

Аннотация проекта (ПНИЭР), выполняемого в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

Номер соглашения о предоставлении субсидии (государственного контракта)
14.577.21.0129

Название проекта

Разработка проектно-конструкторских решений создания космических аппаратов с крупногабаритными трансформируемыми антенными рефлекторами

Тематическое направление

Транспортные и космические системы

Исполнитель

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (национальный исследовательский университет)"

Цели и задачи исследования

Цель проекта заключается в создании теоретического и технологического задела по проблеме разработки и изготовления крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов диаметром апертуры до 100 метров, обладающих прецизионной отражающей поверхностью, для космических аппаратов (КА) с длительным (не менее 15 лет) сроком активного существования.

Задачей научно-исследовательской работы является повышение геометрической стабильности и снижение массы зеркальных космических антенн на основе создания новых конструктивных схем, методов проектирования, производства и испытания трансформируемых антенных рефлекторов из КМ.

Актуальность и новизна исследования

Актуальность проекта обусловлена необходимостью создания Активные работы по созданию крупногабаритных разворачиваемых в космосе зеркальных антенн с сетчатыми рефлекторам ведутся в России, США, Европе, Китае и Японии. Таким образом, направленность проекта входит в российские и мировые научно-технологические приоритеты.

В проектах перспективных трансформируемых антенных рефлекторов новизна проявляется в технических приемах разворачивания и обеспечения стабильности формы радиоотражающих металлических сетеполотен с помощью силовых стержневых конструкций и тросов-растяжек. Новизна в подходах к физическому моделированию обусловлена невозможностью использования классической теории подобия для изготовления масштабно-уменьшенных моделей крупногабаритных конструкций трансформируемых рефлекторов.

Описание исследования

*Объектом исследования и разработки являются космические аппараты с крупногабаритными трансформируемыми антенными рефлекторами
Цель работы этапа – отработка технологий изготовления, разработка и апробация методик исследовательских испытаний элементов конструкции крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов и всей конструкции в целом.*

Прикладное научное исследование и разработка носят комплексный характер и выполнены как эмпирическими методами, включающими испытания, так и теоретическими методами, включающими расчет – обработку экспериментальных данных и последующий анализ результатов.

Результаты исследования

В результате выполнения прикладных научных исследований и разработок по проекту получены следующие результаты.

В результате проведенных разработок и испытаний технологий изготовления, были изготовлены экспериментальные образцы элементов конструкции крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов космических аппаратов для проведения дальнейших исследовательских испытаний:

- Силовых стержневых элементов;
- Металлических законцовок;
- Сетеполотен радиотехнического назначения;
- Масштабно уменьшенной модели рефлектора.

Разработаны Программы и методики исследовательских испытаний элементов конструкции крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов космических аппаратов, а именно:

- силовых стержневых элементов;
- металлических законцовок;
- тросов из полимерных материалов;
- металлических сетеполотен радиотехнического назначения;
- масштабно уменьшенной модели рефлектора.

По разработанным программам и методикам были проведены исследовательские испытания элементов конструкции крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов космических аппаратов и составлены Акты и протоколы исследовательских испытаний экспериментальных образцов.

По результатам исследовательских испытаний элементов конструкции крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов космических аппаратов был проведен анализ, который показал следующие результаты.

1. Значения КЛТР силовых стержней, изготовленных из ПКМ, соответствуют требованиям Технического задания и равны вдоль волокон a_x от $6,46 \times 10^{-7} 1/^\circ\text{C}$ до $9,35 \times 10^{-7} 1/^\circ\text{C}$ и поперек направления волокон a_y от $9,55 \times 10^{-7} 1/^\circ\text{C}$ до $31,4 \times 10^{-7} 1/^\circ\text{C}$. Данные значения были зафиксированы в исследуемом диапазоне температур от -30°C до $+60^\circ\text{C}$.
2. Значения КЛТР металлических законцовок в среднем составлял $\bar{a} = 21,3 \cdot 10^{-7} 1/^\circ\text{C}$ с коэффициентом корреляции $k_v = 7,9\%$ при перепаде температур от -30°C до $+60^\circ\text{C}$. Данные значения КЛТР соответствуют требованиям Технического задания.

3. В качестве тросовых элементов для конструкций крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов космических аппаратов арамидный жгут «Армос» плотности 60 текст ТУ 2272-162-172-77875-2011. Модуль упругости данного троса при перепаде температур от +25°C до +190°C варьировался от 117,5 ГПа до 87,6 ГПа, что соответствует требованиям Технического задания.
4. В качестве прецизионной отражательной поверхности конструкции крупногабаритного трансформируемого антенного рефлектора было выбрано сетеполотно марки МС-Н-А-20 по ТУ 6365-017-33226280-2012, переплетение «А+А», средняя жесткость которого оказалась наилучшей из четырех испытываемых образцов и была равна $G = 0,86$ Н/мм, что соответствует требованиям Технического задания.

Практическая значимость исследования

Результаты НИР могут быть использованы для проведения опытно-конструкторских работ по созданию для создания крупногабаритных трансформируемых рефлекторов зеркальных антенн перспективных систем космической связи. Создание крупногабаритных трансформируемых рефлекторов зеркальных антенн повысит эффективность отечественных систем подвижной космической связи за счет увеличения объема и скорости передачи информации по сравнению с существующими системами. Результаты исследования имеют большое значение для совершенствования отечественной системы космической связи и телекоммуникационных космических аппаратов за счет применения более легких размерностабильных антенн с длительным сроком службы на геостационарной и высокопогейных орбитах. Потенциальные потребители получают отчет о НИР, содержащий описание методов и результатов проектирования, производства и испытания конструкций трансформируемых рефлекторов зеркальных космических антенн и техническое задание для проведения ОКР.