

УДК 629.7

Моделирование движения спутника-инспектора с двигателем малой тяги вблизи Международной космической станции

Алексеев Алексей Владимирович

alexeeff05@mail.ru

Ефременкова Владислава Владимировна^(*)

vladaefr@mail.ru

Самарский университет, Самара, Россия

Аннотация. С помощью уравнений Клохесси-Уилтшира смоделирован и исследован полет спутника-инспектора в ближней окрестности Международной космической станции, реализуемый за счет управления двигателем малой тяги. К числу главных задач спутника-инспектора относятся длительное наблюдение за станцией, ее обследование и своевременное проведение технического обслуживания. В ходе работы были вычислены интервалы действия силы тяги двигателя спутника, которые обеспечивают его разгон и гашение скорости на заданных участках полета. Найдена зависимость времени движения спутника-инспектора от времени работы двигателя, позволяющая контролировать и корректировать затраты топлива на перемещение инспектора.

Ключевые слова: спутник-инспектор, Международная космическая станция, уравнения Клохесси-Уилтшира, облет, сила тяги

Введение. Высокая актуальность исследования обусловлена тем, что Международная космическая станция (МКС) нуждается в постоянном техническом обслуживании, как внутреннем, так и внешнем. Для осуществления внешнего осмотра нефункционирующих элементов станции требуется выход члена экипажа в открытый космос, что подразумевает множество опасностей и угрозу для жизни человека. Чтобы уменьшить существующие риски, для некоторых сервисных задач предлагается использовать спутник-инспектор (СИ) — малый космический аппарат, который способен проводить бесконтактную диагностику неисправностей и длительный облет вокруг МКС для оперативного реагирования на возникающие запросы технического обслуживания. В связи с этим математическое моделирование движения СИ вблизи МКС, а также его исследование с точки зрения безопасности и рациональных затрат ресурсов, являются основополагающими этапами для разрешения существующей проблемы.

Материалы и методы; результаты. В ходе работы была построена математическая модель относительного орбитального движения СИ с двигателем малой тяги, которая обеспечивает движение вокруг МКС в течение заданного промежутка времени в безопасной зоне движения. Кроме того, смоделировано движение СИ в установленном эксплуатационном пространстве для космических кораблей вблизи МКС (коридоры подхода и отхода). Для достижения перечисленных результатов были модернизированы уравнения Клохесси — Уилтшира [1], путем добавления соответствующей тяги спутника величины силы тяги. Используя результаты, полученные ранее

при моделировании движения СИ на основе двухимпульсного маневра [2], а также второй закон Ньютона в импульсной форме, были вычислены промежутки времени действия силы тяги для импульсов наведения и замедления в координатной форме. Установлена обратно пропорциональная зависимость между временем движения СИ на заданном участке облета и времени действия силы тяги. С помощью полученного соотношения параметров можно регулировать затраты топлива на полет СИ.

Заключение. Таким образом, моделирование движения СИ в ближней окрестности МКС с целью обследования и обнаружения неисправностей имеет высокую значимость для повышения безопасности и эффективности технического обслуживания станции. Результаты исследования можно использовать при проектировании СИ или другого малого космического аппарата с двигателем малой тяги, в задачу которых входит длительный облет, сближение с другими космическими объектами, а также при расчете требуемого объема рабочего тела, при выборе двигателей и других компонентов конструируемого космического аппарата.

Список источников

- [1] Clohessy W.H., Wiltshire R.S. Terminal guidance system for satellite rendezvous. *Journal of the Aerospace Sciences*, 1960, vol. 27, no. 9, pp. 653–658.
- [2] Алексеев А.В., Ефременкова В.В. Определение условий безопасного сближения спутника-инспектора с космическим аппаратом на орбите Земли. *Инфокоммуникационные технологии*, 2023, т. 21, № 2, с. 29–37.