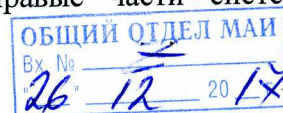


ОТЗЫВ

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 весьма актуальной в настоящее время проблеме повышения эффективности транспортных операций по доставке космического аппарата (КА) на высокие рабочие орбиты, в том числе на геостационарную (ГСО). Подобные транспортные операции подразумевают использование сложных (т.н. комбинированных) схем выведения, при которых с помощью «химического» разгонного блока (с двигателем большой тяги) сначала формируется некоторая опорная высокоэллиптическая орбита, а затем обеспечивается довыведение КА на целевую орбиту (ГСО) с использованием (в качестве маршевой) электроракетной двигательной установки (ЭРДУ) самого аппарата. Ввиду известной специфики движения центра масс КА под действием малого реактивного ускорения ЭРД в близкой окрестности центра притяжения, решение задачи баллистического проектирования траектории на участке довыведения представляется наиболее сложным, и, как правило, требует ее рассмотрения в виде некоторой оптимизационной проблемы. Данная проблема относится к классу задач оптимизации управляемых динамических систем (объектов), в качестве которых (в рассматриваемом случае) непосредственно выступает сам КА с ЭРДУ, управляемое движение центра масс которого может описываться достаточно сложной математической моделью. Подобные задачи обычно достаточно эффективно решаются с использованием не прямых методов оптимизации вариационной группы. Однако использование последних может существенно осложняться необходимостью записи в явном аналитическом виде ряда условий оптимальности метода при рассмотрении конкретной задачи. Например, если математическая модель управляемого движения центра масс КА с ЭРДУ содержит выражения, описывающие возмущения различной природы, то аналитическая запись правых частей сопряженной системы дифференциальных уравнений (системы уравнений относительно функциональных множителей Лагранжа) представляет собой весьма непростую задачу, справиться с которой не удастся даже с помощью вычислительных средств компьютерной алгебры. Для решения данной проблемы автором диссертационной работы Николичевым И.А. предлагается методика, позволяющая численно определять правые части системы



дифференциальных уравнений оптимального управляемого движения КА с ЭРДУ, непосредственно вытекающая из канонического формализма принципа максимума Понтрягина. В рамках данной методики автором предлагается использовать специальный метод численного дифференцирования функций, построенный на основе ряда свойств дуальных чисел и их многомерных расширений. Таким образом, основным научным результатом диссертационной работы является создание методики решения задач оптимизации многовиткового межорбитального перелета КА с ЭРДУ с учетом влияния возмущений, не являющейся зависимой от выбора математической модели описывающей движение аппарата. С помощью предлагаемой методики автор диссертационной работы провел количественный и качественный анализ полученных решений на примере рассмотрения перелетов с начальной круговой или эллиптической орбиты на ГСО, отвечающих участку довыведения. На основе которого в работе дается оценка степени влияния действия возмущений на целевые критерии качества, характеризующие межорбитальный перелет, а также на полученные в результате решения программы оптимального управления аппаратом по каналам тангажа и рысканья, и программы переключения тяги ЭРД. Сделан вывод о целесообразности использования решения возмущенной задачи при баллистическом проектировании номинальной траектории КА с ЭРДУ при практической реализации схемы довыведения на ГСО. Таким образом, автором исследования создано теоретико-методическое и программное обеспечение, которое можно использовать при практической реализации миссий по довыведению КА с целью повышения эффективности рассматриваемых в работе транспортных операций.

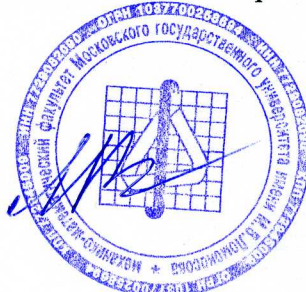
К числу новых результатов диссертационной работы также следует отнести предложенную автором схему совместного использования метода продолжения и дуальных чисел, что позволяет несколько расширить его эффективность, а также рассмотрение, анализ и формализация задачи оптимизации встречи, связанной с проблематикой увода космического мусора из окрестности ГСО.

Среди недостатков автореферата диссертационной работы следует отметить следующие: среди принятой модели действующих на КА с ЭРДУ возмущающих факторов отсутствуют диссипативные силы; в автореферате работы не приведены результаты сравнения эффективности применения различных методов численного дифференцирования при решении рассматриваемых задач траекторной оптимизации.

Отмеченные недостатки не снижают общего высокого уровня работы. Оформление текста автореферата полностью соответствует требованиям ВАК. Основной материал работы изложен автором строго и обоснованно.

Считаю, что диссертационная работа полностью соответствует критериям «Положения о порядке присуждения научных степеней...» ВАК, 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».

*Доцент кафедры общих проблем управления
механико-математического факультета
МГУ им М.В.Ломоносова, к.ф.-м.н*



М.П.Заплетин

Контактный телефон: 8 (903) 258-12-45, e-mail: zapletin_m@mail.ru

*Почтовый адрес: 119991, ГСП-1, Москва, Ленинские горы, МГУ, д.1, Главное здание,
механико-математический факультет*

*26.12.2017
Уч. совет*