

Отзыв научного руководителя

о диссертанте Орлове Александре Александровиче и его диссертации на тему «Оптимизация сложных схем перелёта КА с электроракетными двигателями при граничных условиях смешанного типа», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, дистанционное управление движением летательных аппаратов».

Александр Александрович Орлов является выпускником кафедры «Космические системы и ракетостроение» Московского авиационного института (МАИ), которую он окончил в 2005 году. После окончания института работал в НПО им. Лавочкина инженером-конструктором. Но всегда был связан с научно-исследовательскими работами, выполняющимися на кафедре «Космические системы и ракетостроение» МАИ. Несколько лет он был соискателем кафедры. В настоящее время А.А. Орлов работает в научно-исследовательском институте прикладной механики и электродинамики МАИ. Диссертационное исследование А.А. Орлов выполнил на родной для него кафедре «Космические системы и ракетостроение». В качестве направления исследования диссертантом были выбраны математические модели космических аппаратов (КА) с электроракетной двигательной установкой (ЭРДУ) при межпланетных перелётах.

Актуальность выбранного направления диссертационного исследования связана с повышенным интересом к применению ЭРДУ для перспективных межпланетных космических миссий и необходимостью разработки устойчивых методов оптимизации межпланетных траекторий, в том числе и с гравитационными манёврами.

В ходе работы над диссертацией А. А. Орлов продемонстрировал глубокие знания в области механики космического полета, владение существующими методами исследования и проектирования траекторий космических транспортных систем, имеющих в своем составе электроракетные двигательные установки (ЭРДУ).

Не могу не отметить великолепное владение диссертантом вычислительной техникой и современными программными комплексами. А.А. Орлов способен разрабатывать сложные и эффективные программные продукты. В частности, базируясь в своих исследованиях на пакете MATLAB, им были разработаны вспомогательные программы, позволившие существенно (более чем в 10 раз) ускорить численное интегрирование систем обыкновенных дифференциальных уравнений путем использования программ, написанных на Фортране. Этим приёмом, разработанным А.А. Орловым, в настоящее время пользуются многие исследователи, опирающиеся в своих численных расчётах на пакет MATLAB.

За время работы над диссертацией аспирант выполнил большой объём работы по анализу существующих методов проектирования траекторий межпланетных космических аппаратов. Он проанализировал возможность их использования при анализе и оптимизации сложных схем межпланетных перелётов, включающих один или несколько гравитационных манёвров.

Базируясь на необходимых условиях принципа максимума, автор диссертации уделил особое внимание условиям оптимальности (трансверсальности) гравитационного маневра. Традиционная запись этих условий оптимальности предполагает рассмотрение двух случаев. В одном из них используется пролёт планеты с минимальной высотой пролётной гиперболы, в другом высота перицентра пролётной гиперболы больше минимальной. Диссертант применил приём, позволивший благодаря введению дополнительных («ослабляющих») переменных, объединить запись условий оптимальности обоих случаев. Тем самым появилась возможность эффективнее строить итерационные процессы решения краевых задач принципа максимума. Предложенные автором диссертации алгоритмы обеспечивают относительно «гладкий» переход от траекторий с ограничением типа равенства к ограничению типа неравенства и наоборот.

А.А. Орлов развил метод продолжения по гравитационному параметру для случая, когда гиперболический избыток скорости при старте не равен

нулю для сложных схем межпланетного перелета. При этом гравитационный параметр, так же как и параметр, позволяющий избежать неопределённости в начальной точке траектории перелёта, когда считается, что базис-вектор (вектор, сопряженный к вектору скорости) равен нулю и параметр сглаживания функции тяги автор рассматривает как функции параметра продолжения. Всё это позволяет автору преодолеть трудности решения краевой задачи.

Среди результатов численного анализа считаю важным отметить подробное исследование возможностей транспортных систем с ЭРДУ для перелетов к Юпитеру. Автор диссертации рассмотрел несколько схем перелетов к Юпитеру (в частности с одним и двумя гравитационными маневрами у Земли), рассмотрел возможность использовать ступенчатой зависимости тяги ЭРДУ от расстояния КА от Солнца, что важно при использовании солнечной ЭРДУ.

Как результат, имеющий практическую значимость, считаю возможным отметить разработанную автором методику, позволяющую проектировать траекторию межпланетного перелета, включающего гравитационные маневры.

Методика содержит несколько новых оригинальных элементов, позволяющих преодолеть трудности решения многоточечной краевой задачи принципа максимума.

В настоящее время диссертационное исследование можно считать завершённым. А.А. Орловым опубликовано 4 научных работы (в том числе три статьи в журналах, входящих в перечень ВАК). В публикациях отражены основные научные положения диссертационного исследования.

Рассматривая диссертационную работу как квалификационную, считаю, что её автор, А.А. Орлов является квалифицированным специалистом в области проектирования и оптимизации траекторий межорбитальных перелетов КА и заслуживает присуждения ученой степени


кандидата технических наук по специальности 05.07.09 («Динамика, баллистика, дистанционное управление движением летательных аппаратов»).

Научный руководитель, профессор
кафедры «Космические системы и ракетостроение», д.т.н, профессор


М.С. Константинов

Подпись Константинова М.С. заверяю.

Директор института №6 «Аэрокосмический»


О.В. Тушавина

