

ОТЗЫВ

официального оппонента д. т. н. Юханова Юрия Владимировича
на диссертацию Озерова Михаила Алексеевича на тему
«Методы уменьшения погрешности измерений «локальных»
радиолокационных характеристик объектов на широкополосных
радиолокационных измерительных комплексах», представленной на
соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности
2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение

Проблематика и актуальность темы исследований

Последние десятилетия ознаменовались бурным развитием САПР СВЧ, позволяющим добиваться при расчетах радиолокационных характеристик (РЛХ) объектов все большей детализации, последним (финальным) шагом в проектировании опытных образцов конструктивных элементов и самих объектов останутся натурные испытания на открытых или закрытых измерительных полигонах - радиолокационных измерительных комплексах (РИК), отказаться от которых в обозримом будущем не удастся. Особо важное их значение проявляется при измерении РЛХ объектов с малой радиолокационной заметностью (РЛЗ), где должны учитываться даже самые незначительные, казалось бы, тонкости реальных (а не расчетных их моделей) конструкций. Поскольку, существующие тенденции создания stealth - технологий направлены на все большее снижение ЭПР таких объектов, то требования к точности их измерений будут неуклонно ужесточаться.

Следовательно, решаемая в диссертации задача по разработке методов уменьшения погрешностей измерений РЛХ объектов еще долгие годы будет весьма **актуальной**.

Цель исследований

Целью диссертационных исследований является повышение информативности и точности радиолокационных измерительных

комплексов (РИК) радиолокационных характеристик (РЛХ) объектов, без которых уже невозможно представить успешное решение задач по разработке объектов с уменьшенной радиолокационной заметностью.

Методы исследований

В диссертационной работе применены теоретические и экспериментальные методы исследований. Теоретические исследования основаны на применении математического анализа, математической статистики, теории электромагнитного поля и цифровой обработки сигналов. Экспериментальные исследования проведены на комплексе вторичных эталонов единиц эффективной площади рассеяния, модуля коэффициента отражения в свободном пространстве и коэффициента усиления антенн, лабораторно-экспериментальной базе ФГУП «ВНИИФТРИ».

Основные результаты исследований и их научная новизна

Основные результаты диссертационной работы Озерова М.А. заключаются в следующем.

- 1) Предложен метод градуировки радиолокационных изображений в единице ЭПР, позволяющий получать оценки ЭПР отдельных элементов объекта в заданных диапазонах углов и частот с нормированной погрешностью.
- 2) Предложены и обоснованы критерии выбора углового шага при измерениях и интерполяции массивов исходных данных для синтеза РЛИ, которые в отличие от известных подходов позволяют снизить продолжительность измерений, а также исключить грубые ошибки измерений ЭПР локальных центров рассеяния.
- 3) Предложен метод измерений неравномерности амплитудного и фазового распределений поля в рабочей зоне радиолокационного полигона, основанный на обратном синтезе апертуры, который отличающийся более простой технической реализацией, не требующий использования планарного сканера.

4) Предложен способ обработки результатов измерений интегральных радиолокационных характеристик объектов с малой ЭПР на основе пространственной фильтрации синтезированных РЛИ, позволяющий уменьшить погрешности и увеличить диапазон измерений, выполняемых в неидеальных условиях.

Достоверность полученных результатов

Достоверность полученных результатов основывается на корректном использовании широко апробированных методов спектрального анализа, а также подтверждается адекватностью используемых моделей и экспериментально подтвержденными данными измерений на высокоточной аппаратуре (РИК) ФГУП «ВНИИФТРИ».

Апробация работы

Основные результаты диссертационной работы наиболее полно опубликованы в 11 статьях в журналах, включённых в текущий перечень ВАК в том числе 3 в журналах, входящих в перечень RSCI ВАК. Кроме этого, результаты работы соискателем докладывались на российских и международных научных конференциях и опубликованы в сборниках трудов конференций. Полученные акты о внедрении результатов диссертационной работы подтверждают прикладное значение достигнутых результатов исследований.

Практическая значимость работы

Реализован метод градуировки радиолокационных изображений в единице ЭПР, позволяющий с помощью широкополосных РИК получать оценки ЭПР отдельных элементов объекта с нормированной погрешностью. Разработан метод уменьшения погрешности РЛХ объектов с малой ЭПР на основе пространственной фильтрации синтезированных РЛИ.

Основные выводы и результаты работы **реализованы:**

при создании автоматизированного комплекса для высокоточных измерений радиотехнических характеристик антенных систем и

характеристик рассеяния объектов в СВЧ диапазоне МГФК.411734.086 в рамках ОКР «Технология-РЛ»;

при разработке программно-аппаратного комплекса для измерений рассеивающих свойств объектов «Сигнатура–2М».

Замечания к работе

Тем не менее, работа не лишена ряда недостатков.

1. Неудачно сформулирована цель работы, так как измерения сами по себе на прямую не могут снижать радиолокационную заметность объектов;

2. Во введении «научная новизна» и «практическая значимость, научная новизна» – практически идентичны и отличаются только порядком изложения;

3. Используемые понятия интегральной ЭПР и бистатической диаграммы рассеяния не совпадают с принятыми в литературе на которую ссылается автор (см. стр. 6 и 32 диссертации);

4. Имеются ошибки в нумерациях формул и рисунков;

5. На некоторых рисунках оси ординат не имеют обозначений;

6. Хотелось бы видеть зависимость погрешности от величины измеряемой ЭПР. В диссертации, конечно, показана зависимость погрешности от величины ЭПР, но только составляющей погрешности (формула (1.12)), обусловленной наличием фона и побочных переотражений.

7. Фактические значения эффекта от применения предложенных автором методов измерений представлены на иллюстрациях, но плохо обобщены и слабо выражены в выводах по разделам.

8. В разделах 4 и 5, где соискатель предлагает новые методы измерений, отсутствует описание БЭК (размеры, собственной ЭПР БЭК), в которых велась апробация методов (очевидно это - лабораторно-экспериментальная база ФГУП «ВНИИФТРИ»).


Заключение

Наличие указанных недостатков не снижают общей ценности представленной работы.

Диссертация Озерова М.А. является актуальной, логично структурированной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Положения, выносимые на защиту и полученные результаты, носят обоснованный характер и имеют несомненную практическую ценность. Автореферат в полной мере отражает все основные результаты исследований.

Диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а Озеров Михаил Алексеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение.

Заведующий кафедрой Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южный федеральный университет», кафедра «Антенны и радиопередающие устройства», доктор технических наук по специальности 05.12.21 – «Радиотехнические системы специального назначения, включая технику СВЧ и технологию их производств», профессор


Юханов Ю.В.

344066, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42
E-mail: info@sfedu.ru

Подпись доктора технических наук профессора Юханова Юрия Владимировича заверяю:

Директор Института
радиотехнических систем
и управления ЮФУ



Болдырев А.С.