

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Лю Шухуа «Пространственно-временные и энергетические характеристики элементарных и сверхширокополосных комбинированных антенн», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14, Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Изучение и разработка сверхширокополосных (СШП) антенн представляет собой одну из актуальных проблем современной радиоэлектроники. Эти устройства способны эффективно функционировать в широком диапазоне частот, обеспечивая стабильную работу коммуникационных систем, радаров, навигационного оборудования и беспроводных сетей нового поколения. Развивается их применение для специальной техники, включая силовое воздействие на радиоэлектронные средства (например, борьба с БПЛА и исследование их помехоустойчивости).

Мощные источники СШП излучения используются в исследованиях по электромагнитной совместимости. Во многих практических применениях такие параметры, как полоса рабочих частот и положение центра излучения СШП антенны имеют существенное значение, а граница дальней зоны определяет положение приемной антенны для некоторых корректных прямых измерений характеристик передающей антенны.

Диссертационная работа Лю Шухуа посвящена исследованию зон излучения СШП антенн, возможности настройки полосы рабочих частот комбинированной СШП антенны и определению положения ее центров излучения. Тема работы является актуальной и представляет как научный, так и практический интерес.

Существенная часть работы автора посвящена исследованию настроенного механизма, позволяющего как расширять полосу рабочих частот комбинированной СШП антенны, так и сужать ее без изменения габаритных размеров антенны. Данный результат является, несомненно, крайне интересным, тем более он получен для мощных СШП комбинированных антенн.

Диссертационная работа представлена на 120 страницах, содержит 97 рисунков, список цитируемой литературы объемом в 90 источников. Текстовая часть работы включает Введение, 5 глав, Заключение, Список литературы и Приложение.

Во Введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цель работы и задачи исследования, приведены защищаемые положения, указана научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, перечислены примененные методы исследования, кратко описана структура диссертации, ее апробация, публикации.

Во первой главе рассмотрена история развития антенн, применяемых для излучения короткоимпульсных сигналов, и источников мощных СШП-импульсов. Проведен обширный обзор литературы, рассмотрены ТЕМ антенны и IRA антенны, а также мощные источники СШП излучения, использующие данные антенны в качестве излучателей. Показана особая роль комбинированной антенны Ю. И. Буянова, как наиболее востребованной в настоящее время в мощных источниках СШП излучения. В конце главы на основе проведенного анализа формулируются цели и задачи исследования.

Вторая глава содержит методический материал. Описаны программные продукты (4NEC2 и FDTD), использовавшимся для моделирования антенн. Приведены краткие характеристики измерительных приборов, использовавшихся для измерений в частотной и временной областях.

В третьей главе проводится анализ зон излучения СШП излучателей. На основе анализа распределения потоков энергии и временных форм компонент излученного электромагнитного поля вокруг канонических излучателей показаны особенности образования ближней и дальней зон излучения в случае гармонического и импульсного возбуждения антенны.

В четвертой главе в численном и реальном эксперименте исследована возможность настройки верхней граничной частоты полосы согласования комбинированных СШП антенн. Представлены примеры применения предложенного механизма настройки согласования мощных комбинированных СШП антенн.

В пятой главе представлена методика нахождения центра излучения комбинированной СШП антенны в режиме импульсного излучения. Здесь также эксперимент с реальными антеннами дополнялся численным экспериментом.

В Заключении приведен перечень основных результатов, полученных в работе.

В **Приложение** вынесен акт, подтверждающий использование результатов диссертационного исследования в НИР, выполняемому по государственному заданию.

Оценивая **новизну** работы, следует отметить впервые сформулированную и решенную задачу создания настроечного механизма комбинированной СШП антенны, обеспечивающий как расширение, так и сужение ее полосы согласования. Предложены новый критерий определения дальней зоны излучения СШП антенны и новая методика определения положения центров излучения СШП антенн при возбуждении их биполярными импульсами напряжения наносекундной длительности.

Достоверность и обоснованность результатов сомнения не вызывают, подтверждаются использованием двух независимых численных методов (FDTD и метод моментов), их взаимной верификацией, и высокой степенью соответствия результатов численного моделирования и натурных экспериментов.

Вынесенные на защиту Положения отражают новые результаты, важные и в конструировании комбинированных СШП антенн с необходимой шириной полосы рабочих частот, и в практике численного моделирования произвольных СШП антенн для определения их зон излучения. Это также касается третьего положения о существовании отдельных в пространстве центров излучения комбинированной СШП антенны при ее возбуждении биполярными импульсами напряжения для E - и H -плоскостей пространственного распределения поля.

Научная ценность работы заключается в разработке нового, более общего, пригодного для произвольного направления наблюдения, критерия определения границы дальней зоны СШП антенны в режиме излучения сверхкоротких электромагнитных импульсов. Также представляет интерес методика по измерению положения центров излучения СШП антенн в режиме излучения ими наносекундных импульсов.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в следующем:

- разработан критерий определения дальней зоны излучения СШП антенн, позволяющий определять границу зоны в численных экспериментах для произвольной формы возбуждающего антенну импульса;

- разработан настроечный элемент, позволяющий как сужать, так и расширять полосу согласования СШП комбинированной антенны, и использовать ее в источниках СШП излучения с возбуждающими импульсами различной формы;
- разработана методика нахождения центра излучения комбинированной антенны, которая позволяет эффективно использовать ее в качестве облучателя в зеркальной антенне.

Результаты работы **использованы** в НИР, выполненной в рамках госзадания.

Апробация работы достаточно убедительна: результаты докладывались на 9 всероссийских и международных конференциях.

Публикации автора составляют 13 печатных работ, из них 3 – в периодических изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации основных результатов диссертации; 4 статьи в журнале из перечня ВАК по смежной отрасли наук. Одна работа входит в Q1 Scopus и Web of Science.

Диссертация производит в целом положительное впечатление, но, **не свободна от замечаний**:

1) В работе не приводятся соображения, на основе которых были выбраны количество проводников, образующих проволочные модели антенн, и расстояния между ними.

2) В разделе 2.1.2 упоминается о разработке автором программы для моделирования осесимметричных устройств по методу FDTD. Разработанную программу следовало бы зарегистрировать в Реестре программ для ЭВМ с получением соответствующего свидетельства.

3) Заключение к работе, содержащее 3 пункта и занимающее всего около половины страницы выглядит крайне лаконично, и не отражает всего большого объема проделанной работы. Заключение стоило бы быть расширить, более подробно резюмируя результаты каждой главы.

Перечисленные выше замечания не снижают высокую оценку работы. Она представляет **собой законченное актуальное исследование, имеющее как общенаучное, так и прикладное значение.**

Автореферат диссертации адекватно отражает ее содержание, структуру и готовность к защите.

Заключение. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа «Пространственно-временные и энергетические характеристики элементарных и сверхширокополосных комбинированных антенн» соответствует пунктам 9-14 «Положений» о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (ред. от 28.08.2017 № 1024), поскольку является завершенной самостоятельной научно-исследовательской работой, включающей в себя решение задач: определения границы дальней зоны СШП антенны, создания механизма настройки верхней граничной полосы согласования комбинированной СШП антенны и нахождения положения их центров излучения, отвечает всем предъявляемым требованиям, а ее автор – Лю Шухуа заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14, Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ



Панько Василий Сергеевич

«24» февраля 2026 года.

Панько Василий Сергеевич, кандидат технических наук по специальности 01.04.03 «Радиофизика», доцент по специальности «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», и.о. заведующего кафедрой радиотехники Сибирского федерального университета.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет»,

660041, Красноярский край, г. Красноярск,

пр. Свободный, 79

Телефон: +7 (391) 206-22-22

E-mail: office@sfu-kras.ru

Дата:

