



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»  
(АО «НПО Лавочкина»)



Ленинградская ул., д. 24, г. Химки,  
Московская область, 141402  
ОГРН 1175029009363, ИНН 5047196566

Тел. +7 (495) 573-56-75, факс +7 (495) 573-35-95  
e-mail: npol@laspace.ru  
www.laspace.ru

от 21.12.2017 № 514/18506

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю  
Диссертационного совета  
Д 212.125.12  
к.т.н.,  
Старкову А. В.  
125993г. Москва, ГСП-3, А-80  
Волоколамское шоссе, Д.4  
Ученый совет МАИ



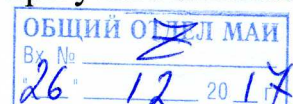
УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель генерального директора -  
генеральный конструктор  
Ширшаков А. Е.

«20» 12 2017г.

### ОТЗЫВ

На автореферат диссертационной работы Николичева Ильи Андреевича  
выполненной на тему:  
«Оптимизация многовиткового межорбитального перелета космического ап-  
парата с электроракетной двигательной установкой с учетом действия  
возмущений»,  
представленную 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  
методических вопросов, связанных с решением и качественным исследова-  
нием задач оптимизации межорбитального перелета космического аппарата  
(КА) с электроракетной двигательной установкой (ЭРДУ) при учете влияния



возмущений. Содержание диссертации составляет введение, четыре главы и приложение, составляющее по объему, как следует из автореферата, почти половину самой диссертации.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования настоящей диссертационной работы, формулируются ее основные цели, дается краткое описание идеи выбранной методики решения задач и компактно приводятся полученные результаты.

В первой главе рассматриваются математические модели, используемые для описания управляемого движения центра масс с ЭРДУ. Выбирается состав возмущающих факторов: возмущения, вызванные отличием гравитационного поля Земли от центрального, влияние притяжения Луны и Солнца, а также дается подробное описание функционирования ЭРДУ в двух режимах функционирования – с постоянной и изменяющейся тягой. Подробно анализируются три базовые задачи межорбитального перелета КА с ЭРДУ, дается строгая математическая формализация проблемы, решаемой методом оптимизации с использованием принципа максимума Понтрягина.

Вторая глава работы посвящена описанию методики решения поставленных задач, предлагаемой автором. В ее основу положена возможность численно определять правые части системы дифференциальных уравнений, специфические для оптимального управляемого движения КА с ЭРДУ. В связи с этим автор применяет модификацию метода численного дифференцирования, использующий теорию дуальных чисел, представляющих собой комплексные числа особого рода, а также их алгебраические расширения. Это позволяет избежать трудностей расчета правых частей системы дифференциальных уравнений, возникающих в задачах оптимизации траекторий межорбитального перелета с малой тягой. Автор дает развернутое описание разработанной им методики, обосновывает ее универсальность по отношению к возмущениям, учет воздействия которых на траекторию полета КА в



конкретных условиях необходим, и дает программные средства поддержки предлагаемой методики, разработанные самим автором.

В третьей главе работы приводятся основные качественные и количественные результаты анализа решений траекторных задач с учетом возмущений и без них. На основе полученных методов для ряда рассмотренных конкретных задач оптимизации перелетов делается общий вывод о том, что при решении подобных задач учет возмущений значение целевого функционала меняется мало, практически не более чем на один процент. Существенно меняется лишь программа управления тягой ЭРДУ.

Четвертая глава отведена рассмотрению частной задачи увода космического мусора с геостационарной орбиты. Приведена строгая формализация задачи встречи КА, оснащенного ЭРДУ с заранее выбранным нефункционирующим объектом типа космического мусора, даются основные зависимости, характеризующие оптимальное управление и эволюцию элементов орбиты КА с ЭРДУ в течение времени перелета.

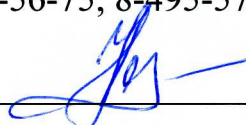
Характеризуя работу в целом, следует отметить ее актуальность в связи с растущей тенденцией использования ЭРДУ при полетах по околоземным орбитам. Теоретически обоснована новая универсальная методика траекторной оптимизации применительно к использованию ЭРДУ. Получены оценки необходимой детализации учета возмущений, которые целесообразно учитывать при баллистическом проектировании. Заслуживает внимания возможность применения предлагаемой автором методики для очистки ГСО от космического мусора.

Наряду с этим, судя по автореферату, работа не лишена некоторых недостатков. Состав возмущающих факторов следовало бы расширить (в первую очередь – световое давление), учитывая значительное время перелетов на малой тяге ЭРДУ. Это обстоятельство может скорректировать общие выводы, полученные автором.

Однако, эти замечания не снижают научной ценности проведенного исследования, и их следует рассматривать как рекомендации к дальнейшему развитию разработанной методики.


**Выводы.** Диссертация Николичева И.А. «Оптимизация многовиткового межорбитального перелета космического аппарата с электроракетной двигательной установкой с учетом действия возмущений» является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-технической проблемы. Выполненная работа отвечает критериям, изложенным в пунктах 9 – 14 Положения ВАК о присуждении учёных степеней, а её автор – Николичев Илья Андреевич – заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09.

Доктор технических наук, зам. начальника отдела 517,  
АО «НПО Лавочкина»  
Российская федерация, 141402, Московская область, г. Химки,  
Ленинградская ул. Д.24, т.8-495-573-56-75, 8-495-575- 55-11  
e-mail: npol@laspace.ru

 / Назаров А. Е. /


Сведения о составителе отзыва: Назаров, Анатолий Егорович,  
Москва, 125502, ул. Петрозаводская, д.5 корп.1 кв.195,  
т.8-495-455-76-08 , e-mail : naz-a-e@yandex.ru, моб. 8-916-186-04-57

Кандидат технических наук, инженер 2-й категории, отд.517.  
АО «НПО Лавочкина»,  
Российская федерация, 141402, Московская область, г. Химки,  
Ленинградская ул. Д.24, т.8-495-573-56-75, 8-495-575- 55-11  
e-mail: npol@laspace.ru

 / Польш В. Г. /

Сведения о составителе отзыва: Польш Вадим Георгиевич,  
Москва, 111672 , Ул. Городецкая, д.9корп.2.кв.122,  
Тел. 9-495-575-56-75, e-mail: polvad@post.ru, моб. 8-903-118-56-27

ВЕРНО.  
Зам. генерального директора по персоналу

 /Данильченко М. В./



26.12.14  
Уч. совет