



ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

Федеральное государственное
унитарное предприятие

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
АВТОМАТИКИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

имени академика Н.А. ПИЛЮГИНА
(ФГУП «НПЦАП»)

ОГРН № 1027739552642, ИНН 7728171283
117342, Москва, ул. Введенского, 1.
Телефон: (495) 334-39-16, факс: (495) 334-83-80
Телетайп: Москва, 112635, 417814, ЗАПАД
E-mail: info@npcap.ru

07.11.2019 г. № 307/01

Ученому секретарю
диссертационного совета
ДС 212.125.12
Старкову А.В.

125993, г. Москва, А-80, ГСП-3,
Волоколамское шоссе, д. 4, МАИ

Высылаю отзыв на автореферат диссертационной работы Разумного Владимира Юрьевича, выполненной на тему: «Методика выбора орбитального построения космического комплекса технического обслуживания на орбитах», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)»

Приложение:

1. Отзыв в 2 экз., на 6 л. каждый, только в адрес

Заместитель Генерального конструктора

 Г.Н. Румянцев

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № 11-11 2019 г.



ФЕДЕРАЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ АГЕНТСТВО

Федеральное государственное
унитарное предприятие

**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР
АВТОМАТИКИ И ПРИБОРОСТРОЕНИЯ
имени академика Н.А. ПИЛЮГИНА
(ФГУП «НПЦАП»)**

ОГРН № 1027739552642, ИНН 7728171283
117342, Москва, ул. Введенского, 1.
Телефон: (495) 334-39-16, факс: (495) 334-83-80
Телетайп: Москва, 112635, 417814, ЗАПАД
E-mail: info@npcap.ru

07.11.19 г. № 307/01

« У Т В Е Р Ж Д А Ю »

**Заместитель Генерального конструктора,
заслуженный деятель науки РФ,
доктор технических наук, профессор**

Г.Н. Румянцев

2019 г.



О Т З Ы В

**на автореферат диссертации
Разумного Владимира Юрьевича,
выполненной на тему
«Методика выбора орбитального построения
космического комплекса технического обслуживания на орбитах»,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности
05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных
аппаратов (технические науки)»**

Постоянное увеличение количества космических объектов (КА) в околоземном космическом пространстве (ОКП) приобретает характер перенасыщения. Рост количества КА на орбите во многом связан с необходимостью восполнения спутниковых систем по причине нехватки топлива на поддержание орбит, или с незначительными поломками КА, из-за которых вместо ремонта их приходится заменять. С другой стороны оборудование, установленное на КА, запущенных 10-20 лет назад, неизбежно устаревает и уже не удовлетворяет современным требованиям. По этим

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 11
11 20 19

причинам приходится проектировать, конструировать и запускать все новые и новые КА, а старые уводить на многолетние орбиты захоронения прежде, чем они будут разрушены в атмосфере Земли. Такая схема требует больших финансовых вложений в процедуры создания и запуска новых КА, а также способствует росту космического мусора, который в настоящее время является одной из потенциальных причин неудач космических миссий.

В числе возможных путей решения проблемы большого количества КА в ОКП без ухудшения качества предоставляемых космических услуг является своевременное техническое обслуживание КА непосредственно на орбите. Данная задача является актуальной для всех стран мира, участвующих в использовании ближнего космоса. В открытых источниках и статьях можно найти огромное количество технических конструктивных решений различных сервисных космических аппаратов. Однако в них практически не рассматривается решение задачи обслуживания группировок КА, находящихся не только на различных высотах, но и в разных плоскостях.

Настоящая диссертационная работа посвящена именно баллистическому аспекту этой большой и комплексной задачи. В работе четко сформулирована оптимизационная задача выбора орбитального построения космического комплекса для обслуживания КА непосредственно на орбите. При этом предложено использовать отделяемые от орбитальных станций модули, способные обслуживать за один вылет со станции несколько КА, находящихся на компланарных и некомпланарных орбитах. Для этого, судя по автореферату, было проведено глубокое исследование в области оптимального маневрирования орбитальных модулей и найдена оптимальная и быстродействующая методика оценки маневров, которая могла бы использоваться не только на Земле, но и на борту орбитальных модулей. Разработана методика графического решения задачи выбора параметров орбит станций и задачи планирования обслуживания с помощью портрета отклонений долгот восходящих узлов. Разработана

эффективная методика определения оптимальных маневров для перехода между компланарными орбитами с помощью двигателей малой тяги.

Структура работы замечаний не вызывает. В ней в логической последовательности, научно обоснованно раскрыты все основные вопросы темы. Автореферат включает в себя введение, три главы, заключение и список использованных источников. Тематика и содержание автореферата соответствуют паспорту специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (технические науки), а основные результаты, полученные соискателем, нашли отражение в статьях в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, источниках, индексируемом в базе данных Scopus, публикациях в сборниках тезисов международных конференций, а также в патенте РФ на изобретение.

Автореферат охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается непротиворечивой методологической платформой и взаимосвязанностью выводов. Структура автореферата соответствует заявленной теме, цели и задачам исследования, раскрывает основные проблемы и выводы. Анализ структуры автореферата, точности математических формулировок, логической последовательности изложения материала показал высокую степень обоснованности полученных в работе научных положений, выводов и рекомендаций.

Предложенные автором решения и полученные результаты определяются корректностью постановки задачи, адекватностью используемых математических моделей реальным условиям функционирования КА с обоснованной долей приближения, применением известных и хорошо изученных методов, применением разработанных и обоснованных автором специальных технологий, совпадением полученных численных результатов с результатами других авторов в известных частных случаях.

Сформулированные в работе положения и выводы обусловлены особенностями, связанными с интенсивным развитием космических средств и вопросами обеспечения безопасности космической деятельности, продления срока службы и модернизации КА и рядом других задач, в числе которых в настоящее время остро встает вопрос определения рациональных вариантов орбитального построения космического комплекса для технического обслуживания КА, находящихся на низких орбитах, что определяет научную новизну работы.

Можно выделить следующие полученные автором новые научные результаты:

предложена концептуально новая постановка задачи и решение баллистической задачи технического обслуживания непосредственно на орбитах с использованием орбитальных станций и отделяющихся от них орбитальных модулей для обслуживания КА, находящихся на значительно отличающихся по высоте и/или долготе восходящего узла орбитах;

разработана методика графического решения задачи выбора параметров орбит станций и задачи планирования обслуживания с помощью портрета отклонений долгот восходящих узлов;

разработаны и исследованы оптимальные для определения параметров маневров методики в рамках решения задачи оценки затрат суммарной характеристической скорости для перелетов орбитальных модулей между компланарными и некомпланарными орбитами;

предложен способ формирования орбитальной структуры космического комплекса технического обслуживания на нодально-синхронных орбитах для обслуживания КА, находящихся на значительно отличающихся по наклонению орбитах;

создан соответствующий программно-алгоритмический аппарат для выбора орбитального построения космического комплекса технического

обслуживания на орбитах и рассмотрен пример его использования для решения практической задачи.

Практическая значимость полученных автором результатов заключается в разработке методического и программно-алгоритмического аппарата, позволяющего проектировать орбиты космической обслуживающей системы и проводить оценку затрат суммарной характеристической скорости перелетов обслуживающих модулей к КА, находящимся на различных по высоте и долготе восходящего узла орбитах.

Наряду с общей высокой оценкой выполненной диссертационной работы, следует отметить ряд замечаний:

1. В постановке задачи предполагается, что запасы горючего на станции эквивалентны суммарным запасам горючего на всех модулях. Поскольку в процессе эксплуатации в результате выполнения текущих ремонтных работ происходит расход топлива, то было бы интересно рассмотреть задачу в более общей постановке, т.е. с перераспределением задач между модулями даже при условии неоптимальности этого решения, но в целях выполнения главной задачи текущего обслуживания.

2. В автореферате не показано практическое применение разработанной автором методики проектирования обслуживающей космической системы на нодально-синхронных орбитах.

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости работы и высокой положительной оценки исследований.

Данная работа содержит новые научные результаты, что свидетельствует о личном вкладе автора в науку. Предложенные автором решения аргументированы и в частных случаях оценены по сравнению с известными решениями.

Материалы автореферата полно представлены в публикациях автора, известны широкой научной общественности и достаточно апробированы.

Автореферат оформлен в соответствии с Положением о присуждении

ученых степеней и полностью соответствует требованиям к оформлению диссертаций и авторефератов.

Диссертация является актуальной законченной научно-исследовательской квалификационной работой, содержащей решение важной научной задачи, имеющей большое народнохозяйственное значение, полностью удовлетворяет требованиям «Положения...» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, выполнена на высоком научном уровне, обладает актуальностью, новизной, научной и практической значимостью, достоверностью, высокой степенью обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, а её автор, Разумный Владимир Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)»

**Заместитель начальника теоретического отделения
по инновационному развитию - главный научный сотрудник
доктор технических наук, профессор**



В.С. Гаврилов