



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@laspase.ru, www.laspase.ru

« 25 ОКТ 2024 » г. № 517/23065
На № _____ от _____

Учёному секретарю
диссертационного совета
Д 24.2.379.03
на базе Самарского университета
к.т.н., доценту
Крамлиху А.В.
443086, г. Самара,
Московское шоссе, д. 34

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора – генеральный конструктор
к.т.н.

А.Е. Ширшаков

« 24 » 10 2024 г.

Отзыв

на автореферат диссертации

Щербакова Михаила Сергеевича

на тему «Выбор орбит и алгоритмов управления инспекционным движением малоразмерного космического аппарата», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16 – Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Работа Филиппова Григория Александровича посвящена решению **актуальной научной задачи** совместного рассмотрения комплекса вопросов выбора номинальной инспекционной траектории МКА и поддержания инспекционного движения, учитывающих природу возмущающих факторов и возможности МКА, с учётом условия минимизации совокупных энергозатрат.



Исходя из анализа текста автореферата и диссертации авторы отзыва сделали вывод о том, что **научная новизна** работы заключается в комплексном рассмотрении вопросов выбора номинальной инспекционной траектории МКА и поддержания инспекционного движения при учете возмущающих факторов с целью минимизации совокупных энергозатрат.

Отметим новые **научные результаты**, полученные в работе:

1. Выявлено влияние аргумента широты объекта инспекции (ОИ) на продолжительность нахождения траектории пассивного облёта в допустимой области отклонений от номинальной траектории при формировании пассивного инспекционного движения в нецентральной области притяжения Земли на круговых орбитах, орбитах малой и большой эллиптичности.
2. Предложен подход к выбору параметров пассивного инспекционного движения в нецентральной области притяжения на круговых орбитах и орбитах малой эллиптичности, на которых атмосферным торможением можно пренебречь, отличающийся от известных одновременным выбором не только характеристик номинальной траектории движения МКА относительно инспектируемого объекта, но и момента времени формирования самой инспекционной траектории. Был разработан соответствующий алгоритм.
3. Предложенный подход выбора параметров пассивного инспекционного движения распространён на ОИ, двигающиеся по высокоэллиптическим орбитам (орбита типа Молния, геопереходная орбита) в нецентральной области притяжения Земли с учётом возмущающего воздействия со стороны Луны.
4. Введено понятие оскулирующей траектории относительного движения, на основе которого предложен алгоритм выбора параметров одноимпульсной коррекции, отличающийся от существующих формированием новой номинальной инспекционной траектории, исходя из выполнения условия равенства орбитальных энергий ОИ и МКА в текущий момент времени.
5. Предложена методика, основанная на применении развитого алгоритма выбора параметров одноимпульсной коррекции и выявленных закономерностях пассивного инспекционного движения, позволяющая поддерживать процесс инспектирования на длительном интервале времени.
6. Для орбит, на которых атмосферное торможение оказывает основное влияние, разработана методика поддержания номинальной инспекционной траектории, отличающаяся от существующих выполнением условий обеспечения близости орбитальных энергий МКА и ОИ в момент окончания корректирующего манёвра и учитывающая возможности существующих электроракетных двигательных установок МКА. В предложенной методике выбор оптимального непрерывного закона управления осуществляется с использованием SDRE-технологии.

Важным **практическим результатом** работы является возможность применения разработанных алгоритмов и методик при решении задач

баллистического проектирования миссий, в которых используется инспекционное движение космических аппаратов.

Работа Щербакова Михаила Сергеевича вносит вклад в развитие таких научных направлений как создание методов анализа и проектирования траекторий одиночных КА и баллистически связанных групп КА, а также в разработку алгоритмов автономного и дистанционного управления траекторией КА однородных и разнородных группировок КА.

Наряду с достоинствами диссертации следует отметить следующие замечания и недостатки:

1. Модель движения КА учитывает только вторую зональную гармонику гравитационного поля Земли. Считаем, что для высот полета КА от 600 км и выше для более точного анализа движения спутника следует учитывать нецентральность гравитационного поля Земли с разложением геопотенциала в ряд по сферическим функциям до 8 порядка и 8 степени включительно, учитывать влияние гравитационных полей Луны и Солнца. Считаем, что полученная таким образом инспекционная траектория может сильно измениться и будет плохо согласована с траекториями, полученными в ходе выполнения данной работы.

2. Из текста автореферата не ясно, каким образом поддерживается относительное движение МКА в трансверсальном направлении с использованием одноимпульсных коррекций.

3. Из текста автореферата не видно, в чем заключается научная новизна работы. Те пункты, что приведены под строкой с научной новизной, на самом деле являются научными результатами. Исходя из анализа текста автореферата и диссертации авторы отзыва сделали вывод о том, что **научная новизна** работы заключается в комплексном рассмотрении вопросов выбора номинальной инспекционной траектории МКА и поддержания инспекционного движения при учете возмущающих факторов с целью минимизации совокупных энергозатрат.

4. В тексте присутствуют опечатки и просторечия:

- стр. 3 строка 12 простонародное слово «потребных» следовало бы заменить словом «необходимых»;
- стр. 6 строка 4 «ПРОфинансированного» или «финансировавшегося» вместо «финансированного»;
- стр. 8 строка 4 в абзаце, начинающемся со слов «Во второй главе...» «параметрОВ» вместо «параметрАХ»;
- стр. 11 строка 8 соответствующЕГО вместо соответствующИЙ;
- стр. 12 строка 2 во втором абзаце «наноспутникА» вместо «наноспутникОМ».

Из анализа публикаций по теме работы видно, что автор имеет мало статей в русскоязычных журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ (всего лишь 2 публикации). Тем не менее общий объем публикаций (вместе с изданиями, индексируемыми базой Scopus) составил всего 8 работ.

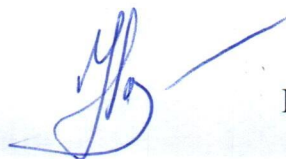
Указанные недостатки, в основном являются пожеланиями для будущих исследований и не влияют на качество выполненной работы, а также не снижают положительное впечатление от проведенных научных исследований, разработанных новых научных подходов и моделей.

Несмотря на описанные выше недостатки и незначительные опечатки, основной текст автореферата написан грамотным и лаконичным языком.

Основываясь на тексте автореферата, можно заключить, что диссертационная работа Щербакова Михаила Сергеевича является законченным и реализованным на практике научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научно-техническом уровне. Данная научно-квалификационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013 № 842), а ее автор, Щербаков Михаил Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Авторы дают свое согласие на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата наук Щербакова

Заместитель начальника
отдела баллистики и навигации,
доктор технических наук



Назаров Анатолий Егорович

Заместитель начальника
отдела баллистики и навигации,
кандидат технических наук



Симонов Александр Владимирович

Ведущий математик
отдела баллистики и навигации,
кандидат технических наук



Гордиенко Евгений Сергеевич

Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина»
(АО "НПО Лавочкина")

Почтовый адрес: 141402, РФ, г. Химки, Московская область, Ленинградская ул., д. 24.

Телефон: +7 (495) 573-56-75

Официальный сайт: <http://www.laspace.ru/>

Электронная почта: npol@laspace.ru