

Резюме проекта, выполненного

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 5/итоговый

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.574.21.0103

Тема: «Создание высокоэффективных исполнительных органов системы ориентации малых и сверхмалых космических аппаратов и экспериментального стенда для их наземной отработки»

Приоритетное направление: Транспортные и космические системы (ТС)

Критическая технология: Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения

Период выполнения: 08.09.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 25.66 млн. руб.

Бюджетные средства 19.15 млн. руб.,

Внебюджетные средства 6.51 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)"

Индустриальный партнер: Акционерное общество «Научно-исследовательский институт электромеханики»

Ключевые слова: МАЛЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, СВЕРХМАЛЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, СИСТЕМА ОРИЕНТАЦИИ И СТАБИЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА, ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ОРГАНЫ, БОРТОВОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Цель проекта

1.1 Реализация проекта направлена на решение проблемы создания эффективных исполнительных органов для малых космических аппаратов (МКА). В настоящее время в России отсутствуют эффективные электромеханические исполнительные органы для аппаратов массой до 30 кг, а для аппаратов большей массы применяются переразмеренные отечественные образцы, либо зарубежные системы, что ограничивает возможность создания отечественных малых космических аппаратов современного уровня.

1.2 Целью реализуемого проекта является разработка методов, научно-технических решений и технологий создания высокоэффективных исполнительных органов системы ориентации малых и сверхмалых космических аппаратов на различных физических принципах.

1.3 Реализация проекта обеспечит развитие производственно-технологического, кадрового, инфраструктурного и институционального потенциала Российской Федерации в области космических технологий; повышение эффективности использования космических средств введением в состав отечественной орбитальной группировки малых и сверхмалых космических аппаратов различного целевого назначения; обеспечение увеличения экспортного потенциала России и значительное замещение импорта в ключевых бортовых системах космических аппаратов; целевое применение в таких сферах, как дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), астрофизические и геофизические исследования.

2. Основные результаты проекта

В ходе пятого этапа работ над проектом:

1. Проведены исследовательские испытания экспериментального образца исполнительного органа системы ориентации.
2. Выполнен анализ результатов исследовательских испытаний, проведена оценка адекватности технических решений и корректировка методик проектирования.
3. Выполнена сравнительная оценка научно-технического уровня полученных результатов с современным уровнем аналогичных разработок.
4. Сделано обобщение полученных результатов, проведена оценка полноты решения задачи и достижения поставленных целей ПНИ.
5. Разработаны технико-экономические требования и предложения по разработке, производству и эксплуатации продукции с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера.

6. Разработан проект технического задания на проведение ОКР по теме: «Создание высокоэффективных исполнительных органов системы ориентации для малого космического аппарата дистанционного зондирования Земли массой до 150 кг».
7. Выпущен отчет о прикладных научных исследованиях, проводимых на 5м (заключительном) этапе.
8. Выполнен патентный поиск, оформлен отчет о патентных исследованиях, поданы две заявки на полезную модель.
8. Подготовлены и опубликованы две статьи в журналах, входящих в систему Scopus и одна - в системы Scopus и Web of Science.
9. Завершена подготовка и успешно защищена диссертация на соискание степени к.т.н. на тему "Комплексирование на подводном аппарате данных инерциальной навигационной системы, магнитометра и глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС".
В результате проведенных работ в рамках заключительного и предыдущих этапов прикладных научных исследований создан научно-технический задел, позволяющий разрабатывать и выпускать магнитные исполнительные органы (МИО) для малых космических аппаратов (МКА), а так же средства для их отработки и проверки.
Технический уровень электромагнитного исполнительного органа для систем ориентации малых космических аппаратов превышает известные отечественные и мировые аналоги. В частности, за счёт конструктивных и технологических особенностей, удалось повысить на 10% уровень создаваемого магнитного момента относительно классических электромагнитных катушек, в том числе на 6% по сравнению с аналогами, использующими сердечники из идентичных материалов. Важным техническим отличием созданного исполнительного органа является наличие двух независимых обмоток электромагнита, управляемых отдельными каналами, каждый из которых контролируется электроникой блока управления. МИО является автономным устройством, которое подключается к бортовой шине питания и к бортовой информационной CAN шине для обмена командами. Такой подход актуален именно для малых космических аппаратов, так как он позволяет в кратчайший срок обеспечить интеграцию МИО в состав бортового комплекса.
Созданный в рамках проекта экспериментальный стенд с системой обезвешивания подтвердил свою работоспособность и возможности по физическому имитированию режима одноосевого вращения аппарата в состоянии невесомости. На стенде в системе обезвешивания можно разместить как сам исполнительный орган, так и целиком малый космический аппарат. Данная установка позволяет производить испытания МКА с использованием в эксперименте реальных динамических параметров и штатных исполнительных органов.
Испытательная база, имеющая в своем составе экспериментальный стенд с системой обезвешивания, позволяет проводить испытания не только исполнительных органов различных типов, но ещё и отрабатывать алгоритмы и логику функционирования системы ориентации космического аппарата, производить имитацию различных внешних воздействий и проверять корректность их распознавания и обработки алгоритмами. В том числе, имеется возможность высокоточного оптического анализа как движения самого аппарата, так и работы на его борту маховиков и/или гироскопов, за счёт комплектации стенда высокоскоростной видеокамерой. Экспериментальное оборудование, включающее тепловизионный стенд ВТС-1 и тепловизионное оборудование позволяет производить контроль теплового состояния как на этапе разработки и доводки тестовых образцов, так и в процессе изготовления штатного изделия.
Проведённые исследовательские испытания с использованием разработанного стенда подтвердили работоспособность созданного исполнительного органа, его соответствие проектным характеристикам и эффективность работы в составе макета космического аппарата при динамических испытаниях в системе обезвешивания.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

- Полезная модель "Система обезвешивания космического аппарата при наземной отработке", заявка №2016151243 от 26.12.2016г., РФ.
- Полезная модель "Схема бортового комплекса для наземной отработки спутника на испытательном стенде с системой обезвешивания", заявка №2016151248 от 26.12.2016г., РФ.

4. Назначение и область применения результатов проекта

- 4.1. Реализация проекта обеспечит развитие производственно-технологического, кадрового, инфраструктурного и институционального потенциала Российской Федерации в области космических технологий.
- 4.2. Перспективы практического внедрения результатов ПНИ ожидаются в целевом применении в таких сферах, как дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), астрофизические и геофизические исследования.
- 4.3. Полученные результаты ПНИ окажут влияние на развитие эффективности использования космических средств введением в состав отечественной орбитальной группировки малых и сверхмалых космических аппаратов различного целевого назначения; обеспечение увеличения экспортного потенциала России и значительное замещение импорта в ключевых бортовых системах космических аппаратов.

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Внедрение результатов проекта позволит снизить зависимость от импортных комплектующих при производстве малых и сверхмалых космических аппаратов. Социально-экономический эффект заключается во внедрении результатов проекта в учебный процесс вуза (в частности - МАИ), привлечения талантливой молодежи в наукоемкую отрасль экономики, создающую продукцию с высокой добавленной стоимостью.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Коммерциализация результатов предполагается в виде выполнения ОКР и дальнейшего производства исполнительных органов для малых и сверхмалых аппаратов Индустриальным партнером. В перспективе до 2020 г. в мире будет запускаться несколько сотен МКА ежегодно, для которых будут востребованы магнитные исполнительные органы. Одновременно, коммерческий потенциал присутствует в предложении услуг по наземной отработке исполнительных органов и систем управления МКА на создаваемом в МАИ стенде.

7. Наличие соисполнителей

Соисполнители к выполнению проекта не привлекались.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)"

проректор по научной работе

(должность)


(подпись)

Равикович Ю.А.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

г.н.с., зав. каф.

(должность)

М.П.




(подпись)

Алифанов О.М.

(фамилия, имя, отчество)