



**Акционерное общество  
«Научно-исследовательский институт  
точных приборов»  
(АО «НИИ ТП»)**

Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490  
Почтовый адрес: Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490  
тел.: + 7 495 231-38-22, факс: + 7 499 204-79-66  
e-mail: info@niitp.ru, http://www.niitp.ru  
ОКПО 11482462, ОГРН 1097746735481  
ИНН/КПП 7715784155/771501001

13.11.2023 № НТК-9/12-56  
На № 02-08/9893 от 17.10.2023

Учёному секретарю  
Диссертационного  
совета 32.1.004.01  
при ФГУП «ВНИИФТРИ»  
М.В. Балаханову

141570, Московская обл.,  
г. Солнечногорск, р.п. Менделеево,  
ФГУП «ВНИИФТРИ»  
Тел.: (495) 526-63-63;  
Факс: (495) 660-00-92  
e-mail: office@vniiftri.ru

Уважаемый Михаил Валентинович!

Направляю Вам отзыв на автореферат диссертации Озерова М.А. 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».

- Приложение: 1. Отзыв на автореферат диссертации Озерова М. А. на тему «Методы уменьшения погрешности измерений «локальных» радиолокационных характеристик объектов на широкополосных радиолокационных измерительных комплексах», 2 экз. на 4 л. каждый.  
2. Автореферат диссертации 1 экз. на 28 с.

Заместитель генерального директора по науке,  
доктор технических наук, доктор военных наук,  
профессор



В.Ф. Кострюков

Исп. Лёвин С.В. Тел. 8 (499) 204-77-11  
e-mail: nto911-3@niitp.ru

46277

**Акционерное общество  
«Научно-исследовательский институт  
точных приборов»  
(АО «НИИ ТП»)**

Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490  
Почтовый адрес: Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490  
тел.: + 7 495 231-38-22, факс: + 7 499 204-79-66  
e-mail: info@niitp.ru  
http://www.niitp.ru  
ОКПО 11482462 ОГРН 1097746735481  
ИНН 7715784155 КПП 771501001

Заместитель генерального директора  
по науке,  
доктор технических наук,  
доктор военных наук, профессор



В.Ф. Кострюков

« 2 » ноября 2023 г.

**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации 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

В настоящее время при разработке и испытаниях объектов ВиВТ широко используются средства измерений радиолокационных характеристик. Современные отечественные радиолокационные измерительные комплексы (РИК) с нормированной погрешностью в большинстве случаев измеряют лишь интегральные радиолокационные характеристики (РЛХ) объектов, а для вновь разрабатываемых и модернизируемых комплексов, как правило, предъявляются требования по возможности синтезирования радиолокационных изображений (РЛИ) объектов. Из чего следует, что измерения «локальных» РЛХ, получаемых путём обратного синтеза апертуры, нуждаются в оценке точности и возможности отслеживания процесса.

На сегодняшний день не обеспеченно единство измерений «локальных» РЛХ, поэтому обеспечение единства и точности измерений «локальных» РЛХ, с учётом текущего состояния межгосударственных отношений, а также необхо-



димости создания в нашей стране современных средств измерений рассеивающих свойств объектов, является востребованной и актуальной задачей.

В связи с этим работа Озерова М.А., посвящённая уменьшению погрешности измерений «локальных» радиолокационных характеристик объектов на широкополосных радиолокационных измерительных комплексах, является актуальной.

При проведении исследования автор поставил и решил научную задачу по разработке методов уменьшения погрешности измерений РЛХ объектов на широкополосных радиолокационных измерительных комплексах.

**Научная новизна** выполненных автором исследований, как следует из автореферата, заключается в следующем.

- 1) Предложен метод градуировки радиолокационных изображений в единице эффективной площади рассеяния (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 позволили снизить продолжительность измерений, а также исключить грубые ошибки измерений ЭПР локальных центров рассеяния.
- 3) Предложен более простой в технической реализации и не требующий использования планарного сканера метод измерений неравномерности амплитудного и фазового распределений поля в рабочей зоне радиолокационного полигона, основанный на обратном синтезе апертуры.
- 4) Предложен способ обработки результатов измерений интегральных радиолокационных характеристик объектов с малой ЭПР на основе пространственной фильтрации синтезированных РЛИ, позволяющий уменьшить погрешность и увеличить диапазон измерений, выполняемых в неидеальных условиях.

В совокупности указанные положения представляют собой новое решение актуальной научной задачи.

**Практическая ценность** полученных результатов состоит в следующем.

- 1) Разработаны новые методы градуирования радиолокационных изображений в единицах ЭПР, измерений интегральных радиолокационных характеристик объектов с низкой ЭПР на основе пространственной фильтрации синтезированных РЛИ.

2) Разработаны способы определения погрешности измерений ЭПР объектов на радиолокационных изображениях.

3) Обоснованы требования к угловому шагу при измерении комплексной многочастотной диаграммы обратного рассеивания (КМДОР), способ интерполяции массива исходных данных для синтеза РЛИ.

4) Разработана методика оценки неравномерности поля в рабочей зоне антенного полигона методом инверсного синтеза апертуры.

5) Предложенный способ обработки результатов измерений интегральных радиолокационных характеристик объектов малой ЭПР на основе пространственной фильтрации синтезированных РЛИ, обеспечивающий повышение отношения сигнал/фон более, чем на 10 дБ.

Определены пути перехода для получения трехмерного изображения, как справедливо отмечено, обеспечивающего большую информативность.

Достоверность полученных результатов основана на корректном использовании апробированных методов спектрального анализа, а также подтверждена адекватностью используемых моделей и экспериментальными результатами с использованием высокоточной аппаратуры ФГУП «ВНИИФТРИ», поверенной и калиброванной с использованием государственных эталонов. Результаты диссертационной работы апробированы в ходе выступлений на международных научных конференциях, своевременно и полно опубликованы, в том числе в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК при Минобрнауки России.

Количество опубликованных по теме диссертации трудов подтверждают достаточную глубину проведенных соискателем исследований и необходимый уровень апробации результатов работы.

Судя по автореферату, материал диссертация изложен грамотно, последовательно и системно, с использованием современной терминологии.

Вместе с тем, к автореферату имеются некоторые замечания.

1) Из материалов автореферата не совсем понятно, в чем заключается положительный эффект метода градуировки радиолокационных изображений в единицах эффективной площади рассеяния.

2) Из материалов автореферата не совсем понятно, почему неравномерность фазы в пределах рабочей зоны радиолокационного измерительного комплекса не должна превышать значения  $\pi/8$  (с. 9).



3) На с. 16 указано, что при синтезировании радиолокационного изображения исключаются ложные отклики. Из материалов автореферата не совсем понятен критерий, согласно которому отклик считается ложным.

4) Из материалов автореферата не совсем понятно, почему матрица КМДОР может быть разреженной и как с этим «бороться» (с. 17).

5) Из материалов автореферата не совсем понятно, какие выводы сделаны из анализа модулей КМДОР, приведенных на рисунке 11 (с. 18).

6) Как могут измениться вклады отдельных составляющих в суммарную погрешность при практическом применении результатов диссертационной работы (рисунок 3)?

Отмеченные недостатки не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки работы, ее научной и практической ценности.

По содержанию автореферата можно сделать вывод, что диссертационная работа Озерова М.А. на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой самостоятельное, законченное исследование, которое содержит решение актуальной научной задачи. Новые научные результаты, обоснованные в диссертации и реализованные на практике, имеют важное прикладное значение.

Уровень изложенных в работе результатов и их значимость соответствуют требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, и профилю специальности, а автор работы, Озеров Михаил Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение.

Главный специалист отделения 2  
кандидат технических наук



Медведев Сергей Борисович

Начальник отдела 95  
кандидат технических наук, доцент



Лёвин Сергей Васильевич

«Подписи Медведева С.В. и Лёвина С.В. заверяю»  
Заместитель руководителя  
аппарата АО «НИИ ТП»




Пономарев С.А.