

ОТЗЫВ

официального оппонента
доктора физико-математических наук,
профессора МГТУ им Н.Э.Баумана,
Литвинова Олега Станиславовича
на диссертационную работу

Коротецкого Егора Валерьевича

«Калибровка фазированных антенных решеток на открытых полигонах»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Актуальность темы. Диссертационная работа Коротецкого Е.В. посвящена теоретическому и практическому исследованию влияния различных источников погрешностей на результаты определения начальных коэффициентов передачи каналов фазированных антенных решеток (ФАР) после проведения калибровки. А также разработке нового алгоритма калибровки ФАР по частям.

В связи с потребностью полигонных измерений крупноапертурных фазированных антенных решеток, а также минимизации времени на настроечные работы, разработка подхода для сопровождения калибровки ФАР на открытых полигонах является актуальной задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций. В работе представлен обзор существующих методов калибровки ФАР с оценками ошибок этих методов и способов организации открытых полигонов для измерений радиотехнических характеристик антенн. Обзор показывает место диссертации в рассматриваемой области знаний и позволяет оценить актуальность поставленных задач. Сама работа посвящена оценкам влияния различных погрешностей на результаты калибровки коммутационным методом REV (Rotation of an electric field vector). Автором предложен алгоритм прогнозной оценки точности калибровки в зависимости от изменения мощности контрольного сигнала. Предложен алгоритм оценки влияния линейных смещений калибровочной антенны из заданного положения на результаты калибровки и формируемую диаграмму направленности ФАР. Предложен алгоритм оценки влияния помеховых сигналов в апертуре ФАР на формируемую по результатам калибровки диаграмму направленности. Кроме оценок различных погрешностей, в работе предложен алгоритм, сокращающий время калибровки ФАР по секторам.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«07» 09 2023г.

Для проверки предлагаемых алгоритмических решений автором проведен ряд натурных экспериментов. Эксперименты были грамотно поставлены, в диссертации указаны параметры безэховости помещений, в которых проводились измерения. Проверка корректности полученного в работе алгоритма для расчета фазовой ошибки вычисления начальных фаз каналов ФАР методом калибровки REV выполнялась на двух различных образцах ФАР, работающих в разных частотных диапазонах. В обоих случаях результаты расчета по предложенному алгоритму с хорошей точностью аппроксимируют истинные ошибки определения начальных фаз каналов после калибровки. Также экспериментально подтверждены фазовые ошибки в апертуре ФАР после калибровки по юстировочной антенне со смещенным положением, расположенной в зоне Френеля ФАР. Результаты измерений фазового распределения в апертуре ФАР, участвовавшей в эксперименте, наглядно демонстрируют соответствие полученным аналитическим зависимостям. Большое практическое значение имеет алгоритм калибровки ФАР с использованием совмещения начальных коэффициентов передачи. Он позволяет существенно сократить время на калибровку крупноапертурных ФАР. Результаты проведенного эксперимента свидетельствуют о корректности представленного алгоритма.

В работе также рассмотрено математическое моделирование задачи калибровки ФАР по юстировочной антенне, находящейся в зоне Френеля, при наличии в апертуре ФАР сигнала от источника рассеяния. Подробно разобран алгоритм расчета амплитудно-фазовой ошибки, возникающей в апертуре калибруемой ФАР в этом случае. Отдельно показаны угловые направления распространения сигнала от источника рассеяния. Представлено влияние сигнала от источника рассеяния на диаграмму направленности ФАР после диаграммоформирования при различных вариантах учета результатов калибровки: только фазы или с использованием амплитудно-фазовой информации. Так, например, показано, что при фазовом управлении возникает два зеркально направленных луча.

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. Результаты диссертационной работы Коротецкого Е.В. являются новыми. Научная новизна результатов подтверждается публикациями одиннадцати работ, в том числе шести в журналах, включенных в перечень ВАК. Опубликованные материалы соответствуют тексту диссертации. Материалы диссертации докладывались научной общественности на четырех научных конференциях.

Достоверность результатов работы обусловлена корректным применением широко известных расчетных методов теории антенн. А также экспериментальным подтверждением большинства результатов работы.

По рецензируемой диссертации имеются следующие замечания:

1. В начале Главы 2 на стр. 37 оговаривается, что при записи выражений для напряженности электрического поля полагается, что поляризационная эффективность равна единице. Применительно к параграфу 2.3 было бы полезно рассмотреть вопрос с учетом поляризационных свойств электромагнитных волн;

2. В параграфе 2.2 рассматриваются довольно большие погрешности установки юстировочной антенны, порядка $\lambda/2$. Современные трекинговые системы позволяют определять положение предмета в пространстве с точностями меньше миллиметра. Поэтому выбранные значения погрешностей представляются не вполне обоснованными;

3. Вопрос в параграфе 2.3, посвященный калибровке при наличии сигнала от рассеивателя в апертуре ФАР, не был подтвержден экспериментально, только математическим моделированием по представленным результатам;

4. Из содержания Главы 3 не ясно, насколько универсальным является представленный алгоритм калибровки, какие он имеет ограничения;

5. Среди возможных современных методов калибровки ФАР (диагностики) не рассмотрены алгоритмы, основанные на решении фазовой проблемы волновых полей (взаимосвязи амплитуды и фазы волновых полей).

Перечисленные недостатки не снижают общую положительную оценку диссертации и послужат для дальнейшего развития направления. Диссертационная работа Коротецкого Е.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой автор успешно решил научно-техническую задачу обеспечения калибровки фазированных антенных решеток на открытых полигонах. Диссертация соответствует заявленной специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Диссертация отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ, а ее автор, Коротецкий Егор Валерьевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Официальный оппонент

Профессор кафедры ФН-4 «Физика» факультета фундаментальных наук, профессор кафедры РЛ1 «Радиоэлектронные системы и устройства» факультета радиоэлектроники и лазерной техники Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный

технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»,

доктор физико-математических наук (по специальности 01.04.03 – Радиофизика)

Литвинов Олег Станиславович

/ Литвинов О.С. /

105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1


тел. +7 (903) 674-54-24

e-mail: oleglitv@bmstu.ru

Подпись О.С. Литвинова заверяю

Заместитель начальника управления кадров Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»





август 2023г.

«07»

С отавом ознакомлен.  07.09.23