

Акционерное общество  
«Российская корпорация ракетно-космического  
приборостроения и информационных систем»



Авиамоторная ул., д.53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, Москва, 111250  
тел.: +7495673-94-30, факс: +74955091260 [www.spacecorp.ru](http://www.spacecorp.ru) [contact@spacecorp.ru](mailto:contact@spacecorp.ru)  
ОКПО 11477389 ОГРН 1097746649681 ИНН 7722698789 КПП 774850001

От 08.11.2017 № КТС-9/109  
На № 604-10-181 от 18.10.2017

Председателю диссертационного совета Д212.125.12  
д.т.н., профессору В.В. Малышеву

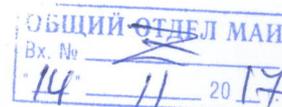
Московский авиационный институт  
(национальный исследовательский университет)  
125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, д.4

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Петра Евгеньевича Розина  
«Динамическое проектирование системы управления движением и навигации малых  
космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой  
съемки» представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.07.09 «Динамика, баллистика, управление движением  
летательных аппаратов».

Приложение: отзыв на 4-х листах в 2-х экз.

С уважением,  
Ученый секретарь  
диссертационного совета ДС 403.012.01  
К.Т.Н. С.Н.С.

С.А.Федотов



АО «Российские космические системы»

---

Авиамоторная ул., д. 53, Москва, 111250

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

соискателя ученой степени кандидата технических наук

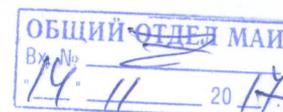
Розина Петра Евгеньевича, выполненной на тему:

«Динамическое проектирование системы управления движением и навигации малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съемки», подготовленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов»

Малые космические аппараты дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в последние годы получают все большее распространение в мире. Происходит это по причине интенсивного роста рынка геоинформационных систем, который подталкивает производителей к снижению стоимости космических снимков Земной поверхности.

В России также уделяется внимание созданию таких аппаратов. Примерами малоразмерных КА ДЗЗ, созданных за последние несколько лет в России, являются: «МКА-Н», разработанный в ООО «НПП ДАУРИЯ»; «ТаблеСат-Аврора», разработанный в ООО «Спутник» и другие.

Создание систем управления движением и навигации (СУДН) малоразмерных КА ДЗЗ сопряжено с необходимостью применения современных измерительных приборов и исполнительных органов. Кроме того, стремление к удешевлению разработки таких КА приводит к необходимости



удешевления и неземной экспериментальной отработки. Поэтому к разрабатываемым СУДН требуется создавать специальные стенды и программно-алгоритмическое обеспечение, которые позволят осуществить отработку бортового программного обеспечения и обоснованно оценить точностные характеристики системы.

Все вышесказанное определяет актуальность задачи динамического проектирования СУДН малоразмерных КА ДЗЗ, которая подразумевает определение облика системы на основе ее динамических свойств. Именно решению этой задачи посвящена работа Розина П.Е.

Диссертационная работа состоит из трех глав.

В первой главе автор приводит описание общих подходов, предлагаемых к использованию при проектировании СУДН: определение необходимого и достаточно набора режимов управления КА для решения целевой задачи; оценка внешних возмущений, требований со стороны целевой аппаратуры и требований по динамическим операциям аппарата. Проведенный анализ позволяет сделать вывод о требуемых характеристиках исполнительных органов и измерительных приборов КА. Кроме того, в главе приводится описание основных алгоритмов СУДН КА и логики функционирования аппарата на всех участках полета.

Во второй главе рассматриваются аспекты математического моделирования работы СУДН, в частности функционирования измерительных приборов и исполнительных органов. Разработка актуальных и достоверных математических моделей приборов является важной задачей при проектировании СУДН КА, поскольку именно математическим моделированием можно подтвердить требуемые точностные характеристики системы.

В третьей главе рассматривается цифровой моделирующий комплекс (ЦМК), предназначенный для стенда испытаний СУДН. Представлен набор моделей для имитации внешней среды, орбитального и вращательного

движения КА. Приведены результаты моделирования системы управления малого КА ДЗЗ «Аурига» с использованием разработанного ЦМК.

**Практическая значимость** работы заключается в динамическом проектировании СУДН малого КА ДЗЗ «Аурига» на основе предложенных в работе подходов, алгоритмов.

В качестве замечаний к работе можно отметить:

- использование устаревшей модели верхней атмосферы Земли;
- математические модели приборов не учитывают запаздывания при передаче информации в бортовую вычислительную машину;
- не учтен анализ ухода бортовых часов реального времени на точностные характеристики СУДН;
- отсутствует анализ возможностей использования функциональных дополнений ГНСС (СДКМ, WAAS, EGNOS, GAGAN, VSAS) для высокоточного решения задач баллистико-навигационного обеспечения малых КА ДЗЗ.

Упомянутые замечания необходимо учесть при дальнейшем продолжении работ по развитию СУДН малых КА ДЗЗ.

Указанные недостатки не снижают ценности работы и полученных результатов.

Основные результаты работы содержатся в четырёх научных статьях автора, опубликованных в научных журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий высшей аттестационной комиссии ВАК. Автором получены свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ (правообладатель ООО «Даурия – спутниковые технологии»): Архангельский Р. Н., Розин П. Е., Янин А. А., Порошин А.Л. «Бортовое программное обеспечение», № 2017614075; Розин П. Е. «Программа комплексного стенда для испытаний», № 2017614074.

Материалы, содержащиеся в автореферате работы, позволяют сделать вывод, что диссертационная работа «Динамическое проектирование системы управления движением и навигации малых космических аппаратов

дистанционного зондирования Земли с аппаратурой кадровой съемки» соответствует заявленной специальности и требованиям ВАК при Министерстве образования и науки Российской Федерации. Автор работы Розин Петр Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.09 – «Динамика, баллистика, управление движением летательных аппаратов».

Заместитель начальника 6 отделения

д.т.н. профессор



Александр Александрович Поваляев

Ведущий научный сотрудник отдела 0604

к.т.н., с.н.с.



Альберт Петрович Фурсов

« 8 » ноября 2017г

Подписи А.А. Поваляева и ведущего научного сотрудника А.П. Фурсова заверяю.

Ученый секретарь диссертационного совета ДС 403.012.01

к.т.н. с.н.с.



А.А. Федотов

« 8 » ноября 2017г

14.11.2017 Федотов