



Акционерное общество  
«Научно-производственное предприятие «Радар ммс»

197378, Россия, Санкт-Петербург  
ул. Новосельковская, д. 37, литера А  
тел.: +7 (812) 777-50-51  
факс: +7 (812) 690-04-49  
e-mail: radar@radar-mms.com  
www.radar-mms.com



№ 090-341  
от 28.11.2023

Учёному секретарю  
диссертационного совета  
32.1.004.01 при ФГУП  
«ВНИИФТРИ», кандидату физико-  
математических наук

М.В. Балаханову

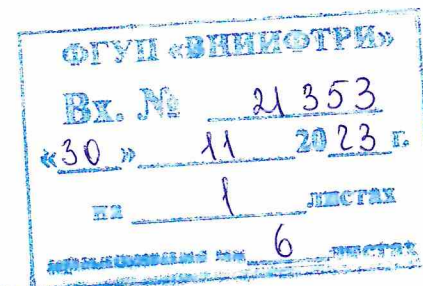
141570, Московская область,  
г. Солнечногорск, рабочий поселок  
Менделеево, промзона ФГУП  
"ВНИИФТРИ"

Уважаемый Михаил Валентинович!

Направляю Вам 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».

Приложение: отзыв на автореферат— 2 экз.

Заместитель Генерального конструктора  
по программно-целевому развитию,  
д.т.н., профессор



В.М. Балашов



Акционерное общество  
«Научно-производственное предприятие «Радар ммс»

197375, Россия, Санкт-Петербург  
ул. Нововельямская, д. 37, литера А  
тел.: +7 (812) 777-50-51  
факс: +7 (812) 690-04-49  
e-mail: radar@radar-mms.com  
www.radar-mms.com



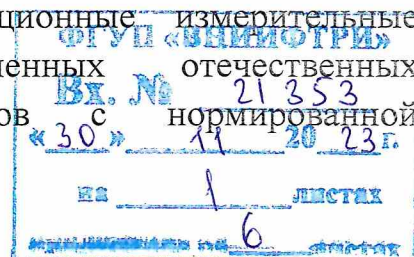
Утверждаю  
Заместитель Генерального  
конструктора по программно-  
целевому развитию, д.т.н., профессор

  
В.М. Балашов  
« 24 » ноября 2023г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Озерова Михаила Алексеевича  
**«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

Одной из основных радиолокационных характеристик объектов ВВТ является эффективная площадь рассеяния (ЭПР). Для определения значений ЭПР объектов ВВТ применяются радиолокационные измерительные комплексы (РИК). Большинство современных отечественных радиолокационных измерительных комплексов с нормированной



погрешностью измеряют лишь интегральные радиолокационные характеристики (РЛХ) объектов, но для вновь разрабатываемых и модернизируемых комплексов, как правило, предъявляются требования по возможности синтеза радиолокационных изображений (РЛИ) объектов. 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, заключающуюся в разработке методов уменьшения погрешности измерений РЛХ объектов на широкополосных радиолокационных измерительных комплексах

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

- Предложен метод градуировки радиолокационных изображений в единице ЭПР, позволяющий получать оценки ЭПР отдельных элементов объекта в заданных диапазонах углов и частот с нормированной погрешностью.
- 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.
- 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.
- 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.

Судя по автореферату, практическая ценность полученных результатов состоит следующем:

Разработан и 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.

Достоверность полученных результатов основывается на корректном использовании широко апробированных методов спектрального анализа, а также подтверждается адекватностью используемых моделей и экспериментальными результатами с использованием высокоточной аппаратуры ФГУП «ВНИИФТРИ», поверенной и калиброванной с использованием государственных эталонов. Результаты диссертационной работы многократно апробировались в ходе выступлений на международных научных конференциях и опубликованы в журнальных статьях из перечня ВАК.

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

Вместе с тем, к автореферату имеются некоторые замечания.

1. В автореферате не указано, какие именно методы интерполяции массива исходных данных необходимо использовать для исключения разреженности массивов исходных данных для формирования РЛИ.

2. Автором, в автореферате, не приведены модели погрешностей измерений диаграмм обратного рассеяния объектов.

Однако указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы и не снижают ее научной и практической ценности.

По содержанию автореферата можно сделать вывод, что диссертационная работа Озерова М.А. на соискание учёной степени кандидата технических наук представляет собой 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 учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение.

Начальник отдела, д.т.н., доцент

А.В. Кирпанев



Акционерное общество  
«Научно-производственное предприятие «Радар ммс»

197375, Россия, Санкт-Петербург  
ул. Новостельковская, д. 37, литера А  
тел.: +7 (812) 777-50-51  
факс: +7 (812) 600-04-49  
e-mail: radar@radar-mms.com  
www.radar-mms.com

Утверждаю  
Заместитель Генерального  
конструктора по программно-  
целевому развитию, д.т.н., профессор



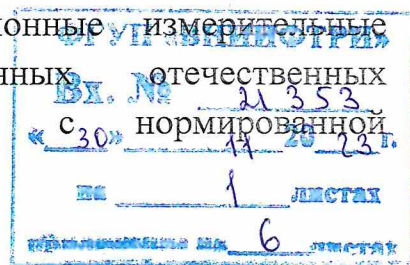
В.М. Балашов

“ 24 ” ноября 2023г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Озерова Михаила Алексеевича  
**«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

Одной из основных радиолокационных характеристик объектов ВВТ является эффективная площадь рассеяния (ЭПР). Для определения значений ЭПР объектов ВВТ применяются радиолокационные измерительные комплексы (РИК). Большинство современных отечественных радиолокационных измерительных комплексов





погрешностью измеряют лишь интегральные радиолокационные характеристики (РЛХ) объектов, но для вновь разрабатываемых и модернизируемых комплексов, как правило, предъявляются требования по возможности синтеза радиолокационных изображений (РЛИ) объектов. 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, заключающуюся в разработке методов уменьшения погрешности измерений РЛХ объектов на широкополосных радиолокационных измерительных комплексах

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

- Предложен метод градуировки радиолокационных изображений в единице ЭПР, позволяющий получать оценки ЭПР отдельных элементов объекта в заданных диапазонах углов и частот с нормированной погрешностью.
- 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.
- 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.
- 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.

Судя по автореферату, практическая ценность полученных результатов состоит следующем:

Разработан и 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.

Достоверность полученных результатов основывается на корректном использовании широко апробированных методов спектрального анализа, а также подтверждается адекватностью используемых моделей и экспериментальными результатами с использованием высокоточной аппаратуры ФГУП «ВНИИФТРИ», поверенной и калиброванной с использованием государственных эталонов. Результаты диссертационной работы многократно апробировались в ходе выступлений на международных научных конференциях и опубликованы в журнальных статьях из перечня ВАК.

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

Вместе с тем, к автореферату имеются некоторые замечания.

1. В автореферате не указано, какие именно методы интерполяции массива исходных данных необходимо использовать для исключения разреженности массивов исходных данных для формирования РЛИ.

2. Автором, в автореферате, не приведены модели погрешностей измерений диаграмм обратного рассеяния объектов.

Однако указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку работы и не снижают ее научной и практической ценности.

По содержанию автореферата можно сделать вывод, что диссертационная работа Озерова М.А. на соискание учёной степени кандидата технических наук представляет собой 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 учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.10 – Метрология и метрологическое обеспечение.

Начальник отдела, д.т.н., доцент



А.В. Кирпанев