

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ

Диссертационный совет: Д 212.125.12

Соискатель: Розин Петр Евгеньевич

Тема диссертации: Динамическое проектирование системы управления движением и навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съемки

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

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании 7 декабря 2017 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 Розину Петру Евгеньевичу ученую степень кандидата технических наук.

Присутствовали: председатель диссертационного совета В.В. Малышев, заместитель председателя диссертационного совета М.Н. Красильщиков, 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, С.Ю. Желтов, А.И. Кибзун, М.С. Константинов, В.П. Махров, С.И. Падалко, В.Н. Почукаев, Ю.Н. Разумный, С.И. Рыбников, Г.Г. Себряков, К.И. Сыпало, В.Е. Усачов, Г.Ф. Хахулин, М.М. Хрусталев, А.В. Шаронов.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.

 А.В. Старков

11.12.2017г

Генерал -

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.12
на базе Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)»
Министерства образования и науки Российской Федерации (ФГБОУ ВО МАИ)
по диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук
аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 07.12.2017 г., протокол № 24

О присуждении **Розину Петру Евгеньевичу**, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Динамическое проектирование системы управления движением и навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съемки» по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением» принята к защите «29» сентября 2017, протокол № 12, диссертационным советом Д 212.125.12 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», 125993, Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании совета № 105/нк. от 11.04.2012 г.

Соискатель Розин Петр Евгеньевич 1984 года рождения, в 2007 г. окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» (ФГБОУ ВО МАИ) по специальности «Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах» с присуждением квалификации «инженер».

В период подготовки диссертации соискатель обучался в очной аспирантуре кафедры № 604 «Системный анализ и управление» факультета «Аэрокосмический» ФГБОУ ВО МАИ, которую закончил в 2017 году.

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО МАИ на кафедре № 604 «Системный анализ и управление».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой № 604 «Системный анализ и управление» факультета «Аэрокосмический» ФГБОУ ВО МАИ **Малышев Вениамин Васильевич**.

Официальные оппоненты:

- 1. Дишель Виктор Давидович** – гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, начальник отдела ФГУП «Научно-производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина».
- 2. Тарасенко Наталья Владимировна** – гражданка Российской Федерации, кандидат технических наук, начальник сектора ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения».

Дали положительные отзывы о диссертации.

Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук", г. Москва, дало **положительное заключение** (заключение было заслушано и одобрено 1 ноября 2017 года на заседании семинара сектора «Механика и управление движением космических аппаратов» Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук" (протокол заседания от 1 ноября 2017 г. № 103), подписано заведующим сектором «Механика и управление движением космических аппаратов», доктором физико-математических наук А.Г. Тучиным, главным научным сотрудником, доктором физико-математических наук А.В. Грушевским, ведущим научным сотрудником, кандидатом физико-математических наук Д.А. Тучиным, старшим научным сотрудником, кандидатом технических наук, доцентом С.М. Лавреновым. Отзыв утвержден и.о. директора Федерального государственного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук» М.Б. Макаровым.

В заключении указано, что диссертация Розина П.Е. соответствует специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением

летательных аппаратов», является научно-квалификационной работой, в которой решена научная задача создания высокоэффективного инструментария и методик для динамического проектирования системы управления движением и навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съёмки высокого разрешения. Диссертация соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (с изменениями, внесёнными Постановлением Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335), предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается наличием публикаций в соответствующей сфере исследования, компетентностью в области науки по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов» и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук» является ведущей организацией в области баллистико-навигационного проектирования полетов и реализации уникальных космических проектов, включая проект Радиастрон.

Дишель Виктор Давидович - автор более 150 научных трудов. Область научных интересов – оптимальные методы обработки измерений инерциальных и неинерциальных навигационных систем, интегрированные системы управления средствами выведения и космических аппаратов.

Тарасенко Наталья Владимировна – автор более 40 научных трудов. Область научных интересов - системы ориентации, стабилизации и бортовые комплексы управления космических аппаратов различного класса и назначения. Входит в рабочую группу ФГУП "ЦНИИмаш", осуществляющую экспертизу эскизных проектов КА, разрабатываемых по заказу Роскосмоса, в части бортовых комплексов управления.

Основные результаты диссертационной работы изложены в 4-х научных работах, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК. Всего по теме диссертации соискатель имеет 7 опубликованных работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Беляев Б.Б., Добрица Б.Т., Розин П.Е. Метод повышения точности оценки вектора состояния при управлении угловым движением космического аппарата в режиме стабилизации // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2013. № 5. С.11-16
2. Розин П.Е. Методика отработки бортового программного обеспечения системы ориентации и стабилизации малого космического аппарата дистанционного зондирования Земли «Аурига» // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2016. № 4. С.118-126.
3. Розин П.Е., «Система ориентации и стабилизации малого космического аппарата дистанционного зондирования Земли «Аурига» // Труды МАИ. 2016. № 90.
4. Розин П.Е., Кусова В.Р. Методика юстировки гироскопического измерителя вектора угловой скорости в полёте // Вестник НПО им. С.А.Лавочкина. 2017. № 1. С.32-36.

На диссертацию и автореферат поступили следующие отзывы:

1. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук» (ведущая организация). Отзыв положительный.

К диссертационной работе имеются замечания.

1. Название диссертации содержит термин «динамическое проектирование», который требует ссылки на источник этого понятия, например, «Динамическое проектирование систем управления автоматических манёвренных летательных аппаратов» под ред. Е.А. Федосова (М., Машиностроение, 1996).

2. В тексте диссертации слабо представлен обзор имеющихся публикаций по вопросам, которые являются предметом диссертационного исследования. Например, в подразделе 1.7 автор излагает алгоритм приведения КА в ориентацию с заданным значением вектора угловой скорости в конце разворота. Задачи о развороте (переориентации) изучались во многих работах, назовём только монографии: Бранец В.Н., Шмыглевский И.П. Применение кватернионов в задачах ориентации твёрдого тела. – М.: Наука, 1973; Челноков Ю.Н. Кватернионные и бикватернионные модели и методы механики твёрдого тела и их приложения. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006; Челноков Ю.Н. Кватернионные модели и методы динамики, навигации и управления движением. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. Но в диссертации нет ни одной ссылки по этой тематике.
3. Ссылки на публикации нет даже там, где они обязательно должны присутствовать. Например, на с. 95 автор пишет: «При численном интегрировании дифференциальных уравнений возмущённого движения необходимо использовать наиболее эффективный алгоритм вычисления возмущающих ускорений по формуле (3.4). Один из таких алгоритмов предложен Каннингемом (Cunningham).» Разумеется, вместо (Cunningham) должно быть (Cunningham). Но при этом автор должен был сослаться на статью: Cunningham L.E. On the Computation of the Spherical Harmonic Terms Needed During the Numerical Integration the Orbital Motion of an Artificial Satellite // Celest. Mech, 1970, v. 2, P. 207-216.
4. В диссертации при выборе той или иной модели автор не приводит мотивировки выбора. Например, на с. 97 автор сообщает, что использует при расчётах модель плотности атмосферы Харриса-Пристера (в отечественной литературе она называется также моделью Хариса-Прейстера). Но сравнения с другими моделями не проводится. Не даётся также ссылки на какой-либо источник, где такое сравнение проведено.
5. На рис. 1.3 (с.39) приведена блок-схема алгоритма. Она содержит блок «Решение» в виде ромба, в котором содержится текст «Требуется

разгрузка?». Этот блок содержит только один выход, а их должно быть два: «Да» и «Нет».

Имеется также ряд редакционных замечаний.

1. В тексте диссертации на с. 88 присутствует текст, выделенный красным цветом, который повторяет текст на с. 25.
2. Нумерация формул в диссертации непоследовательна. Большинство формул не пронумерованы. В первой главе на с. 41 имеется формула (1.7.1) (в подразделе 1.6). Ссылки на эту формулу нет. Следом на с.56 появляется формула (1.1). Во второй главе формулы не пронумерованы. В третьей главе вслед с формулой (3.4) (с.95) следует формула с тем же номером (с.99), после этого на с. 101 появляется формула (3.6).
3. В обозначениях векторов нет единообразия. Например, на с. 61 один и тот же вектор сначала обозначен L , а двумя строками ниже – $\bar{L}$. В обозначении кватернионов также присутствует разнообразие. На с. 39 Λ (прописная буква греческого алфавита) – кватернион ориентации КА по информации звёздного датчика, на с. 53 $q_{св}$ (строчная буква латинского алфавита) – кватернион перехода от инерциальной системы отсчёта.
4. Текст диссертации плохо отредактирован. Приведём примеры.
На с.44-45 имеется предложение «Всего в полётном задании может храниться до десяти полётных заданий».
На с. 128 содержится текст «при условиях обеспечения условий».
На с. 132 имеются фразы «Проведён анализ необходимого и достаточно количества алгоритмов...», «Предложены режим демпфирования...».
5. Оформление списка использованных источников не соответствует ГОСТ 7.1-2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления» и ГОСТ 7.0.5-2008 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления». Например, в библиографическом описании с порядковым

номером 8 не указано издательство, для 15, 29, 30, 31, 32, 34, 35 не указано количество страниц, в описании 5 неправильно использован разделитель //.

2. Дишель Виктор Давидович (официальный оппонент), доктор технических наук. **Отзыв положительный**, заверен учёным секретарем ФГУП «НПЦАП», доктором технических наук, профессором В.М. Никифоровым.

К работе имеются следующие замечания.

1. Недостаточно полно проанализирован зарубежный опыт создания и эксплуатации подобных объектов, хотя к настоящему времени он уже весьма разнообразен и обширен.
2. Недостаточно внимание уделено проблеме выхода из нештатных ситуаций, а также возможному резервированию основных жизнеобеспечивающих компонентов системы.
3. В формуле 1.5 для записи условий применяется как нотация `if... then...`, так и тернарный условный оператор языка C `... ? ... : ...`. Последний не является общепринятым при публикации научных работ.
4. В отпечатанном варианте диссертации все графики представлены в черном цвете, хотя по тексту для понимания их смысла цвет кривых необходим. Для снятия непонимания приходится прибегать к электронной версии диссертации.

3. Тарасенко Наталья Владимировна (официальный оппонент), кандидат технических наук. **Отзыв положительный**, заверен главным ученым секретарем ФГУП «ЦНИИмаш», доктором технических наук, профессором Ю.Н. Смагиным.

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. В диссертации недостаточно внимания уделено отечественному и зарубежному опыту разработки системы управления движением и навигации (СУДН) малых космических аппаратов (МКА) дистанционного

зондирования Земли (ДЗЗ) и сравнению предложенных автором подходов к проектированию системы с существующими в России и за рубежом.

2. Для СУДН МКА «Аурига» используется исключительно приборный состав импортного производства. В диссертации не отражены вопросы импортозамещения, не проведен анализ имеющегося в отрасли задела в части приборного состава СУДН МКА.
3. Не раскрыты отличия в приборном составе и алгоритмах управления МКА ДЗЗ с аппаратурой кадровой съемки и сканирующей аппаратурой.
4. Не отражены вопросы необходимого изменения стратегии управления, приборного состава и алгоритмов СУДН при использовании МКА в групповом полете.

4. ФГУП «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения». Отзыв положительный, подписан заместителем генерального директора по управлению полетами – начальником ЦУП, доктором технических наук М.М. Матюшиным, главным специалистом, кандидатом технических наук О.К. Жигастовой.

К работе имеются следующие замечания.

1. Не представлен анализ публикаций по исследуемой тематике.
 2. Не конкретизировано каким образом в СУДН задаются исходные данные для расчёта ориентации при наведении оптической аппаратуры КА на объект съемки.
 3. Не рассмотрен вопрос выполнения программных разворотов во время проведения съемки, при которых возможны «смазы» получаемых изображений.
 4. Не приведены результаты испытания разработанной СУДН, использующей выбранные приборы и алгоритмы.
- 5. АО «НПО им С.А. Лавочкина». Отзыв положительный,** подписан кандидатом технических наук Лихачевым В.Н и утвержден заместителем генерального конструктора по общему проектированию И.В. Москатиньевым.

Отмечено, что недостатком работы является отсутствие в автореферате поясняющих графических материалов, свидетельствующих о достижении заданных точностных характеристик СУДН.

6. АО «Российские космические системы». Отзыв положительный, подписан заместителем начальника 6 отделения, доктором технических наук, профессором А.А. Поваляевым, ведущим научным сотрудником отдела 0604 А.П. Фурсовым и заверен ученым секретарем диссертационного совета ДС 403.012.01 кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником, С.А. Федотовым.

В качестве замечаний отмечено.

1. Использование устаревшей модели атмосферы Земли.
2. Математические модели приборов не учитывают запаздывания при передаче информации в бортовую цифровую вычислительную машину.
3. Не учтен анализ ухода бортовых часов реального времени на точностные характеристики СУДН.
5. Отсутствует анализ возможности использования функциональных дополнений ГНСС (СДКМ, WAAS, EGNOS, GHSN, VSAS) для высокоточного решения задач баллистико-навигационного обеспечения малых КА ДЗЗ.

7. Государственный астрономический институт им. Штернберга Московского государственного университета им. Ломоносова. Отзыв положительный, подписан заведующим лабораторией космических проектов ГАИШ МГУ, доктором физико-математических наук М.Е. Прохоровым, заверен начальником отдела канцелярии Л.Н. Новиковой.

1. В качестве замечаний можно отметить опечатку в формуле (3), где автор некорректно обозначил вычисление длины вектора B напряженности магнитного поля Земли в проекции на оси связанной с КА системы координат.
2. В работе нет обоснования применения при моделировании шумовой

составляющей звездного датчика нормального закона распределения случайной величины.

3. Применяемая в работе модель атмосферы Харриса-Приестера является устаревшей. При развитии работы желательна ее замена на модель атмосферы согласно с действующим ГОСТ Р 25645.166-2004.

8. ФГБУН Институт астрономии Российской академии наук. Отзыв положительный, подписан заместителем директора, доктором физико-математических наук, профессором РАН М.Е. Сачковым, заверен ученым секретарем Фатеевой А.М.

1. К недостаткам работы можно отнести отсутствие графического представления результатов моделирования работы СУДН КА «Аурига», который рассматривается в качестве прототипа.
2. Кроме того, в тексте автореферата нет обоснования выбора моделей, применяемых при исследовании вращательного и орбитального движения КА.

В дискуссии приняли участие:

Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, шифр специальности в совете
Хрусталеv Михаил Михайлович	д.ф.-м.н., 05.13.18
Кибзун Андрей Иванович	д.ф.-м.н., 05.13.18
Красильщиков Михаил Наумович	д.т.н., 05.13.01
Евдокименков Вениамин Николаевич	д.т.н., 05.13.01
Бобронников Владимир Тимофеевич	д.т.н., 05.13.01
Тучин Денис Андреевич	к.ф.-м.н., представитель ведущей организации
Сыпало Кирилл Иванович	Член-корреспондент РАН, д.т.н., 05.13.01

Почукаев Владимир Николаевич	д.т.н., 05.13.01
Воронцов Виктор Александрович	д.т.н., 05.07.09

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

1. Алгоритм демпфирования остаточных угловых скоростей после отделения от разгонного блока с использованием пяти магнитных катушек, учитывающий температурную компенсацию изменения располагаемого момента и нештатные ситуации, связанные с работой микроконтроллеров управления магнитным моментом.
2. Алгоритм трёхосной ориентации КА, обеспечивающий функционирование аппарата на всех этапах работы целевой аппаратуры: орбитальная ориентация, передача целевой информации, ориентация дежурного режима, программные развороты.
3. Логика работы бортовых задач СУДН с учётом особенностей применяемого бортового вычислительного комплекса и приборного состава.
4. Архитектура и алгоритмы работы цифрового моделирующего комплекса, предназначенного для отработки бортовой задачи СУДН КА и подтверждения точностных характеристик.

Новизна полученных результатов заключается в разработке математической модели системы управления движением и навигации малого космического аппарата; разработанных алгоритмах, логики работы и бортового программного обеспечения СУДН с учётом особенностей применяемого бортового вычислительного комплекса и приборного состава; определении набора математических моделей, описывающих внешнюю среду функционирования КА и его управляемое вращательное движение; разработке архитектуры и программного обеспечения цифрового моделирующего комплекса, используемого в составе стенда КА, с целью отработки бортовой задачи СУДН КА.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

1. Предложенный автором набор алгоритмов СУДН обеспечивает функционирование СУДН малых КА ДЗЗ с аппаратурой кадровой съемки на всех этапах полета, в том числе на этапе работы целевой аппаратуры (подтверждено актами о внедрении).
2. Разработанные математические модели современных малоразмерных измерительных приборов и исполнительных органов СУДН КА, а также состав и структура цифрового моделирующего комплекса, предназначенного для испытаний СУДН в составе комплексного стенда, обеспечивают получение достоверных данных о точностных характеристиках рассматриваемой системы.

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 и обработки информации.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

1. Определён приборный состав СУДН малого КА ДЗЗ на основе существующих малогабаритных измерительных приборов и исполнительных органов.
2. Проведён анализ необходимого и достаточно количества алгоритмов и режимов СУДН, обеспечивающих решение целевой задачи. Предложены режим демпфирования угловых скоростей без поддержания заданной ориентации и режим трёхосной ориентации. Особенности разработанного алгоритма управления управляющим магнитным моментом в режиме демпфирования и при разгрузке двигателей-маховиков являются: учёт температурных изменений фактического момента магнитных катушек; учёт возможности отказов в системе из пяти магнитных катушек. Разработанный алгоритм трёхосной ориентации базируется на наблюдателе динамической системы, структура которого аналогична структуре дискретного фильтра

Калмана, но при этом на этапе коррекции используются постоянные коэффициенты усиления. Выбор обусловлен изменением в зависимости от условий функционирования шумовых характеристик звёздных датчиков и простотой реализации бортового программного обеспечения. Кроме того, предложены алгоритмы: взаимной увязки измерительных осей интегрирующего гироскопа и звёздного датчика (через решение задачи Вабы), совместной обработки измерений двух звёздных датчиков с минимизацией квадрата ошибки измерений при условии асинхронного поступления измерительной информации, переориентации КА в заданное положение с обеспечением заданного вектора угловой скорости по окончанию разворота.

3. Предложены к использованию два алгоритма баллистико-навигационного обеспечения: автономная модель для обеспечения работы КА в дежурном режиме и при возникновении нештатных ситуаций, связанных с бортовым GPS/ГЛОНАСС-приёмником, и высокоточная модель, обеспечивающая обработку данных GPS/ГЛОНАСС-приёмника непосредственно на борту КА.
4. Разработаны алгоритмы и бортовое программное обеспечение СУДН с учётом особенностей применяемого бортового вычислительного комплекса и приборного состава. Особенностью применяемой в составе КА БЦВМ является высокая производительность, применение ОСРВ на базе Linux и использование в качестве механизма межзадачного взаимодействия UDP-пакетов.
5. Разработаны математические модели применяемых в составе КА современных малоразмерных измерительных приборов и исполнительных органов;
6. Определён набор математических моделей, описывающих внешнюю среду функционирования КА и его управляемое вращательное движение. Разработаны архитектура и программное обеспечение цифрового

моделирующего комплекса (который включает имитацию работы приборов).

7. Разработаны архитектура и программное обеспечение цифрового моделирующего комплекса, включающего имитацию работы приборов и использующего уравнения кинематики в кватернионной форме; уравнения орбитального движения КА, учитывающие разложение геопотенциала Земли в ряд по сферическим функциям до гармоник 16×16 согласно модели EGM-96, возмущающие ускорения, обусловленные влиянием Луны и Солнца, положения которых определяются по эфемеридам DE405, влияние атмосферного торможения с расчётом плотности атмосферы согласно модели Харриса – Пристера, модель геомагнитного поля IGRF-12 с разложением в ряд по сферическим функциям до гармоник 12×12 .

Результаты диссертационной работы были использованы в проектах: «Фобос-Грунт», «Кубсат-Нано», «Аурига», «DX-1» и легли в основу при разработке СУДН, а также программно-алгоритмического обеспечения комплексных стендов КА. Кроме того, результаты были использованы в учебном процессе кафедры № 604 «Системный анализ и управление» МАИ.

Все результаты использования диссертационной работы подтверждаются соответствующими актами о внедрении, которые имеются в деле.

Результаты диссертационной работы рекомендуются к использованию при проектировании СУДН малых КА ДЗЗ прикладного и научного назначения.

Диссертационная работа решает актуальную научно-техническую задачу динамического проектирования системы управления движением и навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съемки.

Изложенные в диссертационной работе **результаты являются новыми научно обоснованными техническими решениями**, имеющими существенное значение для развития ракетно-космической техники страны в части расширения практического использования малых КА ДЗЗ.

В диссертационной работе все заимствованные материалы представлены со ссылкой на автора или источник. Тем самым работа удовлетворяет п.14 Положения о присуждении ученых степеней.

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

На заседании 7 декабря 2017 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует 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 Розину Петру Евгеньевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 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 – 22, против – 0, недействительных бюллетеней 0.

Заместитель председателя диссертационного совета

Д 212.125.12, д.т.н., профессор

Красильщиков М.Н.

Ученый секретарь диссертационного совета

Д 212.125.12, к.т.н.

Старков А.В.