ОТЗЫВ

официального оппонента профессора кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем) Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) доктора физико-математических наук, профессора РАЗИНЬКОВА Сергея Николаевича на диссертацию БАРАННИКОВА Ильи Андреевича на тему «Синтез планарных антенно-фидерных устройств на основе преднамеренных дефектов слоя заземления», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Общая информация о диссертации. Диссертация Баранникова И.А. «Синтез планарных антенно-фидерных устройств на основе преднамеренных дефектов слоя заземления» выполнена на кафедре радиоэлектронных устройств и систем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный технический университет». Научный руководитель – доктор технических наук, доцент Федоров С.М.

На отзыв официальному оппоненту были представлены:

- диссертация общим объемом 160 листов формата А4, состоящая из введения, трех глав, заключения, списка цитируемых источников, включающего 108 наименований, и приложения с копиями актов о реализации (внедрении) результатов диссертационного исследования;
- автореферат диссертации объемом содержательной части 1 печатный лист.

Актуальность темы диссертационного исследования. Совершенствование технологий построения информационно-телекоммуникационных сетей с высокими показателями устойчивости и надежности функционирования, защищенности от деструктивных воздействий и электромагнитной совместимости аппаратуры включает в себя поиск решений по созданию антенных систем, обладающих стабильными эксплуатационными характеристиками.

Сохранение стабильности характеристик антенн должно достигаться в условиях возрастания требований по расширению диапазона рабочих частот для сокращения литерного исполнения радиоэлектронной аппаратуры при ограничениях на массогабаритные характеристики приемоизлучающих структур.

Эффективное решение указанной задачи применительно к печатным антеннам предполагает использование преднамеренных дефектов слоя заземления (ПДСЗ), позволяющих сформировать простые в конструктивном исполнении линии согласования с фидерными трактами с подавлением кросс-поляризационных составляющих и паразитных электромагнитных излучений на частотах побочных гармоник сигналов.

Методические основы анализа антенно-фидерных устройств с ПДСЗ с применением методов электродинамического моделирования заложены в работах докторов технических наук Воскресенского Д.И., Пономарева Л.И., Раевского С.Б.

В трудах докторов физико-математических наук Клюева Д.С. Неганова В.А., Табакова Д.П. в строгой постановке краевых задач при сингулярном интеграль-

ном представлении электромагнитного поля разработаны методики исследования характеристик планарных приемоизлучающих структур в дальней и ближней зонах, позволившие осуществлять совместную оценку направленных свойств и показателей качества согласования с фидерными трактами.

Способы рационального выбора конструктивных параметров антенн с ПДСЗ в интересах компоновки в составе мобильных объектов с ограниченной массой полезной нагрузки и высокими требованиями к устойчивости и управляемости в процессе движения представлены в работах докторов технических наук Пастернака Ю.Г., Проскурина Д.К., Федорова С.М., доктора физико-математических наук Ускова Г.К.

Вместе с тем, ввиду постоянного ужесточения тактико-технических требований к антенно-фидерным устройствам по предназначению при усложнении сигнально-помеховой обстановки в настоящее время остаются открытыми и требуют дальнейших исследований вопросы проектирования и разработки малогабаритных фильтров, делителей мощности и согласующих линий на основе ПДСЗ.

Таким образом, тема диссертации Баранникова И.А. «Синтез планарных антенно-фидерных устройств на основе ПДСЗ», посвященной разработке методик проектирования структур ПДСЗ печатной платы, исследованию способов их применения в конструкциях антенно-фидерных устройств диапазона сверхвысоких частот (СВЧ), является актуальной.

Степень обоснованности научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. В диссертации на основании выполненных автором исследованиями решена научная задача разработки методик проектирования и применения структур ПДСЗ печатной платы в антенно-фидерных устройствах СВЧ-диапазона для улучшения характеристик передачи-приема сигналов.

Содержание работы, раскрывающее суть и новизну научных результатов диссертационного исследования, сформулированных на их основе выводов и рекомендаций с оценками научной значимости и ценности для практики, изложено в трех главах.

В первой главе диссертации проведен анализ современного состояния методологии и технологий построения планарных антенно-фидерных устройств, применения в их конструкциях структур ПДСЗ печатных плат, выполнен обзор способов расчета ПДСЗ на основе эквивалентных LC и RLC цепей.

Во второй главе диссертации разработаны модели и установлены взаимосвязи параметров и характеристик структур ПДСЗ в виде гантелей.

В третьей главе диссертации разработаны методики проектирования и с использованием эквивалентных электрических схем и результатов электродинамического моделирования найдены характеристики согласующей цепи и делителя мощности на основе ПДСЗ. Представлен способ и исследованы пределы подавления электромагнитных излучений побочных каналов в патч-антеннах.

Тематика диссертации Баранникова И.А. соответствует направлениям исследований, определенным паспортом специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии:

- по пункту 2 (в части исследования характеристик антенн для их оптимизации и модернизации, что позволяет создавать высокоэффективную технологию);

- по пункту 3 (в части исследования и разработки новых антенных систем с существенно улучшенными параметрами);

- по пункту 9 (в части разработки методов автоматизированного проектирования и оптимизации антенных систем широкого применения).

К числу основных научных результатов, полученных автором на основании выполненных исследований, относятся:

- методика проектирования ПДСЗ на основе расчетных зависимостей, связывающих геометрические размеры структуры и параметры подложки с частотами полюса затухания и среза;

- модели ПДСЗ в форме простой и заполненной гантели на основе эквивалентной электрической цепи с параметрами структуры характеристиками подложки для исследования реактивного сопротивления;

- способ построения делителей мощности Уилкинсона с использованием частотно-избирательных свойств ПДСЗ для реализации балансных элементов.

Высокая степень обоснованности научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных автором, определяется тем, что они получены с использованием современных методов теории антенн и электродинамики и верифицированы по экспериментальным данным, полученным с применением поверенного измерительного оборудования компании Rohde & Schwarz.

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

- применением теоретически обоснованных и прошедших апробацию методов исследования; использованием сертифицированных средств для проведения вычислительных и натурных экспериментов;

- выбором ограничений, допущений и исходных данных из практики разработки базовых компонентов планарных антенно-фидерных устройств.

Она подтверждается ясной физической трактовкой выявленных эффектов, их соответствием общим физическим закономерностям, совпадением результатов теоретических исследований с данными, полученными в ходе вычислительных и натурных экспериментов. Частные результаты исследования, использованные для выполнения контрольных расчетов по разработанным методикам, согласуются с результатами, полученными альтернативными способами и содержащимися в работах других авторов.

Обоснование полученных результатов проводилось на базе фундаментальных положений теории эквивалентных электрических схем с нахождением параметров с использованием методов прикладной электродинамики. Экспериментальные данные получены с использованием стандартных методик измерения характеристик и параметров антенн, сертифицированных измерительных устройств и программных средств обработки измерительной информации.

Новизна научных результатов, выводов и рекомендаций, сформулированных в работе, состоит в разработке аппарата для эффективного проектирования и исследования антенно-фидерных устройств на основе ПДСЗ. Его применение позволяет расширить теоретические знания в области модернизации и разработки новых антенных систем с существенно улучшенными параметрами, совершен-

ствования методов их автоматизированного проектирования и создания высокоэффективной технологии построения.

Предложенные автором новые решения строго аргументированы и критически оценены по сравнению с известными аналогами.

Теоретическая значимость работы определяется тем, что представленные в ней модели и методики проектирования ПДСЗ расширяют возможности выбора топологии конструкции и позволяют проектировать антенно-фидерные устройства с повышенными требованиями к диапазонам рабочих частот, массогабаритным характеристикам и показателям устойчивости и надежности выполнения функций передачи-приема сигналов.

Основные результаты диссертации прошли широкую апробацию на международных и всероссийских научных форумах по тематике исследования и в полной мере опубликованы в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией.

Ценность работы для практики заключается в нахождении технических путей построения антенно-фидерных устройств на основе ПДСЗ с достижением тактико-технических характеристик в соответствии с требованиями, определяющими возможности их применения в составе современных информационно-телекоммуникационных сетей.

Представленные в диссертации модели и методики синтеза антенн на основе ПДСЗ обеспечивают высокую точность определения показателей эффективности передачи-приема сигналов, что, в свою очередь, позволяет снизить ресурсные и временные затраты на изготовление опытных образцов, экспериментальные исследования, доводку и настройку антенно-фидерных устройств.

Практическая значимость результатов, полученных автором, подтверждается по их реализацией (внедрением) в организациях оборонно-промышленного комплекса Российской Федерации при выполнении опытно-конструкторских работ по созданию перспективных образцов антенной техники и радиоэлектронных комплексов.

Замечания и недостатки диссертационной работы. К числу основных замечаний и недостатков работы, на наш взгляд, относятся следующие.

1. Цель диссертационного исследования целесообразно уточнить, придав ей более прагматическую направленность, связанную улучшением показателей эффективности передачи-приема сигналов за счет совершенствования показателей пространственно-частотной избирательности антенно-фидерных устройств на основе ПДСЗ. При этом разработку методик проектирования и применения структур ПДСЗ печатной платы в антенно-фидерных устройствах СВЧ-диапазона для улучшения характеристик передачи-приема сигналов следует рассматривать в качестве задачи исследования.

2. В диссертации в явном виде не прослеживается соответствие между формулировками задач исследования, научных результатов и авторскими оценками их научной новизны. Не представляется целесообразным включать в перечень частных задач исследования вопросы «анализа современного состояния и перспективных тенденций развития радиоэлектронных устройств, использующих ПДСЗ, а также методик их проектирования» и «разработку методики сбора дан-

ных о ПДСЗ и выбор методов проведения дальнейшего регрессионного анализа». Указанные вопросы подлежат решению при обосновании актуальности и оценке степени разработанности темы исследования. «Проведение натурных экспериментальных исследований антенно-фидерных устройств, использующих в своей конструкции ПДСЗ, с целью верификации, полученных с помощью электродинамического моделирования характеристик конструкций» не приводит к получению нового научного результата.

3. В диссертации не определена область применимости метода эквивалентных электрических схем для исследования планарных антенн. По определению, границы данной области не охватывают условия, для которых разработаны методы электродинамического моделирования на основе решения краевых задач. В этой связи сопоставление различных подходов к исследованию характеристик и выбору конструктивных параметров антенно-фидерных устройств в полной мере не является корректным.

4. Результаты синтеза антенно-фидерных устройств на основе ПДСЗ желательно дополнить расчетом дисперсий показателей направленности при вариациях амплитудно-фазового распределения токов вследствие технологических погрешностей исполнения конструкции.

Вместе с тем, отмеченные недостатки, непосредственно не охватывающие основные научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, не снижают общего позитивного впечатления от работы и не ставят под сомнение ее положительную оценку.

Автореферат правильно отражает содержание диссертации. В нем в лаконичной форме ясно изложены основные идеи и выводы по работе, показаны определяющий вклад соискателя при проведении диссертационного исследования, степень новизны и практическая значимость результатов.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней. По результатам анализа диссертации Баранникова И.А. «Синтез планарных антенно-фидерных устройств на основе ПДСЗ» сделаны следующие выводы.

1. Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная задача разработки методик проектирования и применения структур ПДСЗ печатной платы в антенно-фидерных устройствах СВЧ-диапазона для улучшения характеристик передачи-приема сигналов, имеющая значение для модернизации и разработки новых антенных систем с существенно улучшенными параметрами, совершенствования методов их автоматизированного проектирования и создания высокоэффективной технологии построения. Тема и результаты исследования соответствует направлениям, определенным пунктами 2, 3 и 9 паспорта специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

2. Диссертация является завершенной научной работой, обладающей внутренним единством, содержит новые научные результаты, нашедшие практическое использование при разработке и исследовании антенно-фидерных устройств на основе ПДСЗ, свидетельствующие о личном вкладе автора в науку. Предложенные соискателем решения строго аргументированы и оценены в сравнении с известными аналогами.

3. Работа удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Баранников И.А., достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14. Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Выражаю согласие с включением моих персональных данных в аттестационное дело соискателя Баранникова И.А. и их дальнейшей обработкой.

Официальный оппонент:
доктор физико-математических наук, профессор, профессор
кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем)
Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора
Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)

Разиньков Сергей Николаевич

«17» августа 2026 года

Подпись д.ф.-м.н., профессора Разинькова С.Н. заверяю.

кадров
научного центра Военно-воздушных сил
ая академия имени профессора
и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж)
наук, доцент

И.Чужинов

«17» августа 2026 года

Сведения об оппоненте:

Разиньков Сергей Николаевич, гражданин Российской Федерации, доктор физико-математических наук по специальностям 01.04.03 – Радиофизика, 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии, профессор по специальности 6.2.11. Военная электроника, аппаратура комплексов военного назначения, профессор кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем) федерального государственного казенного военного образовательного учреждения высшего образования «Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» (г. Воронеж) Министерства обороны Российской Федерации.

Адрес: 394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а
Телефон: 8-(473)-244-78-29; E-mail: vva@mil.ru