

## ФЦП

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

Соглашения о предоставлении субсидии: № 14.577.21.0101

Тема: «Разработка лабораторного образца электрического ракетного двигателя, использующего в качестве рабочего тела атмосферную среду, для низкоорбитальных космических аппаратов»

Период выполнения: 16 сентября 2014г. – 31 декабря 2016г.

Исполнитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)" (МАИ)

Индустриальный партнер: Акционерное общество «Конструкторское бюро химавтоматики» (АО «КБХА»)

Руководитель работ по проекту: Директор НИИ ПМЭ МАИ, академик РАН Г.А. Попов

#### **1. Цель прикладного научного исследования и экспериментальной разработки, назначение и область применения результатов проекта**

Реализация проекта направлена на решение проблемы создания научно-технического задела в области разработки специальных средств управления движением и ориентацией низкоорбитальных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли. Целью реализуемого проекта является разработка прототипа электрического ракетного двигателя (ЭРД), использующего в качестве рабочего тела атмосферную среду (ЭРД АтмС), с техническими характеристиками, способными обеспечить срок активного существования низкоорбитальных (180-260 км) космических аппаратов (НО КА) более 8 лет. Реализация проекта позволит выработать рекомендации по проектированию КА ДЗЗ с повышенным сроком активного существования с использованием ЭРДУ для установки и поддержания орбиты в диапазоне высот 180-250 км или близких к ним.

Разработка проекта позволит конкретизировать ТЗ на составные части и ЭРДУ в целом, сократить сроки создания экспериментальных образцов КА и наземного экспериментального оборудования, уточнить сроки и затраты на проведение в перспективе ОКР, создать существенный задел для дальнейшей разработки унифицированных ЭРДУ на качественно новом уровне для КА ДЗЗ. Внедрение ЭРДУ с использованием в качестве РТ атмосферных газов на низкоорбитальных аппаратах нового поколения позволит уменьшить высоту целевых орбит, повысить точность поддержания целевых орбит КА ДЗЗ при длительных сроках их активного существования, обеспечив тем самым широкое продвижение указанных аппаратов на рынок космических услуг.

#### **2. Соисполнителей**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский Государственный Технический Университет имени Н. Э. Баумана» (МГТУ им. Н. Э. Баумана). Договор №034-1-1767-14 от 31 октября 2014 года. Этап № 1 2014 год.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ФГУП ЦАГИ). Договор №4359 от 21 ноября 2014 года. Этап № 1 2014 год.

#### **3. Основные результаты выполнения первого этапа проекта (2014г)**

Аналитический обзор современной научно-технической литературы показал, что проблема создания ЭРД, работающего на атмосферных газах, в последние годы становится актуальной в зарубежных исследованиях. На сегодняшний день не найдено однозначных конструктивных решений эффективных ЭРД АтмС и устройств забора атмосферных газов (УЗАГ). Патентные исследования продемонстрировали, что существующие патентно-охраняемые решения не соответствуют концепции и параметрам ЭРД АтмС и УЗАГ по ТЗ.

На основании анализа российского и зарубежного опыта разработки и применения ЭРД в условиях эксплуатации космических аппаратов для дальнейших работ был выбран ионный двигатель с ионизатором на основе высокочастотного разряда.

Теоретический анализ возможных вариантов и методов забора газов атмосферы Земли и их последующего использования в качестве рабочего тела ЭРД позволил выбрать принципиально новую схему высокоэффективного УЗАГ.

Выполненный анализ параметров входного потока газа в ЭРД в зависимости от геометрии УЗАГ и высоты полета показал возможность достижения приведенных в ТЗ параметров концентрации газов, достаточных для эффективной ионизации, по крайней мере, до высот 220...240 км.

Разработанные математические модели работы заборного устройства газов атмосферы; расчета процессов ионизации и ускорения атмосферного рабочего тела в ЭРД позволили провести первые оценки геометрических размеров и ожидаемых параметров экспериментальных моделей, на основании которых можно приступать к их проектированию и изготовлению.

Разработаны технические требования по модернизации стенда для экспериментальных исследований и начаты работы по модернизации вакуумной камеры и системы форвакуумной откачки.

Анализ параметров возможных схем УЗАГ, с дополнительным включением в его состав устройства накопления атмосферных газов показал, что описанные в литературных источниках конструкционные схемы значительно увеличат энергопотребление ЭРДУ и массу КА. В дальнейших исследованиях необходимо рассмотреть более подробно возможности сорбционных методов аккумуляции газов.

Анализ факторов воздействия атмосферных газов на конструкционные материалы ЭРД АтмС выявил, что особо критичным фактором является их эрозионное воздействие на конструкционные материалы.

Расчетный анализ собственных частот колебаний ИОС лабораторного образца ЭРД выявил наиболее критичные частотные моды и в целом подтвердил устойчивость конструкции к вибрациям.

**Комиссия Минобрнауки России признала обязательства по Соглашению 14.577.21.0101 на этапе 1 (2014г.) выполненными надлежащим образом.**