

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

д.т.н., профессора Белоконова Игоря Витальевича
на диссертационную работу Щербакова Михаила Сергеевича
«Выбор орбит и алгоритмов управления инспекционным движением
малоразмерного космического аппарата», представленную на соискание
учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.5.16.
Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов

Щербаков Михаил Сергеевич в 2015 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)» по направлению подготовки 24.04.01 Ракетные комплексы и космонавтика с присвоением квалификации магистра. С 2015 г. по 2021 г. Щербаков М. С. обучался в очной аспирантуре Самарского университета по направлению подготовки 24.06.01 Авиационная и ракетно-космическая техника, профиль «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов». В настоящее время Щербаков М. С. работает в Самарском университете в должности младшего научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории «Перспективные фундаментальные и прикладные космические исследования на базе наноспутников» и старшего преподавателя межвузовской кафедры космических исследований.

Диссертационная работа Щербакова М. С. посвящена решению актуальной задачи обеспечения поддержания инспекционного движения малоразмерного космического аппарата (МКА) с помощью выбора начальных траекторных параметров движения и подходов к управлению, учитывающих особенности пассивной инспекции.

В настоящее время наблюдается увеличение количества кластерных запусков МКА (в том числе и наноспутников), которые образуют формации и проводят совместную работу для решения общей целевой задачи. В диссертационной работе Щербакова М. С. рассматривается один из возможных типов спутниковых формаций - инспекционное движение, при котором МКА совершает периодических облёт не кооперируемого объекта инспекции (ОИ) в общей орбитальной плоскости.

Соискателем было проведено исследование процесса деформации инспекционной траектории под действием различных возмущающих факторов (нецентральность гравитационного поля Земли, атмосферное торможение, притяжение Луны – для высокоэллиптических орбит) которое показало, что значительное влияние на продолжительность пассивной

инспекции, в условиях влияния нецентральности гравитационного поля Земли, оказывает выбор начального положения ОИ в момент формирования инспекционной траектории и выполнение условия равенства орбитальных энергий МКА и ОИ, которое достигается за счёт выбора начальных траекторных параметров движения МКА. Это позволяет существенно замедлить, но не предотвратить, деформацию инспекционной траектории. Для поддержания инспекционного движения на длительном интервале времени предлагается проводить корректирующие манёвры, учитывающие особенности возмущающих факторов. При движении на высоких орбитах, где основное влияние на инспектирование оказывает нецентральность гравитационного поля, предлагается использовать алгоритмы на основе импульсной коррекции. Если основным возмущающим фактором является атмосферное торможение, то предпочтительными являются алгоритмы, основанные на использовании непрерывных законов управления.

В результате проведения диссертационного исследования разработаны алгоритмы выбора начальных траекторных параметров движения МКА и начального аргумента широты ОИ для реализации инспекционного движения на круговых орбитах, орбитах малой эллиптичности, высокоэллиптических орбитах, которые обеспечивают максимальную продолжительность пассивного инспектирования. Для проведения корректирующих манёвров предложены алгоритм выбора параметров одноимпульсной коррекции на основе оскулирующих траекторий относительного движения и методика поддержания номинальной инспекционной траектории на основе выбора оптимального непрерывного закона управления с использованием матричного уравнения Риккати, коэффициенты которого зависят от фазовых переменных модели движения МКА.

Все основные результаты, выносимые на защиту, получены лично Щербаковым М. С. или при непосредственном его участии, и обладают научной новизной. В подготовке публикаций вклад соискателя был определяющим.

Щербаков М. С. активно участвовал и делал доклады на всероссийских и международных научных конференциях. По теме диссертации соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России и 6 статей, входящих в базу Scopus.

Диссертационная работа поддерживалась проектом 0777-2020-0018, финансируемым из средств государственного задания победителям конкурса научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России. Результаты диссертационного

