

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель начальника ВУНЦ ВВС «ВВА»  
по учебной и научной работе  
кандидат военных наук, доцент  
В.Казаков  
«15» ноября 2021 года

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Сабитова Тимура Ильясовича на тему: «Матричные имитаторы эхосигналов многоантенных радиолокационных систем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация»

В разработке перспективных радиолокационных станций (РЛС) значительную роль играет этап полунатурного моделирования, когда сигнально-помеховая обстановка, соответствующая реальным условиям работы РЛС, задается искусственно. Общеизвестно, что полунатурное моделирование отличается достаточно высокой степенью достоверности и позволяет сократить объем практических испытаний, а, следовательно, снизить затраты на разработку РЛС в целом.

Основная проблема, с которой приходится сталкиваться при имитации отражений от распределенных радиолокационных объектов заключается в синтезе модели объекта. Геометрический подход, традиционно применяемый к моделированию, хотя и обеспечивает достаточно высокую точность моделирования пространственной структуры объектов, однако, использует модели, содержащие в себе большое количество точек. Исходя из этого, становится очевидным, что подход к моделированию, основанный на замещении каждой из отражающих точек объекта отдельным излучателем, практически не реализуем.

Наиболее перспективным представляется использование матричных имитаторов (МИ), которые содержат относительно небольшое количество излучателей и базируются на широко известной в радиолокации двухточечной модели.

Несмотря на достаточно полную изученность МИ, до сих пор они рассматриваются в основном применительно к системам, использующим только одну приемную антенну, однако, существуют различные радиотехнические системы, работа которых основана на использовании сразу нескольких приемных антенн.

На основании изложенного можно утверждать, что тема диссертационного исследования Сабитова Т.И. «Матричные имитаторы эхосигналов многоантен-

ных радиолокационных систем», посвященного обоснованию методов построения когерентных МИ, обеспечивающих моделирование экосигналов радиолокационной системы, имеющей несколько приемных антенн с разнесенными фазовыми центрами и перекрывающимися диаграммами направленности, носит актуальный характер.

На наш взгляд, наиболее значимыми научными результатами работы, обладающими высокой степенью научной новизны, являются:

полученные автором условия фокусировки сигналов когерентной геометрической модели в двух/трех точках приема, при выполнении которых обеспечивается имитация КЦИ, имеющего общее положение для всех приемных антенн;

обоснованные методики синтеза геометрической модели, лежащей в основе когерентного МИ, позволяющего имитировать КЦИ независимо для каждой антенны;

установленные автором зависимости ошибок моделирования матриц излучателей, синтезируемых на основе предложенных подходов, от параметров многоантенных систем и точности задания параметров сигнала.

Указанные результаты соответствуют области исследования, определенной паспортом специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация»:

- по пункту 1 (Исследование новых ... процессов в радиоэлектронике, позволяющих повысить эффективность систем и устройств радиолокации и радионавигации);

- по пункту 11 (Разработка научных и технических основ ... испытания ... радиолокационных и радионавигационных устройств и систем).

Теоретическая значимость работы заключается в дальнейшем развитии методических основ имитационного моделирования радиолокационной обстановки с использованием теории радиолокационных измерений, методов математического анализа и математической статистики.

Практическая значимость диссертации состоит в возможности использования полученных автором результатов для разработки матричных имитаторов экосигналов многоантенных систем.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, обеспечивается:

применением теоретически обоснованных и прошедших апробацию методов математического анализа, математической статистики и теории радиолокационных измерений;

корректным выбором ограничений, допущений и исходных данных из практики разработки когерентных матричных имитаторов, обеспечивающих моделирование экосигналов многоантенной радиолокационной системы.

Она подтверждается совпадением результатов теоретических исследований

с данными, полученными при численном моделировании.

Научные положения, выводы и рекомендации в полной мере обоснованы и критически оценены по сравнению с известными аналогами.

#### Замечания и недостатки.

Вместе с тем, как можно судить из автореферата, диссертация не лишена недостатков. К наиболее существенным из них, по нашему мнению, относятся следующие.

1. Для синтеза матриц излучателей и имитации эхосигналов многоантенных систем автором предлагается использование двух различных подходов, однако, не указывается, какой из них является предпочтительным, не приводится их сравнительный анализ.

2. Сформулированные автором цель работы, основные задачи и основные результаты исследования не в полной мере коррелируют с положениями, выносимыми автором на защиту.

3. В автореферате не в полной мере продемонстрирована прикладная значимость полученных результатов.

Вместе с тем, указанные недостатки не снижают качества выполненной работы и не ставят под сомнение ее положительную оценку.

#### Выводы

1. Диссертация «Матричные имитаторы эхосигналов многоантенных радиолокационных систем» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема, имеющая значение для построения когерентных матричных имитаторов, обеспечивающих моделирование эхосигналов радиолокационной системы, имеющей несколько приемных антенн с разнесенными фазовыми центрами и перекрывающимися диаграммами направленности.

2. Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты, соответствующие пунктам 1 и 11 раздела «Области исследований» паспорта специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация», нашедшие практическое использование при разработке матричных имитаторов эхосигналов многоантенных систем и свидетельствующие о вкладе автора в науку.

3. Работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Сабитов Т.И., достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.16 – «Радиолокация и радионавигация».

Отзыв обсужден и одобрен на расширенном заседании 23 отдела научно-исследовательского 2 управления научно-исследовательского научно-исследова-

тельского центра (проблем применения, обеспечения и управления авиацией Военно-воздушных сил) (НИЦ (ППО и УА ВВС)) ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж) 15 ноября 2021 года, протокол № 18.

Начальник 23 отдела НИЦ (ППО и УА ВВС)  
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)  
кандидат технических наук

« 15 » ноября 2021 года

Беляев Максим Павлович

Старший научный сотрудник НИЦ (ППО и УА ВВС)  
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)  
кандидат технических наук

« 15 » ноября 2021 года

Манин Василий Александрович

Научный сотрудник НИЦ (ППО и УА ВВС)  
ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Воронеж)  
кандидат технических наук

« 15 » ноября 2021 года

Ульшин Дмитрий Игоревич

ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ  
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА  
Н.Е.ЖУКОВСКОГО И Ю.А.ГАГАРИНА» (Г. ВОРОНЕЖ)  
394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а,  
тлф. 8-(473)-244-78-25, E-mail: [vaiu@mil.ru](mailto:vaiu@mil.ru)