

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Щербакова Михаила Сергеевича по теме «Выбор орбит и алгоритмов управления инспекционным движением малоразмерного космического аппарата», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Диссертационная работа Щербакова М.С. направлена на разработку баллистического обеспечения инспекционного движения малоразмерного космического аппарата (МКА) на протяжении миссии его полёта путём совместного решения задач выбора параметров орбит, обеспечивающих длительное пассивное инспекционное движение, и формирования подходов к коррекции инспекционной траектории МКА, учитывающих выявленные особенности пассивной инспекции.

В диссертации содержатся следующие результаты, имеющие теоретическую и практическую значимость:

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 поле притяжения Земли на круговых орбитах, орбитах малой и большой эллиптичности;

предложен подход к выбору параметров пассивного инспекционного движения в нецентральной поле 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;

разработан алгоритм определения начальных траекторных параметров движения МКА и начального аргумента широты объекта инспекции для реализации инспекционного движения, обеспечивающий длительную пассивную инспекцию при движении в нецентральной поле притяжения Земли; предложенный подход выбора параметров пассивного инспекционного движения распространён на ОИ, двигающиеся по высокоэллиптическим орбитам (орбита типа Молния, геопереходная орбита) в нецентральной поле притяжения Земли с учётом возмущающего воздействия со стороны Луны;

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, 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; 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.

Обоснованность и достоверность, полученных результатов в диссертации, гарантируется обоснованностью принятых допущений в математических моделях. Полученные результаты в области формирования начальных параметров движения согласуются с результатами авторов Н. Schaub, Т. Kyle, а полученные законы управления согласуются с результатами авторов Д.С. Иванов, М. Sabatini, R. Volpe, G.V. Palmerini, P. Gurfil.

Диссертационная работа Щербакова М.С. безусловно является апробированной. Результаты диссертации были представлены на восьми международных и с международным участием научных конференциях в период с 2019 по 2023 годы. Содержание работы, её основные положения и результаты диссертации Щербакова М.С. нашли отражение в 17 печатных работах, из которых 2 – в изданиях входящих в список ВАК и 6 статей – опубликованных в научных изданиях, индексируемых базой Scopus.

В качестве замечаний к автореферату диссертации следует отметить:

1. В тексте имеются незначительные грамматические ошибки. Например, в предложении под таблицей 2 написано: «...при использовании одноканального закона управления...».

2. Подписи к рисунку 4 недостаточно описывают представленные изображения. Так, на четыре иллюстрации инспекционной траектории имеется только два пояснения касающиеся формы траектории, но ничего не сказано об изменении размера.

Однако, отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности данного диссертационного исследования.

В целом, диссертация «Выбор орбит и алгоритмов управления инспекционным движением малоразмерного космического аппарата» удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Автор данной диссертации, Щербаков Михаил Сергеевич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по

специальности 2.5.16. Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов.

Заместитель директора по науке и инновациям  
института компьютерных и инженерных наук,  
директор НОЦ им. К.Э. Циолковского,  
Амурского государственного университета,  
канд. физ.-мат. наук, доцент



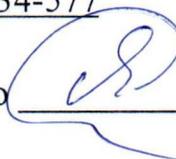
\_\_\_\_\_  
Д.В. Фомин

Я, Фомин Дмитрий Владимирович, даю согласие на включение моих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени кандидата физико-математических наук Щербакова М.С. и их дальнейшую обработку.

Дата: 21.10.2024 г.

Адрес организации: 675027, Амурская область, г. Благовещенск, Игнатьевское шоссе, 21

Телефон организации: +7 (4162) 234-577

Подпись Д.В. Фомина заверяю  Я.В. Кальницкая

