплексами. Разработано алгоритмическое обеспечение для навигационных комплексов космических летательных аппаратов с использованием математических моделей, имеющих улучшенные качественные характеристики. Определение качественных характеристик моделей проведено с использованием численных критериев степени наблюдаемости и степени управляемости переменных состояния, а также с помощью критерия степени параметрической идентифицируемости.

Ключевые слова: космический летательный аппарат, навигационный комплекс, алгоритмы коррекции, математические модели, качественные характеристики

Введение. Космические летательные аппараты (КЛА) имеют разнообразные конструкции и практические приложения [1, 2]. КЛА возвращающиеся в атмосферу используют на борту высокоточные навигационные комплексы (НК) [3, 4]. Для коррекции навигационного комплекса (НК) применяются алгоритмические методы, в качестве которых используются алгоритмы оценивания, управления, прогнозирования и комплексирования. Обычно в алгоритмическом обеспечении используются априорные математические модели исследуемых процессов, которые при функционировании КЛА перестают быть адекватными, поэтому целесообразно проводить построение моделей в процессе полета.

Материалы и методы; результаты. В практических приложениях используют универсальные модели в алгоритмах коррекции любого назначения. При коррекции НК в структуре комплекса и для повышения точности в выходном сигнале НК в алгоритмах управления и оценивания используют одинаковые априорные модели. Для дальнейшего повышения точности коррекции НК целесообразно использовать модели с повышенными качественными характеристиками. В алгоритме коррекции свойства моделей определяются в зависимости от целевого использования алгоритма. При коррекции в выходном сигнале НК желательно применять модели с улучшенными свойствами наблюдаемости, а при коррекции в структуре НК в алгоритмах управления использовать модели с повышенными характеристиками управляемости. Поэтому строить модели на борту КЛА с желаемыми свойствами представляет собой комплекс актуальных задач.

Исследованы методы, применяемые для построения моделей, используемых в алгоритмическом обеспечении НК. Выбран алгоритм самоорганиза-

ции, позволяющий строить модели с использованием коротких измерительных выборок за заданное время. Приведены качественные критерии селекции, используемые в алгоритме самоорганизации для построения моделей с желаемыми свойствами. А именно, критерий степени наблюдаемости, критерий степени управляемости и критерий степени параметрической идентифицируемости. При формировании алгоритмического обеспечения непосредственно в процессе полета предложено использовать алгоритм управления качественными критериями селекции алгоритма самоорганизации, который обеспечивает увеличение веса одного критерия в зависимости от цели использования алгоритма коррекции.

Предложенные качественные критерии позволяют формировать математические модели с желаемыми свойствами, что дает возможность повысить точность коррекции НК.

Заключение. Таким образом, разработаны высокоточные алгоритмы с улучшенными свойствами для коррекции НК КЛА, самоорганизующиеся модели погрешностей НК с повышенными качественными характеристиками, численные критерии степени наблюдаемости и управляемости и параметрической идентифицируемости являющиеся индикаторами характеристик моделей алгоритмического обеспечения НК.

Список источников

- [1] Неусыпин К.А. *Современные системы и методы наведения, навигации и управления летательными аппаратами*. Москва, Изд-во МГОУ, 2009, 500 с.
- [2] Медарь А.В., Котов А.Н., Кочкин Е.В. Определение массоинерционных характеристик конструкций космических летательных аппаратов. *Технология машиностроения*, 2011, № 3, с. 45–47.
- [3] Суркова А.Д., Селезнева М.С., Неусыпин К.А. Навигационный комплекс возвращающегося в атмосферу ударного беспилотного летательного аппарата. *XLVII Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства: сб. тез.* Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2023, т. 3, с. 243–245.
- [4] Пролетарский А.В., Неусыпин К.А., Селезнева М.С. Применение интеллектуальных технологий для разработки систем управления летательных аппаратов. *EurasiaScience. X Междунар. науч.-практ. конф.: сб. ст.* Москва, Актуальность.РФ, 2017, с. 35–37.