



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИНСТИТУТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

25 ОКТ 2019

№ 11204 /

4625-58

на № _____

от _____

Проректору по научной работе, д.т.н.
профессору Ю.А. Равиковичу
Московский авиационный институт,
диссертационный совет Д 212.125.12
Волоколамское шоссе, д.4, Москва

Глубокоуважаемый Юрий Александрович!

Настоящим направляю в Ваш адрес отзыв на диссертационную работу Разумного Владимира Юрьевича «Методика выбора орбитального построения космического комплекса технического обслуживания на орбитах», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» (технические науки).

Приложение: Отзыв на диссертационную работу на четырёх листах в двух экземплярах.

Учёный секретарь Института космических исследований РАН

Садовский А.М.

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ

Вх. № _____
" 20 10 2019 "



Отзыв на диссертацию Разумного Владимира Юрьевича «Методика выбора орбитального построения космического комплекса технического обслуживания на орбитах»

В диссертационной работе В.Ю. Разумного исследуется проблема обслуживания космических систем, что автоматически означает выделение из многообразия составляющих ее задач наиболее актуальные направления. В качестве таковых автор рассматривает задачу, относящуюся к динамике космического полёта и управления движением искусственных спутников Земли, функционирующих в составе группировок. Если последними считать уже пару аппаратов, то история проблемы насчитывает уже много десятилетий, в том числе миссии с участием пилотируемых аппаратов. Здесь достаточно вспомнить советско-американскую миссию Аполлон-Союз, а также множество полетов, включающих сближение и стыковку космических аппаратов. Причём в составе выполняемых при этом операций присутствовали и работы по обслуживанию систем. Наибольшую известность получили работы по космическому аппарату Hubble. Благодаря этим работам удалось привести этот космический телескоп в рабочее состояние и затем существенно расширить пределы его возможностей в исследовании Вселенной. Всего было выполнено шесть миссий по обслуживанию и ремонту этого уникального аппарата, полученные на его борту научные результаты являются беспрецедентными по своей научной значимости.

Актуальность работы В.Ю. Разумного в значительной мере подтверждается именно указанным опытом Hubble. Однако здесь имеются существенные различия в самой постановке задачи и методах её решения. Эти различия и составляют новизну работы соискателя. Если в случае Хаббла для каждой задачи обслуживания и ремонта планировалась отдельная специальная миссия Шаттла к Хаббл со стартом, манёврами сближения и стыковки с последующими операциями обслуживания и ремонта, завершающимися возвращением Шаттла на Землю, то в рассматриваемых соискателем исследованиях предполагается проведение регулярных операций обслуживания в составе постоянно функционирующей группировки. Безусловно – эта задача заметно сложнее в силу того, что число управляющих параметров в последнем случае существенно больше. Фактически, предлагаемая автором схема управления обслуживанием аппаратами группировки включает две подсистемы: одна из них – это

ОБЩИЙ ОТДЕЛ МАИ
Вх. № 30 10 2019

собственно группировка аппаратов, которая является объектом ремонта и обслуживания, вторая обслуживающая система, включающая орбитальные станции базирования модулей обслуживания. Задача состоит в выборе оптимальных последовательностей обслуживания группировки. При этом в качестве критерия оптимизации берется расход характеристической скорости при заданном времени обслуживания группировки, т.е. времени, необходимом для перелета ремонтного модуля к объекту обслуживания и последующей стыковки, выполнения запланированных операций и возвращению модуля на орбитальную станцию. Ясно, что в зависимости от располагаемого числа модулей (и орбитальных станций) определяется суммарное время обслуживания группировки и требующийся суммарный импульс характеристической скорости. Очевидно, что проблема получения соответствующих оценок является непростой задачей, но автору удалось с ней справиться. Для этого потребовалось разработать соответствующие алгоритмы и реализовать их в виде адекватных задаче математических программ. Как подтверждение работоспособности методов планирования операций на базе этих программ в качестве примера были рассмотрены задачи обслуживания группировки Globalstar. При этом задача оценок необходимого времени для обслуживания и величины характеристической скорости для выполнения соответствующих маневров была решена вплоть до получения конкретных цифр при выбранном составе группировки. Это дает возможность практического использования разработанных методов для проведения аналогичных исследований для группировок с иными параметрами. Успешность решения оптимизационной задачи в значительной мере был достигнут за счет её разбиения на три подзадачи, излагаемых в первом разделе диссертации. Первую из них автор определяет как задачу проектирования орбитального построения комплекса технического обслуживания с целью определения минимально потребного числа орбитальных станций и их параметров. Вторую – как расчёт оптимальной последовательности обслуживания, и третью – как определение оптимальных параметров манёвра перелётов. Во втором разделе автор описывает саму процедуру выбора перелётов в процессе построения картины эволюции долготы восходящего узла орбит как функции времени. Это дает возможность получения оценок необходимых затрат характеристической скорости. Автор достаточно подробно излагает разработанные им концепции и подходы решения задачи. Отметим, что важной частью диссертации являются разработки теории перелётов к

обслуживаемым аппаратам с помощью двигателей малой тяги. Это направление исследований и разработок имеет возрастающее значение в связи с расширением сферы применения этих двигателей: достаточно вспомнить недавно запущенные аппараты «Канопус» для дистанционного зондирования Земли, снабжённые этими двигателями. Это даёт основания предполагать, что в случае развития вплоть до практического применения идеи технического обслуживания группировок спутников применение электрореактивных двигателей имеет заметные перспективы, что указывает на практическую ценность проведённых исследований автора по вопросам использования указанных двигателей.

В последнем, третьем, разделе диссертации автор представляет результаты разработок математических программ, необходимых для решения проблем обслуживания группировок, и демонстрирует, как упоминалось выше результаты их применения. При этом сохраняется базовая концепция выполняемых операций: обслуживающие модули, стартуя с орбитальных станций, последовательно совершают перелёты к целевым аппаратам группировки. Иными словами, предполагается проводить обслуживание на регулярной основе. Однако возможен и другой подход, когда обслуживаются аппараты, на которых обнаружены отклонения от штатной работы или, более того, их полный отказ. В рамках решаемой в диссертации задачи этот случай можно рассматривать как вариант исходной проблемы, правда, было бы желательно увидеть это утверждение в составе текста диссертации. Было бы также интересно оценить концепцию обслуживания, реализуемую «наоборот», т.е. за счёт выполнения операций путем доставки обслуживаемого аппарата к ремонтному модулю с последующим после завершения обслуживания возвращением его на прежнее место. Предварительный анализ указывает на возможную допустимость такого состава операций, тем не менее, можно высказать пожелание выполнения соответствующих исследований уже вне рамок предложенной на рецензию диссертации.

Диссертация посвящена исключительно решению проблемы орбитального построения космического комплекса технического обслуживания аппаратов и не касается задач собственно обслуживания. Но при этом подразумевается, что соответствующие операции по обслуживанию проводятся в состоянии контакта между объектами системы, когда требуется монтаж-демонтаж

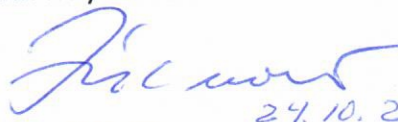
составляющих обслуживаемого аппарата. Хотя в настоящее время широко применяются регламенты, когда обслуживание выполняется дистанционно.

Оставаясь в условиях сформулированных задач диссертации, укажем, что описание подходящих по предполагаемым проблем возможных операций позволяет расширить круг практических задач, которые могут рассматриваться как входящие в состав решенных в рецензируемой диссертации, что позволяет повысить общую оценку работы, в первую очередь, её практическую ценность. Имеется в виду возможность распространения разработанных концепций и методов на способы удаления из околоземного пространства фрагментов мусора. Это тем более важно в связи с получающими всё большую поддержку планами построения низкоорбитальных группировок, включающих в свой состав сотни космических аппаратов. И в случае использования предлагаемых в диссертации методов появляется возможность справляться с возникающими при реализации заявленных планов проблемами.

Диссертация выполнена на высоком научном уровне, актуальна и имеет прикладное значение. Изложенное выше позволяет утверждать, что работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её соискатель заслуживает присуждения искомой степени.

Ведущий научный сотрудник

Института космических исследований Российской академии наук
кандидат технических наук Эйсмонт Натан Андреевич

 Эйсмонт Н.А.
24.10.2019

Подпись Эйсмонта Н.А. заверяю

Учёный секретарь Института космических исследований Российской академии наук

кандидат физ.-мат. наук



Садовский А.М.