

## ОТЗЫВ

на автореферат и диссертацию **Кузнецова Григория Юрьевича** "**Стендовая диагностика активной антенной решетки космического аппарата**", представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 - Антенны, СВЧ устройства и их технологии

**Актуальность темы.** Диссертационная работа Кузнецова Г. Ю. посвящена разработке практического метода выявления неисправных приемо-передающих каналов в апертуре АФАР. В работе произведено развитие метода «сжатие с распознаванием», на который ссылается автор, что позволило не только выявлять неисправные каналы АФАР, но и определять комплексные коэффициенты передачи этих каналов. Кроме того, метод был дополнен учетом влияния конструктивных элементов климатической камеры при тепловых испытаниях АФАР. Также, в работе описано применение фазового синтеза ДН АФАР с использованием комплексной методики, включающей в себя использование апертурных ортогональных полиномов и глобальной оптимизации полученных результатов для расширения главного луча приемо-передающей ДН АФАР, равной произведению ДН на прием и ДН на передачу.

Тема работы является актуальной, так как предложенная методика выявления характеристик дефектов неисправных каналов расширяет возможности диагностики АФАР, а метод фазового синтеза позволяет получить одно амплитудно-фазовое распределение, удовлетворяющее заданным условиям, как для формирования ДН на прием, так и ДН на передачу.

**Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций.** В первом разделе автор проводит аналитический обзор литературы по методам диагностики ФАР. Основное внимание в нем уделено методам на основе измерений в ближней зоне, по которым приведен достаточно полный список публикаций. Отмечаются недостатки, касающиеся больших временных затрат на сканирование амплитудно-фазового распределения крупноапертурных ФАР. Как следствие, сокращение ресурса работы приемо-передающих модулей ФАР, а также температурные уходы радиотехнических параметров модулей в процессе измерений. Также проводится исследование возможности комбинирования традиционных методов диагностики и рассматриваемого автором метода, применяя методы как взаимодополняющие.

Последующие главы посвящены исследованию возможностей метода «сжатие с распознаванием» (раздел 2), а также особенностям измерения характеристик АФАР в процессе тепловых испытаний (раздел 3). Во втором разделе показана возможность дополнения метода «сжатие с

распознаванием» методом переключения фазы в тестируемом элементе ФАР для определения его комплексного коэффициента передачи. В третьем разделе, наряду с вычислением поправочных коэффициентов для корректного применения предлагаемой методики диагностики, представлен программно-аппаратный стенд для тепловых испытаний АФАР в климатической камере, доработанный с участием соискателя. В четвертом разделе представлена инкорпорирующая методика фазового синтеза ДН, включающая в себя метод апертурных ортогональных полиномов и метод глобальной оптимизации.

В целом, диссертационная работа и ее автореферат написаны грамотным научным языком, а все научные положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, представляются обоснованными.

**Новизна и достоверность полученных результатов.** Научная новизна полученных автором результатов подтверждается получением патента РФ на изобретение, публикациями в открытой печати, включая рецензируемые журналы, входящие в Перечень ВАК, а также тезисами докладов, сделанных на авторитетных отечественных и международных научно-технических конференциях.

Достоверность результатов работы обеспечивается корректным применением широко известных расчетных методов теории антенн при строгой постановке электродинамических задач.

**Практическая значимость работы** заключается в возможности использования приобретенного опыта и полученных результатов для диагностики АФАР в ближней зоне при значительном сокращении времени измерений. А также при тепловых испытаниях АФАР в климатической камере. Результаты работы уже были использованы автором для диагностики крупноапертурной АФАР.

Результаты работы достаточно полно представлены в статьях соискателя в журналах, входящих в перечень ВАК, и доложены на отечественных и международных конференциях.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации.

**По представленной работе имеются следующие замечания:**

1. При изложении автором теоретических положений, результаты, приводимые из других работ, следовало бы сопровождать соответствующими ссылками в тексте диссертации. В частности, часть формул, приведенных в разделе 2.1 «Теория метода CS», взята из статьи [16]. Результаты, полученные непосредственно автором, следовало бы явно выделять в тексте работы.

2. Слабо освещен вопрос выбора параметра регуляризации при минимизации целевой функции.

3. На стр. 9 диссертации в последнем абзаце соискатель пишет: "Новые методы диагностики, основанные на методе «сжатие с распознаванием» (Compressed Sensing, CS), представлены в ранних работах, проводимых в интересах *обработки изображений* [12-16]...". Следует отметить, что работа [16] посвящена диагностике ФАР.

4. На стр. 9 автореферата в последнем абзаце словосочетание «Compressed Sensing» переведено соискателем как «опознание со сжатием». А на стр. 10 автореферата в четвертом абзаце как «сжатие с распознаванием». В тексте диссертации используется перевод «сжатие с распознаванием». Следовало бы сохранить одинаковую терминологию на протяжении всего текста диссертации и автореферата.

Указанные замечания, однако, не являются принципиальными и не влияют на положительную оценку результатов диссертации в целом. Судя по автореферату и публикациям автора, считаем, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям по актуальности, научной новизне, и прикладной значимости результатов, предъявляемым ВАК к диссертациям, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертация полностью соответствует заявленной специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии. а ее автор, Кузнецов Григорий Юрьевич, **заслуживает** присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Отзыв составил

 Шитиков А. М.

Подпись А.М. Шитикова удостоверяю

Ученый секретарь

 О. Н. Смольникова, к.т.н.

Шитиков Александр Михайлович, к.т.н.

Должность: Начальник сектора

Место работы: ПАО "Радиофизика", НИО-3

Адрес: г. Москва 125363, ул. Героев Панфиловцев, 10

Телефон: 926 203 48 63

E-mail: [shitikov.a@radiofizika.com](mailto:shitikov.a@radiofizika.com)