

## Сведения о ходе выполнения проекта

### **«Разработка нового типа прецизионных приводов для систем регулировки формы отражающей поверхности трансформируемого рефлектора космического аппарата нового поколения»**

Руководитель работ д-р физ.-мат. наук Пономарев С.В.

В ходе выполнения проекта по Соглашению о предоставлении субсидии от 26 сентября 2017 г. № 14.578.21.0257 с Минобрнауки России в рамках ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы» на этапе № 3 в период с 01.01.2019 г. по 31.12.2019 г. выполнены следующие работы:

1. Разработана математическая модель и моделирование процесса преобразования солнечной энергии в беспроводном источнике энергии.
2. Разработана математическая модель и моделирование процесса накопления энергии емкостным накопителем.
3. Разработана математическая модель и моделирование процесса преобразования напряжения автономным источником питания.
4. Разработана математическая модель и смоделирован процесс воздействия выходного напряжения преобразователя частоты на пьезопакет прецизионного привода.
5. Разработана математическая модель и смоделирован процесс преобразования электрической энергии в механическую в прецизионном приводе.
6. Разработана математическая модель напряженно-деформированного состояния элементов прецизионного привода.
7. Разработана математическая модель и моделирование функционирования СРДВ при заданных рабочих нагрузках.
8. Разработан прецизионный привод ЭО СРДВ.
9. Выполнено численное моделирование крупногабаритного трансформируемого рефлектора космического аппарата для определения эквивалентной нагрузки СРДВ.
10. Выполнено численное моделирование температурных деформаций корпуса СРДВ.
11. Выполнено численное моделирование напряженно-деформированного состояния элементов прецизионного привода при заданных рабочих нагрузках.
12. Разработана математическая модель температурных деформаций корпуса СРДВ.
13. Разработана численная модель крупногабаритного трансформируемого рефлектора космического аппарата.
14. Изготовлен прецизионный привод ЭО СРДВ.
15. Изготовлена система преобразования и накопления энергии ЭО СРДВ
16. Изготовлен стенд для проведения экспериментальных исследований и исследовательских испытаний ЭО СРДВ.
17. Изготовлен макет сегмента крупногабаритного трансформируемого рефлектора космического аппарата.
18. Разработаны с учетом технологических возможностей и особенностей индустриального партнера предложения и рекомендация по использованию

полученных результатов ПНИЭР в целях их дальнейшего внедрения (промышленного освоения).

19. Создан комплект приспособлений для измерения перемещений прецизионных электромеханических устройств космических аппаратов при испытаниях в термобарокамере.
20. Разработана система преобразования и накопления энергии ЭО СРДВ
21. Разработан стенд для проведения экспериментальных исследований и исследовательских испытаний ЭО СРДВ.
22. Разработана система преобразования и накопления энергии ЭО СРДВ.
23. Проведены исследовательские испытания доработанного ЭО СРДВ.
24. Проведена технико-экономическая оценка результатов ПНИЭР в сравнении с современным научно-техническим уровнем.

### ***Основные результаты проекта:***

Разработана методика применения СРДВ для регулировки формы отражающей поверхности крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов космических аппаратов.

Разработана методика проектирования СРДВ для регулировки формы отражающей поверхности крупногабаритных трансформируемых антенных рефлекторов космических аппаратов.

Разработана новая конструкция линейного пьезоэлектрического вибродвигателя, которая по своим характеристикам превосходит существующие мировые аналоги.

Разработан и изготовлен макет сегмента крупногабаритного трансформируемого рефлектора космического аппарата.

По разработанной методике проектирования системы регулировки длины вант разработан и изготовлен экспериментальный образец энергетически автономной СРДВ на основе пьезопакета АПМ-2-7 производства ОАО «Элпа», г. Зеленоград.

Разработан и изготовлен стенд для проведения экспериментальных исследований и исследовательских испытаний ЭО СРДВ.

Проведены экспериментальные исследования и исследовательские испытания ЭО СРДВ и подтверждено его полное соответствие требованиям ТЗ. Уровень разработок проекта соответствует уровню мировых приоритетных разработок.

Актуальность проблемы обусловлена необходимостью создания методик расчета и проектирования МЛП с увеличенным коэффициентом преобразования энергии. Новизна темы заключается в разработке одномерной и трехмерной математической модели механоакустической колебательной системы, методик расчета и проектирования МЛП с увеличенным коэффициентом преобразования энергии. Практическая значимость

заключается в разработке методик расчета и проектирования МЛП для отечественной промышленности с превосходящими по массогабаритным показателям зарубежные образцы в рамках импортозамещения.

Применение результатов ПНИЭР позволит обеспечить производство разработками новых типов КА с трансформируемыми рефлекторами, технические параметры которых до текущего момента были недостижимы из-за отсутствия качественных средств донастройки и регулировки отражающей поверхности рефлектора в условиях космического пространства.

Работы, предусмотренные Техническим заданием и План-графиком выполнены в полном объеме.