

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Разумный Владимир Юрьевич

Тема диссертации: Методика выбора орбитального построения космического комплекса технического обслуживания на орбитах

Специальность: 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 14 ноября 2019 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, установленным Положением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, и принял решение присудить Разумному Владимиру Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, ученый секретарь диссертационного совета А.В. Старков, члены диссертационного совета: В.Т. Бобронников, В.С. Брусов, Л.В. Вишнякова, В.А. Воронцов, В.Н. Евдокименков, А.В. Ефремов, К.А. Занин, М.С. Константинов, В.П. Махров, С.И. Падалко, В.Н. Почукаев, Ю.Н. Разумный, В.В. Родченко, К.И. Сыпало, Ю.В. Тюменцев, М.М. Хрусталеv, А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.12, к.т.н.




А.В. Старков

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
(МАИ)

по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14.11.2019 г., протокол № 21

О присуждении **Разумному Владимиру Юрьевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика выбора орбитального построения космического комплекса технического обслуживания на орбитах» по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)» принята к защите 27 июня 2019 года, протокол № 14, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (МАИ, Московский авиационный институт). Адрес: 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4. Приказ о создании диссертационного совета от 11.04.2012 № 105/нк.

Соискатель Разумный Владимир Юрьевич 1986 года рождения, в 2010 г. окончил Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана по специальности «Динамика полета и управление движением летательных аппаратов» с присуждением квалификации «инженер».

В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры «Системный анализ и управление» факультета «Аэрокосмический» МАИ, которую закончил в 2016 году.

Диссертация выполнена на кафедре «Системный анализ и управление» института № 6 «Аэрокосмический» Московского авиационного института. Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Малышев Вениамин Васильевич, заведующий кафедры «Системный анализ и управление» МАИ.

Официальные оппоненты:

– Аверкиев Николай Федорович, доктор технических наук, профессор кафедры навигационно-баллистического обеспечения применения космических средств и теории полёта летательных аппаратов Федерального государственного бюджетного военного образовательного учреждения высшего образования «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского» Министерства обороны Российской Федерации (ВКА им. А.Ф. Можайского);

– Эйсмонт Натан Андреевич, кандидат технических наук, ведущий научный

сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина»), г. Москва, в своем положительном отзыве, одобренном на заседании научно-технического совета (протокол от 04.10.2019 № Р9-19), подписанном математиком 2-ой категории отдела баллистики и навигации Е.С. Гордиенко и ведущим математиком отдела баллистики и навигации А.В. Симоновым и утвержденным заместителем генерального директора по научной работе доктором технических наук, профессором С.Н. Шевченко, указало, что диссертация Разумного Владимира Юрьевича соответствует специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)», является научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научная задача, имеющая важное научное и практическое значение для развития космической отрасли. На основании текстов диссертации и автореферата был сделан вывод о том, что работа В.Ю. Разумного является научно-квалификационной работой, соответствующей требованиям ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к квалификационным работам на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов (технические науки)».

Соискатель имеет 26 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 15 работ, включающих 4 статьи опубликованных в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки РФ, 1 патент на изобретение, 6 работ в изданиях, индексируемых в международной реферативной базе данных SCOPUS. Наиболее значимыми научными работами по теме диссертации являются:

1. Разумный В.Ю. Планирование обслуживания разнородных спутниковых систем / В.Ю. Разумный, А.А. Баранов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. – 2016. – № 4. – С. 16-26 (№ 304 от 01.12.2015). – 11 стр. (8 стр. авт.). В статье приведена методика решения задачи планирования обслуживания и расчета параметров маневров перелетов между некомпланарными орбитами.

2. Разумный В.Ю. Методика расчета многоярусных спутниковых систем на круговых и эллиптических нодально-синхронных орбитах / В.Ю. Разумный, Ю.Н. Разумный, П.Г. Козлов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 3. – С. 196-199 (№ 1354 в списке до 30.11.2015). – 4 стр. (2 стр. авт.). В статье отражена

общая характеристика многоярусных спутниковых систем и методика расчета параметров многоярусных спутниковых систем на нодально-синхронных орбитах.

3. Разумный В.Ю. Анализ параметрических зависимостей для круговых и эллиптических орбит, обладающих свойством нодальной синхронности / В.Ю. Разумный, Ю.Н. Разумный, П.Г. Козлов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2015. – № 3. – С. 200-204 (№ 1354 в списке до 30.11.2015). – 5 стр. (2 стр. авт.). В статье приведена постановка задачи исследований, особенности параметрических зависимостей для круговых и эллиптических нодально-синхронных орбит и перспективные направления их использования.

4. Разумный В.Ю. Оптимальные переходы с малой тягой между близкими околокруговыми компланарными орбитами / В.Ю. Разумный, А.А. Баранов, А.А. Баранов мл., А.Ф.Б. де Прадо // Космические исследования. – 2011. – Т. 49. – № 3. – С. 278-288 (№ 1145 в списке до 30.11.2015). – 11 стр. (8 стр. авт.). В статье приведена постановка задачи оптимального маневрирования с помощью двигателей малой тяги на околокруговых орбитах, необходимые условия оптимальности, представлена геометрическая интерпретация маневров и методика определения параметров маневров оптимального невырожденного решения.

5. Патент 2535760 Российская Федерация, МПК В 64 G 1/10, G 05 D 1/00. Космическая обслуживающая система и способ ее построения / Разумный Ю.Н., Баранов А.А., Малышев В.В., Макаров Ю.Н., Разумный В.Ю., Козлов П.Г., Мошнин А.А. – № 2013146588/11; заявл. 18.10.2013; опубл. 20.12.2014, Бюл. 35. – 7 с.

6. Method of energy estimation of interorbital transfers for LEO spacecraft on-orbit servicing / V.Yu. Razoumny [et al.] // Advances in the Astronautical Sciences. Scopus. – 2017. – Vol. 161. – P. 701-709.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. АО «Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина» (АО «НПО Лавочкина») (ведущая организация). Отзыв положительный.

К диссертационной работе имеются замечания.

1) Автором приведен и достаточно подробно описан пример проектирования орбит ОС для обслуживания функционирующих целевых КА «Глобалстар» на заданном продолжительном интервале времени с последовательными некопланарными перелетами к ближайшим КА. Однако, пример проектирования орбитального построения ККТО с учетом срока активного существования каждого КА отсутствует, поскольку рассматриваемые спутники «Глобалстар» запускались в разное время и в каждой плоскости имеются как «старые» спутники, так и спутники, запущенные значительно позже.

2) В ходе исследования был разработан метод определения параметров оптимального маневрирования с малой тягой для перелета между компланарными орбитами. Однако, в рассмотренном примере выбора орбитального построения ККТО для обслуживания спутников «Глобалстар» при решении задачи оценки все расчеты приводятся для случая импульсной модели маневров.

3) В последнем подразделе диссертации приведены теоретические положения по проектированию орбит ОС на нодально-синхронных орбитах, но не рассмотрено ни одного практического примера его использования.

4) Многие рисунки в третьем разделе диссертации представляются перегруженными, что затрудняет восприятие графической информации.

5) В тексте диссертации и автореферата присутствует ряд грамматических и стилистических ошибок.

2. Аверкиев Николай Федорович (официальный оппонент), д.т.н., проф. **Отзыв положительный.** Заверен начальником отдела кадров ВКА имени А.Ф. Можайского подполковником Г.В. Плотниковым.

К работе имеются следующие замечания.

1) При проектировании сложных технических систем (таких как ККТО), которые функционируют в условиях неопределенностей (полнота и сроки реализации космических программ по развертыванию обслуживаемых ОГ КА, воздействие вредных факторов космического пространства на обслуживаемые КА и объекты ККТО, отказы систем КА ОГ и объектов ККТО, аварийные ситуации и т.п), целесообразно использовать стохастические модели и методы для принятия проектных решений.

2) Формулировка цели исследований, как снижение затрат на создание ККТО и на выполнение динамических операций технического обслуживания КА ОГ, сформулирована широко и не однозначно эта цель достигается. Так как к ресурсам, которые тратятся, можно отнести как различные материальные средства, так и время. Сведение данной цели к минимизации количества ОС (один вид ресурса) в составе ККТО и затрат характеристической скорости (другой вид ресурса) на операцию технического обслуживания с помощью ОС можно принять с оговоркой, так как в этом случае минимизируются затраты разного вида ресурсов.

3) На стр. 31 диссертации автор утверждает, что он предложил «...иной подход, основанный не на прямом моделировании, а на синтезе рациональных (оптимальных) вариантов орбитального построения ККТО...». В связи с этим возникает вопрос: какие решения получаются с использованием предложенного подхода – рациональные или оптимальные?

3. Эйсмонт Натан Андреевич (официальный оппонент), к.т.н. **Отзыв положительный.** Заверен ученым секретарем ИКИ РАН, к.ф.-м.н. А.М. Садовским.

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1) Возможен другой подход, когда обслуживаются аппараты, на которых обнаружены отклонения от штатной работы или, более того, их полный отказ. В рамках решаемой задачи этот случай можно рассматривать как вариант исходной проблемы, правда, было бы желательно увидеть это утверждение в составе текста диссертации.

2) Было бы интересно оценить концепцию обслуживания, реализуемую «наоборот», т.е. за счет выполнения операций путем доставки обслуживаемого аппарата к ремонтному модулю с последующим возвращением его на предыдущее место после завершения обслуживания.

4. ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» (Самарский университет). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан директором НИИ космического машиностроения, д.т.н., проф. В.В. Салминым, доцентом кафедры космического машиностроения, к.т.н. И.С. Ткаченко. Подписи заверены ученым секретарем проф. В.С. Кузьмичевым.

К работе имеются следующие замечания.

1) Автор при определении числа орбитальных модулей на борту каждой ОС и эксцентриситетов орбит целевых КА и орбитальных станций некорректно использует понятие «диапазона», т.к. в формулах (3) и (7) на стр. 10 автореферата, используемых для расчета указанных параметров, приведены лишь условия непревышения параметров M , e_f и e_j некоторых максимальных значений (M_{max} и 0,002). Для определения диапазона необходимо указывать и нижние границы значений параметров.

2) В диссертационной работе соискатель по сути ограничивается только «плоской» задачей, варьируя значения долготы восходящего узла орбит, на которых находятся обслуживаемые КА, заранее понимая допущение, что отличия в наклонениях орбит целевых КА и орбитальных станций не может быть превышать величины 0,01 град. При этом автор указывает, что «данное допущение не существенно ограничивает практическое применение разработанного методического и программно-алгоритмического аппарата, т.к. большинство существующих перспективных целевых КА функционирует на почти круговых орбитах в указанных ограничениях. Вместе с тем, на наш взгляд, данное допущение значительно сужает решаемую задачу и область практического применения результатов ее решения.

3) В качестве формального замечания необходимо отметить превышение объема автореферата 16 стр., регламентированных Положением ВАК о присуждении ученых степеней, а в качестве пожелания – более лаконичное изложение положений диссертации в автореферате, особенно в заключительной его части.

5. АО «Научно-производственная корпорация «Космические системы мониторинга, информационно-управляющие и электромеханические комплексы» имени А.Г. Иосифьяна» (АО «Корпорация ВНИИЭМ). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан заместителем генерального директора по научной работе, д.т.н., проф. В.Я. Геча.

В качестве замечания отмечено, что Рисунок 10 в автореферате представляется перегруженным, что затрудняет восприятие графической информации.

6. АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (АО «ЦНИИмаш»). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан заместителем отдела, д.т.н. В.Г. Лаврентьевым. Подпись заверена главным ученым секретарем, д.т.н., проф. Ю.Н. Смагиным.

В качестве замечаний отмечено:

1) Рисунок портрета отклонений долгот восходящих узлов обслуживаемых КА и обслуживающих их орбитальных станций перегружен линиями информации, что затрудняет его понимание без изучения текста диссертации.

2) Нет четкого разграничения между полученными оптимальными и рациональными решениями

7. ФГУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук» (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан ведущим научным сотрудником, д.ф.-м.н. А.А. Барановым. Подпись заверена ученым секретарем, к.ф.-м.н. А.И. Масловым.

К работе имеются следующие замечания.

1) Расчёт параметров манёвров перелета модулей от орбитальных станций в окрестность обслуживаемых КА осуществляется по приближенным формулам, не дающим точные значения затрат суммарной характеристической скорости.

2) Приведённый алгоритм определения затрат суммарной характеристической скорости перелетов с помощью двигателей малой тяги, разработан только для перелетов между компланарными орбитами, в то время как в общем случае в задаче требуется определять маневры перелетов между некомпланарными орбитами.

8. НИЦ (г. Королев) ЦНИИ Войск ВКО МО РФ. Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан главным научным сотрудником, д.т.н., проф. А.В. Забоклицким, начальником управления, к.т.н., с.н.с. В.В. Суеваловым, старшим научным сотрудником, к.т.н. Е.А. Давыдовым. Подписи заверены начальником группы кадров и строевой О.М. Якимовым.

К работе имеются следующие замечания.

1) В автореферате не приведены количественные оценки снижения затрат на создание перспективного космического комплекса технического обслуживания.

2) На наш взгляд в названии работы следовало бы указать, что в работе рассмотрено построение ККТО только на околокруговых орбитах, а другие классы орбит (например, высокоэллиптические орбиты типа «Молния», эллиптические солнечно-синхронных орбиты) не исследуются.

3) Недостаточно пояснений к рисунку 10, характеризующему портрет отклонений долгот восходящих узлов.

9. ФГУП «Научно-производственный центр автоматизации и приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина» (ФГУП «НПЦАП»). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан заместителем начальника по инновационному развитию – главным научным сотрудником д.т.н., проф. В.С. Гавриловым. Утвержден Заместителем генерального конструктора, заслуженным деятелем науки РФ, д.т.н., проф. Г.Н. Румянцевым.

К работе имеются следующие замечания.

1) В постановке задачи предполагается, 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 нодално-синхронных орбитах.

10. ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ им. М.В. Ломоносова). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан доцентом кафедры общих проблем управления механико-математического факультета, к.ф.-м.н. М.П. Заплетиним.

В отзыве отмечены два замечания:

1) Портрет отклонений долгот восходящих узлов, представленный в автореферате очень сильно перегружен линиями, что затрудняет его восприятие.

2) В автореферате приводятся ссылки на параграфы диссертации, что исключает возможность его изучения без текста самой диссертации.

11. АО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения» (АО «НПК «СПП»). Отзыв на автореферат. **Отзыв положительный.** Подписан заместителем начальника отделения по научной работе, д.т.н., с.н.с. А.Т. Тунгушпаевым. Подпись заверена ученым секретарем научно-технического совета, к.т.н. Н.М. Союзовой.

В автореферате отмечен один недостаток касательно иллюстрированных материалов, очерчивающих портрет отклонений долгот восходящих узлов орбит обслуживающих КА.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается имеющимся у них большим опытом в баллистическом проектировании космических миссий в ближнем и дальнем космосе. АО «НПО Лавочкина» является ведущей организацией ракетно-космической промышленности по разработке, изготовлению и практическому использованию автоматических космических комплексов и систем для проведения фундаментальных научных, астрофизических, планетных исследований, а также дистанционного зондирования Земли, и разгонных блоков для выведения космических аппаратов на расчетные околоземные орбиты и отлётные от Земли траектории. Заключение по диссертационной работе подписано учеными отдела баллистики и навигации, которые непосредственно занимаются вопросами орбитального построения околоземных, лунных и межпланетных космических комплексов, а также средств выведения и являются специалистами по теме диссертационного исследования. Официальный оппонент Аверкиев Николай Федорович является автором более 60 научных трудов и 9 изобретений. Руководил работой по созданию квалификационных требований к офицерам-выпускникам по специальности «Баллистика». Является автором-разработчиком и участником научно-технической программы создания учебного баллистического центра академии по управлению космическими аппаратами. Официальный оппонент Эйсмонт Натан Андреевич является автором более 70 научных трудов. Принимал участие в разработке математического и программного обеспечения для выбора орбитального построения космических аппаратов серии «Prognoz», «Activniy», «Арех», «Interball-1,2», «Resurs» и проекта «Interball».

В дискуссии приняли участие:

1. В.Н. Евдокименков (д.т.н. 05.13.01);
2. Л.В. Вишнякова (д.т.н. 05.13.01);
3. М.М. Хрусталеv (д.ф.-м.н. 05.13.18);
4. М.С. Константинов (д.т.н. 05.07.09);
5. К.А. Занин (д.т.н. 05.13.01);
6. К.И. Сыпало (член-корреспондент РАН, д.т.н. 05.13.01);
7. Ю.В. Тюменцев (д.т.н. 05.13.01);
8. В.Н. Почукаев (д.т.н. 05.07.09);
9. А.А. Баранов (д.ф.-м.н. ИПМ им. М.В. Келдыша).

Диссертационный совет отмечает, что **наиболее существенные научные результаты, полученные лично соискателем, могут быть сформулированы** следующим образом:

1. Разработана практически значимая концепция и методический подход к синтезу универсальной космической обслуживающей системы, способной обслуживать КА, движущиеся по значительно отличающимся орбитам.

2. Разработан метод решения задачи проектирования орбитального построения космического комплекса технического обслуживания в составе одной или нескольких орбитальных станций и отделяемых от них орбитальных обслуживающих модулей.

3. Разработан метод решения задачи планирования обслуживания КА орбитальными модулями путем оптимального выбора последовательности перелетов.

4. Разработан метод определения параметров импульсов скорости маневров с помощью двигателей малой тягой для перелета между компланарными орбитами.

5. Предложен способ орбитального построения космического комплекса технического обслуживания на нодально-синхронных орбитах для обслуживания КА, расположенных на значительно отличающихся орбитах по высоте, эксцентриситету и наклонению.

Личный вклад соискателя также состоит в формулировке задачи и разработке методического подхода к ее решению на основе ее декомпозиции и выявления и целенаправленного применения особенностей относительного изменения долгот восходящих узлов орбит обслуживаемых и обслуживающих КА, разработке теоретических положений решения задачи в части проектирования орбитального построения обслуживающей системы, планирования обслуживания группировки КА и оценки минимальных затрат суммарной характеристической скорости на проведение операций выведения обслуживающего модуля в окрестность обслуживаемого КА. Автором лично получены и обработаны результаты практического применения разработанного теоретического и программно-алгоритмического аппарата для проектирования орбитального построения космического комплекса для обслуживания группировки КА, состоящей из нескольких десятков спутников, расположенных на существенно отличающихся по высоте и долготе восходящего узла орбитах, разработан специальный способ для баллистического проектирования космического комплекса технического обслуживания КА, находящихся на орбитах с различными высотами, эксцентриситетами и наклонениями.

Достоверность результатов исследования определяется 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. Диссертация целостно охватывает основные вопросы рассматриваемой научно-технической задачи. Изложение полученных результатов логически связано. В работе использованы фундаментальные научно-технические подходы и современные методы моделирования. Все результаты получили

одобрение на российских и зарубежных конференциях и представлены в ряде научных статей, подготовленных автором лично и при его непосредственном участии.

Теоретическая значимость исследований обоснована новизной постановки решаемой сложной научно-технической задачи выбора орбитального построения (баллистического проектирования) перспективного космического комплекса технического обслуживания с точки зрения минимизации затрат на его создание и функционирование и новизной полученных технических решений. К числу **новых научно обоснованных технических решений** относятся:

- декомпозиция указанной общей задачи и комплексное рассмотрение входящих в нее частных задач проектирования орбит орбитальных станций в составе космического комплекса, оптимального планирования обслуживания заданной группировки целевых КА с помощью орбитальных модулей, отделяющихся от станций, и расчета оптимальных маневров перевода модулей в окрестности требуемых обслуживаемых КА с учетом их возвращения на борт станции;

- новый методический подход к решению задач проектирования орбит станций, включая обоснованный выбор минимального числа станций для обслуживания заданной группировки КА, и планированию обслуживания КА модулями на основе выявления и целенаправленного использования закономерностей относительного изменения отклонений долгот восходящих узлов орбит обслуживаемых КА;

- предложены новые технические решения по оценке минимально необходимых затрат характеристической скорости для перелета орбитальных модулей в окрестности обслуживаемых КА, движущихся по орбитам с отличающимися высотами и/или долготами восходящих узлов;

- установлены области существования невырожденных оптимальных решений, позволяющие эффективно определять параметры оптимального маневрирования с малой тягой для перелета между разными орбитами по высоте и эксцентриситету;

- разработан способ выбора орбитального построения космических комплексов на нодально-синхронных орбитах, отличающихся постоянством векового ухода восходящего узла орбит при различных значениях большой полуоси, эксцентриситета и наклона орбиты.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработанные модели и методика выбора орбитального построения космического комплекса технического обслуживания вносят практический вклад в решение задач баллистического проектирования перспективных космических систем различного назначения на круговых и эллиптических орбитах. Результаты диссертационной работы защищены патентом

на изобретение, а также включены в учебный процесс МАИ и Инженерной академии Российского университета дружбы народов, что подтверждается актами о внедрении, имеющимися в деле.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при разработке и совершенствовании программно-алгоритмического обеспечения проектирования космических систем различного назначения, расчета оптимальных маневров при переводе КА с одной орбиты на другую, в том числе с коррекцией плоскости орбиты по долготе восходящего узла.

В диссертационной работе **изложены новые научно обоснованные технические решения**, имеющее существенное значение для развития российской ракетно-космической отрасли в части баллистического проектирования космических комплексов и систем различного назначения.

В диссертационной работе отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты, представленные в диссертации.

На заседании Совета 14 ноября 2019 года диссертационный совет пришел к выводу о том, что **диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу**, в которой решена актуальная научно-техническая задача разработки методики выбора орбитального построения космического комплекса технического обслуживания на орбитах, соответствующую критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, и принял решение присудить Разумному Владимиру Юрьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 19 человек, из них 6 докторов наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 27 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 18, против – 1 (Один), недействительных бюллетеней нет.

Председатель заседания диссертационного совета
Д 212.125.12, д.т.н., профессор


В.Н. Евдокименков

Ученый секретарь диссертационного совета
Д 212.125.12, к.т.н.


А.В. Старков

14 ноября 2019 года

