

О Т З Ы В

Акционерного общества «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» на автореферат диссертации *Сергаевой Елизаветы Андреевны*, выполненной на тему «*Программы управления космическим аппаратом с электроракетной двигательной установкой для исследования малых тел Солнечной системы*» и представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Диссертационная работа Сергаевой Елизаветы Андреевны посвящена исследованию вопросов, связанных с методическим и программным обеспечением баллистического проектирования межорбитальных перелетов космических аппаратов (КА) с электроракетной двигательной установкой (ЭРДУ) к малым телам Солнечной системы.

Совершенствование характеристик ЭРДУ обуславливает их все более широкое использование в качестве маршевых и корректирующих двигательных установок на орбитальных КА для перехода с промежуточных орбит на рабочие, для выполнения межорбитальных транспортных операций и межпланетных перелетов. Расширение круга научных и прикладных задач, решаемых КА данного типа, в свою очередь, требует решения задач формирования оптимальных траекторий и оптимального управления. Это обуславливает **актуальность** выполненной автором работы.

Автор исследует математические модели оптимального управляемого движения центра масс КА с ЭРДУ на гелиоцентрическом участке движения и на объектноцентрическом участке в окрестности малого небесного тела.

неправильной (несферической) формы с целью создания методики решения задач оптимизации межорбитальных перелетов, позволяющей повысить эффективность космических исследований.

В качестве методов решения рассматриваемых задач оптимизации автор использует принцип максимума Понтрягина и методы построения приближённо-оптимального управления вектором тяги на базе локально-оптимальных законов управления.

Научная новизна полученных в работе результатов заключается в следующем:

- разработана математическая модель объектоцентрического движения КА с ЭРДУ с учётом гравитационного воздействия Солнца и объекта исследования неправильной формы;
- разработан алгоритм определения параметров математической модели гравитационного поля объекта исследования неправильной формы в случае использования двух притягивающих точек;
- разработана вычислительная процедура формирования оптимального номинального управления на гелиоцентрическом участке движения с использованием условий трансверсальности для определения начального приближения для оптимальной даты старта;
- разработана методика формирования номинального управления на объектоцентрическом участке движения, в том числе для межорбитальных переходов и поддержания заданной орбиты.

Практическая значимость заключается в возможности использования разработанных математических моделей движения КА, методик выбора оптимальных программ управления на гелиоцентрическом и объектоцентрическом участках полета и созданных на их основе программных комплексов при автоматизированном баллистическом проектировании миссий к малым телам Солнечной системы, выборе программ номинального управления, моделировании и визуализации управляемого движения.

Апробация результатов, полученных в диссертационной работе проведена на двенадцати всероссийских и международных научных конференциях.

Из материалов автореферата следует, что автором изучены и достаточно корректно используются известные математические модели и теоретические положения других авторов по исследуемому вопросу, что подтверждает **обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**, сформулированных в диссертации.

В качестве **замечаний** к автореферату необходимо отметить следующее:

- не приведены количественные оценки, обосновывающие необходимость учета гравитационных возмущений от объекта исследования (малого небесного тела) на гелиоцентрическом участке полета КА;
- не представлено теоретическое обоснование возможности вычисления расстояния между точечными массами в модели гравитационного поля малого небесного тела неправильной формы на основе условия динамического равновесия системы двух точечных масс в рамках ограниченной задачи трех тел (Рисунок 2а).
- не приведены количественные оценки, обосновывающие необходимость учета гравитационного воздействия Солнца на КА при объектоцентрическом движении (формула (3));

Указанные замечания не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

ВЫВОД.

Диссертация является законченной научно-квалификационной работой, обладает актуальностью, научной новизной и имеет практическую значимость.

Автореферат в полной мере отражает сущность диссертационной работы, по объему и содержанию соответствует требованиям «Положения...» ВАК

России, а его автор Сергаева Елизавета Андреевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Даем согласие на включение наших персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата технических наук Сергаевой Елизаветы Андреевны и их дальнейшую обработку.

Заместитель генерального конструктора
по проектированию изделий и
комплексов

М.С. Голунов

Начальник отдела баллистики, к.т.н.

В.В. Степанов

Подписи заверяю
Главный ученый секретарь АО «ГРЦ
Макеева», к.т.н.



С.Т. Калашников

Акционерное общество «Государственный ракетный центр имени академика В.П.Макеева»

456300, г. Миасс, Челябинская область, Тургоякское шоссе, 1,

Телефон: (3513)-28-6379, (3513)-28-6216

e-mail: src@makeyev.ru