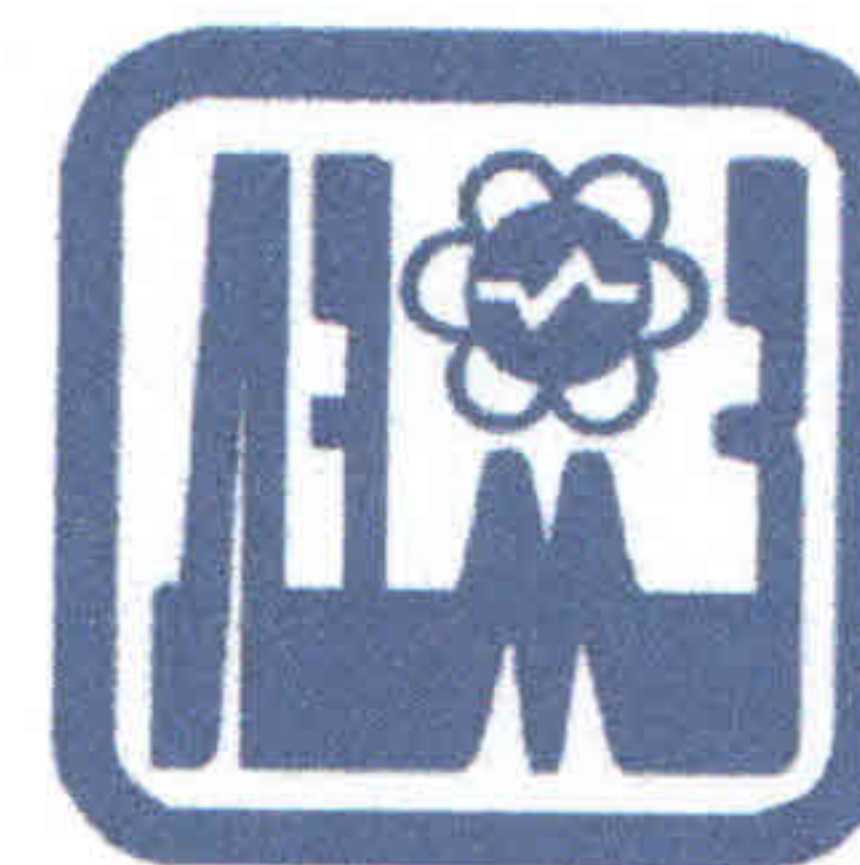


КОНЦЕРН ПВО «АЛМАЗ-АНТЕЙ»

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ

**ЛИАНОЗОВСКИЙ
ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД
(НПО ЛЭМЗ)**



127411 г. Москва, Дмитровское шоссе, 110
Тел.: (495) 485-15-22, 485-15-88; Факс (495) 485-15-63, 485-03-88
E-mail: lemz@tsr.ru http://www.lemz.ru

Дата 26.08.14 Исх. № 100/00-779

На № 010/418 от 9.06.14

**Ученому секретарю Московского
авиационного института
(национальный
исследовательский университет)
Ульяшиной А.Н.**

*Волоколамское шоссе, д. 4
Москва А-80, ГСП-3, 125993*

Высылаю Вам отзыв ведущей организации на диссертацию Милосердова Максима Сергеевича на тему «Бортовая сканирующая широкополосная линейная АР дециметрового диапазона», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Приложение: Отзыв 2 экз. на 6 л. каждый.

**Заместитель Генерального директора
по науке, к.т.н.**

Ефремов В.С.

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. Генерального директора по науке

ОАО «НПО ЛЭМЗ», к.т.н.

В.С. Ефремов

«___» _____ 20__ г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

ОАО «НПО ЛЭМЗ»

на диссертацию Милосердова Максима Сергеевича

на тему «Бортовая сканирующая широкополосная линейная АР

дециметрового диапазона»,

представленную на соискание учёной степени кандидата технических

наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их

технологии»

Диссертационная работа М.С. Милосердова посвящена научно-технической проблеме создания широкополосных ФАР с электронным сканированием в широком угловом секторе, предназначенных для работы в бортовых многофункциональных радиоэлектронных системах нового поколения. Эта проблема носит комплексный характер, так как требует решения сложной электродинамической задачи в условиях жёстких конструктивных ограничений – размещения ФАР в отклоняемом носке крыла ЛА, крайне ограниченного габарита.

Важность и актуальность данной работы в первую очередь связана с тем, что на едином полотне ФАР должна быть обеспечена работа в диапазоне частот первичного канала РЛС и на частотах бортовых ответчиков международной системы вторичной радиолокации (“RBS”) и российской системы опознавания госпринадлежности VII диапазона. Создание отдельных ФАР для каждой функции в условиях жёстких габаритных ограничений на борту ЛА практически невозможно.

В связи с этим в работе особое внимание уделено вопросам глобальной оптимизации характеристик излучающего полотна широкополосной ФАР с учётом влияния объекта – носителя, в частности, элементов конструкции крыла и радиопрозрачного обтекателя.

Ещё одной крайне **важной** задачей, исследованной в диссертации, являются оценки эффективной поверхности рассеяния (ЭПР) ФАР и её диаграммы обратного рассеяния (ДОР). Именно эти характеристики являются критичными с точки зрения радиолокационной заметности ЛА, которая в ряде случаев должна быть максимально снижена. Таким образом, можно считать, что тема диссертационной работы является **актуальной и своевременной**.

Обоснованность и достоверность результатов

Основные положения, выносимые соискателем на защиту, представляются хорошо **обоснованными и достоверными**. В частности, расчёты электродинамических характеристик ФАР базируются на современных апробированных методах полноволнового моделирования. Причём для повышения достоверности результатов моделирование проводилось различными методами: методом конечных разностей во временной области и методами конечных элементов и моментов. Наиболее высокую точность обеспечил первый метод, который был выбран в качестве основного для дальнейших исследований. Результаты теоретических исследований в работе наглядно проиллюстрированы на примере 12-элементной линейной ФАР. Полученные характеристики направленности этой ФАР выглядят достоверными и оптимизированными для заданных условий.

Научная новизна проведённых исследований и полученных результатов заключается в следующем:

1. Проведена оптимизация структур малогабаритных печатных логопериодических и монопольных излучателей ФАР, расположенных в П-образном отсеке, с размерами, сопоставимыми с длиной волны на нижней частоте рабочего диапазона;

2. Теоретически обоснована и разработана математическая модель определения характеристик направленности широкополосной ФАР с широкоугольным сканированием, учитывающая взаимное влияние излучателей ФАР и конструктивных элементов объекта-носителя;

3. За счёт оптимизации на основе генетического алгоритма структуры логопериодических излучателей, размещённых в ограниченном пространстве, доказана возможность расширения полосы ФАР на 5-8% и повышения КНД на верхней частоте диапазона;

4. Получены оценки ДОР линейных ФАР из печатных логопериодических и двухрезонансных монопольных элементов, расположенных в передней кромке отклоняемого носка крыла.

Практическая значимость результатов, полученных в диссертации

Диссертационная работа имеет несомненную практическую направленность, так как её тема порождена насущными потребностями создания нового поколения многофункциональной бортовой радиоэлектронной аппаратуры. К числу наиболее значимых практических результатов следует отнести:

1. Обоснованное применение малогабаритных печатных излучающих элементов, занимающих площадь не более $0.0652\lambda_{\max}^2$, и размещаемых в крайне ограниченном объёме крыла ЛА. Оптимальность их применения определяется минимально возможным значением КСВН при заданных ширине рабочей полосы и секторе электронного сканирования;

2. На основе генетического алгоритма многопараметрической оптимизации предложена структура излучающего полотна линейной ФАР, обеспечивающая предельные характеристики излучения в условиях конструктивных особенностей размещения решётки на борту ЛА;

3. Основные теоретические положения и выводы диссертации доведены до уровня конкретных инженерных расчётов. Эти возможности наглядно проиллюстрированы электродинамическими и конструкторскими расчётами 12-элементной линейной ФАР под обтекателем со следующими параметрами:

- размер излучателя: $0,25\lambda \times 0,25\lambda_{\max}$;
- ширина полосы: $1 \div 1,6$ Гц;
- сектор электронного сканирования: $\pm 45^\circ$;
- максимально допустимое значение КСВН: 3.

Вышеуказанные и ряд других практических результатов работы могут служить методической базой, а также готовыми базовыми решениями для разработок ФАР аналогичного типа.

Внедрение результатов работы. Результаты диссертационного исследования вошли в эскизно-технический проект составной части опытно-конструкторской работы «Разработка электродинамической модели и численное моделирование широкополосной системы излучения ФАР на основе широкополосных излучателей», проведенной НИИ приборостроения им. Тихомирова (г. Жуковский) в рамках выполнения ОКР «Подкова» ФЦП «ЭКБ» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации, о чем свидетельствует акт о внедрении.

Автором **опубликовано** 11 печатных работ, в том числе пять статей в журналах и сборниках (из них 3 в журналах, рекомендованных ВАК РФ), и 6 тезисов докладов на российских и международных конференциях. В публикациях **достаточно полно** отражены основные научные результаты.

Содержание диссертационной работы Милосердова М.С. в целом отвечает требованиям научной новизны и практической значимости, о чем свидетельствует достаточно широкая апробация результатов исследования на научно-технических конференциях и в научной печати.

Содержание автореферата диссертации и опубликованные работы Милосердова М.С. достаточно полно отражают основные положения диссертации.

Вместе с тем работе присущи и отдельные недостатки, к числу которых можно отнести.

1. В диссертационной работе недостаточно чётко разделены научные проблемы, имеющие общетеоретический характер, и частные вопросы проектирования ФАР для конкретных условий. Поэтому не всегда понятно, до каких пределов могут быть обобщены полученные результаты.

2. Приведённые в диссертации результаты моделирования ДН ФАР ограничены случаем равномерного амплитудно-фазового распределения. Этот случай не соответствует реальной ситуации, так как к уровню боковых лепестков ДН первичного канала и бортовых ответчиков могут предъявляться повышенные требования.

3. В диссертации приведены оценки ДОР исследуемой линейной ФАР. При этом не указаны пути снижения ЭПР ФАР предлагаемой конструкции.

4. Теоретические выводы и практические рекомендации диссертационной работы хотя и выглядят хорошо обоснованными, но их практическая ценность могла бы быть гораздо выше, если бы они были бы подтверждены экспериментально.

5. В материалах диссертации неоднократно указывается, что в ней проводится разработка линейных ФАР. Однако в работе соискатель

ограничивается исследованиями только излучающего антенного полотна, не приведя структурной или функциональной схемы решётки в целом, с учётом многофункциональности её работы.

Отмеченные недостатки не снижают научной и практической ценности диссертации, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу с ярко выраженной практической направленностью. В работе применены современные подходы, которые целесообразно использовать при проектировании антенн и антенных решеток с предельными электродинамическими характеристиками. В условиях ограниченных габаритов разработанные автором рекомендации по проектированию широкополосных линейных ФАР с малыми габаритными размерами могут быть полезны при создании бортовых радиоэлектронных комплексов различного назначения.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, содержит научно обоснованные технические решения, внедрение которых может иметь важное значение для соответствующего направления в экономике страны. Диссертация соответствует профилю специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии» (технические науки), а её автор – Милосердов Максим Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании секции НТС ОАО «НПО «ЛЭМЗ». Протокол №5 от 16.07.2014г.

Отзыв составили:

Начальник отдела, д.т.н.

Начальник отдела, к.т.н.



/Б.М. Вовшин/



/Ю.П. Большаков/