

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Николичева И.А.

на тему «*Оптимизация многовиткового межорбитального перелета космического аппарата с электроракетной двигательной установкой с учетом действия возмущений*», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Диссертационная работа Николичева И.А. посвящена рассмотрению задачи оптимизации межорбитального перелета КА с ЭРДУ при учете влияния возмущений. Как отмечается в автореферате, автором предлагается универсальная методика решения возмущенных задач, которая позволяет (как показано на примере рассмотрения конкретного вида межорбитального перелета – перелета с начальной круговой или эллиптической орбиты на геостационарную (ГСО)) качественно ответить на вопрос о целесообразности рассмотрения сложных математических моделей, описывающих управляемое возмущенное движение центра масс КА с ЭРДУ при баллистическом проектировании номинальной траектории межорбитального перелета.

Актуальность диссертационной работы продиктована, увеличением использования ЭРД в качестве штатной маршевой или корректирующей двигательной установки при маневрах КА в окрестности Земли, о чём, в частности, свидетельствует развитие универсальных платформ с маршевыми ЭРДУ в США, Европе и России. Все эти платформы предполагают использование *комбинированной схемы* выведения КА на высокие орбиты. Очевидно, что наиболее сложным для решения является этап управления малой тягой, что обусловлено спецификой управляемого движения КА с двигателем малой тяги - возникает необходимость рассматривать задачи проектирования траекторий в постановке задач оптимального управления. При этом сложность рассматриваемых задач растёт вместе с математической моделью, в рамках которой рассматривается управление, и попытка создание универсальных методов введения в модель новых факторов (возмущений) имеет большое практическое значение.

Основной **целью** диссертационной работы является увеличение эффективности космических транспортных систем при реализации межорбитальных перелетов с малой тягой. Для достижения этой цели проведена разработка и апробация универсальной методики решения задач оптимизации многовиткового межорбитального перелета КА с ЭРДУ с учетом влияния возмущений.



Научная новизна диссертационной работы заключается в создании универсальной методики учёта возмущений в задачах механики космического полёта с малой тягой. Применение данной методики на практике позволило качественно и количественно исследовать свойства полученных решений рассматриваемых в работе возмущенных задач. С ее помощью автором работы проведена оценка влияния действия некоторых возмущений на оптимальные решения рассматриваемой задачи некомпланарного межорбитального перелета эллиптической орбиты на ГСО с малой тягой. При этом автором были выявлены: малая степень влияния возмущений на величину целевого функционала задачи и возможность значительного изменения структуры оптимального управления вдоль траектории перелета КА по сравнению с решением невозмущенной задачи. Что приводит к заключению о целесообразности рассмотрения возмущенной модели при проведении проектно-баллистического анализа предлагаемой в работе методики, особенно при построении номинальной траектории межорбитального перелета КА с ЭРДУ.

Стоит также отметить, что разработанная автором методика использует специальный математический аппарат – алгебру дуальных чисел, что может иметь приложения в задачах, выходящих за рамки разобранных в данной работе.

Достоверность полученных в работе результатов обоснована точностью и строгостью общей математической формализации рассматриваемых в работе оптимизационных проблем с помощью известных методов, использующихся при решении аналогичного типа задач в рамках механики космического полета с малой тягой, а также сравнением полученных автором результатов с соответствующими известными результатами других авторов.

Практическая значимость диссертационной работы Николичева И.А. заключается в

- разработке и демонстрации достаточно универсальной методики учёта возмущающих факторов при проектировании траекторий КА, что позволяет использовать её при решении различных задач баллистического проектирования;
- разработке алгоритмов и пакета программ на языке Fortran, реализующих предложенную в работе методику.

При этом, можно отметить и ряд **недостатков**, содержащихся в автореферате рассматриваемой работы:

- в работе учитывалось влияние только потенциальных сил (гравитационной природы) и ни одной непотенциальной (диссипативной) силы (аэродинамической или светового давления), хотя известно, что в окрестности ГСО

последняя может оказывать заметное влияние на движение КА; кроме того, в других задачах межорбитальных перелётов силы такого рода могут вносить качественные особенности в движения КА, и их исследование представляется целесообразным;

- в автореферате на рис. 3 приведены изолинии минимального потребного значения тяги для межорбитального перелёта на ГСО, построенных на плоскости длительность перелёта – наклонение начальной орбиты, и в тексте упоминается область локального минимума, однако, очевидно, что для данной задачи не может существовать локальных минимумов, кроме того, изолиния соответствующая минимальному значению тяги незамкнута, и значит не ограничивает никакой области минимума;
- судя по автореферату, в качестве конкретного примера перелёта рассматривается только перелёт на ГСО, что, конечно, не исчерпывает актуальные постановки околоземных межорбитальных перелётов.

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки работы и могут быть учтены автором в дальнейшей работе. Судя по автореферату, диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненном на высоком уровне. Полученные результаты, приведенные в автореферате диссертации, позволяют квалифицировать работу как решение новой научной задачи.

Таким образом, диссертационная работа «Оптимизация многовиткового межорбитального перелета космического аппарата с электроракетной двигательной установкой с учетом действия возмущений» полностью соответствует критериям «Положения о порядке присуждения научных степеней» п. 9-14, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Николичев Илья Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Эйсмонт Натан Андреевич,

ведущий научный сотрудник Института космических исследований РАН,

кандидат технических наук,

тел. 8 495 333 1078, neismont@iki.rssi.ru

Подпись Эйсмонта Н.А. заверяю

А.В. Захаров, Ученый секретарь Института космических исследований РАН,

доктор физ.-мат. наук



15.12.2014 JkDent