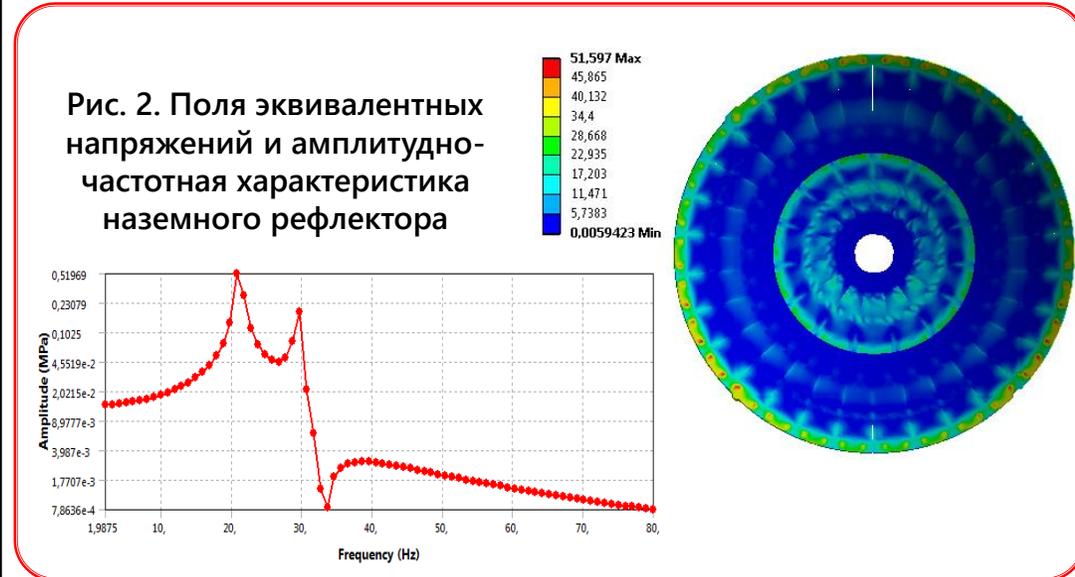
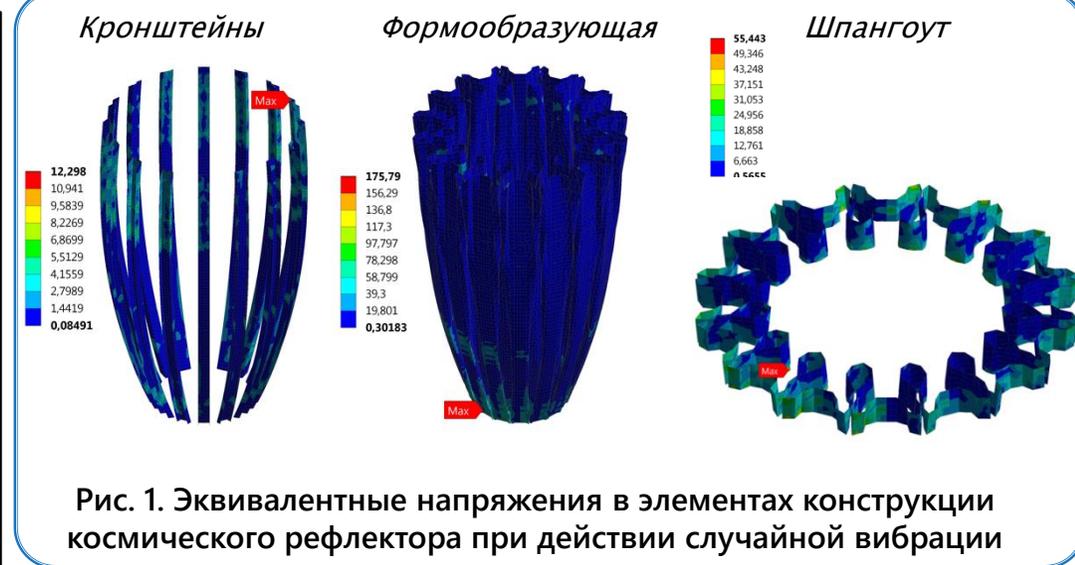


к.т.н. Буров А.Е., к.т.н. Доронин С.В., д.т.н. Лепихин А.М., д.т.н. Москвичев В.В., к.т.н. Москвичев Е.В., к.т.н. Рейзмут Е.М., Филиппова Ю.Ф.

- ▶ Выполнены комплексные расчетно-экспериментальные исследования механики деформирования, характеристик механических свойств, предельных состояний и надежности конструкций прецизионных рефлекторов антенн Q/Ка частотного диапазона в режимах и условиях транспортирования, развертывания и эксплуатации
- ▶ Сформулированы концепция и содержание задач расчетного анализа конструкций рефлекторов в рамках системного подхода к обеспечению их геометрической стабильности, прочности и определению рациональных конструктивно-технологических решений
- ▶ Определены особенности напряженно-деформированного состояния структурно-неоднородных элементов и композитных конструкций
- ▶ Разработаны «Требования по обеспечению качества и надежности конструкций космического и наземного рефлекторов из композиционных материалов»
- ▶ Полученные результаты являются расчетно-экспериментальной базой для оптимизации силовых конструкций рефлекторов и проектных расчетов крупногабаритных прецизионных рефлекторов.



# **Расчетно-экспериментальное исследование механики деформирования, предельных состояний и надежности конструкций рефлекторов космических и наземных антенн из композитных материалов**

**АВТОРЫ:** к.т.н. Буров А.Е., к.т.н. Доронин С.В., д.т.н. Лепихин А.М., д.т.н. Москвичев В.В., к.т.н. Москвичев Е.В., к.т.н. Рейзмунт Е.М., Филиппова Ю.Ф.

Для обеспечения надежной связи с космическими аппаратами, в том числе военной и правительственной связи, необходимо создание крупногабаритных прецизионных рефлекторов (отражателей) антенн, при изготовлении которых сегодня все больше используются композиты. Рефлекторы антенн частотного диапазона Q/Ka (42,5-45,5 ГГц и 18,2-21,2 ГГц) наземного и космического применения должны одновременно обладать высокой геометрической стабильностью, устойчивостью к температурным воздействиям, небольшим весом и повышенной жесткостью. В Красноярском филиале Института выполнены комплексные расчетно-экспериментальные исследования механики деформирования и разрушения, характеристик механических свойств, предельных состояний и надежности, конструкций крупногабаритных прецизионных рефлекторов данного частотного диапазона в заданных режимах и условиях транспортирования, развертывания и эксплуатации. При выполнении работы использовались расчетные и экспериментальные методы механики деформируемого твердого тела, вычислительной математики, математической статистики, системного анализа, инженерного проектирования.

Оценка и подтверждение выполнения требований, предъявляемых к рефлекторам, предполагает решение сопряженных задач механики деформируемого твердого тела, аэродинамики и теплопроводности. На основе разработанных методик и многомасштабных численных моделей сотрудниками Красноярского филиала определены особенности напряженно-деформированного состояния структурно-неоднородных элементов и композитных конструкций, исследованы особенности предельных состояний конструкций при экстремальных сочетаниях нагрузок и воздействий внешней среды, обоснованы рациональные конструктивные схемы и конструктивно-технологические решения, обеспечивающие заданные высокие требования к точности рабочих поверхностей рефлекторов.

Для обеспечения достоверности результатов численных решений использовалась многоуровневая декомпозиция задач расчетного анализа, которая заключается в многомодельном анализе параметрических моделей рефлекторов с последовательным уточнением конструктивно-технологических решений. На основе результатов многовариантного вычислительного моделирования сформулированы концепция и содержание задач расчетного анализа конструкций прецизионных крупногабаритных рефлекторов в рамках системного подхода к обеспечению их геометрической стабильности, прочности и определению рациональных конструктивных вариантов.

В ходе работ сформулирован подход к анализу соответствия конструкций прецизионных рефлекторов техническим требованиям, заключающийся в частичной замене экспериментальных исследований стойкости, прочности, устойчивости к воздействию внешних воздействующих факторов расчетными испытаниями на прочность.

Полученные результаты являются расчетно-экспериментальной базой для оптимизации силовых конструкций рефлекторов и проектных расчетов крупногабаритных прецизионных рефлекторов. На основе выполненных исследований разработаны конструкторско-технологическая документация на изготовление рефлекторов космических и наземных антенн из композитных материалов, с применением интеллектуальных полимерных композиционных материалов и требования по обеспечению качества и надежности их конструкций.

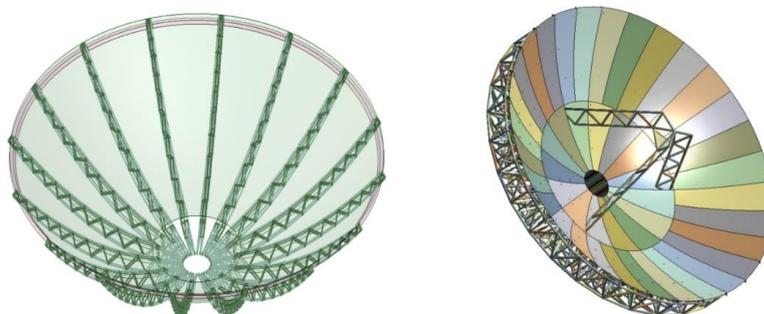


Рис. 1. Конструкции рефлекторов антенн из композиционных материалов: слева – космический рефлектор диаметром до 5 м, справа – наземный рефлектор диаметром до 12 м.

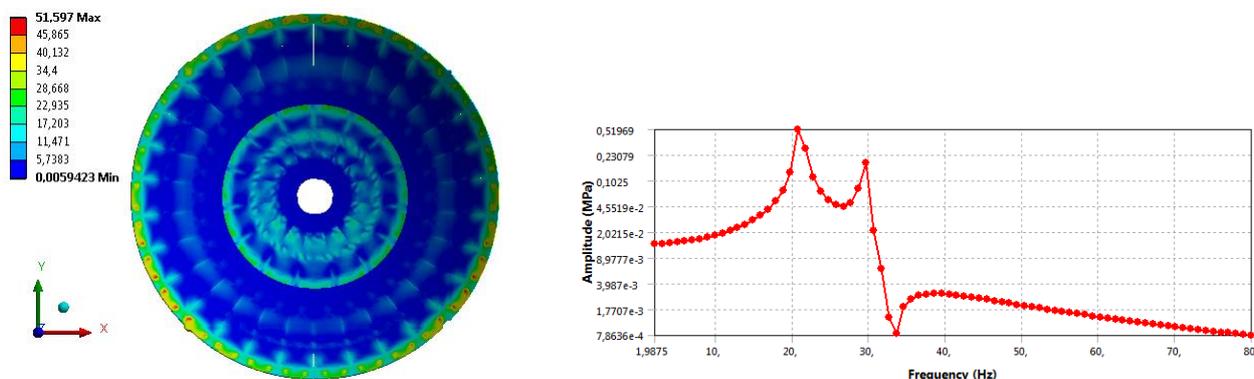


Рис. 2. Расчетные поля эквивалентных напряжений и амплитудно-частотная характеристика наземного рефлектора для расчетного случая.

## ПУБЛИКАЦИИ:

1. Lepikhin A.M., Burov A.E., Pokhabov Y.P. Estimation of the failure-free operation for deployment of transformable space structures // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1050. – Art. UNSP 012042. – ISSN 1742-6588.
2. Reyzmunt E.M., Doronin S.V. Numerical analysis of thermal deformation for constructive variants of mirror segments in a parabolic antenna // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – Vol. 1050. – Iss. 1. – Art. 012069. – ISSN 1742-6588.
3. Doronin S.V., Moskvichev V.V. Decomposition of Design Analysis Problems of Precision Structures of Large Reflectors // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2018. – Vol. 47. – Iss. 1. – P.28-34. – ISSN 1052-6188. – EISSN 1934-9394.
4. Moskvichev E.V., Larichkin A.Y. Experimental studies on the mechanical properties of a woven composite material for space antenna reflector // Journal of Physics: Conference Series. – 2018. – ISSN 1742-6588.
5. Буров А.Е. Определение геометрической стабильности элементов конструкций из композитных материалов на основе полимеров, обладающих памятью формы // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018661602 от 10.09.2018 г.
6. Буров А.Е. Определение среднеквадратического отклонения поверхности зеркала деформируемой параболической антенны // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2018618502 от 13.07.2018 г.