



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@npsc.ru

№ _____

На № _____ от _____

Председателю диссертационного
совета Д 212.125.12 на базе ФГБОУ ВО
«Московского авиационного института
(национального исследовательского
университета)», заведующему
кафедрой № 604, доктору технических
наук, профессору

В. В. Малышеву

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

Уважаемый Вениамин Васильевич!

Высылаю Вам отзыв официального оппонента доктора технических наук Дишеля Виктора Давидовича на диссертационную работу Розина Петра Евгеньевича на тему «Динамическое проектирование системы управления движением и навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съемки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Приложение:

Отзыв на диссертацию на 5-ти страницах в 2-х экземплярах, неsekretно

Ученый секретарь НТС ФГУП «НПЦАП»
д.т.н., профессор

В. М. Никифоров/



ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. Дишеля Виктора Давидовича на диссертационную работу Розина Петра Евгеньевича «Динамическое проектирование системы управления движением и навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съемки», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Последние годы в мировой космонавтике отчетливо прослеживается тенденция быстрого роста числа запускаемых на низкие орбиты малых космических аппаратов различного назначения. Значительную долю среди них составляют аппараты дистанционного зондирования Земли. Для выполнения целевых задач они должны обладать достаточно развитыми системами управления, способными обеспечивать решение широкого круга задач, требующих сложных переориентаций с одновременным проведением сеансов измерений имеющимися бортовыми навигационными системами и средствами ориентации, формировать управляющие воздействия на исполнительные органы, иметь разветвленную логику взаимодействия между различными компонентами как внутри самой системы управления, так и в её взаимодействии со смежными системами, в том числе целевой аппаратурой.

Поэтому диссертационная работа Розина Петра Евгеньевича, посвященная разработке технологии динамического проектирования таких систем управления, созданию программно-алгоритмических средств обеспечения их функционирования и средств их наземной отработки, безусловно, актуальна.

Один из наиболее эффективных путей достижения желаемых целей состоит в создании интегрированных систем управления, ключевыми звеном которых являются комплексные системы инерциальной-астроспутниковой навигации и ориентации. Именно этот путь автор и положил в основу предлагаемой им работы.



Объектами исследования диссертации являются: малоразмерный космический аппарат КА ДЗЗ, его система управления движением и навигации (её приборный состав и программно-алгоритмическое обеспечение), а также цифровой моделирующий комплекс, предназначенный для отработки бортового программного обеспечения СУДН.

Постановки рассматриваемых автором задач отличаются многообразием и органично дополняют друг друга. Диссертанту удалось решить сложнейшую комплексную задачу. Это потребовало от него проведение глубокого баллистико-навигационного анализа условий функционирования рассматриваемых классов КА и их систем управления, оценки влияния ошибок навигационных систем и возмущающих моментов на движение объекта, увязки их с требованиями по точности выполнения полетных операций, как при работе целевой аппаратуры, так и при различных угловых эволюциях. Следующий этап - с учетом результатов проведенного анализа сформировать облик всей системы управления движением и навигации в целом с выбором надлежащих навигационных систем, системы астроориентации, целого набора исполнительных органов, обосновать и создать бортовое программно-алгоритмическое обеспечение, объединяющих все системы в единое целое. И все это в условиях жесточайших ограничений на габаритно-массовые и стоимостные характеристики.

В части программно-алгоритмического обеспечения автором разработаны:

- алгоритм демпфирования с помощью пяти магнитных катушек остаточных угловых скоростей после отделения КА от разгонного блока. Особенностью алгоритма является наличие в нем температурной компенсации на изменения располагаемого момента, а также возможность выхода из нештатных ситуаций, связанных с работой микроконтроллеров управления магнитным моментом;
- алгоритм трёхосной ориентации, обеспечивающий функционирование аппарата на всех этапах работы целевой аппаратуры: в период орбитальной ориентации, во время передачи целевой информации, дежурного режима ориентации, программных разворотов;

- логика выполнения бортовых задач СУДН с учётом особенностей применяемого бортового вычислительного комплекса;

- архитектура и алгоритмы работы цифрового моделирующего комплекса, используемого при отработки бортовой задачи СУДН, а также для подтверждения точностных характеристик системы.

Для определения структуры измерительного комплекса и состава математических моделей, автором вполне логично использован системный синтез.

К наиболее существенным научным результатам, полученным автором в ходе исследований можно отнести:

- разработку алгоритмов, логики функционирования измерительно-навигационных средств и средств управления движением малоразмерного космического аппарата, удовлетворяющих поставленным целям и учитывающих ограниченность вычислительных ресурсов бортового компьютера;

- математические модели, описывающие условия полета, внешнюю среду функционирования КА и его СУ, а также работу входящих в неё средств измерений и исполнительных органов.

Практическая значимость результатов диссертационной работы заключается в использовании разработанной методики динамического проектирования системы управления и навигации при создании малого КА ДЗЗ «Аурига».

Результаты диссертационной работы были использованы в целом ряде проектов, в том числе «Фобос-Грунт», «Кубсат-Нано», «Аурига», «DX-1». Они и легли в основу разработки СУДН, а также программно-алгоритмического обеспечения комплексных стендов КА. Кроме того, результаты были использованы в учебном процессе кафедры № 604 «Системный анализ и управление» МАИ.

Проведенный на основе компьютерного моделирования анализ работы алгоритма калмановского типа показал, что алгоритм обеспечивает требуемую точность решения задачи ориентации.

Важно также, что предложенные алгоритмы превосходят известные алгоритмы ориентации по вычислительной эффективности. Это существенно расширяет возможности их практического применения.

Полученные диссидентом результаты представляют интерес не только для специалистов в области систем управления ЛА, но и для разработчиков исполнительных органов малоразмерных КА.

В качестве замечаний следует отметить следующее.

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 С ... ? ... : 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.

Указанные замечания, однако, не снижают ценности и значимости результатов работы.

Автореферат достаточно полно отражает смысл и содержание основных положений, выдвинутых автором и полученных им результатов.

В целом диссертационная работа П.Е. Розина представляет законченную квалифицированную работу, выполненную на актуальную тему в области решения проблем управления, динамики и баллистики малых космических аппаратов ДЗЗ, выполнена на высоком научном уровне в соответствии с паспортом специальности 05.07.09 - «Динамика, баллистика, управление

движением летательных аппаратов», содержит результаты, имеющие важное практическое значение. Работа удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Считаю, что автор диссертации, П.Е. Розин, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Начальник отдела ФГУП «НПЦАП»,

доктор технических наук, доцент

/В.Д.Дишелль/

Подпись официального оппонента д.т.н., доцента В.Д. Дишелля
удостоверяю.

Ученый секретарь НТС предприятия, д.т.н., проф. /В.М. Никифоров/



- 21.11.2017.