

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора по
гособоронзаказу и научно-техническому
развитию, кандидат технических наук



А.Д. Крайлюк

« 01 » сентября 2023 г.

Отзыв

на автореферат диссертации Коротецкого Егора Валерьевича "Калибровка фазированных антенных решёток на открытых полигонах", представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 "Антенны, СВЧ-устройства и их технологии"

Оперативное решение многих современных задач в интересах, например, радиолокационных и телекоммуникационных систем связано с необходимостью быстрого электромагнитного обзора пространства, реализации многофункционального режима работы аппаратуры, адаптации соответствующих радиотехнических комплексов к окружающей конкретной радиообстановке и ряду иных требований. Наиболее эффективно указанные требования могут быть удовлетворены на основе антенных систем в виде фазированных антенных решёток (ФАР) и активных ФАР. Процесс измерения характеристик излучения таких антенн для их аттестации (калибровки) более трудоёмок по сравнению с антеннами без электрического управления вследствие как зависимости указанных характеристик ФАР от положения их луча в пространстве при сканировании, так и возможного разнообразия режимов функционирования. Создание и организация измерительных полигонов разного типа для измерения характеристик ФАР с требуемой точностью связано с существенными финансовыми затратами. Поэтому тема исследований диссертации Коротецкого Е.В. посвященная оптимизации затрат при проведении процедуры калибровки ФАР на открытых полигонах является **актуальной**.

Отдел документационного
обеспечения МАИ

« 20 » 09 2023 г.

Целью исследования заявлено решение задачи обеспечения калибровки ФАР за счёт разработки алгоритмов прогнозирования оценок результатов калибровки при наличии нескольких источников начальных погрешностей.

На основании проведенного обзора и анализа материалов по исследуемой тематике приведена классификация методов калибровки ФАР и особенности её проведения на открытых полигонах, сформулированы частные задачи исследования.

В процессе решения указанных задач получены следующие **новые научные результаты**:

- разработан алгоритм расчёта погрешности калибровки каналов ФАР коммутационным методом поворота вектора электрического поля в зависимости от погрешности измерения мощности контрольного сигнала;
- разработан алгоритм расчёта фазовой ошибки, возникающей в апертуре ФАР после калибровки, при отклонении калибровочной антенны от расчётного её положения;
- разработан алгоритм расчёта амплитудно-фазовой ошибки в апертуре калибруемой ФАР при наличии в зоне Френеля ФАР побочных рассеивающих объектов;
- разработан алгоритм определения коэффициентов передачи каналов ФАР для случая калибровки её апертуры по перекрывающимся секторам.

Достоверность полученных результатов обусловлена приемлемым отличием результатов математического моделирования и калибровки от результатов измерения соответствующих погрешностей на примере ФАР сантиметрового диапазона.

Теоретическая значимость проведенного исследования состоит в разработке новых математических моделей и алгоритмов оценки погрешностей калибровки ФАР на открытых полигонах при воздействии на результаты измерения ряда негативных факторов.

Практическая значимость работы обусловлена обоснованием методологии проведения калибровки ФАР на открытых полигонах, позволяющей конкретизировать требования к конфигурации измерительного полигона для калибровки ФАР. Разработанные алгоритмы определения количественной оценки погрешностей калибровки позволяют учитывать влияние таких негативных факторов, как ошибки измерения мощности контрольного сигнала, величины отклонения координат юстировочной антенны от расчётного расположения, влияние побочных рассеивающих объектов в ближней зоне. Получаемые оценки погрешностей позволяют обосновать, при необходимости, рациональное разделение апертуры ФАР на перекрывающиеся секторы.

Изложение результатов проведенного исследования в автореферате не свободно от **недостатков**. Отметим следующие:

- не указаны временные рамки и объём проанализированных автором материалов по исследуемой тематике;
- для приведенного соответствия между среднеквадратичным отклонением мощности измеряемого сигнала и ошибкой оценки начальных фаз (стр.6, положение 1) не указано число N каналов ФАР и характер амплитудного распределения в апертуре; аналогичное замечание относится и к соотношению между величинами смещения юстировочной антенны из расчётного положения и изменениями уровня боковых лепестков (стр.6, положение 2);
- рассмотрена упрощённая модель рассеивающего объекта на открытом полигоне – источник сферической волны (стр.14, 6-я строка сверху) и не рассмотрены тенденции изменения приведенных в п. 2.3 второй главы количественных оценок в более реальных ситуациях на открытом полигоне;
- сделанное в п. 2.1 второй главы предположение о равенстве амплитуд тестируемого канала для всех состояний фазовращателей (стр. 7, 11-я строка снизу) далеко не всегда имеет место на практике;

- не приведены сведения о фактических затратах машинного времени при проведении расчётов по разработанным алгоритмам;
- не приведены рекомендации о степени перекрытия секторов при посекторном методе калибровки ФАР;
- фидеры передающего и приёмного каналов ФАР могут быть различны, поэтому совмещение ДН этих каналов в пространстве весьма важно для потенциала соответствующих радиотехнических комплексов. Этот необходимый пункт калибровки в автореферате отсутствует.

Отмеченные недостатки и замечания не снижают существенным образом общего положительного впечатления о полученных в диссертации результатах.


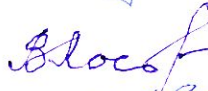

Содержание автореферата и материалы публикаций автора достаточно полно отражают основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Тематика проведенного исследования соответствует паспорту специальности 2.2.14 – "Антенны, СВЧ – устройства и их технологии".

Из материалов автореферата следует, что диссертация Коротецкого Е.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей важное значение для калибровки на открытых полигонах характеристик ФАР, являющихся необходимой информацией для их разработки и эксплуатации в радиотехнических комплексах различного назначения.

Диссертация соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Коротецкий Егор Валерьевич, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 - "Антенны, СВЧ – устройства и их технологии".

Начальник отдела
АО "Концерн радиостроения "Вега",
Ведущий научный сотрудник
АО "Концерн радиостроения "Вега". к.ф.-м.н..с.н.с.
Начальник отдела по НИР НОЦ
АО "Концерн радиостроения "Вега",

 К.В. Козлов
 В.Ф. Лось
 Е.В. Майстренко