

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу **Мухина Александра Васильевича**
"Исследование радиотехнических характеристик зеркальных антенн
космических аппаратов", представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – "Антенны, СВЧ
устройства и их технологии".

Актуальность темы. Актуальность избранной темы обусловлена космической тематикой, которая имеет большую значимость для России, стремящейся сохранить передовые позиции в космической отрасли. Не вызывает сомнений и актуальность выбранных объектов исследования — зеркальных антенн космических аппаратов (КА), широко используемых в системах космической связи. Выбор антенных измерений в качестве основного предмета исследования также актуален, поскольку разработка и производство в АО «ИСС» антенн с контурной диаграммой направленности, приобретаемых ранее другими подрядчиками, требует разработки методик измерения и совершенствования радиотехнических характеристик зеркальных антенн космических аппаратов.

Степень обоснованности и достоверность научных положений, вынесенных автором на защиту, в целом не вызывает сомнений. Все положения являются оригинальными, содержат научную новизну и достаточно аргументированы содержанием работы. Так, первое положение основано на проверенной системе моделирования, широко используемой для зеркальных антенн. Второе положение основано на продуманной имитации условий, приближенных к реальному космическому аппарату. Положение 3 сформулировано на основе тщательных измерений на современном сканере ближнего поля. При формулировке положения 4 использовано три разных подхода. Последнее положение 5 интегрирует в себе совокупность различных методов, обеспечивающих решение задачи. Что касается обоснованности выводов, то они сделаны в конце каждой главы на основе детального анализа её содержания.

Наконец, практические рекомендации по измерению радиотехнических характеристик антенн также вполне обоснованны, поскольку в них приведены результаты работы автора с настройками программного обеспечения, описание и фотографии оборудования, используемого для

различных диапазонов частот, а также примеры, убедительно иллюстрирующие обоснованность и достоверность результатов измерений.

Новизна работы, на мой взгляд, заключается в том, что в ней впервые:

1. Выполнено моделирование трех типов зеркальных многолучевых антенн космических аппаратов с оценкой искажения диаграммы направленности при выносе облучателя из фокуса.
2. Разработана методика измерения радиотехнических характеристик антенн с использованием частотного и временного методов. Доказаны возможность измерения и согласованность радиотехнических характеристик контурных антенн в ближней зоне на различных расстояниях до антенны-зонда, для создания условий имитации космического аппарата.
3. Показана возможность измерений с использованием антенны-зонда производства АО «ИСС» и измерены радиотехнические характеристики контурной антенны производства АО «ИСС».
4. Выполнен сравнительный анализ радиотехнических характеристик зеркальных антенн, измеренных в ближней и дальней зонах.
5. Оценено влияние эллиптической поляризации облучателя офсетной антенны на отклонение её диаграммы направленности и влияние технологического ремонта и оснастки антенны на её радиотехнические характеристики.

Достоверность экспериментальных данных обеспечена использованием современных средств и методик проведения исследований. При получении результатов использовано современное сертифицированное оборудование АО «ИСС». Сходятся результаты аналитической оценки, моделирования и эксперимента, а также результаты, полученные разными средствами измерений. Показана повторяемость результатов измерений. Поэтому достоверность результатов высока.

Практическая значимость работы состоит в том, что:

- Показана согласованность измерений коэффициента усиления частотным и временным методами, а также характеристик направленности антенн, измеренных в ближней и дальней зонах.
- Обоснована возможность использования антенны-зонда производства АО «ИСС» для проведения измерений радиотехнических характеристик антенн.
- Обоснована возможность применения частотного и временного методов для измерений радиотехнических характеристик антенн в ближней зоне для космических аппаратов «Луч», «Енисей», «Благовест».

— Разработана методика и даны практические рекомендации для измерений радиотехнических характеристик антенн.

Содержание работы. В состав диссертации входят введение, 4 главы, заключение, список литературы из 75 наименований, приложение на 7 страницах. Объем диссертации с приложением – 140 с., в т.ч. 85 рис. и 6 табл.

Во введении к диссертации дается общая характеристика работы, обосновывается актуальность, определяется тематика и формируется цель работы, кратко излагаются основные задачи исследования и положения, выносимые на защиту.

Первая глава посвящена изложению актуальных задач исследования зеркальных антенн космических аппаратов. Рассмотрены условия выбора антенн, используемых в составе КА, и описаны существующие методы измерения радиотехнических характеристик антенн КА. Показано влияние различных факторов производственного процесса на характеристики антенн КА. Разработана методика измерения радиотехнических характеристик антенн КА частотным и временным методами.

Во второй главе представлены результаты моделирования многолучевой антенны, покрывающей заданную зону обслуживания, и проведен сравнительный анализ многолучевых зеркальных антенн. Показано, что наилучшие характеристики имеет двухзеркальная офсетная антенна по схеме Драгонэ.

В третьей главе представлены результаты измерений радиотехнических характеристик многоконтурной антенны, приведены сравнительные результаты характеристик антенн, полученных на различном оборудовании различными методами. Проведен анализ влияния различных факторов производственного процесса на радиотехнические характеристики антенн.

Четвертая глава посвящена методике измерения радиотехнических характеристик антенн. Представлена единая методика измерения, показаны основные особенности частотного и импульсного методов измерения. Даны практические рекомендации по измерению радиотехнических характеристик антенн. Проведен обзор программного обеспечения для обработки результатов измерения.

Основные результаты работы опубликованы в 12 работах, среди которых 3 статьи в журналах из перечня ВАК, 9 докладов в трудах конференций. Все представленные на защиту результаты принадлежат

